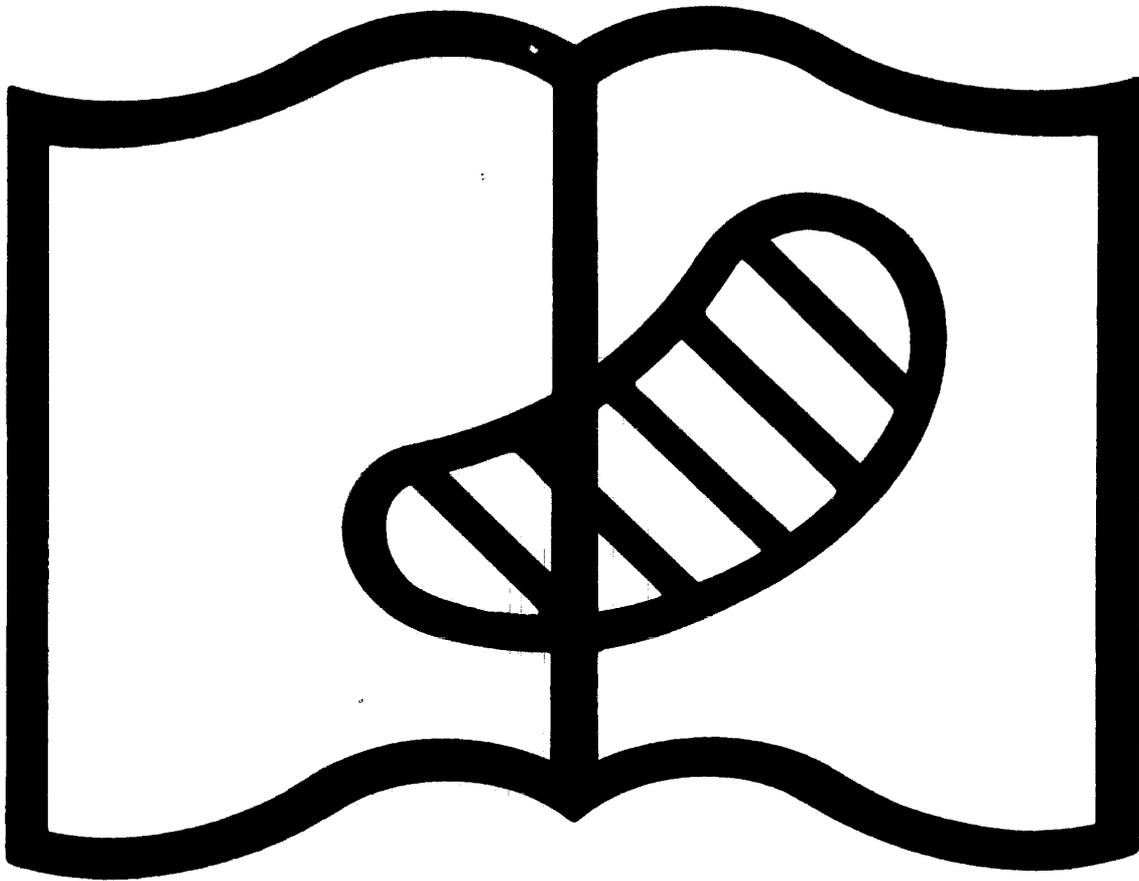


**Symbole applicable  
pour tout, ou partie  
des documents microfilmés**

**Texte détérioré — reliure défectueuse**

**NF Z 43-120-11**



**Symbole applicable  
pour tout, ou partie  
des documents microfilmés**

**Original illisible  
NF Z 43-120-10**

AIDE-MÉMOIRE

DU

CHIMISTE

BAUDRY & C<sup>IE</sup> ÉDITEURS



e

A M. le Président de la Société  
Chimique de Paris.

Hommage de l'auteur.

*R. Jognaux*

**AIDE-MÉMOIRE  
DU CHIMISTE**

270



## OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

---

- ANALYSE CHIMIQUE DES SUBSTANCES COMMERCIALES MINÉRALES ET ORGANIQUES. 1 volume grand in-8° d'environ 1000 pages, avec figures dans le texte . . . . . 20 fr.
- TRAITÉ DE CHIMIE GÉNÉRALE, ANALYTIQUE ET APPLIQUÉE. 4 volumes grand in-8° formant 2200 pages, avec 300 figures dans le texte . . . . . 48 fr.
- TRAITÉ DE MINÉRALOGIE APPLIQUÉE AUX ARTS, A L'INDUSTRIE, AU COMMERCE ET A L'AGRICULTURE. 1 volume grand in-8° de 900 pages, avec 470 figures dans le texte . . . . . 20 fr.
- HISTOIRE DE LA CHIMIE, COMPRENANT L'HISTOIRE DES GRANDES THÉORIES CHIMIQUES ET DE TOUS LES CORPS SIMPLES ET COMPOSÉS. (Sous presse).



(16)

# AIDE-MÉMOIRE

DE

# CHIMISTE

CHIMIE INORGANIQUE ET CHIMIE ORGANIQUE  
DOCUMENTS CHIMIQUES — DOCUMENTS PHYSIQUES  
DOCUMENTS MINÉRALOGIQUES — DOCUMENTS MATHÉMATIQUES

PAR

RAOUL JAGNAUX

DIRECTEUR DU LABORATOIRE HAUTEFEUILLE



PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE BAUDRY ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MAISON A LIÈGE, RUE DES DOMINICAINS, 7

1890  
**ANNULÉ** CW 5139



PREMIERE PARTIE

CHIMIE INORGANIQUE

ALUMINIUM

Aluminium. Al=13,68. — Découvert par Wöhler en 1829. Préparé industriellement par Sainte-Claire Deville. — Poids atomique = 27,80. Densité : Laminé = 2,67; Fondu = 2,86. — Coefficient de dilatation entre 0° et 100° = 0,00022239. — Chaleur spécifique = 0,2143. — Point de fusion = 600° (environ). — Couleur : Blanc, un peu bleuâtre.

Préparation. — Décomposition du chlorure double de sodium et d'aluminium par le sodium ;



Pour préparer le chlorure double d'aluminium et de sodium, on mélange :

Alumine . . . . .	100
Sel marin . . . . .	120
Charbon de bois . . . . .	40

On réduit ces matières en poudre, on les agglutine avec un peu d'eau, on les façonne sous forme de boulettes que l'on dessèche dans une étuve entre 100 et 150°.

Pour obtenir l'alumine nécessaire à cette opération, on calcine, avec du carbonate de soude, de la bauxite, composée en moyenne de :

Alumine . . . . .	52,00
Peroxyde de fer . . . . .	27,60
Eau . . . . .	20,40

Il se forme de l'aluminate de soude, que l'on dissout dans l'eau; en faisant passer un courant d'acide carbonique dans la dissolution, il se forme du carbonate de soude, tandis que l'alumine se précipite; on la lave, on la sèche et on la calcine.

Si, dans le mélange d'alumine, de sel marin et de charbon, on fait passer un courant de chlore, l'alumine, en contact avec le charbon et en présence du chlore, perd son oxygène qui s'unit au charbon pour former de l'oxyde de carbone, et se transforme en chlorure

d'aluminium ; mais celui-ci rencontrant le sel marin se combine avec lui pour former du chlorure double d'aluminium et de sodium :



**Alumine.**  $Al^2O^3 = 51,50$ . — *État naturel.* — Anhydre : Corindon adamantin ou harmophae, corindon hyalin ou télésie, corindon compacte, corindon émeri.

Le corindon hyalin, suivant sa couleur, est désigné, dans le commerce, par les noms suivants :

Le corindon incolore porte le nom de . . .	Saphir blanc
— à fond laiteux . . . . .	Saphir girasol
— violet . . . . .	Améthyste oriental
— bleu indigo . . . . .	Saphir indigo
— bleu verdâtre . . . . .	Aigue-marine orientale
— vert, ordinairement teinté de jaune.	Émeraude orientale
— jaune d'or. . . . .	Topaze orientale
— rouge aurore. . . . .	Hyacinthe orientale
— rouge écarlate, cochenille, rouge sang	Rubis oriental

L'émeri est toujours impur ; il contient des quantités variables de magnésie, de silice et d'oxyde de fer. Il est disséminé en petits cristaux dans certaines roches cristallines, et mélangé à du mica et à de l'oxyde de fer magnétique. Voici la composition de trois émeris de provenances diverses :

	Naxos.	Thyra.	Smyrne.
Corindon . . . . .	0,642	0,358	0,564
Silice. . . . .	0,020	0,072	0,070
Fer oxydulé . . . . .	0,268	0,175	0,110
Oxyde de fer. . . . .	0,069	0,195	0,259
	0,999	1,000	1,000

*Alumine hydratée.* —  $Al^2O^3, 3HO$ . Se prépare en versant du carbonate d'ammoniaque dans une dissolution d'alun ordinaire ; l'alumine se précipite sous forme gélatineuse. On la redissout dans l'acide chlorhydrique et on la précipite de nouveau par l'ammoniaque.

*Alumine anhydre.* — Se prépare en calcinant au rouge vif de l'alun ammoniacal.

**Aluminates.** — L'alumine se combine avec les oxydes métalliques et donne des sels. On trouve un certain nombre d'aluminates dans la nature ; le plus important est le *spinelle*. C'est un aluminat de magnésie contenant :

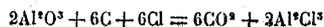
Alumine . . . . .	72
Magnésie . . . . .	28

Mais chacun de ces deux corps peut être remplacé en partie par une quantité équivalente de l'un de ses isomorphes, savoir : l'alumine, par l'acide chromique et le peroxyde de fer ; la magnésie, par le peroxyde de fer ou l'oxyde de zinc.

Le spinelle porte, suivant sa couleur, les noms suivants :

Le spinelle rouge de feu, avec pointe de carmin, s'appelle . . . . .	Rubis spinelle
Le spinelle rouge rose, avec pointe de bleu, souvent un peu laiteux . . .	Rubis balais
Le spinelle rouge, jaunâtre ou orangé	Rubicelle
— rouge de vinaigre . . . . .	Spinelle vinaigre
— rouge cochenille, mêlé de bleu	Almandine
— noir en masse, à éclat très vif	Pléonaste
— bleu . . . . .	Spinelle bleu

**Chlorure d'aluminium.** —  $Al^3Cl^3 = 134$ . Le chlorure anhydre s'obtient en traitant, au rouge vif, un mélange d'alumine, provenant de la calcination de l'alun ammoniacal, avec 40 0/0 de son poids de charbon pulvérisé ou de noir de fumée, et assez d'huile pour en faire une pâte consistante. On obtient ainsi une masse que l'on brise et que l'on traite, dans une cornue en grès vernie et tubulée, au rouge vif, par un courant de chlore :



Le chlorure ainsi obtenu est purifié par distillation.

Il se présente sous la forme d'une masse blanche, composée de prismes hexagonaux. Il fond vers 200° et se volatilise rapidement.

Le chlorure hydraté se prépare en dissolvant de l'alumine dans l'acide chlorhydrique.

TABLE INDIQUANT LES QUANTITÉS DE CHLORURE D'ALUMINIUM EN DISSOLUTION, D'APRÈS LE POIDS SPÉCIFIQUE A + 13°.

Poids Spécif.	$Al^3Cl^3$ p. 100	Poids Spécif.	$Al^3Cl^3$ p. 100	Poids Spécif.	$Al^3Cl^3$ p. 100
1.00721	1	1.11248	15	1.23310	29
1.01443	2	1.12073	16	1.24219	30
1.02164	3	1.12897	17	1.25184	31
1.02885	4	1.13721	18	1.26149	32
1.03603	5	1.14545	19	1.27115	33
1.04353	6	1.15370	20	1.28080	34
1.05099	7	1.16231	21	1.29046	35
1.05845	8	1.17092	22	1.30066	36
1.06591	9	1.17953	23	1.31086	37
1.07337	10	1.18815	24	1.32106	38
1.08120	11	1.19676	25	1.33126	39
1.08902	12	1.20584	26	1.34146	40
1.09684	13	1.21493	27	1.35224	41
1.10466	14	1.22406	28	1.35359	41.126

**Fluorure d'aluminium.**  $Al^2F_3 = 84,50$ . — Se prépare en traitant l'alumine, provenant de la calcination de l'alun ammoniacal, par l'acide fluorhydrique en excès. La matière est introduite ensuite dans un tube en charbon de cornue, protégé par une enveloppe en terre réfractaire et enduit à l'intérieur de terre à creuset, chauffée au rouge blanc dans un courant d'hydrogène. Le fluorure d'aluminium se volatilise et cristallise ensuite en cristaux rhomboédriques, incolores, se groupant souvent en trémies.

**Fluorure double d'aluminium et de sodium.**  $Al^2F_3 + NaF$ .

La *cryolithe*, ou fluorure double d'aluminium et de sodium, se rencontre en veines puissantes dans le gneiss à la baie d'Arksal, au Groënland; on l'a rencontrée aussi à Miask, dans les monts Ourals, et à Ivigtut en Danemark. Elle est composée de :

Aluminium . . . . .	12,55
Sodium . . . . .	33,10
Fluor . . . . .	54,35

Elle est généralement blanche ou d'un blanc laiteux, rarement colorée en jaune ou en rougeâtre. Son aspect rappelle celui de la stéarine. Elle n'est pas cristallisée, mais seulement à l'état cristallin. Elle fond à la simple flamme d'une bougie.

Elle sert à la préparation de l'aluminium, de l'alun et du sulfate d'alumine.

**Sulfate d'alumine.** —  $Al^2O_3, 2 SO_3 + 18 HO = 335,50$ . — Dans les laboratoires, on le prépare en traitant l'alumine par l'acide sulfurique. — Dans l'industrie, on l'obtient au moyen du *kaolin* ou silicate d'alumine. On calcine le kaolin sur la sole d'un four à réverbère, afin de transformer l'oxyde de fer qu'il peut contenir en peroxyde insoluble, et aussi pour rendre la masse plus facilement attaquable. On l'introduit ensuite dans des chaudières en tôle doublées de plomb, et on attaque par de l'acide sulfurique à 50 ou 52° Baumé; on maintient le mélange pendant plusieurs jours à la température de 100°, en agitant de temps en temps. On fait alors écouler le liquide dans des bassins, on laisse déposer les matières insolubles, on décante la liqueur claire et on l'évapore.

**Alun ordinaire.** —  $Al^2O_3, 3SO_3 + KO, SO_3 + 24 HO = 472,50$ . — Dans les laboratoires, on prépare l'alun en ajoutant à une solution de sulfate d'alumine une dissolution de sulfate de potasse, on agite, on concentre par évaporation et on laisse cristalliser.

Dans l'industrie, on prépare l'alun de différentes manières :

1° *Au moyen de l'alunite.* — L'*alunite* ou pierre d'alun est composée, à l'état de pureté, de :

Alumine . . . . .	37,2
Potasse . . . . .	11,3

Acide sulfurique. . . . .	38,5
Eau . . . . .	13

Le minerai est cassé, trié, séché au four et broyé. On le calcine ensuite dans un four à réverbère composé de deux soles, avec voûte très plate. On charge d'abord la sole la plus éloignée du foyer, on brasse la matière lorsqu'elle est devenue coulante et on la fait passer, au bout de deux heures, sur la sole suivante où on la laisse pendant deux heures. Pendant cette opération, il y a une perte de 7 à 8 pour 100 d'acide sulfurique.

A la Tolfa, le minerai exploité a une teneur moyenne de :

Alunite anhydre . . . . .	{	Alumine . . . . .	8	}	42
		Acide sulfurique . . . . .	20		
		Sulfate de potasse. . . . .	14		
Hydrate d'alumine. . . . .	{	Alumine . . . . .	20	}	30
		Eau. . . . .	10		
Gangue . . . . .					28
					<u>100</u>

La quantité de fer varie de 0,5 à 1,50 pour 100.  
La poudre calcinée est composée de :

Sulfate de potasse. . . . .	16,00
Acide sulfurique anhydre . . . . .	15,50
Alumine combinée . . . . .	6,64
Alumine libre . . . . .	26,88
Peroxyde de fer . . . . .	1,50
Résidu siliceux . . . . .	33,48

Dans une cuve, contenant de l'acide sulfurique à 30° Baumé et chauffé à 80° au moyen d'un serpentín, on verse cette poudre, en agitant. Au bout de deux heures, on ajoute la quantité de sulfate de potasse voulue et le complément d'eau nécessaire à l'opération, on brasse énergiquement, on cesse de faire arriver la vapeur et on laisse cristalliser.

La quantité d'acide sulfurique à ajouter pour une poudre calcinée, semblable à celle dont la composition est donnée ci-dessus, est de 125, 86, et celle du sulfate de potasse de 40, 81, pour 100 de poudre calcinée.

L'alun ainsi préparé porte le nom d'*alun de Rome* ; il ne contient pas d'oxyde de fer en combinaison, mais il renferme une petite quantité de sesquioxyle de fer, interposé entre les lamelles qui constituent les cristaux, lequel lui donne une faible teinte rougeâtre.

2° *Au moyen de la cryolithe.* — En chauffant la cryolithe avec du carbonate de chaux, il se forme, avec dégagement d'acide carbonique, de l'aluminate de soude soluble dans l'eau et du fluorure de calcium insoluble. On dissout l'aluminate de soude et on traite la

liqueur par un courant d'acide carbonique ; il se forme du carbonate de soude, et il se dépose de l'hydrate d'alumine. On décante la liqueur claire, dont on retire le carbonate de soude par évaporation et cristallisation ; on lave le dépôt d'hydrate d'alumine et on le traite par l'acide sulfurique étendu. On mêle ensuite la solution de sulfate d'alumine avec une dissolution de sulfate de potasse, on évapore et on laisse cristalliser.

3° *Au moyen des schistes alumineux et des terres alumineuses.* — Les minerais sont grillés ou exposés en tas volumineux au contact de l'air ; la pyrite de fer, contenue dans ces matières, s'oxyde et passe en partie à l'état de sulfate, tandis qu'une partie de l'acide sulfurique reste libre. L'acide sulfurique libre réagit sur l'alumine contenue dans les schistes pour former du sulfate d'alumine. Le sulfate de fer au contact de l'air absorbe peu à peu l'oxygène et se transforme en sulfate de sesquioxyde ; une nouvelle quantité d'acide sulfurique devient libre et s'unit à l'alumine.

La matière, ainsi préparée, est lavée méthodiquement : le sulfate d'alumine et le sulfate de fer se dissolvent. La solution est mise à déposer dans des citernes ; la liqueur claire est évaporée et, lorsqu'elle est assez concentrée, soumise au refroidissement.

Le sulfate de fer, moins soluble que le sulfate d'alumine, se dépose. On décante la liqueur, on la mêle avec une solution de sulfate de potasse ; il se forme de l'alun, qui cristallise par le refroidissement.

L'alun, ainsi préparé, est coloré en brun verdâtre par des sels de fer. On le lave à l'eau froide, on le laisse égoutter, on le dissout dans l'eau bouillante et on verse la liqueur dans des cristallisoirs.

4° *Au moyen des argiles.* — On choisit les argiles aussi pures que possible, on les calcine, on les pulvérise et on les traite par l'acide sulfurique sortant des chambres de plomb. On laisse reposer, on décante la liqueur claire, on la fait bouillir avec du sulfate de potasse et on abandonne à la cristallisation.

5° *Au moyen de la bauxite.* — On chauffe la bauxite avec du carbonate de soude, on lessive la masse et on obtient une solution d'aluminate de soude, que l'on traite comme il a été dit pour la préparation de l'alun au moyen de la cryolithe.

**Silicates d'alumine. — Argiles.** — On désigne sous le nom d'*argiles* tous les silicates d'alumine hydratés, plus ou moins purs, qu'on trouve à l'état terreux et qui proviennent de la décomposition des silicates alumineux, si abondamment répandus dans les roches cristallines.

Les argiles pures sont blanches ; mais celles que l'on trouve le plus communément sont colorées en rouge ou en jaune par des oxydes de fer, en gris ou en noir par du carbone ou du bitume, en verdâtre par du silicate de fer.

*Kaolin (argile pure).* — Le kaolin provient de la décomposition

du feldspath (silicate double formé par la combinaison d'un silicate d'alumine avec un silicate de potasse, de soude, de lithine ou de chaux) contenu dans les roches granitiques, porphyriques et quelquefois basaltiques; il se trouve généralement en place dans les terrains de cristallisation.

Voici la composition de quelques kaolins.

	Limoges.	Louhosson.	Chine.
Silice . . . . .	42,07	43,12	23,72
Alumine . . . . .	34,63	33,00	9,80
Eau . . . . .	12,17	23,00	2,62
Potasse . . . . .	"	"	3,08
Chaux . . . . .	"	"	"
Magnésie . . . . .	1,33	0,50	"
Potasse . . . . .			
Fer . . . . .	Traces	Traces	0,43
Manganèse . . . . .			
Résidu non argileux.	9,76	"	68,18

Le kaolin est employé pour la fabrication de la porcelaine.

*Argiles impures. Argiles plastiques.* — Ces argiles fournissent la terre à faïence fine. Leur couleur est le blanc sale ou le gris clair; quelquefois elles sont fortement colorées en noir par du bitume. Voici la composition de quelques argiles plastiques :

	Abondant.	Arcueil.	Berges.	Montreau.
Eau hygrométrique . . .	"	"	"	"
Eau combinée . . . . .	13.10	11.01	11,00	10.00
Silice . . . . .	50.60	62.14	65.00	64.00
Alumine . . . . .	35.20	22.00	24,00	24.60
Oxyde de fer . . . . .	0.40	3.09	Traces	Traces
Chaux . . . . .	"	1.68	"	"
Magnésie . . . . .	"	Traces	"	"

*Argiles figulines.* — Argiles liantes, mais moins tenaces que les précédentes; elles contiennent toujours un peu de chaux, dans la proportion de 5 à 6 %, à l'état de carbonate, et peut être aussi à l'état de silicate. Elles sont employées dans la fabrication des faïences communes, des terres cuites, des briques, etc.

*Argiles smectiques ou terre à foulon.* — Argiles plus hydratées que les argiles plastiques, grasses et onctueuses au toucher, presque toujours très fusibles à cause des impuretés qu'elles renferment. Servent au dégraissage des draps et des étoffes de laine.

*Argiles effervescentes ou marnes.* — Sont formées d'un mélange de carbonate de chaux et d'argile. Servent à la fabrication des

briques, de la plupart des poteries communes et pour l'amendement des terres.

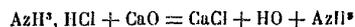
*Argiles ocreuses.* — Argiles maigres, siliceuses et colorées par de l'oxyde de fer, en rouge lorsque cet oxyde est anhydre, en jaune lorsqu'il est hydraté. Préparées tantôt à l'état naturel, tantôt par la calcination, elles constituent les ocres jaunes, rouges ou brunes, la terre d'ombre, la terre de sienne, la terre d'Italie, le brun rouge, le rouge d'Angleterre, etc. Les ocres, à cause de leur bas prix, sont employées comme matière colorante pour les papiers de tentures, les peintures communes en détrempe, etc.

## AMMONIUM

**Ammoniaque.**  $\text{AzH}_3$  — Le gaz ammoniac est incolore, possède une odeur pénétrante et caractéristique ; sa saveur est caustique. Sa densité est 0,591. Un litre de ce gaz pèse 0 gr. 76416. Très soluble dans l'eau qui, à 0°, en dissout 1147 fois son volume ; cette solubilité diminue rapidement à mesure que la température s'élève.

Il est facilement liquéfiable.

Dans les laboratoires, on prépare le gaz ammoniac en décomposant le chlorhydrate d'ammoniaque par la chaux :



Le gaz qui se dégage est recueilli sur le mercure. Lorsqu'on veut obtenir une dissolution de gaz ammoniac dans l'eau, on le fait passer dans l'appareil de Woulf.

Dans l'industrie, on prépare l'ammoniaque au moyen des eaux d'épuration des usines à gaz ou des urines putréfiées. Le liquide ammoniacal est chauffé avec de la chaux éteinte dans de grandes cuves, le gaz se dégage et se condense ensuite dans des réservoirs renfermant de l'eau ordinaire, de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique dilués. La distillation sèche des substances animales (os, corne, etc.) fournit aussi de l'ammoniaque.

POIDS SPÉCIFIQUE ET RICHESSE CENTÉSIMALE DES SOLUTIONS AQUEUSES D'AMMONIAQUE  
 Poids spécifique à 14° C., rapporté à l'eau à 14° C = 1.

Richesse centésim. en AzH <sub>3</sub>	Poids spécifique	Richesse centésim. en AzH <sub>3</sub>	Poids spécifique	Richesse centésim. en AzH <sub>3</sub>	Poids spécifique	Richesse centésim. en AzH <sub>3</sub>	Poids spécifique	Richesse centésim. en AzH <sub>3</sub>	Poids spécifique	Richesse centésim. en AzH <sub>3</sub>	Poids spécifique	
0,8844	36,0	0,8976	0,9133	94,0	0,9314	18,0	0,9590	12,0	0,9749	6,0	0,9844	3,0
0,8848	35,8	0,8981	0,9139	93,8	0,9321	17,8	0,9597	11,8	0,9757	5,8	0,9848	2,8
0,8852	35,6	0,8986	0,9145	93,6	0,9327	17,6	0,9604	11,6	0,9765	5,6	0,9852	2,6
0,8856	35,4	0,8991	0,9150	93,4	0,9333	17,4	0,9611	11,4	0,9773	5,4	0,9856	2,4
0,8860	35,2	0,8996	0,9156	93,2	0,9340	17,2	0,9618	11,2	0,9781	5,2	0,9860	2,2
0,8864	35,0	0,9001	0,9162	93,0	0,9347	17,0	0,9625	11,0	0,9789	5,0	0,9864	2,0
0,8868	34,8	0,9006	0,9168	92,8	0,9353	16,8	0,9632	10,8	0,9797	4,8	0,9868	1,8
0,8872	34,6	0,9011	0,9174	92,6	0,9360	16,6	0,9639	10,6	0,9805	4,6	0,9872	1,6
0,8877	34,4	0,9016	0,9180	92,4	0,9367	16,4	0,9646	10,4	0,9813	4,4	0,9877	1,4
0,8881	34,2	0,9021	0,9185	92,2	0,9373	16,2	0,9653	10,2	0,9821	4,2	0,9881	1,2
0,8885	34,0	0,9026	0,9191	92,0	0,9380	16,0	0,9660	10,0	0,9829	4,0	0,9885	1,0
0,8889	33,8	0,9031	0,9197	91,8	0,9387	15,8	0,9667	9,8	0,9837	3,8	0,9889	0,8
0,8894	33,6	0,9036	0,9203	91,6	0,9393	15,6	0,9674	9,6	0,9845	3,6	0,9894	0,6
0,8898	33,4	0,9041	0,9209	91,4	0,9400	15,4	0,9681	9,4	0,9853	3,4	0,9898	0,4
0,8903	33,2	0,9047	0,9215	91,2	0,9407	15,2	0,9688	9,2	0,9861	3,2	0,9903	0,2
0,8907	33,0	0,9052	0,9221	91,0	0,9414	15,0	0,9695	9,0	0,9869	3,0	0,9907	0,0
0,8911	32,8	0,9057	0,9227	90,8	0,9421	14,8	0,9702	8,8	0,9877	2,8	0,9911	0,0
0,8916	32,6	0,9063	0,9233	90,6	0,9427	14,6	0,9709	8,6	0,9885	2,6	0,9916	0,0
0,8920	32,4	0,9068	0,9239	90,4	0,9434	14,4	0,9716	8,4	0,9893	2,4	0,9920	0,0
0,8925	32,2	0,9073	0,9245	90,2	0,9440	14,2	0,9723	8,2	0,9901	2,2	0,9925	0,0
0,8929	32,0	0,9078	0,9251	90,0	0,9447	14,0	0,9730	8,0	0,9909	2,0	0,9929	0,0
0,8934	31,8	0,9083	0,9257	89,8	0,9453	13,8	0,9737	7,8	0,9917	1,8	0,9934	0,0
0,8938	31,6	0,9089	0,9264	89,6	0,9460	13,6	0,9744	7,6	0,9925	1,6	0,9938	0,0
0,8943	31,4	0,9094	0,9271	89,4	0,9467	13,4	0,9751	7,4	0,9933	1,4	0,9943	0,0
0,8948	31,2	0,9100	0,9277	89,2	0,9473	13,2	0,9758	7,2	0,9941	1,2	0,9948	0,0
0,8953	31,0	0,9106	0,9283	89,0	0,9480	13,0	0,9765	7,0	0,9949	1,0	0,9953	0,0
0,8957	30,8	0,9111	0,9289	88,8	0,9487	12,8	0,9772	6,8	0,9957	0,8	0,9957	0,0
0,8962	30,6	0,9116	0,9296	88,6	0,9493	12,6	0,9779	6,6	0,9965	0,6	0,9962	0,0
0,8967	30,4	0,9122	0,9302	88,4	0,9500	12,4	0,9786	6,4	0,9973	0,4	0,9967	0,0
0,8971	30,2	0,9127	0,9308	88,2	0,9507	12,2	0,9793	6,2	0,9981	0,2	0,9971	0,0

L'ammoniaque est employée dans l'industrie pour la production artificielle de la glace, dans le dégraissage, la teinture, la préparation des perles fausses, la fabrication directe de la soude; en médecine, comme caustique contre la piqure des insectes et contre les morsures des vipères, contre le météorisme des bestiaux et contre l'ivresse.

**Chlorhydrate d'ammoniaque.**  $\text{AzH}_3, \text{HCl}$ . — Le sel ammoniac ou chlorure d'ammonium est incolore, inodore et possède une saveur salée et piquante. Il cristallise dans le système régulier; les cristaux sont anhydres. Sa densité est égale à 1,50. Il est fixe à la température ordinaire et se volatilise, sans fusion et sans décomposition, vers 350°. Il est soluble dans l'eau.

TABLEAU INDIQUANT LES QUANTITÉS DE CHLORURE D'AMMONIUM EN DISSOLUTION DANS L'EAU, D'APRÈS LE POIDS SPÉCIFIQUE A + 15°

Poids Spécif.	Chlorure d'ammonium pour 100	Poids Spécif.	Chlorure d'ammonium pour 100	Poids Spécif.	Chlorure d'ammonium pour 100
1.00316	1	1.03081	10	1.05648	19
1.00632	2	1.03370	11	1.05929	20
1.00948	3	1.03658	12	1.06204	21
1.01264	4	1.03947	13	1.06479	22
1.01580	5	1.04225	14	1.06754	23
1.01880	6	1.04524	15	1.07025	24
1.02180	7	1.04805	16	1.07304	25
1.02481	8	1.05086	17	1.07575	26
1.02781	9	1.05367	18	1.07658	26.297

On le préparait autrefois, en Egypte, en soumettant à la calcination la suie produite par la combustion des fientes de chameau desséchées.

Aujourd'hui, on emploie pour sa préparation, les eaux ammoniacales provenant de la fabrication du gaz de l'éclairage ou de la distillation des matières animales. On utilise aussi, dans ce but, les urines putréfiées. Les eaux ammoniacales contiennent l'ammoniaque à l'état de carbonate; on les sature directement par l'acide chlorhydrique, on filtre afin de séparer les impuretés et on concentre la liqueur par évaporation.

Le sel ammoniac brut ainsi obtenu est purifié par sublimation dans des chaudières en fonte revêtues intérieurement de briques réfractaires, ou bien dans des ballons en verre.

On l'obtient également en chauffant du sulfate d'ammoniaque avec du chlorure de sodium; il se forme du sulfate de soude et du chlorhydrate d'ammoniaque qui se volatilise.

Employé dans l'industrie pour l'étamage et le zincage du cuivre,

du fer et du lait; pour souder; dans l'impression des tissus et la fabrication des couleurs; en médecine, comme stimulant.

**Sulfate neutre d'ammoniaque.** —  $\text{AzH}_4\text{SO}_4$ . — Sel incolore, d'une saveur amère et piquante, sans odeur sensible. Il cristallise en prismes droits à six faces, terminés par des pyramides; les cristaux sont anhydres. Il est soluble dans l'eau.

TABLE INDIQUANT LES QUANTITÉS DE SULFATE D'AMMONIAQUE EN DISSOLUTION, D'APRÈS LA DENSITÉ A  $+ 19^\circ$

Poids Spécif.	Sulfate d'am. p. 100	Poids Spécif.	Sulfate d'am. p. 100	Poids Spécif.	Sulfate d'am. p. 100
1.0057	1	1.1035	18	1.2004	35
1.0115	2	1.1092	19	1.2060	36
1.0172	3	1.1149	20	1.2116	37
1.0230	4	1.1207	21	1.2172	38
1.0287	5	1.1265	22	1.2228	39
1.0345	6	1.1323	23	1.2284	40
1.0403	7	1.1381	24	1.2343	41
1.0460	8	1.1439	25	1.2402	42
1.0518	9	1.1496	26	1.2462	43
1.0575	10	1.1554	27	1.2522	44
1.0632	11	1.1612	28	1.2583	45
1.0690	12	1.1670	29	1.2644	46
1.0747	13	1.1728	30	1.2705	47
1.0805	14	1.1786	31	1.2766	48
1.0862	15	1.1846	32	1.2828	49
1.0920	16	1.1892	33	1.2890	50
1.0977	17	1.1948	34		

C'est le plus important des sels ammoniacaux. Employé dans la fabrication du sel ammoniac, du carbonate et de la dissolution d'ammoniaque, dans la préparation des aluns et des engrais, pour rendre les tissus difficilement combustibles.

Dans les laboratoires, on le prépare en saturant de l'acide sulfurique très dilué par l'ammoniaque et en évaporant ensuite la liqueur.

Dans l'industrie, on l'obtient en saturant par l'acide sulfurique l'ammoniaque contenue dans les eaux provenant de la fabrication du gaz, de la distillation des matières animales, ou dans les urines putréfiées, etc. Généralement, on fait bouillir ces eaux avec de la chaux et on fait passer le gaz qui se dégage dans l'acide sulfurique étendu.

**Bisulfate d'ammoniaque.** —  $\text{AzH}_4\text{O}(\text{SO}_3)\text{HO}$ . — Il cristallise dans le système du prisme droit à base rhombe. Déliquescent;

soluble dans son poids d'eau et d'alcool, saveur acide et amère. Il se prépare en unissant 1 équivalent d'acide sulfurique à 1 équivalent de sulfate neutre d'ammoniaque.

**Azotate d'ammoniaque.**  $AzH^4O$ ,  $AzO^3$ . — Cristallise, comme l'azotate de potasse, dans le système du prisme rhomboïdal droit; les cristaux sont à base hexagonale et pyramidés. Blanc, légèrement déliquescent et d'une saveur piquante. Soluble dans la moitié de son poids d'eau à  $+ 18^\circ$ . Produit un grand abaissement en température en se dissolvant dans l'eau (mélange réfrigérant). Fond à  $200^\circ$ ; se décompose en eau et protoxyde d'azote de  $230$  à  $250^\circ$ .

Se prépare dans les laboratoires en saturant l'acide azotique dilué par l'ammoniaque.

Dans l'industrie, on reçoit dans l'acide azotique dilué les vapeurs d'ammoniaque qui se dégagent, lorsqu'on chauffe les eaux ammoniacales des usines à gaz, etc., avec de la chaux.

**Azotite d'ammoniaque.**  $AzH^3O$ ,  $AzO^2$ . — Se prépare en décomposant l'azotite de baryte par le sulfate d'ammoniaque, en proportion strictement équivalentes. La solution filtrée est évaporée dans le vide, sur la chaux.

Sel blanc, cristallin, élastique, tenace. Se décompose par la chaleur en eau et azote.

**Carbonate d'ammoniaque.** — L'ammoniaque forme avec l'acide carbonique, trois combinaisons :

Le carbonate neutre d'ammoniaque. . . . .	$AzH^4O$ , $CO^2$
Le bicarbonate . . . . .	$AzH^3O$ , $2CO^2$ .
Le sesquicarbonate. . . . .	$(AzH^3O)_2$ , $(2CO^2)^2$ .

Le carbonate neutre se décompose avec une facilité extrême en ammoniaque et sesquicarbonate ou bicarbonate.

Le bicarbonate cristallise dans le système du prisme droit à base rhombe. On le prépare en saturant par l'acide carbonique une solution concentrée d'ammoniaque ou de sesquicarbonate. Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool. Se volatilise peu à peu à l'air; à  $60^\circ$ , se décompose en eau, acide carbonique et ammoniaque.

Le carbonate du commerce est un mélange de sesquicarbonate et de carbonate d'ammoniaque. On le prépare en distillant un mélange de une partie de chlorhydrate d'ammoniaque avec une partie de carbonate de chaux; il se dégage de l'eau, du gaz ammoniac, et du sesquicarbonate mélangé de carbonate qu'on reçoit dans un récipient. Se présente sous forme d'une masse blanche, transparente, fibreuse, à odeur et à saveur ammoniacales. Exposé à l'air, il dégage peu à peu de l'ammoniaque, devient opaque, pulvérulent et se change en bicarbonate. Soluble dans l'eau.

**Phosphate neutre d'ammoniaque.**  $(\text{AzH}^4\text{O})^2, \text{HO}, \text{PhO}^3$ . — Sel incolore, inodore, verdissant le sirop de violette. Cristallise dans le système du prisme oblique à base rhombe. Soluble dans quatre parties d'eau froide, beaucoup plus soluble dans l'eau chaude. Se prépare en versant dans une solution de phosphate acide de chaux un léger excès d'ammoniaque ; il se précipite un phosphate de chaux insoluble, tandis que le phosphate neutre d'ammoniaque reste en dissolution. On filtre, ou évapore, on ajoute de l'ammoniaque dans la liqueur et on laisse refroidir.

**Borate d'ammoniaque.**  $\text{AzH}^4\text{O}, \text{BoO}^3 + 4\text{HO}$ . — Se prépare en dissolvant l'acide borique dans un grand excès d'ammoniaque faible et faisant ensuite évaporer la liqueur. Par le refroidissement, il se dépose des octaèdres rhomboïdaux, renfermant quatre équivalents d'eau. Sel efflorescent. Chauffé au rouge, laisse dégager tout son gaz ammoniac.

**Sulphhydrate neutre d'ammoniaque.**  $\text{AzH}^3, \text{HS}$ . — Est formé par quatre volumes d'ammoniaque unis à deux volumes d'acide sulfhydrique. Pour le préparer, on fait réagir l'acide sulfhydrique sur du gaz ammoniac, dans un récipient entouré d'un mélange réfrigérant. Il se forme des cristaux très volatils qui, à la température ordinaire, abandonnent la moitié de leur ammoniaque et se transforment en sulfhydrate de sulfure. Très soluble dans l'eau ; la solution aqueuse est très employée dans les analyses chimiques. Dans les laboratoires, pour préparer ce réactif, on partage une solution d'ammoniaque en deux parties égales ; dans l'une, on fait passer jusqu'à refus un courant d'acide sulfhydrique ; il se forme ainsi du sulfhydrate de sulfure, qu'on ramène à l'état de sulfhydrate en lui ajoutant la deuxième portion d'ammoniaque.

La solution aqueuse s'altère à l'air ; elle absorbe l'oxygène en se colorant en jaune par suite de la formation d'un polysulfure d'ammonium, qui se transforme ensuite en hyposulfite, sulfite et sulfate d'ammoniaque.

**Phosphate ammoniaco-sodique.**  $\text{NaO}, \text{AzH}^4\text{O}, \text{HO}, \text{PhO}^3 + 8\text{HO}$ . — Le sel de phosphore se prépare en dissolvant à chaud, dans deux parties d'eau, six ou sept parties de phosphate de soude cristallisé et une partie de sel ammoniac ; par refroidissement, il se dépose du phosphate ammoniaco-sodique, tandis que l'eau mère renferme du chlorure de sodium.

Chauffé au rouge, il laisse pour résidu du métaphosphate de soude ; cette propriété le fait employer comme fondant dans les essais au chalumeau.

## ANTIMOINE

**Antimoine.** Sb = 60, 97. — Métal blanc, bleuâtre, à éclat vif et brillant, dur et cassant, facile à pulvériser. *Densité* = 6,715. *Point de fusion* = 450°; se volatilise au rouge. *Dilatation* entre 0 et 100° = 0,0033. *Conductibilité pour la chaleur* = 2,15 (celle de l'argent = 100). *Conductibilité pour l'électricité* = 4,29 à 19° (celle de l'argent = 100 à 0°). *Forme cristalline*: Rhomboèdre. Attaqué par l'acide azotique, qui le transforme en antimoniate d'oxyde d'antimoine; attaqué à chaud par l'acide sulfurique; très faiblement attaqué par l'acide chlorhydrique; facilement attaqué par l'eau régale.

Le principal minéral d'antimoine est le sulfure, que l'on rencontre en abondance dans un grand nombre de contrées. Le minéral extrait de la mine est grossièrement concassé, séparé des matières stériles et séparé des matières moins fusibles par une liquation que l'on opère dans deux pots superposés; le pot supérieur, qui contient le minéral (*antimoine cru*), est muni d'un fond percé. Le sulfure d'antimoine, enrichi par liquation, contient de 80 à 65 pour 100 d'antimoine; il est pulvérisé sous des meules, puis traité par grillage et réduction. Dans la première de ces opérations, on transforme par le grillage le sulfure en oxyde, et, dans la deuxième, on réduit l'oxyde en antimoine métallique. Le grillage se fait dans des fours à reverbère. La réduction se fait dans des creusets ou au four à reverbère, avec du charbon de bois ou de l'anthracite et un mélange de sel marin et de carbonate de soude; le charbon réduit l'antimoniate, le carbonate de soude réduit le sulfure d'antimoine. On obtient ainsi le *régule d'antimoine*, et des scories ou *crocus*, formées d'un sulfure double d'antimoine et de sodium, qui sont employées en médecine vétérinaire. Le régule d'antimoine est affiné par deux ou trois fusions dans des creusets en présence d'une petite quantité de scories provenant des opérations précédentes et de minéral grillé qui, par sa réduction, produit l'oxydation des métaux étrangers.

*Alliages d'antimoine et de plomb.* — L'antimoine augmente la dureté du plomb. Le métal des caractères d'imprimerie est formé de :

Antimoine	Cuivre	Plomb
20,00	»	80,00
27,77	22,23	50,00
5,32	27,58	65,10

On y ajoute quelquefois une certaine quantité d'étain.

*Alliages d'antimoine et d'étain.* — Ces alliages sont blancs, durs et sonores.

	Étain	Antim.	Cuivre	Bismuth	Plomb	Zinc
Poterie d'étain . . . . .	90,00	9,00	1,00	"	"	"
Métal argentin de Paris . . . . .	85,44	14,50	"	"	0,06	"
Métal du prince Robert . . . . .	84,75	15,23	"	"	"	"
Métal d'Alger . . . . .	60,00	5,40	"	"	34,60	"
Pewter des Anglais . . . . .	88,42	7,16	3,54	0,88	"	"
Minofor . . . . .	68,63	17,00	4,37	"	"	10,00
Métal de la Reine. . . . .	73,36	8,88	"	8,88	8,88	"

**Oxyde d'antimoine,  $SbO_3$ .** — Se prépare en brûlant l'antimoine métallique dans un creuset surmonté d'un autre creuset percé d'un trou pour donner accès à l'air ; l'oxyde d'antimoine se condense dans le deuxième creuset sous forme d'aiguilles blanches et satinées (*fleurs argentines d'antimoine*). On l'obtient aussi en versant peu à peu du chlorure d'antimoine dans une solution bouillante de carbonate de soude. Si la solution de carbonate de soude est froide, il se forme un oxyde hydraté  $SbO_3 \cdot HO$ .

L'oxyde d'antimoine naturel porte le nom de *sénarmonite* ; il est blanc et nacré, quelquefois gris ou jaunâtre, opaque, plus rarement translucide. Il cristallise dans le système régulier ; la forme des cristaux est l'octaèdre.

L'oxyde d'antimoine se rencontre aussi en prismes rhomboïdaux droits, translucides, à éclat adamantin, blancs ou jaunâtres. On le nomme, à cet état, *valentinite*.

La valentinite est exploitée en Algérie.

**Acide antimonique,  $SbO_3$ .** — Se prépare à l'état anhydre en chauffant de l'antimoine en poudre fine, ou son oxyde, avec de l'acide azotique, évaporant à siccité, traitant de nouveau le résidu par l'acide azotique, évaporant et recommençant les mêmes opérations quatre ou cinq fois.

C'est une poudre jaune citron, insoluble dans l'eau.

À l'état hydraté, on le prépare :

1° En traitant l'antimoine métallique par de l'eau régale contenant un excès d'acide azotique. On obtient ainsi un hydrate contenant un équivalent d'eau.

2° En versant dans l'eau du perchlorure d'antimoine.

3° En décomposant l'antimoniate de potasse par un acide.

Par ces deux derniers procédés, on obtient un hydrate contenant quatre équivalents d'eau.

**Antimoniate d'oxyde d'antimoine,  $SbO_3 \cdot SbO_3$ .** — Se prépare 1° en soumettant l'acide antimonique à l'action de la chaleur jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'oxygène ; 2° en attaquant l'antimoine en poudre par un excès d'acide azotique ; 3° en soumettant à un grillage prolongé l'oxyde d'antimoine ou le sulfure d'antimoine.

**Antimoniate de potasse.** — Se prépare en calcinant au rouge un mélange de une partie d'antimoine et de quatre parties de nitre. La masse fondue est reprise par l'eau froide qui dissout l'azotite et l'azotate de potasse. On fait bouillir le résidu blanc pendant deux ou trois heures avec de l'eau, que l'on a soin de remplacer à mesure qu'elle s'évapore; l'antimoniate anhydre se transforme en antimoniate hydraté soluble. On évapore la liqueur jusqu'à siccité: il reste une masse gommeuse qui est l'antimoniate de potasse,  $\text{KO}, \text{SbO}^3 + 5\text{HO}$ .

**Antimoniate de soude.**  $\text{NaO}, \text{SbO}^3 + 7\text{HO}$ . — Se prépare en brûlant l'antimoine ou son sulfure par l'azotate de soude; en lavant la masse fondue par l'eau chaude, l'antimoniate de soude reste comme résidu.

**Méta-antimoniate de potasse.**  $2\text{KO}, \text{SbO}^3$ . — Se prépare en chauffant l'antimoniate gommeux de potasse avec trois fois son poids d'hydrate de potasse; on dissout ensuite la masse dans l'eau et on fait cristalliser. Il est décomposé par l'eau froide en alcali libre et en méta-antimoniate acide. Le méta-antimoniate acide de potasse forme avec les sels de soude un méta-antimoniate de soude insoluble; aussi est-il employé comme réactif de la soude.

**Antimoniate de plomb.** — Est employé comme couleur sous le nom de *Jaune de Naples*. Se prépare en chauffant au rouge, pendant deux heures, un mélange d'*émétique* ou tartrate double d'antimoine et de potasse (une partie), d'azotate de plomb (deux parties) et de sel marin (quatre parties). Après refroidissement, on traite par l'eau qui enlève le sel marin et laisse la matière colorante en poudre fine. On l'obtient aussi en grillant un mélange d'acide antimonieux et de litharge.

Le *jaune minéral* est une belle matière colorante jaune constituée par un mélange d'antimoniate de plomb, d'oxychlorure de plomb et d'oxychlorure de bismuth; il se prépare en fondant ensemble :

Litharge . . . . .	16 parties.
Sel ammoniac . . . . .	1 —
Antimoniate de bismuth . . . . .	18 —

**Trichlorure d'antimoine.**  $\text{SbCl}^3$ . — Se prépare 1° en faisant passer un courant de chlore sur de l'antimoine ou sur du sulfure d'antimoine en excès; 2° en dissolvant le sulfure d'antimoine dans l'acide chlorhydrique additionné d'un peu d'acide azotique; on évapore la liqueur et on soumet le chlorure d'antimoine à la distillation; 3° en dissolvant un mélange de une partie d'antimoine avec deux parties de bichlorure de mercure.

Le trichlorure d'antimoine se présente sous forme d'une masse butyreuse (*beurre d'antimoine*), incolore, fondant à  $73^{\circ},2$  et entrant

en ébullition à 230°. Il répand à l'air des fumées blanches. A l'air, il attire l'humidité et donne une liqueur, qui finit par se troubler en déposant de l'oxychlorure d'antimoine. Employé en dissolution dans une très petite quantité d'eau pour cautériser certaines plaies (morsures d'animaux enragés ou vénimeux).

**Perchlorure d'antimoine.**  $SbCl_5$ . — Se prépare en faisant passer un courant rapide de chlore sec sur de l'antimoine en poudre chauffé légèrement dans une cornue tubulée, munie d'un récipient bien sec, ou en faisant passer du chlore en excès sur du trichlorure d'antimoine. Il est liquide à la température ordinaire, jaunâtre, et répand à l'air des fumées blanches. Il est peu stable et très volatil. Il cède facilement deux équivalents de chlore. L'eau le décompose en acide antimonique et acide chlorhydrique.

**Sulfure d'antimoine.**  $Sb_2S_3$ . — Le sulfure d'antimoine se trouve dans la nature en assez grande abondance. Il est gris de plomb, gris d'acier, avec une teinte bleuâtre prononcée, surtout dans les parties ternies par l'action de l'air ; les cassures fraîches sont brillantes. Sa dureté est égale à 2 ; sa densité est de 4,62. Forme primitive : prisme rhomboïdal droit. Les cristaux sont allongés et surmontés d'un pointement tantôt simple, tantôt double. En général, ils sont striés dans le sens vertical, ce qui leur donne un aspect cylindroïde et bacillaire.

On le rencontre aussi à l'état aciculaire, en aiguilles déliées accolées latéralement ou divergentes, à l'état grenu et compacte.

Il constitue des filons, généralement peu étendus, dans le sol granitique et dans les terrains schisteux-cristallins ; plus rarement, il se trouve en veines ou en amas au milieu des terrains secondaires. Le sulfure d'antimoine est exploité en France (Puy-de-Dôme, Ariège, Gard, Vendée), en Angleterre, en Saxe, en Suède, au Hartz, au Mexique, en Sibérie et à Bornéo.

Le sulfure *artificiel* se prépare, à l'état cristallisé, en chauffant dans un creuset fermé un mélange de treize parties d'antimoine avec cinq parties de soufre. On refond la masse avec une petite quantité de soufre.

Le sulfure *artificiel amorphe* s'obtient en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré dans une solution acide d'antimoine ou d'un sel d'antimoine ; il se forme un précipité rouge orangé, qui est du sulfure d'antimoine hydraté.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

**Pentasulfure d'antimoine.**  $Sb_2S_5$ . — Poudre amorphe, jaune orangé, hydratée, mais devenant anhydre sous l'influence de la chaleur. Soluble dans l'ammoniaque, insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Employé, surtout en Allemagne, contre les maladies pulmo-

naires. Il est connu en pharmacie sous le nom de *soufre doré d'antimoine*.

Pour le préparer, on prend :

Sulfure d'antimoine pur . . . . .	40 grammes
Soufre sublimé. . . . .	140 —
Carbonate de soude sec. . . . .	240 —
Charbon végétal . . . . .	30 —

On mélange les substances finement pulvérisées et on les fond dans un creuset. On coule la matière fondue sur un carreau de faïence, on la divise et on l'épaise à chaud par la plus petite quantité d'eau possible. On filtre et on évapore au besoin. On obtient ainsi des cristaux volumineux et presque incolores



qu'on fait égoutter sur un entonnoir. On dissout ensuite ces cristaux dans huit fois leur poids d'eau et on décompose la solution en y versant goutte à goutte de l'acide sulfurique dilué jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. On recueille le dépôt sur un filtre, on le lave, on le dessèche et on le conserve dans un flacon bien sec à l'abri de la lumière et de l'air.

**Kermès.** Ce corps, employé en médecine, est constitué par du protosulfure d'antimoine amorphe, combiné à une petite quantité de sulfure alcalin et contenant, à l'état de mélange, des proportions variables d'oxyde d'antimoine libre ou d'antimonite de potasse ou de soude.

Le *Kermès officinal* se prépare avec

Sulfure d'antimoine pur . . . . .	60 grammes
Carbonate de soude cristallisé . . . . .	1260 —
Eau distillée . . . . .	12.800 —

On opère dans une chaudière en fonte. On dissout le carbonate de soude dans l'eau, on porte à l'ébullition, on ajoute le sulfure d'antimoine finement pulvérisé et on agite avec une spatule en bois. On maintient l'ébullition pendant une heure environ, on filtre ensuite la solution bouillante et on reçoit le liquide filtré dans des terrines en grès préalablement chauffées et plongées dans de l'eau chaude.

On laisse refroidir les liqueurs aussi lentement que possible. Après complet refroidissement, on recueille sur un filtre le précipité qui s'est déposé, on le lave sur le filtre avec de l'eau froide jusqu'à ce que l'eau de lavage s'écoule insipide. On fait sécher le kermès dans une étuve modérément chauffée, on le passe au tamis de soie n° 100 et on le conserve dans un flacon très sec, à l'abri de l'air et de la lumière.

Il se présente sous forme d'une poudre rouge brun velouté, inodore, insipide, insoluble dans l'eau.

Le *Kermès* peut aussi se préparer par voie sèche, en faisant fondre dans un creuset un mélange de sulfure d'antimoine, de soufre et de carbonate de potasse. Il diffère du précédent par son aspect et sa composition. Il est plus rouge, moins fin et beaucoup plus velouté que le *Kermès officinal*. Le sulfure d'antimoine s'y trouve, du moins en partie, à l'état de quintisulfure, retenant un peu de potasse en combinaison. Il est toujours arsénical. On l'emploie exclusivement en médecine vétérinaire.

## ARGENT

**Argent.** Ag = 108. — C'est le plus blanc de tous les métaux ; sans saveur, ni odeur. *Densité* = 10,54 à 10,74. — *Chaleur spécifique* = 0,05507 d'après Dulong et Petit ; 0,05701 d'après Regnault. — *Coefficient de dilatation linéaire* = 0,000049097. *Point de fusion* : vers 1000°. Fond en absorbant une certaine quantité d'oxygène, qu'il abandonne ensuite en se solidifiant. — *Chaleur latente de fusion* = 21°,07 d'après Person. — *Point de volatilisation* : Peu volatil, donne des vapeurs vers 1300°. *Conductibilité pour la chaleur* = 100. Conductibilité électrique = 73,6 (le cuivre = 100). Occupe le deuxième rang pour la *malleabilité* et la *ductilité*. *Forme cristalline* : Cube, octaèdre, dodécaèdre.

Attaqué facilement par l'acide azotique et par l'acide sulfurique concentré. N'est pas attaqué par les alcalis caustiques. Inaltérable à l'air. Noircit en présence de l'hydrogène sulfuré.

L'argent se trouve à l'état natif, sous forme de rameaux, de dendrites formés par les cristaux engagés les uns dans les autres, de filaments droits et reticulés, en plaques et en morceaux massifs sans forme déterminable. Il accompagne presque toujours les autres minerais d'argent.

Les minerais d'argent peuvent être groupés en deux classes :

1° Les *minerais d'argent* proprement dits ou *spéciaux*, c'est-à-dire ceux qui ne renferment pas d'autre métal utilisé ; ils n'ont d'autre valeur commerciale que l'argent qu'ils contiennent. Ce sont :

*L'argent natif.*

- sulfuré.
- chloruré.
- bromuré.
- ioduré
- antimonial.
- arsenical.

Les *argents rouges*. . . { *argent antimonio-sulfuré.*  
*proustite.* (Argent rouge arsenio-sulfuré.)  
*miargyrite.* (Sulfure d'argent et sulfure d'antimoine.)

2° Les *minerais accessoires*, dont la teneur en argent est un élément sérieux, mais qui contiennent aussi un autre corps en quantité assez considérable pour qu'on puisse les traiter seuls au point de vue de l'extraction de ce corps. Ce sont :

Les *galènes* (sulfure de plomb) renfermant plus de 20 p. 100 de plomb et plus de 100 gr. d'argent à la tonne ;

Les *pyrites cuivreuses* contenant plus de 1 p. 100 de cuivre et plus de 500 gr. d'argent à la tonne ;

Les *blendes argentifères* tenant plus de 25 p. 100 de zinc ;

Les *pyrites argentifères* tenant plus de 25 p. 100 de soufre ;

Les *minerais complexes* formés par le mélange des espèces précédentes.

*Traitement des minerais d'argent proprement dits.* — L'argent s'extrait ordinairement de ses minerais par *amalgamation*. Cette méthode s'applique immédiatement aux minerais contenant l'argent à l'état natif ou bien à l'état de chlorure, bromure et iodure ; pour les sulfures, il est nécessaire de les chlorurer d'abord.

Dans la *méthode saxonne*, on commence par un grillage chlorurant ; dans la *méthode américaine*, l'amalgamation a lieu directement.

Dans la méthode saxonne, le grillage se fait en deux périodes soit dans deux fours séparés, soit dans un four à deux soles superposées. On charge le minerai pulvérisé sur la sole et on chauffe au rouge sombre. Tous les métaux passent à l'état de sulfates, tandis que l'arsenic et l'antimoine, s'il y en a, sont volatilisés. Le résidu du grillage tombe sur la sole inférieure et est brassé énergiquement avec 5 à 10 p. 100 de sel marin ; on étend le mélange et on le chauffe. Le sulfate de fer réagit sur le chlorure de sodium et donne du perchlorure de fer et du sulfate de soude ; le perchlorure de fer transforme le sulfate d'argent en chlorure. L'excès de chlorure de sodium se combine avec le chlorure d'argent formé pour donner un chlorure double soluble. On pulvérise le résidu du grillage, on ajoute de l'eau et on introduit la pâte dans un tonneau avec des rondelles de fer et du mercure ; on imprime ensuite au tonneau un mouvement de rotation. Le chlorure d'argent et le chlorure de cuivre sont réduits par le fer ; les métaux mis en liberté se dissolvent dans le mercure. On remplit le tonneau d'eau, on lui imprime un mouvement de rotation plus lent afin de rassembler le mercure, puis on fait écouler celui-ci par la bonde. Le mercure est filtré à travers des sacs de couil ; l'amalgame reste sur la toile. Cet amalgame contient environ 30 p. 100 d'argent ; il est distillé dans des appareils spéciaux consistant en une cloche de fer reposant sur l'eau, dans l'intérieur de laquelle se trouve une tige supportant des plateaux. L'amalgame, placé sur les plateaux, est décomposé par la chaleur ; le mercure se volatilise et se condense dans l'eau de la cloche, tandis que l'argent reste, avec les autres métaux contenus dans l'amalgame (cuivre, plomb, nickel, etc.), sur les plateaux. Cet argent impur (*argent d'as-*

*stette*) est fondu dans des creusets de graphite, garnis intérieurement de poudre de charbon.

Dans le procédé américain, le minerai est pulvérisé par des meules et humecté, pendant cette opération, de façon à ce qu'il ait la consistance d'une pâte coulante.

Cette bouillie est ensuite disposée en tas dans une cour dallée, dont l'aire est légèrement inclinée ; on saupoudre la surface du tas avec du sel marin (2 à 3 p. 100) ; au bout de quelques jours, on ajoute de la pyrite cuivreuse, grillée et réduite en poudre fine (1,50 à 3 p. 100) ; on mélange les substances en les faisant piétiner par des mules, puis on ajoute une quantité de mercure égale à environ six fois celle de l'argent contenu dans le minerai. Le piétinement par les mules est répété tous les deux jours, pendant deux à cinq mois, jusqu'à ce que la désargentation paraisse achevée. On lave ensuite à grande eau dans des cuves en maçonnerie ; les matières solubles entrent en dissolution, tandis que l'amalgame reste au fond. Cet amalgame est traité comme dans la méthode précédente.

Dans cette opération, les sulfates sont transformés en chlorures par l'action du sel marin ; ces chlorures agissent sur le sulfate d'argent pour le transformer en chlorure d'argent, lequel se dissout dans l'excès de sel marin. La réduction du chlorure a lieu par l'action du mercure ; l'excès de mercure produit l'amalgamation.

Dans le procédé d'*Augustin*, le minerai finement pulvérisé est grillé sur la sole d'un four à réverbère pour transformer les sulfures d'argent, de fer et de cuivre en sulfates ; on chauffe ensuite au rouge cerise pour décomposer les sulfates de fer et de cuivre. On ajoute du sel marin et on grille ; le sulfate d'argent est transformé en chlorure. Le minerai grillé est ensuite lavé méthodiquement par une solution concentrée et bouillante de sel marin : le chlorure d'argent se dissout. On précipite l'argent de sa dissolution par du cuivre métallique très divisé ; le dépôt est affiné par fusion et coupellation.

Dans le procédé *Ziervogel*, le minerai est grillé comme précédemment, mais sans addition de sel marin ; il n'y a donc pas de chloruration. La matière grillée (sulfate d'argent, oxyde de cuivre et oxyde de fer) est lessivée avec de l'eau bouillante ; le sulfate d'argent se dissout. On précipite l'argent de sa dissolution par du cuivre divisé. Le cuivre est à son tour précipité par le fer.

Dans le procédé par *fonte plombeuse* on dissout l'argent par le plomb en fusion. Les minerais sont d'abord grillés, puis réduits dans des fours à manche avec du plomb. Le plomb d'œuvre ainsi obtenu est ensuite coupellé pour en extraire l'argent.

*Traitement des minerais accessoires.* — La *galène argentifère* est traitée d'abord pour plomb. Le plomb est ensuite enrichi par le *pattinsonage* ou par le traitement par le zinc.

Le pattinsonage, indiqué en 1833 par Pattinson, repose sur ce fait que les alliages de plomb et d'argent sont plus fusibles que le

plomb. On fond le plomb d'œuvre dans une chaudière hémisphérique en fonte et on l'abandonne ensuite au refroidissement lent. Des cristaux octaédriques, formés par du plomb presque pur, prennent naissance, tandis que l'argent reste dans la partie liquide. On enlève les cristaux à l'aide d'une écumoire. Les premiers cristaux formés ne renferment presque pas d'argent; ceux qui se forment ensuite deviennent de plus en plus riches, il faut donc les refondre de nouveau pour les soumettre à une nouvelle cristallisation.

On obtient par le *pattinsonnage* du plomb contenant 2,5 pour 100 d'argent, que l'on soumet à la *coupeellation*.

Le *traitement par le zinc* repose sur ce fait que le zinc enlève l'argent au plomb et forme un alliage qui s'élève à la surface du bain liquide. On fond le plomb argentifère dans une chaudière, puis on y verse du zinc fondu (10 fois le poids de l'argent), on brasse et on laisse reposer. Un alliage de plomb, de zinc et d'argent monte à la surface et se solidifie. Ce traitement est répété à trois reprises différentes; tout l'argent est alors passé à l'état d'alliage triple avec le zinc et le plomb. Cet alliage est soumis à la distillation afin d'en séparer le zinc; le plomb argentifère est coupellé.

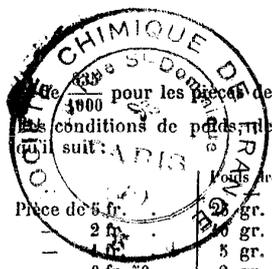
Pour extraire l'argent des cuivres argentifères, on commence par traiter les minerais pour cuivre; on obtient ainsi du *cuivre noir*, dans lequel s'est concentré l'argent.

On fond ce cuivre noir dans un petit fourneau à manche avec du plomb argentifère (3 p. de cuivre noir et 10 à 12 p. de plomb); on coule ensuite l'alliage sous forme de disques, que l'on place de champ sur deux plaques de fonte légèrement inclinées et laissant entre elles un petit intervalle au-dessus d'un espace vide ménagé dans la maçonnerie du fourneau. On chauffe les disques; le plomb fond en entraînant la majeure partie de l'argent et un peu de cuivre, et tombe, à travers l'espace vide ménagé dans la maçonnerie, dans une rigole qui le conduit dans les bassins de réception. Les disques de cuivre, après cette opération, contiennent encore un peu d'argent et de plomb; on les chauffe plus fortement dans des fours de *ressuage*. Le cuivre est ensuite affiné. Le plomb argentifère est traité soit directement par coupeellation, soit préalablement par le *pattinsonnage* ou le zinc.

On peut extraire directement l'argent des *cuivres gris*. Le minerai est grillé et fondu à deux ou trois reprises différentes afin d'éliminer une partie du soufre, de l'arsenic et de l'antimoine. On obtient ainsi une matte que l'on traite (en modifiant les détails) par fusion avec le plomb ou par les procédés d'Augustin ou de Ziervogel.

*Alliages de l'argent.* — Allié au cuivre, l'argent donne des alliages qui sont plus durs et moins altérables que l'argent pur. Ces alliages servent à la fabrication des monnaies et des objets d'orfèvrerie.

Les monnaies d'argent sont au titre de  $\frac{900}{1000}$  pour les pièces de 5 fr.,



pour les pièces de 1 fr., de 2 fr., de 0 fr. 50 et de 0 fr. 20.  
 Les conditions de poids, titre et de tolérance sont fixés ainsi qu'il suit :

Pièce de	Poids droit.	Tolérance.	Titre droit.	Tolérance.
5 fr.	25 gr.	3 mill.	900	2 mill.
2 fr.	10 gr. }	5 mill.	835	3 mill.
1 fr.	5 gr. }			
0 fr. 50.	2 gr. 50	7 mill.		
0 fr. 20.	1 gr.	10 mill.		

Les titres des alliages d'argent, employés en France, pour les objets d'orfèvrerie sont les suivants :

Vaisselle, argenterie et médailles . . .	950 millièmes.
Bijouterie . . . . .	800
Soudure pour les pièces d'argenterie . .	670 à 880

La tolérance pour les médailles est de  $\frac{3}{1000}$ , au-dessus ou au-dessous ;

elle est de  $\frac{8}{1000}$  pour la vaisselle, la bijouterie et l'argenterie.

Les essais des alliages d'argent et de cuivre se font par la voie humide ou par la voie sèche (coupellation).

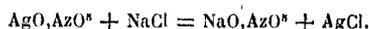
**Essais des alliages d'argent et de cuivre.** — Ces essais peuvent se faire de deux manières :

- 1° Par la voie humide ;
- 2° Par la voie sèche ou coupellation.

**VOIE HUMIDE.** — Ce procédé, dû à Gay-Lussac, est basé : 1° sur la propriété qu'ont l'argent et le cuivre de se dissoudre dans l'acide nitrique ; 2° sur la propriété qu'a le sel marin de précipiter l'argent de ses dissolutions à l'état de chlorure ; 3° sur l'insolubilité absolue du chlorure d'argent et sur la solubilité du chlorure de cuivre.

Si on dissout un alliage d'argent et de cuivre dans l'acide nitrique, puis qu'on y verse une solution de chlorure de sodium, il se forme un précipité blanc cailloteux de chlorure d'argent, qui se rassemble rapidement par l'agitation au fond du vase, et la liqueur surnageante est presque transparente : on peut donc, par une nouvelle addition de chlorure de sodium, reconnaître s'il reste encore de l'argent dans la dissolution, et saisir le moment précis où le métal est entièrement précipité. Gay-Lussac a constaté que, par sa méthode, on pouvait apprécier un milligramme d'argent dissous dans cent grammes de liquide.

Cette réaction peut s'exprimer par la formule suivante :



Il faut préparer les trois liqueurs titrées suivantes :

1° *Liquueur normale*. — Cette solution doit contenir une quantité de chlorure de sodium telle, que 100 cent. cubes précipitent exactement 1 gramme d'argent pur ; on la prépare avec :

Chlorure de sodium pur . . . . . 5 gr. 417  
Eau distillée, quantité suffisante pour faire un litre de liqueur.

2° *Liquueur décime salée*. — Cette liqueur renferme, à volume égal, dix fois moins de chlorure de sodium que la liqueur normale ; on la prépare avec :

Chlorure de sodium pur . . . . . 0 gr. 5417  
Eau distillée, quantité suffisante pour faire un litre de liqueur.  
Chaque centimètre cube de cette liqueur précipite exactement un milligramme d'argent.

3° *Liquueur décime d'argent*. — On la prépare avec :

Argent pur . . . . . 4 gramme.  
Acide azotique . . . . . 8 à 10 cent. cubes.  
Eau distillée, quantité suffisante pour faire un litre de liqueur.

Chaque centimètre cube de cette liqueur précipite exactement un centimètre cube de la liqueur décime salée.

Essai. — Il faut que la prise d'essai contienne à peu près 1 gramme d'argent, correspondant à 100 cent. cubes de la liqueur normale. Si on a affaire à un alliage dont on ne connaît pas approximativement le titre, il est nécessaire, au préalable, d'avoir recours à un essai par coupellation.

Supposons, car ce procédé a été surtout imaginé dans ce but, qu'on veuille essayer une pièce de monnaie, une pièce de 5 francs par exemple. Nous savons que son titre doit être de  $\frac{900}{1000}$ , mais comme on accorde une tolérance de deux millièmes en dessus, ou de deux millièmes en dessous du titre légal, son titre peut par conséquent varier de  $\frac{902}{1000}$  à  $\frac{898}{1000}$ .

Comme il est plus facile, dans la pratique de l'essai, de monter de titre au moyen de la liqueur décime salée, ce qui évite l'emploi du nitrate d'argent qui donne des liqueurs difficiles à éclaircir, on aura soin de se tenir de quelques millièmes en dessous du titre présumé. Nous admettrons donc que la pièce de monnaie ne renferme que  $\frac{897}{1000}$  d'argent, et nous dirons, dans cette hypothèse, afin de prendre une prise d'essai qui représente un gramme d'argent :

$$\frac{897}{1000} = \frac{1}{x}, \text{ d'où } x = 1 \text{ gr. 115.}$$

On pèse à la balance d'essai cette quantité d'alliage, et on l'introduit, au moyen d'un entonnoir, dans un flacon bouché à l'émeri, de  $\frac{1}{4}$  de litre environ, puis on ajoute, à l'aide d'une pipette jaugée, huit à dix centimètres cubes d'acide azotique pur à 32°, et on chauffe au bain-marie. Lorsque la dissolution est effectuée, on retire le flacon du bain-marie, on le laisse un peu refroidir, puis à l'aide d'un soufflet portant à son extrémité un tube en verre courbé à angle droit, mais n'entrant qu'au tiers environ de la hauteur du flacon, on souffle légèrement pour chasser les vapeurs rutilantes. Lorsque l'atmosphère intérieure du flacon est devenue incolore, on introduit dans la solution 100 cent. cubes de la liqueur normale, à l'aide d'une pipette jaugée de cette capacité. On bouche le flacon, et on le secoue très vivement, pendant deux ou trois minutes, à la main, ou mieux avec un agitateur spécial. Cet appareil en tôle vernie peut contenir dix flacons dont chaque place porte un numéro correspondant ; sa partie supérieure est accrochée à un fort ressort scellé dans le mur, et à sa partie inférieure se trouve un ressort à boudin qui, tirant en bas, rend le mouvement doux et facile. Le précipité de chlorure d'argent se rassemble au fond du flacon et la liqueur s'éclaircit. On verse alors, au moyen d'une pipette, un centimètre de liqueur décime salée, quantité qui correspond à un milligramme d'argent : s'il se forme un nuage blanc, c'est que tout l'argent n'a pas été précipité ; on agite de nouveau, et lorsque la liqueur est redevenue claire, on verse encore un centimètre cube de liqueur décime salée, et on continue ainsi, en agitant après chaque addition, jusqu'à ce qu'il ne se produise aucun changement dans la liqueur. Supposons qu'il ait fallu ajouter 4 cent. cubes pour arriver à ce résultat ; il est évident qu'on doit retrancher le dernier centimètre cube puisqu'il n'a rien produit, mais le troisième centimètre cube doit-il être compté en entier ? On peut penser qu'il était trop fort, et on se rapprochera plus de la vérité en admettant que la moitié seulement du troisième centimètre cube a été utilisée ; l'erreur commise ne dépasse pas, en tout cas, un demi-millième.

Dans la prise d'essai de 1 gr. 115 de l'alliage, il y a plus de 1 gr. d'argent, puisque nous avons été obligé, après l'addition du volume de liqueur normale nécessaire pour précipiter cette quantité de métal, d'ajouter 2,5 cent. cubes de liqueur décime salée, qui en a précipité encore 2<sup>m</sup>5. Donc 1 gr. 115 de cet alliage contient 1 gr. 0025 d'argent, et pour avoir son titre nous dirons :

$$\frac{1,115}{1,0025} = \frac{100}{x}, \text{ d'où } x = 899.$$

La pièce de monnaie essayée est donc au titre de  $\frac{899}{1000}$ .

Mais il aurait pu arriver que l'addition du premier centimètre cube de liqueur décime salée ne produisit aucun trouble ; dans ce cas, il faut

admettre que le titre de l'alliage est exactement de  $\frac{897}{1000}$ , ou qu'il est inférieur à ce titre. Voici comment on s'assurera de son titre précis.

On neutralise d'abord le centimètre cube de liqueur décime salée par un centimètre cube de liqueur décime d'argent, ou agite pour éclaircir, et la solution soumise à l'essai se trouve ainsi ramenée à l'état où elle se trouvait après l'addition des 100 cent. cubes de liqueur normale. On verse un nouveau centimètre de liqueur décime d'argent, ou agite afin d'éclaircir, et on continue ainsi jusqu'à ce qu'une nouvelle addition de cette liqueur ne produise plus de changement. Supposons que le premier centimètre cube détruit, il ait fallu encore 3 cent. cubes de liqueur décime d'argent pour arriver à ce résultat ; on suppose que la moitié du troisième seulement a été utilisée, ce qui donne 0 gr. 0025 d'argent, qu'il faut retrancher de 1 gr. La quantité d'argent contenu dans 1 gr. 115 de l'alliage est donc de 0 gr. 9975, et son titre sera donné par la proportion :

$$\frac{1.115}{0.9975} = \frac{1.000}{x} \text{ d'où } x = 897,60.$$

Il est nécessaire, avant de procéder à un essai, de titrer la liqueur normale : on dissout, à cet effet, 1 gr. d'argent pur dans l'acide azotique, on verse dans la solution 100 cent. cubes de liqueur normale, et, au moyen des liqueurs décimes salée et d'argent, on détermine le titre exact de la liqueur normale par les procédés indiqués ci-dessus. Supposons qu'il ait fallu ajouter 5 cent. cubes de liqueur décime salée, défalcation faite du dernier centimètre cube ajouté ; en ce cas la liqueur normale est trop faible de 5 millièmes et on cherchera par le calcul la quantité de chlorure de sodium qu'il faudra lui ajouter pour qu'elle ait le titre voulu. Si, au contraire, on a employé 2 cent. cubes utiles de liqueur décime d'argent, c'est que la liqueur normale est trop forte de 2 millièmes ; en ce cas, on calculera la quantité d'eau nécessaire à lui ajouter pour la faire descendre au titre convenable.

On doit tenir compte des variations de température qui déterminent une augmentation ou une diminution de volume dans la liqueur normale ; Gay-Lussac a donné une table des corrections à effectuer suivant les températures auxquelles on opère.

Ce procédé ne donne pas de résultats rigoureusement exacts lorsque l'alliage contient du soufre, de l'étain ou du mercure ; mais ces cas sont assez rares, aussi ne nous en occupons-nous pas, nous contentant de renvoyer aux traités spéciaux de l'Art de l'essayeur.

*Essai par voie sèche. — Coupellation.* — La coupellation ou essai des alliages d'argent et de cuivre par la voie sèche est fondée sur la propriété que possède l'argent d'être inoxydate et à peu près fixe à la température du rouge, tandis que le cuivre s'oxyde, surtout en présence du plomb, et passe dans les pores de la coupelle ; l'argent reste, au contraire, au fond de la coupelle.

La coupellation se fait dans un fourneau spécial; la partie la plus importante de ce fourneau est la moufle *m*, berceau demi-cylindrique en terre, ouverte à l'une de ses extrémités, fermée à l'autre par une paroi percée de trous par lesquels s'établit un tirage de l'air extérieur, qui s'introduit par la porte de la moufle et s'échappe ensuite par ces ouvertures.

La moufle est disposée dans le fourneau de façon à pouvoir être enveloppée de combustible. On remplit le fourneau de charbon par la porte supérieure; un tuyau en tôle, sert à activer le tirage.

On dispose dans la moufle les coupelles, petits vases faits en os calcinés, dans lesquels on introduit, lorsqu'elles sont chaudes, l'alliage que l'on veut essayer et la quantité de plomb nécessaire. Elles peuvent absorber environ leur poids de plomb.

La coupellation repose sur le principe suivant: Si, dans une coupelle, chauffée préalablement au rouge, on introduit un poids *P* de plomb pauvre et un poids *p* d'alliage d'argent et de cuivre, tout le cuivre sera oxydé si *p* et *P* sont dans des rapports convenables, l'oxyde de cuivre sera entraîné dans les pores de la coupelle, et il ne restera qu'un bouton d'argent pur qu'on pèsera.

Mais une petite quantité d'argent est perdue pendant l'opération, et cette quantité est d'autant plus grande que l'opération dure plus longtemps: aussi est-il nécessaire de prendre *P* aussi petit que possible.

On a déterminé par expérience les quantités de plomb nécessaires à la coupellation des alliages d'argent et de cuivre, suivant leur titre; la table suivante donne ces proportions:

Composition de l'alliage.		Plomb nécessaire à la coupellation pour 1 d'alliage.
Argent.	Cuivre.	
1.000	0	0.50
950	50	3.00
900	100	7.00
800	200	10.00
700	300	12.00
600	400	14.00
500	500	16.00
400	600	16.00
300	700	16.00
200	800	16.00
100	900	15.00
50	950	14.00
0	1.000	11.00

Pour les titres intermédiaires, on obtiendra, par interpolation, les quantités de plomb nécessaires pour les coupler.

Afin de compenser les pertes en argent éprouvées pendant la coupellation, on peut se servir du tableau suivant :

Titre de l'alliage.	Pertes ou quantités à ajouter aux titres obtenus par coupellation.
1.000 . . . . .	1.03
950 . . . . .	2.50
900 . . . . .	4.00
800 . . . . .	4.30
700 . . . . .	4.75
600 . . . . .	4.68
500 . . . . .	4.68
400 . . . . .	3.95
300 . . . . .	2.60
200 . . . . .	2.50
100 . . . . .	0.88
50 . . . . .	0.44

Lorsqu'on veut essayer un alliage d'argent et de cuivre, il est nécessaire d'en déterminer d'abord le titre approximatif. On peut, dans ce but, faire un essai à la pierre de touche, si on a l'habitude de s'en servir, ou ce qui vaut mieux, faire un essai préliminaire au  $\frac{1}{10}$ , que l'on passe à la coupelle avec 1 gramme de plomb. Le résultat de cet essai, multiplié par dix, donnera le titre approximatif de l'alliage, et par conséquent la quantité de plomb nécessaire pour sa coupellation.

Ceci fait, on prélève 1 gramme de l'alliage pesé avec la plus grande exactitude et on l'enveloppe dans un carré de papier fin. On place dans une coupelle déjà chaude la quantité de plomb trouvée dans la table, puis, lorsque le plomb est découvert, c'est-à-dire lorsque la surface du bain est bien brillante, on y place l'essai avec une pincette d'essayeur. Il est nécessaire que l'essai n'ait ni trop chaud, ni trop froid ; dans le premier cas, il se perd un peu d'argent, et dans le second, l'argent retient un peu d'alliage ; mais l'habitude seule de ces sortes d'opérations peut guider utilement.

Lorsque l'essai est prêt de finir, on l'approche sur le devant de la moufle : là il se débarrasse des points lumineux dont il est recouvert, et bientôt il se forme des bandes colorées des couleurs de l'arc-en-ciel, qui serpentent en mouvements rapides dans tous les sens, puis le bouton ternit et enfin il fait l'éclair. L'essai est terminé : il faut alors avoir soin que le refroidissement ne soit pas trop prompt, car le bouton *rocherait*, et il pourrait y avoir une perte d'argent par projection ; on le rapproche donc graduellement de la porte de la moufle, et lorsque l'argent est figé, on place la coupelle de champ pendant quelques instants, puis on la retourne complètement. Au

bout de quelques minutes, on retire la coupelle, on la laisse refroidir; au moyen d'une pince, on en détache le bouton, on brosse le dessous de celui-ci avec un gratte-brosse, en le serrant dans la pince, et on pèse. On ajoute au poids trouvé la compensation indiquée dans le tableau que nous avons donné, si on ne s'est pas fait une table de compensation spéciale pour son fourneau.

Les essais doivent être faits en double.

**Protoxyde d'argent.** AgO. — Se prépare en traitant une solution d'azotate d'argent par la potasse ou l'eau de baryte en excès; on obtient ainsi une poudre brune d'hydrate de protoxyde, qu'on lave et qu'on sèche. Cette poudre devient anhydre vers 70° et se décompose à partir de 100°.

Le protoxyde d'argent mis en contact pendant quelques heures avec de l'ammoniaque, lorsqu'il est récemment préparé et encore humide, donne un composé (AgO, AzH<sub>3</sub>) qui détone violemment sous les plus légères influences (*argent fulminant*).

**Chlorure d'argent.** AgCl. — Le chlorure d'argent naturel est blanc ou gris-jaunâtre, translucide ou transparent; son aspect rappelle celui de la corne, d'où son ancien nom d'*argent corne*. Il est très tendre et se coupe comme de la cire. Sa densité = 5,277. Il cristallise dans le système cubique; ses formes dominantes sont le cube et le cubo-octaèdre; mais les cristaux sont rares; il se rencontre le plus souvent en petites masses compactes. Insoluble dans les acides, soluble dans l'ammoniaque. Il est abondant au Chili.

Le chlorure *artificiel* se prépare en versant, dans une solution d'azotate d'argent, de l'acide chlorhydrique ou un chlorure soluble; on obtient ainsi un précipité blanc cailleboté.

Il s'altère rapidement à la lumière: il devient d'abord violet, puis noir; il se forme un sous-chlorure d'argent avec dégagement de chlore.

Insoluble dans l'eau et les acides étendus; soluble dans l'ammoniaque.

**Bromure d'argent.** AgBr. — Le bromure *naturel* cristallise en cube ou en cubo-octaèdre; ses cristaux offrent une teinte verte qui le distingue du chlorure d'argent. Se rencontre au Mexique et au Chili.

Le bromure *artificiel* se prépare en versant, dans la solution d'un sel d'argent, une dissolution de bromure alcalin.

Moins soluble dans l'ammoniaque que le chlorure d'argent.

**Iodure d'argent.** AgI. — L'iode *naturel* accompagne assez souvent le chlorure d'argent. Il cristallise dans le système cubique; ordinairement il se présente en petites masses irrégulières. Il est d'un jaune pâle. Se rencontre au Mexique, en Espagne et en France (Bretagne).

L'iodure *artificiel* se prépare en versant de l'iodure de potassium ou de sodium dans une dissolution d'azotate d'argent.

Beaucoup moins soluble dans l'ammoniaque que le chlorure.

**Cyanure d'argent.**  $\text{AgC}^{\text{Az}}$ . — Se prépare en précipitant l'azotate d'argent par l'acide cyanhydrique. Il est insoluble dans l'eau froide, légèrement soluble dans l'eau bouillante, soluble dans les acides azotique et sulfurique concentrés, dans l'hyposulfite de soude, les cyanures alcalins et terreux, et l'ammoniaque. -

**Sulfure d'argent.**  $\text{AgS}$ . — Le sulfure *naturel* (*argyrose*) est gris de plomb ou d'acier, à éclat vif dans les cassures fraîches. Il est tendre et ductile. Sa densité varie de 6,9 à 7,2. Se rencontre souvent cristallisé, mais le plus souvent en morceaux amorphes; sa forme cristalline est le cube. Il constitue le minerai d'argent le plus important.

Le sulfure *artificiel* se prépare en précipitant un sel d'argent par l'hydrogène sulfuré ou le sulfhydrate d'ammoniaque. Il est noir.

**Sulfate d'argent.**  $\text{AgO},\text{SO}^3$ . — Se prépare en dissolvant à chaud l'argent dans l'acide sulfurique, ou en versant, dans une solution d'azotate d'argent, un sulfate soluble.

**Azotate d'argent.**  $\text{AgO},\text{AzO}^3$ . — Se prépare en chauffant doucement dans un matras une partie d'argent et deux parties d'acide azotique; on évapore ensuite la liqueur à siccité; on met le résidu dans une capsule d'argent et on le fait fondre. On reprend la matière par l'eau distillée, on filtre et on fait cristalliser.

Il cristallise en lames rhomboïdales, incolores, inaltérables à l'air, soluble dans l'eau froide. Est employé dans la photographie, pour marquer le linge et pour préparer des teintures pour les cheveux.

La *Pierre infernale* est de l'azotate d'argent fondu et coulé dans une lingotière.

#### ARSENIC

**Arsenic**  $\text{As} = 75$ . — Gris d'acier, ordinairement noir à sa surface; cassant et facile à pulvériser. Projeté sur un charbon allumé, il répand une odeur alliécée.

Densité = 5,75. Chaleur spécifique = 0,081. Point de volatilisation: se volatilise, sans fondre, à 180°. Forme cristalline: Rhomboèdre.

Se trouve à l'état natif.

Dans les laboratoires, on le prépare en chauffant un mélange d'acide arsénieux et de charbon; l'arsenic se sublime dans les parties froides de la cornue.

Dans l'industrie, on l'obtient au moyen du *mispickel* ou arsénio-sulfure de fer. On grille ce minerai dans des cornues cylindriques

disposées horizontalement dans un fourneau ; l'extrémité ouverte de ces cylindres communique avec des tuyaux de tôle dans lesquels vient se déposer l'arsenic, tandis qu'il reste dans la cornue du sulfure de fer.

**Acide arsénieux**  $\text{AsO}_3$ . — Poudre blanche, inodore, douée d'une faible saveur âcre. Se sublime au-dessous du rouge, sans entrer en fusion. Il offre trois modifications allotropiques.

1° *Acide octaédrique*. — L'acide arsénieux cristallise à la température ordinaire soit par la condensation de sa vapeur sur une paroi froide, soit par l'évaporation de sa dissolution dans l'eau, l'acide chlorhydrique, ou l'ammoniaque, sous forme d'octaèdres, dont la densité est égale à 3,699.

2° *Acide prismatique*. — Lorsque la cristallisation s'opère vers 250° par la condensation de la vapeur sur une paroi chaude, les cristaux sont des prismes droits à base rhombe.

3° *Acide amorphe*. — Lorsque la condensation des vapeurs a lieu sur une paroi chauffée à 350°, on obtient une masse amorphe, transparente, ressemblant à du verre (*acide vitreux*). Cette masse perd peu à peu sa transparence et se change en un corps blanc, opaque, ayant l'aspect de la porcelaine (*acide porcelanique*).

Il est facilement décomposé par les corps réducteurs.

S'obtient, comme produit accessoire, dans le grillage des arsénio-sulfures de nickel et de cobalt. Ces minerais sont grillés dans un moufle en terre, légèrement incliné ; le courant d'air qui traverse le moufle oxyde les métaux et l'arsenic. L'acide arsénieux, entraîné par le courant d'air, se dépose dans des chambres de condensation. On le purifie par sublimation.

Est employé dans la fabrication du vert de Schéele, du vert de Schweinfurth, pour la préparation de l'acide arsénique, pour la conservation des animaux empaillés, pour décolorer le verre ; en médecine, contre l'asthme et les fièvres paludéennes.

**Acide arsénique**.  $\text{AsO}_5$ . — Anhydre, il est solide, blanc, soluble dans l'eau.

Une dissolution aqueuse d'acide anhydre laisse déposer des cristaux renfermant 24 p. 100 d'eau ( $\text{AsO}_5, 3\text{HO} + \text{HO}$ ). Chauffés à 100°, ces cristaux entrent en fusion, perdent leur équivalent d'eau de cristallisation et donnent une matière formée de fines aiguilles contenant 49 p. 100 d'eau ( $\text{AsO}_5, 3\text{HO}$ ). Chauffés entre 140 et 180°, les aiguilles perdent un équivalent d'eau et donnent des cristaux prismatiques droits contenant 13,5 p. 100 d'eau ( $\text{AsO}_5, 2\text{HO}$ ). Chauffés entre 200 et 206°, les cristaux prismatiques perdent un équivalent d'eau et laissent une masse nacréée contenant 7,3 p. 100 d'eau ( $\text{AsO}_5, \text{HO}$ ).

Dans les laboratoires, on prépare l'acide arsénique en chauffant dans une cornue l'acide arsénieux avec de l'acide azotique ou de l'eau régale.

Dans l'industrie, on opère dans de vastes citernes en pierres.

Employé pour la fabrication des toiles peintes et pour la préparation du rouge d'aniline.

**Chlorure d'arsenic.**  $\text{AsCl}_3$ . — Liquide incolore, oléagineux, fumant à l'air, bouillant à  $134^\circ$ . Se prépare en faisant passer un courant de chlore sec sur de l'arsenic chauffé dans une cornue tubulée, communiquant avec un récipient refroidi par un courant d'eau.

**Bisulfure d'arsenic.**  $\text{AsS}_2$  (*Réalgar*). — Se trouve à l'état natif en cristaux dérivant d'un prisme rhomboïdal oblique, généralement surchargés de facettes. Les cristaux sont transparents et d'un beau rouge cochenille, ou d'un rouge orangé lorsqu'ils ont été altérés par la lumière, la chaleur ou le frottement. Très tendre, s'écrase entre les doigts. Sa densité varie de 3,5 à 3,6. On le trouve aussi, mais plus rarement, en masses amorphes grenues.

Se prépare artificiellement en chauffant 75 parties d'arsenic avec 32 parties de soufre.

Sert pour la peinture et dans la confection du feu indien.

**Trisulfure d'arsenic.**  $\text{AsS}_3$  (*Orpiment*). — Se trouve dans la nature en masses cristallines d'un jaune citron, présentant des stries longitudinales.

Il est demi-transparent ou seulement translucide sur les bords. Sa densité est égale à 3,48. Il est rarement cristallisé.

Se prépare artificiellement en faisant passer un courant d'acide sulfhydrique dans une dissolution chlorhydrique d'acide arsénieux, ou en distillant un mélange d'arsenic, ou d'acide arsénieux, et de soufre. Employé comme matière colorante, et, méié à la chaux, pour le dépilage des peaux.

**Arsénure d'hydrogène.**  $\text{AsH}_3$  (*Hydrogène arsénié*). Gaz incolore, doué d'une odeur alliécée. Se prépare en traitant par l'acide sulfurique étendu un alliage de zinc et d'arsenic (3 équiv. de zinc pour 1 équiv. d'arsenic), ou bien en introduisant dans un appareil à hydrogène de l'acide arsénique ou de l'acide arsénieux.

Il brûle à l'air avec une flamme livide, en donnant naissance à de l'eau et à de l'acide arsénieux ; lorsque la quantité d'air est insuffisante ou si l'on refroidit la flamme, l'hydrogène brûle seul et il se dépose de l'arsenic métallique (*appareil de Marsh*).

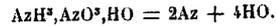
#### AZOTE

**Azote.**  $\text{Az} = 14$ . — Gaz incolore, inodore et insipide. Densité = 0,97137. Le poids d'un litre = 1<sup>gr</sup>,25617. Coefficient de dilatation = 0,0036682. Chaleur spécifique = 0,244. Indice de réfraction = 1,000507. Solubilité dans l'eau = à  $0^\circ$ , 0,020346.

On prépare l'azote : 1° en absorbant l'oxygène de l'air par le phosphore. Dans une coupelle, placée sur un bouchon de liège flottant sur l'eau, on introduit un fragment de phosphore que l'on allume ; on recouvre la coupelle au moyen d'une cloche remplie d'air. Le phosphore se convertit en acide phosphorique qui se dissout dans l'eau. Il reste sous la cloche de l'azote que l'on purifie en y introduisant d'abord des bâtons de phosphore, puis quelques bulles de chlore, et, ensuite, un morceau de potasse qui s'empare de l'acide carbonique et du chlore. On transporte alors la cloche sur la cuve à mercure et on dessèche l'azote au moyen de chlorure de calcium ou de potasse caustique.

2° En faisant passer un courant d'air, dépouillé de son acide carbonique et de sa vapeur d'eau, sur du cuivre chauffé au rouge. Il se forme de l'oxyde de cuivre, tandis que l'azote se dégage.

3° En décomposant l'azotite d'ammoniaque par la chaleur :



*Air atmosphérique.* — L'air atmosphérique est composé de :

En poids.		En volume.	
Oxygène. . .	23	Oxygène. . .	20.8
Azote . . .	77	Azote. . . .	79.2
	<u>100</u>		<u>100.0</u>

L'air est un mélange, et non une combinaison. Il contient, en outre, une quantité variable de vapeur d'eau et une quantité à peu près constante d'acide carbonique.

Il contient encore de l'ammoniaque, de l'acide azotique et de l'acide azoteux (en général, combinés avec l'ammoniaque), des traces d'iode, de l'acide sulfhydrique et de l'ozone.

En suspension dans l'air, se trouvent des corpuscules solides, formés de matières minérales, de débris de matières organiques, de germes d'animaux et de végétaux microscopiques.

On estime que la hauteur de l'atmosphère est de 100 kilomètres environ.

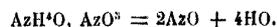
POIDS DE 1 CENT. CUBE D'AIR A DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES, DE 0° A + 300°  
A LA PRESSION 760 mm.

Temp. C.	Gramme	Temp. C.	Gramme	Temp. C.	Gramme	Temp. C.	Gramme
0	0,001293	48	0,001102	96	0,000956	144	0,000846
1	0,001288	49	0,001098	97	0,000953	145	0,000844
2	0,001284	50	0,001095	98	0,000951	146	0,000842
3	0,001279	51	0,001091	99	0,000948	147	0,000840
4	0,001275	52	0,001088	100	0,000946	148	0,000838
5	0,001270	53	0,001084	101	0,000943	149	0,000836
6	0,001266	54	0,001081	102	0,000941	150	0,000834
7	0,001261	55	0,001077	103	0,000938	151	0,000832
8	0,001257	56	0,001074	104	0,000936	152	0,000830
9	0,001252	57	0,001070	105	0,000933	153	0,000828
10	0,001248	58	0,001067	106	0,000931	154	0,000826
11	0,001243	59	0,001063	107	0,000928	155	0,000824
12	0,001239	60	0,001060	108	0,000926	156	0,000822
13	0,001234	61	0,001057	109	0,000923	157	0,000821
14	0,001230	62	0,001053	110	0,000921	158	0,000819
15	0,001225	63	0,001050	111	0,000919	159	0,000817
16	0,001221	64	0,001047	112	0,000916	160	0,000815
17	0,001217	65	0,001044	113	0,000914	161	0,000813
18	0,001213	66	0,001041	114	0,000911	162	0,000811
19	0,001209	67	0,001038	115	0,000909	163	0,000809
20	0,001205	68	0,001035	116	0,000907	164	0,000807
21	0,001201	69	0,001032	117	0,000905	165	0,000806
22	0,001197	70	0,001029	118	0,000903	166	0,000804
23	0,001193	71	0,001026	119	0,000900	167	0,000802
24	0,001189	72	0,001023	120	0,000898	168	0,000800
25	0,001185	73	0,001020	121	0,000896	169	0,000798
26	0,001181	74	0,001017	122	0,000894	170	0,000796
27	0,001177	75	0,001014	123	0,000891	171	0,000794
28	0,001173	76	0,001011	124	0,000889	172	0,000793
29	0,001169	77	0,001008	125	0,000887	173	0,000791
30	0,001165	78	0,001005	126	0,000884	174	0,000789
31	0,001161	79	0,001002	127	0,000882	175	0,000788
32	0,001157	80	0,001000	128	0,000880	176	0,000786
33	0,001154	81	0,000997	129	0,000878	177	0,000784
34	0,001150	84	0,000994	130	0,000876	178	0,000782
35	0,001146	83	0,000992	131	0,000874	179	0,000781
36	0,001142	84	0,000989	132	0,000871	180	0,000779
37	0,001138	85	0,000986	133	0,000869	181	0,000777
38	0,001134	86	0,000983	134	0,000867	182	0,000776
39	0,001131	87	0,000980	135	0,000865	183	0,000774
40	0,001128	88	0,000977	136	0,000863	184	0,000772
41	0,001124	89	0,000974	137	0,000860	185	0,000770
42	0,001121	90	0,000972	138	0,000858	186	0,000769
43	0,001118	91	0,000969	139	0,000856	187	0,000767
44	0,001114	92	0,000967	140	0,000854	188	0,000765
45	0,001111	93	0,000964	141	0,000852	189	0,000763
46	0,001108	95	0,000962	142	0,000850	190	0,000762
47	0,001105	95	0,000959	143	0,000848	191	0,000760

Temp. C.	Gramme	Temp. C.	Gramme	Temp. C.	Gramme	Temp. C.	Gramme
192	0,000758	220	0,000715	248	0,000677	276	0,000642
193	0,000757	221	0,000713	249	0,000675	277	0,000641
194	0,000755	222	0,000712	250	0,000674	278	0,000640
195	0,000754	223	0,000710	251	0,000673	279	0,000639
196	0,000752	224	0,000709	252	0,000672	280	0,000638
197	0,000751	225	0,000708	253	0,000670	281	0,000636
198	0,000749	226	0,000706	254	0,000669	282	0,000635
199	0,000748	227	0,000705	255	0,000668	283	0,000634
200	0,000746	228	0,000703	256	0,000666	284	0,000633
201	0,000744	229	0,000702	257	0,000665	285	0,000631
202	0,000743	230	0,000701	258	0,000664	286	0,000630
203	0,000740	231	0,000699	259	0,000663	287	0,000629
204	0,000739	232	0,000698	260	0,000662	288	0,000628
205	0,000737	233	0,000697	261	0,000660	289	0,000627
206	0,000736	234	0,000695	262	0,000659	290	0,000626
207	0,000734	235	0,000694	263	0,000658	291	0,000625
208	0,000733	236	0,000692	264	0,000657	292	0,000624
209	0,000731	237	0,000691	265	0,000655	293	0,000623
210	0,000730	238	0,000690	266	0,000654	294	0,000622
211	0,000728	239	0,000689	267	0,000653	295	0,000621
212	0,000727	240	0,000688	268	0,000652	296	0,000620
213	0,000725	241	0,000686	269	0,000651	297	0,000619
214	0,000724	242	0,000685	270	0,000650	298	0,000618
215	0,000722	243	0,000683	271	0,000648	299	0,000617
216	0,000721	244	0,000682	272	0,000646	300	0,000616
217	0,000719	245	0,000681	273	0,000645		
218	0,000718	246	0,000679	274	0,000644		
219	0,000716	247	0,000678	275	0,000643		

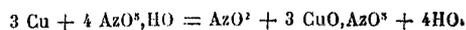
Poids d'un litre d'air = 1<sup>er</sup>,293. Coefficient de dilatation = 0,003665.

**Protoxyde d'azote.** AzO. — Gaz incolore, inodore, d'une saveur légèrement sucrée. Densité = 1,5269. Poids d'un litre = 1<sup>er</sup>,9745. Coefficient de solubilité dans l'eau à 0° = 1,30521. Trois fois plus soluble dans l'alcool. Se prépare en décomposant par la chaleur l'azotate d'ammoniaque :

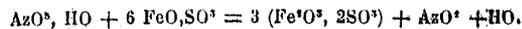


Employé comme anesthésique.

**Bioxyde d'azote.** AzO<sup>2</sup>. — Gaz incolore. Densité = 1,039 ; Un litre pèse 1<sup>er</sup>,345. Se prépare : 1° en traitant le cuivre par l'acide azotique étendu :



2° En chauffant dans un ballon de l'acide azotique concentré avec du sulfate de protoxyde de fer :



A l'air, le bioxyde d'azote se change en acide hypoazotique.

**Acide azoteux.**  $AzO^3$ . — Liquide bleu très instable, entrant en ébullition vers  $0^\circ$ , se décomposant facilement sous l'influence d'une légère augmentation de température en bioxyde d'azote et acide hypoazotique. Soluble dans l'eau. Se prépare en faisant tomber goutte à goutte, au moyen d'une pipette, de l'eau très froide sur de l'acide hypoazotique liquide plongé dans un mélange réfrigérant :

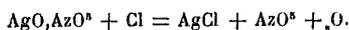


On obtient ainsi un liquide composé de deux couches : l'une inférieure est bleue, l'autre est jaunâtre. La couche bleue est constituée par de l'acide azoteux ; la couche jaunâtre est formée par de l'acide azotique étendu, tenant en dissolution des produits nitreux.

**Acide hypoazotique.**  $AzO^4$ . — Liquide à la température ordinaire ; pur, il a une couleur jaune orangé, qui devient de plus en plus claire à mesure que la température s'abaisse. Cristallise à  $-9^\circ$  ; entre en ébullition à  $+22^\circ$ , en donnant des vapeurs d'un rouge orangé (*vapeurs rutilantes*). Se prépare en décomposant par la chaleur l'azotate de plomb :  $PbO, AzO^5 = AzO^4 + PbO + O$ . Il faut avoir soin de dessécher complètement l'azotate de plomb. On recueille l'acide hypoazotique dans un tube en U plongé dans un mélange réfrigérant. On laisse perdre l'acide qui se forme au début de l'opération, car il renferme un peu d'acide azoteux et d'acide azotique.

**Acide azotique.** *Acide azotique anhydre.*  $AzO^5$ . — Se présente sous forme de gros cristaux incolores, dérivant d'un prisme à base rhomboïdale ; fond à  $30^\circ$  ; le liquide obtenu entre en ébullition à  $47^\circ$  en donnant des vapeurs rutilantes résultant d'une décomposition partielle.

Se prépare : 1° en décomposant l'azotate d'argent desséché avec le plus grand soin par un courant de chlore sec à la température de  $60^\circ$  :



2° En introduisant par petites portions, dans de l'acide azotique monohydraté refroidi par un mélange de sel et de glace, de l'acide phosphorique anhydre, en évitant que la température ne s'élève au-dessus de  $0^\circ$ . On obtient, à un moment donné, une masse ayant la consistance d'une gelée, que l'on introduit dans une cornue et que l'on chauffe doucement. L'acide azotique anhydre distille et va se condenser dans des flacons entourés de glace.

*Acide azotique hydraté.*  $AzO^5, HO$ . — Liquide incolore, lorsqu'il est pur, fumant à l'air, odorant et très corrosif. Sa densité à  $+18^\circ = 1,51$ . Il entre en ébullition à  $86^\circ$  et se solidifie à  $-50^\circ$ . Se décompose partiellement sous l'influence de la lumière en eau, oxygène et acide hypoazotique. Ce dernier composé se dissout dans la liqueur en lui communiquant une coloration jaunâtre.

En distillant de l'acide monohydraté, il se décompose partiellement en eau, oxygène et acide hypoazotique; l'eau se combine à l'acide non décomposé et élève peu à peu son point d'ébullition jusqu'à 123°. L'acide correspond alors à la formule  $AzO^s, 4HO$ , lequel distille sans décomposition; c'est l'hydrate le plus stable.

Se prépare dans les laboratoires en décomposant l'azotate de potasse par la chaleur :



On recueille l'acide dans un ballon refroidi par un courant d'eau froide.

Se prépare dans l'industrie au moyen de l'azotate de soude et de l'acide sulfurique à 62°, parce que l'azotate de soude, qui se trouve au Chili en quantité considérable, coûte moins cher que le salpêtre, et, qu'en outre, à poids égal, il contient une plus grande quantité d'acide azotique (équivalent de la soude = 31; équivalent de la potasse = 47).

L'acide azotique ainsi préparé renferme presque toujours de l'acide chlorhydrique provenant de la décomposition des chlorures contenus dans l'azotate de soude, de l'acide hypoazotique qui le colore en jaune et de l'acide sulfurique entrainé. On se débarrasse de l'acide sulfurique au moyen d'azotate de baryte; il se forme du sulfate de baryte insoluble. L'acide chlorhydrique est précipité par le nitrate d'argent sous forme de chlorure d'argent. On élimine l'acide hypoazotique en y faisant passer un courant d'acide carbonique, ou en chauffant à 90° l'acide impur, dans des bombes, tant qu'il se dégage des vapeurs rouges.

L'acide azotique est très employé; en France, on en consomme plus de 5 millions de kilog. par an. Il sert dans la préparation et le travail d'un grand nombre de métaux (cuivre, or, platine), pour graver l'acier et le cuivre, pour décaper le laiton et le bronze, pour la gravure sur pierre, dans la teinture en noir (préparation du mordant de fer pour la soie), en jaune (peau, laine, soie, corne, plumes), dans l'impression des indiennes, pour la préparation de l'acide sulfurique, des nitrates d'argent, de plomb, de cuivre, pour la fabrication de la fuchsine, de la dynamite, de l'acide picrique, du fulminate de mercure, de la nitrobenzine.

POIDS SPÉCIFIQUE ET RICHESSE CENTÉSIMALE DE L'ACIDE NITRIQUE DILUÉ.  
 Poids spécifique à 0° et à 15°-C., rapporté à l'eau à 0°. Les valeurs trouvées directement sont marquées d'un \*

Poids spécifique à 0°	Poids spécifique à 15°	Richesse centésimale en $\text{AsO}_5\text{HO}$	Poids spécifique à 0°	Poids spécifique à 15°	Richesse centésimale en $\text{ArO}_5\text{HO}$	Poids spécifique à 0°	Poids spécifique à 15°	Richesse centésimale en $\text{AsO}_5\text{HO}$
1,539	1,530	100,00	1,455*	1,432*	72,39*	1,300	1,284	45,00
1,538	1,530*	99,84*	1,450*	1,429*	71,24*	1,291*	1,274*	43,52*
1,538	1,530*	99,73*	1,444	1,423	69,96	1,280	1,264	42,00
1,537	1,529*	99,52*	1,441	1,419*	69,20*	1,274	1,257	41,00
1,531	1,523*	97,89*	1,435	1,414	68,00	1,267	1,251	40,00
1,528	1,520*	97,00	1,430	1,410	67,00	1,260	1,244	39,00
1,524	1,516	96,00	1,425	1,405	66,00	1,253*	1,237*	37,95*
1,523	1,514*	95,27*	1,420*	1,400*	65,07*	1,240	1,225	36,00
1,521	1,509	94,00	1,415	1,395	64,00	1,234	1,218	35,00
1,521*	1,506*	93,01*	1,413	1,393	63,59	1,234*	1,218*	33,86*
1,520	1,503	92,00	1,413	1,386	62,00	1,214	1,198	32,00
1,520	1,499	91,00	1,404*	1,381*	61,21*	1,207	1,192	31,00
1,522	1,495	90,00	1,393	1,374	60,00	1,200	1,185	30,00
1,521	1,494	89,56*	1,391*	1,372*	59,59*	1,194	1,179	29,00
1,514	1,488*	88,00	1,387	1,368	58,88	1,187*	1,172*	28,00*
1,513	1,486*	87,45*	1,382	1,363	58,00	1,180	1,166*	27,00
1,507*	1,482*	86,17*	1,376	1,358	57,00	1,171*	1,157*	25,71*
1,508	1,478	85,00	1,371*	1,353*	56,10	1,153	1,138	25,00
1,489	1,474	84,00	1,365	1,346	55,00	1,142	1,120	24,00
1,489	1,470	82,00	1,359	1,341	54,00	1,115*	1,105*	17,47*
1,482	1,467	82,00	1,358	1,339	53,81	1,089	1,077*	15,00
1,482*	1,463*	80,00*	1,357	1,335	53,00	1,085	1,077	13,00
1,484	1,460	80,00	1,349*	1,331*	52,33*	1,075*	1,067*	11,41*
1,481	1,456	79,00	1,341*	1,323*	50,99*	1,050*	1,045*	7,25*
1,470	1,451	77,66	1,334	1,317	49,97	1,028*	1,022*	4,00
1,468	1,445	76,00	1,328	1,312	49,00	1,013	1,010	2,00
1,465	1,442	75,00	1,321	1,304	48,00	1,000	0,999	0,00
1,462	1,438*	74,01*	1,315*	1,298*	47,18*			
1,457	1,435	73,00	1,312	1,295	46,64			

CHIMIE INORGANIQUE. — TABLEAU N° 10. — POIDS SPÉCIFIQUE ET RICHESSE CENTÉSIMALE DE L'ACIDE NITRIQUE DILUÉ.

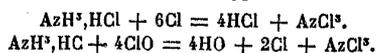
TABLEAU DES DENSITÉS DES SOLUTIONS D'ACIDE NITRIQUE.

Degrés Baumé.	Densité.	100 parties contiennent à 0°		100 parties contiennent à 15°	
		AzO <sup>3</sup> ,HO.	AzO <sup>5</sup> .	AzO <sup>3</sup> ,HO.	AzO <sup>5</sup> .
0	1,000	0,0	0,0	0,2	0,1
1	1,007	1,1	0,9	1,5	1,3
2	1,014	1,3	1,0	2,0	1,7
3	1,022	1,6	1,3	2,6	2,2
4	1,029	1,9	1,6	3,3	2,8
5	1,036	2,2	1,9	4,0	3,4
6	1,044	2,6	2,2	4,8	4,1
7	1,052	3,0	2,6	5,6	4,8
8	1,060	3,4	3,0	6,5	5,5
9	1,067	3,9	3,4	7,4	6,2
10	1,075	4,3	3,8	8,4	7,0
11	1,083	4,8	4,2	9,4	7,8
12	1,091	5,3	4,6	10,5	8,6
13	1,100	5,8	5,0	11,6	9,5
14	1,108	6,3	5,4	12,7	10,4
15	1,116	6,8	5,8	13,8	11,3
16	1,125	7,3	6,2	15,0	12,2
17	1,134	7,8	6,6	16,2	13,1
18	1,143	8,3	7,0	17,4	14,0
19	1,152	8,8	7,4	18,6	14,9
20	1,162	9,3	7,8	19,8	15,8
21	1,171	9,8	8,2	21,0	16,7
22	1,180	10,3	8,6	22,2	17,6
23	1,190	10,8	9,0	23,4	18,5
24	1,199	11,3	9,4	24,6	19,4
25	1,210	11,8	9,8	25,8	20,3
26	1,221	12,3	10,2	27,0	21,2
27	1,231	12,8	10,6	28,2	22,1
28	1,241	13,3	11,0	29,4	23,0
29	1,252	13,8	11,4	30,6	23,9
30	1,263	14,3	11,8	31,8	24,8
31	1,274	14,8	12,2	33,0	25,7
32	1,285	15,3	12,6	34,2	26,6
33	1,297	15,8	13,0	35,4	27,5
34	1,308	16,3	13,4	36,6	28,4
35	1,320	16,8	13,8	37,8	29,3
36	1,332	17,3	14,2	39,0	30,2
37	1,345	17,8	14,6	40,2	31,1
38	1,357	18,3	15,0	41,4	32,0
39	1,370	18,8	15,4	42,6	32,9
40	1,383	19,3	15,8	43,8	33,8
41	1,397	19,8	16,2	45,0	34,7
42	1,410	20,3	16,6	46,2	35,6
43	1,424	20,8	17,0	47,4	36,5
44	1,438	21,3	17,4	48,6	37,4
45	1,453	21,8	17,8	49,8	38,3
46	1,468	22,3	18,2	51,0	39,2
47	1,483	22,8	18,6	52,2	40,1
48	1,498	23,3	19,0	53,4	41,0
49	1,514	23,8	19,4	54,6	41,9
49,5	1,524	24,3	19,8	55,8	42,8
49,9	1,530	24,8	20,2	57,0	43,7
50,0	1,532	25,3	20,6	58,2	44,6
50,5	1,541	25,8	21,0	59,4	45,5
51,0	1,550	26,3	21,4	60,6	46,4
51,5	1,559	26,8	21,8	61,8	47,3

D'après le tableau suivant, dressé par M. Göbel, on pourra ramener à la température de 15° centigrades la densité, exprimée en degrés Baumé, d'un acide dont on prendra le degré à une température plus élevée (1).

Température observée.	Degrés Baumé à ajouter pour ramener à 15° c.	Température observée.	Degrés Baumé à ajouter pour ramener à 15° c.	Température observée.	Degrés Baumé à ajouter pour ramener à 15° c.
43,0	3,65	35,0	2,10	25,0	0,90
44,5	3,56	34,5	1,98	24,5	0,80
44,0	3,48	34,0	1,92	24,0	0,76
43,5	3,40	33,5	1,85	23,5	0,72
43,0	3,32	33,0	1,79	23,0	0,67
42,5	3,23	32,5	1,73	22,5	0,63
42,0	3,15	32,0	1,67	22,0	0,59
41,5	3,08	31,5	1,62	21,5	0,55
41,0	3,00	31,0	1,56	21,0	0,52
40,5	2,92	30,5	1,50	20,5	0,48
40,0	2,85	30,0	1,45	20,0	0,45
39,5	2,73	29,5	1,34	19,5	0,36
39,0	2,65	29,0	1,29	19,0	0,33
38,5	2,58	28,5	1,23	18,5	0,29
38,0	2,50	28,0	1,18	18,0	0,25
37,5	2,43	27,5	1,13	17,5	0,20
37,0	2,36	27,0	1,08	17,0	0,13
36,5	2,29	26,5	1,03	16,5	0,07
36,0	2,23	26,0	0,99	16,0	0,05
35,5	2,16	25,5	0,94	15,5	0,02

**Chlorure d'azote.**  $\text{AzCl}^3$ . — Liquide huileux, jaune, émettant à la température ordinaire des vapeurs odorantes et irritantes. Extrêmement instable ; chauffé à 100° ou mis en contact avec le phosphore, le phosphure de calcium, l'hydrogène phosphoré, le sélénium, l'arsenic, la potasse caustique, la dissolution concentrée d'ammoniaque, le bioxyde d'azote, le caoutchouc, les corps gras, l'essence de térébenthine, etc., fait explosion avec violence. Se prépare en traitant une dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque par un courant de chlore ou par une dissolution d'acide hypochloreux :



Ne doit être manié qu'avec la plus grande prudence.

**Iodure d'azote.**  $\text{AzH}^3\text{I}^3$ . — Poudre grise qu'on obtient en agitant de l'iode en poudre avec une dissolution d'ammoniaque, puis filtrant. Détonne par le moindre frottement.

(1) *Dingler's Journal*, CCXX, p. 244.

## BARYUM.

**Baryum.** Ba = 68,5. — Isolé par Davy en 1807 en décomposant la baryte par la pile. Se prépare plus facilement par le procédé suivant, indiqué par Bunsen : On acidule légèrement du chlorure de baryum réduit en poudre, on en forme une bouillie que l'on chauffe à 100° et dans laquelle on plonge un fil de platine amalgamé. On fait passer un courant électrique constant : un amalgame de baryum solide et cristallin recouvre le conducteur. On recueille cet amalgame, on le place dans une nacelle en charbon et on le distille dans un courant d'hydrogène ; le mercure se volatilise, tandis que le baryum reste sous forme d'une masse boursoufflée.

Le baryum est un métal blanc jaunâtre ; sa densité est comprise entre 4 et 5.

Il décompose l'eau avec rapidité.

**Baryte.** BaO. — Anhydre, c'est une matière poreuse d'un blanc grisâtre, à saveur âcre et urineuse, difficilement fusible et indécomposable par la chaleur, absorbant rapidement l'acide carbonique et l'humidité atmosphérique. Elle possède une grande affinité pour l'eau. Lorsqu'on projette quelques gouttes de ce liquide sur un fragment de baryte, on entend un sifflement ; quelquefois il y a incandescence. L'hydrate qui se forme a pour formule BaO.HO, indécomposable par la chaleur.

A la température ordinaire, l'eau dissout  $\frac{1}{20}$  de son poids de baryte.

A 100° l'eau dissout  $\frac{1}{10}$  de son poids de baryte ; cette dissolution abandonne par le refroidissement des prismes hexagonaux ayant pour formule BaO.HO+9HO ; sous l'influence de la chaleur, ces cristaux perdent seulement 9 équivalents d'eau.

La baryte est une base énergique.

Elle se prépare avec le sulfate ou le carbonate de baryte naturels. On transforme d'abord le carbonate en azotate, au moyen de l'acide azotique, et on évapore à sec. On introduit l'azotate de baryte ainsi obtenu dans une cornue de porcelaine et on chauffe dans un fourneau à reverbère jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de gaz :



Dans l'industrie, on mêle le carbonate de baryte avec 10 p. 100 de charbon, afin d'éliminer l'acide carbonique plus facilement, et on chauffe au rouge vif dans un four :



Lorsqu'on emploie le sulfate de baryte, on mélange ce minéral pulvérisé avec 20 p. 100 de houille ou de coke et on chauffe dans des fours analogues aux fours Siemens, en brassant. Le sulfate est ainsi transformé en sulfure. On transporte la masse dans des cuves, munies d'agitateurs, contenant de l'eau chauffée par des tubes de vapeur ; on chauffe jusqu'à ce que la liqueur marque 25° Baumé.

On laisse reposer, on décante la liqueur dans des cuves dites de *désulfuration*, dans lesquelles on met de l'oxyde de zinc. On chauffe au moyen de tubes de vapeur jusqu'à ce qu'une goutte de la liqueur ne noircisse plus l'acétate basique de plomb. Pendant cette opération, il s'est formé du sulfure de zinc insoluble et de l'hydrate de baryte qui reste en dissolution. On laisse reposer, on décante la liqueur claire et on fait cristalliser. Il se dépose des cristaux contenant 10 équivalents d'eau.

M. Brin prépare industriellement de la baryte chimiquement pure, par la calcination de l'azotate de baryte cristallisé et desséché dans des creusets chauffés graduellement dans un four jusqu'à la température de 1000 à 1500°. On ferme alors les creusets et on les porte au blanc vif pendant quatre heures ; on les retire ensuite du four et on les place dans un récipient hermétiquement clos, au sein duquel on établit, au moyen d'une pompe pneumatique, un vide partiel qui a pour but d'extraire toutes les traces d'acide nitrique et de gaz, ainsi qu'à mettre la baryte, pendant le refroidissement, à l'abri du contact de l'air.

La baryte sert, dans l'industrie, à l'épuration des sirops de sucre, à la préparation des acides acétique, tartrique et citrique, et à la fabrication industrielle de l'oxygène.

**Bioxyde de Baryum.**  $BaO^2$ . — Solide, blanc grisâtre, insipide et insoluble dans l'eau. Se délite au contact de l'eau et forme un hydrate  $BaO^2,8HO$ .

Chauffé au rouge vif perd la moitié de son oxygène et se transforme en baryte (*Préparation industrielle de l'oxygène par les procédés de Boussingault et de Brin*).

Se prépare en faisant passer sur de la baryte, contenue dans un tube de porcelaine et chauffée au rouge sombre, un courant d'air dépouillé de son acide carbonique.

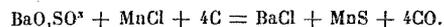
Sert à la préparation industrielle de l'oxygène.

**Chlorure de Baryum.**  $BaCl$ . — Solide, blanc, à saveur âcre et amère ; se présente sous forme de petites lamelles rhomboïdales dont la composition est  $BaCl,2HO$ . Soluble dans l'eau.

Le chlorure de baryum se prépare en traitant le carbonate de baryte naturel ou le sulfure de baryum par l'acide chlorhydrique ; on filtre, on évapore et on laisse refroidir. On purifie par une seconde cristallisation.

Dans l'industrie, on chauffe, dans des fours à reverbère, un mélange

de sulfate de baryte naturel, de charbon et de chlorure de manganèse (provenant de la fabrication du chlore).



On défourne, on laisse refroidir et on lessive. On fait cristalliser. Sert, dans les laboratoires, comme réactif des sulfates.

TABLE INDICANT LES QUALITÉS DE CHLORURE DE BARYUM EN DISSOLUTION, D'APRÈS LE POIDS SPÉCIFIQUE A 21°,5.

Poids spéci	BaCl+2Aq p. 100.	BaCl p. 100.	Poids spéci.	BaCl+2Aq p. 100.	BaCl p. 100.
1,0073	1	0,853	1,1302	16	13,641
1,0147	2	1,705	1,1394	17	14,494
1,0222	3	2,558	1,1488	18	15,346
1,0298	4	3,410	1,1584	19	16,199
1,0374	5	4,263	1,1683	20	17,051
1,0452	6	5,115	1,1783	21	17,904
1,0530	7	5,968	1,1884	22	18,756
1,0610	8	6,821	1,1986	23	19,609
1,0692	9	7,673	1,2090	24	20,461
1,0776	10	8,526	1,2197	25	21,314
1,0861	11	9,379	1,2304	26	22,166
1,0947	12	10,231	1,2413	27	23,019
1,1034	13	11,084	1,2523	28	23,871
1,1122	14	11,936	1,2636	29	24,724
1,1211	15	12,789	1,2750	30	25,577

**Carbonate de Baryte.**  $\text{BaO},\text{CO}^2$ . — Se rencontre dans la nature : 1° en cristaux appartenant au prisme rhomboïdal droit, d'un blanc grisâtre, translucides et quelquefois transparents ; 2° à l'état fibreux, sous forme de rognons arrondis dont la cassure fibreuse est rayonnée.

Dans les laboratoires, on le prépare en décomposant le sulfure de baryum par le carbonate de soude.

Sa densité = 4,29. Presque insoluble dans l'eau qui n'en dissout que  $\frac{1}{4000}$  de son poids ; plus soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique. Attaqué par les acides azotique et chlorhydrique.

**Sulfate de Baryte.**  $\text{BaO},\text{SO}^3$ . — Se trouve dans la nature à l'état cristallisé, fibreux, saccharoïde, compacte et terreux. Les cristaux sont ordinairement nets et transparents ; la forme primitive est un prisme rhomboïdal droit. A Freyberg, il se rencontre en masses fibreuses, blanches, accolées par petites baguettes à éclat nacré et même soyeux.

A l'état compacte, il est translucide, grisâtre et possède un éclat gras. Le sulfate de baryte naturel est ordinairement blanc ou jaunâtre,

mais il présente quelquefois des nuances de bleu, de vert, de rouge et de brun.

Sa densité = 4,5.

Presque insoluble dans l'eau (1 partie dans 200,000 ou 300,000 parties d'eau) ; sensiblement soluble dans les acides et dans une solution saturée d'azotate d'ammoniaque.

Dans l'industrie, se prépare en versant dans une solution de chlorure de baryum brut, de l'acide sulfurique des chambres de plomb étendu d'eau.

Employé dans la peinture, le blanchiment des plafonds, le satinage des papiers, le glaçage des cartes, la fabrication du linge artificiel.

**Azotate de Baryte.**  $BaO, AzO^5$ . — Cristallise en octaèdres réguliers simples ou modifiés, ne renfermant pas d'eau de cristallisation. Inaltérable à l'air. Densité = 3,20. Soluble dans l'eau. Insoluble dans l'alcool et dans l'acide azotique concentré.

TABLE INDIQUANT LES QUANTITÉS D'AZOTATE DE BARYTE EN DISSOLUTION, D'APRÈS LE POIDS SPÉCIFIQUE A 12°,5.

Poids spéc.	$BaO, AzO^5$ p. 100.	Poids spéc.	$BaO, AzO^5$ p. 100.
1.0062	1	1.0250	4
1.0123	2	1.0320	5
1.0185	3	1.0409	6

Se prépare 1° en traitant le sulfure de baryum ou le carbonate de baryte par l'acide azotique dilué ; on filtre, on évapore et on laisse refroidir ; 2° en mêlant le sulfure de baryum avec une solution concentrée d'azotate de soude et portant la liqueur à l'ébullition ; par le refroidissement, il se dépose des cristaux d'azotate de baryte ; 3° en décomposant le chlorure de baryum par une dissolution concentrée d'azotate de soude ; les trois quarts de l'azotate de baryte se déposent immédiatement : en concentrant les eaux-mères, on obtient de nouvelles quantités de ce sel.

Sert à la préparation de la baryte, du sulfate de baryte, et à la fabrication de certains artifices auxquels il communique la propriété de brûler avec une flamme verte.

Employé, dans les laboratoires, comme réactif des sulfates.

**Sulfure de baryum.**  $BaS$ . — Soluble dans l'eau, cristallise en lames blanches et soyeuses contenant six équivalents d'eau. La solution dans l'eau a lieu avec une décomposition partielle : il se forme du sulfhydrate de sulfure de baryum, de la baryte et de l'oxysulfure de baryum.

Se prépare, en chauffant au rouge blanc, de petites briquettes formées de cinq parties de sulfate de baryte naturel, de une partie

de charbon et d'huile ou de colle de farine. Le sulfure de baryum, ainsi obtenu, exposé quelque temps à la lumière solaire, devient phosphorescent dans l'obscurité (*phosphore de Bologne*). Le sulfure de baryum sert à la préparation des sels de baryte (azotate, chlorure, acétate).

### BISMUTH.

**Bismuth.** Bi = 210. — Métal blanc, légèrement rougeâtre, avec un éclat métallique très vif, à structure cristalline, cassant, se réduisant facilement en poudre.

*Densité* = 9,82. *Coefficient de dilatation* = 0,00013917. *Chaleur spécifique* = 0,0305. *Point de fusion* = 265°; sensiblement volatil.

Cristallise facilement en trémies (composées de rhomboèdres de 87°,40) recouvertes d'une très mince pellicule d'oxyde, qui leur donne de belles teintes rouges, bleues et vertes.

*Conductibilité électrique* = 1,19 (argent = 100). *Conductibilité calorifique* = 61 (argent = 100).

Se rencontre à l'état natif en masses lamellaires, ou au moins laminaires. On le débarrasse de ses gangues par liquation.

A Meymac (Corrèze) se trouve un gisement de bismuth hydrocarbonaté, découvert en 1873 par M. Carnot, mélangé de bismuth natif, de wolfram, de plomb carbonaté et sulfaté, de mispickel, etc. Pour en extraire le bismuth, on attaque le minerai, à une douce chaleur par l'acide chlorhydrique; on filtre et on soumet le résidu à un second traitement semblable, puis à un troisième. On introduit ensuite, dans la liqueur filtrée, des barreaux de fer qui précipitent le bismuth sous forme d'une poudre noire, que l'on sépare du liquide. On lave la poudre, on la comprime et on la sèche; on la tasse dans un creuset de plombagine, avec du charbon pilé placé par dessus, et on chauffe sans dépasser le rouge. Le bismuth est coulé en lingots; il renferme une petite quantité d'arsenic, d'antimoine et de plomb.

On trouve en Bolivie un minerai sulfuré, contenant 20 à 37 0/0 de bismuth, 9 à 12 0/0 de cuivre et 10 à 12 0/0 de fer, avec de petites quantités d'antimoine, de plomb et d'argent. Ce minerai est traité à Saint-Denis par le procédé suivant: On le grille pendant vingt-quatre heures sur la sole d'un four à réverbère, sur laquelle on projette de temps en temps du charbon en poudre; on agite la masse avec des râbles. Le résidu du grillage est mélangé avec 3 0/0 de charbon et avec un fondant composé de chaux, de sel de soude et de spath fluor, puis fondu dans un four à réverbère, dont la sole est creusée en cuvette. On ferme le registre de façon à ce que la flamme soit réductrice, afin de faciliter l'action du charbon et d'empêcher la volatilisation du bismuth. Après deux heures, on coule la masse fondue

qui, par le refroidissement, se sépare en trois couches ; au fond, on trouve un culot de bismuth, puis une masse composée de sulfures de bismuth et de cuivre, contenant 5 à 8 0/0 de bismuth, et enfin une scorie vitreuse. La matte est soumise au même traitement. Le bismuth brut contient environ 2 0/0 d'antimoine et de plomb, 2 0/0 cuivre et des traces d'argent.

Pour purifier le bismuth du commerce, il faut le fondre avec  $\frac{1}{10}$  de son poids de nitre ; le soufre et l'arsenic s'oxydent et forment des sulfates et des arsénates de potasse que l'on dissout en traitant la masse fondue par l'eau bouillante. On attaque ensuite le bismuth par l'acide azotique, on ajoute à la solution étendue de l'acide chlorhydrique qui précipite l'argent, puis de l'acide sulfurique qui précipite le plomb. On laisse déposer, on décante la liqueur claire et on précipite le bismuth au moyen de la potasse ; on recueille et on lave l'oxyde de bismuth, puis on le réduit par le charbon.

Le bismuth est employé dans l'industrie sous forme d'alliages.

*Alliage de Newton.*

Bismuth	8 parties	} fond à 94°.5
Plomb	5 —	
Étain	3 —	

*Alliage de Wood.*

Cadmium	1 à 2 parties	} fond entre 66 et 71°.
Étain	2 —	
Plomb	2 —	
Bismuth	7 à 8 —	

*Alliage de Darcet.*

Bismuth	2 parties	} fond à 93°.
Plomb	1 —	
Étain	1 —	

**Protoxyde de bismuth.**  $\text{BiO}^2$ . — Se prépare à l'état anhydre en calcinant l'azotate de bismuth ou en chauffant le métal à l'air. Il est jaune paille et fond au rouge. A l'état d'hydrate  $\text{BiO}^2, \text{HO}$ , en versant de la potasse ou de l'ammoniaque dans une solution d'un sel de bismuth. L'hydrate est blanc et insoluble dans l'eau.

**Acide bismuthique.**  $\text{BiO}^3$ . Se prépare à l'état d'hydrate en faisant passer un courant de chlore dans une dissolution concentrée de potasse tenant en suspension de l'oxyde de bismuth hydraté, obtenu par la précipitation de l'azotate de bismuth par un excès de potasse. Il se sépare une poudre rouge composée d'acide bismuthique, d'oxyde de bismuth, de potasse et d'acide chloreux. On la traite par l'acide azotique. On lave le résidu à l'eau pure et on le sèche à 100°. C'est

une poudre rouge claire qui se déshydrate à 130°, en devenant brune.

**Sulfure de bismuth.**  $\text{BiS}^2$ . — Se prépare en faisant fondre dans un creuset une partie de soufre et deux parties de bismuth.

L'hydrogène sulfuré donne dans les solutions de bismuth un précipité noir de sulfure hydraté, soluble dans les acides.

Le sulfure naturel (*bismuthine*) est gris de plomb ou gris d'acier, à éclat métallique très brillant; il se présente ordinairement en cristaux aciculaires imparfaits.

Sa forme primitive est le prisme rhomboïdal droit. Sa densité = 6,5. Il est souvent mélangé à d'autres sulfures.

**Chlorure de bismuth.**  $\text{BiCl}^3$ . — Se prépare en faisant passer un courant de chlore sec sur du bismuth contenu dans une cornue tubulée, chauffée modérément; le chlorure distille et se condense dans un récipient refroidi. Il se présente sous la forme d'une masse blanche, grenue, opaque; très fusible, volatile, deliquescente. Soluble dans une petite quantité d'eau, en donnant une liqueur sirupeuse qui se décompose par une addition d'eau en laissant déposer de l'oxychlorure  $(\text{BiO}^3)^2, \text{BiCl}^3$ .

**Azotate de bismuth.**  $\text{BiO}^2, 3\text{AzO}^3, 3\text{HO}$ . — Se prépare en dissolvant le bismuth métallique dans l'acide azotique étendu, concentrant la liqueur et faisant cristalliser. Se dédouble, au contact de l'eau, en un sel blanc insoluble (sous-azotate de bismuth), tandis que la liqueur devient fortement acide.

**Sous-azotate de bismuth.**  $\text{BiO}^2, \text{AzO}^3 + 2\text{HO}$ . — Le *blanc de fard*, le *blanc de perle*, le *magistère de bismuth* se prépare de la manière suivante :

On prend

Acide azotique (densité = 1,390) . . . . .	460 grammes.
Eau distillée . . . . .	440 —
Bismuth purifié . . . . .	200 —

On introduit peu à peu le bismuth pulvérisé dans l'acide azotique mélangé avec la quantité d'eau prescrite et on laisse la dissolution se faire à froid; on ne chauffe que vers la fin de l'opération. Quand le dégagement de vapeurs nitreuses a cessé et que la solution est complète, on ajoute de l'eau distillée jusqu'à commencement de précipité persistant. On filtre et on concentre la liqueur jusqu'aux deux tiers de son poids; on laisse cristalliser.

On lave les cristaux avec de l'eau acidulée (une partie d'acide pour quatre parties d'eau), on les fait égoutter et on les triture avec quatre fois leur poids d'eau. On verse la bouillie ainsi obtenue dans vingt parties d'eau bouillante, en agitant vivement.

On recueille le précipité sur une toile et on le lave avec cinq

parties d'eau distillée ; on l'exprime et on le sèche à une douce chaleur.

Le sous-nitrate de bismuth se présente sous la forme d'une poudre d'un beau blanc, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide azotique ; il se noircit sous l'influence des émanations sulfhydriques.

Employé en médecine comme antidiarrhérique.

### BORE.

**Bore.** Bo = 11. — Gay-Lussac et Thénard ont préparé le bore en réduisant l'acide borique par le potassium :



En traitant la masse par l'eau bouillante, le borate de potasse se dissout, et il reste le bore qu'on recueille sur un filtre et qu'on purifie par des lavages à l'eau alcoolisée. Sainte-Claire Deville et Wöhler ont indiqué le procédé suivant :

On projette dans un creuset en fer porté au rouge un mélange formé de :

Acide borique fondu . . . . .	10
Sodium en fragments . . . . .	6

On recouvre immédiatement ce mélange d'une couche de chlorure de sodium fondu, on ferme le creuset avec un couvercle en fer et on chauffe jusqu'à complète fusion. On coule ensuite la masse dans de l'eau additionnée d'acide chlorhydrique ; le bore se précipite sous forme de poudre verdâtre. On recueille le bore, on le lave d'abord à l'eau acidulée, puis à l'eau pure et on le dessèche à la température ordinaire.

Le bore se présente sous forme d'une poudre vert foncé, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, etc. et infusible. Il brûle à l'air en se transformant en acide borique.

Il se combine au rouge à l'azote pour former de l'azoture de bore. Il se dissout dans l'aluminium en fusion.

*Borure d'aluminium.* — Wöhler et Sainte Claire-Deville ont décrit sous le nom de bore graphitoïde et de bore adamantin des combinaisons du bore avec l'aluminium et le carbone, obtenues en réduisant l'acide borique par l'aluminium.

D'après M. Joly, la réduction de l'acide borique par l'aluminium fournit, suivant les conditions de l'opération, différents produits, qui sont :

1° Le borure  $\text{AlBo}$ , en lamelles hexagonales jaunes, à l'éclat métallique, non transparentes ;

- 2° Le borure  $\text{AlBo}^6$ , en grands cristaux lamellaires noirs ;  
 3° Des cristaux quadratiques à éclat adamantin, renfermant du carbone et de l'aluminium ;  
 4° Un ou plusieurs carbures de bore, provenant de la transformation à température élevée des produits précédents, en présence du charbon et de l'acide borique en excès.

**Acide borique.**  $\text{BoO}^3, 3\text{HO}$ . — Se présente sous forme de lamelles brillantes contenant 3 équivalents d'eau. Sous l'influence de la chaleur, il perd peu à peu son eau de cristallisation et éprouve, au rouge sombre, la fusion ignée. Par le refroidissement, il se prend en une masse vitreuse. Il se volatilise lentement au rouge. Sa solubilité dans l'eau est indiquée dans le tableau suivant :

Température.	Acide anhydre.	Acide hydraté.
0°	11 gr. 0 par litre.	19 gr. 5 par litre.
20	22 5 —	40 0 —
40	39 5 —	70 0 —
80	95 0 —	168 2 —
102	164 5 —	291 2 —

L'acide borique existe en dissolution dans les eaux de certains lacs ; il y est amené par des jets de vapeur ou fumerolles qui, s'échappant de l'intérieur de la terre, sont reçus dans ces eaux et y abandonnent l'acide borique qu'ils contenaient. En Toscane, dans la région qui entoure Castel-Nuovo, le sol est percé de crevasses par lesquelles s'échappent des gaz (*suffioni*), renfermant de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique, de l'hydrogène sulfuré, de l'azote, de l'hydrogène et de l'acide borique. Autour de ces crevasses, on creuse et on maçonne des petits bassins (*lagoni*) que l'on remplit d'eau à moitié ; les gaz qui se dégagent abandonnent l'acide borique à cette eau. Par un écoulement méthodique à travers plusieurs lagoni successifs disposés en échelle, on arrive à faire marquer à cette eau 1°3 Baumé. On la laisse reposer afin de l'éclaircir, puis on la fait écouler avec une vitesse déterminée, sur une longue nappe de plomb légèrement inclinée à l'horizon et munie de cannelures transversales ; cette nappe est chauffée directement en dessous par la vapeur d'un lagoni. L'eau arrive sur la partie supérieure de la nappe avec une vitesse calculée de telle façon que le filet d'arrivée soit, grâce à l'évaporation sur tout le parcours, remplacé à la sortie par une chute goutte à goutte. Le liquide concentré est reçu dans une chaudière, dans laquelle la concentration est poussée jusqu'à ce que qu'il marque 10° Baumé ; il passe ensuite dans des cristallisoirs en bois. Les eaux-mères retournent à la partie supérieure de la nappe afin qu'elles se concentrent de nouveau. Les cristaux d'acide borique sont égouttés et desséchés.

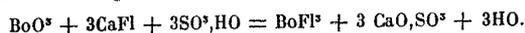
On prépare aussi l'acide borique au moyen du borate de chaux de

l'Asie Mineure ; on le transforme en borate de soude au moyen du carbonate de soude. Les cristaux de borate de soude sont dissous dans l'eau ; on ajoute de l'acide chlorhydrique ; par le refroidissement l'acide borique se dépose en cristaux.

**Chlorure de bore.**  $\text{BoCl}_3$ . — S'obtient en faisant passer un courant de chlore sur du bore amorphe chauffé dans un tube en verre ; le chlorure de bore formé va se condenser dans un tube en U plongé dans un réfrigérant.

C'est un liquide très mobile, entrant en ébullition à  $17^\circ$ .

**Fluorure de bore.**  $\text{BoF}_3$ . — Se prépare en chauffant dans un ballon une partie d'acide borique fondu, deux parties de fluorure de calcium et douze parties d'acide sulfurique monohydraté :



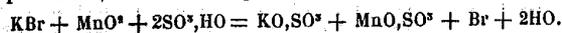
C'est un gaz incolore, d'une densité égale à 2,3124, très avide d'eau.

## BROME.

**Brome.**  $\text{Br} = 80$ . — Liquide brun très foncé, rouge hyacinthe en couche mince, d'une odeur désagréable rappelant celle du chlore. Densité = 2,966.

Densité de vapeur = 5,3933. Chaleur spécifique = 0,0843. Se solidifie à  $-7^\circ$  ; bout à  $+63^\circ$  ; soluble à  $+15^\circ$  dans 33 fois son poids d'eau, beaucoup plus soluble dans l'alcool et surtout dans l'éther.

Dans les laboratoires, on prépare le brome au moyen du bromure de potassium, d'acide sulfurique et de bioxyde de manganèse ;



Dans l'industrie, on l'extrait de différentes sources :

1° *Des eaux-mères des cendres de varech.* — Les varechs, après avoir été desséchés, sont incinérés dans des fosses ; les cendres sont lessivées méthodiquement. La liqueur renferme du sel marin, du chlorure de potassium et du carbonate de soude, que l'on extrait par des cristallisations successives. On précipite alors l'iode au moyen d'un courant de chlore passant dans la liqueur refroidie. On introduit la liqueur dans des touries en grès et on la mélange avec de l'acide sulfurique et du bioxyde de manganèse ; on chauffe les touries au bain de sable, et on recueille le brome qui se dégage dans un récipient refroidi contenant de l'acide sulfurique destiné à empêcher l'évaporation du brome.

2° *Des eaux-mères des salines.* — Lorsqu'on a extrait par les procédés indiqués par Balard, des eaux-mères des marais salants, le sulfate de soude, le chlorure double de potassium et de magnésium et enfin le chlorure de magnésium, on les traite par l'acide sulfurique, à une température qui ne doit pas dépasser 126°. Il se dégage de l'acide chlorhydrique, et il se forme des sulfates que l'on fait cristalliser. Les eaux-mères sont ensuite chauffées avec du bioxyde de manganèse et de l'acide sulfurique.

3° *Des salines de Stassfurt.* — Les eaux-mères, qui ont laissé déposer le chlorure de potassium et ensuite le chlorure de magnésium, sont traitées par l'acide sulfurique et le bioxyde de manganèse. Les vapeurs de brome, qui ont échappé à l'action du réfrigérant, passent dans un flacon contenant de l'eau et de la tournure de fer ; il se forme du bromure de fer qu'on remet dans l'appareil producteur, où il est ensuite décomposé par l'acide sulfurique et le bioxyde de manganèse.

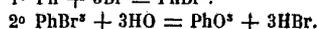
**Acide hypobromeux.**  $\text{BrO},\text{HO}$ . — Se prépare en mélangeant avec de l'eau bromée une dissolution d'azotate d'argent :



On distille ensuite à une température inférieure à 40° ; on obtient un liquide jaune paille.

**Acide bromique.**  $\text{BrO}^3,\text{HO}$ . — Se prépare au moyen du bromate de baryte que l'on décompose strictement par l'acide sulfurique étendu de deux fois son poids d'eau. On laisse reposer, on décante la liqueur claire et on l'évapore dans le vide.

**Acide bromhydrique.**  $\text{HBr}$ . — Se prépare en chauffant dans une cornue un mélange de brome, de phosphore rouge et d'eau ; le brome s'unit au phosphore pour former du bromure de phosphore qui est ensuite décomposé par l'eau :



Les proportions les plus convenables sont :

Phosphore rouge . . . . .	1 partie.
Brome . . . . .	10 —
Eau . . . . .	15 —

L'acide bromhydrique est un gaz incolore, d'une saveur acide, d'une odeur rappelant celle de l'acide chlorhydrique, répandant à l'air d'épaisses fumées. Sa densité est égale à 2,798. 1 litre pèse 3 gr. 63, il se liquéfie à — 69° et se solidifie à — 73°. Très soluble dans l'eau qui en dissout 600 fois son volume.

## CADMIUM.

**Cadmium.** Cd = 56. — Métal blanc brillant, ressemblant à l'étain, mou, très malléable, très ductile. Fondu, sa densité est égale à 8,604; laminé, elle est de 8,69. Sa chaleur spécifique est de 0,0566; son coefficient de dilatation = 0,0000313. Il fond à 320° et bout à 860° avec un dégagement de vapeur orangée. Attaqué par les acides sulfurique, azotique et chlorhydrique. Cristallise en octaèdres réguliers.

Le cadmium accompagne presque toujours, en petite quantité, le zinc dans ses minerais, surtout dans ceux qui proviennent de Silésie. La *calamine* de Silésie contient 5 p. 100 de cadmium, celle de Wiesloch, plus de 2 p. 100; la *blende* de Przibram en renferme 1,78 p. 100, et celle d'Eaton, en Amérique, 3 p. 100.

On prépare le cadmium au moyen de la poussière noirâtre que l'on recueille au commencement de la distillation du zinc provenant des minerais cadmifères. On mélange cette poussière avec du charbon de bois et on l'introduit dans des cornues cylindriques en fonte, munies d'allonges inclinées en tôle et de forme conique. Le cadmium impur, mêlé de zinc, se condense dans la partie la plus froide; en renouvelant ces réductions et ces distillations, on arrive à obtenir le cadmium à peu près pur.

**Oxyde de cadmium.** CdO. — Se prépare par la calcination du carbonate ou de l'azotate de cadmium. Il est jaune brun, plus ou moins foncé suivant la température à laquelle il a été préparé. Facilement réduit par le charbon et l'hydrogène.

**Chlorure de cadmium.** CdCl. — Se prépare en dissolvant le cadmium dans l'acide chlorhydrique.

**Sulfure de cadmium.** CdS. — Se prépare en précipitant un sel de cadmium par l'acide sulfhydrique ou le sulfhydrate d'ammoniaque. Desséché, il est pulvérulent et d'une belle couleur jaune; il est employé comme matière colorante (*jaune de cadmium*). Se trouve à l'état natif (*greenockite*).

**Sulfate de cadmium.** CdO, SO<sup>4</sup> + 4HO. — Blanc, très soluble dans l'eau; se dépose de ses solutions aqueuses sous forme de prismes droits à base rectangle, contenant quatre équivalents d'eau. Soumis à l'action de la chaleur, perd son eau de cristallisation, sans fondre; au rouge blanc, se décompose en acide sulfureux, oxygène et oxyde de cadmium. Se prépare en attaquant le carbonate ou l'oxyde de cadmium par l'acide sulfurique.

**Carbonate de cadmium.** CdO, CO<sup>2</sup>. — Se prépare par double décomposition en versant une solution de carbonate d'ammoniaque

dans la solution d'un sel de cadmium. Sert à la préparation de tous les sels de cadmium.

### CALCIUM.

**Calcium.** Ca = 20. — Métal d'un jaune clair, très ductile, se laissant facilement limer, couper et marteler. Sa densité est égale à 1,584. Peut se conserver quelques jours à l'air sec sans perdre son éclat ; à l'air humide se recouvre d'une couche grisâtre de chaux. Isolé, pour la première fois par Davy, en décomposant la chaux par le courant électrique. Se prépare par le procédé suivant, dû à MM. Liès-Bodard et Jobin : On place, dans un creuset de fer fermé à vis, une partie de sodium, que l'on recouvre de sept parties d'iodure de calcium, puis on chauffe au rouge sombre pendant une demi-heure, en imprimant de temps en temps des mouvements de rotation au creuset. On chauffe ensuite au rouge vif pendant une heure et demie ou deux heures, en évitant d'aller jusqu'au rouge blanc, car alors la réaction inverse aurait lieu. On retire le creuset du feu et on le laisse refroidir ; on trouve alors un culot du calcium recouvert d'une légère couche de sodium, ou bien des globules brillants disséminés dans la masse.

**Chaux.** CaO. — Matière blanche, amorphe, terreuse, caustique, d'une densité égale à 2,3, verdissant le sirop de violettes, infusible à la chaleur du chalumeau oxyhydrique. Elle a une grande affinité pour l'eau ; elle absorbe rapidement ce liquide en donnant naissance à un dégagement considérable de chaleur et en faisant entendre un sifflement ; elle gonfle (*foisonnement*), se fendille et se réduit en poussière. La chaux hydratée, ainsi obtenue, représente, si on n'a pas ajouté trop d'eau, un monohydrate CaO.HO, qu'on désigne sous le nom de *chaux éteinte*. Quand on verse sur la chaux éteinte une quantité d'eau considérable, il se forme une bouillie épaisse appelée *lait de chaux*. La chaux est peu soluble dans l'eau, et se dissout en plus grande proportion dans l'eau froide que dans l'eau chaude : ainsi

à 0°	1 litre d'eau dissout environ.	1 gr. 40	de chaux.
à 30°	—	1 gr. 20	—
à 100°	—	0 gr. 60	—

La dissolution de chaux dans l'eau porte le nom d'*eau de chaux*. La chaux se prépare industriellement par la calcination des calcaires.

Toutes les pierres calcaires sont susceptibles de se convertir en chaux par la calcination, mais suivant leur composition, elles fournissent des chaux très diverses que l'on peut rapporter aux trois types suivants : chaux grasse, chaux maigre, chaux hydraulique.

Lorsqu'on calcine du marbre blanc ou des calcaires à peu près purs, c'est-à-dire ne contenant que quelques centièmes d'argile, de magnésie ou de sable mélangé, on obtient de la chaux grasse, substance ayant le propriété de se combiner avec l'eau en développant une haute température et de présenter un foisonnement considérable. La chaux éteinte, ainsi produite, réduite en pâte molle durcit au contact de l'air en absorbant l'acide carbonique ; mais placée sous l'eau, elle conserverait son état mou, s'y dissolverait peu à peu et finirait par disparaître. Mais lorsque les calcaires sont mélangés en fortes proportions de magnésie, d'oxyde de fer ou de sable quartzeux, et qu'ils ne renferment que peu ou pas d'argile, les chaux produites par leur calcination se délitent encore par le contact de l'eau, en ne développant que peu de chaleur et en ne foisonnant presque pas ; elles durcissent à l'air, mais non dans l'eau ; ce sont les chaux maigres non hydrauliques.

Lorsque la matière contenue dans le calcaire est de l'argile ou de la silice très divisée, et que sa proportion s'élève au moins à 10 ou 15 p. 100 du poids du calcaire, la chaux qui résulte de sa calcination est encore une chaux maigre, c'est-à-dire qu'elle ne foisonne pas, ou seulement très peu, et qu'elle ne développe qu'une quantité peu considérable de chaleur à l'extinction ; mais elle jouit de la propriété remarquable de durcir sous l'eau, après un temps plus ou moins long. Aussi lui a-t-on donné le nom de chaux hydraulique.

Vicat partage les chaux hydrauliques en trois classes :

1° Les chaux éminemment hydrauliques ou celles qui font prise du deuxième au quatrième jour d'immersion ; après six mois, elles ont acquis la dureté de la pierre ;

2° Les chaux hydrauliques ou celles qui font prise du sixième au huitième jour ; elles continuent à durcir jusqu'au douzième mois ; mais après six mois d'immersion, elles présentent déjà une dureté remarquable ;

3° Les chaux moyennement hydrauliques ou celles qui font prise après quinze ou vingt jours d'immersion ; mais elles n'atteignent jamais une grande dureté.

Lorsque les chaux contiennent plus de 34 p. 100 d'argile, elles ne s'éteignent plus ou seulement à la longue ; réduites en poudre fine et gâchées avec de l'eau, elles font prises immédiatement, en dégageant de la chaleur, mais la solidification ne persiste pas plus d'une journée à l'air ou sous l'eau. On leur a donné le nom de *chaux-limites* pour indiquer qu'elles ne sont plus hydrauliques, mais qu'elles ne possèdent pas encore la propriété des ciments.

*Ciments*. — On appelle *ciments* des chaux éminemment hydrauliques qui jouissent de la propriété remarquable de durcir en quelques heures, soit à l'air, soit sous l'eau. Ils proviennent de la calcination des calcaires marneux ou argileux, renfermant naturellement et en proportions convenables tous les principes qui les rendent susceptibles d'un durcissement rapide.

Les divers ciments peuvent être rangés en trois catégories :

1° Les ciments *limite inférieure* contenant 39 p. 100 d'argile ; ils font prise instantanément avec l'eau en dégageant de la chaleur, et se comportent au début de la solidification comme les chaux-limites, mais ils ne lâchent jamais prise sous l'eau. Ils contiennent un excès de chaux, et, lorsqu'on les mêle avec une certaine quantité de sable, ils fournissent d'excellents mortiers hydrauliques.

2° Les ciments *ordinaires* contenant 50 p. 100 d'argile ; ils font prise encore plus rapidement que les précédents, aussi faut-il avoir soin pour les employer de les pulvériser par une exposition à l'air et de modérer leur énergie en les éteignant partiellement ;

3° Les ciments *limite supérieure* contenant 73 p. 100 d'argile, se rapprochent de ceux de la classe précédente, mais leur qualité est moins bonne et ils acquièrent moins de dureté après la solidification.

Lorsque la proportion d'argile atteint 90 p. 100, on a la *pouzzolane*. Le tableau suivant donne, d'après les travaux de Vicat, le degré d'hydraulicité des chaux, d'après le rapport de l'argile à la chaux caustique.

Désignation des produits.	Indices d'hydraulicité.
Chaux grasse ou chaux maigre . . . . .	de 0.00 à 0.10
Chaux faiblement hydraulique . . . . .	de 0.10 à 0.16
Chaux moyennement hydraulique . . . . .	de 0.16 à 0.31
Chaux hydraulique . . . . .	de 0.31 à 0.42
Chaux éminemment hydraulique . . . . .	de 0.42 à 0.50
Chaux-limite . . . . .	de 0.50 à 0.65
Ciment . . . . .	de 0.65 à 1.20
Ciment maigre . . . . .	de 1.20 à 3.00
Pouzzolane . . . . .	de 3.00 et au-dessus.

A l'aide de ce tableau, on peut conclure, d'après l'analyse d'un calcaire, le degré d'hydraulicité qu'aura le produit de sa calcination. Il suffit de faire la somme des nombres représentant les divers éléments de l'argile non solubles dans les acides, c'est-à-dire de la silice et de l'alumine, en exceptant le sable, puis de calculer le rapport de cette somme au nombre qui exprime la quantité de chaux caustique contenue dans l'échantillon. Ainsi, supposons que l'analyse d'un calcaire indique qu'il contient 94,7 de carbonate de chaux et 5,3 d'argile. Dans 94,7 de carbonate de chaux, il y a 53 de chaux caustique. Le rapport de l'argile à la chaux est  $\frac{5,3}{53} = 0,10$  ; la chaux qu'on obtiendra par la calcination de ce calcaire sera, ainsi que l'indique le tableau, faiblement hydraulique.

COMPOSITION DES CHAUX DE DIVERSES PROVENANCES

PROVENANCE		NOMS des fabricants.	COMPOSITION CENTÉSIMALE						INDICE d'hydraulicité.	
Usines.	Départements.		Sable siliceux.	Silice combinée.	Alumine.	Peroxyde de fer.	Chaux.	Magnésie.		Acide sulfurique.
Chaux moyennement hydrauliques.										
Ablancourt . . .	Merne . . .	Pochet . . .	12,20	4,90	2,50	59,50	0,90	"	20,00	0,29
Beaune . . .	Côte-d'Or . . .	Ve Faveller-Rogier . . .	13,85	1,75	1,35	60,90	0,70	0,20	20,40	0,26
Cardalon (près Albi) . . .	Tarn . . .	Laverne . . .	13,60	3,60	2,35	67,30	3,20	0,60	8,65	0,26
Les côtes d'Alun . . .	Haute-Marne . . .	Ve Micault . . .	13,35	5,65	2,75	61,70	1,45	0,20	14,15	0,31
Donzé . . .	Maine-et-Loire . . .	Raveneau . . .	14,35	2,90	2,20	63,85	0,80	0,40	15,30	0,27
Echoisy (la Gravelle) . . .	Charente . . .	Nivet . . .	11,70	4,60	2,30	59,20	1,40	"	20,80	0,28
Estialescq . . .	Id. . .	Briand . . .	10,90	4,20	1,75	61,10	1,40	0,50	19,00	0,25
Fresnes . . .	Basses-Pyrénées . . .	Armagnacq . . .	11,20	4,60	2,45	55,25	0,85	0,90	24,10	0,28
La Hève . . .	Seine . . .	Boucher . . .	11,65	5,80	2,05	59,00	0,30	0,90	18,05	0,30
Mélain . . .	Seine-Inférieure . . .	Bowès . . .	12,35	5,10	2,60	61,05	1,25	1,15	16,50	0,29
Massay . . .	Côte-d'Or . . .	Branget . . .	10,60	4,45	1,35	65,85	0,30	0,80	16,45	0,23
La Nerthe . . .	Cher . . .	Bié-Mayet . . .	10,95	2,40	1,45	64,75	0,85	0,90	18,25	0,20
Les Ormes . . .	Bouches-du-Rhône . . .	Carvin . . .	9,80	3,05	2,95	63,35	0,50	0,25	18,95	0,21
Les Pomets (Toulon) . . .	Vienne . . .	De Mandion . . .	12,15	4,75	1,30	64,50	0,80	"	18,25	0,20
Saint-Antonin . . .	Tarn-et-Garonne . . .	Carvin . . .	12,65	5,30	1,60	62,40	0,75	0,70	17,45	0,27
Troguès . . .	Indre-et-Loire . . .	Pénard . . .	10,40	2,50	2,35	62,80	2,30	3,40	11,20	0,29
		Gris . . .	10,40	2,50	2,35	65,35	0,65	0,90	17,35	0,20



PROVENANCE		NOMS des fabricants.	COMPOSITION CENTESIMALE							INDICE d'hydraulicité.	
Usines.	Départements.		Sable siliceux.	Silice combinée.	Alumine.	Peroxyde de fer.	Chaux.	Magnésie.	Acide sulfurique.		Perte au feu et produits non dosés.
Saint-Astier	Dordogne	Blanc	"	21,85	1,35	2,85	62,25	1,05	0,50	10,15	0,37
Saint-Aurè (près Vi- viens)	Ardeche	Damon	0,85	16,30	2,95	2,45	58,00	0,85	2,60	15,90	0,35
Saint-Bazille	Hérault	Société anonyme.	"	17,00	4,80	2,15	61,75	1,55	1,80	11,75	0,35
Saint-Martin (près Dôle)	Jura	Besson	"	17,90	5,40	2,20	58,65	1,40	1,15	13,30	0,41
Saint-Michel	Savoie	Comp. des usines	"	14,20	5,40	2,10	62,20	2,40	"	13,70	0,31
Savasse (Homme d'armes)	Drôme	Société anonyme.	0,15	19,70	0,75	1,10	63,55	0,60	0,30	13,85	0,32
Le Seilley à Ville- sous-la-Ferrière	Id.	Société des Bétons agglomérés	"	14,10	5,20	2,80	60,50	1,70	"	15,60	0,32
Montant du Seilley	Aube	Jacob, Gaudin et Co.	0,50	17,20	0,80	2,50	59,20	0,55	0,40	14,75	0,43
Senonches	Eure-et-Loir	Hérissey et Co.	"	21,60	1,50	1,50	61,10	1,70	"	13,70	0,38
Tell (Latauge du)	Ardeche	Favin de Latauge	"	23,13	1,72	0,75	62,70	0,77	"	16,69	0,39
Tell (détroit du)	Id.	Soulier, Brunot	0,40	20,05	1,80	0,55	63,10	0,65	0,30	17,45	0,32
Trogues	Indre-et-Loire	Daven et Merme	1,85	20,40	2,80	1,10	61,95	0,55	0,30	11,55	0,37
Vaison	Vaucluse	Lataud	0,65	22,60	1,50	0,65	61,25	0,20	0,30	14,75	0,41
Id.	Id.	Duffrene	0,75	22,60	1,69	0,80	61,50	0,20	0,35	13,55	0,39
Warcq	Ardennes	Martinet-Pépin	1,40	14,70	2,85	4,15	55,75	0,05	0,05	18,95	0,33
Xaintraillies	Lot-et-Garonne	Cassaigne de Mary	0,25	18,35	7,80	2,55	60,30	1,20	0,10	3,45	0,39

## ANALYSES DE DIVERS CIMENTS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Provenance.	Silice.	Alumine.	Oxyde de fer.	Chaux.	Magnésie.	Acide sulfurique.	Perte au feu.	Sable siliceux.	Produits non dosés.	Total.
Ciments français.	22,20	6,72	2,28	67,31	0,95	0,26	0,40	»	»	100,12
	23,50	7,75	2,95	64,07	0,58	0,60	0,85	»	»	100,30
	21,70	7,48	2,57	65,54	0,90	0,77	1,20	»	»	100,16
	23,40	7,36	2,84	63,70	0,95	1,02	0,80	»	»	100,07
	24,50	7,09	2,81	62,40	0,85	0,70	1,25	»	0,40	100,00
	25,40	6,65	2,75	61,60	1,08	0,84	1,10	0,60	»	100,02
	21,80	6,56	2,64	67,12	0,72	0,34	0,40	0,12	»	100,00
	24,25	5,20	2,30	63,61	0,79	0,68	2,40	0,70	0,07	100,00
22,30	8,04	3,71	58,68	2,20	2,23	2,55	0,25	0,04	100,00	
Ciments anglais.	23,15	7,83	3,37	61,40	1,07	1,47	1,45	»	0,24	100,00
	23,30	7,65	3,10	62,20	1,04	1,06	1,60	»	0,05	100,00
	23,15	7,88	3,37	61,30	0,33	1,10	2,95	»	»	100,08
	23,70	7,80	3,40	59,36	0,55	1,25	1,10	»	»	100,06
	22,25	8,22	3,38	60,48	1,00	1,35	3,00	0,45	»	100,13
	21,95	7,99	3,91	59,08	1,04	1,52	4,35	0,35	»	100,19
	21,60	6,30	4,30	62,72	0,98	1,02	2,95	0,30	»	100,17
	21,35	7,15	3,75	62,16	0,95	1,06	3,20	0,25	0,13	100,00
20,30	8,63	3,37	59,92	1,06	1,45	4,25	0,40	0,62	100,00	
Ciments allemands.	22,60	7,01	4,04	63,11	1,79	0,37	1,08	»	»	100,00
	21,75	8,16	3,64	63,39	2,30	0,51	0,25	»	»	100,00
	21,30	10,60	3,60	62,23	1,44	0,68	»	»	0,15	100,00
	24,85	6,07	2,43	64,40	1,26	0,51	»	»	0,48	100,00*
	22,80	6,30	2,70	66,40	1,08	0,63	»	»	0,09	100,00*
	23,70	5,25	2,70	67,18	1,00	1,40	»	»	»	100,00*
	22,40	7,30	2,70	62,83	1,21	1,58	2,25	0,10	»	100,37*
	22,80	7,46	2,84	63,28	1,24	0,98	1,55	0,20	»	100,35
22,25	7,85	5,30	58,12	2,08	1,05	3,35	0,25	»	100,15	
20,80	8,66	3,64	62,52	1,68	0,89	4,85	0,10	»	100,14	
Ciments belges.	24,85	6,45	2,70	61,44	0,70	1,03	2,95	»	»	100,12
	24,05	6,99	2,41	60,90	0,45	1,13	4,30	»	»	100,13
	24,50	8,51	2,84	60,03	0,88	1,54	1,20	0,60	»	100,10
	24,30	6,13	3,47	60,19	0,70	1,13	2,70	1,30	0,08	100,00

Composition chimique des pouzzolanes artificielles. — Les tableaux suivants donnent, d'après Vicat, Delesse, Ravier, etc., la composition chimique des pouzzolanes artificielles les plus estimées :

\* Analyses de ciments en roche.

DÉSIGNATION des pouzolanes.	Chaux.	Carbonate de chaux.	Silice.	Alumine.	Magnésie.	Peroxyde de fer.	Oxyde de manganèse.	Principes solubles et volatils.	Soude.	Matières inertes.	Perte et eau.
Pouzzolane d'argile fine ocreuse.....	"	"	65,50	22,35	"	10,40	"	1,75	"	"	"
Pouzzolane d'argile réfrac- taire de Paviers.....	"	"	49,04	32,56	2,30	"	"	"	"	14,10	"
Pouzzolane d'argile blanche	4,00	"	66,50	33,50	"	"	"	"	"	"	"
Pouzzolane d'argile de la Rance (Saint-Malo)....	13,00	8,07	30,50	13,50	"	4,00	"	0,92	"	30,00	"
Pouzzolane d'arène rouge, sableuse, d'Alger.....	"	"	75,50	19,33	2,65	8,92	"	1,75	"	21,00	"
Pouzzolane de schiste cal- ciné.....	4,00	"	46,00	26,00	0,00	14,00	"	"	"	"	2,00
Pouzzolane de basalte cal- ciné.....	9,50	"	44,50	16,75	"	20,00	2,37	"	2,60	"	4,58

Désignation des matières.	Argile.		Sable mixte.	Magnésie.	Peroxyde de fer.	Chaux.	Eau.	Principes alcalins et volatils.	Totaux.
	Silice.	Alumine.							
Pouzzolane de Rome (caves de St-Paul).	5,00	47,66	14,33	3,86	10,33	7,66	7,03	4,13	100,00
— du Vésuve, brune . . . . .	20,00	24,50	15,75	traces.	16,30	8,95	3,50	41,00	100,00
— du Vésuve, gris foncé. . . . .	1,50	44,50	16,76	3,00	15,50	10,00	5,00	4,00	100,00
— du Vésuve, gris clair . . . . .	2,50	42,00	15,50	4,40	12,50	9,50	33,33	40,27	100,00
— du Vivarais, grise . . . . .	3,95	35,09	17,65	3,17	16,82	4,26	19,06	»	100,04
— du Vivarais, brune . . . . .	7,48	30,73	14,63	2,49	24,92	3,73	19,02	»	100,00
— de l'Hérault, brune . . . . .	4,50	38,50	18,35	»	14,90	8,70	7,75	7,30	100,00
— de Rachegoun (Algérie) . . . . .	8,00	36,70	19,70	3,33	6,70	8,05	4,90	8,88	96,26 <sup>1</sup>
— de l'Île-Bourbon, brune . . . . .	1,00	25,67	16,33	traces.	40,00	»	17,00	»	100,00
— de Santorin . . . . .	»	68,50	13,34	»	6,23 <sup>2</sup>	2,36	1,45	8,15	100,00
Trass d'Andernach (Prusse) . . . . .	»	48,94	18,95	2,42	12,34	5,41	11,58	»	99,64
— de Hollande . . . . .	»	46,60	20,60	»	12,00	3,00	12,80	5,00	100,00
— des bords du Rhin . . . . .	8,75	46,25	20,71	1,00	5,48	2,15	9,25	6,30	99,19

<sup>1</sup> Plus 2,97 de carbonate de chaux.

<sup>2</sup> Y compris 0,73 de peroxyde de manganèse.

**Chlorure de Calcium.**  $\text{CaCl}_2$ . — Se présente sous forme de prismes à six pans terminés par des pyramides, renfermant 6 équivalents d'eau, incolores et d'une saveur amère ; desséchés dans le vide, ces cristaux laissent dégager 4 équivalents d'eau. Soumis à l'action de la chaleur, le chlorure hydraté fond d'abord dans son eau de cristallisation, puis éprouve ensuite la fusion ignée.

Fondu, il est phosphorescent dans l'obscurité, lorsqu'il a été exposé auparavant à la lumière solaire. (*Phosphore de Homberg*).

Anhydre, il est très avide d'eau ; aussi est-il employé pour dessécher les gaz et pour enlever à certains liquides l'eau qu'ils renferment.

Se prépare en attaquant le marbre ou la craie par l'acide chlorhydrique ; on évapore et on fait cristalliser.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE CHLORURE DE CALCIUM, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A  $+ 15^\circ$ .

Poids spécifique.	Chlorure de calcium p. 100.	Poids spécifique.	Chlorure de calcium p. 100.	Poids spécifique.	Chlorure de calcium p. 100.
1,00852	1	1,13360	15	1,27704	29
1,01704	2	1,14332	16	1,28789	30
1,02555	3	1,15305	17	1,29917	31
1,03407	4	1,16277	18	1,31045	32
1,04259	5	1,17250	19	1,32174	33
1,05146	6	1,18222	20	1,33302	34
1,06033	7	1,19251	21	1,34430	35
1,06921	8	1,20279	22	1,35610	36
1,07808	9	1,21308	23	1,36790	37
1,08695	10	1,22336	24	1,37970	38
1,09628	11	1,23365	25	1,39150	39
1,10561	12	1,24450	26	1,40330	40,66
1,11494	13	1,25535	27	1,41414	
1,12427	14	1,26619	28		

**Fluorure de Calcium.**  $\text{CaF}_2$ . — Se rencontre dans la nature en abondance. La *fluorine* se présente en cristaux cubiques, plus rarement en octaèdres et en dodécaèdres rhomboïdaux, d'un blanc limpide, verts, jaunes, violets ou bleuâtres, transparents ou translucides, quelquefois opaques. Sa densité varie de 3,1 à 3,2.

Se prépare, dans les laboratoires, par double décomposition, en précipitant un fluorure alcalin soluble par un sel de chaux.

Employé comme fondant dans les opérations métallurgiques.

**Carbonate de chaux.**  $\text{CaO}, \text{CO}_2$ . — Pur, il est complètement blanc. Sa densité varie de 2,72 à 2,94. N'est pas complètement insoluble dans l'eau qui, à  $0^\circ$ , en dissout  $\frac{2 \text{ à } 3}{100000}$ , et à  $100^\circ$ ,  $\frac{18 \text{ à } 11}{100000}$ . L'eau chargée d'acide carbonique en dissout une plus grande proportion.

Chauffé au rouge, il se décompose en acide carbonique et en chaux.

Il est très répandu dans la nature. Ses nombreuses variétés peuvent se rapporter aux grandes divisions suivantes :

- 1° Carbonate de chaux cristallisé (*spath d'Islande, aragonite*).
- 2° — lamelleux.
- 3° — fibreux (*stalactites, stalagmites, albâtre, travertins*).
- 4° — saccharoïde (*marbres*).
- 5° — compacte (*pierres à chaux, pierres à bâtir*).
- 6° — terreux (*craie, marnes*).

Employé pour la fabrication de la chaux.

**Sulfate de Chaux.** — Anhydre, il a pour formule  $\text{CaO},\text{SO}_3$  ; se rencontre dans la nature, surtout à l'état de masses clivables, lamellaires ou saccharoïdes (*Anhydrite* ou *Karsténite*). Blanc limpide ou mat ; blanc rosé, translucide ; bleuâtre, rougeâtre, translucide ou opaque. Sa densité est égale à 2,899.

Exposé à l'air, absorbe l'eau et se transforme en sulfate hydraté.

À l'état hydraté, il a pour formule  $\text{CaO},\text{SO}_3,2\text{H}_2\text{O}$  ; il constitue le gypse. Sa couleur est d'un blanc limpide ou mat, quelquefois jaunâtre, translucide. Sa densité est égale à 2,25. Sa forme primitive est le prisme oblique rhomboïdal ; sa forme ordinaire est celle dite en *fer de lance*. On le trouve aussi à l'état fibreux, à l'état saccharoïde (*albâtre*), et à l'état compacte.

Soumis à l'action de la chaleur, il perd ses deux équivalents d'eau (*plâtre*) ; mis ensuite en contact avec l'eau, il reprend deux équivalents d'eau.

Le sulfate de chaux est peu soluble dans l'eau. D'après Marignac :

1 litre d'eau à	0°	dissout	1 <sup>r</sup> ,90	de sulfate de chaux.
—	38°	—	2 <sup>r</sup> ,14	—
—	99°	—	4 <sup>r</sup> ,75	—

**Azotate de Chaux.**  $\text{CaO},\text{AzO}_3$ . — Déliquescent, très soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool. Cristallise en prismes hexagonaux terminés par des pyramides à six faces ; ces cristaux renferment 4 équivalents d'eau, fondent à 44° dans leur eau de cristallisation, puis se décomposent en laissant de la chaux anhydre.

Se prépare en dissolvant le carbonate de chaux dans l'acide azotique. On évapore la solution à siccité, on calcine le résidu légèrement afin de décomposer les azotates de fer, d'alumine et de magnésie, on reprend par l'eau, on fait bouillir, on filtre et on fait cristalliser.

TABLE INDICANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'AZOTATE DE CHAUX, D'APRÈS LEUR POIDS SPÉCIFIQUE A 12°,5.

Poids spécifique.	Azotate de chaux p. 100.	Poids spécifique.	Azotate de chaux p. 100.	Poids spécifique.	Azotate de chaux p. 100.
1,0052	1	1,0411	8	1,0950	20
1,0104	2	1,0481	9	1,1044	22
1,0156	3	1,0510	10	1,1112	24
1,0208	4	1,0601	12	1,1185	26
1,0260	5	1,0690	14	1,1257	28
1,0310	6	1,0777	16	1,1320	30
1,0361	7	1,0864	18	1,1383	32

**Hypochlorite de Chaux.** — Cette substance, connue sous le nom de *Chlorure de chaux*, est blanche, amorphe, pulvérulente, exhalant une faible odeur de chlore, très soluble dans l'eau en laissant un résidu blanc d'hydrate de chaux. C'est un mélange d'hypochlorite de chaux, de chlorure de calcium et de chaux. Se prépare, dans l'industrie, en faisant passer un courant de chlore sur de la chaux éteinte tamisée et ne contenant pas de magnésic, car autrement il se formerait du chlorure de magnésium déliquescent.

Est employé, dans la fabrication des papiers, pour décolorer les chiffons, pour assainir les hôpitaux, les prisons, les égouts, etc.

**Chlorométrie.** — La valeur commerciale d'un chlorure de chaux, dépend de la quantité de chlore qu'il peut dégager sous l'influence des acides. Il est donc important de pouvoir faire facilement cette détermination.

La procédé, suivi généralement aujourd'hui, est dû à Gay-Lussac; il est fondé sur les deux faits suivants :

1° L'acide arsénieux en dissolution dans l'acide chlorhydrique faible se change, sous l'influence du chlore et de l'eau, en acide arsénique :



2° Cette oxydation peut s'effectuer dans une liqueur colorée avec de l'indigo. Le chlore n'agit sur la matière colorante, d'une manière bien appréciable au moins, que lorsque l'oxydation de l'acide arsénieux est complète.

L'oxygène est produit, dans la réaction indiquée ci-dessus, par l'action du chlore sur l'eau; par conséquent le titre d'un échantillon de chlorure essayé sera d'autant plus élevé qu'il faudra moins en employer pour transformer en acide arsénique un poids donné d'acide arsénieux.

Pour faire un essai chlorométrique, il faut d'abord préparer une

dissolution d'acide arsénieux, telle que cette dissolution soit transformée en acide arsénique par son propre volume de chlore sec à la pression  $0^m76$  et à la température de  $0^\circ$ . A cet effet on dissout  $48^r,440$  d'acide arsénieux pur réduit en poudre fine dans  $32$  gr. d'acide chlorhydrique pur étendu de son volume d'eau, à une douce chaleur

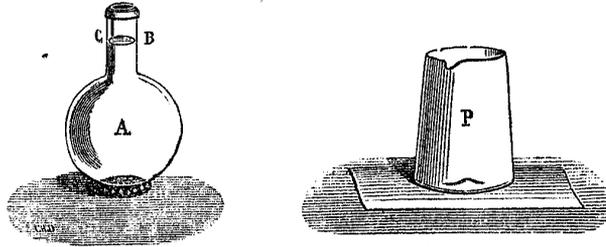


Fig. 1, 2. — Essai chlorométrique.

( $30$  à  $35^\circ$ ), afin d'éviter de volatiliser le chlorure d'arsenic qui se forme. On verse cette solution dans un ballon jaugé et on ajoute assez d'eau distillée pour que son volume soit égal à  $1$  litre à la température de  $15^\circ$ .

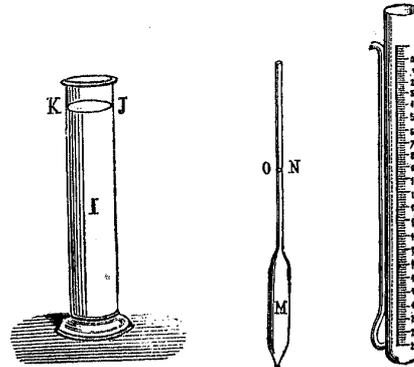


Fig. 3, 4, 5. Essai chlorométrique.

Un centimètre cube de cette liqueur normale arsénieuse absorbe exactement  $1$  centimètre cube de chlore pour se transformer en acide arsénique.

Ceci fait, on prélève dans la masse du chlorure de chaux, dont on

veut faire l'essai, divers échantillons que l'on mélange ensemble avec soin, puis on en pèse exactement 10 grammes, lesquels sont broyés avec un peu d'eau dans un mortier en verre ou en porcelaine ; on verse la liqueur claire dans une éprouvette, on ajoute de l'eau dans le mortier, on broie de nouveau la matière et on verse la bouillie dans une éprouvette à pied jaugé de 1 litre. On lave le mortier, on ajoute les eaux de lavage dans l'éprouvette, puis on verse de l'eau jusqu'au trait marqué de façon à ce que le volume de la liqueur soit exactement de 1 litre. On agite cette liqueur avec une baguette de verre et on laisse reposer pour que la chaux se rassemble au fond du vase. A l'aide d'une pipette, on prélève 10 cent. cubes de la liqueur normale arsénieuse et on les verse dans un vase à précipité de 3 à 4 décilitres de capacité ; on colore en bleu ces 10 cent. cubes au moyen de 2 ou 3 gouttes de sulfate d'indigo. On met alors la dissolution de chlorure de chaux dans une burette graduée, dont chaque division représente  $\frac{1}{10}$  de cent. cube, et l'on verse cette solution

goutte à goutte dans la liqueur arsénieuse contenue dans le vase à précipité, en ayant soin d'imprimer constamment à celui-ci un mouvement giratoire jusqu'à ce que la coloration bleue disparaisse subitement. A ce moment, on lit sur la burette le nombre de division de la liqueur employée ; soit 93 ce nombre.

Mais, comme il est fort probable qu'on a ajouté, à la fin de l'opération, un excès de chlorure, on recommence de la même manière un second essai, seulement on verse immédiatement dans les 10 cent. cubes de la liqueur arsénieuse 90 cent. cubes de la liqueur de chlorure de chaux avant de la colorer par le sulfate d'indigo. On agite le mélange des deux liqueurs avec soin et on y verse une goutte de sulfate d'indigo qui le colore. On fait alors tomber dans ce liquide coloré, goutte à goutte, la solution de chlorure de chaux jusqu'à décoloration instantanée. On lit ensuite le nombre de divisions sur la burette ; généralement, on obtient un nombre un peu plus faible que le nombre primitif, soit 93,20.

Mais ces 93<sup>de</sup>,20 divisions représentent 9<sup>ce</sup>,32 de chlorure, lesquels contiennent 10 cent. cubes de chlore, puisqu'ils ont fait passer les 10 cent. cubes de la liqueur d'acide arsénieux à l'état d'acide arsénieux. Par conséquent 1 cent. cube de la dissolution du chlorure de chaux essayé contiendra  $\frac{10}{9,32}$ , et 1000 cent. cubes,  $\frac{10 \times 1000}{9,32} = 11,072$  de chlore.

Donc 10 gr. de chlorure de chaux dégagent 111,072 de chlore, 1 kilogr. en dégagera 10711,200. Le titre chlorométrique de ce chlorure est, par conséquent, 107<sup>o</sup>,2.

La table suivante, construite par Gay-Lussac, indique le titre correspondant à chaque volume d'hypochlorite employé pour détruire la mesure constante de dissolution arsénieuse.

Chlorure employé.	Titre correspondant.												
10	1000	45	222	80	125	115	86,9	149	67,1	183	51,6	217	46,1
11	909	46	217	81	123	116	86,4	150	66,7	184	51,3	218	45,9
12	833	47	213	82	122	117	85,8	151	66,2	185	51,1	219	45,7
13	769	48	208	83	120	118	84,7	152	65,8	186	50,8	220	45,5
14	714	49	204	84	119	119	84,0	153	65,4	187	50,5	221	45,2
15	667	50	200	85	118	120	83,3	154	64,9	188	50,2	222	45,0
16	625	51	196	86	116	121	82,6	155	64,5	189	50,0	223	44,8
17	588	52	192	87	115	122	83,0	156	64,1	190	50,0	224	44,6
18	555	53	189	88	114	123	81,3	157	63,7	191	50,0	225	44,4
19	526	54	185	89	112	124	80,6	158	63,3	192	50,0	226	44,2
20	500	55	182	90	111	125	80,0	159	62,9	193	51,8	227	44,0
21	476	56	179	91	110	126	79,4	160	62,5	194	51,5	228	43,8
22	454	57	175	92	109	127	78,7	161	62,1	195	51,3	229	43,6
23	435	58	172	93	107	128	78,1	162	61,7	196	51,0	230	43,5
24	417	59	169	94	106	129	77,5	163	61,4	197	50,8	231	43,3
25	400	60	167	95	105	130	76,9	164	61,0	198	50,5	232	43,1
26	385	61	164	96	104	131	76,3	165	60,6	199	50,3	233	42,9
27	370	62	161	97	103	132	75,7	166	60,2	200	50,0	234	42,7
28	357	63	159	98	102	133	75,2	167	59,9	201	49,7	235	42,5
29	345	64	156	99	101	134	74,6	168	59,5	202	49,5	236	42,4
30	333	65	154	100	100	135	74,1	169	59,1	203	49,3	237	42,2
31	323	66	151	101	99	136	73,5	170	58,8	204	49,0	238	42,0
32	312	67	149	102	98	137	73,0	171	58,5	205	48,8	239	41,8
33	303	68	147	103	97,1	138	72,5	172	58,1	206	48,5	240	41,7
34	294	69	145	104	96,1	139	71,9	173	57,8	207	48,3	241	41,5
35	286	70	143	105	95,2	140	71,4	174	57,5	208	48,1	242	41,3
36	278	71	141	106	94,3	141	70,9	175	57,1	209	47,8	243	41,1
37	271	72	139	107	93,4	142	70,4	176	56,8	210	47,6	244	41,0
38	263	73	137	108	92,6	143	69,9	177	56,5	211	47,4	245	40,8
39	256	74	135	109	91,7	144	69,4	178	56,2	212	47,1	246	40,6
40	250	75	133	110	90,9	145	69,0	179	55,9	213	46,9	247	40,5
41	244	76	131	111	90,1	146	68,5	180	55,5	214	46,7	248	40,3
42	238	77	130	112	89,3	147	68,0	181	55,3	215	46,5	249	40,2
43	233	78	128	113	88,5	148	67,6	182	54,9	216	46,3	250	40,0
44	227	79	127	114	87,7								

La table suivante indique la correspondance entre les degrés chlorométriques français et anglais.

*Conversion des degrés chlorométriques anglais et français.* — Le degré français indique combien 1 kilogramme de chlorure de chaux donne de litres de chlore à 0° et à 760<sup>mm</sup> de pression.

Le degré anglais indique la quantité en poids de chlore actif dans 100 parties de chlorure de chaux. — C'est le degré employé en Allemagne, en Russie et en Amérique.

Degrés français.	Degrés anglais.						
63	20,02	80	25,42	97	30,82	114	36,22
64	20,34	81	25,74	98	31,14	115	36,54
65	20,65	82	26,06	99	31,46	116	36,86
66	20,97	83	26,37	100	31,78	117	37,18
67	21,29	84	26,69	101	32,09	118	37,50
68	21,61	85	27,01	102	32,41	119	37,81
69	21,93	86	27,33	103	32,73	120	38,13
70	22,24	87	27,65	104	33,05	121	38,45
71	22,56	88	27,96	105	33,36	122	38,77
72	22,88	89	28,28	106	33,68	123	39,08
73	23,20	90	28,60	107	34,00	124	39,40
74	23,51	91	28,92	108	34,32	125	39,72
75	23,83	92	29,23	109	34,64	126	40,04
76	24,15	93	29,55	110	34,95	127	40,36
77	24,47	94	29,87	111	35,27	128	40,67
78	24,79	95	30,19	112	35,59		
79	25,10	96	30,51	113	35,91		

**Phosphate tribasique de chaux.**  $(\text{CaO})_3\text{PhO}^5$ . — Le phosphate tribasique de chaux est très répandu dans la nature.

L'*apatite* contient toujours du chlore et du fluor; sa composition moyenne est la suivante :

Chaux . . . . .	40,64
Acide phosphorique . . . . .	41,88
Chlore . . . . .	2,71
Fluor . . . . .	2,21
Calcium . . . . .	3,95

Elle se rencontre sous forme du prisme régulier hexagonal; souvent les arêtes des bases sont remplacées par un ou plusieurs anneaux de facettes. Quelquefois le prisme hexagonal est surmonté par une pyramide à six faces. Elle est blanche, verte, vert jaunâtre, violacée, translucide ou opaque. Sa densité est égale à 3,20. Soluble dans les acides chlorhydrique et azotique. Elle se trouve aussi à l'état compacte et à l'état terreux.

Le phosphate de chaux se trouve, dans plusieurs étages géologiques, mélangé à des phosphates de fer et d'alumine, en nodules ou en rognons. Se prépare, dans les laboratoires, en précipitant le chlorure de calcium par le phosphate de soude.

**Phosphate neutre de chaux.**  $(\text{CaO})^2\text{HO}, \text{PhO}^3$ . — Se prépare en versant goutte à goutte une dissolution de phosphate neutre de soude ( $2\text{NaO}, \text{HO}, \text{PhO}^3$ ) dans une dissolution de chlorure de calcium. Sel blanc, cristallin, insoluble dans l'eau, soluble dans les acides.

**Phosphate acide de chaux.**  $\text{CaO}, 2(\text{HO}), \text{PhO}^3$ . — Se prépare en traitant le phosphate de chaux des os par l'acide sulfurique étendu ; il se précipite du sulfate de chaux. On filtre et on évapore la liqueur ; par le refroidissement, on obtient des lames nacrées de phosphate acide de chaux. Très soluble dans l'eau ; attire l'humidité de l'air. Calciné avec du charbon, il donne du phosphore.

Le phosphate de chaux tribasique (os, nodules, noirs des raffineries) sert à la fabrication des superphosphates. La matière première est réduite en poudre sous des meules, puis mélangée avec son poids d'acide sulfurique dans des appareils spéciaux. Au bout de quelques jours, on obtient une masse solide, que l'on pulvérise et qu'on livre à l'agriculture.

La valeur commerciale d'un superphosphate est établie d'après sa richesse en acide phosphorique soluble ou immédiatement assimilable par les plantes.

*Dosage de l'acide phosphorique dans les phosphates.* — Méthode de M. Joulie.

Cette méthode repose sur les principes suivants : Dans une solution aqueuse, les phosphates donnent, avec l'acétate ou l'azotate d'urane, un précipité jaune de phosphate d'urane, insoluble dans l'acide acétique, mais soluble dans les acides azotique et chlorhydrique. Formé en présence des sels ammoniacaux, le précipité a pour formule  $(\text{U}^2\text{O}^3)^2, \text{AzH}^3\text{O}, \text{PhO}^3$  ; formé en présence des acétates alcalins, il a pour formule  $(\text{U}^2\text{O}^3)^2\text{HO}, \text{PhO}^3$ .

Enfin formé en l'absence des sels ammoniacaux et des acétates alcalins, il est représenté par la formule  $(\text{U}^2\text{O}^3)^2\text{PhO}^3$ .

Le phosphate uranique ne colore pas la solution aqueuse de cyanure jaune ferroso-potassique, tandis que des traces d'un sel d'urane lui communiquent une coloration intense brun-rougeâtre.

Ceci établi, il faut préparer les liqueurs suivantes, afin de titrer la solution uranique qui sera employée à l'analyse des phosphates.

1° *Solution titrée d'acide phosphorique.* — On l'obtient en dissolvant 10 gr. 085 de phosphate de soude pur, cristallisé et non effleuré, dans une quantité d'eau suffisante pour faire un litre de liquide ; 50 cent. cubes de cette solution contiennent 0 gr. 100 d'acide phosphorique  $\text{PhO}^3$ . Les phosphates de soude du commerce n'ont pas toujours une composition identique ; on peut obvier à cet inconvénient en prenant 3 gr. 127 de pyrophosphate de magnésie, que l'on fait bouillir avec 20 cent. cubes d'acide azotique pur. Après la dissolution, on neutralise presque la liqueur par l'ammoniaque, puis on ajoute assez d'eau pour faire 1 litre de liquide ; 50 cent. cubes de cette solution correspondant à 0 gr. 100 d'acide phosphorique  $\text{PhO}^3$ .

2° *Solution d'acétate de soude.* — On dissout dans l'eau distillée 100 grammes d'acétate de soude pur, on ajoute 50 cent. cubes d'acide acétique cristallisable, puis on verse assez d'eau distillée pour avoir 1 litre de liquide.

3° *Solution d'urane.* — L'azotate d'urane, destiné à préparer cette liqueur, doit être très pur; il ne doit laisser aucun dépôt insoluble dans l'éther. On en dissout 40 gr. dans 500 cent. cubes d'eau distillée; on ajoute à la solution de l'ammoniaque ou de la soude caustique jusqu'à ce qu'on obtienne un trouble persistant, qu'on redissout ensuite par quelques gouttes d'acide acétique; puis, après vingt-quatre heures de repos, on ajoute assez d'eau pour faire 1 litre de liqueur.

4° *Solution de cyano-ferrure de potassium.* — On dissout 10 gr. de cyanure jaune bien cristallisé dans assez d'eau pour faire 100 cent. cubes de liquide; on filtre.

*Détermination du titre de la solution d'urane.* — Dans un verre de Bohême, on mêle 50 cent. cubes de la solution titrée d'acide phosphorique avec 5 cent. cubes de la solution d'acétate de soude, puis on porte à l'ébullition. Sur une soucoupe blanche on a déposé plusieurs gouttes de la solution de cyanure jaune et on a rempli une burette, graduée en dixièmes de cent. cubes de la solution uranique. On laisse tomber 15 à 18 cent. cubes de cette solution dans la liqueur contenue dans le verre de Bohême; on prend alors une goutte du mélange, à l'aide d'une baguette de verre, et on la dépose sur une goutte de cyanure jaune; s'il ne se produit pas de coloration, on continue à ajouter de la solution uranique par demi-cent. cube, jusqu'à ce qu'une goutte de la liqueur produise une coloration avec une goutte de cyanure jaune. A la fin de l'expérience le liquide contenu dans le verre de Bohême doit être de 75 cent. cubes environ. On lit sur la burette le nombre de cent. cubes employés; on répète trois ou quatre fois l'essai et on prend la moyenne des résultats obtenus. Soit, par exemple, 225 le nombre des divisions dépensées; 225 divisions de la burette = 22c,5. On retranche de ce nombre 10 divisions, soit 1 cent. cube, volume de la liqueur d'urane reconnu nécessaire par expérience préalable (expérience qu'il faut toujours faire), pour colorer d'une manière permanente le cyanure jaune lorsque le liquide a un volume de 75 cent. cube. Ces 10 divisions qu'on doit retrancher forment une constante appelée *correction*.

On a :

$$225 - 10 = 215.$$

Il faut donc, pour précipiter l'acide phosphorique contenu dans les 50 cent. cubes de la solution titrée, 215 divisions de la burette. Ces 215 divisions = 21c,5 correspondent à 0 gr. 100 d'acide phosphorique; donc 1 cent. cube correspondra à :

$$\frac{0,100}{2,15} = 0^{\text{sr}},00465 \text{ d'acide phosphorique.}$$

Chaque cent. cube de la solution d'urane correspond donc à 0,gr. 00465 d'acide phosphorique.

Le titre de la solution d'urane obtenu, il faut encore préparer une liqueur citro-magnésienne, avant de procéder au dosage d'un phosphate. Cette liqueur est destinée à précipiter l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. On prend :

Acide citrique cristallisé et pur . . . .	400 gr.
Carbonate de magnésie pur . . . . .	20 gr.
Ammoniaque à 22°. . . . .	500 gr.
Eau distillée, quantité suffisante pour que le volume du liquide soit de 1 litre.	

On met l'acide citrique pulvérisé dans l'eau, puis, à la dissolution imparfaite, on ajoute peu à peu le carbonate de magnésie ; quand l'effervescence est terminée, on ajoute 500 grammes d'ammoniaque ; l'acide citrique se dissout totalement. Enfin, après refroidissement, on complète le volume de 1 litre avec de l'eau distillée.

*Titrage d'un phosphate insoluble dans l'eau.* — On prend l'échantillon avec le plus grand soin, de façon à avoir une bonne moyenne ; on pulvérise le tout et on passe au tamis. On introduit 5 grammes de cette poudre dans un ballon jaugé de 100 cent. cubes, on verse 20 cent. cubes d'acide azotique, et autant d'eau distillée, puis on chauffe au bain de sable pour favoriser la dissolution.

On laisse ensuite reposer la liqueur, on filtre et on lave le résidu insoluble par décantation et à plusieurs reprises. Les liqueurs filtrées doivent avoir moins de 100 cent. cubes : on complète ce volume par de l'eau distillée ; on agite la liqueur avec soin et on prend 5 cent. cubes, qu'on met dans un vase à précipités ; on ajoute 10 cent. cubes de la liqueur citro-magnésienne et un grand excès d'ammoniaque. On agite le mélange avec une baguette de verre, on recouvre le vase avec une plaque de verre et on laisse reposer jusqu'au lendemain. On recueille le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien sur un filtre sans plis, et on le lave à l'eau ammoniacale. On met alors l'entonnoir sur une éprouvette graduée et on dissout le précipité avec de l'acide azotique au 1/10, on nettoie le vase à précipités avec cet acide, on jette le liquide sur un filtre, et on lave celui-ci avec de l'eau distillée tiède. Toutes ces liqueurs ne doivent pas avoir plus de 30 cent. cubes ; on y verse de l'ammoniaque sans les saturer complètement ; elles doivent être légèrement acides : pour arriver à ce résultat, on doit verser l'ammoniaque goutte à goutte jusqu'à ce qu'il se forme un léger nuage, qu'on fait disparaître par une goutte d'acide azotique au 1/10. On ajoute 5 cent. cubes de solution d'acétate de soude, on étend d'eau pour avoir un volume de 75 cent. cubes et on place la capsule sur le feu. Lorsque le liquide est en ébullition, on dose l'acide phosphorique comme il a été expliqué précédemment.

Si on a employé 12<sup>cc</sup>2 de liquide d'urane, c'est-à-dire 122 divisions, il faut d'abord faire la correction, 122 - 10 = 112; comme 10 divisions ou 1 cent. cube correspondent à 0<sup>sr</sup>,00465 d'acide phosphorique, 11<sup>cc</sup>2 correspondent à 0<sup>sr</sup>,051080. Il faut multiplier par 20 ce résultat, puisque nous n'avons pris que le 20<sup>e</sup> de la solution, et on trouve que 5 grammes du phosphate analysé contiennent 1 gr. 0216 d'acide phosphorique anhydre PhO<sup>s</sup>; 100 grammes de ce même phosphate contiendront 1 gr. 0216 × 20 = 20 gr. 232. Si on veut traduire ce résultat en phosphate tribasique (CaO)<sup>3</sup> PhO<sup>s</sup>, il faut dire:

$$\begin{array}{l} \text{Équivalent de PhO}^s, \\ \text{Équivalent de (CaO)}^3 \text{ PhO}^s, \end{array} \quad \frac{71}{125} = \frac{20.232}{x}, \text{ d'où } x = 44.168.$$

Le dosage de l'acide phosphorique peut s'effectuer par ce procédé, pour toutes les substances qui contiennent des phosphates calcaires, magnésiens et autres: les engrais, le fumier, le guano, les terres arables, l'urine, le lait, les eaux minérales; mais il faut avoir soin, avant de procéder à l'analyse, de détruire complètement les matières organiques par la chaleur.

*Titrage des superphosphates.* — Les superphosphates, employés en agriculture, sont des mélanges très variables, suivant leur mode de préparation et suivant les matières d'où ils proviennent; mais on peut les considérer comme un mélange de phosphate acide de chaux, immédiatement assimilable par les plantes, et de phosphate basique de chaux peu soluble. Le véritable mérite d'un superphosphate est de contenir de l'acide phosphorique soluble dans l'eau, puisque c'est dans ce but qu'il a été fabriqué; aussi est-ce cette quantité d'acide phosphorique soluble qui fixe sa valeur. Cependant il importe de connaître aussi sa richesse en acide phosphorique insoluble, car si celui-ci n'est pas d'une utilité immédiate pour la végétation, il constitue néanmoins une valeur d'avenir qui enrichit le sol et passe à la longue dans les récoltes.

Occupons-nous d'abord du dosage de l'acide phosphorique soluble. On pèse un certain poids de superphosphate et on l'épuise par l'eau seule: dans cette liqueur on précipite l'acide phosphorique par la liqueur citro-magnésienne et l'ammoniaque; on recueille le précipité, on le lave à l'ammoniaque et on le dissout par l'acide azotique au  $\frac{1}{10}$ ; on dose à l'aide de la liqueur d'urane:

On prend ensuite un poids de superphosphate égal à celui employé et on le traite par l'acide azotique; on filtre, on lave, et dans la liqueur on précipite l'acide phosphorique par la liqueur citro-magnésienne. On recueille le précipité et on le redissout dans l'acide azotique au  $\frac{1}{10}$ ; on dose à l'aide de la liqueur d'urane. On a, dans cette seconde opération, l'acide phosphorique total du supersphosphate;

en retranchant de ce nombre celui qui a été fourni par la première expérience, on a la quantité d'acide phosphorique contenue dans le phosphate insoluble.

*Mesures de l'assimilabilité des superphosphates.* — Les superphosphates renferment, en outre, du phosphate bicalcique insoluble, qui est aussi assimilable que le phosphate acide.

Lorsqu'on n'a pas la vente immédiate d'un superphosphate et qu'on le garde en magasin, on constate que sa solubilité va en diminuant et qu'elle est d'autant plus faible qu'on l'analyse plus longtemps après sa fabrication. Ce phénomène connu sous le nom de *rétrogradation*, repose, d'après M. Joulie, sur les trois réactions suivantes :

1° La saturation d'une partie plus ou moins importante de l'acide phosphorique libre, formé d'abord, par le carbonate de chaux resté intact ;

2° La réaction de ce même acide phosphorique libre sur le phosphate tribasique resté intact ;

3° Et, principalement, le dédoublement du phosphate acide de chaux primitif, produit sous l'influence du dessèchement de la matière.

Ces trois réactions, ayant toutes pour effet de former du phosphate bicalcique insoluble dans l'eau, diminuent nécessairement la solubilité du produit, et, par conséquent, sa valeur commerciale, sans cependant diminuer sa valeur agricole, car le phosphate bicalcique, insoluble dans l'eau, est parfaitement assimilable. Il faut donc doser l'acide phosphorique sous les formes suivantes :

1° Acide phosphorique libre ; 2° phosphate acide de chaux ; 3° phosphate neutre de chaux.

Dans ce but on prépare la solution suivante :

Acide citrique . . . . . 400 grammes  
Ammoniaque à 22°, quantité suffisante pour faire 1 litre de liqueur.

On met l'acide citrique dans un ballon jaugé de 1 litre, on verse 500 cent. cubes d'ammoniaque et on agite ; lorsque l'acide est dissous, on laisse refroidir et on ajoute de l'ammoniaque pour faire 1 litre de liqueur. Cette liqueur normale au citrate d'ammoniaque ammoniacal a la propriété de dissoudre complètement le phosphate bicalcique sans attaquer les phosphates naturels.

On prépare une seconde liqueur avec :

Carbonate de magnésie pur . . . . . 50 grammes.  
Acide chlorhydrique pur . . . . . 250 —  
Ammoniaque . . . . . 200 cent. cubes.  
Eau, quantité suffisante pour 1 litre de liqueur.

On met l'acide chlorhydrique étendu dans un ballon jaugé de 1 litre et on ajoute peu à peu le carbonate de magnésie ; lorsque ce sel est dissous, on verse 200 cent. cubes d'ammoniaque, on laisse

refroidir et on complète le litre avec de l'eau distillée ; on filtre. On a la liqueur de chlorure de magnésium ammoniacal.

On place, dans un mortier de verre, 1 gramme de la substance à essayer ; on verse peu à peu 40 cent. cubes de citrate d'ammoniaque ammoniacal et on triture avec soin. On introduit ce mélange dans une fiole jaugée de 100 cent. cubes, on lave le mortier avec de l'eau distillée qu'on verse ensuite dans la fiole et on complète les 100 cent. cubes avec de l'eau distillée ; on laisse en contact pendant une heure, en agitant fréquemment. On filtre et on prend 50 cent. cubes qu'on met dans un vase à précipités ; on y ajoute 10 cent. cubes de la liqueur de chlorure de magnésium ammoniacal et un excès d'ammoniaque ; on agite et on laisse reposer pendant six heures. On recueille le précipité sur un filtre, on le redissout par l'acide nitrique au  $\frac{1}{10}$ , et on dose l'acide phosphorique au moyen de la liqueur d'urane.

Le titre, ainsi obtenu, comprend l'acide phosphorique libre, l'acide phosphorique du phosphate acide et l'acide phosphorique du phosphate bicalcique. Puisqu'on a opéré sur 0<sup>gr</sup>,50 de superphosphate, il faut multiplier le résultat par 200 pour avoir le titre p. 100.

On dissout 1 gramme de la matière à analyser dans l'acide azotique et on dose la quantité totale d'acide phosphorique. La différence, entre le nombre obtenu dans l'opération précédente et celui-ci, donne la proportion d'acide phosphorique non assimilable, c'est-à-dire la quantité d'acide phosphorique contenu dans le phosphate tribasique.

Les conclusions du mémoire de M. Joulie sont les suivantes :

1° Les superphosphates ne sont pas, comme on l'avait dit d'abord, des mélanges de phosphate acide et de sulfate de chaux, mais ils renferment à la fois de l'acide phosphorique libre, du phosphate acide de chaux, du phosphate bicalcique et du phosphate tribasique inattaqué.

2° La rétrogradation qu'ils subissent en vieillissant, tient à la formation lente de phosphate bicalcique, aux dépens de l'acide phosphorique libre, qui se fixe sur les carbonates et phosphates de chaux inattaqués, et du phosphate acide qui se dédouble en acide phosphorique libre et en phosphate bicalcique.

3° L'assimilabilité des superphosphates dépendant de la somme d'acide phosphorique qu'ils contiennent sous les trois premières formes, toutes trois éminemment assimilables, augmente plutôt qu'elle ne diminue par la dessiccation et par le vieillissement.

4° Le dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau ne donne qu'une idée très incomplète de l'assimilabilité des superphosphates, puisqu'il ne tient aucun compte de l'acide phosphorique qu'ils contiennent à l'état de phosphate bicalcique, lequel est au moins aussi assimilable que l'acide phosphorique soluble.

5° Le dosage de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque alcalin, dans les conditions décrites, donne la mesure précise de l'assimilabilité certaine des phosphates contenus dans les engrais et dans les superphosphates.

## CARBONE.

**Carbone.** C = 6. — Le carbone se présente sous des états très différents.

Les diverses variétés de carbone ont été divisées en deux groupes :

- 1° Les *charbons naturels* (diamant, graphite, combustibles fossiles).
- 2° Les *charbons artificiels* (noir de fumée, charbon de bois, coke et charbon de cornue).

### Charbons naturels.

**Diamant.** — Sa densité varie de 3,52 à 3,53 ; sa dureté est de 10, il raye toutes les substances connues. Fragile, se brise facilement par le choc. *Refraction* : simple. Son indice de réfraction est, en moyenne, de 2,42. *Pouvoir réfringent* : 1,456. Très transparent et très limpide lorsqu'il est taillé et poli. *Éclat* : adamantin. Ordinairement incolore, mais présente accidentellement des nuances diverses (jaune, bleu, rose, vert, noir). Sa forme fondamentale est le cube ou l'octaèdre régulier, mais il offre à peu près toutes les formes qu'on peut observer dans le système cubique.

Inattaquable par les acides, fixe et infusible.

Se rencontre surtout dans l'Inde, au Brésil et au cap de Bonne-Espérance.

Est employé comme parure, pour former les pivots des pièces d'horlogerie délicates, à polir les pièces fines, à couper le verre, etc.

**Graphite.** — Se trouve dans certains gîtes sous forme de paillettes cristallines ayant la forme hexagonale, mais manquant généralement de la précision qui serait nécessaire pour leur détermination rigoureuse. Sa densité varie de 2,089 à 2,245. Sa dureté est comprise entre 1 et 2. Il tache les doigts, est doux et gras au toucher. Il est noir de fer ou gris d'acier foncé et possède un éclat semi-métallique. Infusible au chalumeau et inattaquable par les acides.

Il se rencontre quelquefois dans les terrains primitifs, mais appartient surtout aux terrains de transition. On le trouve au Saint-Gothard, en Bavière, en Moravie, en Angleterre, dans le Massachusset, en Sibérie, en Finlande, dans la Hesse, dans le Canada, en Espagne, en France, etc.

Est employé pour la fabrication des crayons, des creusets, pour la galvanoplastie, pour préserver les objets en fer ou en fonte de l'oxydation.

**Combustibles fossiles. — Les combustibles fossiles sont :**

- 1° L'anhracite.                      3° Le lignite.  
2° La houille.                      4° La tourbe.

Voici leur composition, d'après Regnault :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et azote.
Anthracite . . .	92 à 95	2 à 3	3 à 4
Houille . . .	75 à 90	0 à 6	6 à 18
Lignite . . .	60 à 75	5 à 6	28 à 30
Tourbe . . .	60	5 à 6	34

*Anthracite.* — L'anhracite est opaque et brillant, d'un noir vitreux ou gris noirâtre, à éclat semi-métallique, irisé quelquefois à la surface. Ne brûle que difficilement avec une flamme très courte, sans fumée, ni odeur ; il faut qu'il soit placé en masse assez considérable sur une grille et que le tirage soit très violent.

L'anhracite se trouve dans les bassins carbonifères antérieurs à la formation houillère ; il en existe aussi dans cette formation elle-même, mais toujours à la partie inférieure, de telle sorte que l'anhracite doit être regardé comme le combustible le plus ancien de la série géognostique de ces terrains.

Le tableau suivant donne la composition chimique des anhracites des principaux gisements :

Provenances.	Densité.	Carbone.	Hydrogène.	Azote et Oxygène.	Cendres.	Observateurs.
Rolduc.....	1,367	91,98	3,92	3,16	0,94	Regnault.
Sablé.....	1,750	87,22	2,49	3,39	6,90	Jacquelin.
Vizille.....	1,730	94,09	1,85	2,85	1,90	—
Isère.....	1,650	94,00	1,45	0,58	4,00	—
Mayenne.....	1,343	91,45	4,18	2,12	2,25	Regnault.
Lamure.....	1,362	89,77	1,67	3,99	4,57	—
Macot.....	1,919	71,49	0,92	1,12	26,47	—
Pays de Galles.....	1,348	92,56	2,33	2,53	1,58	Playfair et de la Bèche.
—	1,375	91,44	3,36	3,68	1,52	—
—	1,300	90,12	4,33	3,87	1,68	—
—	1,310	90,27	4,12	4,36	1,25	—
—	1,270	90,58	3,60	4,10	1,72	—
—	1,392	90,39	3,28	4,75	1,61	Jacquelin.
Edimbourg.....	»	91,22	2,91	5,86	—	Vaux.
Amérique: Pensyl- vanie.....	1,462	90,45	2,43	2,45	4,67	Wolker.
Moyenne de 15 va- riétés.....	1,419	94,16	3,00	2,84	»	Cendres compri. Cendres déduites

*Houilles.* — Substances charbonneuses, non cristallines, opaques, d'un noir luisant, brûlant facilement avec flamme, fumée et odeur bitumineuse. Se ramollissent et se gonflent pendant la combustion; lorsqu'elles ont cessé de flamber, elles laissent un charbon poreux, solide et dur (*coke*). Leur densité varie de 1,16 à 1,60. Leur poussière est noire ou d'un brun très foncé.

Elles peuvent contenir des substances étrangères, telles que de l'argile, du carbonate de chaux, des sulfures de plomb et de fer, du sulfate de chaux, de sulfate de baryte, du phosphate de chaux et de la *dolomie*.

En Angleterre, les houilles sont divisées en :

1° Charbon cubique, dont on reconnaît deux variétés, l'une collante (*caking-coal*), et l'autre flambante (*overburning coal*). Il est d'un beau noir brillant, compacte et médiocrement dur, se brise en masse quadrangulaire.

2° Charbon esquilleux, d'un noir mat, compacte, à structure feuilletée, plus dur que le charbon cubique. Se divise en lame comme de l'ardoise, brûle avec beaucoup de flamme et de fumée; laisse plus de cendres que le charbon cubique.

3° Cannel-coal, d'un beau noir, sans beaucoup d'éclat, ne tache pas les doigts. Se réduit par la rupture en prismes à quatre faces. S'enflamme facilement, brûle avec une flamme brillante, décrépite en jetant de vives étincelles.

4° Anthracite ou charbon sec.

TABLEAU DONNANT LA COMPOSITION DES HOUILLES ANGLAISES (CH. MÉNÉ.)

Numéros	Provenances	Densité	Carbone	Hydrogène	Oxygène	Azote	Sulfure	Cendres	Eau	Non compris les cendres.		
										Carbone	Hydrogène	Oxygène
<i>Houilles collantes.</i>												
1	Northumberland.	"	78,63	4,63	44,21	"	0,55	2,40	"	80,54	4,76	14,70
2	"	"	82,42	4,82	11,97	"	0,86	0,79	"	83,73	4,90	11,37
3	"	1,276	81,41	5,83	7,90	2,05	0,74	2,07	4,35	83,26	5,65	8,33
4	"	1,259	78,79	6,00	10,07	2,37	1,51	1,36	"	81,01	6,17	10,38
5	Nottinghamshire.	"	77,40	4,90	7,77	4,55	0,92	3,90	3,50	84,43	5,41	8,47
6	sud du	"	82,58	5,36	8,22	4,65	0,75	1,46	"	81,42	5,48	8,44
7	pays de	"	83,44	5,71	5,93	1,66	0,81	2,45	"	86,25	5,90	6,15
8	Galles.	"	83,00	6,18	4,58	1,49	0,75	4,00	"	87,14	6,49	4,81
<i>Houilles maigres.</i>												
9	Staffordshire (sud)	"	76,12	4,83	16,72	"	1,00	2,38	"	78,46	4,96	16,58
10	"	"	77,01	4,71	16,72	"	0,74	1,56	"	78,53	4,80	16,66
41	"	"	76,40	4,62	17,43	"	0,55	1,55	"	77,68	4,69	17,62
42	"	"	72,15	4,32	17,41	"	0,54	6,44	"	77,32	4,64	17,99
43	Wolverhampton.	1,278	73,57	5,20	12,88	1,84	0,39	1,03	1,29	79,36	5,37	13,02

*Houilles maigres.*

14	St-Mélen (Lan-cashire).....	4,279	75,81	5,22	41,98	4,83	0,60	5,17	3,33	79,33	5,30	14,58	"
15	"	"	89,33	4,43	3,33	4,24	0,53	1,20	0,79	90,33	4,51	3,30	1,26
16	Dowlais (sud. du pays de Galles).	"	88,13	4,51	2,94	4,41	1,01	2,00	0,68	90,86	4,65	3,03	1,46
17	"	"	87,62	4,34	2,52	4,18	1,07	3,32	0,68	91,64	4,54	2,64	1,18
18	"	"	82,60	4,28	3,44	1,28	1,23	7,48	0,78	90,48	4,67	3,76	1,30
19	Ecosse.....	"	76,08	5,31	43,33	2,09	1,23	1,96	"	78,59	5,49	13,77	2,15
20	"	"	80,63	5,16	40,61	1,33	0,84	1,43	"	82,50	5,28	18,86	1,39
21	"	"	80,93	5,21	40,91	1,57	0,63	6,75	"	82,06	5,29	11,06	1,59
22	Ecosse, speakeal	"	76,50	5,00	9,40	1,20	0,80	6,40	"	"	"	"	"

*Cannel-Coal.*

23	Wigan (Lancash.)	1,317	84,07	5,71	7,82	"	"	2,40	"	85,81	5,85	8,34	"
24	"	1,276	80,07	5,53	8,40	2,42	"	2,70	0,90	82,29	5,68	8,31	"
25	Tyneside (Newc.)	1,319	78,06	5,80	3,42	1,85	"	8,94	"	87,86	6,53	9,53	2,09
26	Newcastle	1,280	86,75	5,21	6,61	"	"	4,40	"	87,07	5,41	6,62	"
27	Lancashire.....	1,274	81,00	5,27	8,60	"	"	5,13	"	85,38	5,56	9,06	"

*Anthracites.*

28	Galles (Swansea).	1,348	92,56	3,33	2,53	"	"	1,58	"	94,05	3,38	2,57	"
29	" (sud).....	1,398	80,39	3,28	2,97	0,83	"	4,61	2,00	91,87	3,34	3,82	"
30	" (Swansea).	1,350	91,29	3,33	4,80	"	"	1,58	"	92,76	3,38	3,86	"

N° 1, houille à vapeur de Seakou-burn; — n° 2, Peareth pour le gaz; — n° 6, Ell-wein pour chaudières à vapeur; — n° 7, pour hauts-fourneaux; — n° 8, pour chaudières.

En Angleterre, on divise également les houilles en :

Houilles collantes (caking coal) ;  
 Houilles esquilleuses (splint or light burnt hard coal) ;  
 Houilles molles (cherry, or soft coal) ;  
 Houilles compactes (cannel coal).

La houille collante possède une couleur intermédiaire entre le noir de velours et le noir grisâtre obscur : elle est luisante et brillante ; son éclat est résineux ; sa cassure principale est schisteuse, et sa cassure en travers est imparfaite et conchoïde. Au feu, elle se réduit en petits morceaux qui se fondent, s'agglutinent et produisent beaucoup de chaleur ; la combustion dure assez longtemps.

La houille esquilleuse a une couleur noire un peu brune ; son éclat est résineux et brillant ; sa cassure principale est feuilletée ; elle n'est pas dure. Elle demande une température élevée pour être mise en combustion ; elle brûle lentement avec flamme et donne une chaleur très vive. Le coke qu'elle produit est excellent pour fondre les minerais de fer.

La houille molle est d'un noir de velours, avec une légère teinte de gris ; elle est tendre et très friable ; sa cassure en travers est unie, conchoïde et très éclatante. Elle s'embrase facilement, brûle avec flamme et se consume promptement ; elle produit une chaleur très forte et ne se ramollit pas au feu.

La houille compacte est d'un noir foncé, tirant sur le gris ou sur le brun, elle a le brillant de la résine ; elle est très dure, susceptible de recevoir un beau poli ; les beaux échantillons sont recherchés par les tourneurs qui en font des boîtes, des tabatières, etc. Par l'action de la chaleur elle se divise en feuillets ; elle est très inflammable et brûle avec flamme ; son nom de *houille-chandelle* lui vient de ce que dans plusieurs localités d'Angleterre, les pauvres s'en servaient jadis pour s'éclairer. Elle est très estimée pour la fabrication du gaz et pour le chauffage des chaudières.

En France, on divise les houilles en cinq grandes classes, qui sont :

- 1° Houilles grasses et dures à courte flamme ;
- 2° Houilles grasses marécales ;
- 3° Houilles grasses à longue flamme ;
- 4° Houilles sèches ou maigres à longue flamme ;
- 5° Houilles sèches sans flamme.

1° *Houilles grasses et dures à courte flamme.* — Elles laissent par la calcination, en vase clos, au moins 75 0/0 d'un coke fritté et peu hoursoufflé ; elles se ramollissent peu pendant la combustion et donnent une flamme courte. Elles sont très estimées pour les opérations métallurgiques qui demandent un feu vif et soutenu ; on ne les emploie dans les forges des maréchaux qu'à défaut des suivantes.

(Alais, Méon près Saint-Étienne, la Péronnière et la Grand' Croix près Rive-de-Gier, Mons, Belly, Hersin, Sens).

2° *Houilles grasses maréchales*. — Elles donnent par la calcination en vase clos, en moyenne 70 0/0 d'un coke très boursofflé ; elles brûlent avec une flamme courte, blanche et fuligineuse. Chargées sur un foyer à grille en ignition, elles donnent une chaleur très intense, mais elles se ramollissent et finissent par intercepter le courant d'air. Elles conviennent surtout pour les fours à réverbère et pour le travail de la forge, parce qu'elles donnent une forte chaleur, qui se conserve sous les espèces d'arches qu'elles produisent en se boursofflant ; elles permettent d'enlever le fer pour le forger et de le remettre ensuite au feu, sans que ces voûtes s'écroulent. Ces houilles sont employées par les serruriers, les forgerons, les cloutiers, et en général, par tous les ouvriers qui travaillent le fer.

Elles sont d'un beau noir et possèdent un éclat gras caractéristique ; leur poussière est brune ; elles sont légères et très friables. (Saint-Étienne, Mons, bassin de Valenciennes, bassin du Pas-de-Calais).

3° *Houilles grasses à longue flamme*. — Par la calcination en vase clos elles laissent, en moyenne, 60 0/0 d'un coke toujours un peu boursofflé ; elles se ramollissent sur la grille, cependant sans l'obstruer complètement. Leur flamme est abondante, longue et très vive. Elles sont surtout employées pour la fabrication du gaz et pour le chauffage domestique ; leur coke ne convient pas, en général, aux opérations métallurgiques.

4° *Houilles sèches ou houilles maigres à longue flamme*. — En vase clos, elles donnent 60 0/0 d'un coke qui est toujours fritté et qui possède peu de consistance. Elles s'allument facilement et brûlent avec une flamme assez longue, mais moins vive que celle des précédentes. Elles sont employées pour toutes les opérations qui exigent une flamme longue, sans une haute température. (Chaudières, appareils évaporatoires).

5° *Houilles sèches sans flamme*. — Elles sont d'un beau noir, friables et tendres ; elles donnent un coke pulvérulent et plus de cendres que les autres. Elles brûlent difficilement et ne doivent être introduites dans le foyer que lorsqu'il est déjà en grande activité. (Charleroi, Namur, Aveyron, Vosges, Duché de Bade).

Les tableaux suivants donnent la composition chimique des principales houilles, consommées en France, d'après les travaux de M. de Marsilly.

## COMPOSITION CHIMIQUE DES HOUILLES

PROVENANCES	Composition élémentaire.				Composition faite des centes.			
	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et Azote.	Cendres.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et Azote.	Composition déduction faite des centes.
<b>HOUILLES BELGES (Bassin de Mons).</b>								
Houilles Flénu sèches.	Haut-Flénu.....	82,95	5,42	10,95	0,70	83,53	5,46	11,04
	Fosse n° 21.....	81,22	5,35	10,63	3,10	83,87	5,73	10,44
	Leuant du Flénu.....	82,94	5,23	10,13	1,74	84,36	5,84	10,31
Houille Flénu grasses.	Couchant du Flénu.....	81,73	5,38	9,77	2,12	84,36	5,52	10,09
	Midi du Flénu.....	81,67	5,02	9,30	4,01	85,69	5,22	9,69
	Grand-Hornu.....	83,30	5,63	8,54	2,53	85,46	5,78	8,76
	Nord du Bois de Bousu.....	81,40	5,44	9,54	3,65	84,48	5,64	9,88
Houilles dures.	Grand-Buisson.....	83,40	5,49	7,76	3,44	86,37	5,80	8,05
	Escouffiaux.....	85,40	5,69	7,28	2,16	86,98	5,61	7,41
	Pea de Mecklembourg.....	83,17	5,73	6,39	4,30	87,36	5,39	7,35
	Sainte-Hortense.....	86,11	5,35	7,61	1,98	86,78	5,35	7,77
Houilles fines forges.	Ferrand.....	86,43	4,69	7,92	1,35	87,30	4,67	8,03
	Elouges.....	86,69	5,04	6,86	1,41	87,93	5,14	6,96
	Agrappe.....	85,99	4,83	6,29	2,98	88,55	4,93	6,88
	Bellevue.....	86,38	4,48	6,09	3,05	89,10	4,62	6,23
	Jolimiet et Roinge.....	88,35	4,57	4,46	1,82	90,43	4,96	4,35

*Bassin du Centre.*

Haine Saint-Pierre .....	84,61	4,46	6,52	4,37	88,53	4,66	6,85
Bois du Luc.....	85,42	4,56	6,41	3,60	85,59	4,73	6,63
Sars-Lougchamps.....	85,82	4,48	6,57	3,14	88,59	4,82	6,79
La Louvière.....	84,85	4,60	4,96	5,63	89,91	4,86	5,41
Braquegnies.....	89,43	4,49	4,77	1,40	90,60	4,55	4,84
Mariemont.....	86,91	4,52	5,35	3,36	89,93	4,53	5,55
Housu.....	86,53	4,70	4,64	4,89	90,08	4,94	4,93
Bascoup .....	87,75	4,20	5,45	2,60	90,09	4,31	5,60

Houilles grasses  
et demi-grasses.

*Bassin de Charleroi.*

Saint-Martin.....	86,23	4,62	5,81	3,34	89,20	4,77	6,03
Triekaisin.....	86,47	4,68	5,30	3,55	89,65	4,83	5,50
Poirier.....	83,21	4,47	5,80	6,52	89,04	4,78	6,21
Bayemont.....	80,64	4,06	5,67	9,63	89,23	4,49	6,28
Triekaisin.....	88,64	4,06	4,36	2,94	91,32	4,48	4,50
Sacré-Madame.....	88,34	4,37	4,52	2,77	90,86	4,49	4,65
Lodelinsart.....	86,29	4,26	4,41	5,04	90,87	4,39	4,74
Sars-les-Mouhins.....	83,69	4,25	5,26	1,80	90,32	4,32	5,36
Ardoisiers.....	86,62	4,03	4,74	5,21	90,74	4,25	5,14
Carabinier-français.....	85,87	3,99	5,55	4,54	89,50	4,18	5,83
Gouffre.....	83,94	3,87	6,20	5,99	89,28	4,43	6,59
Reton.....	84,50	3,90	5,10	6,50	91,37	4,47	5,66
Pont de Loup.....	89,12	3,90	5,61	1,37	90,36	3,86	5,68
Famée.....	89,30	3,97	5,13	1,60	90,75	4,03	5,22
Beaulé.....	90,89	3,65	5,98	1,48	92,26	3,70	4,04
Bois d'Heigne.....	89,22	3,83	4,52	2,43	91,43	3,93	4,64

Houilles grasses.

Houilles  
demi-grasses.

Houilles maigres.

43

Provenances	Composition élémentaire.				Composition, déduction faite des cendres.			
	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et Azote.	Cendres.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et Azote.	
<b>HOUILLES FRANÇAISES (Bassin de Valenciennes).</b>								
Houilles grasses longue flamme.	Denain F. Renard.....	85,04	5,38	7,34	2,25	87,09	5,19	7,51
	— F. Orléans.....	83,28	5,23	8,00	3,40	86,21	5,41	8,38
	— F. Napoléon.....	83,97	5,35	6,82	1,33	87,58	5,46	6,95
	— F. Mahille.....	81,12	5,07	8,11	5,70	86,02	5,33	8,60
	— F. Ernestine.....	84,10	5,09	6,01	4,80	88,34	5,34	6,32
	— F. Jean-Bart.....	83,85	4,83	7,22	4,00	87,34	5,13	7,53
	— F. Le Bret.....	86,72	4,93	5,32	2,45	89,37	5,05	6,07
	— St Waast F. Davy.....	81,10	4,54	7,86	6,50	86,73	4,85	9,12
	— F. du Temple.....	85,95	5,21	6,31	2,50	88,15	5,37	6,48
	— F. Réussite.....	85,90	5,03	6,57	2,50	88,10	5,16	6,74
Houilles grasses maréchales.	— F. Grosse-Fosse.....	86,47	4,90	5,33	3,10	89,22	5,06	5,72
	— F. Tinchou.....	86,73	4,68	5,59	3,00	89,41	4,82	5,77
	— F. Ernest.....	86,15	4,78	5,97	3,10	88,91	4,83	6,16
	— St Waast F. du Temple.....	85,98	4,61	4,91	4,50	90,03	4,83	5,11
	— Grosse-Fosse.....	88,95	4,41	3,84	2,80	91,50	4,84	3,96
Houilles demi-grasses.	— Chauffour.....	83,50	4,85	6,55	5,80	88,64	4,62	6,74
	Anzin, La Cave.....	82,90	4,81	6,51	5,70	83,00	5,11	6,89
	— Beuse-Borne.....	87,89	4,50	4,81	2,80	90,42	4,63	4,85
	— Saint-Louis.....	89,53	4,43	4,54	1,50	90,89	4,50	4,61
	— Moulins.....	88,03	4,15	4,32	3,50	91,22	4,30	4,48

HOUILLES FRANÇAISES (Bassin de Valenciennes) (suite).

Houilles maigres.	Vieux-Condé-Sartean.....	51,16	3,93	3,61	1,40	92,46	3,88	3,66
	— Vieille-Machine.....	86,39	3,51	4,20	5,90	91,81	3,73	4,46
	Fresnes-Bonnepart.....	88,50	3,37	3,27	4,65	92,81	3,75	3,44

Bassin du Pas-de-Calais.

Houilles Fénu.	Bruai.....	79,86	5,56	12,38	2,20	81,66	5,68	12,66
	Martes.....	79,64	5,56	11,00	3,80	82,78	5,78	11,94
Charbon dur.	Bully.....	83,34	5,82	7,84	3,00	85,92	6,00	8,08
	Billy-Montigny.....	85,36	5,81	7,53	1,60	86,75	5,60	7,65
	Hersin.....	87,00	5,18	6,62	1,20	88,05	5,24	6,71
Houilles grasses fines forges.	Leuz.....	85,68	5,31	6,41	2,60	87,96	5,45	6,59
	Neux.....	86,78	4,98	5,81	2,40	88,91	5,10	5,99
Houilles maigres.	Hénin-Liétard.....	86,34	5,49	5,86	2,40	88,71	5,53	6,00
	Gayant.....	86,89	4,86	5,65	2,60	89,51	4,99	5,80
	Escarpelle.....	90,75	4,00	3,58	1,80	92,41	4,07	3,52
	Courrières.....	82,68	4,48	4,54	8,60	90,46	4,37	4,97

HOUILLES ANGLAISES.

Houilles.	D'Hartley.....	78,35	5,55	14,60	1,50	79,54	5,63	14,83
	Hunswich.....	86,80	5,41	5,86	1,83	88,42	5,61	4,97
	Byers Green.....	85,27	5,24	8,49	1,43	86,53	5,32	8,13
	Anthracite du Pays-de-Galles.....	92,66	3,08	2,66	1,60	94,17	3,13	2,70

## COMPOSITION INDUSTRIELLE DES HOUILLES FRANÇAISES.

BASSINS.	PROVENANCE.	Matières volatiles.	Coke.	Cendres.	Cendres non comprises	
					Matières volatiles.	Coke.
	Houille de Beaubrun.	32,60	66,30	1,40	33,00	67,00
	Signat . . . . .	16,20	73,26	11,54	18,00	82,00
	Treuil . . . . .	22,50	62,30	10,00	24,30	75,70
	Griller . . . . .	21,50	68,50	10,00	23,00	77,00
	Pompe . . . . .	26,30	67,09	6,79	29,10	71,90
	Puits Grangelette . . . . .	33,80	64,55	1,93	35,00	65,00
	Janon . . . . .	21,05	65,70	13,25	24,50	75,50
	Avezac . . . . .	28,59	61,27	2,14	23,40	71,60
	Sorbier . . . . .	17,46	75,30	7,24	18,80	81,20
	Chazade . . . . .	27,00	69,00	13,00	31,00	69,00
Loire . . . . .	Firminy . . . . .	39,20	54,36	6,24	43,00	57,00
	Comberzou . . . . .	14,00	79,80	6,20	13,00	85,00
	Givros . . . . .	34,00	56,90	10,00	38,50	61,50
	Boniat . . . . .	16,15	78,60	5,25	29,00	74,00
	Epare . . . . .	24,96	63,74	11,33	29,15	71,35
	Montheux . . . . .	29,80	63,21	7,49	35,50	64,50
	Cartaras . . . . .	30,06	51,62	18,32	36,83	63,17
	Grand-Croix-saint-Chamand . . . . .	14,66	80,97	4,37	15,32	84,68
	Matières . . . . .	33,08	62,08	1,04	36,00	64,00
	Moutrambert . . . . .	27,02	47,08	1,40	50,00	50,00
	Alais . . . . .	22,09	76,60	1,40	22,50	77,50
	Bespeges (Saint-François) . . . . .	23,00	62,93	12,05	22,00	72,00
	— (Saint-Christophe) . . . . .	22,60	63,30	9,40	24,50	75,50
	Champagnac (Abyon) . . . . .	23,15	72,75	4,10	24,10	75,90
Gard . . . . .	— (Grand-Baume) . . . . .	23,60	73,40	3,00	23,60	76,40
	Grande Combe . . . . .	24,30	72,45	3,25	24,25	75,75
	Rohiac . . . . .	23,13	67,95	6,90	26,00	74,00
	Salle . . . . .	26,10	63,00	10,60	23,85	71,15

BASSINS.	PROVENANCE	Cendres non comprises.		
		Matieres volatiles.	Cendres.	Matieres volatiles.
Bérraut	Saint-Gervais (ordinaire)	29,70	63,00	30,50
	— (charbon sec)	15,65	78,25	48,30
	Graisessac	25,23	64,62	23,00
	Segure	24,00	56,00	30,00
	Durban	33,50	43,00	28,00
	Segure (Grande-Courche)	21,70	63,10	35,20
	— (troisième couche)	21,85	68,20	25,00
	Durban	33,25	52,00	22,50
	Grandveine	23,60	72,60	39,00
	Castellan	20,90	74,50	28,80
Aveyron	Gras	26,67	69,25	4,60
	Maigre	24,13	72,38	4,08
	Lavergne	40,60	54,90	5,10
	Lagrange	34,20	61,20	4,60
	Lardin	33,20	60,80	6,00
	Fins	29,60	64,70	5,70
	Comenry	35,60	63,20	0,20
	Bourg-Lestie	17,30	76,30	6,02
	Decize	30,00	61,10	8,90
	Schoonecken	38,50	59,44	2,30
Moselle	—	38,30	58,44	3,44
	Laxal	18,50	74,10	7,10
	Chalonnés (demi-grasses)	15,30-19,10	79,74-76,04	4,66-13,80
	Anche (bon)	20,00-38,00	76,40-95,00	1,90-4,00
	Anzin, maigre	5,18	91,87	2,35
	— gras	43,00	50,00	5,00
	— demi-gras	1,30	88,00	2,40
	— composit. moyenne	92,00-90,00	86,79	2,40
	Douchy	27,20-32,40	74,00-86,00	1,70-10,00 (1)
	Vindin-les-Bâthone	91,20-92,40	83,80-85,30	4,30
Pas-de-Calais	Auchy-sous-Bois	52,00-55,00	75,00-84,75	1,20-3,00
	Courrières	52,00-55,00	75,00-84,75	1,00-3,00
	Leus	28,00-37,00	81,00-70,00	1,00-5,00
	—	28,00-37,00	81,00-70,00	1,00-5,00

(1) Mémoire de la Société des sciences de Lille, 1868.

TABLEAU DES COMPOSITIONS MOYENNES ET EXTRÊMES

Désignation des houilles.	Nombre des analyses.		Carbone.	Hydrogène.
Hainichen - Ebersdorf.	2	moyenne, cendres comprises.	47,10	3,33
		id. cendres déduites.	74,94	5,33
		minimum, cendres comprises.	70,91	2,98
Zwickau et Niederwurschnitz.....	35	maximum, id.	83,69	6,17
		moyenne, id.	78,26	4,59
		id. cendres déduites.	83,25	4,88
Flöha et Guckelsberg...	5	minimum, cendres comprises.	38,38	1,55
		maximum, id.	82,41	2,25
		moyenne, id.	47,69	1,82
id.		id. cendres déduites.	88,19	3,36
		minimum, cendres comprises.	73,85	4,70
		maximum, id.	82,10	5,50
Zwickau.....	3	moyenne, id.	78,65	5,18
		id. cendres déduites.	81,45	5,36
		minimum, cendres comprises.	70,02	4,38
Silésie.....	20	maximum, id.	82,72	5,63
		moyenne, id.	76,48	4,95
		id. cendres déduites.	80,43	5,21
Westphalie..	13	minimum, cendres comprises.	72,66	3,86
		maximum, id.	89,58	5,32
		moyenne, id.	81,54	4,49
Saxe prussienne ....	2	id. cendres déduites.	86,83	4,78
		minimum, cendres comprises.	77,53	3,68
		maximum, id.	81,88	5,13
Saarbruck...	6	moyenne, id.	79,70	4,41
		id. cendres déduites.	90,48	5,00
		minimum, cendres comprises.	72,38	4,46
Duren.....	6	maximum, id.	83,63	5,30
		moyenne, id.	77,83	4,97
		id. cendres déduites.	82,14	5,24
Pays de Galles	7	minimum, cendres comprises.	83,69	3,80
		maximum, id.	90,62	4,50
		moyenne, id.	88,02	4,15
id.		id. cendres déduites.	91,67	4,32
		minimum, cendres comprises.	73,84	3,72
		maximum, id.	90,27	6,01
Écosse .....	27	moyenne, id.	84,17	4,75
		id. cendres déduites.	88,79	5,01
		minimum, cendres comprises.	74,55	4,84
id.		maximum, id.	81,36	6,50
		moyenne, id.	78,54	4,39
		id. cendres déduites.	81,97	4,58

## DES HOUILLES PROVENANT DES PRINCIPAUX GISEMENTS.

Azote.	Oxygène.	Cendres.	Soufre.	Eau.	Densité.	Observateurs.
0,16	12,24	37,15	1,49	»	1,400 à 2,170	Slein.
0,26	19,17	»	»	»	»	Id.
0,11	»	»	»	»	»	Id.
0,62	»	»	»	»	»	Id.
0,28	10,88	5,99	1,83	6,7	1,200 à 1,669	Id.
0,30	11,57	»	»	»	»	Id.
0,10	»	»	»	»	»	Id.
0,31	»	»	»	»	»	Id.
0,18	4,39	45,92	1,09	3,8	1,501 à 2,210	Id.
0,33	8,12	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Bruckner.
»	»	»	»	»	»	Id.
0,71	12,03	3,01	0,41	7,33	»	Id.
0,73	13,46	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Baer.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	13,76	4,91	»	4,06	»	Id.
»	14,36	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	7,89	6,08	»	1,66	»	Id.
»	8,40	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	3,98	11,91	»	1,56	»	Id.
»	4,52	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	11,91	5,25	»	3,32	»	Id.
»	12,62	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	3,85	3,98	»	1,26	»	Id.
»	4,04	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Playfair et de la Bèche.
»	»	»	»	»	»	Id.
1,18	4,70	5,20	1,43	1,27	1,255 à 1,390	Id.
1,24	4,96	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
1,04	11,85	4,18	1,09	»	1,200 à 1,316	Id.
1,08	12,37	»	»	»	»	Id.

TABLEAU DES COMPOSITIONS MOYENNES ET EXTRÊMES DES

Désignation des houilles.	Nombre des analyses.		Carbone.	Hydrogène.
Angleterre..	27	minimum, cendres comprises.	72,86	4,98
		maximum, id.	83,58	6,17
		moyenne, id.	80,53	5,39
Irlande.....	1	id. cendres déduites.	74,19	5,63
		cendres comprises. . . . .	80,03	5,30
Écosse.....	3	minimum, cendres comprises.	67,60	5,40
		maximum, id.	82,92	5,49
		moyenne, id.	77,24	5,44
Angleterre..	5	id. cendres déduites.	81,91	5,77
		minimum, cendres comprises.	74,82	5,05
		maximum, id.	87,95	6,18
Angleterre..	4	moyenne, id.	82,92	5,46
		id. cendres déduites.	86,75	5,71
		id. cendres comprises.	78,96	5,46
Angleterre..	2	id. cendres déduites.	81,20	5,61
		id. cendres comprises.	81,86	4,99
Sardaigne...	1	id. cendres déduites.	84,81	5,17
		id. cendres comprises.	59,98	4,75
France.....	14	id. cendres déduites.	63,70	5,04
		minimum, cendres comprises.	76,48	4,85
		maximum, id.	89,27	5,61
		moyenne, id.	83,96	5,20
Ile Formose.	1	id. cendres déduites.	86,31	5,34
		cendres comprises. . . . .	78,26	5,70
Bornéo.....	3	cendres déduites. . . . .	81,49	5,93
		moyenne, cendres comprises.	63,05	5,06
Comté de Baranger et Tolkær...	8	id. cendres déduites.	68,87	5,53
		minimum, cendres comprises.	83,76	4,23
		maximum, id.	89,99	5,09
		moyenne, id.	79,72	4,28
Comté de Crassovic.	8	id. cendres déduites.	87,87	4,72
		minimum, cendres comprises.	81,57	3,92
		maximum, id.	88,72	5,05
Amérique...	7	moyenne, id.	80,64	4,41
		id. cendres déduites.	83,79	4,58
		id. cendres comprises.	66,32	3,61
Australie...	1	id. cendres déduites.	73,93	6,27
		id. cendres comprises.	82,39	5,32
		id. cendres déduites.	84,08	5,43

## HOUILLES PROVENANT DES PRINCIPAUX GISEMENTS (Suite).

Azote.	Oxygène.	Cendres.	Soufre.	Eau.	Densité.	Observateurs.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
1,34	8,40	4,34	1,49	»	1,250 à 1,350	Id.
1,40	8,78	»	»	»	»	Id.
0,23	10,80	»	6,76	»	1,590	Id.
»	»	»	»	»	»	Richardson.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	11,60	5,70	»	»	»	Id.
»	12,32	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
»	»	»	»	»	»	Id.
7,20	7,20	4,41	»	»	»	Id.
7,53	»	»	»	»	»	Id.
1,98	10,84	2,74	0,88	4,7	1,129 à 1,392	Vaux.
2,04	11,15	»	»	»	»	Id.
»	9,67	3,46	»	1,2 à 1,0	»	Baer.
»	10,02	»	»	»	»	Id.
»	29,42	5,85	»	»	»	Abbénè et Rossi.
»	31,25	»	»	»	»	Id.
»	4,29	0,24	»	»	»	Regnault.
»	10,04	5,32	»	»	»	Id.
»	8,18	2,72	»	»	»	Id.
»	8,41	»	»	»	»	Id.
0,64	11,44	3,90	0,49	»	»	Playfair et de la Beche.
0,66	14,49	»	»	»	»	Id.
0,81	21,38	8,43	1,25	»	»	Id.
0,88	24,72	»	»	»	»	Id.
»	»	2,85	»	»	»	Nendtvich.
»	»	18,23	»	»	»	Id.
»	6,27	9,28	»	1,16	»	Id.
»	7,41	»	»	»	»	Id.
»	»	0,89	»	»	»	Id.
»	»	10,35	»	»	»	Id.
»	11,18	3,76	»	3,72	»	Id.
»	11,62	»	»	»	»	Id.
0,80	16,98	10,29	1,18	»	»	Playfair et de la Beche.
0,89	18,93	»	»	»	»	Id.
1,23	9,02	2,01	0,70	»	»	Id.
1,25	9,20	»	»	»	»	Id.

**Lignite.** — Substance charbonneuse, noire ou brune, pouvant brûler aisément, en donnant une flamme éclairante et une fumée abondante. Ne fournit pas de coke par la distillation en vase clos, et laisse 30 0/0 de cendres. Sa densité varie de 1 à 1,20. Appartient aux terrains tertiaires.

Le tableau suivant donne la composition chimique des principaux lignites.

Origine des Lignites.	Composition élémentaire.				Composition, déduction faite des cendres.		
	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et Azote.	Cendres.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et Azote.
Duché de Brunswick...	66,24	5,32	20,78	7,64	71,72	5,76	22,50
Royaume de Saxe.....	58,29	5,33	24,78	11,59	65,93	6,03	28,03
Saxe Prussienne.....	55,76	5,32	24,68	14,23	65,01	6,20	28,77
Cologne.....	63,29	4,98	26,24	5,49	66,97	5,27	27,76
Hesse-Cassel							
{ L. anthra-	75,49	4,42	13,11	7,27	81,41	4,44	14,14
{ citeux...							
{ L. ordinaire	63,78	5,12	27,67	3,42	66,04	5,30	28,65
id. ....	64,22	5,56	24,87	4,35	67,85	5,87	26,27
Nassau - Wersterwald ..	60,19	4,93	25,59	4,28	66,35	5,43	28,21
Hesse-Darmstadt.....	57,28	6,03	36,10	0,59	57,63	6,06	36,31
Bavière.....	62,16	5,29	28,53	4,01	64,75	5,51	29,72
Autriche.....	57,68	4,22	24,50	13,59	66,90	4,88	28,35
Hongrie.....	66,24	4,60	23,19	5,99	70,46	4,94	24,67
France							
{ L. de Dax.....	69,52	4,59	19,90	4,99	73,18	5,88	21,14
{ L. des Bouches-							
{ du-Rhône...	63,01	4,58	18,58	13,43	72,78	5,29	21,93
{ L. des Basses-							
{ Alpes.....	69,05	4,20	22,74	3,01	71,20	5,36	23,44
Grèce.....	61,20	5,00	24,78	9,02	67,27	5,49	27,24
Moyenne.....	60,96	5,04	24,87	9,12	67,08	5,55	27,37

TABEAU INDICANT LA COMPOSITION MOYENNE DES LIGNITES DE DIFFÉRENTES PROVINCES.

Origine des lignites.	Observateurs.	Nombre des analyses.	Composition élémentaire.				Composition, déduction faite des cendres.					
			Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et azote.	Cendres.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et azote.			
Allemagne :												
Duché de Brunswick.....	Warrentrapp.	4	66,24	5,32	20,78	7,64	74,72	5,76	22,50			
Royaume de Saxe.....	Baër.	44	58,29	5,32	24,78	14,59	65,93	6,03	28,03			
Saxe prussienne.....	Bischoff.	18	55,76	5,32	24,68	14,23	65,01	6,20	28,17			
Cologne.....	Regnault.	1	63,29	4,93	26,24	5,49	66,97	5,27	27,76			
Hesse-Cassel. { L. anthraciteux.....	Groeger, Kuhnert } et Regnault. }	3	75,49	4,12	13,11	7,27	81,41	4,44	14,14			
Id. { L. ordinaire.....	Kuhnert.	9	63,78	5,12	27,67	3,42	66,01	5,30	28,65			
Nassau-Westerwald.....	Groeger.	4	64,22	5,56	24,87	5,35	67,85	5,87	26,27			
Hesse-Darmstadt.....	Casselmann.	49	60,49	4,93	25,50	9,28	66,33	5,43	28,21			
Bavière (Regensbourg).....	Liebig.	1	57,28	6,03	36,10	0,59	57,63	6,06	36,31			
Autriche.....	Casselmann.	5	62,16	5,29	28,53	4,01	64,75	5,51	29,72			
Hongrie.....	Schroetter.	4	57,68	4,22	24,50	13,59	66,90	4,88	28,35			
France. { L. de Dax.....	Nendtvich.	10	66,24	4,30	23,19	5,99	70,46	4,91	24,67			
Id. { L. des Bouch.-du-Rhône.	Regnault.	1	69,32	5,59	19,90	4,99	73,18	5,88	21,14			
Id. { L. des Basses-Alpes.....	Id.	1	63,01	4,58	48,98	13,43	72,78	5,29	21,93			
Grèce.....	Id.	1	69,05	5,20	22,74	3,01	71,20	5,36	23,44			
Id.	Id.	1	61,20	5,90	24,78	9,02	67,27	5,49	27,24			
Moyenne.....		126	60,96	5,04	24,87	9,12	67,08	5,55	27,37			

**Tourbe.** — Substance brune ou noirâtre, terne et spongieuse, combustible lorsqu'elle est séchée. Résulte de la décomposition spontanée de végétaux qui, le plus généralement, sont des plantes marécageuses. Souvent mélangée avec des matières minérales (sable, argile, pyrite de fer, carbonate de chaux, etc.).

La teneur en eau de la tourbe est très considérable; au bout d'un long temps elle peut perdre 45 p. 100 de son poids primitif. La meilleure sorte de tourbe séchée à l'air contient en moyenne :

Carbone. . . . .	45
Hydrogène. . . . .	4,5
Eau chimiquement combinée. . . . .	28,5
Eau hygroscopique. . . . .	25,5

La tourbe a généralement un pouvoir calorifique un peu inférieur à celui du bois, quand l'expérience est faite sur le combustible séché en plein air. Mais la tourbe desséchée au-dessus de 100°, donne avec la litharge autant et plus de plomb que le bois également desséché.

Dans son état hygrométrique ordinaire, après plusieurs mois d'exposition à l'air, la tourbe donne avec la litharge de 8 à 15 parties de plomb; elle équivaut, pour son pouvoir calorifique, à des proportions de carbone pur comprises ordinairement entre les limites de 0,235 à 0,440 de son poids.

## ANALYSES DE CENDRES DE TOURBE.

Potasse.....	1,323	0,461	0,491	0,247
Soude.....	1,982	1,399	1,670	0,496
Chaux.....	36,496	40,920	33,037	24,914
Magnésie.....	7,634	1,611	7,523	1,285
Alumine.....	5,411	3,793	1,686	0,860
Sesquioxyde de fer.....	15,608	15,969	13,281	19,405
Acide phosphorique.....	2,571	1,406	1,438	0,242
— sulfurique.....	14,092	14,507	20,076	10,742
— chlorhydrique.....	1,482	0,983	1,747	0,335
Silice dans les composés dissous par les acides.....	3,595	1,111	2,448	1,082
Silices et silicates insolubles dans les acides.....	2,168	2,107	7,683	26,789
Acide carbonique.....	7,761	15,040	8,340	13,890
	100,043	99,307	99,120	98,817

TABLEAU INDIQUANT LA COMPOSITION DES PRINCIPALES TOURBES.

PROVENANCE DE LA TOURBE	Pour 100 parties de tourbe sèche, débarassée de cendres.				Cendres pour 100 parties de tourbe sèche.	Quantités d'eau contenues dans la tourbe sèche à l'air.	Noms des observateurs.
	Carbone.	Hydrogène	Azote.	Oxygène.			
Tourbe de Vulcaire . . . . .	60,10	5,96	2,21	31,30	5,58	"	V. Regnaud.
id. de Lang . . . . .	60,89	6,21	32,00	4,61	"	"	
id. de champ de feu . . . . .	61,05	6,45	32,50	5,33	"	"	W. Baer.
id. de Neutangen 1 <sup>re</sup> qualité . . . . .	57,15	5,20	37,62	9,87	15,7	"	
id. de Buchfeldt 2 <sup>e</sup> qualité . . . . .	57,32	5,91	38,77	9,37	12,7	"	W. Baer.
id. de Plotow 1 <sup>re</sup> qualité . . . . .	56,69	4,73	38,58	11,17	18,4	"	
id. de Linnam 1 <sup>re</sup> qualité . . . . .	59,48	5,36	35,16	9,74	16,4	"	Vaux.
id. id. 3 <sup>e</sup> qualité . . . . .	60,40	5,08	34,52	8,92	18,9	"	
id. anglaise . . . . .	59,84	5,77	2,51	31,85	9,73	25,6*	Wajz.
id. de Markobach (Rheinpfalz) . . . . .	63,87	6,46	1,60	32,07	2,70	8,0	
id. de Steinwenden id. . . . .	58,76	7,04	1,70	32,56	2,04	8,8	Wajz.
id. de Niedermoor id. . . . .	40,64	6,01	44,35*	3,50	8,0	"	
id. d'Ha vel niede 1 <sup>re</sup> qualité . . . . .	56,43	5,32	38,25	9,87*	17,6	"	Jaehkel (1).
id. id. 2 <sup>e</sup> qualité . . . . .	53,51	5,90	40,05	6,60	19,3	"	
id. id. 3 <sup>e</sup> qualité . . . . .	53,81	5,31	41,38	6,79	18,9	"	
id. de Linum . . . . .	59,43	5,26	35,31	12,17	31,3*	"	Mulder.
id. de Hambourg . . . . .	57,12	5,32	37,66	2,32	18,8	"	
id. de Frise . . . . .	59,42	5,87	34,71	"	"	"	Mulder.
id. id. . . . .	60,41	5,57	34,02	"	"	"	
id. de Hollande . . . . .	59,27	5,41	35,32	"	"	"	R. Kane.
id. de Philippstown, légère . . . . .	58,69	6,07	1,45	32,88	"	"	
id. id. lourde . . . . .	60,48	6,10	0,88	32,53	"	"	R. Kane.
id. de Cobboge (Irlande) . . . . .	52,38	7,03	40,39	2,53	"	"	
id. de Kilbeggan id. . . . .	62,18	6,79	31,03	1,83	"	"	Sullivan.
id. de Kilbaha id. . . . .	55,62	6,88	37,50	8,06	"	"	
id. d'Allen, légère . . . . .	59,02	6,61	1,26	32,21	"	"	Sullivan.
id. id. lourde . . . . .	61,02	5,77	0,81	32,40	"	"	
id. de Twicknovin, légère . . . . .	60,10	6,72	1,89	31,29	"	"	de Martilly.
id. de Schannon, légère . . . . .	60,04	5,87	0,95	33,15	"	"	
id. id. lourde . . . . .	61,25	5,61	1,69	31,45	"	"	de Martilly.
id. de Bresles (Oise), légère . . . . .	59,53	7,44	83,04	10,08	12,9	"	
id. id. moussuse . . . . .	57,47	5,28	37,25	7,29	16,3	"	de Martilly.
id. de Thésy, 3 <sup>e</sup> qualité . . . . .	57,01	6,18	36,31	15,45	16,7	"	
id. de Bourdon, 1 <sup>re</sup> qualité . . . . .	58,71	5,79	35,50	7,43	17,3	"	de Martilly.
id. de Camon, 1 <sup>re</sup> qualité . . . . .	60,14	5,79	34,07	10,92	19,5	"	
Tourbe moulée de Thésy, 1 <sup>re</sup> qualité . . . . .	60,07	5,60	33,83	7,11	16,0	"	Kraut.
Briquettes de Montargis . . . . .	61,79	5,54	32,07	13,28	18,0	"	
Briquettes de Neufchâtel . . . . .	58,68	5,49	35,83	19,40	19,9	"	
Tourbe pressée d'Happelsmoor . . . . .	58,93	5,72	35,83	9,13	16,1	"	
Briquettes de Neustadt . . . . .	61,66	5,62	32,72	3,91	10,7	"	

(1) Deux autres variétés analysées par lui contenaient 12,5 et 21,6 de cendres.  
\* Les analyses marquées du signe \* doivent être laissées de côté dans le calcul des moyennes, comme ne représentant pas un échantillon normal.

**Analyse immédiate des combustibles fossiles (méthode de Berthier).**

*Essais préliminaires.* — Les combustibles contiennent toujours de l'eau hygrométrique ; pour déterminer celle-ci, on met un poids déterminé de combustible, réduit en poudre, 10 grammes par exemple, dans une capsule de platine tarée et on dessèche dans une étuve chauffée à 100°, jusqu'à ce que deux pesées successives donnent le même poids.

La perte de poids indique l'eau contenue dans le combustible.

On met un petit fragment du combustible, environ de la grosseur d'un pois, dans un matras de verre pareil à ceux qui servent dans les essais au chalumeau ; on incline ce matras presque horizontalement et on chauffe la panse lentement et graduellement jusqu'à ramollissement du verre. On examine les changements qu'éprouvent le morceau de combustible et surtout les liquides qui s'en dégagent successivement ; l'eau apparaît la première, on examine si elle est acide ou alcaline ; viennent après les huiles et les bitumes. On casse ensuite le matras pour en extraire le charbon et voir quel est son aspect.

On chauffe un morceau de combustible au milieu de l'atmosphère dans une capsule en platine et on observe les phénomènes qu'il présente en brûlant.

On pulvérise un fragment de combustible en poudre impalpable, que l'on fait bouillir avec une dissolution étendue de potasse caustique pour voir s'il se dissout quelque chose ; dans ce cas, la liqueur prend une couleur brune plus ou moins foncée.

*Dosage des cendres.* — On prend 10 grammes de la substance réduite en poudre, on les place dans une capsule de platine tarée et on les incinère dans la moufle d'un fourneau de coupelles. Les cendres sont mélangées ensuite avec du carbonate d'ammoniaque en poudre, et calcinées de nouveau ; le carbonate de chaux contenu dans les cendres a pu se décomposer en partie pendant l'incinération ; on lui rend l'acide carbonique qui s'est dégagé par la calcination avec le carbonate d'ammoniaque. On pèse ; l'augmentation de poids de la capsule indique la quantité de cendres contenue dans 10 grammes du combustible.

*Pouvoir calorifique.* — Il est à peu près démontré que les quantités de chaleur émises par les différents combustibles sont entre elles dans le rapport des quantités d'oxygène que ces combustibles absorbent en brûlant. Par conséquent, si on avait un moyen d'évaluer le poids de l'oxygène qu'un combustible absorberait en brûlant, on pourrait déterminer son pouvoir calorifique.

Or, cette évaluation peut s'obtenir d'une manière simple et expéditive, sinon rigoureusement, du moins avec assez d'exactitude pour qu'on puisse en déduire des résultats fort utiles dans la pratique.

Certains oxydes métalliques se réduisent avec une telle facilité,

que lorsqu'on les chauffe avec un corps combustible, celui-ci se trouve brûlé complètement sans qu'aucun de ses éléments puisse échapper à l'activité de l'oxygène, si on opère d'une manière convenable. La composition de l'oxyde étant parfaitement connue, si on détermine le poids de la partie qui a été réduite à l'état métallique, on en déduit immédiatement la proportion d'oxygène employée à la combustion. L'oxyde employé, dans la détermination du pouvoir calorifique des combustibles, est la litharge.

On prend 1 gramme du combustible réduit en poudre impalpable, que l'on mêle avec une quantité de litharge un peu plus grande que celle qu'elle peut réduire, 20 grammes au moins, 40 grammes au plus. On introduit le mélange avec soin au fond d'un creuset de terre, et l'on met par dessus 20 à 30 grammes de litharge pure; le creuset doit être à moitié rempli tout au plus. On place le creuset dans un fourneau à vent déjà chauffé et rempli de charbons bien allumés, on le couvre et l'on chauffe graduellement. Lorsque la fusion est complète, on recouvre le creuset de charbons et l'on donne un coup de feu pendant environ dix minutes, pour que tout le plomb puisse se rassembler en une seule masse. On retire le creuset, on le laisse refroidir, on le casse et on retire le culot de plomb que l'on pèse. On doit faire l'opération en double.

Le carbone pur produirait avec la litharge, trente-quatre fois son poids de plomb, et l'hydrogène, 103,7 fois son poids. On peut, d'après ces données, trouver pour un combustible quelconque son équivalent soit en carbone, soit en hydrogène sous le rapport du pouvoir calorifique.

Lorsqu'un combustible renferme des matières volatiles, on en connaît la proportion par l'analyse; si de plus on recherche la proportion de plomb qu'il donne avec la litharge, il est facile de calculer l'équivalent en carbone des matières volatiles.

Supposons qu'un combustible contienne C de carbone, soustraction faite du poids des cendres, V de matières volatiles, et qu'il produise P de plomb avec la litharge. La quantité C de carbone donnerait  $34 \times C$  de plomb; la quantité V ne donnerait que  $P - 34 \times C$ ; elle équivaldrait donc à  $\frac{P - 34 \times C}{34}$  de carbone; il suit de là que les quantités de calorique développées par le charbon, les matières volatiles et le combustible non altéré seraient entre elles comme les nombres  $34 \times C$ ,  $P - 34 \times C$  et P qui représentent les quantités de plomb, ou comme les nombres C,  $\frac{P - 34 \times C}{34}$  et  $\frac{P}{34}$  qui représentent les quantités de carbone.

Chaque partie de plomb produite par un combustible équivaut à 237,647 calories; il faut donc, pour avoir le pouvoir calorifique, multiplier le poids du plomb obtenu par 237,647.

*Dosage des matières volatiles.* — Dans un creuset de platine taré

on met 5 grammes du charbon cassé en grains gros comme des têtes d'épingles; le creuset ne doit être rempli qu'au tiers, car le coke se boursoufflant, pourrait passer par dessus. On introduit ce creuset de platine dans un creuset de terre, on le recouvre avec son couvercle de platine, on remplit le creuset de terre de menus fragments de charbon de bois, on ferme le creuset de terre avec son couvercle, et on lute. On place le creuset dans un fourneau à vent déjà chaud et on chauffe pendant une demi-heure.

On retire le creuset, on laisse refroidir et on pèse le creuset de platine. On a ainsi le poids du carbone et des cendres; en retranchant le poids des cendres, déterminé dans une opération précédente, la différence indique le poids du carbone.

Il faut peser rapidement, car le coke est hygrométrique.

On examine l'aspect du coke, qui peut être boursoufflé, fritté ou pulvérulent. Les houilles grasses donnent du coke boursoufflé ou fritté; les houilles maigres fournissent du coke pulvérulent.

*Dosage du carbone équivalent aux matières volatiles.* — En divisant le poids du plomb par 34, on a obtenu le carbone total équivalent au pouvoir calorifique. Si, de ce nombre, on retranche le carbone provenant de l'opération précédente, la différence indiquera le carbone équivalent aux matières volatiles.

*Dosage des pyrites.* — On peut, pour déterminer la proportion de pyrite de fer contenue dans les houilles, employer l'une des trois méthodes suivantes :

1° On met dans une fiole, avec de l'eau régale, 5 ou 10 grammes de houille réduite en poudre; lorsque l'attaque est complète, on étend d'eau et l'on filtre; on lave le filtre. Dans la liqueur filtrée, on ajoute de l'ammoniaque qui précipite l'oxyde de fer; on chauffe, on filtre et on lave. On sèche le filtre, on le calcine et on pèse l'oxyde de fer. Du poids de l'oxyde de fer, on déduit, par le calcul, celui de la pyrite.

2° On incinère 10 grammes de houille réduite en poudre dans une capsule de platine tarée; on pèse le résidu et on le fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce qu'il soit décoloré; on étend d'eau, on filtre, on recueille sur le filtre la matière insoluble, on lave, on sèche, on calcine et on pèse. En retranchant du poids primitif le poids de la matière insoluble, on a, par différence, le poids de l'oxyde de fer; de celui-ci on déduit le poids de la pyrite.

Ce moyen approximatif suppose que le résidu insoluble n'est pas sensiblement ferrugineux, et qu'il ne renferme que des matières inattaquables par les acides, après qu'il a été calciné.

3° On calcine 10 grammes de houille dans un creuset de platine taré, on pèse le coke, puis on le pulvérise et on le fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'hydrogène sulfuré. On filtre, on lave, on fait bouillir la liqueur avec de l'acide azotique pour peroxyder le fer, et on précipite l'oxyde de fer par l'ammoniaque; on chauffe, on filtre, on lave, on calcine et



on pèse. Du poids de l'oxyde de fer, on déduit celui de la pyrite, sachant que 100 de peroxyde de fer équivalent à 152 de pyrite et à 110 de protosulfure.

*Matières combustibles des houilles pyriteuses.* — Il ne suffit pas, pour avoir la proportion de matières combustibles contenues dans une houille pyriteuse, de retrancher du poids de celle-ci le poids de la cendre qu'elle fournit par sa combustion; il faut déterminer la quantité d'oxyde de fer renfermée dans la cendre, et transformer, par le calcul, le peroxyde de fer en persulfure; on ajoutera au poids des cendres la quantité de soufre ainsi déterminé, et c'est ce nombre qu'on retranchera du poids de la houille, la différence indiquera la proportion de matières combustibles.

*Pouvoir calorifique des houilles pyriteuses.* — La pyrite de fer exerce sur la litharge la même action réductrice que les matières combustibles. Il se sépare donc du plomb métallique dont il faut tenir compte; il suffit pour cela de retrancher du plomb total obtenu dans l'essai, celui qui a dû être produit par la pyrite de fer. L'analyse de la houille étant faite, on détermine par le calcul cette dernière quantité de plomb, en partant de cette donnée que 100 de pyrite produisent avec la litharge 840 de plomb.

Comme la pyrite de fer se transforme en protosulfure de fer pendant la carbonisation de la houille, dans l'essai du pouvoir calorifique du coke, il faut tenir compte du plomb réduit par le protosulfure de fer. Il faut donc analyser la cendre du coke, et déterminer, par le calcul d'après l'oxyde de fer trouvé, la quantité de protosulfure qu'elle contenait. 100 de protosulfure de fer produisent avec la litharge 720 de plomb. On déterminera la quantité de plomb produite par le protosulfure de fer et on la retranchera du plomb obtenu dans l'essai du pouvoir calorifique: la différence donnera le plomb réduit par le carbone, d'où on déduira le pouvoir calorifique du coke essayé et des matières volatiles qu'il peut contenir.

Tous les combustibles, bois, charbon de bois, anthracite, lignite, tourbe, coke, s'analysent en suivant la marche que nous venons d'indiquer.

L'analyse d'un combustible exige quatre opérations:

- 1° Une dessiccation pour évaluer l'eau hygrométrique;
- 2° Une calcination dans un creuset fermé, servant à déterminer la proportion des matières volatiles, et donnant comme résidu le carbone fixe et les cendres;
- 3° Une incinération qui donne les cendres;
- 4° Une fusion avec la litharge pour déterminer le pouvoir calorifique du charbon, et calculer l'énergie réductrice des matières volatiles.

Lorsque le combustible est destiné aux usages métallurgiques, il est nécessaire de faire l'analyse des cendres et de doser le soufre et le phosphore.

*Dosage du soufre.* — On mélange 1 gramme de combustible en

poudre fine avec 0<sup>sr</sup>,500 de carbonate de soude et 1 gramme de magnésie calcinée, on introduit ce mélange dans un creuset de platine et on chauffe pendant 1 heure en maintenant le creuset incliné de façon à ne porter au rouge que sa partie inférieure, et en remuant la matière avec une spatule. Après refroidissement, on reprend la masse fondue par 100 cent. cubes d'eau chaude, on lave le creuset, on ajoute un excès d'eau bromée jusqu'à ce que la liqueur prenne une teinte légèrement jaunâtre et on fait bouillir; on filtre et on lave le filtre. La liqueur est acidulée par l'acide chlorhydrique et portée à l'ébullition jusqu'à décoloration complète, puis on précipite l'acide sulfurique par le chlorure de baryum; on chauffe, on laisse déposer, on filtre et on lave. On sèche, on calcine et on pèse le sulfate de baryte: de son poids, on déduit celui du soufre.

*Dosage du phosphore.* — On incinère une certaine quantité du combustible, on prend 2 grammes de cendres et on les humecte avec de l'acide chlorhydrique concentré; on laisse en repos pendant quelque temps, puis on évapore à sec. On humecte le résidu avec de l'acide chlorhydrique, on ajoute 200 cent. cubes d'eau, on fait digérer au bain-marie, on filtre, on évapore à sec avec l'acide nitrique, on reprend le résidu avec de l'eau acidulée par l'acide nitrique, on filtre, on lave le filtre et on précipite, dans la liqueur, l'acide phosphorique par le molybdate d'ammoniaque. On filtre et on lave le précipité avec une solution à 5 0/0 d'acide nitrique et à 10 0/0 d'azotate d'ammoniaque. Lorsque les eaux de lavage ne contiennent plus de fer, on lave le vase dans lequel on a précipité l'acide phosphorique avec de l'ammoniaque, qu'on repasse ensuite sur le précipité pour le dissoudre; on lave le filtre. Dans la liqueur, on précipite l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

#### Charbons artificiels.

**Coke.** — Le coke est le produit de la distillation de la houille en vase clos. Il est généralement d'un gris noirâtre, souvent terne, quelquefois doué de l'éclat métallique, poreux et plus ou moins caverneux.

Lorsqu'il provient des houilles maigres, il conserve la forme de la houille employée; il est boursoufflé, au contraire, lorsqu'il est fabriqué avec des houilles grasses.

Le coke est un bon combustible, dégageant beaucoup de chaleur par sa combustion; il ne produit ni fumée, ni odeur.

Le coke est composé, en moyenne, de:

Carbone . . . . .	94,3
Hydrogène . . . . .	0,3
Oxygène et azote . . . . .	2,1
Cendres . . . . .	6,2

Les rendements en coke des principales houilles employées en France sont les suivants :

TABLEAU DONNANT LE RENDEMENT EN COKE DES PRINCIPALES HOUILLES.

		Rendement p. 100 en coke.
Houilles anglaises.	Pays de Galles. . . . .	58 à 83
	Lancashire. . . . .	52 à 62
	Newcastle. . . . .	51 à 63
	Écosse. . . . .	45 à 56
Houilles belges.	Mons, flénu sèches. . . . .	63 à 67
	Id. flénu grasses. . . . .	68 à 71
	Id. fines forges. . . . .	74 à 81
	Centre, houilles grasses. . . . .	80 à 84
	Id. houilles demi-grasses. . . . .	77 à 85
Houilles françaises.	Charleroi, houilles grasses. . . . .	79 à 84
	Id. houilles demi-grasses. . . . .	85 à 89
	Id. houilles maigres. . . . .	87 à 92
	Bassin de Valenciennes, houilles grasses. . . . .	66 à 75
	Id. houilles grasses maréchales. . . . .	75 à 79
	Id. houilles demi-grasses. . . . .	75 à 88
	Id. houilles maigres. . . . .	89 à 93
Houilles françaises.	Bassin du Pas-de-Calais. . . . .	62 à 90
	Houilles d'Alais. . . . .	78
	Id. de Decazeville. . . . .	60
	Id. de Blanzey. . . . .	56
	Id. de Commentry. . . . .	62
Houilles de Prusse.	Bassin de la Saare. . . . .	65 à 76
		57 à 69

**Charbon de cornue.** — Se trouve sur les parois des cornues qui servent à la fabrication du gaz ; il provient de la décomposition des carbures d'hydrogène sous l'influence de la chaleur. Il est noir, brillant, à grains serrés, très dur, très bon conducteur de la chaleur et de l'électricité. Sa densité est égale à 2,356. Il est employé dans les piles de Bunsen et pour faire les crayons entre lesquels jaillit la lumière électrique dans l'arc voltaïque.

**Noir de fumée.** — Se prépare par la combustion de certaines matières organiques riches en carbone. C'est une poussière noire très légère et très fine. On la fabrique aujourd'hui surtout avec lesoudrons de houille et les produits provenant de leur distillation.

**Noir animal.** — Se prépare par la calcination en vase clos des os ; on obtient ainsi 55 à 60 0/0 de noir animal ou mélange de charbon

très divisé et de sels terreux. Il jouit de propriétés décolorantes remarquables.

**Charbon de bois.** — Le bois desséché à l'air a pour composition moyenne :

Carbone. . . . .	38,5
Eau combinée . . . . .	35,5
Cendres. . . . .	1,0
Eau libre. . . . .	25,0

Par la calcination à l'abri du contact de l'air, les éléments volatils se dégagent, tandis que le carbone reste en conservant la forme du végétal dont il provient.

La fabrication du charbon de bois peut se faire soit par la carbonisation en meules, soit par la distillation du bois en vase clos.

*Carbonisation en meules.* — Cette carbonisation s'effectue dans les forêts afin d'économiser les frais de transport ; le bois pèse, en effet, quatre à cinq fois plus que le charbon qu'on en retire.

Le rendement en charbon des meules est, d'après Uhr :

	minimum.	maximum.	moyenne.
Pour 28 meules horizontales. . . . .	59,3	78,5	70,3
Pour 11 meules verticales. . . . .	50,5	75,1	62,8

Le rendement varie avec la nature du bois et la rapidité de la combustion.

*Carbonisation dans les cornues.* — Outre le charbon, on obtient, comme produits secondaires : 1° les goudrons, qui représentent 2 0/0 du bois employé ; 2° les eaux acides, qui, saturées par la chaux éteinte, donnent du pyrolignite de chaux : 100 parties de bois fournissent de 50 à 75 d'acétate de chaux brut.

TABEAU INDIQUANT LE POIDS SPÉCIFIQUE DU BOIS DE DIFFÉRENTS ARBRES,  
ET LA PROPORTION D'EAU AVANT ET APRÈS LA DESSICCATION A L'AIR.

NOM DE L'ARBRE.	POIDS SPÉCIFIQUE.		EAU POUR 100.	
	Fraiche- ment abattu.	Séché à l'air.	Fraiche- ment abattu.	Séché à l'air.
Quercus Robur.....	1,0754	0,7075	34,7	16,64
— var. pedunculata	1,0494	0,6777	35,4	»
Salix alba.....	0,9859	0,4873	50,6	»
Fagus sylvatica.....	0,9822	0,5907	39,7	18,56
Ulmus campestris.....	0,9476	0,5474	44,5	18,20
Carpinus Betulus.....	0,9452	0,7695	18,6	»
Larix Europæa.....	0,9205	0,4735	48,6	»
Pinus sylvestris.....	0,9121	0,5502	39,7	»
Acer Pseudo-platanus.....	0,9036	0,6592	27,0	18,63
Fraxinus excelsior.....	0,9036	0,6440	28,7	»
Betula alba.....	0,9012	0,6274	30,8	19,38
Pyrus Aucuparia.....	0,8993	0,6440	28,3	»
Abies excelsa.....	0,8941	0,5550	37,1	17,53
— pectinata.....	0,8699	0,4716	45,2	»
Pyrus torminalis.....	0,8633	0,5940	32,3	»
Æsculus Hippocastanum...	0,8614	0,5794	38,2	»
Alnus glutinosa.....	0,8571	0,5001	41,6	»
Tilia Europæa.....	0,8170	0,4390	47,1	18,97
Populus nigra.....	0,7795	0,3656	51,8	»
— tremula.....	0,7654	0,4302	43,7	»
— fastigiata.....	0,7634	0,3931	48,2	19,55
Salix capræa.....	0,7155	0,5289	60,0	»

COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE DU BOIS SEC.

N <sup>o</sup>	Nom de l'arbre.	Age et partie de l'arbre.	Non compris les cendres.				Cendres p. 100.	Composition moyenne non compris les cendres.			
			Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.
1	Hêtre.	70 ans .....	48,89	6,13	43,09	0,88	49,89	6,07	43,41	0,93	
2	—	58 ans .....	49,96	6,02	42,79	1,23					
3	—	69 ans .....	49,75	6,04	43,09	1,12					
4	—	Bois de branche...	50,49	6,11	42,64	0,76					
5	—	Brins .....	49,62	6,12	43,58	0,67					
6	—	Fagots de jeunes troncs de 25 à 30 ans .....	51,15	6,31	41,74	0,80					
7	—	Fagots de branches d'arbres de 70 à 80 ans .....	51,24	6,15	41,35	1,26	51,08	6,23	41,61	1,08	
8	—	80 ans .....	51,06	6,22	41,75	0,97					
9	—	Fagots de branches d'un arbre de 120 ans .....	50,88	6,25	41,60	1,27					
10	Chêne.	120 ans .....	50,97	6,02	41,96	1,05	50,64	6,03	42,05	1,28	
11	—	Branches du n <sup>o</sup> 10.	51,01	6,00	41,72	1,26					
12	—	Jeunes brins du n <sup>o</sup> 10 .....	50,09	6,07	42,31	1,52					

13	—	Fagots de brins de 30 ans.....	50,82	6,23	41,98	0,97	4,45			
14	—	Fagots de branches d'un arbre de 50 ans.....	50,73	»	»	0,99	4,56	50,89	6,16	41,94
15	—	Fagots d'un arbre de 70 ans.....	50,93	6,15	41,94	1,01	2,10			
16	—	Fagots d'un arbre de 130 ans.....	51,08	6,10	41,74	1,08	2,16			
17	Bouleau.	60 ans.....	50,59	6,21	42,16	1,03	0,71			
18	—	Branches du n° 17.	50,79	6,29	41,48	1,44	1,03	50,61	6,23	42,04
19	—	Jeunes brins du n° 17.....	50,48	6,20	42,43	0,89	0,60			1,12
20	—	Fagots de brins de 30 ans.....	52,21	6,36	40,24	1,19	1,16			
21	—	Fagots de brins de 35 ans.....	51,61	6,32	40,95	1,12	1,54	51,93	6,31	40,69
22	—	Fagots de branches d'arbres de 50 à 60 ans.....	51,97	6,25	40,89	0,89	1,26			1,07
23	Tremble.	Branches et tronc d'un arbre de 25 ans. Moyenne.	50,31	6,31	42,39	0,98	1,86			
24	—	Fagots de branches d'arbres de 25 ans	51,02	6,23	41,65	1,05	2,98			
25	Saule.	Brins de 20 ans....	51,75	6,19	41,08	0,98	3,67			
26	—	Fagots de branches de brins de 20 ans.	54,03	6,56	37,93	1,48	4,57			
		Moyenne.....	51,215	6,237	41,449	1,098	1,772			

## RENDMENT EN CHARBON DES MEULES VERTICALES.

	Rendement en poids de 100 k. de bois.	Observateurs.
Hêtre, bois de bûches.....	25-22	Berg.
Pin, id.....	23-25,8	id.
id. souches.....	21-25	id.
id. rondins.....	20-23,6	id.
Hêtre, bois de bûches.....	21,5-19,3	Hartig (1)
id. branches.....	21-20	id.
Chêne, bois de bûches.....	12,5-11,0	id.
id. branches.....	16,2-14,4	id.
Pin sauvage, bois de bûches...	16,0-14,4	id.
id. branches.....	17,7-15,5	id.
Chêne.....	21,3-23,4	Beschorn.
Hêtre rouge.....	22,7	id.
Bouleau.....	20,9	id.
Charme.....	20,6	id.
Pin.....	25,0	id.
Essais exécutés dans le Harz..	20,8-27,5	Meyer.
Hêtre rouge et chêne de 2 ans.	24,2	Berthier et Juncker
id. de 8 mois.	23,8	à Poullaouen.
Chêne de deux ans écorcé....	25,9	id.
id. de trois mois non écorcé.	22,6	id.
id. de huit mois écorcé....	21,9	id.
id. id. non écorcé.	19,5	id.
Chêne d'abattage récent non écorcé.....	13,8	id.
Hêtre rouge de trois mois, non écorcé.....	20,1	id.
Hêtre rouge de 3 mois, écorcé.	24,2	id.
id. récemment abattu, non écorcé.....	13,1	id.
<i>D'après des essais à Furudahl (Suède).</i>		
Meule n° 1. }	25,1	Uhr, 1811 (2),
id. n° 2. } Essence du bois	20,7	
id. n° 3. } non indiqué..	26,4	
id. n° 4. }	20,0	
id. n° 1. Pin.....	28,0	

(1) Ces nombres sont évidemment trop faibles, par suite d'erreur dans les chiffres ou d'une mauvaise marche de travail.

(2) Uhr, Berthier et Juncker ont tenu compte des fumérons comme charbon.

TABLEAU INDIQUANT LA DIFFÉRENCE DE RENDEMENT EN CHARBON  
PAR CARBONISATION LENTE ET RAPIDE.

100 PARTIES EN POIDS DES ESSENCES SUIVANTES	ONT DONNÉ EN CHARBON par carbonisation	
	Rapide.	Lente.
Chêne jeune .....	16,54	25,6
— vieux .....	15,91	25,71
Hêtre jeune ( <i>Fagus sylvatica</i> ) .....	14,875	25,875
— vieux .....	14,15	26,15
Charme jeune ( <i>Carpinus betulus</i> ) .....	13,12	25,22
— vieux .....	19,65	26,45
Aune jeune ( <i>Alnus glutinosa</i> ) .....	14,45	25,65
— vieux .....	15,3	25,65
Bouleau jeune .....	13,05	25,05
— vieux .....		
Bouleau provenant d'un poteau placé depuis cent ans au-dessus d'une fosse et encore intact .....	12,2	24,70
Sapin jeune ( <i>Pinus picea</i> ) .....	12,15	25,1
— vieux .....	14,25	25,25
Faux sapin jeune ( <i>Abies excelsa</i> ) .....	14,05	25,0
— vieux .....	16,225	27,725
Pin sauvage jeune ( <i>Pinus sylvestris</i> ) .....	15,35	24,75
— vieux .....	15,52	26,07
Tilleul ( <i>Tilia Europaea</i> ) .....	13,75	25,95
Paille de seigle .....	13,33	24,60
Fougère sèche .....	13,4	24,60
Roseaux .....	17,0	27,95
	14,65	26,45
MOYENNE .....	14,42	25,69

*Composition des charbons.* — Les analyses des charbons de bois faites sur les lieux de production ont donné :

Espèce de bois.	Densité (1).	COMPOSITION.				Eau hygroscopique.	Observateurs.
		Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.		
Bois de sarment....	1,45	87,60	3,05	5,23	4,12	»	Werther.
id. bourdaine..	1,53	90,93	3,03	4,48	1,56	»	»
id. saule.....	1,55	89,87	2,94	5,53	1,66	»	»
id. peuplier....	1,45	87,48	2,92	7,54	2,06	»	»
id. tilleul.....	1,46	87,38	2,65	6,47	3,50	»	»
id. d'aune.....	1,49	90,96	2,60	4,82	1,62	»	»
id. chêne.....	1,53	88,20	2,80	7,40	1,60	»	»
Charbon de hêtre...	»	85,89	2,41	1,46	3,02	7,23	Faisst.
Charbon (des fabri-	»	85,18	2,88	3,44	2,46	6,04	»
Charbon (cide pyro-	»	87,43	2,26	0,54	1,56	8,21	»
tendre. (ligneux.	»						

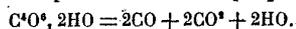
(1) Ces chiffres expriment la densité absolue de la matière; la densité apparente, rapportée au volume total y compris les pores, varie entre 0,134 et 0,203 (Hassenfratz).

## COMPOSITION DES CENDRES DE BOIS.

	1	2	3	4
Potasse.....	15,80	2,79	0,93	15,24
Soude.....	2,76	15,99	14,59	7,27
Chaux.....	60,35	30,36	33,99	25,85
Magnésie.....	11,28	19,76	20,00	24,50
Oxyde de manganèse (Mn <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ).....	»	18,17	7,61	13,51
Phosphate de sesquioxyde de fer (2Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 3PO <sup>5</sup> )....	1,84	5,10	2,28	6,18
Sesquioxyde de fer.....	»	»	7,73	»
Phosphate de chaux (3CaO, PO <sup>5</sup> ).....	3,99	»	»	»
Sulfate de chaux.....	2,30	3,31	5,05	2,91
Chlorure de sodium.....	0,21	1,48	2,52	0,92
Silice.....	1,46	3,04	5,27	3,60
Cendres pour 100 dans le bois desséché à 100° C..	99,99	100,60	99,97	99,98
	»	0,143	0,190	0,322

**Oxyde de carbone CO.** — Gaz incolore, inodore et insipide ; sa densité est égale à 0,968 ; le poids de 1 litre est de 1g<sup>r</sup>,254. Peu soluble dans l'eau : 1 litre d'eau à 0° en dissout 35 cent. cubes : à 15°, 25 cent. cubes. Environ dix fois plus soluble dans l'alcool.

Se prépare en décomposant l'acide oxalique par l'acide sulfurique.

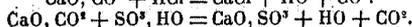
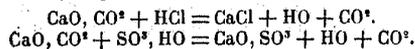


On fait passer les gaz qui se dégagent dans une dissolution de potasse qui absorbe l'acide carbonique.

Surtout employé en métallurgie pour réduire les oxydes métalliques. Sert comme moyen de chauffage dans les fours Siemens ; dans ce cas, on l'obtient en faisant passer, à faible vitesse, de l'air humide sur une couche épaisse de charbons incandescents. Recueilli au gueulard des hauts-fourneaux, il sert à chauffer l'air que l'on doit insuffler ; les récupérateurs Whitwell sont basés sur ce principe.

**Acide carbonique CO<sup>2</sup>.** — Gaz incolore, inodore, d'une saveur piquante. Sa densité est égale à 1,529 ; 1 litre pèse 1g<sup>r</sup>,970. A 15°, à la pression ordinaire, l'eau dissout environ son volume d'acide carbonique.

Se prépare en décomposant le carbonate de chaux (craie, marbre), par l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique :

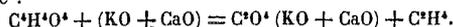


Sert à la fabrication de la céruse, à décomposer le sucrate de chaux dans les sucreries, à préparer les eaux gazeuses artificielles, etc.

Dans l'industrie, se prépare par la calcination des calcaires.

**Formène** (hydrogène protocarboné)  $C^2H^4$ . — Gaz incolore, légèrement odorant, soluble dans vingt-cinq fois son volume d'eau, et dans deux fois son volume d'alcool. Sa densité est égale à 0,56. S'enflamme à l'approche d'un corps en ignition et brûle avec une flamme jaunâtre peu éclairante.

Se prépare en chauffant dans une cornue un mélange de quarante parties d'acétate de soude cristallisé, dix parties de potasse caustique et soixante parties de chaux vive ; l'addition de cette dernière substance a pour but d'empêcher la potasse de couler et d'attaquer la cornue :



Dans la nature, se produit par la décomposition des matières organiques contenues dans la vase des marais, se dégage dans un certain nombre de localités, constitue dans les mines de houille, mélangé à l'air, le *grisou*.

**Éthylène** (hydrogène bicarboné)  $C^2H^4$ . — Gaz incolore, exhalant, lorsqu'il est pur, une odeur de marée. Peu soluble dans l'eau, un peu plus soluble dans l'alcool. Sa densité est égale à 0,978. Brûle avec une flamme blanche, brillante, très éclairante.

Se prépare par la déshydratation de l'alcool. On ajoute, à une partie d'alcool marquant 90°, cinq parties d'acide sulfurique concentré, et on chauffe légèrement. Le gaz qui se dégage passe d'abord dans un flacon contenant de l'acide sulfurique concentré, destiné à recueillir les vapeurs d'alcool et d'éther, et ensuite dans un deuxième flacon renfermant une dissolution de potasse, qui absorbe l'acide sulfureux et l'acide carbonique qui se produisent à la fin de l'opération.

L'alcool, en présence de l'acide sulfurique, se dédouble en  $C^2H^4$  et 2HO.

Il se produit dans la décomposition ignée des matières organiques riches en carbone (résines, matières grasses, houilles). C'est lui qui constitue la partie éclairante du gaz de l'éclairage.

**Bisulfure de carbone**  $CS^2$ . — Liquide incolore, très mobile, doué ordinairement d'une odeur désagréable ; à l'état de pureté parfaite, il exhale une odeur éthérée. Sa densité est égale à 1,293. Il bout à 46°,2 ; la densité de sa vapeur est de 2,845 et correspond à deux volumes. Se solidifie à - 116°. Peu soluble dans l'eau. L'iode, le brome, le phosphore ordinaire, le soufre, le sélénium, les chlorures, bromures et iodures de phosphore, les huiles grasses et essentielles, les corps gras, le camphre, le caoutchouc, etc., sont solubles dans le sulfure de carbone.

Se prépare en faisant réagir directement le soufre sur le charbon.

La vapeur de sulfure de carbone mélangée à l'air forme un mélange détonant.

Employé pour la vulcanisation du caoutchouc, pour dissoudre les corps gras, pour extraire les huiles essentielles et le parfum des fleurs, pour séparer le phosphore rouge du phosphore blanc, etc. A l'état de sulfocarbonate de potasse sert à combattre le phylloxéra.

**Fabrication et emploi du gaz d'éclairage et de chauffage.**

*Généralités sur les charbons à gaz.* — La composition et le rendement des divers charbons qui peuvent être employés à la fabrication du gaz, varient comme suit, d'après les recherches exécutées à la Compagnie Parisienne du gaz :

La proportion d'oxygène varie de 5,50 à 12 0/0.

La proportion d'hydrogène varie de 5 à 6 0/0.

La proportion de carbone varie de 89 à 81 0/0.

La teneur en azote est constante et égale à 1 0/0.

*Matières volatiles*, obtenues par calcination, de 26 à 40 0/0.

Le rendement en gaz varie de 31 mét. c. à 27 mét. c. p. 0/0 kilog.

Le rendement en coke varie de 2 hect. à 1,6 hect. p. 0/0 kilog.

Le rendement en goudron varie de 3<sup>k</sup>,9 à 5<sup>k</sup>,6 p. 0/0 kilog.

Le rendement en eau ammoniacale varie de 4<sup>l</sup>,5 à 10 lit. p. 0/0 kilog.

La teneur en soufre varie de 0,5 0/0 (charbons belges) à 2 0/0 (charbons anglais).

La Compagnie Parisienne a basé la classification des houilles à gaz d'après la proportion d'oxygène qu'elles contiennent : 1<sup>er</sup> type de 5 à 6,5 0/0 ; 2<sup>e</sup> type de 6,5 à 7,5 0/0 ; 3<sup>e</sup> type de 7,5 à 9 0/0 ; 4<sup>e</sup> type de 9 à 11 0/0 ; 5<sup>e</sup> et dernier type de 11 à 12 0/0 d'oxygène.

Le tableau ci-dessous résume les caractères de chaque type :

	1 <sup>er</sup> TYPE	2 <sup>e</sup> TYPE	3 <sup>e</sup> TYPE	4 <sup>e</sup> TYPE	5 <sup>e</sup> TYPE	
Compo- sition élémen- taire.	Oxygène... 5,56	6,66	7,11	10,10	11,70	
	Hydrogène... 5,06	5,37	5,40	5,53	5,64	
	Carbone... 88,38	86,97	85,89	83,37	81,66	
	Azote..... 1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Eau hygrométrique.	2,17	2,70	3,31	4,34	6,17	
Matières volatiles...	26,82	31,59	33,80	37,34	39,27	
Coke.....	73,18	68,41	66,20	62,66	60,73	
Cendres 0/0	du poids de la houille	9,04	7,06	7,21	8,18	10,73
	du poids du coke.....	12,35	10,32	10,82	13,05	17,67
Volume de gaz 0/0 kil.	30 <sup>mc</sup> ,13	31 <sup>mc</sup> ,01	30 <sup>mc</sup> ,01	29 <sup>mc</sup> ,72	27 <sup>mc</sup> ,44	
	coke —	4 <sup>h</sup> ,97	4 <sup>h</sup> ,96	4 <sup>h</sup> ,78	4 <sup>h</sup> ,70	4 <sup>h</sup> ,63
Poids du goudron..	3 <sup>k</sup> ,90	4 <sup>k</sup> ,65	5 <sup>k</sup> ,08	5 <sup>k</sup> ,48	5 <sup>k</sup> ,59	
	— d'eau ammoniacale.....	4 <sup>l</sup> ,58	5 <sup>l</sup> ,22	6 <sup>l</sup> ,80	8 <sup>l</sup> ,68	9 <sup>l</sup> ,86

*Produits de la distillation.* — Un charbon à gaz de bonne qualité doit donner, en moyenne, par 100 kilog. distillés : gaz, 16 kilog. ; coke et poussier, 68 kilogr. ; goudron, 4,75 kilogr. ; eaux ammoniacales, 7,5 kilogr. ; cendres et résidus, 3,75 kilogr.

*Densité du gaz.* — La densité du gaz de houille (par rapport à l'air) peut varier de 0,330 à 0,490 ; le gaz normal a une densité de 0,410 et pèse par mètre cube 530 grammes.

*Approvisionnement et emmagasinement.* — Une usine doit avoir toujours un approvisionnement suffisant pour six semaines ou deux mois de fabrication. Le charbon exposé à l'air perd de ses qualités : s'il est en outre mouillé, il donne moins de gaz et de moins beau gaz, qui est plus difficile à épurer. Il convient donc de loger le charbon sous des hangars couverts ; 1 tonne de charbon emmagasinée occupe un volume de 1<sup>m</sup><sup>3</sup>,200. Les charbons qui renferment des pyrites de fer sont sujets à s'échauffer en magasin lorsqu'ils sont humides, et même à entrer en combustion spontanée.

*Transport aux fours.* — Le transport des charbons du magasin à la bouche des fours se fait généralement à la brouette. Il est préférable d'employer un petit chemin de fer d'usine (Decauville, Suc, etc.) avec vagonnets à bascule.

On recommande ordinairement de peser les brouettes chargées, de manière à voir chaque jour le poids de houille distillée : il ne faut pas s'exagérer l'importance de cette règle, à cause de la difficulté du contrôle. Schilling conseille plutôt, si l'on emploie régulièrement des charbons de même provenance, de déterminer la consommation d'après le relevé du compteur de fabrication et de vérifier de temps en temps le magasin : les deux méthodes se complètent.

*Halle des fours.* — Lorsqu'on emploie un ou plusieurs fours placés côte à côte, la halle des fours doit avoir une largeur intérieure de 9 mètres au moins et une hauteur à la sablière de 6 mètres. Si les fours sont adossés, la largeur doit être doublée (18 mètres) et la hauteur portée à 7<sup>m</sup>,50 ou 8 mètres.

Les fermes de la toiture peuvent être en bois ou en fer, avec couverture en ardoises, tuile ou tôle galvanisée. Sur toute sa longueur, cette toiture doit être surélevée en son milieu, de manière à former entre les deux étages, une large ouverture, par laquelle s'opère la ventilation et l'entraînement des fumées et poussières.

Il doit y avoir en avant des fours un espace libre de 6 mètres au moins. Sur les 2,5 mètres voisins de la façade, le sol est pavé en briques de champ ; le reste est pavé en carreaux de 0<sup>m</sup>,10 d'épaisseur.

*Cheminée.* — Pour déterminer la section d'une cheminée, on admet en Angleterre la règle suivante : multiplier le nombre de mètres linéaires de cornue ou de fours par 0,0032, et le produit donne la section minimum en mètres carrés. Ainsi, pour une batterie de six fours doubles adossés, chacun de sept cornues de 2<sup>m</sup>,50 de longueur, la section de la cheminée serait

$$12 \times 7 \times 2,50 \times 0,0032 = 0^m,6720.$$

La formule s'applique aux cheminées d'une hauteur inférieure à 21 mètres, et lorsque l'usine a une certaine importance.

*Foyer.* — Il est très difficile de préciser les dimensions d'un foyer et de sa grille pour un four donné : dans les usines, des fours renfermant le même nombre de cornues ont des surfaces de grille qui varient du simple au double, de 1500 à 3000 centimètres carrés pour des fours à sept cornues, et de 1200 à 2400 centimètres carrés pour des fours à trois cornues. La largeur de la grille varie de 25 à 30 centimètres ; la longueur ou profondeur de 60 à 90 centimètres, sans qu'il puisse être établi de règle à ce sujet.

Les barreaux de grille sont en fer ou en fonte. La porte du foyer se compose en réalité de deux portes, celle du haut pour charger la grille, celle du bas pour la dégrasser. Au-dessous de la grille se trouve le cendrier qu'il faut avoir soin de tenir toujours bien rempli d'eau. Le dégrassage de la grille se fait soit par-dessus au moyen d'un ringard qu'on introduit entre la surface des barreaux et les scories adhérentes, soit par-dessous au moyen d'une pince à dégrasser qu'on introduit dans les intervalles des barreaux de grille par le cendrier.

*Dimensions de fours et de foyers (Newbigging) :*

1° Four à trois grandes cornues en terre de 2<sup>m</sup>,55 de longueur :  
Largeur du four : 1<sup>m</sup>,57 ; hauteur : 1<sup>m</sup>,90 ; profondeur : 2<sup>m</sup>,58.

Largeur du foyer aux barreaux de la grille : 0<sup>m</sup>,230.

Largeur du foyer à la naissance de la voûte : 0<sup>m</sup>,405.

Profondeur du foyer : 0<sup>m</sup>,760.

Nombre des barreaux de grille : 2 ; longueur : 0<sup>m</sup>,760, fabriqués en fer carré de 50 millimètres.

2° Four à cinq grandes cornues en terre de 2<sup>m</sup>,85 de longueur.

Largeur du four : 2<sup>m</sup>,43 ; hauteur : 2<sup>m</sup>,23 ; profondeur : 2<sup>m</sup>,87.

Largeur du foyer aux barreaux de grille : 0<sup>m</sup>,254.

Largeur du foyer à la naissance de la voûte sous la cornue du milieu : 0<sup>m</sup>,456.

Profondeur du foyer : 0<sup>m</sup>,760.

Nombre de barreaux de grille : 2 ; longueur : 0<sup>m</sup>,760, fabriqués en un carré de 50 millimètres.

3° Four à sept grandes cornues en terre de 2<sup>m</sup>,85 de longueur.

Largeur du four : 2<sup>m</sup>,58 ; hauteur : 2<sup>m</sup>,38 ; profondeur : 2<sup>m</sup>,87.

Largeur du foyer aux barreaux de la grille : 0<sup>m</sup>,304.

Largeur du foyer à la naissance de la voûte : 0<sup>m</sup>,507.

Profondeur du foyer : 0<sup>m</sup>,915.

Nombre de barreaux de grille : 3 ; longueur : 0<sup>m</sup>,915, fabriqués en fer carré de 50 millimètres.

*Cendrier.* — Pour un four à sept grandes cornues, on donne au cendrier les dimensions suivantes : longueur totale : 1<sup>m</sup>,50 ; longueur de la partie inclinée : 0<sup>m</sup>,30 ; largeur : 0<sup>m</sup>,305 ; hauteur : 0<sup>m</sup>,254, toutes mesures prises extérieurement.

*Chauffage.* — Les fours à gaz sont généralement chauffés avec du

gros coke tout venant. On admet comme une moyenne que la consommation de coke par tonne de houille distillée est, dans les petites usines, au moins égale au tiers de la production (225 kilogr. par tonne de houille); dans les usines moyennes, *bien conduites*, égale au quart de la production (170 kilogr. par tonne de houille); dans les grandes usines bien outillées et réunissant les meilleures conditions, égale à 18 ou 20 0/0 de la production (de 120 à 140 kilogr. par tonne de houille).

D'après Schilling, on pourrait admettre, avec du coke de bonne qualité, une consommation quotidienne de 1000 à 1200 kilogr. pour un four à sept cornues, et de 700 à 900 kilogr. pour un four à cinq cornues.

On emploie aussi pour le chauffage des fours : 1° les fines de houilles grasses ; 2° les fines de houilles grasses et les poussières de coke ; 3° les poussières de coke additionnés de goudron ; 4° le goudron seul. Ces différents modes de chauffage, à l'exception du dernier qui a été appliqué depuis longtemps quand on n'a pas la vente du goudron, ont été perfectionnés depuis peu : ils ont fait l'objet de communications à la Société technique de l'Industrie du gaz en France. Ils exigent des modifications, assez simples d'ailleurs, des foyers et des grilles, et l'intervention d'injecteurs de vapeur pour déterminer le tirage ou prévenir des élévations excessives de température préjudiciables à la durée des fours.

Il y a tout avantage à distiller la houille à haute température : autrefois on considérait que 1000° était la température convenable ; on travaille actuellement à 1200° (rouge orange). Les chiffres suivants permettent d'apprécier l'importance de la température.

Distillation.	au rouge sombre.	au rouge clair.
Rendement en gaz, 0/0 kilogr.	19 <sup>m</sup> e, 71	28 <sup>m</sup> e, 79
Rendement en goudron, 0/0 kilogr.	8k, 78	4k, 94
Benzols contenus dans le gaz, 0/0 kilogr.	0k, 69	1k, 13
Benzols contenus dans le goudron.	0k, 47	0k, 05

*Fours à gazogène et régénérateur.* — Dans les grandes usines, on tend à remplacer le combustible solide (coke, houille) ou liquide (goudron) par le combustible gazeux (oxyde de carbone). Ce dernier est produit au moyen du gazogène, inventé par Siemens, et depuis plus ou moins modifié par une foule d'inventeurs ou de constructeurs. Dans le gazogène, le combustible solide est transformé en oxyde de carbone qui est ensuite amené dans le four où il se mélange à une proportion convenable d'air et brûle au contact des cornues, en donnant naissance à de l'acide carbonique. Les produits de la combustion, avant d'arriver à la cheminée, circulent dans des conduites ménagées à l'intérieur d'un massif de briques auquel ils cèdent une partie de leur chaleur : l'air nécessaire à la combustion circule par d'autres conduites ménagées dans le même massif et atteint

ainsi une température très élevée avant de se trouver en présence de l'oxyde de carbone. La transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique s'opère alors dans les conditions les plus avantageuses au point de vue de la production économique d'une haute température.

Le chauffage au gaz procure une économie de combustible de 20 à 30 0/0, et une répartition meilleure de la chaleur, fatigue moins les cornues, supprime tous les inconvénients des foyers à grille et permet l'utilisation des combustibles pauvres.

*Cornues.* — Les cornues en terre sont actuellement les seules employées. Elles se ramènent à trois types : les cornues rondes, les cornues ovales et les cornues en D.

Les cornues rondes ont généralement un diamètre de 350 millimètres et une longueur de 2<sup>m</sup>,50. Elles ne conviennent que dans les petites usines : la charge moyenne est de 60 à 70 kilogr. de houille.

Les cornues ovales ont des dimensions très variables ; le type suivant donne de bons résultats : longueur 2<sup>m</sup>,48 ; grand axe, 520 millimètres ; petit axe, 380 millimètres ; le tout mesuré intérieurement. La charge de houille par cornue varie de 100 à 125 kilogr. suivant les chauffeurs.

Pour les cornues en D, on a : largeur 450 millimètres, hauteur 375 millimètres, longueur 2<sup>m</sup>,80 ; ou largeur 400 millimètres, hauteur 330 millimètres, longueur 2<sup>m</sup>,25.

Il faut veiller à ce que les cornues ne s'encrassent pas et il est prudent de les décarburer successivement. On peut se servir d'une pince pour détacher le graphite ; mais il est préférable de laisser celui-ci se brûler, en arrêtant le travail de la cornue et laissant la porte entr'ouverte.

Les réparations aux cornues en marche, lorsqu'il y a des trous, des fentes, etc., se font au moyen de mastics spéciaux, ou plus simplement de terre à four gâchée avec un peu de ciment réfractaire.

On pose le tout à l'endroit attaqué au moyen d'une palette. S'il y a de grands trous on les bouche avec des morceaux de briques réfractaires et enduit du ciment ci-dessus indiqué.

On charge les cornues soit à la pelle, soit à la cuiller. Jusqu'à présent les machines à charger les cornues n'ont pas été adoptées en France.

*Têtes de cornue et fermeture.* — Les têtes de cornue sont en fonte : elles ont soit au milieu, soit par côté une tubulure pour le dégagement du gaz, et sont fermées au moyen de tampons avec lut ou de tampons sans lut, ces derniers dits aussi fermetures mécaniques.

Les tampons avec lut sont des plaques pleines de tôles de fer, rondes, ovales ou en D suivant le type de la cornue, étampées de manière à présenter une surface extérieure légèrement convexe. Une traverse les maintient en place et une vis centrale permet de les appliquer contre le rebord de la tête de cornue. Une couche de terre à four, délayée dans un peu d'eau, assure un joint hermétique.

Les tampons sans lut ou mécaniques ne sont pas autre chose que des portes mobiles au tour d'un gond venu sur la tête de la cornue. Les surfaces de la tête et de la porte sont bien dressées de manière qu'au contact il n'y ait pas de passage possible pour le gaz. Un mécanisme simple permet de serrer la porte à fond et de maintenir une fermeture hermétique.

Les fermetures mécaniques sont préférables aux anciens tampons. Les têtes de cornue sont fixées aux cornues au moyen de boulons et de ciments dont voici deux formules :

1° En poids : 3 parties de terre à four ; 1 partie de limaille de fer, le tout gâché avec l'eau ammoniacale. Ne pas employer de soufre.

2° 20 kilogr. de plâtre gâché dans l'eau ; 40 kilogr. de limaille de fer, saturée d'eau ammoniacale concentrée : mélanger jusqu'à consistance convenable.

*Colonnes montantes, pipes et plongeurs.* — De la cornue les gaz arrivent au barillet par les colonnes montantes, les pipes et les plongeurs dont le diamètre intérieur ne doit pas être inférieur à 125 millimètres. Généralement, les pipes sont inclinées vers le devant du four.

On nettoie les colonnes montantes : 1° par en bas, au moyen d'une tige de fer courbe terminée par une pointe conique (artichaut) pour enlever les dépôts de goudron adhérents ; 2° par en haut, dans le cas d'obstruction, en enlevant le bouchon de fermeture, et introduisant un ringard.

*Barillet.* — Le barillet de forme ovale, carrée ou ronde, reçoit le gaz à la sortie des plongeurs. Il doit avoir une largeur de 450 millimètres au moins au niveau de l'eau ; sa longueur varie suivant le nombre de cornues qu'il dessert. Il est généralement placé sur le four, et légèrement exhaussé au-dessus de la maçonnerie, pour éviter l'échauffement. Il est construit en fonte ou en tôle de fer ; ce dernier système est préférable.

Le barillet est rempli d'eau, tout d'abord, de manière que l'extrémité des plongeurs soit à 30 millimètres au-dessous du niveau de l'eau. Le gaz, en sortant, barbote dans le liquide et y dépose une partie de son goudron ; de sorte que l'eau se trouve peu à peu remplacée par une proportion plus ou moins grande de goudron. Il convient de faire écouler celui-ci de manière que le gaz ne soit pas en contact avec lui. On a imaginé, dans ce but, différentes dispositions de siphons, qui assurent le départ du goudron lorsqu'il forme une couche trop épaisse dans le fond du barillet.

*Condensation.* — La condensation du gaz, c'est-à-dire le dépôt de toutes les matières capables de devenir liquides à la température ordinaire et tenues en suspension dans le courant gazeux, commence dans le barillet et se poursuit dans le jeu d'orgue, la colonne à coke et les laveurs, que nous décrivons dans l'ordre où ils sont traversés par le gaz.

*Jeu d'orgue.* — Dans cet appareil qui a été modifié de bien des

façons, le gaz est refroidi par l'action de l'air ambiant, complétée quelquefois par celle de l'eau employée comme réfrigérant. Le jeu d'orgue est en particulier un ensemble de tuyaux verticaux, groupés deux par deux et montés sur une caisse à eau: le gaz passe en montant dans l'un des tuyaux et en descendant par l'autre; des cloisons placées dans la caisse isolent les uns des autres les groupes de tuyaux et obligent le gaz à les traverser tous successivement.

On ajoute souvent entre le barillet et le jeu d'orgue des tuyaux collecteurs, destinés à faciliter la condensation par un refroidissement lent et un ralentissement de la vitesse du gaz. Ces collecteurs sont placés le long des murs de la halle des fours quand c'est possible.

On emploie aussi avec le jeu d'orgue ou sans lui des faisceaux de tuyaux verticaux ou presque horizontaux.

Dans l'établissement du jeu d'orgue ou de ses modifications, il faut compter une surface de refroidissement de 30 mètres carrés pour 1000 mètres cubes de fabrication par jour (Newbigging).

*Condenseur à goudron Pelouze et Audouin, et extracteur.* — Dans les grandes usines, ce condenseur est employé pour séparer le goudron en obligeant le gaz à passer à travers des tôles perforées dont les ouvertures sont disposées de manière à contrarier le courant gazeux. Avec cet appareil, il est nécessaire de recourir à un extracteur mécanique, sorte de pompe rotative, ou à un extracteur à jet de vapeur pour aspirer le gaz au fur et à mesure de la production et éviter des pressions excessives sur les cornues.

*Colonne à coke ou scrubber.* — C'est une caisse verticale en tôle, de section circulaire ou rectangulaire, remplie de couches étagées de gros coke constamment arrosé par un filet d'eau. Le gaz entre à la partie inférieure et sort au sommet, après avoir abandonné à l'eau tout ou partie de l'ammoniaque qu'il contient. On établit six ou huit couches de coke sur des grilles, avec un espace libre de 15 centimètres entre chacune d'elles. On remplace avec avantage le coke par des planches de 6 millimètres d'épaisseur, placées de champ, et espacées entre elles à 18 millimètres, et les étages sont disposés de manière que les vides de l'un correspondent aux pleins du suivant, pour forcer le gaz à suivre les parois humides. Pour l'arrosage de la colonne à coke, on emploie de l'eau ammoniacale faible qui s'enrichit en purifiant le gaz: la distribution se fait par une pomme d'arrosoir placée au-dessus de la couche supérieure de coke.

Le volume de la colonne à coke doit être égal à la 110<sup>e</sup> partie de la production quotidienne maximum de gaz, ce qui correspond à 9 mètres cubes environ par 1000 mètres cubes de gaz par jour. Il est bon de diviser ce volume entre plusieurs colonnes que le gaz traverse successivement. La forme cylindrique est la meilleure pour une colonne à coke, avec une hauteur égale à six ou sept fois le diamètre.

En Angleterre, dans les grandes usines, on adjoint à la colonne à

coke des *lavours* indépendants, pour enlever toute trace d'ammoniaque, en obligeant le gaz à passer en minces filets dans de l'eau pure ou légèrement ammoniacale.

*Épurateurs.* — Ce sont des caisses en fonte, d'une hauteur de 1<sup>m</sup>,50 à 1<sup>m</sup>,80, à l'intérieur desquelles on dispose sur des planchers à jour, grilles ou claies, la matière épurante. Un couvercle en tôle, avec joint hydraulique prévient toute fuite de gaz.

La matière épurante est destinée à enlever au gaz l'acide carbonique et le soufre qu'il contient à l'état d'hydrogène sulfuré. On emploie dans ce but la chaux éteinte et l'oxyde de fer hydraté, soit séparément, soit ensemble, avec addition de sciure de bois blanc. La matière épurante peut être directement fabriquée en employant 6 hectolitres de sciure, 200 kilogr. de sulfate de fer du commerce en gros cristaux dissous dans 100 à 120 litres d'eau bouillante, et 2 hectolitres de chaux éteinte : la matière d'abord verdâtre prend rapidement une couleur de rouille et est prête alors pour l'épuration.

Dans les épurateurs garnis à la chaux, on peut mettre deux ou quatre couches d'une épaisseur de 10 à 20 centimètres.

Dans les épurateurs garnis à l'oxyde de fer, on peut mettre deux couches d'une épaisseur de 45 à 60 centimètres.

La surface totale de matière épurante se compte d'après le nombre et l'étendue des couches : il est de bonne règle d'avoir au moins 9 mètres carrés par tonne de charbon distillé par jour, soit 30 mètres carrés par 1000 mètres cubes de gaz produit par jour.

*Compteur de fabrication.* — Quelque petite que soit une usine, elle doit avoir un compteur de fabrication : c'est le seul appareil de contrôle ; surtout lorsqu'on y joint un rapporteur qui permet de suivre heure par heure la marche de la production.

*Gazomètres.* — L'entrée et la sortie du gaz peuvent se faire soit par un puits sec, soit par des genouillères. Ce dernier système est préférable, parce qu'il évite des accidents qui se produisent encore fréquemment, lorsqu'on veut visiter ou réparer le fond du puits sec. Les gazomètres peuvent être télescopiques, c'est-à-dire avoir deux ou trois cloches qui s'embottent les unes dans les autres au repos et se soulèvent successivement pour emmagasiner le gaz. Les cloches sont réunies entre elles par des gorges formant joints hydrauliques, pour éviter toute perte de gaz. En hiver, dans notre climat, il faut prendre des précautions pour éviter que l'eau des gorges ne vienne à geler, et l'on dispose des chaudières spéciales pour maintenir la vapeur à une température convenable.

Les gazomètres télescopiques sont jusqu'ici peu répandus en France : ils conviennent surtout lorsque l'emplacement est limité.

Composition pour le goudronnage des cloches de gazomètres : 4 lit. 5 de goudron, 225 grammes de chaux éteinte, 225 grammes de brai, 23 grammes de suif et 30 centilitres d'essence légère de goudron. Chauffer et mélanger les trois premiers ingrédients, mais

sans ébullition ; ajouter le suif et le naphte, et étendre le tout à chaud au moyen d'une brosse.

*Observations générales.* — Il faut se garder dans la canalisation intérieure de l'usine d'employer des tuyaux d'un petit diamètre, lors même qu'ils seraient jugés suffisants. La consommation du gaz augmentant toujours, on est exposé à un remaniement au bout de deux ou trois ans d'exploitation. De plus, les condensations de goudron et de naphthaline amènent fréquemment des obstructions, lorsqu'on veut forcer la production.

Il faut éviter dans la canalisation les tuyaux coudés, et employer des tés ou des croix, de manière à procéder vivement aux nettoyages, s'il y a lieu.

Il faut placer des manomètres dans la halle des fours et à côté de chaque appareil, et surtout veiller à ce qu'ils ne soient pas hors d'état, de manière à savoir où se produisent les obstructions et à reconnaître du premier coup d'œil les conditions défectueuses de la fabrication. Il est utile, dans les petites usines, d'avoir à la colonne à coke, aux épurateurs et au compteur de fabrication des bye-pass, pour ne pas être obligé de suspendre la fabrication ou de perdre le gaz en cas de réparation ou de nettoyage de ces appareils.

On emploiera dans l'usine des vannes à crémaillère et non pas des vannes à vis, parce que ces dernières peuvent donner lieu à de fausses manœuvres de la part des ouvriers inexpérimentés ou dans un moment de presse.

*Régulateur d'émission.* — La pression donnée par le gazomètre est généralement beaucoup trop forte pour qu'on laisse le gaz se rendre directement dans la canalisation placée sous les voies publiques : les fuites qui varient proportionnellement à la racine carrée de la pression prendraient alors une importance considérable. Aussi fait-on passer le gaz dans le régulateur d'émission qui permet de faire varier, suivant les heures de la journée, la pression du gaz en ville. Dans cet appareil, l'orifice de sortie du gaz venant du gazomètre peut être plus ou moins fermé par un cône mobile dans le sens vertical et porté par une cloche-flotteur à l'intérieur d'une cuve remplie d'eau. Des poids ajoutés sur la cloche servent à produire à volonté les variations de pression.

Le régulateur est muni d'un bye-pass avec vannes, pour le cas où il aurait besoin de réparations.

*Eaux ammoniacales et goudrons.* — Les produits de la condensation venant du barillet, du jeu d'orgue, de la colonne à coke, et constitués surtout par les goudrons et les eaux ammoniacales, sont recueillis dans une conduite souterraine qui aboutit à la fosse aux goudrons. Ceux-ci se déposent dans le fond, tandis que les eaux ammoniacales restent en dessus. Il convient donc d'établir dans la citerne une cloison verticale qui leur permet de passer dans un réservoir spécial.

Le traitement des goudrons pour en extraire les benzols, le

brai, etc., n'est possible que dans les grandes usines. Aux cours actuels, il est préférable de brûler le goudron dans les fours, quand on le peut.

Le traitement des eaux ammoniacales pour la production de sulfate d'ammoniaque peut être appliqué partout : la fabrication d'alcali ou ammoniaque liquide est plus avantageuse, et celle du chlorhydrate d'ammoniaque mérite d'être examinée, suivant l'importance de l'usine et les cours de ces différents produits chimiques.

*Coke.* — Le cassage du coke se fait à la main, au moyen de massettes de casseur de pierres, ou mieux de marteaux dont un côté est façonné comme un coin à arête tranchante et l'autre se termine par 4 ou 6 pointes.

L'emploi du casse-coke se traduit toujours par une économie sensible sur le cassage à la main. Un manège ou un moteur à vapeur ou à gaz est indispensable. Il n'y a pas de raison sérieuse de recommander *a priori* un type de casse-coke.

*Indicateur de pression ou mouchar'd.* — La pression de sortie du gaz doit être modifiée suivant les besoins de la consommation, et ce résultat est obtenu à l'usine au moyen du régulateur d'émission.

Il convient de vérifier si le service est bien fait aux heures prescrites ; l'indicateur de pression a été imaginé dans ce but.

C'est un flotteur à l'intérieur duquel agit la pression du gaz.

Une tige munie d'un crayon monte ou descend avec le flotteur et indique par un point sa position sur un cylindre recouvert d'une feuille de papier. Un mouvement d'horlogerie fait accomplir au cylindre un tour en 24 heures, de sorte qu'on obtient chaque jour la courbe des pressions horaires.

Le même appareil, convenablement modifié dans ses dimensions, permet de relever les pressions en un point quelconque de la canalisation.

*Contrôle de la qualité du gaz à l'usine.* — On peut se rendre approximativement compte de la pureté du gaz par les procédés suivants :

Pour l'ammoniaque, exposer à un jet de gaz un papier rouge de tournesol légèrement humecté d'eau. La présence de l'ammoniaque se trahit par une coloration en bleu plus ou moins foncé du papier. Avec un papier au curcuma, la couleur jaune passe au brun.

Pour l'acide carbonique, il n'y a qu'à faire barboter le gaz dans une solution de baryte ou un lait de chaux. Il se précipite du carbonate de baryte ou de chaux.

Pour l'hydrogène sulfuré, présenter à un jet de gaz une bande de papier imprégné d'acétate de plomb. Le papier brunit ou noircit suivant qu'il y a peu ou beaucoup d'hydrogène sulfuré.

Quant au pouvoir éclairant du gaz, à défaut d'une chambre photométrique, on peut employer le vérificateur Giroud qui donne en quelques instants des renseignements utiles, mais non absolus. Le vérificateur n'est pas un photomètre, comme on le croit souvent : il

ne faut donc attacher à ces indications qu'une valeur relative. Il peut servir aussi à déterminer la *densité* du gaz, et, avec un perfectionnement récent, à doser l'*acide carbonique*. Comme appareil de contrôle de la fabrication, il mérite d'être recommandé, mais il faut apporter le plus grand soin à le monter, si l'on veut éviter des erreurs.

*Chambre photométrique.* — Dans la plupart des usines, on établit une chambre noire avec les appareils recommandés par MM. Dumas et Regnault pour procéder à la vérification du pouvoir éclairant du gaz. En France, on emploie : le photomètre Dumas et Regnault, la lampe carcel comme étalon de lumière, et un bec à gaz rond comme bec-type, le tout conforme aux termes d'une instruction minutieuse. Il paraît préférable de se servir, comme en Allemagne, du photomètre Bunsen, qui se prête moins aux erreurs personnelles d'appréciation. La difficulté dans l'usage du photomètre, quel qu'il soit, est de déterminer le moment précis où il y a égalité d'éclairement.

Il faut veiller à ce que les surfaces éclairées sur les écrans des photomètres soient très petites, de manière à pouvoir être confondues avec le plan tangent à la sphère dont chaque foyer lumineux est le centre.

C'est seulement lorsque cette condition est satisfaite qu'on peut appliquer la formule connue de la variation de l'intensité lumineuse en raison inverse du carré de la distance.

On a pris la mauvaise habitude de comparer les foyers lumineux d'après les intensités observées au photomètre. Il y a lieu de ne pas oublier que l'éclairement diffère de l'intensité lumineuse ; il dépend de la surface éclairante, de sa forme, etc., toutes choses dont on ne tient généralement aucun compte.

*Canalisation.* — On emploie pour la canalisation sous les voies publiques des tuyaux en tôle et bitume, dits Chameroy, ou des tuyaux en fonte.

Les *tuyaux Chameroy* sont à joints à vis ou à joints précis, les premiers obtenus au moyen d'une bague en alliage de plomb et d'antimoine soudée à la tôle, les seconds par le simple emboîtement des tuyaux avec cordon de filasse suiffée et bourrelet de glaise revêtu lui-même d'un bourrelet de ciment. Ces tuyaux conviennent dans les terrains secs et bien assis.

Les tuyaux en fonte ne diffèrent que par le système employé pour les joints.

Dans les tuyaux à *cordon et emboîtement*, le joint se compose de corde goudronnée matée dans le fond et de plomb qu'on mate après refroidissement.

Dans les *tuyaux Petit et Lavril*, le joint est formé par une rondelle de caoutchouc interposée et serrée entre les deux bouts du tuyau par des brides, des broches ou des boulons.

Dans les tuyaux *Somzée*, on emploie une simple bague en caoutchouc qui est fixée sur le bout mâle de manière à s'écraser à l'inté-

rieur du bout femelle et à remplir tout l'espace, lorsqu'on refoule les deux tuyaux l'un sur l'autre. On modifie légèrement les profils des bouts mâle et femelle de manière à éviter que la bague ne puisse sortir et à lui ménager un logement tronconique.

*Pose de la canalisation. Siphons.* — Il faut apporter beaucoup d'attention à la pose des conduites, donner à la tranchée une pente faible, mais surtout bien régulière, vérifier après la pose la pente des tuyaux, de manière à éviter toute contre-pente où se réuniraient les eaux de condensation.

Au point bas de chaque tronçon de canalisation, on place un siphon pour recueillir les condensations. Ces siphons sont des cylindres en fonte, munis à la partie supérieure, et suivant le même diamètre, de deux tubulures dans lesquelles s'emboîtent les tuyaux.

Le couvercle à fermeture hermétique est traversé par un tube en fer ou en fonte, qui descend presque jusqu'au fond. C'est par là qu'on retire avec une pompe et un tuyau d'aspiration l'eau du siphon.

On peut aussi placer les siphons en dehors et en contre-bas de la conduite, à laquelle ils sont reliés par un tuyau particulier.

Lorsque les joints sont mal faits, ils ne perdent pas seulement le gaz, ils laissent aussi rentrer l'eau dans les conduites, ce qui peut produire des extinctions partielles ou totales. Il est donc de la plus haute importance de s'assurer que les joints sont bons, ce qui se fait, après y avoir introduit le gaz, en les flambant ou en les arrosant d'eau de savon. Dans le premier cas, le gaz s'enflamme en dehors du tuyau ; dans le second, il forme de petites bulles faciles à remarquer.

*Branchements.* — Les trous de prise sur la conduite de la voie publique doivent être faits à la mèche et non au burin. Le tuyau en plomb est maintenu dans le trou par un collet et par un collier en fer avec joint au mastic ou au cuir gras. La prise doit être faite à 45° environ au-dessus du plan horizontal passant par l'axe de la conduite.

Le branchement en plomb repose sur des voliges goudronnées, placées dans la tranchée : il est protégé en dessus par une gouttière renversée formée de trois tasseaux cloués ensemble. Le fond de la tranchée est remblayé sur une hauteur de 10 à 15 centimètres avec de la terre fine, exempte de pierres, et bien pilonnée.

On donne au branchement une pente de manière à ramener les condensations sur la conduite.

On peut adopter pour les branchements les diamètres intérieurs, suivants : de 3 à 10 becs, 27 millimètres ; de 10 à 20 becs, 34 millimètres ; de 20 à 30 becs, 48 millimètres ; de 40 à 50 becs, 54 millimètres. Les économies que procurent les plombs de petit diamètre sont insignifiantes, tandis qu'il y a lieu de craindre une foule d'ennuis par leur emploi.

Le branchement de la rue aboutit au robinet de sûreté placé dans

le coffret chez l'abonné. Du coffret part la canalisation qui va au compteur.

*Compteurs d'abonnés.* — On n'emploie en France que des compteurs humides, tandis qu'à l'étranger on emploie aussi des compteurs secs. Dans les premiers, la mesure du gaz se fait au moyen d'un volant que le gaz fait tourner à l'intérieur d'une caisse hermétiquement fermée et remplie d'eau à peu près jusqu'aux deux tiers de sa hauteur. Dans les seconds, le gaz remplit des sacs ou soufflets en cuir dans lesquels il entre et sort par le jeu des tiroirs.

Le compteur humide a donné lieu à une foule de perfectionnements : le type le plus simple, adopté notamment par la Compagnie Parisienne, est encore celui qui convient le mieux à une exploitation.

Il faut avoir soin de ne pas employer de compteurs de moins de 5 becs, de les faire vérifier et niveler au moins une fois par mois. L'abaissement du niveau de l'eau dans le compteur entraîne une perte appréciable de gaz pour la Compagnie.

Le débit normal en litres par heure d'un compteur est égal au nombre de becs indiqué multiplié par 140. Ainsi un compteur de 5 becs débite  $5 \times 140 = 700$  litres ; un compteur de 20 becs,  $20 \times 140 = 2800$  litres, etc. Ces chiffres n'ont évidemment rien d'absolu : toutefois, il ne faut pas faire alimenter par un compteur un nombre de becs trop supérieur à celui auquel il correspond : on est exposé à ce que le gaz arrive irrégulièrement aux becs et à ce que l'éclairage soit défectueux.

*De la pression du gaz chez l'abonné.* — La nécessité d'alimenter en même temps tous les abonnés d'un réseau souvent très développé, oblige l'usine à donner au gaz, à sa sortie, une pression suffisante pour qu'il parvienne dans de bonnes conditions jusqu'aux extrémités. Il s'ensuit que la pression est en général supérieure à celle qui convient à l'emploi du gaz dans les habitations.

D'autre part, la consommation de gaz d'un bec ou d'un fourneau à gaz dépend de la pression et augmente proportionnellement à sa racine carrée. Il est donc de l'intérêt de l'abonné de diminuer cette pression, qui l'expose à une dépense inutile.

On y parvient en ouvrant plus ou moins les robinets des appareils d'éclairage ou de chauffage, et plus sûrement encore en plaçant des régulateurs de pression.

Si l'on veut établir dans la canalisation intérieure une pression moyenne, on installera à la suite du compteur un régulateur analogue au régulateur d'émission de l'usine.

Si l'on préfère régler chaque appareil d'éclairage, on emploiera des rhéomètres secs ou humides qui se posent entre le bec et l'extrémité du tuyau d'amenée du gaz. On ne saurait trop recommander l'emploi des régulateurs, car il permet de réaliser, dans la consommation du gaz, une économie qui peut s'élever jusqu'à 20 0/0, sans que l'éclairage en soit diminué.

*Becs de gaz.* — Pour l'éclairage des voies publiques, on emploie généralement des *becs-papillons*, qui, pour une consommation horaire de 140 litres, donnent un peu plus que la carcel. Les *becs de la rue du 4 Septembre*, ou becs intensifs, consomment 1400 litres à l'heure et donnent un peu plus de 14 carcels : il existe sur le même modèle des becs de 800 litres.

Dans les grands espaces couverts, ateliers, gare de chemins de fer, etc., et quelquefois dans les rues, on se sert de becs intensifs *Siemens*, qui, pour une consommation horaire de 1500 à 1600 litres, donnent de 30 à 35 carcels. Malgré ses avantages économiques, le bec *Siemens* n'a pas reçu en France l'accueil qu'il mérite.

A l'intérieur des habitations, le *bec rond* ou *hengel* est le plus communément usité. Lorsqu'il est bien construit, et que le gaz est sous une pression de 2,5 millimètres d'eau, on obtient la carcel pour une dépense horaire de 105 litres (gaz de Paris); mais ces conditions sont rarement réalisées et on peut admettre qu'un bec rond consomme généralement 150 à 180 litres à l'heure, et quelquefois davantage.

Les becs-papillons sont placés dans les vestibules, les escaliers, les couloirs, tandis qu'on réserve les becs-bougies pour les appareils de luxe, girandoles, lustres, etc.

En général, on peut dire que le gaz est fort mal utilisé dans les becs ordinaires, sauf le *Siemens*.

*Becs Wenham-Cromartie.* — Depuis quelques mois, on a introduit une nouvelle disposition de bec de gaz qui se recommande par son économie : elle est fondée sur le même principe que le bec *Siemens*. Les becs *Wenham* et *Cromartie* donnent, dit-on, à égalité de consommation de gaz deux fois plus de lumière que les becs ordinaires : l'éclairage est très régulier, très doux à l'œil ; le seul inconvénient des nouvelles lampes est qu'elles éclairent de haut en bas et laissent le plafond dans l'ombre.

*Becs à incandescence.* — Il n'a été fait jusqu'ici aucune application sérieuse des becs *Clamond* (incandescence par le gaz d'une corbeille de magnésie), ou *Popp* (incandescence d'une corbeille de platine). Dans le même ordre d'idées, il a été présenté dernièrement un nouveau bec très simple de *M. Auer von Welsbach* ; mais il n'a pas encore reçu la consécration de l'expérience.

*Chauffage et cuisine au gaz.* — En dehors de ses applications à l'éclairage, le gaz convient encore parfaitement à la production de la chaleur dans les habitations soit pour le chauffage des appartements, soit surtout pour la cuisine.

Jusqu'ici les appareils de chauffage ne sont pas trop répandus ; ils utilisent fort mal le calorique, répandent souvent une odeur peu agréable, et surtout entraînent à une consommation de gaz considérable. Ils conviennent principalement aux pièces où l'on ne séjourne pas du matin au soir. Il faut absolument que le poêle ou la cheminée à gaz soit montée de manière à évacuer à l'extérieur les produits de la combustion.

A la cuisine, tous les petits inconvénients du chauffage à gaz disparaissent, et il y a même économie à le substituer aux combustibles ordinaires, charbon de bois, charbons, etc.

Il résulte d'essais consciencieux que, pour la cuisine d'une famille moyenne, composée de 3 grandes personnes et de 3 enfants, la dépense quotidienne de gaz est de 1492 litres par jour, ou, en tenant compte de l'imprévu, de 1600 litres.

D'autres expériences comparatives, exécutées avec le plus grand soin, dans un ménage composé du père, de la mère et de trois enfants, ont fourni les chiffres suivants. La dépense par semaine a été :

1° de 4200 litres de gaz pour la cuisine au gaz,  
et 2° de 36 kilogr. de charbon, 15 fagotins de bois, et 15 fagotins de copeaux pour la cuisine au charbon.

Il est difficile d'évaluer le charbon à moins de 35 francs les 1000 kilogr., les fagotins de bois à moins de 0 fr. 05 et les fagotins de copeaux à moins de 0 fr. 02. Les frais de la cuisine au charbon seront dans ce cas de 2 fr. 31, savoir :

36 kilogr. de charbon à 35 fr. les 1000 kilogr. . . .	1 fr. 26
15 fagotins de bois à 0 fr. 05. . . . .	0 fr. 75
15 fagotins de copeaux à 0 fr. 02. . . . .	0 fr. 30

Si l'on prend pour prix du gaz 0 fr. 30 le mètre cube, ce qui est une moyenne, la cuisine au gaz coûtera :

4200 litres à 0 fr. 30 les 1000 litres. . . . .	1 fr. 26
---	----------

D'où ressort une économie de 1 fr. 25 du gaz sur le charbon ou 43,5 0/0.

Dans les conditions indiquées, il y aurait égalité de dépense pour les deux modes de chauffage si le gaz coûtait 0 fr. 53 le mètre cube, ce qui laisse une marge suffisante pour l'imprévu.

Il est donc permis de dire que, dans une maison bien dirigée, la cuisine au gaz est plus économique que la cuisine au charbon. Elle offre d'ailleurs bien d'autres avantages au point de vue de la propreté, de la commodité, de la facilité d'avoir du feu à toute heure sans la moindre préparation, etc.

Il existe une telle variété d'appareils à gaz pour cuisine, salles de bains, cabinets de toilette, etc., et ils se ressemblent tellement que le seul moyen de se déterminer dans le choix de l'un d'eux est de les expérimenter directement chez le fournisseur.

*Moteurs à gaz.* — Le moteur à gaz convient essentiellement aux petits ateliers où l'on n'a pas l'emploi ininterrompu de la force motrice du matin jusqu'au soir.

Pour les petites forces, au-dessous de 1/2 cheval, on emploie surtout le *moteur Bisschop*. Il existe aussi d'autres moteurs plus récents, *Forest, Laviornery, François*, qui peuvent convenir dans des cas déterminés.

Pour les forces supérieures à 1/2 cheval, on peut utiliser le moteur

*Bisschop*, jusqu'à 4 cheval, et les moteurs *Otto*, *Benier*, pour des forces de 1/2, 1, 2, 4 chevaux. Les moteurs *Otto* sont les plus appréciés; ils peuvent être à 1 ou 2 cylindres et se construisent suivant les types de 8, 20 et 50 chevaux.

En Angleterre, on a construit cette année un moteur à gaz système *Otto*, de 120 chevaux, à un seul cylindre.

Il ne convient pas d'employer le moteur à gaz au delà d'une force de 20 chevaux en général. A partir de là, le moteur à gaz est plus économique.

#### Formules et renseignements généraux.

*Établissement des usines à gaz.* — Il est régi par le décret du 9 février 1867, qui impose notamment la clôture de l'usine par un mur d'enceinte ou une clôture solide en bois de trois mètres de hauteur au moins, et l'éloignement des ateliers de fabrication et des gazomètres à une distance minimum de 30 mètres des habitations voisines.

La fabrication du gaz d'éclairage et de chauffage pour l'usage public fait partie de la 2<sup>e</sup> classe des établissements réputés insalubres, dangereux ou incommodes; la même fabrication pour l'usage particulier fait partie de la 3<sup>e</sup> classe.

*Mise au gaz des gazomètres.* — Sur la calotte d'un gazomètre, il doit toujours y avoir un robinet en fonte, pour le vider au besoin, et surtout pour procéder à la mise au gaz.

La cloche du gazomètre étant descendue à fond dans la cuve vide, on remplit celle-ci d'eau en ayant soin de tenir ouvert le robinet de la calotte. La cloche est alors remplie d'eau jusqu'au niveau de la margelle de la cuve. Pour remplacer par du gaz l'air qui reste à l'intérieur de la calotte, on introduit par le passage du robinet un tuyau en caoutchouc ou en métal, qui descend presque jusqu'au niveau de l'eau.

On ouvre ensuite la vanne d'entrée du gaz: celui-ci se rend à la partie supérieure de la calotte, en vertu de sa légèreté relative, et refoule l'air qui s'écoule par le tuyau plongeur et le robinet. L'opération est assez lente, à moins que le robinet ne soit de gros diamètre, ce qui est rare: il sort de l'air mélangé d'un peu de gaz entraîné, et, vers la fin, on voit augmenter la proportion du gaz. On recueille de temps en temps, dans un ballon ou une vessie, le mélange gazeux et en le faisant brûler dans un bec de gaz, on apprécie le moment où l'air a été presque entièrement expulsé.

Ce procédé n'offre aucun danger, à la condition de ne pas vouloir aller trop vite, et d'éviter, au voisinage du robinet, toute cause d'inflammation du gaz.

*Mesure des intensités lumineuses.* — Si l'on désigne par  $I$  et  $i$  les intensités lumineuses de deux foyers, par  $D$  et  $d$  les distances respectives de ces deux foyers à l'écran photométrique lorsqu'on a obtenu l'égalité d'éclairement, on a:

$I : i :: D^5 : d^5$ . Exemple : la distance  $D = 2,5$  mètres ; la distance  $d = 1,1$  mètre : on a  $I : i = 6,25 : 1,21$ , c'est-à-dire que l'intensité du foyer  $I$  est égale à un peu plus de cinq fois l'intensité du foyer  $i$ .

*Écoulement du gaz dans les conduites.* — En admettant que la densité du gaz d'éclairage par rapport à l'air est égale à 0,4, la vitesse moyenne de débit d'une conduite est donnée par la formule :

$$V = 1390 \sqrt{\frac{H d}{50,9 d + 1,1 l}}$$

dans laquelle  $H$  est la pression du gaz au départ en mètres d'eau,  $l$  et  $d$  la longueur et le diamètre de la conduite en mètres.

La dépense par heure d'une conduite se calcule par la formule :

$$Q = 3928140 d^5 \sqrt{\frac{H d}{50,9 d + 1,1 l}}$$

dans laquelle  $Q$  exprime des mètres cubes de gaz,  $H$  la pression au départ en mètres d'eau,  $l$  et  $d$  la longueur et le diamètre de la conduite en mètres.

Si la conduite est assez longue, on peut négliger le terme  $50,9 d$ , et la dépense en mètres cubes par heure sera donnée par la formule :

$$Q = 0,0039 d^5 \sqrt{\frac{H d}{1,1 l}}$$

dans laquelle on conserve le mètre pour unité de la longueur  $l$ , et on prend le millimètre pour unité de la pression  $H$  et du diamètre  $d$ .

Exemple. Quelle est la dépense par heure d'une conduite de 380 millimètres de diamètre, de 1150 mètres de longueur, pour une pression de 20 millimètres d'eau ?

$$Q = 0,0039 \times 380^5 \sqrt{\frac{20 \times 380}{1,1 \times 1150}} = 1370 \text{ mètres cubes.}$$

La dernière formule montre que le débit d'une conduite varie proportionnellement à la racine carrée de la 5<sup>e</sup> puissance du diamètre, à la racine carrée de la pression et en raison inverse de la racine carrée de la longueur. Il suit de là que si l'on connaît le débit d'une conduite dans des conditions de diamètre, de pression et de longueur données, on peut en déduire le débit correspondant à d'autres conditions de diamètre, de pression et de longueur. Si par exemple la longueur *seule* devient quatre fois plus grande ou plus petite, le débit sera diminué ou augmenté de moitié ; si la pression *seule* devient quatre fois plus grande ou plus petite, le débit sera diminué ou augmenté de moitié ; si l'on fait varier la pression ou la longueur de manière que leur rapport reste constant, le débit ne changera pas. On

peut opérer de même pour les variations du diamètre des conduites, et calculer le débit d'une conduite quelconque en partant d'un résultat connu.

Nous indiquons ci-dessous, d'après le Traité de King, les débits calculés pour des tuyaux de diamètre donné, lorsque la pression et la longueur varient.

Longueur de la conduite en mètres.	Pressions en millimètres d'eau						
	10	15	20	25	30	45	50
	Diamètre 63 <sup>mm</sup> ,5.				Débit à l'heure en m <sup>3</sup> .		
45	53	65	75	84	92	113	119
68	43	53	59	68	75	92	97
91	37	46	53	59	65	80	84
137	30	37	43	48	53	65	68
183	26	32	37	42	46	56	59
274	21	26	29	34	37	46	48
457	16	20	23	26	29	45	37
	Diamètre 102 millimètres.				Débit à l'heure en m <sup>3</sup> .		
685	44	54	63	70	77	94	99
915	38	47	54	61	67	82	86
1140	34	42	48	54	59	73	77
1370	31	38	44	49	54	66	70

Il ne faut pas prendre au pied de la lettre les résultats fournis par la formule : ce sont des approximations plus que suffisantes pour permettre de fixer les diamètres des conduites, sans tomber dans des exagérations par excès ou par défaut.

#### CHLORE

**Chlore.** Cl = 35,5. — Gaz jaune verdâtre, d'une odeur forte et caractéristique. Sa densité est égale à 2,45 ; 1 litre pèse 3 gr. 18. Soluble dans l'eau.

Le tableau suivant indique la solubilité du chlore dans l'eau à différentes températures.

TEMPÉRATURE.	VOLUMES DE CHLORE absorbés par 1 volume d'eau.		
	(Gay-Lussac).	(Pelouze).	(Schönfeld).
0°	1,43	1,75-2,80	"
6,5	2,08	"	"
8	3,04	"	"
10	3,00	2,75	2,5852
11	"	"	1,5413
12	"	2,55	2,4977
13	"	"	2,4543
14	"	"	2,4111
15	"	"	2,3681
16	"	"	2,3253
17	2,37	"	2,2828
18	"	"	2,2405
19	"	"	2,1984
20	"	"	2,1565
21	"	"	2,1148
22	"	"	2,0734
23	"	"	2,0322
24	"	"	1,9911
25	"	"	1,9504
26	"	"	1,9099
27	"	"	1,8695
28	"	"	1,8295
29	"	"	1,7895
30	"	2,00-2,10	1,7499
31	"	"	1,7104
32	"	"	1,6712
33	"	"	1,6322
34	"	"	1,5934
35	1,61	"	1,5550
36	"	"	1,5166
37	"	"	1,4785
38	"	"	1,4405
39	"	"	1,4029
40	"	1,55-1,60	1,3655
50	1,19	1,15-1,20	"
70	0,71	0,60-0,65	"
100	0,15	"	"

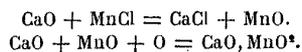
On voit qu'à partir de 8°, la solubilité du chlore dans l'eau diminue; cela tient à ce qu'il se forme, au-dessous de cette température, un hydrate de chlore ( $\text{Cl} + 10\text{H}_2\text{O}$ ) qui se précipite et dont la tension de

dissociation devient, vers 9°, égale à l'atmosphère. Cet hydrate se détruit donc lorsque la température ambiante est égale ou supérieure à 9°; on ne constate plus alors, à partir de cette température, que la solubilité propre du gaz.

Le chlore se prépare, dans les laboratoires, au moyen du bioxyde de manganèse et de l'acide chlorhydrique :



Dans l'industrie, on prépare également le chlore par ce procédé, mais les appareils en usage ont des formes spéciales. On régénère actuellement le bioxyde de manganèse par la méthode indiquée par Weldon. On neutralise la dissolution de chlorure de manganèse, encore très riche en acide chlorhydrique, par de la craie en poudre; on la décante ensuite et on la porte à la température de 60°; on y ajoute alors un excès de chaux et on y fait passer un courant d'air. La chaux, réagissant sur le chlorure de manganèse, donne du chlorure de calcium et du protoxyde de manganèse, qui s'oxyde rapidement au contact de l'air et donne du manganite de chaux :



Le manganite de chaux se dépose et remplace le bioxyde de manganèse dans la préparation du chlore.

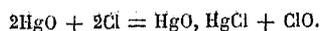
Le procédé de préparation du chlore indiqué par Deacon consiste à faire passer un mélange d'air et d'acide chlorhydrique (provenant de la réaction de l'acide sulfurique sur du chlorure de sodium), chauffé à 400° dans des chambres en terre réfractaire contenant des milliers de petites boules d'argile ou de coke, préalablement imbibées d'une solution de sulfate de cuivre. On obtient ainsi du chlore dilué dans un grand excès d'air et d'acide chlorhydrique non décomposé :



Le chlore est privé de l'acide chlorhydrique qu'il renferme par un lavage à l'eau, puis desséché au moyen de chlorure de calcium.

Le sulfate de cuivre ne subit aucune altération pendant l'opération, et son mode d'action est encore peu connu. Il est probable qu'il parcourt un cycle de réactions, au bout desquelles il reste, en somme, inaltéré, parce qu'il se régénère sans cesse.

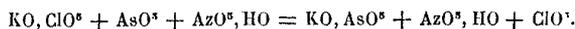
**Acide hypochloreux.** ClO. — Se prépare en faisant passer un courant de chlore dans un tube contenant de l'oxyde jaune de mercure, obtenu par une précipitation et calciné à une température de 300 à 400°. On maintient le tube qui renferme l'oxyde de mercure à une basse température en l'entourant de glace :



Condensé dans un mélange réfrigérant, l'acide hypochloreux est un liquide rouge vermeil, émettant des vapeurs d'un jaune rougeâtre. Il bout à 20°.

Employé dans l'industrie, sous forme d'hypochlorites alcalins, comme désinfectant et comme décolorant.

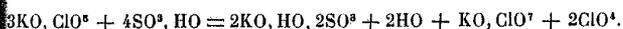
**Acide chloreux.**  $\text{ClO}^3$ . — Se prépare en chauffant au bain-marie un ballon contenant un mélange de 20 parties de chlorate de potasse, 15 parties d'acide arsénieux, 60 parties d'acide azotique très pur et d'une densité égale à 1,327, et 20 parties d'eau :



L'acide arsénieux est oxydé et se transforme en acide arsénique en ramenant l'acide azotique à l'état d'acide azoteux, puis s'empare de la potasse du chlorate de potasse en mettant l'acide chlorique en liberté. L'acide chlorique cède 2 équivalents d'oxygène à l'acide azoteux qui repasse à l'état d'acide azotique, et l'acide chloreux se dégage.

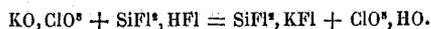
C'est un gaz jaune verdâtre foncé, exhalant l'odeur du chlore, d'une densité égale à 2,646. Se décompose à 57°, avec explosion, en chlore et oxygène.

**Acide hypochlorique.**  $\text{ClO}^1$ . — Se prépare en chauffant doucement au bain-marie un mélange de chlorate de potasse fondu et d'acide sulfurique; il ne faut opérer que sur 2 à 3 gr. de matière et ne pas chauffer au-delà de 30°, afin d'éviter les explosions. La réaction est la suivante :



A l'état anhydre, c'est un gaz jaune foncé, d'une odeur particulière, mais rappelant celle du chlore. Sa densité égale à 2,313. Il détone sous l'influence de la chaleur et de la lumière, en se décomposant en chlore et oxygène.

**Acide chlorique.**  $\text{ClO}^3, \text{HO}$  — Se prépare en décomposant le chlorate de potasse par l'acide hydrofluosilicique :



On verse, dans une solution concentrée et chaude de chlorate de potasse, de l'acide hydrofluosilicique jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. On filtre la liqueur qui contient l'acide chlorique mêlé à l'acide hydrofluosilicique employé en excès; on sature la liqueur par l'eau de baryte qui forme, avec l'acide hydrofluosilicique un précipité insoluble, et avec l'acide chlorique un sel soluble. On filtre et on décompose la liqueur par l'acide sulfurique versé en quantité strictement nécessaire. On filtre pour séparer le sulfate de baryte, et on

concentre la liqueur à une douce chaleur jusqu'à ce qu'elle commence à jaunir.

L'acide chlorique est un liquide jaune, sirupeux, peu odorant, qui se décompose sous l'influence de la chaleur en acide perchlorique, chlore et oxygène.

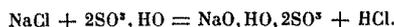
C'est un oxydant énergique.

**Acide perchlorique.**  $\text{ClO}_4\text{HO}$ . — Se prépare en traitant le perchlorate de potasse par l'acide hydrofluosilicique, exactement de la même manière que lorsqu'il s'agit de préparer l'acide chlorique par le chlorate de potasse; on décompose ensuite le perchlorate de baryte par l'acide sulfurique.

C'est un liquide incolore, lorsqu'il est pur, très mobile, très avide d'eau et répandant à l'air d'épaisses vapeurs. Sa densité est égale à 1,782.

C'est un oxydant énergique.

**Acide chlorhydrique.**  $\text{HCl}$ . — Se prépare, dans les laboratoires, en décomposant le sel marin par l'acide sulfurique :



Le gaz acide chlorhydrique, étant très soluble dans l'eau, doit être recueilli sur le mercure.

Dans l'industrie, on obtient des quantités considérables d'acide chlorhydrique, comme produit secondaire, dans la préparation du sulfate de soude au moyen du sel marin et de l'acide sulfurique.

L'acide chlorhydrique livré par les fabriques marque de 20 à 24° Baumé. Il est impur et peut renfermer :

- 1° De l'acide sulfurique entraîné mécaniquement;
- 2° Un peu d'acide sulfureux provenant de la réaction de l'acide sulfurique sur les vases de fonte dans lesquels a lieu l'attaque du sel marin, ou sur les matières organiques contenues dans le sel;
- 3° Du chlorure d'arsenic, provenant de l'acide sulfurique préparé par les pyrites;
- 4° Du chlorure de fer, provenant de l'action de l'acide chlorhydrique sur les cuvettes en fonte du four;
- 5° Les sels de l'eau ordinaire qui a servi à dissoudre le gaz.

Pour le purifier, on lui ajoute une petite quantité de bioxyde de manganèse qui fournit du chlore, lequel fait passer l'acide sulfureux à l'état d'acide sulfurique; on laisse reposer pendant un jour, on décante l'acide, on le chauffe légèrement afin de chasser l'excès de chlore, puis on ajoute du sulfure de baryum. Celui-ci est décomposé et fournit le baryte nécessaire à la précipitation de l'acide sulfurique, et l'acide sulfhydrique qui transforme l'arsenic en sulfure d'arsenic. On laisse reposer, on décante la liqueur claire, puis on la distille; le chlorure de fer reste au fond du ballon.

L'acide chlorhydrique est un gaz incolore, d'une odeur vive et sur

focante; sa densité à 0° est égale à 1,278; 1 litre pèse 1 gr. 635. Il est très soluble dans l'eau.

TABLEAU DES DENSITÉS DES SOLUTIONS D'ACIDE CHLORHYDRIQUE.

DEGRÉS Baumé.	DENSITÉ.	100 parties contiennent à 0° HCl	100 PARTIES CONTIENNENT A 15°			
			HCl	Acide à 20°	Acide à 21°	Acide à 22°
0	1,000	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3
1	1,007	1,4	1,5	4,7	4,4	4,2
2	1,014	2,7	2,9	9,0	8,6	8,1
3	1,022	4,2	4,5	14,1	13,3	12,6
4	1,029	5,5	5,8	18,1	17,1	16,2
5	1,036	6,9	7,3	22,8	21,5	20,4
6	1,044	8,4	8,9	27,8	26,2	24,4
7	1,052	9,9	10,4	32,6	30,7	29,1
8	1,060	11,4	12,0	37,6	35,4	33,6
9	1,067	12,7	13,4	41,9	39,5	37,5
10	1,075	14,2	15,0	46,9	44,2	42,0
11	1,083	15,7	16,5	51,6	48,7	46,2
12	1,091	17,2	18,1	56,7	53,4	50,7
13	1,100	18,9	19,9	62,3	58,7	55,7
14	1,108	20,4	21,5	67,3	63,4	60,2
15	1,116	21,9	23,1	72,3	68,1	64,7
16	1,125	23,6	24,8	77,6	73,2	69,4
17	1,134	25,2	26,6	83,3	78,5	74,5
18	1,143	27,0	28,4	88,9	83,0	79,5
19	1,152	28,7	30,2	94,5	89,0	84,6
19,5	1,157	29,7	31,2	97,7	92,0	87,4
20	1,161	30,4	32,0	100,0	94,4	89,6
20,5	1,166	31,4	33,0	103,3	97,3	92,4
21	1,171	32,3	33,9	106,1	100,0	94,9
21,5	1,175	33,0	34,7	108,6	102,4	97,2
22	1,180	34,1	35,7	111,7	105,3	100,0
22,5	1,185	35,1	36,8	115,2	108,6	103,0
23	1,190	36,1	37,9	118,6	111,8	106,1
23,5	1,195	37,1	39,0	122,0	115,0	109,2
24	1,199	38,0	39,8	124,6	117,4	111,4
24,5	1,205	39,1	41,2	130,0	121,5	115,4
25	1,210	40,2	42,4	132,7	125,0	119,0
25,5	1,212	41,7	42,9	134,3	126,6	120,1

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'ACIDE CHLORHYDRIQUE, D'APRÈS LEUR POIDS SPÉCIFIQUE.

Poids spécifique.	HCl p. 100.	Acide à 1,20 de densité p. 100.	Poids spécifique.	HCl p. 100.	Acide à 1,20 de densité p. 100.	Poids spécifique.	HCl p. 100.	Acide à 1,20 de densité p. 100.
1,2000	40,777	100	1,4328	26,943	66	1,0657	13,456	33
1,1982	40,369	99	1,4308	26,505	65	1,0637	13,049	32
1,1964	39,961	98	1,4287	26,098	64	1,0617	12,641	31
1,1946	39,554	97	1,4267	25,690	63	1,0597	12,233	30
1,1928	39,146	96	1,4247	25,282	62	1,0577	11,825	29
1,1910	38,738	95	1,4226	24,874	61	1,0557	11,418	28
1,1893	38,330	94	1,4206	24,466	60	1,0537	11,010	27
1,1875	37,923	93	1,4185	24,058	59	1,0517	10,602	26
1,1857	37,516	92	1,4164	23,650	58	1,0497	10,194	25
1,1846	37,108	91	1,4143	23,242	57	1,0477	9,786	24
1,1822	36,700	90	1,4123	22,834	56	1,0457	9,379	23
1,1802	36,292	89	1,4102	22,426	55	1,0437	8,971	22
1,1782	35,884	88	1,4082	22,019	54	1,0417	8,563	21
1,1762	35,476	87	1,4061	21,611	53	1,0397	8,155	20
1,1741	35,068	86	1,4041	21,205	52	1,0377	7,747	19
1,1721	34,660	85	1,4020	20,796	51	1,0357	7,340	18
1,1701	34,252	84	1,4000	20,388	50	1,0337	6,932	17
1,1681	33,845	83	1,0980	19,980	49	1,0318	6,524	16
1,1661	33,437	82	1,0960	19,572	48	1,0298	6,116	15
1,1641	33,029	81	1,0939	19,165	47	1,0279	5,709	14
1,1620	32,621	80	1,0919	18,757	46	1,0259	5,301	13
1,1599	32,213	79	1,0899	18,349	45	1,0239	4,893	12
1,1578	31,805	78	1,0879	17,941	44	1,0220	4,486	11
1,1557	31,398	77	1,0859	17,534	43	1,0200	4,078	10
1,1536	30,990	76	1,0838	17,126	42	1,0180	3,670	9
1,1515	30,582	75	1,0818	16,718	41	1,0160	3,262	8
2,1494	30,174	74	1,0798	16,310	40	1,0140	2,854	7
1,1473	29,767	73	1,0778	15,902	39	1,0120	2,447	6
1,1452	29,359	72	1,0758	15,494	38	1,0100	2,039	5
1,1431	28,951	71	1,0738	15,087	37	1,0080	1,631	4
1,1410	28,544	70	1,0718	14,679	36	1,0060	1,224	3
1,1389	28,136	69	1,0697	14,271	35	1,0040	,816	2
1,1369	27,728	68	1,0677	13,863	34	1,0020	,408	1
1,1349	27,321	67						

L'acide chlorhydrique sert à la fabrication des chlorures décolorants (chlorure de chaux, eau de Javel, etc.), du chlorate de potasse, du chlorhydrate d'ammoniaque, etc., pour l'extraction de la gélatine des os, l'épilage de la laine, etc.

Mêlé à l'acide azotique, il constitue l'eau régale.

**Protochlorure de soufre. S<sup>2</sup>Cl.** — Se prépare en faisant arriver un courant de chlore sec sur du soufre fondu en excès. Le chlorure de soufre formé se condense dans un récipient refroidi par un courant d'eau froide.

Ainsi préparé, il renferme toujours en dissolution une petite quantité de soufre; pour le purifier il faut le distiller et le rectifier à plusieurs reprises jusqu'à ce que sa température d'ébullition soit constante et égale à 139°.

C'est un liquide jaune rougeâtre, dont la densité à 16° est égale à 1,68. Il exhale une odeur fétide. Il fume faiblement au contact de l'air humide. Il dissout le soufre, le sélénium et le phosphore.

Employé pour la vulcanisation du caoutchouc.

**Bichlorure de soufre. SCl.** — Se prépare en faisant arriver un courant de chlore dans du protochlorure de soufre contenu dans une éprouvette entourée de glace.

C'est un liquide d'une couleur rouge grenat, d'une odeur pénétrante et désagréable, répandant au contact de l'air des vapeurs épaisses.

Sa densité est égale à 1,625. Il cristallise par le froid.

Il est décomposé par l'ébullition et la plupart des métaux.

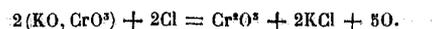
## CHROME

**Chrome. Cr = 26,3.** — Métal d'un blanc gris, doué d'une grande dureté; plus infusible que le platine. Sa densité varie de 5,90 à 6. N'est pas magnétique à la température ordinaire, mais agit sur l'aiguille aimantée à - 15°.

Se prépare, en soumettant, dans un grand creuset brasqué, à l'action d'un violent feu de forge, un mélange composé de 4 parties de sesquioxyde de chrome et de 1 partie de charbon. A la fin de l'opération, on trouve dans le creuset une masse poreuse métallique, que l'on réduit en poudre fine et que l'on soumet à une nouvelle calcination après l'avoir mélangée à du borax et à du sesquioxyde de chrome.

On peut aussi l'obtenir en réduisant le sesquichlorure de chrome par le potassium ou par le zinc en présence du chlorure double de potassium et de sodium.

**Sesquioxyde de chrome. Cr<sup>2</sup>O<sup>3</sup>.** — Anhydre et cristallisé, on l'obtient en faisant passer un courant de chlore sur du chromate neutre de potasse chauffé au rouge :



Le sesquioxyde amorphe peut se préparer :

1° En calcinant du chromate de mercure dans un creuset;

2° En chauffant au rouge naissant un mélange de 2 parties de bichromate de potasse et de 1 partie de soufre :



3° En chauffant fortement un mélange intime de 4 parties de bichromate de potasse et de 1 partie d'amidon.

L'hydrate  $\text{Cr}_2\text{O}_3, 9\text{H}_2\text{O}$  se précipite quand on verse une dissolution de potasse ou d'ammoniaque dans une dissolution d'un sel vert ou d'un sel violet de sesquioxyde de chrome.

L'hydrate  $\text{Cr}_2\text{O}_3, 2\text{H}_2\text{O}$  (*vert Guignet*) se prépare en chauffant au rouge sombre un mélange de 300 gr. d'acide borique avec 100 gr. de bichromate de potasse. Il se forme un borate double de chrome et de potasse. En reprenant la masse par l'eau, le sel double se décompose, et l'hydrate se précipite sous forme d'une belle poudre verte.

**Bioxyde de chrome.**  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . — Se prépare en chauffant au rouge sombre, en présence de l'air, l'hydrate de sesquioxyde de chrome.

**Acide chromique.**  $\text{CrO}_3$ . — Se prépare par le procédé suivant : On verse, dans une solution saturée de bichromate de potasse à 50°, une fois et demie son volume d'acide sulfurique concentré. La potasse se combine à l'acide sulfurique, et, lorsque la chaleur s'est dissipée, l'acide chromique se dépose en longues aiguilles rouges. On dessèche les cristaux sur une plaque de porcelaine dégourdie. Pour les purifier, on les dissout dans l'eau et on verse dans la liqueur, goutte à goutte, une solution de chromate de baryte jusqu'à ce qu'il ne se forme plus du sulfate de baryte. On laisse déposer, on décante la liqueur claire et on fait cristalliser.

L'acide chromique cristallise en prismes rouges, déliquescents, d'une saveur âpre et amère. Il est soluble dans l'eau; la solution se décompose à la lumière solaire.

C'est un oxydant très énergique.

**Acide chloro-chromique.**  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2$ . — Ce composé est regardé comme de l'acide chromique, dans lequel un équivalent d'oxygène a été remplacé par un équivalent de chlore. On le prépare en faisant fondre un mélange de 10 parties de sel marin avec 17 parties de bichromate de potasse; la masse est ensuite concassée et introduite dans une cornue en verre avec 30 parties d'acide sulfurique. Les vapeurs qui se dégagent se condensent sous forme d'un liquide rouge sang.

En présence de l'eau, il se décompose en acide chromique et acide chlorhydrique.

**Protochlorure de chrome.**  $\text{CrCl}_3$ . — On le prépare en faisant passer, à haute température, un volume limité de chlore sur un excès de sesquioxyde de chrome mélangé à du charbon.

**Sesquichlorure de chrome.**  $\text{Cr}^2\text{Cl}^3$ . — Se prépare en chauffant au rouge, dans un courant de chlore, un mélange de sesquioxyde de chrome et de charbon.

**Sulfate de chrome.**  $\text{Cr}^2\text{O}^3 (\text{SO}^2)^3$ . — Se présente sous trois modifications isomériques :

1° *Sulfate violet.* — Se prépare en mettant en digestion 8 parties d'hydrate de sesquioxyde de chrome, desséché à 100°, avec 8 à 10 parties d'acide sulfurique, dans un vase complètement fermé. La matière, d'abord verte, devient peu à peu violette et se prend en une masse cristalline d'un bleu verdâtre, qu'on redissout dans l'eau. En ajoutant de l'alcool, le sel violet se précipite, tandis que l'excès d'acide et le sel vert non transformé restent en dissolution. On redissout le précipité dans de l'eau alcoolisée et on fait cristalliser; on obtient ainsi des octaèdres réguliers, d'un rouge violet par réflexion et d'un rouge grenat par transmission. Ces cristaux ont pour formule  $\text{Cr}^2\text{O}^3 (\text{SO}^2)^3, 15\text{HO}$

2° *Sulfate vert.* — Se prépare soit en dissolvant à chaud le sesquioxyde de chrome dans l'acide sulfurique concentré, soit en chauffant le sel violet à 100°.

*Sulfate rouge insoluble.* — Ce sulfate est insoluble dans l'eau. Il se prépare en chauffant le sulfate violet ou vert avec un excès d'acide sulfurique jusqu'à 200°. On chasse l'excès d'acide par évaporation. Il est anhydre.

**Alun de chrome et de potasse.**  $(\text{K},\text{O},\text{SO}^2) (\text{Cr}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^2) + 24\text{HO}$ . — Se prépare en dissolvant à chaud 150 gr. de bichromate de potasse dans 1 litre d'eau et en ajoutant ensuite 250 gr. d'acide sulfurique; puis, quand le mélange est refroidi, 60 gr. d'alcool qu'on verse goutte à goutte. L'alcool s'oxyde aux dépens de l'acide chromique qui passe à l'état de sesquioxyde de chrome.

Il cristallise en octaèdres réguliers d'un rouge pourpre foncé. Sa dissolution aqueuse est d'un bleu violet sale; chauffée vers 60°, elle devient verte.

**Alun de chrome et d'ammoniaque.**  $(\text{AzH}^4\text{O}, \text{SO}^2) (\text{Cr}^2\text{O}^3, 3\text{SO}^2) + 24\text{HO}$ . — Se prépare en mélangeant une solution concentrée de sulfate violet de chrome avec une solution concentrée de sulfate d'ammoniaque; il se précipite sous forme d'une poudre bleu lavande. Il cristallise en octaèdres réguliers.

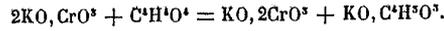
**Chromate neutre de potasse.**  $\text{K},\text{O},\text{CrO}^3$ . — Le *fer chromé* qu'on trouve dans la nature et qui sert à préparer ce sel, est composé de :

	Norwège.	Baltimore.
Sesquioxyde de chrome. . . . .	56,82	60,04
Alumine. . . . .	9,48	11,85
Protoxyde de fer. . . . .	26,96	20,13
Magnésie. . . . .	5,63	7,45
		8.

Le *fer chromé* est broyé avec soin et tamisé. La poussière est mêlée avec du carbonate de potasse et avec du salpêtre. Le mélange est fondu sur la sole d'un four à réverbère.

Par l'oxydation, l'oxyde de chrome se transforme en acide chromique lequel s'unit à la potasse. La masse est broyée et soumise à l'ébullition dans l'eau.

Le chromate de potasse se dissout, ainsi que le carbonate de potasse non décomposé et un peu d'aluminate et de silicate de potasse. On décompose la liqueur avec du vinaigre de bois; l'alumine et la silice se précipitent, tandis que le chromate neutre de potasse passe à l'état de bichromate :



On évapore la liqueur claire et on fait cristalliser. On dissout les cristaux dans l'eau, on sature la liqueur par du carbonate de potasse, on concentre et on fait cristalliser.

Le chromate de potasse cristallise sous forme de prismes rhomboïdaux anhydres de couleur jaune. Il est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'éther.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE CHROMATE DE POTASSE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 19°,5.

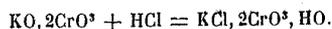
Densité.	KO, CrO <sup>3</sup> p. 100.						
1,0080	1	1,0925	11	1,1864	21	1,2921	31
1,0161	2	1,1014	12	1,1964	22	1,3035	32
1,0243	3	1,1104	13	1,2066	23	1,3151	33
1,0325	4	1,1195	14	1,2169	24	1,3268	34
1,0408	5	1,1287	15	1,2274	25	1,3386	35
1,0492	6	1,1380	16	1,2379	26	1,3505	36
1,0576	7	1,1474	17	1,2485	27	1,3625	37
1,0663	8	1,1570	18	1,2592	28	1,3746	38
1,0750	9	1,1667	19	1,2700	29	1,3868	39
1,0837	10	1,1765	20	1,2808	30	1,3991	40

**Bichromate de potasse.** KO, 2CrO<sup>3</sup>. — Se prépare en ajoutant de l'acide sulfurique ou azotique dans une solution de chromate neutre. On concentre et on fait cristalliser.

Il cristallise en prismes et en tables rectangulaires anhydres, d'une couleur orangée. Soluble dans dix fois son poids d'eau froide.

**Bichromate de chlorure de potassium.** KCl, 2CrO<sup>3</sup>, HO. — Se prépare en ajoutant, à une solution saturée de bichromate de potasse

à 80°, une quantité d'acide chlorhydrique suffisante pour que le liquide prenne une teinte jaune foncée; on chauffe jusqu'à ce qu'il se produise un léger dégagement de chlore, et on fait cristalliser. On obtient ainsi de beaux cristaux rouges qu'on fait égoutter et qu'on sèche sous une cloche renfermant de la potasse. La réaction est la suivante :



## COBALT

**Cobalt.** Co = 29,5. — Métal blanc avec un reflet légèrement rougeâtre, très malléable, ductile, environ deux fois plus tenace que le fer, attirable à l'aimant. Sa densité varie de 7,8 à 8,6. Sa chaleur spécifique est égale à 0,1069. Son coefficient de dilatation est de 0,0001236. Attaqué lentement par les acides sulfurique et chlorhydrique; avec énergie, par l'acide azotique.

Les minerais de cobalt sont les suivants :

*Cobalt arsénical ou smaltine.* A l'état de pureté, composé de :

Cobalt. . . . .	28,19
Arsenic . . . . .	71,81

Gris d'acier ou blanc d'étain, avec éclat métallique, noircissant à la surface ou offrant des teintes irisées, d'une densité égale à 5,5. Cristaux cubiques, assez souvent tronqués sur les arêtes et sur les angles. Se rencontrent dans les gîtes métallifères, notamment dans ceux d'argent sulfuré et de cuivre pyriteux.

*Cobalt gris ou cobaltine.* — Arsénio-sulfure de cobalt composé à l'état de pureté, de :

Cobalt. . . . .	35,47
Soufre. . . . .	49,35
Arsenic . . . . .	45,18

Souvent une partie de cobalt est remplacée par du fer.

Eclat métallique, avec une couleur blanc d'argent nuancé de rougeâtre, d'une densité égale à 6,30. Cristallise dans le système cubique; les formes dominantes sont le cube, l'octaèdre régulier, le dodécaèdre pentagonal et l'icosaèdre.

*Cobalt arséniaté.* — Composé, à l'état de pureté, de :

Acide arsénique. . . . .	38,43
Oxyde de Cobalt. . . . .	37,55
Eau. . . . .	24,02

Couleur fleur de pêcher. Densité égale à 2,90. Forme primitive : prisme rhomboïdal oblique.

Pour extraire le cobalt de la smaltine, on chauffe le minéral avec du carbonate de potasse et du soufre; on obtient ainsi de l'arsénio-sulfure de potassium soluble et du sulfure de cobalt insoluble. On lave; on traite ce résidu par l'acide sulfurique qui donne une solution de sulfate de cobalt, de laquelle on précipite l'oxyde de cobalt par la potasse. L'oxyde de cobalt est traité par le charbon ou réduit par l'hydrogène; le métal obtenu est fondu à une température très élevée (voir *nickel*).

Les minerais de cobalt servent aussi à préparer les couleurs employées en céramique. A cet effet, on les grille afin de chasser le soufre et l'arsenic; on obtient ainsi le *safre*, qui consiste surtout en un mélange de sesquioxyde et de protoxyde de cobalt, en arsenic, en nickel, avec des traces d'oxyde de manganèse, d'oxyde de bismuth, etc.

Le *small* ou bleu d'azur se prépare en fondant le *safre* avec de la silice et de la potasse; le verre bleu, ainsi obtenu, est réduit en poudre.

**Protoxyde de cobalt.**  $\text{CoO}$ . — S'obtient à l'état anhydre par la calcination au rouge, à l'abri de l'air, du protoxyde de cobalt hydraté ou de carbonate de cobalt. C'est une poudre vert olive foncé.

Hydraté, il se prépare en versant, dans la solution d'un sel de cobalt, de la potasse ou de la soude, en ayant soin de soustraire le mélange au contact de l'air. C'est une poudre rouge.  $\text{CoO}\cdot\text{HO}$ .

Le *vert de Rinmann* est une combinaison de protoxyde de cobalt avec de l'oxyde de zinc.

**Sesquioxyde de cobalt.**  $\text{Co}_2\text{O}_3$ . — Se prépare en calcinant, à une chaleur modérée, l'azotate de cobalt. C'est une poudre noire.

A l'état d'hydrate,  $\text{Cr}_2\text{O}_3\cdot\text{HO}$ , on l'obtient en précipitant un sel de cobalt par un hypochlorite alcalin.

**Chlorure de cobalt.**  $\text{CoCl}$ . — Se prépare en dissolvant dans l'acide chlorhydrique les oxydes ou le carbonate de cobalt et en faisant cristalliser. On obtient des cristaux rouges, déliquescents, ayant pour formule  $\text{CoCl} + 6\text{HO}$ .

**Azotate de cobalt.**  $\text{CoO}\cdot\text{AzO}_3$ . — Se prépare en dissolvant les oxydes ou le carbonate de cobalt dans l'acide azotique et faisant cristalliser. On obtient des cristaux dont la formule est  $\text{CoO}\cdot\text{AzO}_3 + 6\text{HO}$ .

## CUIVRE

**Cuivre.**  $\text{Cu} = 31,75$ . — Métal d'un rouge éclatant, doué d'une odeur désagréable, très malléable et très ductile, très tenace. Fondu, sa densité est de 8,8; laminé, elle est de 8,95. Cristallise dans le sys-

tème cubique. Sa chaleur spécifique est de 0,0952; son coefficient de dilatation est égale à 0,00017182. Sa conductibilité calorifique est de 888, celle de l'or étant 1000 et celle de l'argent 973. Sa conductibilité électrique est représentée par 93, celle de l'argent étant 100. Fond entre 1050 et 1100°; se volatilise très lentement au rouge blanc. Se conserve sans altération dans l'air sec; à l'air humide se recouvre d'une couche d'hydrocarbonate de cuivre. Attaqué par l'acide azotique, l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique.

Se rencontre à l'état natif en cristaux (cubes, octaèdre, dodécaèdre rhomboïdal) presque toujours hémitropes, en plaques, en enduits, en grains, en gros blocs.

Les minerais de cuivre sont :

Le *cuivre natif*, que l'on rencontre dans l'Amérique du Nord, au Lac Supérieur, dans l'Amérique du Sud, au Pérou, au Chili et dans l'Oural. Le *corocoro* est du cuivre natif en grains provenant de Bolivie;

L'*oxyde de cuivre*, que l'on rencontre au Lac Supérieur et en Sibérie;

Le *cuivre oxydé noir*, ne se trouve en abondance qu'au gîte de Copper Haber au Lac Supérieur;

Les *cuivres carbonatés*. La variété verte se trouve en Sibérie, dans l'Amérique du Sud, dans le Tyrol, en Angleterre, à Chessy, etc. La variété bleue a été trouvée en masses assez considérables pour être exploitées à Chessy, en Sibérie, dans le Bannat, dans l'Amérique du Sud et sur les côtes d'Afrique;

Les *hydrosilicates de cuivre* se rencontrent dans l'Oural, au Chili et au Lac Supérieur;

Les *cuivres pyriteux et panachés*. Le cuivre pyriteux est le minerai le plus abondant; il se rencontre dans un grand nombre de contrées;

Les *cuivres gris*;

L'*atakamite* que l'on exploite au Chili et en Bolivie.

Extraction du cuivre. — 1° Du cuivre natif. — Le cuivre natif contient du quartz et du cuivre oxydé ou sulfuré. On le chauffe dans un fourneau à réverbère après l'avoir mélangé avec des scories riches provenant d'une opération précédente. On enlève les scories qui se forment. On fait arriver un courant d'air oxydant qui détermine la formation de nouvelles scories, par suite de l'oxydation des matières étrangères; le cuivre s'oxyde partiellement. On enlève les scories et on recouvre le bain métallique de charbon afin de réduire l'oxyde de cuivre formé; on brasse, afin de faciliter la réduction, avec un bâton de bois vert. On coule le cuivre en lingots.

2° Des minerais oxydés. — Le minerai, débarrassé par un traitement mécanique de la plus grande partie de ses gangues, est chauffé, dans un fourneau à cuve, avec du charbon et un fondant capable de former avec les gangues une scorie fusible. Le cuivre fondu est recueilli à la partie inférieure du fourneau. Il porte le nom de *cuivre noir* et renferme environ 7 0/0 d'impuretés.

Pour le raffiner, on le fond dans une atmosphère oxydante de façon à scorifier les impuretés. Le raffinage au *petit foyer* a lieu dans un creuset hémisphérique en maçonnerie, dans lequel on met du cuivre noir et du charbon; on fait arriver le vent de deux tuyères. Le cuivre fond, tandis que les impuretés s'oxydent et se volatilisent ou se scorifient. Les scories sont enlevées. On arrête le vent et on projette de l'eau sur le métal fondu; il se forme un disque mince (*cuivre rosette*) que l'on enlève; on continue la même opération jusqu'à épuisement du métal contenu dans le creuset.

Le raffinage au *grand foyer* se fait sur la sole d'un four à réverbère à courant d'air forcé. La scorification achevée, on fait écouler le métal fondu dans un creuset et on le réduit en disques minces par l'action de l'eau.

Le *cuivre rosette* contient toujours un peu d'oxydure de cuivre qui le rend cassant; on le raffine en le fondant dans un petit foyer et en recouvrant le bain liquide avec des charbons de bois qui réduisent l'oxydure. On le coule ensuite en lingots.

3° Des minerais sulfurés. — Les minerais sont d'abord grillés afin d'éliminer une partie du soufre, de l'arsenic et de l'antimoine; les autres métaux sont, pendant cette opération, en partie oxydés. Ils sont ensuite fondus avec une matière siliceuse et du charbon, l'oxyde de fer se combine avec la silice pour former une scorie, tandis que l'oxyde de cuivre, réduit par le charbon, donne du cuivre qui s'unit aux sulfures non décomposés pour former une *matte* plus riche en cuivre, moins riche en soufre et en fer que le minerai employé.

En faisant à plusieurs reprises le grillage et la calcination, on finit par éliminer à peu près tout le soufre et tout le fer.

Dans la méthode anglaise, le grillage se fait au four à réverbère, et la fonte pour *matte* soit dans un fourneau à cuve verticale, soit au four à réverbère.

Le cuivre s'extrait aussi de ses minerais par voie humide. Le minerai oxydé par grillage, ou chloruré par l'action du sel marin, est traité par l'eau ou par un acide, de façon à avoir une dissolution renfermant le cuivre. Le cuivre est ensuite précipité de sa solution par le fer.

Uni au nickel, en différentes proportions, le cuivre donne les *maillechorts*, dont on verra plus loin la composition.

Les *bronzes* sont des alliages composés principalement de cuivre et d'étain; leur couleur est, en général, jaune foncé; ils sont tenaces et susceptibles de recevoir un beau poli; ils peuvent être étirés en fils, laminés et même travaillés au marteau.

On les emploie pour le montage d'une quantité de pièces de machines ou d'objets divers, pour le moulage des statues, des canons, etc.

La proportion relative de l'étain et du cuivre varie suivant la destination de l'alliage. On ajoute quelquefois aux bronzes d'industrie de petites quantités d'autres métaux dans le but soit de rendre le

travail du bronze plus facile, soit de modifier quelques-unes des propriétés de l'alliage.

Voici la composition des principaux bronzes :

Bronze des canons.	{ Cuivre . . . . .	100	
	{ Etain . . . . .	11	
Tamtams et cymbales.	{ Cuivre . . . . .	80	
	{ Etain . . . . .	20	
Miroirs des télescopes.	{ Cuivre . . . . .	66	
	{ Etain . . . . .	33	
Métal des cloches en Angleterre.	{ Cuivre . . . . .	80,1	
	{ Etain . . . . .	10,1	
	{ Zinc . . . . .	5,6	
	{ Plomb . . . . .	4,3	
Métal des cloches en France.	{ Cuivre . . . . .	78	
	{ Etain . . . . .	22	
Médailles.	{ Cuivre . . . . .	94 à 96	
	{ Etain . . . . .	4 à 6	
	{ Zinc . . . . .	4 à 5	
			Armes. Miroirs
			— —
Bronzes antiques.	{ Cuivre . . . . .	85,38	63,50
	{ Etain . . . . .	12,15	30,20
	{ Zinc . . . . .	1,30	"
	{ Plomb . . . . .	"	6
Pièces de machines.	{ Cuivre . . . . .	82,85	76,22
	{ Etain . . . . .	4,97	7,26
	{ Zinc . . . . .	4,25	8,20
	{ Plomb . . . . .	7,00	4,80
	{ Fer . . . . .	1,30	0,90
	{ Antimoine : Traces . . . . .		1,30

Le cuivre allié au zinc constitue le *laiton*, alliage très employé dans l'industrie; sa couleur est plus pâle que celle du cuivre. Le zinc employé en certaines proportions donne au laiton une teinte jaune d'or; une proportion plus grande lui communique une couleur jaune verdâtre; quand il entre pour plus de moitié dans l'alliage, il le rend gris bleuâtre.

Comme les laitons sont destinés à être travaillés soit au tour, soit à la lime, on leur ajoute généralement une petite quantité de plomb ou d'étain qui les rend un peu plus dur et qui les empêche de rai- sser la lime.

Voici la composition des principaux laitons :

	Cuivre.	Zinc.	Plomb.	Étain.	Usages.
Laiton du Stolberg	65,80	31,80	2,20	0,20	Ustensiles de ménage et chaudières
— de Romilly	70,00	30,00	»	»	Travaux à marteau.
— anglais.....	70,29	29,26	0,28	0,17	id.
— de Jemmapes.....	64,60	33,70	1,50	0,20	Travail du tour.
— —	64,20	35,00	0,40	0,40	Tréfileries.
— d. doreurs	63,70	33,55	0,25	2,50	Bronzes dorés.
— des armuriers.....	80,00	17,00	»	3,00	Garnitures d'armes.
— des horlogers.....	60 à 66	37 à 31	»	1,3 à 1,4	
Métal de Muntz...	66	34	»	»	Doublages des navires.
Chrysocale.....	86 à 88	8 à 6	»	6,00	Faux bijoux.
Tombac jaune.....	88,88	5,56	»	5,56	Menus objets.
Bronze des frères Keller.....	91,40	5,53	1,37	1,70	Statues.

#### Dosage du cuivre.

1° *Précipitation à l'état d'oxalate.* — Si dans une liqueur acide contenant du cuivre, on ajoute de l'acide oxalique en cristaux et qu'on porte à l'ébullition, le cuivre se précipite à l'état d'oxalate. On laisse reposer, on décante la liqueur claire, et on reçoit le précipité sur un filtre : on réunit la liqueur filtrée à la liqueur décantée, on verse quelques gouttes de sulfhydrate d'ammoniaque, les dernières traces de cuivre sont précipitées ; on fait bouillir et on filtre.

On fait sécher l'oxalate de cuivre, on le détache autant que possible du filtre, on le met dans une petite capsule de porcelaine et on le calcine à une très douce chaleur : il noircit et se change en oxyde de cuivre.

Le filtre contenant le sulfure et celui de l'oxalate sont séchés et brûlés : on ajoute leurs résidus à l'oxyde de cuivre obtenu plus haut, et on pèse.

Mais une petite partie de l'oxyde de cuivre a été réduite pendant la calcination : on a donc pesé un mélange d'oxyde de cuivre et de cuivre métallique : on met ce mélange dans une capsule de porcelaine, on ajoute de l'eau et ensuite une petite quantité d'acide sulfurique, puis on chauffe : l'oxyde de cuivre seul se dissout, tandis que le cuivre métallique reste non attaqué. On laisse reposer, on lave deux ou trois fois par décantation, on reçoit le cuivre dans une

porcelaine, on décante, on fait sécher et on pèse. On retranche le poids ainsi trouvé du poids du mélange d'oxyde de cuivre et de cuivre métallique; la différence indique le poids de l'oxyde de cuivre qu'il contenait; on multiplie le poids de l'oxyde de cuivre par 0,7982 pour le réduire à l'état métallique: on ajoute au nombre ainsi trouvé le poids du cuivre métallique provenant de la partie d'oxyde réduite pendant la calcination; on a ainsi la teneur en cuivre de la substance analysée.

Exemple: Supposons que le poids du mélange d'oxyde et de cuivre métallique, provenant de la calcination de l'oxalate et du résidu du filtre, soit

$$\text{CuO} + \text{Cu} = 5 \text{ gr. } 825.$$

On traite par une eau chargée d'acide sulfurique: on lave, et on sèche le cuivre métallique resté au fond de la capsule, on le pèse et on trouve  $\text{Cu} = 0 \text{ gr. } 405$ ; donc

$$\begin{array}{r} \text{CuO} + \text{Cu} = 5 \text{ gr. } 825 \\ \text{Cu} = 0 \text{ gr. } 405 \\ \hline \text{CuO} = 5 \text{ gr. } 420 \end{array}$$

Il faut convertir cette quantité d'oxyde de cuivre en cuivre métallique en la multipliant par 0,7982.

$$\begin{array}{r} 5,420 \times 0,7982 = 4,326 \\ \text{Ajoutons} \quad \quad \quad 0,405 \\ \hline \text{Nous aurons} \quad \quad 4,731 \end{array}$$

Ce nombre exprime la quantité de cuivre métallique contenu dans le poids de la substance analysée.

Si on a opéré sur 10 gr. on doit multiplier le résultat par 10.

$$4,731 \times 10 = 47,31.$$

Pour précipiter le cuivre dans une liqueur par l'acide oxalique, il faut que cette liqueur ne contienne ni zinc, ni nickel, ni cobalt, car ces métaux seraient également précipités à l'état d'oxalates, lesquels se mélangeraient à l'oxalate de cuivre. Voici comment on doit opérer dans ce cas:

2° *Précipitation du cuivre à l'état métallique par des lames de plomb.* — On neutralise l'acide qui a servi à la dissolution de l'alliage par de l'ammoniaque, et on filtre s'il y a lieu; on acidifie la liqueur, versée dans une capsule, par de l'acide acétique, on ajoute trois ou quatre lames de plomb et on chauffe doucement; le plomb se dissout, précipitant le cuivre à l'état métallique. Lorsque la liqueur est colorée, ou bien lorsqu'elle est devenue complètement verte, si elle contient du nickel, on fait bouillir quelques minutes et on retire la capsule du feu. On laisse reposer, on décante la liqueur claire, on remplace immédiatement par une petite quantité d'eau, afin

d'empêcher l'oxydation du cuivre : on enlève, en frottant entre les doigts, la petite quantité de cuivre qui reste adhérente aux lamelles de plomb, on met celles-ci dans un verre à pied et on les arrose avec un peu d'acide acétique. On les frotte avec un gratte-brosse, au-dessus d'une capsule, et on les lave au moyen d'une pissette afin de leur enlever toute trace de cuivre ; on lave, après l'opération, le gratte-brosse dans l'eau de la capsule. Il est nécessaire, pour que le cuivre n'adhère pas fortement au plomb, de ne pas chauffer la liqueur immédiatement après l'introduction des lames de plomb ; on laisse en repos pendant quelques minutes, avant de mettre la capsule au feu : le cuivre commence à se précipiter, et c'est seulement lorsque les lames sont recouvertes d'un enduit rouge, qu'on peut chauffer sans inconvénient.

Le cuivre métallique, ainsi obtenu, est mis dans un verre à pied, arrosé à plusieurs reprises d'acide acétique et d'eau, afin de dissoudre la petite quantité de plomb qui reste attachée au cuivre ; on filtre d'abord la liqueur décantée et on reçoit le cuivre ensuite sur un filtre, on lave à l'eau bouillante, on sèche.

On verse, dans la liqueur filtrée, de l'acide sulfurique : le plomb dissous se précipite ; on laisse reposer, on filtre, on lave et on jette le filtre contenant le sulfate de plomb. On verse la liqueur dans une capsule, on y ajoute de l'eau chargée d'hydrogène sulfuré, on fait bouillir : les dernières traces de cuivre et de plomb se précipitent. On laisse déposer, et on filtre la liqueur claire : on met le dépôt de sulfures dans un verre, on y verse une petite quantité d'acide azotique, on agite, et on remplit le verre avec de l'eau chargée d'hydrogène sulfuré, afin de reprécipiter la petite quantité de sulfure de cuivre dissous par l'acide azotique. On filtre et on lave à l'eau chargée d'hydrogène sulfuré.

On détache autant que possible le cuivre métallique du filtre, après l'avoir séché, et on le met dans une fiole ; on brûle ce filtre et celui contenant les sulfures de plomb et de cuivre, on ajoute leurs résidus au cuivre contenu dans la fiole, et on attaque par l'acide azotique étendu. Lorsque tout est dissous, on décante dans une capsule, on étend d'eau, et on verse de l'ammoniaque et du carbonate d'ammoniaque, on fait bouillir ; le plomb, entraîné par le cuivre métallique, et celui provenant du sulfure, est précipité ; on filtre, on lave avec soin. On met la liqueur filtrée dans une capsule, on l'acidifie par l'acide sulfurique ou par l'acide nitrique, on ajoute de l'acide oxalique en cristaux, on fait bouillir et on obtient de l'oxalate de cuivre pur. On rentre alors dans le procédé précédent. Ce procédé est excellent pour séparer le cuivre du zinc, du nickel, du cobalt, etc.

L'avantage de ces deux méthodes est de pouvoir agir sur un poids considérable de la matière à analyser ; les précipités obtenus ne sont pas visqueux et n'ont pas besoin, par conséquent, de lavages prolongés. On peut prendre facilement 20 gr. de cuivre métallique ou d'al-

liage, et 50 gr. de minéral; ce qui est très important lorsqu'on doit rechercher des corps qui, comme l'arsenic et l'antimoine, peuvent ne s'y trouver qu'à l'état infinitésimal.

*Dosage du cuivre par l'électrolyse.* — L'appareil nécessaire se compose d'une spirale de platine fixée sur un pied, pesant environ 16 gr. et d'un tronc de cône du même métal, du poids de 20 gr. environ, muni de fentes longitudinales. Cette forme ne prévient pas seulement les pertes provenant de projections de gouttes d'acide au pôle positif (spirale), elle établit encore, par les fentes, une répartition indispensable, pour les substances riches en fer, de l'acide restant libre à l'intérieur du cône, sur l'extérieur de celui-ci. On évite ainsi la réduction partielle de l'oxyde de fer en oxydure, la transformation de l'acide nitrique libre en bioxyde d'azote, et même la coloration en noir brunâtre du liquide à essayer.

M. Herpin a modifié cet appareil pour l'analyse des alliages, afin d'agir sur des liqueurs qui ne soient pas trop étendues; son appareil consiste en une petite capsule de platine qui sert d'électrode, l'anode

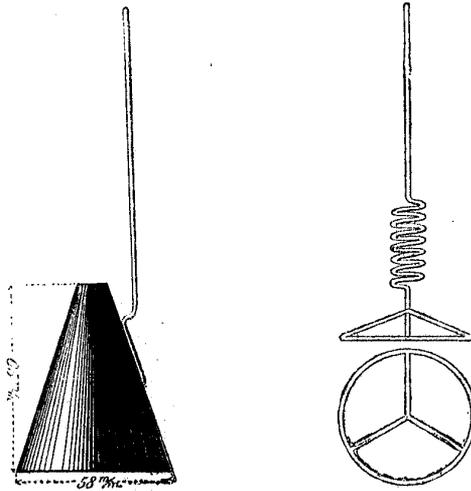


Fig. 6 et 7. — Cône et spirale de platine pour le dosage du cuivre par l'électrolyse.

est une spirale de platine suspendue de façon à être immergée dans le liquide contenu dans la capsule.

La meilleure pile à employer pour produire le courant, est la pile thermo-électrique de Clamond, ou la pile Guérot au bichromate de potasse.

On dissout 1 gr. de minerai ou d'alliage dans l'acide azotique ou dans l'eau régale, suivant la nature de la substance à attaquer; on décante et on filtre sur le gobelet de verre qui doit servir à la précipitation du cuivre, on lave le filtre d'abord à l'eau bouillante, ensuite avec de l'eau acidulée par l'acide nitrique, on achève le lavage avec de l'eau. La liqueur doit contenir seulement une petite quantité d'acide nitrique libre; on étend de 200 cent. cubes d'eau; on neutralise par l'ammoniaque, puis on la rend légèrement acide en y versant, goutte à goutte, de l'acide azotique; on agite la liqueur, afin qu'elle soit bien homogène. Ceci fait, on place dans le gobelet la spirale de platine, puis on la recouvre avec le cône; on suspend la spirale et le cône à la tige métallique qui doit conduire le courant; dans cette position, le bord inférieur du cône ne doit être qu'à un demi-centimètre du pied de la spirale. On fait passer le courant: le cuivre se dépose au pôle négatif (cône de platine), et au bout de 10 heures environ l'opération est terminée. Le temps nécessaire pour que le dépôt de cuivre se fasse complètement, varie avec la teneur des substances à essayer: celles qui sont très riches en cuivre exigent plus de 12 heures.

Pour s'assurer que tout le cuivre est précipité, on verse un peu d'eau dans le gobelet de verre, de façon à élever le niveau du liquide, et si, au bout d'une demi-heure, la partie du fil de platine qui, auparavant se trouvait au-dessus du niveau de la liqueur, mais qui maintenant est immergée, est restée brillante, c'est que l'opération est terminée. Il ne reste plus qu'à enlever le cône de platine, à le laver, puis à le sécher et à le peser; il est nécessaire d'opérer avec précaution parce que, lors de l'interruption du courant, du cuivre pourrait être redissout par la liqueur acide. On doit détacher d'abord la spirale, puis ensuite le cône que l'on enlève immédiatement et que l'on plonge dans un vase rempli d'eau et préparé à l'avance: ensuite on le lave avec la pissette et on le fait sécher.

Il est avantageux d'avoir pour chaque cône une tare spéciale, qui doit être vérifiée avant chaque analyse: dans la pesée, la différence entre le poids du cône recouvert de cuivre et la tare donne le poids du cuivre contenu dans 1 gr. de l'alliage ou du minerai; on doit donc le multiplier par 100 pour avoir la teneur de la substance analysée.

Le zinc, le fer, le nickel, le cobalt, le chrome, les métaux alcalins ne se déposent pas dans cette opération; le plomb et le manganèse sont déposés au pôle positif (spirale) et ne troublent pas, par conséquent, les résultats. Mais l'arsenic, l'antimoine et même le sélénium, sont séparés par le courant électrique un peu plus tard que le cuivre, et viennent recouvrir celui-ci d'un enduit noir; ce qui arrive surtout dans les matières très pauvres en cuivre, les scories par exemple.

En ce cas, après avoir enlevé et desséché le cône, il faut le faire rougir pendant un temps assez court, au-dessus d'une flamme (gaz ou alcool) ou dans une moufle. La substance noire se volatilise, et le cuivre métallique est transformé en oxyde ou oxydure sans perte sensible. On place ensuite le cône dans un gobelet en verre, on le relie au fil conducteur positif de la pile, et on suspend au-dessus un cylindre de platine taré, un peu plus grand que le cône, que l'on relie au pôle négatif. Cela fait, on emplit le vase d'eau acidulée de 1 partie d'acide pour 6 d'eau ; le cuivre se dissout et vient se précipiter avec éclat métallique sur le cylindre servant de pôle négatif. Ce procédé n'est applicable que dans le cas où l'arsenic, l'antimoine et le sélénium sont en petites quantités : dans le cas contraire, il ne reste d'autre mode de procéder que de saisir le moment où la séparation du cuivre est opérée et où l'enduit noir commence à se montrer : on enlève alors le cône, avec les précautions indiquées.

Lorsque le minerai à analyser contient du soufre, il faut l'attaquer dans une capsule, par l'eau régale, à laquelle on ajoute 4 cent. cubes d'acide sulfurique étendu de son volume d'eau ; de temps en temps on met dans la liqueur quelques cristaux de chlorate de potasse. On chauffe et on évapore à siccité, avec les plus grandes précautions afin d'éviter les projections qui pourraient se produire ; on brûle le soufre et on attaque de nouveau le résidu par l'eau régale, afin de dissoudre la petite quantité de minerai qui, englobée par le soufre, n'a pas été attaquée. On reprend par l'eau acidulée, on fait bouillir, on filtre, on lave, on ajoute 15 cent. cubes d'acide nitrique, on étend d'eau, on place la spirale et le cône, et on soumet à l'action de la pile.

#### Méthode volumétrique.

*Procédé de Pelouze.* — Il repose sur ce principe que : les sulfures alcalins versés dans une dissolution ammoniacale de cuivre décolorent cette liqueur.

La liqueur normale se prépare en dissolvant dans un litre d'eau 140 gr. de sulfure de sodium : on laisse déposer et on décante. Pour titrer cette liqueur, on verse sur 1 gr. de cuivre pur, placé dans un petit ballon, 6 à 8 gr. d'acide azotique pur ; lorsque le métal est dissous, on ajoute de 40 à 50 cent. cubes d'ammoniaque et on fait bouillir. On verse dans la liqueur, goutte à goutte, au moyen d'une burette graduée, la liqueur de sulfure de sodium jusqu'à ce que la coloration soit très affaiblie. On chauffe de nouveau et on verse le sulfure de sodium jusqu'à décoloration complète. On lit le nombre de centimètres cubes de liqueur employés : ce nombre doit être de 30 à 32. La liqueur de sodium peut être conservée assez longtemps, si elle est bien bouchée, mais on doit en vérifier le titre à chaque opération. Il faut opérer à chaud, parce que le sulfure de cuivre ne se dépose qu'avec lenteur dans une liqueur froide et qu'il s'oxyde rapidement. La solution doit toujours être fortement ammoniacale, de façon à

ce que la température ne dépasse pas 80°, car autrement l'oxysulfure de cuivre se combinerait avec une nouvelle quantité de métal; l'ammoniaque, en passant à l'état gazeux, absorbe une quantité de chaleur suffisante pour empêcher une trop grande élévation de température.

On dissout 1 gr. de l'alliage ou du minéral à essayer dans l'acide azotique ou dans l'acide chlorhydrique (6 à 8 cent. cubes) et on ajoute à la dissolution 45 à 50 cent. cubes d'ammoniaque. Si le précipité de sesquioxyde de fer produit par l'ammoniaque est trop volumineux, il faut filtrer, laver avec soin, au besoin le redissoudre et le précipiter de nouveau, puis concentrer la liqueur par l'évaporation.

On décolore ensuite à l'aide de la liqueur normale, avec les précautions indiquées, et on lit sur la burette la quantité employée. Une proportion donnera la teneur en cuivre.

S'il faut 30 cent. cubes de la liqueur normale pour décolorer 1 gr. de cuivre pur, et que la quantité employée dans l'essai soit 9 cent. cubes on dira :

$$\frac{30}{1} = \frac{9}{x} \text{ d'où } x = \frac{9}{30} = 0 \text{ gr. } 30.$$

Le minéral essayé contient donc 30 0/0 de cuivre.

Le plomb, l'étain, le zinc, le cadmium, le fer, l'antimoine, le bismuth, l'arsenic peuvent se trouver dans la dissolution, sans nuire à l'exactitude de l'opération, car le sulfure de sodium précipite d'abord le cuivre de sa dissolution ammoniacale avant d'agir sur ceux-ci. Mais cette méthode ne peut être employée lorsque la solution cuivrique contient de l'argent, du mercure, du nickel et du cobalt. Lorsqu'il y a de l'argent, on peut s'en débarrasser, au préalable, en le précipitant par l'acide chlorhydrique, et en filtrant la liqueur.

Lorsque la substance à analyser contient du protoxyde de fer, il faut le peroxyder à l'aide de l'acide nitrique et d'un peu de chlorate de potasse, autrement il enlèverait une partie de l'oxygène au bisulfure de cuivre et les résultats de l'analyse seraient faussés.

*Essai par voie sèche du cuivre natif et, en particulier, des corocoros.*

— On pèse 50 gr. du minéral, que l'on mêle intimement avec :

- 5 gr. de cyanure de potassium ordinaire,
- 5 gr. de borax.
- 5 gr. de fluorure de calcium.
- 5 gr. de sel marin.
- 5 gr. de fécule.
- 30 gr. de bicarbonate de soude.

On met le mélange dans un creuset de terre, au fond duquel on a jeté une pincée de bicarbonate de soude; on recouvre le mélange avec du bicarbonate de soude et on porte le creuset dans le fourneau à air, allumé déjà depuis une heure environ; on chauffe d'abord doucement, puis on élève graduellement la température jusqu'au

rouge. On maintient le creuset à cette température pendant trois quarts d'heure. On ajoute alors dans le creuset un cornet de papier contenant un mélange de :

5 gr. de cyanure de potassium.  
5 gr. de sel marin.  
5 gr. de charbon en poudre.

Si après l'addition de ce mélange, la matière fondue tendait à passer par dessus les bords du creuset, on verserait dans le creuset une cuillerée de sel marin.

On chauffe alors au rouge blanc pendant un quart d'heure.

On retire le creuset du feu, on le laisse refroidir et, on le casse; on obtient ainsi un culot de cuivre très brillant, que l'on pèse. Les scories sont complètement noires, ce qui indique qu'elles ne renferment que peu de cuivre.

Cet essai doit être fait en double; les boutons de cuivre obtenus ne diffèrent jamais plus de 0 gr. 100, ce qui est presque insignifiant pour une prise d'essai de 100 gr.

Par cette méthode d'essai, on perd environ 1,50 pour 100 de cuivre.

**Protoxyde de cuivre.**  $\text{Cu}_2\text{O}$ . — La *cuprite* ou protoxyde de cuivre naturel cristallise dans le système cubique (octaèdre, cubo-octaèdre, dodécaèdre rhomboïdal). Hyalins ou translucides, ses cristaux sont par transparence d'une belle couleur rouge cochenille; opaques, ils sont extérieurement gris de fer, avec un éclat demi-métallique, mais leur poussière est rouge brique. Densité = 5,7 à 6. Se trouve dans les gîtes de cuivre natif, de cuivre carbonaté et de cuivre sulfaté.

Se prépare en calcinant fortement un mélange de 100 parties de sulfate de cuivre, 28 parties de carbonate de soude et 25 parties de limaille de cuivre. Après fusion, on traite la masse par l'eau qui dissout le sulfate de soude formé; le protoxyde de cuivre reste sous forme d'une poudre rouge.

**Bioxyde de cuivre.**  $\text{CuO}$ . — Se prépare en calcinant au rouge sombre l'azotate de cuivre, ou en grillant à l'air de la tournure de cuivre.

Se présente sous forme d'une poudre noire, tirant sur le brun rouge.

**Protochlorure de cuivre.**  $\text{Cu}^2\text{Cl}$ . — Se prépare en chauffant un excès de cuivre dans de l'eau régale très chlorhydrique et en faisant ensuite cristalliser la liqueur. Insoluble dans l'eau, soluble dans l'ammoniaque.

**Bichlorure de cuivre.**  $\text{CuCl}_2$ . — Se prépare soit en dissolvant le cuivre dans l'eau régale, soit en dissolvant l'oxyde ou le carbonate de cuivre dans l'acide chlorhydrique. Par le refroidissement, on obtient des cristaux ayant pour formule  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , qui, à 200°,

perdent leur eau et se changent en une masse jaunâtre de bichlorure anhydre.

**Protosulfure de cuivre.**  $\text{Cu}^*\text{S}$ . — Le protosulfure naturel ou *chalcosine* est d'un gris de fer, quelquefois irisé à la surface. Densité = 5,5 à 5,8. Tendré, se laisse couper au couteau. Éclat métalloïde. Forme primitive : Prisme hexagonal régulier. Se rencontre surtout à l'état lamellaire et compacte. Ne se trouve en grande quantité que dans les mines de cuivre pyriteux de l'Oural et de l'Altai.

Se prépare en chauffant, dans un ballon de verre, un mélange de 3 parties de soufre et de 8 parties de tournure de cuivre ; la masse obtenue est pulvérisée et chauffée de nouveau avec du soufre.

Le protosulfure, ainsi préparé, est gris noirâtre avec un éclat faiblement métallique.

**Cuivre pyriteux.**  $\text{Fe}^*\text{S}^2, \text{Cu}^*\text{S}$ . — C'est une combinaison, à équivalents égaux, de sesquisulfure de fer et de protosulfure de cuivre. Couleur jaune de laiton foncé tirant un peu sur le verdâtre ; éclat métallique. Quelquefois jaune d'or avec teintes irisées. Densité = 4,4 à 4,3. Forme primitive : Prisme droit à base carrée. Formes habituelles : Tétraèdres simples ou modifiés sur les angles. Se rencontre aussi en masses mamelonnées et en masses amorphes. Composé de

Soufre. . . . .	35,37
Cuivre. . . . .	31,81
Fer. . . . .	29,82

**Cuivre panaché.** — Couleur intermédiaire entre le rouge de cuivre et le brun de tombac, avec nuances irisées de bleu, de violet et de rouge. Densité égale à 5. Forme primitive : Cube. Se rencontre surtout à l'état amorphe. Composé de :

Cuivre. . . . .	56,76
Fer. . . . .	14,84
Soufre. . . . .	28,24

**Cuivre gris.** — Couleur gris métallique, variant depuis le gris de plomb et le gris d'acier plus ou moins clair jusqu'au gris foncé ou noir de fer. Se casse facilement. Densité varie de 4,6 à 5,1. Cristallise dans le système cubique ; sa forme fondamentale est le tétraèdre, souvent modifié sur les arêtes et sur les angles. Peut être considéré comme une combinaison d'un atome de sesquisulfure et de quatre atomes de monosulfure. Le sesquisulfure est à base d'arsenic ou d'antimoine, et le monosulfure a ordinairement pour radicaux le cuivre, l'argent, le fer et le zinc.

**Bisulfure de cuivre.**  $\text{CuS}$ . — Se prépare en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré dans une dissolution d'un sel de cuivre.

Il est noir, insoluble dans l'eau et les sulfures alcalins ; à l'air, s'oxyde rapidement et se transforme en sulfate de cuivre.

**Carbonates de cuivre.** — *Malachite* (Cu O)<sup>2</sup> CO<sup>2</sup>, HO. — Remarquable par sa couleur vert émeraude présentant souvent, dans le même échantillon, des nuances diverses. Densité = 4. Forme primitive : Prisme rhomboïdal oblique. Les cristaux sont très rares ; se rencontre surtout sous forme de rognons.

Se prépare en versant, dans la solution d'un sel de cuivre, un carbonate alcalin ; en chauffant la liqueur, le précipité obtenu devient vert et grenu. Employé en peinture sous le nom de *vert minéral*.

*Azurite* (CuO)<sup>2</sup> (CO<sup>2</sup>)<sup>2</sup>, HO. — Se présente avec une belle couleur bleue. Forme primitive : Prisme rhomboïdal oblique. Se rencontre aussi sous forme de concrétions. Employé dans les fabriques de papiers peints sous le nom de *endres bleues naturelles* ou *bleu de montagne*.

**Sulfate de cuivre.** CuO, SO<sup>3</sup> + 5HO. — Se présente sous forme de gros prismes transparents et d'un beau bleu, appartenant au système du prisme doublement oblique. Soluble dans l'eau. Insoluble dans l'alcool. S'effleurit à l'air ; à 15°, perd 3 équivalents d'eau ; à 100°, perd 4 équivalents d'eau ; à 200°, devient anhydre, en donnant une poudre blanche, qui redevient bleue au contact de l'eau. A une température plus élevée, se décompose en oxyde de cuivre et acide sulfurique.

TABLE DONNANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE SULFATE DE CUIVRE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 18°.

Densité.	CuO.SO <sub>3</sub> + 5HO pour 100.	CuO.SO <sub>3</sub> pour 100.	Densité.	CuO.SO <sub>3</sub> + 5HO pour 100.	CuO.SO <sub>3</sub> pour 100.	Densité.	CuO.SO <sub>3</sub> + 5HO pour 100.	CuO.SO <sub>3</sub> pour 100.
1,0053	1	0,637	1,0716	11	7,012	1,1427	21	13,387
1,0126	2	1,275	1,0785	12	7,650	1,1501	22	14,025
1,0190	3	1,912	1,0854	13	8,287	1,1585	23	14,662
1,0254	4	2,550	1,0923	14	8,925	1,1659	24	15,300
1,0329	5	3,187	1,0993	15	9,562	1,1738	25	15,938
1,0384	6	3,825	1,1063	16	10,200	1,1817	26	16,574
1,0450	7	4,462	1,1135	17	10,837	1,1898	27	17,211
1,0516	8	5,100	1,1208	18	11,474	1,1980	28	17,848
1,0582	9	5,737	1,1281	19	12,111	1,2063	29	18,486
1,0649	10	6,375	1,1354	20	12,750	1,2146	30	19,125

Dans les laboratoires, se prépare en dissolvant le cuivre dans l'acide sulfurique et en faisant cristalliser.

Dans l'industrie, se prépare de différentes façons :

- 1° En chauffant dans un four à réverbère, à une flamme oxydante, des plaques de cuivre hors d'usage avec de la fleur de soufre, lessivant et faisant cristalliser ;
- 2° En grillant à l'air des pyrites cuivreuses et en lessivant ;
- 3° En attaquant des déchets de cuivre, dans une cuve en bois doublée de plomb, par l'acide sulfurique ;
- 4° Comme produit accessoire, dans l'affinage des métaux précieux.

**Vert de Schéele.** — Se prépare en versant peu à peu une solution contenant 3 parties de carbonate de soude, 1 partie d'acide arsénieux et 14 parties d'eau, dans une solution formée de 3 parties de sulfate de cuivre et 40 parties d'eau. On lave le précipité obtenu, on le fait égoutter et on le sèche. C'est un mélange d'oxyde et d'arsénite de cuivre.

**Vert de Sweinfurth.** Se prépare en dissolvant 15 kg. de sulfate de cuivre dans une très petite quantité d'eau bouillante et en versant cette solution dans une liqueur d'arsénite de potasse contenant 20 kg. d'acide arsénieux. Il se forme un précipité d'un vert sale. On ajoute 15 litres de vinaigre de bois concentré et on lave le précipité à l'eau bouillante. C'est une combinaison d'arsénite et d'arséniate de cuivre.

**Azotate de cuivre.**  $\text{CuO}, \text{AzO}^3 + 4\text{HO}$ . — Se prépare en dissolvant le cuivre dans l'acide azotique étendu et faisant cristalliser. C'est un sel bleu, déliquescent, soluble dans l'eau et dans l'alcool. Soumis à l'action de la chaleur, il se décompose d'abord en azotate basique, puis, à une température plus élevée, en oxyde.

TABLE DONNANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'AZOTATE DE CUIVRE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A  $+ 12^{\circ},5$ .

Densité.	$\text{CuO}, \text{AzO}^3$ p. 100.	Densité.	$\text{CuO}, \text{AzO}^3$ p. 100.	Densité.	$\text{CuO}, \text{AzO}^3$ p. 100.
1,0059	1	1,0918	14	1,2912	36
1,0119	2	1,1060	16	1,3113	38
1,0192	3	1,1201	18	1,3320	40
1,0252	4	1,1350	20	1,3533	42
1,0320	5	1,1521	22	1,3749	44
1,0390	6	1,1716	24	1,3978	46
1,0457	7	1,1915	26	1,4206	48
1,0526	8	1,2117	28	1,4440	50
1,0592	9	1,2320	30	1,4686	52
1,0655	10	1,2543	32	1,4944	54
1,0778	12	1,2712	34	1,5205	56

## CYANOGENÈ.

**Cyanogène.**  $C^2Az$  ou  $Cy = 26$ . — Découvert en 1815 par Gay-Lussac, il a fourni le premier exemple d'un radical composé, c'est-à-dire d'un corps composé se comportant dans la plupart des réactions comme un corps simple.

C'est un gaz incolore, doué d'une odeur caractéristique rappelant celle des amandes amères. Sa densité est égale à 1,806; 1 litre pèse 2 gr. 235.

Soluble à 20° dans 4 fois  $1/2$  son volume d'eau; plus soluble dans l'alcool qui en dissout 25 fois son volume.

Il prend naissance :

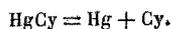
1° Par la calcination des matières organiques azotées avec un carbonate alcalin, et plus particulièrement avec le carbonate de potasse;

2° Lorsqu'on chauffe des matières azotées avec le potassium;

3° Par l'action directe de l'azote ou de l'air atmosphérique sur un mélange de charbon et de potasse;

4° Par l'action de l'ammoniaque sur le charbon.

Se prépare en décomposant par la chaleur le cyanure de mercure desséché.



On trouve dans la cornue où se fait l'opération, en quantité d'autant plus grande que la température à laquelle on opère est plus basse, une matière brunâtre, qui a la même composition que le cyanogène; c'est le *paracyanogène*.

**Acide cyanique.**  $C^2AzO, HO$ . — Liquide incolore, doué d'une odeur pénétrante, stable qu'aux températures inférieures à 0°; au-dessus de 0°, il fait entendre une série d'explosions accompagnées d'éclairs et se transforme, sans changer de composition, en une masse blanche solide, appelée *cyamide*. Se prépare en chauffant l'acide cyanurique solide, qui se dédouble, sous l'influence de la chaleur, en 3 équivalents d'acide cyanique. On condense les vapeurs qui se dégagent dans un récipient plongé dans un mélange réfrigérant.

**Acide cyanurique.**  $Cy^2O^3, 3HO$ . — Se prépare en décomposant par la chaleur l'urée, composé isomère du cyanate d'ammoniaque; l'acide cyanurique reste dans la cornue, tandis que l'ammoniaque se dégage. Il est soluble dans l'eau et cristallise en prismes rhomboïdaux obliques contenant 4 équivalents d'eau.

**Cyamélide** — La cyamélide provient de la transformation spon-

tanée de l'acide cyanique à la température ordinaire. C'est un corps solide, insoluble dans l'eau et les acides étendus, soluble dans l'acide sulfurique concentré.

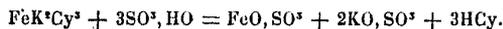
Chauffée en vase clos, se transforme partiellement en acide cyanique.

**Acide cyanhydrique.** HC<sup>z</sup>Az. — Liquide incolore, doué d'une odeur spéciale; bout à + 26°,1, se solidifie à — 14°. Densité égale à 0,65. Très soluble dans l'eau. Poison extrêmement violent.

Se prépare en décomposant le cyanure de mercure par l'acide chlorhydrique :



Se prépare à l'état anhydre en chauffant du ferrocyanure de potassium avec de l'acide sulfurique et de l'eau :



Employé en médecine comme antispasmodique. L'acide médicinal est formé de 1 partie d'acide pur et de 9 parties d'eau; il s'altère rapidement.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'ACIDE CYANHYDRIQUE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ.

Densité.	HCy. p. 100.	Densité.	HCy. p. 100.	Densité.	HCy. p. 100.
0,9578	16,0	0,9923	5,0	0,9967	2,5
0,9768	10,6	0,9930	4,6	0,9970	2,3
0,9815	9,1	0,9940	4,0	0,9973	2,1
0,9840	8,0	0,9945	3,6	0,9974	2,0
0,9870	7,3	0,9952	3,2	0,9975	1,77
0,9890	6,4	0,9958	3,0	0,9978	1,68
0,9900	5,8	0,9964	2,7	0,9979	1,60
0,9914	5,3				

**Chlorure de cyanogène gazeux.** CyCl. — Se prépare en introduisant dans un flacon rempli de chlore une petite quantité de cyanure de mercure humide et pulvérisé, et abandonnant pendant plusieurs jours ce flacon dans un endroit obscur.

Gaz incolore, vénéneux, d'une odeur piquante, d'une densité égale à 2,124. Très soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.

**Chlorure de cyanogène solide.** Cy<sup>2</sup>Cl<sup>2</sup>. — Se prépare en versant de l'acide cyanhydrique dans un vase rempli de chlore et exposant le mélange aux rayons solaires.

**Iodure de cyanogène.** Cyl. — Se prépare en chauffant modérément un mélange de 1 1/2 partie de cyanure de mercure et de 3 parties d'iode.

**Bromure de cyanogène.** — Se prépare en faisant réagir le brome sur l'acide cyanhydrique ou sur le cyanure de mercure.

### ÉTAIN.

**Étain.** Sn = 59. — Métal aussi blanc que l'argent, mais avec reflets jaunâtres, très malléable, très mou, possédant une légère odeur se développant par frottement. Sa densité est égale à 7,29; sa conductibilité électrique est égale à 11,45, et sa conductibilité calorifique à 14,5, celle de l'argent étant 100. Sa chaleur spécifique est de 0,0569. Son coefficient de dilatation est de 0,000 2173. Fait entendre, lorsqu'on le ploie, un bruit particulier (*cri de l'étain*). Fond à 235°; par le refroidissement, cristallise dans le système régulier. A la température ordinaire, s'altère peu même à l'air humide; s'oxyde rapidement lorsqu'on le chauffe. L'acide sulfurique étendu ne l'attaque pas d'une manière très sensible; concentré et bouillant, il le dissout. L'acide azotique concentré l'attaque en formant de l'acide métastannique. L'acide chlorhydrique concentré le dissout. Soluble dans les dissolutions concentrées de potasse et de soude.

Le seul minerai d'étain est la *cassitérite*, qui se trouve presque toujours mélangée avec de l'oxyde de fer, des gangues siliceuses, et qui, lorsqu'on la trouve en filons, contient, en outre, des pyrites, des sulfures et des arséniures de fer, de cuivre et de plomb.

La préparation mécanique consiste en un bocardage et un lavage, exécutés avec les plus grands soins; c'est la partie la plus importante de la métallurgie de l'étain. On se débarrasse ainsi des gangues siliceuses. Par un grillage, on enlève ensuite la plus grande partie de soufre, de l'arsenic, etc., et on fait passer à l'état soluble ou désagrégé les métaux étrangers, que l'on enlève ensuite au moyen d'un nouveau lavage. Lorsque le minerai contient du wolfram, on le calcine avec du carbonate de soude, qui transforme ce corps en tungstate de soude soluble.

La réduction du minerai, enrichi et purifié par les opérations précédentes, a lieu soit au four à manche, soit au four à réverbère.

Le four à réverbère est à sole inclinée. On y place le minerai mélangé avec le double de son poids de charbon de bois pulvérisé ou d'anhracite pur; on y ajoute un peu de spath fluor. On chauffe d'abord modérément, puis ensuite vivement; au bout de cinq heures, on ouvre la partie la plus basse de la sole et on fait couler l'étain fondu dans un creuset brasqué.

Le fourneau à manche est vertical ; il a 4 mètres de hauteur environ et il est garni intérieurement de briques réfractaires. Il reçoit le vent par une tuyère, à la partie inférieure. Sa marche est continue. On y jette alternativement du minerai et du charbon de bois en gros morceaux. A mesure qu'il se produit, l'étain fond et coule dans un premier creuset, où il se trouve recouvert par des scories. On enlève les scories et on les met à part pour les traiter dans un autre fourneau semblable. Lorsque le creuset est rempli d'étain, on fait couler celui-ci dans un autre creuset et on l'agite avec des perches de bois vert. On enlève les crasses qui se forment, on laisse reposer et on coule le métal dans des lingotières.

L'étain obtenu par l'un ou l'autre de ces procédés n'est pas pur ; pour le purifier on le fond dans un courant d'air très faible afin d'oxyder les impuretés. On enlève les crasses et on moule le métal.

Les alliages d'étain et de plomb sont plus durs et plus blancs que l'étain. Voici la composition des principaux de ces alliages :

	Étain.	Plomb.
Vases et mesures de capacité. . . . .	82	18
Cuillers, flambeaux, etc. . . . .	80	20
Plats, vaisselle, fontaines. . . . .	92	8
Alliages pour feuilles à thé, chocolat, tabac, etc.	36	64
Tubes pour siphons d'eau de seltz. . . . .	56 à 74	44 à 26
Jouets, soudures pour ferblantiers. . . . .	50	50
Soudure des plombiers. . . . .	33	66
Brillants de Fahlun. . . . .	60	40

*Essai par voie mixte de l'étain oxydé.* — On pèse 10 gr. du minerai réduit en poudre fine, on les introduit dans une fiole et on les attaque par l'eau régale ; on fait bouillir pendant 20 minutes. On décante dans un verre, on lave la fiole à plusieurs reprises, on ajoute les eaux de lavage à la liqueur, on étend d'eau, on laisse reposer, on filtre la liqueur, on reçoit le dépôt sur le filtre, on lave à l'eau bouillante, puis à l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique et on achève le lavage à l'eau bouillante.

Le minerai d'étain étant composé d'un mélange de bioxyde d'étain, de peroxyde de fer, de galène, de pyrite de fer, de pyrite cuivreuse et de silice, il ne reste plus à l'état insoluble, après le traitement par l'eau régale, que le bioxyde d'étain et la silice qui sont recueillis sur le filtre.

On dessèche le filtre et on l'introduit dans un creuset de terre que l'on place dans le fourneau à air ; on chauffe à une douce chaleur afin de brûler le filtre. On retire ensuite le creuset du feu, on le laisse refroidir, on y introduit 15 gr. de cyanure de potassium pur, on mélange avec un agitateur, et on recouvre avec 10 gr. de cyanure de potassium pur.

On remet le creuset au feu et on fait fondre le cyanure de potas-

sium à une douce chaleur, puis on élève graduellement la température pendant 20 minutes. L'essai est alors terminé; on retire le creuset du feu, on le laisse refroidir, on le casse et on pèse le culot d'étain.

L'essai doit être fait en double; ordinairement, les deux boutons sont identiques.

Lorsque le minerai contient de l'antimoine, une partie de ce métal a passé dans le bouton d'étain; le titre trouvé est donc trop élevé. Il faut, dans ce cas, attaquer un des boutons d'étain par l'acide chlorhydrique très étendu, à une douce chaleur; l'étain seul se dissout, tandis que l'antimoine reste sous forme d'une poudre noire. On décante la liqueur claire, on lave la poudre d'antimoine par décantation, on la recueille sur un filtre taré, on lave à l'eau bouillante, puis à l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique et on achève le lavage à l'eau bouillante. On dessèche à 100° jusqu'à poids constant et on pèse. On déduit le poids de l'antimoine de celui du bouton d'étain; la différence donne la teneur en étain pur du minerai.

**Protoxyde d'étain.**  $\text{SnO}$ . — Hydraté, il se prépare en versant, dans la solution d'un sel de protoxyde d'étain, de la potasse, de la soude, ou un carbonate alcalin. Cet hydrate  $\text{SnO}\cdot\text{HO}$ , calciné à l'abri du contact de l'air, perd son eau et se change en protoxyde anhydre.

Chauffé au contact de l'air, le protoxyde d'étain brûle comme de l'amadou et se transforme en acide stannique.

**Bloxyde d'étain.**  $\text{SnO}^2$  — *Acide stannique.*  $\text{SnO}^2\cdot\text{HO}$ . Se présente sous l'aspect d'une masse gélatineuse, blanche, soluble dans les acides, la potasse et l'ammoniaque. Chauffé, il perd sa solubilité dans les acides étendus et se transforme en acide métastannique. Cette transformation peut également avoir lieu en faisant bouillir l'acide stannique en présence de l'eau.

Il donne des sels dont la composition est  $\text{MO}\cdot\text{SnO}^2$ .

*Acide métastannique.* — L'étain traité par l'acide azotique donne une poudre blanche qui est l'acide métastannique. Desséché à l'air, sa formule est  $\text{Sn}^2\text{O}^{10}\cdot 10\text{HO}$ . Maintenu longtemps à 100°, il perd 5 équivalents d'eau. Insoluble dans l'acide azotique et les autres acides étendus, mais soluble dans l'acide sulfurique concentré et bouillant.

Ses sels ont pour formule  $\text{MO}\cdot 4\text{HO}$ ,  $\text{Sn}^2\text{O}^{10}$ .

*Bioxyde anhydre.* — Se prépare à l'état amorphe soit en calcinant les hydrates précédents, soit en oxydant l'étain ou son protoxyde.

A l'état cristallisé, il constitue la *cassitérite*. La cassitérite est quelquefois, mais rarement, incolore; ordinairement colorée en brun-rougeâtre ou brun foncé passant au noir. Son éclat est gras et adamantin. Sa densité varie de 6,8 à 6,9. Sa forme primitive est un prisme droit à base carrée; les formes habituelles sont des prismes courts, terminés tantôt par des sommets pyramidaux à quatre faces, tantôt par des pyramides à huit faces aiguës.

Les cristaux simples sont très rares ; la plupart des échantillons de cette substance sont des macles produites par l'accolement de deux cristaux.

L'angle rentrant est désigné sous le nom de *bec d'étain*.

La cassitérite se trouve aussi sous forme de masses mamelonnées ou de rognons ovoïdes, en cailloux roulés ou en grains disséminés dans les sables.

Les mines les plus abondantes se rencontrent en Angleterre, en Saxe, en Bohême, en Espagne, en Amérique et dans les Indes (Malacca et Banca).

**Protosulfure d'étain.**  $\text{SnS}$ . — Se prépare, par voie sèche, en chauffant, à équivalents égaux, de la limaille d'étain avec de la fleur de soufre. On introduit la masse fondue dans une nacelle que l'on place dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'hydrogène. On chauffe le tube. La masse fond et donne au rouge vif des vapeurs vertes qui cristallisent dans les parties moins chaudes du tube.

Par voie humide, se prépare en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré dans la solution d'un sel de protoxyde d'étain.

Insoluble dans l'eau ; soluble dans l'acide chlorhydrique.

**Bisulfure d'étain.**  $\text{SnS}_2$ . — L'*or mussif* se prépare en broyant un amalgame composé de 12 parties d'étain et de 6 parties de mercure, avec 7 parties de soufre et 6 parties de sel ammoniac. On chauffe ensuite le mélange jusqu'au rouge sombre, dans un matras en verre placé sur un bain de sable ; il reste au fond du ballon des écailles jaunes d'aspect métallique, constituées par le bisulfure d'étain.

L'*or mussif* est en paillettes hexagonales, douces au toucher, insolubles dans l'acide chlorhydrique, solubles dans l'eau régale.

Sert à bronzer le bois et le plâtre, et à enduire les coussins des machines électriques.

**Protochlorure d'étain.**  $\text{SnCl}_2$ . — A l'état anhydre, se prépare en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique sur de l'étain légèrement chauffé, ou en dirigeant un courant de chlore sur de l'étain fondu.

A l'état hydraté, se prépare en dissolvant l'étain dans l'acide chlorhydrique et en faisant cristalliser. Les cristaux qui se déposent sont des prismes obliques à base rhomboïdale, trouqués sur les arêtes aiguës, contenant deux équivalents d'eau.

Le *sel d'étain* se prépare dans l'industrie de la manière suivante :

On granule l'étain en le faisant fondre dans une chaudière en fonte et en le projetant ensuite dans l'eau froide. On met les grenailles dans des chaudières en cuivre contenant de l'acide chlorhydrique, en ayant soin de maintenir toujours l'étain en excès. On laisse

l'attaque se faire à froid pendant deux jours. Au bout de ce temps, on chauffe jusqu'à 70°.

Lorsque la liqueur marque de 75 à 78° Baumé, on la décante dans des vases en grès et on abandonne à la cristallisation pendant deux ou trois jours. On décante les eaux-mères et on dessèche les cristaux dans un courant d'air chaud.

Hydraté, le chlorure d'étain est blanc; il possède une saveur et une odeur rappelant celle du poisson pourri. Il rougit la teinture de tournesol. Soluble dans l'eau, mais en se décomposant en partie; il se précipite un oxychlorure insoluble, tandis que la liqueur reuferme de l'acide chlorhydrique libre. Fond vers 250° en se décomposant partiellement. Exposé à l'air, se transforme assez rapidement en bichlorure en en bioxyde d'étain.

Employé comme désoxydant et déchlorurant, et, dans la teinture, comme rougeant sur les fonds produits par les peroxydes de fer et de manganèse.

**Bichlorure d'étain.**  $\text{SnCl}_2$ . — (*Liqueur fumante de Libavius*). Se prépare en faisant passer un courant de chlore en excès sur de l'étain en fusion.

Le bichlorure distille et va se condenser dans un récipient refroidi par un filet d'eau.

Liquide incolore lorsqu'il est pur, répandant des fumées blanches à l'air humide. Sa densité est égale à 2,28. Il bout à 120° et distille sans se décomposer.

Le bichlorure d'étain hydraté (*oxymuriate d'étain*) se prépare, soit en attaquant l'étain par l'eau régale, soit en faisant passer un courant de chlore dans du protochlorure d'étain jusqu'à ce que la liqueur ne précipite plus les sels d'or. Par la concentration, on obtient des cristaux opalins, déliquescents. Dans l'industrie, on le prépare au moyen des eaux-mères provenant de la préparation du protochlorure d'étain. Ces eaux-mères sont mises dans des vases en grès et chauffées jusqu'à 40°. On y verse alors, par petites portions, de l'acide azotique jusqu'à ce que la liqueur devienne limpide et jaune d'or. On évapore jusqu'à 70° Baumé et on fait cristalliser. On obtient ainsi une masse cristalline ayant pour formule  $\text{SnCl}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$ .

Le bichlorure hydraté est soluble dans l'eau. La solution aqueuse se décompose par l'ébullition en acide chlorhydrique et acide métastannique.

Employé comme mordant dans la teinture des laines en rouge écarlate, et dans celle du coton en rouge et en jaune, dans la préparation des toiles qui doivent recevoir les couleurs-vapeurs, et pour faire des couleurs d'application.

**Pourpre de Cassius.** — Se prépare ainsi :

On mêle 16 gr. 8 d'acide chlorhydrique avec 10 gr. 2 d'acide azotique à 36°; on dissout ensuite, dans 9 gr. de ce liquide, 50 centigr.

d'or fin, puis on étend la dissolution de 14 litres d'eau pure. Dans 18 gr. de la même eau régale, additionnée de 3 à 5 gr. d'eau, on ajoute, par petites portions, 3 gr. d'étain pur laminé, en maintenant le vase où l'on opère dans un lieu frais.

Lorsque la dissolution est complète, on décante la liqueur claire et on la verse goutte à goutte, dans la solution d'or. Par l'agitation, il se dépose un précipité pourpre, que l'on lave à l'eau bouillante.

D'après Debray, le pourpre de Cassius est une laque stannique, colorée par de l'or très divisé.

Il se dissout dans le verre en fusion, en le colorant en rose ou en rouge rubis. Il sert, dans la peinture sur porcelaine, à produire les couleurs pourpre, violette et rose.

## FER.

Fer. Fe = 28. — Métal d'un blanc gris à cassure grenue et fibreuse.

Très magnétique. Sa densité est égale à 7.843. Exhale par le frottement une odeur particulière ; sa saveur est métallique. Très tenace ; un fil de fer de 1 millimètre de diamètre ne rompt que sous une charge de 62 kil. 300. Chauffé au rouge, bien au-dessous de son point de fusion, il possède la propriété de se souder à lui-même. Sa chaleur spécifique est égale à 0,1138. Son coefficient de dilatation est de 0,00011821. Il fond entre 1.500 et 1.600°, il cristallise dans le système régulier.

Exposé à l'air humide, il se recouvre d'une couche d'oxyde (*rouille*). Attaqué par tous les acides hydratés.

Le fer à l'état de combinaison est très abondant dans la nature, il semble être un des éléments essentiels de l'écorce terrestre.

On emploie comme minerais de fer les oxydes et les carbonates ; les sulfures de fer, bien que très répandus, ne servent pas à l'extraction du fer, car leur traitement serait trop dispendieux et ne donnerait qu'un métal de mauvaise qualité.

Les minerais de fer sont connus en minéralogie sous les différents noms indiqués dans le tableau suivant :

1° Peroxydés : Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . .	}	Cristallisés.	{ Fer oligiste.
			{ Fer spéculaire.
		Amorphes.	{ Oxyde rouge.
			{ Hématite rouge.
			{ Limonite.
			{ Fer oolithique.
		Hydratés.	{ Hématite brune.
			{ Fer hydroxydé.
			{ Oëtités.

2° Fer magnétique ou oxydulé :  $Fe^2O^4 = FeO + Fe^2O^3$ .

3° Carbonates :  $FeO, CO^2..$ 

}	Cristallisés.	}	Sidérose.
			Fer spathique.
}	Amorphes.	}	Mine d'acier.
			Fer des houillères.
			Fer carbonaté lithoïde.

Les minerais de fer sont répandus à profusion et sur de grandes étendues à la surface de la terre ; la plupart se rencontrent dans toutes les formations géologiques, en amas, en filons et en couches. Ils appartiennent à trois positions géologiques très distinctes ; on les désigne, sous les noms de *minerai de montagne*, *mine en roche* et *minerai d'alluvion*, suivant la nature de leur gisement.

Les minerais de montagne ne sont pas stratifiés et font partie de gîtes particuliers, tandis que le minerai d'alluvion et les mines en roche font partie des terrains sédimentaires.

Les minerais de montagne sont généralement à structure cristalline et concentrés dans les terrains de transition. Les minerais stratifiés en roches sont lithoïdes et ne renferment qu'accidentellement quelques druses ou concrétions cristallines ; ils sont stratifiés et contemporains des diverses formations dans lesquelles ils se trouvent en couches réglées.

Ils consistent en sidérose lithoïde, en oxydes rouges, en hydroxydes compactes, terreux, oolithiques, disséminés depuis les strates de transition jusqu'aux terrains tertiaires.

Les minerais d'alluvion sont, au contraire, des minerais superficiels à peine recouverts par quelques dépôts limoneux et disséminés le plus souvent dans des couches marneuses ; ce sont les limonites pisolithiques ou oolithiques, ou en rognons, en géodes, en fragments irréguliers, etc.

#### Fer oxydulé.

Le fer oxydulé en oxyde magnétique de fer est composé de :

Fer. . . . .	72,41
Oxygène. . . . .	27,59

Sa formule est  $Fe^2O^4$ .

Il a un aspect métallique, quelquefois terreux ; sa couleur est le noir brillant, le noir de fer ou le gris d'acier ; sa poussière est d'un noir pure ou de charbon. Il est fortement magnétique et agit toujours sur l'aiguille aimantée ; il présente quelquefois les deux pôles et constitue alors l'aimant naturel. Sa densité varie de 4, 8 à 5 ; sa dureté est de 5,5 à 6,5.

Il cristallise dans le système cubique ; ses cristaux les plus habituels sont des octaèdres réguliers, souvent émarginés ; on le trouve aussi sous forme de dodécaèdre rhomboïdal régulier.

Le fer oxydulé se présente aussi : 1° en sable ou cristaux octaédriques très petits provenant de la destruction du schiste micacé dans lequel ils étaient engagés; à cet état, il est ordinairement titanifère; 2° à l'état fibreux, composé de fibres minces, tantôt droites, tantôt divergentes, d'une couleur gris d'acier ou gris bleuâtre; 3° à l'état amorphe, en amas considérables dont la couleur, l'éclat, la densité sont exactement les mêmes que pour les cristaux.

Ses principaux gisements sont situés en Suède, en Norvège, en Laponie et en Sibérie. En France, on le rencontre à Combenègre, près de Villefranche, à Dielette près de Cherbourg, et à Bône en Algérie. On le trouve aussi au Val d'Aoste, à Traverselle dans le Piémont, dans l'île d'Elbe, au Brésil, etc.

#### Fer oligiste.

Le fer oligiste est un sesquioxyde de fer contenant :

Fer. . . . .	70,00
Oxygène. . . . .	30,00

Sa formule est  $Fe^2O^3$ .

Il est souvent mélangé de substances étrangères.

Il présente des textures variées, que l'on peut rapporter aux trois types suivants :

1° *Fer oligiste métalloïde*. — On le trouve le plus souvent sous forme de cristaux et quelque fois en masses lamelleuses. Sa couleur est le gris d'acier, le gris de fer un peu plus clair que celui du fer oxydulé; son éclat est métallique; sa surface est souvent irisée. Sa poussière est rouge, lorsqu'elle est fine; grossière, elle conserve encore l'éclat métallique. Sa densité est égale à 5,24; sa densité est de 5,5.

Sa forme primitive est le rhomboèdre.

Le *fer oligiste spéculaire* est en lames minces hexagonales, qui par leur netteté et leur éclat, forment de véritables miroirs métalliques.

Le *fer oligiste amorphe* forme des masses considérables dont la couleur et l'éclat sont analogues à ceux du fer oxydulé, mais il n'agit pas sur l'aiguille aimantée.

2° *Fer oligiste concrétionné ou hématite*. — On le trouve en masses uniformes ou en stalactites d'un rouge brun, dont la structure interne est fibreuse; les fibres vont toujours en divergeant du centre de la masse vers la circonférence.

3° *Fer oxydé rouge terreux*. — Il est d'un rouge vif; tendre et tache les doigts; son aspect et sa cassure sont ternes et terreux.

Sa richesse varie avec la quantité d'argile qu'il contient.

Le fer oligiste est le minéral le plus abondant; la variété métalloïde est plus rare que les variétés lithoïdes de couleur rouge, et, parmi ces dernières, ce sont les variétés terreuses qui sont les plus communes.

Les principaux gisements sont ceux de Suède, de Norvège, de Laponie, de l'île d'Elbe et du Brésil.

A l'état lithoïde et terreux, il se rencontre dans un grand nombre de localités.

#### Hématite brune.

L'hématite brune est composée de :

Oxyde ferrique. . . . .	90
Eau. . . . .	10

C'est un hydrate de sesquioxyde de fer renfermant quelquefois un peu de manganèse, en remplacement d'une partie équivalente d'oxyde de fer.

Son éclat est assez vif; en lames minces, elle est transparente et d'une couleur rouge hyacinthe; en masses un peu épaisses, elle est opaque et d'un brun noirâtre, d'un jaune brunâtre ou jaune d'ocre dans la raclure; sa poussière est d'un brun rougeâtre. Sa densité varie de 4 à 4,4; sa dureté est égale à 5,5.

Sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit; les cristaux habituels sont des prismes pyramidés formés de longues aiguilles accolées les unes aux autres, striées longitudinalement, ou des lames rectangulaires ou octogonales.

Elle accompagne souvent l'espèce suivante.

#### Limonite.

La limonite est composée de :

Oxyde ferrique. . . . .	85,3
Eau. . . . .	14,7

Elle n'est jamais cristallisée; elle se présente en masses concrétionnées compactes, amorphes et terreuses, ou sous forme de grains isolés ou agglutinés de grosseur variable. Sa couleur est brune ou noire, mais toujours d'un jaune rubigineux quand on la réduit en poussière. Elle n'a ni l'éclat métallique, ni l'éclat métalloïde; son aspect est terreux, quelquefois vitreux ou résineux. Sa densité varie de 3,25 à 4; sa dureté est comprise entre 5 et 5,5.

Ses principales variétés sont :

*La limonite capillaire*, en couches composées d'aiguilles ou de fibres généralement divergentes.

*La limonite concrétionnée fibreuse*, en masses composées de couches concentriques à fibres divergentes, ou sous forme de stalactites, de mamelons, etc., à surface noire, luisante, quelquefois irisée. Ces masses ressemblent à l'hématite et ne s'en distinguent que par la couleur de leur poussière.

La limonite géodique (œlites) en masses réuiformes ou ovoïdes, d'un brun jaunâtre, composées de couches concentriques qui renferment dans leur cavité centrale un noyau solide et mobile qui résonne quand on agite le rognon ;

La limonite compacte d'un brun foncé tirant sur le bistre ;

La limonite pisolithique, en globules de la grosseur d'un pois, tantôt libres et isolés, tantôt réunis en masses solides par un ciment argileux ; les globules sont généralement sphériques, mais quelquefois ils sont sphéroïdaux.

La limonite oolithique, composée de grains très petits, au plus de la grosseur des grains de millet, ordinairement agrégés entre eux et constituant des couches que l'on désigne sous le nom d'oolithiques, parce qu'elles ont une structure comparable à celle des masses formées par les œufs de certains poissons.

La mine de fer des marais est d'un brun plus ou moins foncé ; elle appartient aux terrains de formation moderne.

La limonite forme presque tous les minerais de fer de France.

#### Fer carbonaté.

Le fer carbonaté est composé de :

Acide carbonique. . . . .	37,94
Oxyde ferreux. . . . .	62,06

Sa formule est  $\text{FeO}, \text{CO}^2$ .

Sa couleur est le gris jaunâtre et le jaune isabelle passant au brun rougeâtre et au brun noirâtre ; sa poussière est grise. Sa densité est égale à 3,9 ; sa dureté est de 4.

Sa forme primitive est le rhomboédre.

La sidérose se trouve aussi : 1° en masses lamelleuses d'un gris clair ou gris jaunâtre ; 2° à l'état fibreux, à fibres déliées, droites ; 3° à l'état lithoïde, sous forme de rognons ou de masses informes d'une couleur grise très foncée ; le minerai, très abondant en Angleterre, est connu sous le nom de *minerai de fer des houillères*.

La sidérose cristallisée se présente rarement en masses considérables ; les gites les plus remarquables sont ceux d'Allevard, de Traverselle dans les Alpes, du Canigou (Pyrénées), de Stahlberg en Westphalie et de Styrie.

La sidérose lithoïde est au contraire très abondante et se trouve dans le terrain houiller.

Les tableaux suivants donnent la composition des principaux minerais de fer.

## COMPOSITION DES PRINCIPAUX MINÉRAIS DE FER.

*Peroxyde de fer anhydre,*

	Fer oligiste d'Aïn-Mokta.	Fer micacé de Sardaigne	Fer oligiste de Vence.	Minérai rouge com- pacte de Tierga.
Peroxyde de fer.....	90,30	93,90	92,50	88,00
Fer titané.....	7,25	"	"	"
Quartz.....	1,35	1,10	7,50	12,00
	99,90	100,00	100,00	100,00

	Minérai rouge de Nassau.	Minérai rouge de Thostes.	Minérai oligiste du cap Falcon.
Peroxyde de fer.....	67,70	76,60	81,65
Quartz et argile.....	16,50	12,50	13,40
Silice.....	4,40	"	"
Alumine.....	5,80	5,50	"
Carbonate de chaux.....	1,20	"	"
Acide phosphorique.....	0,30	Traces.	"
Eau.....	4,10	4,60	1,20
Acide titanique.....	"	"	1,25
Oxyde de manganèse.....	"	"	2,50
	100,00	99,20	100,00

*Peroxyde de fer hydraté (Hématite brune).*

	Dax.	Riancié.		Sommo- Rostro.
Peroxyde de fer.....	70,00	74,00	79,00	75,65
Oxyde de manganèse	1,50	4,50	6,50	1,45
Argile.....	14,60	11,50	2,50	12,50
Quartz.....	"	"	"	11,00
Eau.....	13,25	10,00	12,00	8,00
	99,25	100,00	100,00	100,00

*Fer oxydé géodique.*

	Attigne- ville.	Régne- ville.	Torrent.	Vimhund.	Boulogne- sur-Mer.
Peroxyde de fer...	69,50	81,30	80,00	67,00	63,00
Oxyde de manganèse	"	"	6,15	"	"
Chaux.....	3,50	"	"	"	"
Alumine.....	"	1,20	1,45	"	"
Acide phosphorique.	0,20	0,60	0,75	0,25	1,55
Quartz et argile.....	12,00	5,00	1,15	19,40	21,00
Eau, acide carbonique	14,00	11,00	10,00	13,20	14,10
	99,20	99,10	99,50	99,85	99,65

*Minerais de fer en grains.*

	Dun-le-Roi.	Schwab-weiler.	Cosne.	Brioude.	Vougeot.	La Chapelle.
Peroxyde de fer.....	55,00	31,50	48,50	35,00	54,00	57,50
Alumine.....	3,25	2,00	3,25	2,00	3,25	2,60
Silice.....	1,50	0,25	1,50	1,00	1,10	1,40
Chaux.....	"	"	"	"	4,00	1,10
Oxyde de manganèse.	"	2,90	"	"	"	"
Sable et argile.....	23,60	53,60	35,00	51,60	23,10	18,90
Eau, acide carbonique	16,50	9,30	11,20	9,70	13,50	17,70
	99,85	99,55	99,45	99,30	99,45	99,20

*Minerais oolithiques.*

	Ars-sur-Moselle.	Hayanges.	Eurville.	Boulogne-sur-Mer.	
Peroxyde de fer.....	63,40	65,00	60,00	35,20	54,00
Alumine.....	1,10	0,60	5,20	0,60	1,10
Chaux.....	3,60	5,30	5,10	"	"
Silice.....	3,00	2,20	10,50	2,50	3,50
Sable et argile.....	13,30	9,00	2,00	52,10	28,30
Acide phosphorique..	0,55	Traces.	0,30	Traces.	0,40
Eau, acide carbonique	14,65	17,35	16,40	9,20	12,50
	99,60	99,45	99,50	99,60	99,80

*Minerais compactes.*

	Aveyron.	Minas-Géras (Brésil).	Mérudja (Algérie).	Minerais alumineux des Baux.		
Peroxyde de fer... ..	77,00	78,40	57,25	40,20	35,50	20,00
Oxyde de manganèse.	3,40	2,60	3,50	"	"	"
Chaux.....	"	"	10,00	"	1,00	1,25
Magnésie.....	"	"	2,00	"	"	"
Alumine.....	1,20	"	1,60	34,10	44,00	48,45
Silice.....	"	"	"	11,00	5,58	8,70
Argile.....	4,00	5,30	4,00	"	"	"
Quartz.....	"	"	"	"	"	"
Eau, acide carbonique	14,40	13,70	23,00	14,00	13,50	21,10
	100,00	100,00	99,35	99,30	99,50	99,45

*Fer oxydulé.*

	Marquette (Lac supérieur).	Ig'ésias (Sardaigne).	Balaigt (Pyrénées orientales).
Peroxyde de fer.....	49,00	62,50	80,55
Fer oxydulé.....	19,00	24,90	17,45
Oxyde de manganèse	1,30	"	"
Acide titanique.....	1,20	"	"
Gangue.....	28,50	12,60	2,00
	99,00	100,00	100,00

*Minerais de fer magnétique de Dielette.*

Fer.....	56,98	60,45	58,83	60,30	60,04	58,74
Oxygène.....	24,42	25,79	22,95	23,70	23,60	23,10
Magnésie.....	0,86	0,78	0,86	0,72	1,18	0,79
Chaux.....	3,04	3,24	1,30	2,00	1,70	3,80
Alumine.....	1,74	0,92	0,40	1,61	0,20	1,00
Silice.....	12,50	7,48	13,00	9,50	9,65	9,20
Acide phosphorique..	0,56	0,64	0,13	0,26	0,13	0,15
Perte à la calcination	»	1,00	2,53	1,92	3,55	3,22
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*Fer carbonaté.*

	Styrie.	Isère.	Prusse.	Isère.
Protoxyde de fer.....	56,30	52,00	44,90	52,60
— manganèse	3,30	2,50	10,30	1,70
Chaux.....	»	»	1,00	1,60
Magnésie.....	1,50	5,50	1,60	3,00
Quartz.....	»	»	4,28	3,20
Acide carbonique.....	38,90	40,00	38,00	37,20
	100,00	100,00	100,00	99,50

**Essai par voie sèche des minerais de fer.**

*Méthode de Berthier.* — L'essai d'un minerai de fer a pour but de déterminer sa richesse, la quantité de fonte qu'il peut donner, et, de plus, la nature de sa gangue.

Pour qu'un essai réussisse, il faut non seulement que le fer puisse se fondre, mais encore que toutes les substances avec lesquelles il se trouve mélangé ou combiné, puissent former entre elles une combinaison fusible. Aussi ajoute-t-on un flux à la matière ferrugineuse à essayer : ce flux varie suivant la nature des corps qu'il faut fondre. On peut partager, sous ce rapport, les matières ferrugineuses en cinq classes.

1° Matières ferrugineuses presque pures (fer oxydé magnétique, fer oligiste, fer oxydé, hématites, hatiture).

On y ajoute une petite quantité de borax, ou plutôt de verre basique : il se forme ainsi un laitier qui facilite la réunion des grenailles métalliques ;

2° Matières ferrugineuses mêlées de quartz et qui ne contiennent pas ou presque pas d'autres substances (fer oxydé magnétique, fer oligiste, fer oxydé et hydraté compactes ou hématites, quelques minerais d'alluvion). Les fondants qui conviennent le mieux sont le carbonate de soude, un mélange de carbonate de chaux et d'argile, ou de carbonate de chaux et de dolomie ;

3° Matières ferrugineuses contenant de la silice et diverses bases, mais ne renfermant pas ou presque pas de chaux (minerais argileux,

oxyde hydraté, carbonate de fer, fer spathique mêlé de quartz, scories d'affinage). La quantité de carbonate de chaux à ajouter comme flux varie entre la moitié et les trois quarts du poids des matières étrangères mêlées à l'oxyde de fer;

4° Matières ferrugineuses contenant une ou plusieurs bases, mais ne renfermant pas ou presque pas de silice. Ces bases ou oxydes étrangers peuvent être de la chaux, de la magnésie, de l'alumine, de l'oxyde de manganèse, de l'oxyde de titane ou de tantale, de l'oxyde de chrome ou de l'oxyde de tungstène. Le fondant employé est alors un mélange de carbonate de chaux ou d'argile blanche : le poids du carbonate de chaux doit être à peu près égal au poids de la gangue du minerai et de la silice ajoutée;

5° Matières ferrugineuses qui contiennent de la silice, de la chaux et une autre base, et qui sont fusibles par elles-mêmes (quelques variétés de peroxyde de fer hydraté, les laitiers des hauts fourneaux, les scories des forges). Fusibles sans addition de fondants.

On peut avoir, dans le laboratoire, trois silicates différents, dont voici la composition :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Silice. . . . .	0,385	0,677	0,582
Chaux. . . . .	0,473	0,202	0,261
Alumine. . . . .	0,142	0,121	0,157

On prépare facilement ces silicates, en ajoutant à du kaolin pur, c'est-à-dire ne contenant ni fer, ni alumine, de la chaux et du quartz pulvérisés, dans les proportions convenables; on fait fondre le mélange dans un creuset brasqué, et on réduit ensuite la matière en poudre fine pour s'en servir ultérieurement.

Le n° 1 servira pour les matières très siliceuses.

Le n° 2 pour les matières siliceuses et calcaires.

Le n° 3 pour les matières terreuses non calcaires.

Un laitier ayant la composition suivante est très bon :

Silice. . . . .	38
Chaux. . . . .	47
Alumine. . . . .	45

Par conséquent, on tient compte dans la pesée de chacun de ces fondants, de la quantité de silice, de chaux et d'alumine contenue déjà dans le minerai.

*Essais préliminaires par les acides.* — On peut obtenir de très bons renseignements sur la nature des gangues et du minerai par quelques opérations très simples :

On pèse 10 gr. du minerai, et on les calcine au rouge dans un creuset de platine taré : la perte de poids donne la quantité d'eau et d'acide carbonique.

On traite 10 autres grammes du minerai, réduit en poudre très

fine, par de l'acide acétique : les carbonates de chaux et de magnésie seuls se dissolvent ; on filtre, et le résidu formé d'oxyde de fer, d'argile et de quartz est pesé. En retranchant ce poids du poids total, on a la quantité de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie. On pourrait, dans la liqueur filtrée, doser la chaux et la magnésie séparément par les méthodes ordinaires.

On traite encore 10 gr. de minerai par l'acide chlorhydrique bouillant : les carbonates et l'oxyde de fer se dissolvent, tandis que le quartz et l'argile restent insolubles ; on les pèse, et l'oxyde de fer se détermine par différence, puisqu'on a, par la première opération, le poids des carbonates.

On peut donc, avec ces données, déterminer et la nature et la proportion du flux qu'il convient d'ajouter au minerai pour en faire l'essai. L'expérience a montré qu'il fallait ajouter :

1° Aux minerais argileux : une proportion de carbonate de chaux égale à la moitié au moins, et aux deux tiers au plus, du poids de l'argile qu'ils contiennent.

2° Aux minerais siliceux : on peut ajouter un verre basique ayant la composition suivante :  $\text{CaO}, \text{Al}^2\text{O}^3, 3\text{SiO}^2$ .

3° Aux minerais terreux et non calcaires : on peut employer le même verre contenant un excès de chaux ;

4° Aux minerais calcaires peu siliceux : on doit faire usage d'un verre saturé de silice et contenant le moins possible de chaux. Sa formule est :  $\text{CaO}, \text{Al}^2\text{O}^3, 6\text{SiO}^2$ .

*De l'essai proprement dit.* — Les essais se font ordinairement sur 10 gr. de minerai. On pulvérise la matière à essayer, on la tamise et on en prend un poids déterminé : on ajoute alors la quantité du flux reconnue convenable, et on les mêle très exactement au moyen d'une spatule, dans une capsule de porcelaine. On introduit le mélange dans le creuset, on tasse avec le pilon d'agate ou de porcelaine, on fait tomber les particules qui ont pu s'attacher aux parois du creuset et on rend la surface de la matière un peu convexe ; on remplit enfin le creuset avec de la brasque tassée par couches successives. On lute le couvercle, et on fait adhérer le creuset à un fromage au moyen d'argile humide ; on introduit le tout dans un fourneau à vent. L'essai doit se faire dans un creuset brasqué ou mieux dans un creuset de plombagine, que l'on introduit dans un creuset de terre. On laisse le feu s'allumer pendant une heure, et lorsqu'il est bien pris partout, on y laisse encore le creuset d'une heure à cinq quarts d'heure. On le retire alors du feu, on le laisse refroidir, on le casse et on retire le culot.

On pèse la scorie et le culot de fonte : on détache ensuite le culot, et on pulvérise la scorie, afin de pouvoir en retirer les grenailles de fonte qui y adhèrent presque toujours ; cette opération peut se faire aisément au moyen d'un barreau aimanté. On pèse alors le culot et les grenailles de fonte, et on a, par différence, le poids de la scorie.

On doit examiner si la scorie est compacte ou bulleuse; vitreuse, émaillée ou pierreuse; transparente, translucide ou opaque; si elle présente des indices de cristallisation; quelle est sa couleur par réflexion et par réfraction dans les éclats minces, ou si elle présente des nuances diverses qui indiquent qu'elle n'est pas homogène.

Il faut casser la fonte pour examiner son grain et reconnaître sa ténacité. Les fontes de bonne qualité s'aplatissent toujours avant de se rompre: elles sont grises ou d'un blanc grisâtre et à grains fins ou moyens. Les mauvaises fontes se cassent facilement et sans changer de forme; il y en a qu'on peut pulvériser; elles sont très cristallines à la surface, blanches, lamelleuses et souvent remplies de cavités tapissées de cristaux. Mais entre ces deux extrêmes, il y a une multitude de qualités diverses, qui se rapprochent plus ou moins de ces deux types.

*Tableau des résultats servant à embrasser d'un coup d'œil les données utiles de l'essai. (Berthier.)*

On a soumis à l'essai :

	A minerai cru = minerai calciné	B
On a ajouté	C fondants crus = matières fixes	D
	Total des matières fixes.	B + D
On a obtenu :	Fonte. . . . .	M
	Scories. . . . .	S
	Total. . . . .	<u>M + S</u>
	Perte. . . . .	O

Fondants ajoutés D.

Matières vitrifiables S—D.

Matières insolubles dans l'acide chlorhydrique T.

Matières solubles dans l'acide chlorhydrique S—D—T.

Matières solubles dans l'acide acétique R.

Matières insolubles dans l'acide acétique, mais solubles dans l'acide chlorhydrique S—D—T—R.

A, poids de la matière ferrugineuse crue.

B, poids de la matière calcinée.

C, poids des fondants crus.

D, poids des mêmes fondants calcinés.

R, poids des matières fixes, solubles dans l'acide acétique; on calcule aisément ce poids, lorsqu'on connaît la perte éprouvée par la calcination de la matière ferrugineuse, et le résidu du traitement de cette matière par l'acide acétique.

M, poids du culot de fonte et des grenailles.

S, poids de la scorie.

O, la perte de poids dans l'essai, qui représente la quantité d'oxygène dégagé par la réduction.

## Méthode volumétrique.

*Exposition de cette méthode.* — M. Marguerite a fait connaître, dans les *Annales de chimie* (t. XVIII. p. 244), un mode d'analyse très rapide et très simple : ce procédé repose sur l'action du permanganate de potasse sur les sels de fer au minimum. Ces sels se peroxydent sous l'influence du permanganate de potasse, qui alors se décolore, et tant qu'il reste du protoxyde de fer, le *caméléon* se détruit; mais aussitôt que tout le fer est passé au maximum, une goutte de permanganate de potasse suffit pour donner à la liqueur une teinte rose très marquée.

La quantité de permanganate employée correspond au fer peroxydé; 1 équivalent de permanganate de potasse peroxyde, 10 équivalents de protoxyde de fer  $\text{KO, Mn}^{\text{O}_7} + 10\text{FeO} = 2\text{MnO} + 5\text{Fe}^{\text{O}_3} + \text{KO}$ .

La liqueur doit contenir une quantité suffisante d'acide pour dissoudre le peroxyde de fer, le protoxyde de manganèse et la potasse qui se forment dans cette réaction.

Les minerais de fer à analyser sont dissous dans l'acide chlorhydrique; le fer se trouve alors à l'état de protochlorure et de perchlorure, correspondants au protoxyde et au peroxyde existant dans le minerai. Il faut réduire le perchlorure formé à l'état de protochlorure, car les sels de peroxyde de fer n'agissent pas sur le permanganate de potasse. Cette opération peut se faire en ajoutant à la liqueur contenant le minerai en dissolution, soit du zinc, soit du sulfite de soude.

Le zinc est d'un usage plus commode; si on employait le sulfite de soude, il faudrait faire bouillir la liqueur jusqu'à ce qu'il ne restât plus d'acide sulfureux, car celui-ci agirait sur le permanganate de potasse, et l'analyse accuserait une quantité de fer trop forte.

*Préparation du permanganate de potasse.* — On broie dans un mortier 3 parties de potasse caustique, 2 parties de peroxyde de manganèse et 1 partie de chlorate de potasse, avec une petite quantité d'eau; puis on chauffe au rouge sombre ce mélange, mis dans un creuset, pendant une heure et demie; après le refroidissement, on détache la masse du creuset, on la pulvérise et on la dissout dans trois ou quatre fois son poids d'eau. La dissolution est verte, c'est du manganate de potasse,  $\text{KO, MnO}^3$ ; mais comme ce sel est instable, il se transforme en présence des acides en permanganate de potasse. On ajoute donc à la liqueur de l'acide azotique étendu de la moitié de son volume d'eau, jusqu'à ce que la liqueur ait pris une couleur pourpre. On la laisse déposer, on décante la liqueur claire, pour séparer le peroxyde de manganèse précipité, ou on la filtre sur de l'amiante.

On doit conserver cette liqueur à l'abri de l'air et de la lumière dans des flacons bouchés à l'émeri. Elle peut se conserver ainsi assez longtemps; mais on doit toujours la titrer au moment de faire l'essai.

*Titrage de la liqueur.* — Le titrage du permanganate de potasse se

fait commodément au moyen du fer; on emploie du fil de clavecín qui ne contient que  $\frac{5}{1000}$  de matières étrangères, suivant Berzélius.

On prend donc 1 gr. 005 de ce fer, et on le dissout dans 20 à 25 cent. cubes d'acide chlorhydrique exempt de fer et d'acide sulfureux; on ajoute à la dissolution assez d'eau pour former 1 litre de liqueur.

On verse alors, au moyen d'une burette graduée, la solution de permanganate, en ayant soin d'agiter afin que la réaction soit plus prompte. Le permanganate est détruit, le fer se peroxyde, la liqueur prend une teinte jaunâtre, et enfin, lorsque tout le fer est peroxydé, la coloration rose caractéristique apparaît. On lit sur la burette le nombre de divisions employées; on sait donc combien il faut de cent. cubes de cette liqueur pour peroxyder 1 gramme de fer pur.

La dissolution de permanganate de potasse ne doit pas être trop concentrée; il faut pour peroxyder 1 gramme de fer pur employer environ 30 à 35 cent. cubes de liqueur. Si elle est trop forte, il faut l'étendre convenablement avec de l'eau.

*Analyse d'un minéral de fer par cette méthode.* — On réduit en poudre fine 1 gramme de minéral et on le met dans un ballon avec 20 ou 25 cent. cubes d'acide chlorhydrique pur. On chauffe jusqu'à ce que le minéral soit bien attaqué; le fer se trouve, en dissolution, à l'état de protochlorure et de perchlorure qui correspondent exactement au protoxyde et au peroxyde contenus dans le minéral, car l'acide chlorhydrique n'exerce aucune influence oxydante sur le protoxyde de fer.

On ajoute alors 350 cent. cubes d'eau, puis on ramène le perchlorure de fer au minimum, en ajoutant, dans la liqueur 6 grammes de zinc exempt de fer; la dissolution doit se faire modérément, la liqueur d'abord jaunâtre, devient verte, puis incolore. On peut s'assurer que tout le fer est passé à l'état de protochlorure au moyen du sulfocyanure de potassium, qui ne doit produire aucune coloration rouge si la réduction est complète. Le zinc précipite à l'état métallique le cuivre et l'arsenic, si le minéral en contient; il reste alors au fond du ballon des paillettes brillantes; dans ce cas, on doit filtrer.

On ajoute alors à la liqueur froide 350 cent. cubes d'eau, de façon à obtenir un volume égal aux  $\frac{3}{4}$  d'un litre environ, on y verse goutte à goutte, et en agitant, la liqueur titrée jusqu'à ce que la dernière goutte produise une coloration rose: on lit alors sur la burette le nombre de divisions employées, et on en conclut la richesse en fer du minéral. En effet, si on a reconnu qu'il fallait 33 cent. cubes de la liqueur normale pour peroxyder 1 gramme de fer pur, et si dans l'essai il n'a fallu employer que 25 cent. cubes de cette même liqueur, on aura la richesse du minéral par la proportion suivante:

$$\frac{33}{1} = \frac{25}{x} \text{ d'où } x = 0,757.$$

D'après Lowenthal et Lessen, le titrage du fer par le permanganate n'est pas très exact lorsqu'on opère en présence d'acide chlorhydrique, par suite d'un dégagement de chlore dans la liqueur soumise à l'essai: de sorte que les résultats sont toujours trop élevés. Le dosage du fer par cette méthode n'est exact que lorsque le métal est à l'état de sulfate et qu'il y a peu d'acide sulfurique libre dans la liqueur sur laquelle on opère.

Frésenius a confirmé les observations de Lowenthal et de Lessen. Il recommande, si on est obligé d'opérer sur une solution chlorhydrique (ce qui a lieu presque toujours), d'employer la méthode suivante :

Pour titrer la liqueur de permanganate, on dissout 0 gr. 25 de fil de clavecin dans 20 centimètres cubes d'acide sulfurique, en opérant à l'abri du contact de l'air, ce que l'on obtient assez facilement en ajoutant dans le ballon du bicarbonate de soude qui produit un dégagement d'acide carbonique, lequel chasse l'air, et en faisant communiquer ce ballon avec un second ballon, contenant un peu d'eau bouillie, au moyen d'un tube deux fois recourbé à angle droit; on ajoute ensuite 300 cent. cubes d'eau et on verse le *caméléon* dans cette liqueur, lorsqu'elle est complètement froide. Du nombre de cent. cubes employés, on déduit le titre de la liqueur de permanganate.

On étend la solution à essayer jusqu'à ce qu'elle occupe un quart de litre, et, à l'aide d'une pipette, on prélève 50 cent. cubes de cette liqueur que l'on verse dans 250 cent. cubes d'eau acidulée par l'acide sulfurique, puis on procède au titrage; on ajoute une nouvelle quantité de 50 cent. cubes à la solution déjà titrée, et on titre de nouveau. On répète ces opérations une troisième et une quatrième fois, en notant le nombre de cent. cubes de caméléon employés dans la troisième et dans la quatrième opération. Les nombres de cent. cubes employés dans les deux dernières opérations sont concordants, tandis que ceux de la première et de la seconde sont souvent différents.

*Emploi de ce procédé pour l'analyse des fontes, des fers, des aciers, des battitures, des scories.* — Il n'existe aucune difficulté pour l'analyse de ces produits, on les dissout dans l'acide chlorhydrique et on y verse la liqueur normale, en prenant les précautions indiquées plus haut.

Pour les scories, on les pulvérise d'abord et on les dissout dans l'acide chlorhydrique; on évapore la solution jusqu'à siccité, afin de rendre la silice insoluble, on redissout le chlorure formé par l'eau distillée, on filtre, puis on opère la réduction du peroxyde de fer au moyen du zinc; on dose ensuite le fer au moyen de la liqueur normale.

La fonte, dissoute dans l'acide chlorhydrique, laisse quelquefois une matière huileuse, qui réagirait sur le permanganate: il faut, dans ce cas, évaporer la solution jusqu'à siccité avec du chlorate de

potasse et traiter le résidu par l'acide chlorhydrique; on réduit par le zinc et on dose enfin par le caméléon.

*Influence des métaux et des matières étrangères.* — Les substances qui se trouvent ordinairement dans les minerais de fer n'influencent pas l'exactitude de cette méthode : ainsi le zinc, la chaux, l'alumine, la magnésie, la silice, le manganèse, le titane, le tungstène sont sans influence. Le cobalt, le nickel, le chrome n'empêchent aucunement la coloration rose du permanganate.

L'arsenic et le cuivre pourraient seuls nuire, mais nous avons vu qu'ils étaient précipités par le zinc et séparés par filtrations.

*Détermination du protoxyde et du peroxyde contenus dans un minerai.* — Il faut faire deux essais, chacun de 1 gr.; dans l'un, on ramène les sels de peroxyde au minimum, comme d'habitude, par le zinc; dans l'autre, au contraire, on titre de suite par le caméléon. La dissolution du gramme de minerai qui doit servir à doser le protoxyde de fer, doit être faite dans une atmosphère d'acide carbonique, ce qu'on obtient facilement en mettant dans la fiole une pincée de bicarbonate de soude : de cette manière, le sel de protoxyde n'étant pas en contact avec l'oxygène de l'air, ne peut pas se peroxyder.

Si du nombre obtenu dans le premier essai on retranche celui du second essai, on a le peroxyde de fer contenu dans le minerai.

**Produits du haut fourneau.** — *Des fontes.* — Le produit de la réduction des minerais de fer au haut fourneau n'est pas du fer pur, mais une combinaison de fer et de carbone. La fonte n'est pas toujours identique à elle-même, et ses différentes variétés peuvent être considérées comme des combinaisons, en proportions variables, de fer et de carbone, auxquels viennent se joindre plusieurs autres matières, telles que le silicium, le soufre, le phosphore et le manganèse provenant des minerais traités. Le manganèse seul n'est pas nuisible; les autres corps, au contraire, lorsqu'ils sont en proportions un peu considérables, ont une influence funeste sur les qualités de la fonte; cependant le carbone joue le principal rôle dans les propriétés physiques du métal.

Le fer, en présence du carbone à une haute température, absorbe une quantité de ce corps d'autant plus grande que l'opération est plus prolongée ou que la température est plus élevée. Si après s'en être saturé, le fer est abandonné à un refroidissement graduel, la portion surabondante du carbone cristallisera au milieu de la masse, qui alors sera composée d'un mélange de fer au minimum de carburation et de carbone à l'état de graphite. Au contraire, lorsque le refroidissement est brusque, le carbone ne peut se déposer et reste tout entier en dissolution dans la fonte. De là deux types principaux de fontes : la *fonte blanche* et la *fonte grise*.

La fonte blanche présente une couleur d'un blanc d'argent, une cassure cristalline et un grand éclat. Sa densité varie de 7,44 à 7,84. Elle est dure, cassante, et se laisse difficilement attaquer par la lime.

Elle fond entre 1050 et 1100°, mais reste toujours à l'état pâteux. Dans cette variété de fonte, le carbone se trouve presque entièrement combiné.

La fonte grise a une couleur qui varie du gris clair au gris noir foncé; sa texture est grenue et cristalline. Elle est douce, se laisse limer et marteler sans se rompre. Sa densité varie de 6,79 à 7,05; elle entre en fusion à 1200° et devient très liquide. Dans cette variété de fonte, le carbone est en partie combiné et en partie mélangé, parce qu'une portion de ce corps a pu, grâce au refroidissement lent du métal, se séparer de celui-ci sous forme de graphite. On peut, en effet, transformer la fonte grise en fonte blanche par un refroidissement rapide; il suffit de jeter de l'eau sur la *gueuse* qui vient d'être coulée, pour que cette transformation ait lieu.

On distingue encore un troisième type de fonte, la *fonte truitée*; mais celle-ci n'est qu'un mélange de fonte blanche et de fonte grise, participant des propriétés de l'une et de l'autre.

La trempe durcit et aigrit la fonte blanche; son action sur la fonte grise est analogue, quoique beaucoup plus faible.

Le recuit diminue la dureté et l'aigreur de toutes les fontes.

Lorsqu'on traite de la fonte blanche par l'acide chlorhydrique, le carbone contenu dans le métal est attaqué entièrement; lorsqu'on opère de la même manière sur la fonte grise, une partie seulement du carbone est attaquée par le réactif, tandis qu'une partie notable échappe à son action et reste à l'état de graphite. Tous les chimistes admettent que la partie du carbone non attaquée est constituée par les grains de graphite disséminés dans la masse; on peut, du reste, en examinant un échantillon de fonte grise à la loupe, les distinguer facilement. Mais à quel état se trouve, dans la fonte, la partie de graphite attaquée par l'acide? Est-elle à l'état de dissolution ou à l'état de combinaison? Car, dans ces deux hypothèses, le carbone étant dans un état de division très grand, on comprend qu'il soit facilement attaqué par les acides. Tous les métallurgistes ne sont pas d'accord sur ce point. Les uns admettent que le carbone attaqué existe à l'état de combinaison; dans la fonte blanche, il serait combiné avec toute la masse du métal; dans la fonte grise, il se trouverait à l'état de carbure, dissous dans la masse. Les autres pensent, au contraire, que le carbone non graphitique est simplement dissous dans le fer.

Lorsque la fonte est produite à basse température, elle est riche en carbone et pauvre en silicium et en métaux terreux; une température élevée donne, au contraire, des fontes très siliceuses et moins riches en carbone. Cette différence résulte de ce que le carbure de fer, provenant de la réduction du minerai en présence du carbone, réagit sur la silice et les oxydes terreux contenus dans les scories; à mesure que la température s'accroît; il se produit de l'oxyde de carbone, tandis que le silicium et les métaux réduits entrent en combinaison avec la fonte.

Le silicium en minime proportion ne nuit pas à la qualité de la fonte, mais en grande quantité il rend la fonte moins tenace.

Le soufre rend la fonte très fusible et lui donne une grande tendance à se convertir en fonte blanche.

Le phosphore rend la fonte fusible, lente à se figer; en grande quantité, il réduit fortement sa ténacité.

Le manganèse communique à la fonte la propriété de renfermer une proportion plus forte de carbone à l'état de dissolution ou de combinaison; les fontes manganésifères renferment donc, en général, peu de carbone à l'état de graphite et sont ordinairement blanches.

La fonte blanche, surtout celle qui renferme du manganèse, sert à fabriquer le fer; la fonte grise, qui se liquéfie complètement à la chaleur, est employée pour le moulage.

Les tableaux suivants donnent la composition de quelques fontes :

*Fontes grises.*

Graphite .....	2,171	3,156	2,644	2,300
Carbone combiné .....	0,086	1,347	1,021	0,700
Phosphore .....	0,459	0,842	0,928	0,210
Soufre .....	0,036	1,267	1,139	0,068
Silicium .....	3,265	2,721	3,061	2,880
Manganèse .....	0,388	2,401	0,834	»

*Fontes blanches.*

Carbone .....	4,323	5,80	3,82	3,75
Soufre .....	0,014	Traces.	0,05	»
Phosphore .....	0,059	?	0,03	»
Silicium .....	0,997	0,52	0,17	0,45
Manganèse .....	10,707	4,66	6,95	2,23

**Laitiers.** — Les fondants ajoutés dans le traitement au haut-fourneau ont pour but de se débarrasser de la gangue des minerais en rendant celle-ci fusible. Cette gangue est ordinairement constituée par des matières terreuses, de la silice, de l'argile ou des calcaires; les fondants employés sont la silice, la chaux, l'alumine et la magnésie. La silice forme avec toutes les bases des silicates plus ou moins fusibles, mais, comme à formule égale, un silicate à une base est toujours moins fusible qu'un silicate double ou multiple, on a intérêt dans le traitement des minerais de fer, à produire des silicates multiples. On ajoute deux bases lorsque la gangue est siliceuse; une seule suffit, lorsqu'elle est argileuse et, dans ce cas, c'est le carbonate de chaux ou *castine* que l'on emploie à cause de son bas prix; si la gangue est calcaire, on ajoute de l'argile ou *erbue*. On obtient ainsi un silicate double d'alumine et de chaux qui coule dans le creuset. Le laitier contient toutes les matières fixes des minerais traités et une proportion plus ou moins grande d'oxyde de fer.

Les tableaux suivants donnent, d'après MM. Pelouze et Frémy, la composition de quelques laitiers.

*Laitiers provenant de minerais oxydés.*

Silice.....	44,4	60,0	39,0
Chaux.....	28,4	30,6	19,6
Magnésie.....	1,6	7,2	2,4
Alumine.....	17,0	7,4	25,0
Protoxyde de fer.....	4,4	3,0	5,0
Protoxyde de manganèse.....	2,0	3,6	»
	97,8	101,8	92,0

*Laitiers provenant de minerais carbonatés.*

Silice.....	56,0	64,0	43,4
Chaux.....	13,0	8,0	4,2
Magnésie.....	9,3	5,0	8,6
Alumine.....	6,5	9,0	4,6
Protoxyde de fer.....	5,0	9,0	1,8
Protoxyde de manganèse.....	0,5	7,0	33,4
Soufre.....	»	»	0,7
	99,3	102,0	98,7

**Fer.** — Le produit obtenu par le traitement des minerais de fer au haut fourneau n'est pas, comme nous l'avons vu, du fer pur, mais une combinaison de fer avec le carbone et que l'on désigne sous le nom de *fonte*; ce produit renferme, en outre, de petites quantités de matières étrangères, telles que silicium, soufre, etc.

Il faut donc pour transformer la fonte en fer, lui enlever le carbone et ces matières étrangères en totalité ou du moins en grande partie. C'est là le but de l'affinage qui consiste à soumettre la fonte à une action oxydante qui change le carbone en acide carbonique et le silicium en acide silicique.

Ce dernier acide se combine avec les bases, principalement avec l'oxyde de fer, et forme des silicates fusibles qui se séparent à l'état de scories.

La fonte que l'on destine à l'affinage est surtout la fonte blanche, renfermant peu de carbone.

Lorsqu'on maintient de la fonte en fusion à une haute température, au contact de l'air, la surface se couvre d'oxyde de fer; cet oxyde réagit sur les couches inférieures de la fonte, le carbone réduit l'oxyde de fer et se dégage à l'état d'oxyde de carbone; le silicium opère une réduction semblable et produit de l'acide silicique qui se combine avec une portion de l'oxyde de fer non décomposé pour former un silicate de fer fusible. La composition de ce silicate est variable, mais elle tend, en général, vers la formule  $3\text{FeO}, \text{SiO}_2$ .

La fonte renferme aussi de petites quantités de phosphore et de

soufre qu'il faut enlever par l'affinage, car ces deux corps nuisent à la qualité du fer; mais cette élimination présente de grandes difficultés et donne lieu à des déchets considérables, aussi cherche-t-on le plus possible à éviter la présence de ces deux corps dans la fonte destinée à l'affinage. Lorsque le soufre existe dans le minerai, on peut l'en débarrasser par un grillage préalable, mais lorsqu'il est fourni par le combustible, il faut augmenter la charge de castine, afin que les laitiers, devenant très basiques, puissent retenir le soufre à l'état de sulfure de calcium. Dans l'affinage, le phosphore s'oxyde et passe à l'état d'acide phosphorique, qui, se combinant avec l'oxyde de fer, donne un phosphate de fer fusible qui passe dans les scories, et le phosphore est ainsi en grande partie éliminé. Mais si les scories sont acides, la silice en excès déplace l'acide phosphorique et il se reforme du phosphure de fer; il est donc nécessaire d'affiner la fonte dans un bain de scories basiques. Le soufre n'est éliminé que d'une façon très imparfaite; une partie est oxydée et se dégage à l'état d'acide sulfureux, une autre partie passe dans les scories sous forme de sulfure de calcium si on ajoute au bain un peu de castine, une troisième partie peut encore se combiner à l'oxyde de fer pour former un oxysulfure, mais une partie notable du soufre reste toujours dans le métal à l'état de sulfure de fer.

Lorsque les fontes sont très siliceuses, on peut faire deux opérations distinctes; on se borne d'abord à oxyder, dans des foyers spéciaux alimentés au charbon de bois, le silicium et en même temps le phosphore, qui se transforment en silicate et en phosphate de fer fusibles. Le métal qui a subi cette opération, et qui a conservé la presque totalité de son carbone, est nommé *fonte mazée*; il est porté ensuite dans un autre appareil où l'on termine l'affinage proprement dit.

L'affinage de la fonte peut avoir lieu de trois façons différentes :

- 1° On opère sur la fonte solide, à une température plus ou moins élevée, mais sans fusion;
- 2° On opère sur la fonte pâteuse ou fluide;
- 3° On opère sur la fonte en fusion à une température assez élevée pour que le produit devienne fluide.

L'acier provient de la décarburation partielle de la fonte ou de la carburation du fer ductile.

On obtient donc, par le traitement des minerais de fer, trois types distincts qui sont : le *fer*, l'*acier* et la *fonte*; mais on passe de l'un de ces types au suivant par des gradations insensibles.

On peut donc dire que les minerais de fer fournissent une infinité de produits qui diffèrent par leur composition chimique et par leurs propriétés physiques. L'un d'eux étant donné, on pourra toujours le classer dans l'un de ces trois groupes par l'étude de ces caractères chimiques et physiques.

La proportion de carbone contenue dans le fer varie de 0 à 0,25 0/0  
 — — — dans l'acier — 0,50 à 1,50  
 — — — dans la fonte — 2 à 5

En outre, le fer est forgeable, soudable, pratiquement infusible et ne se trempe pas ; l'acier est forgeable, soudable, fusible et se trempe ; la fonte n'est ni forgeable, ni soudable, est fusible et peut se tremper.

#### Influence des matières étrangères contenues dans les fontes, les fers et les aciers.

*Carbone.* — Le fer s'unit facilement au carbone à une température élevée ; il se transforme d'abord en acier, puis en fonte. Les cyanures, les carbures d'hydrogène, l'oxyde de carbone peuvent également carburer le fer. Le carbone contenu dans le fer se trouve à deux états différents : lorsqu'on attaque par l'acide chlorhydrique de la fonte grise, une partie du carbone, celui qui est à l'état de graphite, reste à l'état insoluble ; mais si on attaque, par le même acide, de la fonte blanche, il ne reste aucun dépôt insoluble. Suivant Karsten, la partie du carbone attaquée par les réactifs, serait toujours à l'état de combinaison ; mais, depuis quelques années, on considère le carbone non graphitique, comme étant simplement dissous et non combiné. Le fer galvanique, c'est-à-dire le fer chimiquement pur, est très doux ; lorsque le fer ne contient qu'une petite quantité de carbone seulement, il est relativement doux, malléable, ductile, facile à souder et à forger, très tenace, mais infusible et impropre à la trempe. Le carbone y est-il, au contraire, en certaines proportions, on a les diverses qualités d'acier, très élastiques, malléables, ductibles, forgeables et fusibles dans les fours. De 2 millièmes à 2 millièmes et demi, le carbone rend le métal raide par la trempe : la résistance et l'allongement sont augmentés sans que l'acier soit cassant. A mesure que la teneur en carbone augmente, la résistance à la traction devient plus forte, mais l'allongement diminue et la trempe a une influence de plus en plus marquée : avec 10 ou 15 millièmes de carbone, l'acier présente le maximum de dureté et de tenacité ; au delà de 15 millièmes, la dureté augmente encore mais au dépens de la tenacité.

Dès que l'on dépasse 20 millièmes, on a de la fonte qui est dure, relativement fragile, très fusible, mais on ne peut ni la forger, ni la souder.

Les différences qui existent dans ces fers tiennent essentiellement à la quantité de carbone qu'ils renferment : c'est donc, parmi les substances étrangères unies à ce métal, le carbone qui joue le rôle le plus important par les changements qu'il apporte dans les propriétés physiques.

*Soufre.* — Le soufre contenu dans le fer provient soit des minerais employés, soit des combustibles qui contiennent tous une proportion

de soufre plus ou moins grande. Le fer contenant du soufre est aussi tenace à froid que le fer pur, mais il se forge mal, et lorsque la proportion du soufre dépasse 1,30 0/0 il ne peut plus se souder à lui-même. Lorsqu'il renferme 0,15 0/0 de soufre, il est soudable, mais il est ce qu'on appelle *rouverin*, c'est-à-dire cassant à chaud. Le soufre rend également l'acier rouverin et diminue sa malléabilité à chaud.

La fonte contenant du soufre est très fusible et a une grande tendance à se convertir en fonte blanche.

Jusqu'à présent, on n'a pas réussi à éliminer complètement le soufre dans l'affinage ; mais on peut diminuer sa proportion soit en introduisant du manganèse dans les lits de fusion, au haut fourneau, soit par une forte proportion de chaux ou par des laitiers très basiques.

*Phosphore.* — Le phosphore contenu dans les fers provient des minerais employés. Le fer phosphoreux se travaille bien à chaud, il se forge et se soude ; mais à froid, il est très dur et peu tenace. Lorsque la proportion de phosphore ne dépasse pas 0,20 à 0,30 0/0, le fer est un peu plus dur, mais ses qualités restent les mêmes : si ce corps dépasse 0,70 0/0, le fer a perdu sa ténacité.

Le phosphore durcit l'acier et le rend très fragile à froid, mais facilite le travail à chaud. Ces propriétés s'appliquent aux aciers ordinaires contenant du carbone, car on peut obtenir de bons aciers renfermant de fortes proportions de phosphore, mais à condition d'en avoir éliminé le carbone.

La fonte phosphoreuse est fusible, mais elle perd également sa ténacité, lorsque la proportion de phosphore est un peu considérable ; les fontes ordinaires en contiennent toujours au moins 0,20 0/0.

*Silicium.* — Le silicium contenu dans les fers provient soit de la silice du minerai, soit de la silice ajoutée comme fondant. Lorsqu'il est dans la proportion de 0,30 à 0,40 0/0, le fer est aigre, c'est-à-dire qu'il a peu de ténacité et se travaille mal à chaud. Il durcit l'acier, comme le carbone, mais avec moitié moins de puissance ; il le rend aigre, fragile, impropre à se souder à lui-même ou au fer, dur au laminoir. Aussi les fontes contenant une proportion un peu forte de ce corps sont-elles impropres à la fabrication de l'acier.

*Manganèse.* — Le manganèse augmente la dureté du fer, sans altérer ses autres qualités, mais lorsque sa proportion dépasse certaines limites, il rend le fer cassant à froid et difficile à forger.

Il empêche l'acier d'être rouverin, d'abord parce qu'il élimine l'oxyde de fer dans la fabrication, ensuite parce qu'il neutralise l'influence pernicieuse des autres corps. Il rend le métal malléable à chaud, malgré une petite proportion de soufre ; on admet qu'il neutralise 40 0/0 de son poids en phosphore. Il durcit l'acier et augmente sa charge de rupture. Les fontes contenant du manganèse peuvent s'approprier une proportion plus forte de carbone à l'état de disso-

lution ou de combinaison, et elles sont éminemment propres à la fabrication de l'acier.

*Cuivre.* — 5 à 10 millim. de cuivre dans l'acier suffisent à le rendre rouverin.

*Tungstène.* — Il augmente la dureté et la ténacité de l'acier.

*Chrome.* — Il augmente la soudabilité et la limite d'élasticité des aciers.

Mais il ne faut pas perdre de vue que l'état moléculaire de l'acier joue un rôle aussi grand, sur ses propriétés physiques, que sa composition chimique. Un même acier, à des états moléculaires différents, peut avoir des propriétés très différentes; l'exemple le plus remarquable est la différence qu'amène la trempe. Deux morceaux d'acier d'une même barre, l'un trempé et l'autre non trempé, qui donneront à l'analyse la même composition chimique, fourniront des résultats très différents, si on les essaye au choc ou à la traction. L'acier tient donc toutes ses propriétés physiques, non seulement de sa composition chimique, mais aussi de son état moléculaire.

## MÉTALLURGIE DU FER

### I. MATÉRIAUX RÉFRACTAIRES

1. Les *pierres artificielles* sont faites en argiles réfractaires (apyre). Plus l'argile est riche en acide silicique  $\text{SiO}_2$ , plus elle est maigre. Suivant le mode d'extraction de l'argile, on la laisse en tas, ayant au maximum 4,5 m, exposée à l'air pendant 2 à 4 ans; ensuite elle est lavée, pétrie et moulée.

Si l'argile renferme du sulfure de fer jaune ou pyrite, elle est inutilisable comme pierre réfractaire; il n'est pas bon non plus que l'argile contienne beaucoup d'oxyde de fer.

2. Composition de quelques *argiles réfractaires*; a) et b) trouvent leur usage dans les hauts fourneaux et dans les fours à coke, et c) dans les fours ou fourneaux à puddler et à réchauffer (ou à souder le fer).

	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	Sable	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{K}_2\text{O}$	Déchet dû à la cuisson
a)	35,70	38,29	4,40	1,01	traces	1,41	19,49
b)	32,66	36,21	14,20	3,23	0,50	1,56	11,74
c)	17,31	19,99	55,89	0,56	—	0,46	5,70

3. Les matières premières, constituant les briques de Dina, sont :

Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	SiO <sup>2</sup>	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	CaO	K <sup>2</sup> O, Na <sup>2</sup> O	H <sup>2</sup> O
0,72	98,31	0,18	0,22	0,14	0,35
1,39	95,73	0,48	0,19	0,20	0,50

On mélange à la poudre grossière 1 % de CaO.

4. Compositions réfractaires (ganister), a) de Scheffeld, b) de Wales. Ces compositions peuvent être utilisées directement pour fabriquer des cornues Bessemer ; pour briques, il faut ajouter 8 % d'apyre.

	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	SiO <sup>2</sup>	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	CaO	H <sup>2</sup> O
a)	4,21	94,40	0,70	traces	0,69
b)	4,23	93,50	0,80	0,26	1,00

5. Dolomie ou dolomite, de Hærde, pour cornues de Bessemer.

SiO <sup>2</sup>	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	CaCO <sup>3</sup>	MgCO <sup>3</sup>
2,14	0,62	55,05	42,50

6. Matières basiques pour appareils Thomas, a) de Wittkowitz ; b) de Duisburg (Vygen et Cie) ; c) briques magnésiques, d'après Scheibler ; d) d'après Closson :

	MgO	CaO	SiO <sup>2</sup>	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	P <sup>2</sup> O <sup>3</sup>
a)	5,19	84,0	4,39	6,03	0,94	0,09
b)	35,12	55,27	5,58	2,84	1,34	0,05
c)	95,99	2,18		1,47		—
d)	96,60	1,94		1,05		—

7. Matière réfractaire : 0,3 d'argile en poudre, 0,6 de sable, 0,1 de brique réfractaire ou de sable quartzueux.

8. Brasque ou bouchage ; a) de Freiberg : 1 partie en volume d'argile + 2 parties de coke en poudre ; b) de Oberharz : 2 parties d'argile + 1 partie de schiste argileux moulu.

## II. COMBUSTIBLES

1. Les combustibles sont des corps qui ont la faculté de se combiner chimiquement avec l'oxygène (ou tout autre comburant), et qui, par cette combinaison, deviennent en général une source de chaleur et quelquefois de lumière. Nous ne nous occuperons que du comburant qui entre pour environ  $\frac{1}{4}$  en volume dans l'air que nous respirons ; je veux parler de l'oxygène. Nous n'étudierons que les effets calorifiques, qui, dans ce chapitre, seuls nous intéressent.

La *puissance calorifique absolue* d'un combustible est le nombre d'unités de chaleur, ou calories, développées par la combustion de 1 kg de ce combustible.

La *puissance calorifique relative ou spécifique* d'un combustible est le nombre de calories développées par la combustion de 1 litre de ce combustible. Elle est égale au produit de la puissance calorifique absolue par le poids spécifique du combustible.

La *puissance calorifique pyrométrique* d'un combustible est le nombre de degrés centigrades correspondant à la température développée par la combustion de 1 kg du combustible.

*Puissance calorifique absolue due à la transformation :*

de C (charbon de bois) en CO <sup>2</sup>	8080 cal.	de Fe en FeO	1258 cal.
de C . . . . . en CO	2473 »	de Fe en Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	1887 »
de CO . . . . . en CO <sup>2</sup>	2402,7 »	de Fe en Fe <sup>3</sup> O <sup>4</sup>	1677 »
de H . . . . . en H <sup>2</sup> O	34462 »	de S en SO <sup>2</sup>	2220 »
de CH <sup>4</sup> en CO <sup>2</sup> et H <sup>2</sup> O	13063 »	de Si en SiO <sup>2</sup>	7830 »
de C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> en CO <sup>2</sup> et H <sup>2</sup> O	11857,8 »	de P en P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	5943 »

*Chaleur spécifique (celle de H<sup>2</sup>O étant 1).*

Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	0,170	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	0,21	laitier . . . . .	0,195
Mn <sup>2</sup> O <sup>4</sup> . . . . .	0,165	SiO <sup>2</sup> . . . . .	0,191	condres . . . . .	0,20
MnO . . . . .	0,191	MgCO <sup>3</sup> . . . . .	0,220	gaz des marais CH <sup>4</sup>	0,593
SO <sup>2</sup> . . . . .	0,155	CaCO <sup>3</sup> . . . . .	0,215	gaz oléfiant (C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> )	0,404

2. Soient :

*c* le contenu en C, exprimé en kg, de 1 kg de combustible se transformant par la combustion en CO<sup>2</sup>.

*c'* celui de 1 kilogr. de combustible se transformant en CO.

*h*, *w* et *A* les quantités respectives, en kg d'hydrogène, d'eau et de cendres combinés chimiquement dans 1 kg de combustible.

*p* et *p'* les puissances calorifiques absolues du C se transformant respectivement en CO<sup>2</sup> et CO.

*p''* la puissance calorifique absolue de H, en calories.

*n* le poids, en kg, de l'azote correspondant à la quantité d'air nécessaire à la combustion.

*S*, *S'*, *S<sup>2</sup>*, *S<sup>3</sup>* et *S<sup>4</sup>* les chaleurs spécifiques respectives de CO<sup>2</sup>, de CO, de Az ou N, de la vapeur d'eau et des cendres.

$\lambda = 540$ , la chaleur latente de la vapeur d'eau (v. p. 230).

En supposant une température initiale des corps intéressés de 0°C, une pression atmosphérique constante de 760 mm de mercure et en

admettant que pour la combustion il n'a été introduit que juste la quantité d'air nécessaire ; la *puissance calorifique* du combustible ou la température développée par ce combustible en degrés centigrades est :

$$T = \frac{pc + p'c' + (p''h - 9h\lambda) w\lambda}{3,67 cs + 2,33 c's_1 + 9hs_2 + ns_3 + ws_4 + AS_5}$$

où

$$(c + c' + h + w + A) = 1 \text{ et } n = (2,67c + 1,33c' + 8h)3,19.$$

Lorsque tout le C se transforme en CO<sup>2</sup>, c' = 0 ; dans cette dernière hypothèse et en tenant compte des deux relations venant d'être mentionnées, on a

$$T = \frac{2785c + 102000h - 226w}{c + 0,16w + 3,65h + 0,07A} \quad (1).$$

Le tableau suivant, donnant la puissance calorifique pyrométrique T, a été établi <sup>2)</sup> à l'aide de la formule ci-dessus.

Combustibles.	Composition moyenne				Puissance calorifique absolue.		Puissance calorifique pyrométrique.		Quantité d'air, à 0° et à 790 mm juste nécessaire pour la combustion de 1 kg, en m <sup>3</sup> .		Quantité de gaz dégagé par la comb. de 1 kg; ce gaz étant réduit à la pression de 600 mm. et à	
	C	H	H <sub>2</sub> O	cen-dres.	C	C	C	C	O <sup>o</sup> C m <sup>3</sup>	300 <sup>o</sup> C m <sup>3</sup>	O <sup>o</sup> C m <sup>3</sup>	300 <sup>o</sup> C m <sup>3</sup>
	Bois séché à l'air.....	0,306	—	0,594	0,01	2820	1969	3,460	4,201	8,826		
Tourbe séchée à l'air	0,420	0,014	0,516	0,05	3550	2146	4,044	4,759	9,098			
Lignite fibreux.....	0,444	0,009	0,472	0,075	3600	2191	4,123	4,755	9,090			
Lignite terreux.....	0,504	0,018	0,378	0,10	4350	2357	4,984	5,449	11,448			
Lignite conchoïdal....	0,570	0,028	0,352	0,05	3350	2450	5,724	6,313	13,264			
Charbon vif ou gai (2).	0,704	0,031	0,235	0,03	6600	2595	6,977	7,435	15,621			
Houille collante ou grasse.....	0,760	0,041	0,103	0,03	7500	2664	7,782	8,206	17,241			
Houille sèche ou maigre.....	0,796	0,041	0,133	0,03	7760	2688	8,045	8,431	17,713			
Anthracite.....	0,877	0,031	0,072	0,02	8110	2734	8,491	8,744	18,371			
Coke.....	0,920	—	—	0,05	7430	2774	7,441	8,043	16,898			
Charbon de bois.....	0,880	0,020	0,080	0,02	7750	2104	8,016	8,429	17,709			

(1) La formule suppose, d'après *Regnault* : que 100 parties en poids d'air atmosphérique se composent de 25,58 O et 76,42 N, tandis que 100 parties en volume se composent de 21,33 O et 78,67 N.

(2) Ou houille demi-grasse à longue flamme.

Nota. — D'après expériences faites en 1869 et renouvelées en 1885, 1 kg de houille de Rouchamp séchée à 110°, produit (cendres déduites) plus de 9100 calories de puissance calorifique absolue. (*Revue industrielle*, 1885, p. 151 à 163.)

1 kg de C brûlant dans O et se transf. en CO <sup>2</sup>	engendre	10015° C.
1 kg » » l'air » » »		2716° C.
1 kg de CO brûlant dans O et se transf. en CO <sup>2</sup>		6950° C.
1 kg » » l'air » » »		2967° C.
1 kg de H brûlant dans O et se transf. en H <sup>2</sup> O		6744° C.
1 kg » » l'air » » »		2694° C.

3. Tableau donnant le poids et la puissance calorifique utile de différents combustibles <sup>(1)</sup>.

Combustibles	Unité commerciale	Poids d'un m <sup>3</sup> en kg	Puissance calorifique utile (pour un contenu d'eau moyen); vaporisation d'eau à 0° produite par m <sup>3</sup> du combust. en kg.
Bois de pin.....	La corde (moule) de 4 m <sup>3</sup> ; la voie = 2 m <sup>2</sup> (Paris); le stère = 1 m <sup>3</sup> la tonne = 1000 kg.	374—397	4430—4660
Bois d'aune.....		350	4340
Bois de hêtre.....		416	4560
Bois de charme.....		468	4750
Bois de hêtre.....		465	4690
Bois de charme.....	465	4700	
Tourbe.....	La tonne et la corde de 2000 kg.	260—380	950—1390
Lignite.....	La tonne et l'hectolitre	610—700	2395—1575
Charbon de pin...	id.	193½	1360
» tourbe.	id.	285	2020
Coke.....	id.	520—570	3840—4320
Houille.....	La tonne.	740—960	4975—6945

4. Description des principaux combustibles.

a. Le bois contient en cendres 1,2 à 2,3 %, en moyenne 1,5 % de son poids. Le bois vert ou fraîchement coupé contient 40 %, et le bois séché à l'air 20 % d'eau hygroscopique; le bois séché à l'air se compose de 40 % de C, de 40 % d'eau combinée chimiquement et de 20 % d'eau hygroscopique. La densité absolue du bois (c'est-à-dire la densité de la matière ligneuse proprement dite en soustrayant le volume des pores, etc.) varie entre 1,48 et 1,53; les densités ordinaires des différents bois sont: bois de charme 0,77, chêne-rouvre 0,71, frêne 0,67, bouleau 0,63, orme 0,57, pin 0,55, aune 0,54, saule 0,53, sapin résineux ou du nord 0,48, mélèze et sapin rouge 0,47, tilleul 0,44, peuplier noir ou franc 0,39.

(1) La tonne est toujours supposée à 1000 kil.

1 m <sup>3</sup>	de bois de charme (séchée à l'air)	pèse	465 kg.
1 »	» chêne	»	468 »
1 »	» bouleau	»	416 »
1 »	» aune	»	350 »
1 »	» pin	»	374 à 397 kg.

Dans le bois bien entassé on compte comme espace libre (ou jours) compris entre les différents morceaux  $\frac{1}{5}$  pour les troncs,  $\frac{2}{5}$  pour les souches et  $\frac{4}{15}$  pour les branches.

**Carbonisation** : Les meules de carbonisation sont de 80 à 150 m<sup>2</sup>, quelquefois, mais rarement, jusqu'à 300 m<sup>2</sup>.

Charbon produit : 20 à 25 % en poids et 50 à 75 % en volume (en moyenne 55 à 56 %). Il est bon pour la carbonisation de prendre les troncs, les branchages et le bois de souche, dans les rapports 6 : 4 : 3. Les meules de bois tendre ayant de 7,8 à 9,4 m de diam., demandent de 2 à 2  $\frac{1}{2}$  semaines pour la carbonisation et les meules de 14 à 16 m de diam. demandent de 4 à 5 semaines.

Le charbon de bois absorbe environ de 5 à 8 % d'eau hygroscopique.

La densité absolue du charbon (c'est-à-dire, le volume occupé par les pores étant soustrait), est 1,4 à 1,5. La densité ordinaire ou gravimétrique est environ 0,4; 1 m<sup>3</sup> de charbon de bois pèse de 142 à 144 kg.

Les cornues pour la carbonisation du bois ont de 2 à 3 m de long, et 0,8 à 1,2 m de diamètre intérieur. A Risca, on traite, en 24 heures, 7000 kg de bois en consommant 1500 kg de houille.

**β. Tourbe.** Elle contient environ 54 % C, 45 % H<sup>2</sup>O chimique, 1 % H libre; la tourbe renferme de 1 à 30 % de cendres, et, séchée à l'air, elle contient 25 % d'eau hygroscopique. Densité = 0,41 à 0,4. 1 m<sup>3</sup> de tourbe (séchée à l'air) pèse de 325 à 410 kg.

**γ. Lignite.** Il contient environ 70 % C, 28 % d'eau chimique et 2 % H libre.

Le contenu en cendres comporte 5 à 10 %; et le contenu en eau hygroscopique 20 %. Densité = 0,8 à 1,5.

1 m<sup>3</sup> de lignite (séchée à l'air et en morceaux) pèse environ 780 kg.

**δ. Les houilles** sont classées d'après le pour cent (en poids) des parties gazéifiables qu'elles contiennent.

1) 5 à 10 % de principes gazéifiables ou anthracite maigre : Tirage énergique, peu de flamme, pas de suie, s'approprie bien au chauffage des maisons et des fours à cuve.

2) 10 à 15 % de principes volatils ou houille demi-grasse (vieux), pauvre en produits gazeux : employée pour le chauffage des chaudières à vapeur : mélangée à des houilles riches en gaz, elle est employée pour la carbonisation.

3) 15,5 à 33,3 % de principes volatils ou houille grasse (vieux) pauvre en gaz : jusqu'à un contenu de matières volatiles de 20 % on a de la houille maréchale (charbon de forge), ou houille à coke; au-dessus de 20 % on l'emploie dans le chauffage avec flamme.

4) 33,3 à 40 % de principes volatils ou houille grasse (jeune), riche en gaz; houille à gaz d'éclairage.

5) 40 à 44/4 % de principes volatils en houille demi-grasse (jeune), riche en gaz pour chauffage avec flamme. Fouailles ou menu charbon pour chaudières à vapeur; forte fumée.

6) 44,4 à 50 % de principes volatils, ou houille sèche (jeune), riche en gaz pour le chauffage avec flamme. Fouailles pour chaudières à vapeur, forte fumée.

Le contenu en cendres varie en moyenne de 3 à 7 %. Le contenu en eau hygroscopique comporte 5 %. Densité 1,25 à 1,5.

1 m<sup>3</sup> de houille pèse en moyenne 900 à 940 kg.

e. *Cokes*. Si on l'extrait des houilles maigres, on en retire de 55 à 65 %, des houilles demi-grasses 60 à 70 %, des houilles grasses de 60 à 80 %. Les houilles grasses augmentent de 20 % en volume; les houilles maigres diminuent de 40 %.

Le coke absorbe de 3 à 5 % d'eau hygroscopique après avoir été sorti des cornues; le contenu en cendres est de 6 à 10 %. Dans la carbonisation, les gaz permanents produits par la distillation et les vapeurs se condensant sont dans le rapport de 11 : 20. — 1 m<sup>3</sup> de coke de houille maigre pèse 528,8 kg; 1 m<sup>3</sup> de houille demi-grasse pèse 495 kg; 1 m<sup>3</sup> de coke de houille grasse (de meule) pèse 378,4 à 421,6 kg; 1 m<sup>3</sup> de coke de houille grasse (de four) pèse 331,5 à 378,4 kg.

### III. CARBONISATION DE LA HOUILLE.

1. *Meules* : 3 à 4 m de diamètre, 2 à 3 m de haut.

2. *Tas* : 2 à 4 m de large, 20 à 50 m de long, 1 à 2 m de haut.

3. *Fours de Schaumburg*, à Obernkirchen (pour poussière de charbon) : 18 m de long, 2,5 m de large, 1,5 m de haut. Les *trous de tirage* ou *évents* à section carrée ont 0,16 m de côté, sont situés à 0,3 m au-dessus de la sole du fourneau et sont distants les uns des autres, de milieu en milieu, de 0,8 m.

Le charbon est entassé à 0,86 m de haut.

Le rendement comporte 116 % en volume ou 70 à 73 % en poids. Durée d'une cuisson = 6 jours.

4. *Four à coke, système Appolt*. Un four de ce système contient habituellement 18 chambres de carbonisation, disposées en 2 séries, l'une à côté de l'autre. Chaque chambre contient de 1350 à 1400 kg de charbon. Durée de la carbonisation, 24 heures. Rendement 64 à 66 %.

Prix de revient d'un four = 38000 francs.

Dans un four exécuté dans le district de Saarbrück, chaque chambre mesure de longueur intérieure dans sa partie inférieure 1,25 m, dans sa partie supérieure 1,12 m; et de largeur intérieure dans sa partie inférieure 0,5 m, et dans sa partie supérieure 0,37 m.

Les parois de ces chambres sont en pierres réfractaires de 0,15 m

d'épaisseur et de très bonne qualité ; les espaces libres entre ces pierres ont dans la partie inférieure 0,15 m et dans la partie supérieure 0,29 m de large. La hauteur des passages dans œuvre = 1,9 m ; la hauteur du four, au-dessus du sol, comporte 7,6 m.

Les coupures ou fentes qui conduisent les gaz du four aux espaces libres ont 0,145 m de long et 0,26 m de haut. La cheminée commune a 0,225 m<sup>2</sup> de section et 4,7 m de haut.

Pour éteindre 1 m<sup>3</sup> de coke, il faut 0,42 m<sup>3</sup> d'eau. Le coût de la carbonisation comporte en moyenne 56 centimes par 100 kg de coke.

5. *Four, système Coppée* : 9 m de long, en moyenne 0,5 m de large ; du côté de la machine à retirer le coke, la largeur est diminuée de quelques centimètres ; du côté opposé ladite largeur est augmentée du même nombre de cm.

Les parois des cornues mesurent 0,090 m d'épaisseur. Contact très grand des gaz chauffeurs avec la surface de chauffe.

2 fours travaillent ensemble, c'est-à-dire, les gaz du premier four se réunissent à ceux du second sous la sole de celui-ci ; de là, après avoir passé sous cette sole et sous la sole du premier four, les gaz arrivent dans le canal commun. Dans les régions du four où règne une haute température, il faut, pour empêcher le tassement des fondations, disposer un appareil de refroidissement de la sole.

Production pour houille de Sarre, environ 2000 kg. en 24 heures. Rendement jusqu'à 73 % pour une durée de distillation de 24 heures.

Par 1000 kg de production, on peut compter 1800 fr pour frais d'installation, la machine à retirer le coke comprise ainsi que le chauffage et la mise en marche.

#### IV. FABRICATION DE LA FONTE BRUTE

##### a. Minerais de fer.

Fer magnétique ou fer oxydulé (Fe<sup>o</sup>O<sup>o</sup>). Contenu en fer 40 à 60 %. Raclure noire.

Fer oligiste, fer spéculaire, hématite rouge ; peroxyde de fer (Fe<sup>o</sup>O<sup>3</sup>) ; contenu en fer 30 à 40 %. Raclure rouge.

Limonite, hématite brune, hydrate de fer concrétionné, fer oxydé brun, fibreaux, fer en roche friable, roussier, fer en grains ; fer oxydé hydraté (H<sup>o</sup>Fe<sup>o</sup>O<sup>3</sup>). Contenu en fer 20 à 60 %. Raclure : de jaune feuille morte à brune.

Fer spathique ; fer oxydé carbonaté ou proto-carbonate de fer (FeCO<sup>3</sup>) contenant jusqu'à 11 % de manganèse ; contenu 30 à 40 % de fer.

Fer oxydé massif argillifère, fer oxydé carbonaté concrétionné, proto-carbonate de fer, mélangé avec de l'argile, de la marne, du sable, de la chaux, avec des métaux sulfurés et des phosphates. Contenu en fer de 28 à 35 %. Si de la houille entre dans la composition du

fer spathique, celui-ci porte le nom spécial de *black-band* ou *clavai*. Contenu en fer 24 à 30 %.

Déchets de sulfure de fer jaune avec 92 à 94 % de  $Fe^2O_3$ .

Scories de loupe, des fours à puddler et à réchauffer avec 40 à 75 % de Fe, elles contiennent facilement du Ph et donnent généralement un Fe blanc et dur qui n'est pas très bon. Dans le mélange des minerais avec les fondants, on les fait entrer dans une proportion allant jusqu'à 50 %.

Les *gangues* sont le quartz, la chaux, l'argile, la dolomite, la marne; on aime la présence de manganèse dans les minerais (surtout à l'état de peroxyde de manganèse). Les corps dont la présence est redoutée sont : les métaux sulfurés, la baryte sulfatée, le gypse et l'apatite.

Un minerai contenant moins de 20 % de fer, ne vaut pas la peine d'être exploité. Mais ces minerais, si la nature de la gangue s'y prête, peuvent être employés comme fondant.

#### b. Grillage ou calcination des minerais.

Le *black-band* ou *clavai* est grillé le plus souvent *en tas à l'air libre* de 1 à 3 m de haut, de 6 à 11 m de large et de 40 à 60 m de long.

La calcination de 550 m<sup>3</sup> dure 4 semaines. Perte en poids 25 à 46 %. Coût du grillage 40 à 17,5 centimes par m<sup>3</sup>.

*Aire murée ou case de grillage*, pour minerais friables : 6 à 7 m de long, 4 m de large et de 2 à 3,8 m de haut. Les ouvertures carrées dans la paroi ont 0,46 m de côté et sont distantes de 0,60 m les unes des autres. 1 m<sup>3</sup> de minerai exige 50 kg de houille.

*Fourneaux à cuve* : Hauteur 2 à 15 m le plus souvent 3 à 6 m. Diamètre au gueulard 2 à 5 m. Il faut 1 kg de poussière de charbon de bois ou de coke pour 5 à 10 kg de minerai.

Les minerais grillés absorbent, après le rôtissage de 2 à 6 % d'humidité à l'air ambiant.

*Fours de grillage à soufflerie de Westmann*, à Sodersfors : 6,6 m de haut, 1<sup>m</sup>,8 de diamètre au gueulard, 2<sup>m</sup>,82 de diamètre au-dessous de l'arrivée du vent : cheminée 8,8 m de haut. Pression de l'air ou du vent 6,5 à 9 mm de colonne d'eau. Production 45 à 60 t en 24 heures. Au commencement, le retirage a lieu toutes les 3 heures; lorsque le minerai commence à ramollir, toutes les 1 à 1 1/4 heures.

Des fours ou fourneaux.

à 5 ouvertures de tirage grillent en 24 heures de	22,5 à 30 t.
6 " " " " " 24 " "	27,5 à 36 t.
8 " " " " " 24 " "	35 à 48 t.
10 " " " " " 24 " "	45 à 60 t.

c. Concassage, broyage ou réduction des minerais en petits morceaux.

1. Au moyen de *massettes*. Un ouvrier, dans une journée de 12 heures, peut concasser

De 2000 à 2250 *kg* de minerais de fer durs,

De 2250 à 3000 *kg* de minerais de fer mi-durs,

Et de 3750 à 5000 *kg* de minerais tendres, de manière à les transformer en fragments de la grosseur de noix.

2. Au moyen de *laminoirs*. Diamètre des cylindres 0,47 à 0,71 *m*. Longueur jusqu'à 1 *m*. Les manteaux des cylindres (en fonte durcie) ont de 40 à 53 *mm* d'épaisseur. Diamètre des arbres (en acier fondu) portant les cylindres à l'endroit des tourillons de 80 à 105 *mm*. Vitesse tangentielle 0,3 à 0,34 *m*.

Résistance à l'écrasement du fer spathique 70 *kg* par *cm*<sup>2</sup>; celle du fer magnétique et du fer oligiste varie de 200 à 300 *kg* par *cm*<sup>2</sup>.

3. Au moyen de *concasseurs*. Les mâchoires sont habituellement en fonte durcie non planes ou dentées.

1 *m*<sup>3</sup> de pierre calcaire = 1750 *kg* coûte à concasser environ 0,40 *fr*. Un concasseur peut coûter de 2000 à 2500 *fr*.

TABLEAU DES DIMENSIONS DE DIVERS BROYEURS OU CONCASSEURS DE PIERRES.

Dénomination.	Commande par courroie			Commande à la vapeur	
Largeur des mâchoires en <i>mm</i>	210	300	500	300	500
Amplitude.....	160	190	300	190	300
Nombre de tours par minute...	200	200	200	200	200
Diam. de la poulie en <i>mm</i> .....	400	550	630	—	—
Largeur " ".....	80	100	130	—	—
Travail dépensé en chev.-vap..	2	4	8	4	8
Production approxim. en matière broyée, en <i>kg</i> , pour une largeur de fente au jeu d'environ 50 <i>mm</i> .....	1500	3000	5000	3000	5000
Poids approx. de la mach. complète en <i>kg</i> .....	1500	3000	6500	3300	7000
Poids approx. d'une paire de mâchoire de réserve en <i>kg</i> ....	60	200	425	200	425

4. Au moyen de *bocards*. Le poids (*g*) moyen des pilons est de 450 *kg*; leur course *h* = 210 *mm*.

La puissance d'action  $w$  d'un pilon exprimée en  $kgm$  (lorsque  $f$ , en  $cm$ , représente la surface frappante du pilon) est

$$w = \frac{gh}{f} \begin{cases} 0,137 & \text{par } cm^2 \text{ pour minerais durs} \\ 0,114 & \text{» } \text{» } \text{mi-durs} \\ 0,092 & \text{» } \text{» } \text{tendres} \end{cases}$$

D'où l'on peut calculer la valeur de  $f = \frac{gh}{w}$ .

Chaque pilon fait 60 courses ou mieux donne 60 coups par minute. Jeu entre les soles des brocards, 13 à 20  $mm$ . Jeu entre les armures de deux pilons successifs, 26 à 39  $mm$ . Nombre des pilons sur un même bâti 3, rarement 5. Colonne des bocards 160 à 210 jusqu'à 310 et 490  $mm$ ; hauteur 3,8 à 4,1  $m$ . Les cames sont construites en dévlopante de cercle. Effet par seconde  $e = \frac{1}{60} gn h N$ , où  $N$  représente le nombre des pilons,  $n$  le nombre de levées par minute. Rendement ou effet utile 75 %.

Par cheval vapeur, produit par le moteur, on compte 300 à 350  $kg$  de matière concassé. Vitesse de travail 0.392  $m$  par seconde. Production au minimum 0,93 à 1  $m^3$  par 24 heures. Les avantages sont : construction simple et déchets peu considérables; désavantage : grande production de poussière.

#### d. Mélange des minerais avec les fondants ou lits de fusion.

Le contenu en fer du mélange des minerais est habituellement compris entre 45 à 45 %.

La scorie ou le laitier dans les hauts fourneaux à coke est un silico-silicate, et dans les hauts fourneaux à charbon de bois, un bisilicate de chaux joint à de l'argile et à de l'acide silicique (dans les rapports resp. 30 : 14 : 56 et 47 : 15 : 38).

**Fondants.** 1. Chaux carbonatée, pierre à chaux avec 56 % de chaux, densité 2,6 à 2,7; dolomite, carbonate de chaux et magnésie (45,8 %) pour les gangues argileuses, densité 2,8 à 2,9.

2. Bauxite (35 à 70 % d'alumine) pour minerais à gangue siliceuse et calcaire.

3. Schiste argileux et argile schisteuse (10 à 20 % d'alumine, 40 à 70 % d'acide silicique), pour minerais calcaires.

4. Laitier, scories : Laitier frais et fin, scories des fours à puddler 8 à 36 % d'acide silicique, 50 à 60 % de protoxyde de fer.

Rapport des scories à la fonte brute 0,7 à 2,1 : 1 (cas extrême 5 : 1). Densité des scories 2,5 à 3.

**Dépense en combustible.** Pour 100  $kg$  de fonte blanche ou d'affinage, on emploie 60 à 100  $kg$  de charbon de bois respectivement, 90 à 150  $kg$  de coke, 150 à 230  $kg$  de houille ou d'anthracite; pour

100 kg de fonte grise de moulage, il faut resp. 100 à 150 kg de charbon de bois, 100 à 200 kg de coke, 150 à 300 kg de houille.

#### e. Hauts fourneaux.

Dans les anciens hauts fourneaux à piliers, on peut prendre pour la charge, y compris le contenu, de 1800 à 2000 kg par m<sup>2</sup> et par m de hauteur du fourneau; dans les anciens et les nouveaux fourneaux à colonne, les nombres susmentionnés sont compris entre 1600 et 1800 kg, et dans les nouveaux fourneaux, avec un mur seulement : 1200 à 1600 kg.

Les fondations les plus profondes consistent en un lit de béton de 1 m d'épaisseur. Si le sol servant d'assise n'est pas bien stable, il faut que ces fondations aient au moins 1,5 m dans les hauts fourneaux à piliers, et 1,5 à 2,5 m dans les hauts fourneaux à colonnes. Les fondations dans les hauts fourneaux à piliers doivent être en saillie de 0,2 à 0,3 par rapport au mur servant de base au fourneau, ou bien dans les hauts fourneaux à colonnes de 1 à 1,5 m par rapport aux arêtes extérieures des socles des colonnes.

Un anneau de support en fonte repose sur des colonnes de 3 à 4 m de haut, 350 à 450 mm de diamètre et 25 mm d'épaisseur de paroi, ou bien sur des poutres en  $\text{I}$ .

Les patins des colonnes ou poutre sont carrés et ont 1 à 1,2 m de côté sur 80 mm d'épaisseur. Dans le cas de pièces annulaires (fixées sur des cornières 70 × 9), on prend pour le manteau de la tôle de 6 mm d'épaisseur. Si l'on rive les pièces annulaires et les anneaux l'un sur l'autre, alors on prend comme épaisseur de tôle à la partie inférieure 10 à 12 mm, à la partie supérieure 8 à 9 mm, les coutures verticales sont à double rivure, tandis que les coutures horizontales ou circulaires sont à simple rivure.

Entre le manteau et la chemise on laisse un jeu de 100 à 200 mm, qui, quelquefois, est rempli de décombres, etc. Les chemises libres et verticales (système Büttgenbach) sont maintenues simplement par des anneaux horizontaux (à la chemise : 100 × 20; à l'étagage 130 × 20) reliés par des fers plats (80 × 20) disposés verticalement. — Le manteau protecteur du gueulard a 2 m de haut et est en tôle de 5 mm d'épaisseur; les consoles de la plate-forme du gueulard ont environ 2,2 m de haut et 5 à 6 mm d'épaisseur de tôle. L'étagage et l'ouvrage du haut fourneau sont refroidis; dépense en eau 0,1 m<sup>3</sup> par creuset.

Dimensions des pierres constituant la chemise du haut fourneau, partie supérieure : 400 à 480 mm de long à l'intérieur, de 240 à 300 mm de large et 120 à 180 mm d'épaisseur; à l'étagage la longueur desdites pierres est de 500 à 700 mm. Les chemises verticales libres ont comme épaisseur de paroi 600 à la partie supérieure et 750 mm au ventre avec épaisseur de pierre de 150 à 200 mm.

Les parois de l'ouvrage ont 0,9 à 1 m d'épaisseur, avec pierres de

150 à 180 mm d'épaisseur et 300 mm de largeur intérieure. Dans les fourneaux construits avec des pierres de faibles dimensions, les parois de l'ouvrage ont 3 1/2 à 4 pierres d'épaisseur, celles de l'étalement à 1/2 à 3 et la chemise 2 pierres d'épaisseur en supposant une largeur de pierre moyenne de 120 mm.

La sole est formée de 2 à 4 assises de pierres ou briques posées de champ, ayant la forme de parallélogrammes; elles ont souvent 350 mm de haut, 400 mm de long et 150 mm d'épaisseur.



Fig. 8 et 9. — Briques de Gleiwitz.

Les briques de Gleiwitz ont la forme indiquée par les figures 8 et 9 :

$$a = 0,32 \text{ m}, b = 0,431 \text{ m}, c = 0,215 \text{ m}, d = 0,084 \text{ m}, e = 0,314 \text{ m}.$$

Habituellement la plaque de fond ou pierre de sole a 800 à 900 mm de haut et se trouve de 3 à 5 m au-dessus du sol de l'usine. Les tuyères en bronze ou en cuivre se trouvent dans des boîtes à eau en fonte à tuyaux.

La dépense en eau par tuyère et par minute, dans les hauts fourneaux à charbon de bois est de 50 à 60 l; dans ceux à coke, 100 à 120 l; pour les fixe-tuyères, il faut en plus compter de 100 à 120 l. *Wedding* conseille 1,5 m<sup>3</sup> par tuyère et par heure, *Fehland* 0,09 m<sup>3</sup> par tuyère et par minute. La caisse ou enveloppe à eau s'arrête à l'ouvrage, tandis que les tuyères y pénètrent de 200 à 400 mm. Le nombre des tuyères, dans un haut fourneau à coke, varie de 4 à 8; pour un diamètre d'ouvrage de 1,3 m, on prend 3 tuyères de 1,3 m à 2 m de diam., 4, au maximum 5, et pour 2 m de diam., 6 ou 7, au maximum 9 tuyères.

Dimensions d'une tuyère à vent ayant par exemple 52 mm de diamètre de base :

Longueur 460 mm, grand diamètre = 320 mm, diam. int. = 209 mm; petit diam. = 210 mm, diam. int. 93 mm; le canal à eau de la tuyère 320 mm de long et 27 mm de haut; longueur de la partie tournée de la tuyère = 320 mm, épaisseur de cette partie = 43 mm. Hauteur des tuyères au-dessus de la plaque de fond, dans les fourneaux à coke 1 à 1,40 m, dans les fourneaux à charbon de bois 0,7 à 0,8 m — Les tuyères à scories de *Lürmann* sont également en bronze ou en cuivre, ou en fonte avec tuyaux refroidisseurs rapportés. Dépense en eau par min. 0,06 m<sup>3</sup>, longueur de la tuyère 150 mm, grand

diam. 190, petit diam. 140, diam. intérieur au milieu 25 à 40 mm, du côté intérieur 35 à 55 mm, du côté extérieur 65 à 85 mm, épaisseur des parois 10 mm; les tuyères sont en saillie d'environ 80 mm à l'intérieur du fourneau. Dans le cas de laitier ou scories fusibles, on fait usage d'une tuyère à ouverture cylindrique de 25 mm de diam. Lorsque le laitier est réfractaire, on se sert de tuyères à ouverture conique ayant, à l'endroit le plus étroit, de 40 à 50 mm de diamètre. La hauteur des tuyères, au-dessus de la plaque de fond, est déterminée par le volume de fonte contenu dans le fourneau + 0,25 à 0,33 m<sup>3</sup> de scories de densité 2,5. La distance ou différence de niveau entre les tuyères à vent et celles pour scories doit être au moins de 260 mm. En employant des tuyères pour la scorie, on gagne comme rendement en production, 10 à 40 %, on fait une économie de 5 à 10 % de charbon et le service du haut fourneau demande 1/3 d'ouvriers en moins.

*Dimensions absolues des hauts fourneaux* : Hauteur des hauts fourneaux à charbon de bois, 8 à 10 m (en Russie, 15 à 16 m); dans ceux à coke, 18 à 20 m.

Le ventre est habituellement 1/3 à 1/2 de la hauteur du fourneau au-dessus des tuyères; les diamètres devant les tuyères, au ventre et au gueulard, sont entre eux dans les rapports 1 : 3 : 1,5 dans les fourneaux à charbon de bois, et dans les rapports 1 : 2,9 : 2 dans les fourneaux à coke. Le diamètre dans le plan des tuyères = 1 à 1,9 m dans les hauts fourneaux à charbon de bois, et 1,2 à 2,6 m (habituellement 1,8) dans les fourneaux à coke; dans les hauts fourneaux à anthracite, le diamètre à l'endroit cité = 3 à 3,3 m.

La hauteur de l'ouvrage = 1/7 dans les fourneaux à charbon de bois, et de 1/6 à 1/7 dans ceux à coke, de la hauteur totale du fourneau. L'ouvrage, à partir des tuyères, est conique vers le bas de 1/10 à 1/12 du diamètre dans le plan des tuyères. L'angle des étalages pour le coke = 70 à 75°, lorsque le minerai se réduit difficilement, l'angle en question = 68°; dans le cas du charbon de bois, l'angle des étalages = 60°. Hauteur du ventre, au-dessus de la pierre ou sole du fond, 6 à 7 m.

Diamètre du ventre  $D = 5$  à 5,5 m, au maximum 6 m. Le rapport le plus convenable de la hauteur totale du fourneau  $H$  au diamètre  $D$ , est 4 à 4,25 dans les hauts fourneaux à coke, et de 4,5 à 5 m pour les hauts fourneaux à charbon de bois. La capacité convenable d'un haut fourneau à coke est de 180 à 200 m<sup>3</sup> pour 20 m de hauteur; celle d'un haut fourneau à charbon de bois ne doit pas être supérieure à 70 m<sup>3</sup>.

Le tableau ci-après donne les dimensions de plusieurs hauts fourneaux en marche industrielle.

## DIMENSIONS DE PLUSIEURS HAUTS FOURNEAUX EN MARCHÉ INDUSTRIELLE.

Numéros	Hauts fourneaux.	Hauteur totale du fourneau		Hauteur au-dessus de la pierre de sole			Diamètre.		
		en m	des tréjères	de l'ouvrage	du ventre	au gueulard	à l'ouvrage		
							en m	en haut	en bas
1	Lölling (Kärnthen) : fourneau à charbon de bois pour fonte blanche miroitante.....	12,5	0,47	—	4,4	0,94	3	—	1,18
2	Königshütte (1) (Silésie), fourneau à coke pour fonte blanche.....	18,8	1,25	—	6,28	3,17	5,65	—	2,67
3	Gleiwitz (Silésie) comme préc.	14,4	0,99	—	5,96	3,92	5,32	—	2,56
4	Henrichshütte, près Hattingen (Westphalie).....	17,0	0,76	2,45	3,58	2,98	4,70	1,25	0,89
5	Hoerde (Westphalie).....	16,5	0,78	1,70	5,31	2,82	4,81	0,65	0,65
6	Mühlhofen (province rhénane).	15,2	0,78	2,20	6,90	3,30	4,71	1,25	1,10
7	Fourneaux de Büttgenbach à Nyon.....	15,7	—	2,20	3,77	2,51	5,02	1,88	1,88
8	Mühlheim sur la Ruhr.....	22,2	1,4	2,15	6,95	5,0	6,4	2,4	2,4
9	Fourneaux à coke de Sießen pour fonte Bessemer.....	20,0	1,4	1,6	5,4	5,2	5,2	—	1,8
10	Fourn. à coke de Siegen pour fonte blanche miroitante..	16,0	1,18	2,20	3,7	2,40	4,6	1,6	1,9
11	Fourn. à coke de Lorraine pour fonte blanche.....	19,0	1,256	1,9	4,0	4,0	5,5	—	1,9
	Hauts fourneaux de Westphalie	17,0	1,25	2,0	4,0	3,5	5,0	—	2,0
13	Hauts fourneaux de Westphalie pour fonderie de fer.....	19,0	1,3	1,5	2,3	3,75	5,0	—	1,9
14	Vulcanhütte près de Duisburg.	15,75	1,26	—	5,6	4,25	5,4	—	1,9
15	Ilseherhütte : hauts fourneaux n° 111.....	16,22	1,425	2,55	4,0	4,17	5,3	—	2,04

(1) Usines royales.

Numéros	Hauts fourneaux	Hauteur au dessus de la pierre de sole.				Diamètre			
		Hauteur totale du fourneau.	des tuyères	de l'ouvrage		au gueulard	à l'ouvrage		
				du ventre	du ventre		au ventre	en haut	en bas
en m	en m	en m	en m	en m	en m	en m	en m	en m	
16	Espérance (Belgique).....	15,7	0,78	2,2	6,04	2,51	4,71	1,10	0,04
17	Charteroi (Belgique).....	20,0	0,68	2,04	4,94	2,51	4,47	1,13	1,00
18	Compagnie du chemin de fer d'Orléans (France).....	15,0	0,9	2,7	—	3,0	4,5	2,1	1,6
19	Middlesborough (Angleterre)...	25,6	—	—	—	5,49	7,62	—	2,44
20	Barrow (Angleterre).....	17,6	0,94	—	5,65	3,61	5,18	—	2,20
21	Dowlais (Angleterre) pour houille brute.....	14,1	1,10	2,51	10,36	3,30	5,34	2,51	2,04
22	Gartsherrie (Ecosse) id.....	19,8	—	—	7,6	3,05	4,57	—	2,13
									Diamètre du foyer.
23	Johnstown (Pennsylvanie) pour fonte Bessemer à coke....	21,34	1,828	69°	—	2,514	4,571	—	1,828
24	Johnstown (Pennsylvanie) pour fonte blanche à coke....	14,63	1,905	73°	—	2,032	4,013	—	1,828
25	Johnstown (Pennsylvanie) pour fonte Bessemer à coke....	22,86	2,438	71°	—	4,724	5,943	—	2,438
26	Conemaugh (Pennsylvanie) pour fonte Bessemer et pour fonte blanche miroitante à coke....	15,24	2,133	72°	—	2,209	3,454	—	1,524
27	Hauts fourneaux à colonnes à coke (d'après Kerpely)....	20,0	1,2	1,7	6,6	4,0	5,5	—	1,6

Remarques concernant le tableau précédent.

N° 2. *Koenigshütte*. Haut fourneau à paroi intérieure verticale, tuyères à scories de *Lürmann* et appareil de *Parry* (appareil à trémie et à cône obturateur). Le ventre a 3,766 m de haut et est cylindrique. Épaisseur des murs de l'ouvrage 0,942 m. Rendement des minerais (laitier compris) 32,47 % ; pour 100 kg de fonte brute, on emploie 131 kg de fondant et 183,55 kg de coke.

N° 3. *Gleiwitz*. Disposé comme le n° 2. 8 tuyères de 68 mm de diam., pression 0,22 kg par cm<sup>2</sup>, température 250°. Hauteur des tuyères à scories au dessus de la plaque de fond 0,732 m, hauteur du ventre 2,353 m, angle des étalages 74°. Épaisseur de l'ouvrage vertical et isolé 0,941, celle de la paroi intérieure ou paroi de cuve = 0,784 à 0,941 m. Capacité : 215,44 m<sup>3</sup>. Dans l'année 1877, ce haut fourneau a produit par semaine 327900 kg. Dépense en combustible 128 à 136 kg (y compris 12 kg de charbon brut) pour 100 kg de fonte brute.

N° 8. *Friedrich-Wilhelmshütte à Mühlheim*. La pierre de sole est à 1,4 m au-dessus du sol de l'usine, paroi de l'ouvrage 1,2 m d'épaisseur. La cuve repose sur des poutres  $\Sigma$  de 4,55 m de haut ayant en bas 0,92 et en haut 0,6 m de hauteur de section. Le haut fourneau doit fournir chaque jour de 50 à 60 t de fonte brute pour une capacité de 403,5 m<sup>3</sup>.

N° 9. Ce haut fourneau contient 336,2 m<sup>3</sup> et produit par jour 65 t avec 5 tuyères et 16,3 cm de pression de vent. Angles des étalages 72°5. Pour 1 Fe il faut 1,3 coke. Le lit de fusion contient 33,3 % de fer. Le fourneau travaille avec 4 chauffeurs d'air (Whitwell) ayant au total 840 m<sup>2</sup> de surface de chauffe, température du vent; 600° C.

N° 10. Capacité: 443,5 m<sup>3</sup>. 4 tuyères: 16,3 à 19 cm de pression; angle des étalages 70°. Hauteur du ventre: 0,8 m. Pour 1 Fe il faut 1,2 de coke; le lit de fusion contient 34,25 % Fe. 1 Whitwell, avec tubes suspendus et 350 m<sup>2</sup> de surface de chauffe, température du vent: 450° C.

N° 11. Capacité 285 m<sup>3</sup>; production: 60 t, 7 tuyères, angle des étalages 65°75. Pour 1 Fe, il faut 1,08 coke, le lit de fusion contient 30 % de Fe, 4 Whitwell à 850 m<sup>2</sup> de surface de chauffe. Dans ce fourneau on traite des minerais luxembourgeois avec 24 à 58 % de Fe, 5 à 9 SiO<sub>2</sub>, 1 à 8 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,7 à 1,5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1 à 25 CaO et minette (oolithe de fer calcifère).

N° 12. Capacité 200 m<sup>3</sup>; production 47,5 t. 7 tuyères avec 13,6 cm de pression, angle des étalages 69,5°. Pour 1 Fe, il faut 1,15 coke. Le lit de fusion contient 30 % de Fe; 2 appareils à tubes suspendus chauffent l'air à 406° C avec une surface de chauffe de 400 m<sup>2</sup>.

N° 13. Capacité 207 m<sup>3</sup>; production 30 t. 6 tuyères avec 20 cm de pression; angle des étalages 78,9°. Pour 1 kg Fe, il faut 1,55 kg de coke. Le lit de fusion contient 34 à 38 % de Fe. Un appareil à tube de 290 m<sup>2</sup> de surface de chauffe élève la température du vent à 500°.

N° 14. *Vulcanhütte*. Capacité 283,5 m<sup>3</sup>. La paroi de l'ouvrage a 0,95 m d'épaisseur, celle de la chemise mesure 0,68 à 0,55 m. Dans les fourneaux dans lesquels on traite principalement les fontes blanches miroitantes ou lamelleuses, le lit de fusion consiste essentiellement en 8250 liv. de minerai, 2150 liv. de chaux et 5000 de coke. Le minerai contient en moyenne 37 % de Fe et 10 % de manganèse.

N° 15. *Isederhütte*. Les tuyères pour scories sont à 0,438 m au dessous de l'axe des tuyères à vent. La paroi de l'ouvrage a 1,022 m d'épaisseur; celle de la chemise a de 0,753 à 0,480 m. Les piliers ont 3,968 m de haut. Du milieu du fourneau jusqu'au milieu de la série des piliers 3,213 m, jusqu'au milieu du tuyau d'émission des gaz dans le gueulard 3,797 m (pour l'appareil pour prendre les gaz du haut fourneau, voir ci-dessous). Le fourneau a une contenance de 260 m<sup>3</sup>; production journalière 94277 kg. Pour 3600 kg de coke avec 10 à 13 % de cendres, on a un lit de fusion de 9000 kg qui est constitué par 24 % de minerai argileux, 35 % de minerai d'alluvion

ou de lavage, 35 % de minerai en fragments et 6 % de scories de réchauffage. Les minerais ont les compositions suivantes :

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Mn	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O et pertes due au chauff.	S
Minerai argileux..	10,7	4,76	40,78	5,27	5,09	2,46	11,61	—
Minerai calcaire..	3,9	1,00	30,8	3,4	21,61	2,15	7,27	—
Minerai d'alluvion.	4,9	1,02	43,9	—	8,9	4,08	10,14	—
Scorie de réchauff.	28,05	0,84	50,55	2,15 Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,17	1,96	—	0,17

La fonte brute contient de 2,75 à 2,82 % de P; 0,4 % de S; 3,35 à 5,46 % Mn et trouve son emploi surtout dans le traitement *Thomas*. On coule 6 fois, on introduit le vent avec 6 tuyères de 315 mm de diamètre, tandis que les buses ont 16 mm de diam.

N° 22. Le ventre a 3,05 m de haut; production journalière 18 à 19 t. 7 tuyères de 57 mm de diam. Le vent est à une température de 380° C et à une pression de 0,16 à 0,17 kg par cm<sup>2</sup>.

Le produit est une fonte brute gris foncé à grain grossier. Pour 100 kg de fonte brute on emploie 230 kg de houille, 139 kg de black-band ou clavaï grillé, 31 kg de fer oligiste et 52 kg de clavaï. Rendement en fer 45,5 %.

TABLEAU RELATIF AUX HAUTS FOURNEAUX N° 23 A 26.

	N° 23	N° 24	N° 25	N° 26
Nombre des buses . . . . .	4	3	8	3
Diam. des buses en mm . . . . .	101	76	101	68
Capacité du fourneau en m <sup>3</sup> . . . . .	209,28	118,24	415,5	80
Production hebdomadaire en t . . . . .	320	110	600	145
Température du vent en ° C . . . . .	450	220	600	500
Diamètre du tuyeau pour air froid en mm. } " " " chaud } " " " " } " " " " }	431	330	762	304
Surface de chauffe du réchauffeur en m <sup>2</sup> .	300	126,76	946,56	315,5
" " de la chaudière en m <sup>2</sup> .	246,8	148,48	519,05	129,92
Diam. de la conduite des gaz en mm . . .	1269	—	2132	1066
Machine soufflante : Disposition . . . . .	vert. dir.	à balanc.	vert. dir.	horizont.
Cylindres à vapeur ; nombre . . . . .	2	1	3	1
" " diam. en m . . . . .	0,812	0,812	0,863	0,457
" " course " " . . . . .	1,219	2,743	1,371	1,219
Cylindres à vent ; nombre . . . . .	2	1	3	2
" " diam. en m . . . . .	1,524	1,828	2133	1,219
" " course " " . . . . .	1,219	1,828	1,371	1,524
Nombre de tours par min . . . . .	30	16	20	25

Pour les nos 23 à 26, on emploie pour 1000 kg de fonte brute, 1500 à 1600 kg de coke, pour fonte brute de Bessemer. Dans le n° 25, le réchauffeur d'air a été établi à raison de 4,6 m<sup>2</sup> de surface de chauffe par m<sup>3</sup> d'air.

N° 27. Épaisseur de la paroi de l'ouvrage = 1,1 m, la chemise se compose de deux pierres, l'intérieure ayant 632 et l'extérieure 533 mm d'épaisseur ; jeu entre les pierres 80 mm. La pierre de sole a 2,5 m de diamètre à la partie supérieure, 2,35 m à la partie inférieure et 0,9 m de hauteur. La partie supérieure de la plaque de fond est à 2,2 m au-dessus du sol de l'usine ; les fondations ont 12,8 m de diam. à la partie supérieure, 15,6 m à la partie inférieure et en tout 5,33 m de haut. Du milieu du fourneau au milieu de la série des colonnes ou piliers 3,55 m. Collecteur de gaz système Hoff : tube central 1,5 m de diamètre. Le cône extérieur a 3,96 m de diamètre et 1,42 m de haut. La plate-forme du gueulard a 12 m de diam. Du milieu du fourneau au milieu des tuyaux d'éconduite (1,5 m de diam.) : 5,37 m.

#### f. Buses ou tuyaux porte-vent.

Angle de convergence des côtés, habituellement 6°. Diam. = de 25 à 130 mm, le plus souvent 50 à 80 mm. Nombre des buses, 4 à 8.

Pour le calcul de la quantité d'air s'écoulant par les tuyaux porte-vent, voir plus loin le chapitre concernant les machines soufflantes.

#### g. Régulateurs.

Ce sont habituellement des régulateurs secs ordinaires, à volume constant, de forme cylindrique ou sphérique ; ils sont ordinairement en tôle, rarement en maçonnerie. Ils doivent contenir au moins 60 fois le volume de l'air ou vent refoulé par seconde. Dans les longs tuyaux de 1,4 m à 1,9 m de diamètre, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des régulateurs. Habituellement 3 à 4 hauts fourneaux ont un régulateur commun.

Le rapport de la plus grande variation de pression du vent à la pression moyenne manométrique (degré de régularité), flotte entre 0,04 et 0,06. Le diamètre des régulateurs cylindriques varie de 0,8 à 2,5 m. Épaisseur de la tôle, 5 à 10 mm.

#### h. Élévateurs pour gueulards.

Un élévateur ou machine à élever, pour gueulard de hauts fourneaux de grandeur moyenne (16 m), exige une force de 2 1/2 à 3 chev.-vap. ; lorsqu'elle dessert plusieurs hauts fourneaux, la dépense en travail par haut fourneau = 1,5 chev.-vap. lorsque la matière doit être élevée de toute la hauteur du fourneau.

Dans les plus grands hauts fourneaux, le travail dépensé peut atteindre jusqu'à 15 chev.-vap. (par exemple dans les usines de Borsig, en Silésie). Une berlaine ou chien en tôle de fer, pèse environ

400 kg et une cage d'extraction environ 500 kg. La vitesse moyenne comporte 0,53 m par seconde. Les plans inclinés font un angle de 25 à 30° sur l'horizontale. Le temps ou durée d'une ascension  $t = \frac{s}{v}$  ; pour ouvrir le véhicule et le vider, il faut 50 secondes.

*Élévateur à tonne ou ligne pour eau.* Dimensions du réservoir à eau (en fer) : 1,36 m de diam., 0,783 m de haut. Rendement 0,8, c'est-à-dire, que pour avoir une certaine quantité d'eau, on élève 1,25 à 2 fois la charge correspondant à cette quantité.

*Élévateur à colonne d'eau.* La charge  $P = Sh\gamma$ , si  $h$  représente la hauteur de la colonne d'eau à refouler,  $\gamma$  la densité de l'eau et  $S$  la section du piston.

*Élévateurs pneumatiques.* Rendement  $= \frac{p_1}{p} \left( 1 + \frac{p_1 - p}{2p} \right)$ , où  $p$  représente la pression de l'air extérieur, et  $p_1$  celle de l'air intérieur.

#### i. Appareils à air chaud, ou réchauffeurs.

1. La température de l'air à insuffler est très différente suivant la nature du minéral ; cependant, le plus souvent, elle est de 200° à 250° dans le cas de charbon de bois, et de 400 à 800° C dans le cas de hauts fourneaux à coke.

Jusqu'à la température de 450°, on chauffe avec économie dans des appareils en fer, mais au-dessus, il vaut mieux chauffer dans des appareils en pierre. Pour chaque  $m^3$  d'air et pour chaque 100°, on compte, dans le cas d'une basse température, 1,2 à 1,3  $m^2$  de surface de chauffe de réchauffeur, et 0,75 dans le cas d'une haute température. D'après *Fehland*, une dépense en coke de  $C$  tonnes par 24 heures et une température du vent de  $T^\circ$  C correspondent en moyenne à une surface de chauffe intérieure de

$$S = \frac{CT}{65}, \text{ et dans l'appareil Whitwell } S = \frac{CT}{50} m^2.$$

Vitesse de l'air dans les tuyaux réchauffeurs et de transport = 10 à 11 m par sec. Avec l'accroissement de la température, la section des tuyaux doit augmenter [d'après la formule  $1 + 0,00366 t$ , où  $t$  représente l'augmentation de température exprimée en C°]. Les tuyaux sont toujours en fonte et ont de 13 à 32 mm d'épaisseur. Il est convenable, et il est à recommander d'utiliser les gaz s'échappant des hauts fourneaux pour réchauffer l'air (ou le vent).

2. *Appareils à tuyaux horizontaux.* Dans les appareils lorrains, les coudes sont en dehors de l'espace chauffé. Les tubes à section elliptique (petit axe, 0,15 m ; grand axe, 0,65 m ; longueur, 2,395 ; épaisseur de paroi, 25 mm ; poids, 600 kg) sont divisés par des cloisons de 25 mm d'épaisseur. Les tubes sont les uns des autres à une distance horizontale de 0,1 m et à une distance verticale de 0,2 m, et reposent, à leurs extrémités, sur des plaques en fonte.

Les coudes ont une section intérieure ovale de 0,25 m de grand axe et 0,1 m de petit axe. Un appareil de 42 tubes, ayant au total 127,47 m<sup>2</sup> de surface de chauffe, suffit pour une production de 30 à 35 t de fonte brute d'affinage ; pour 2 fourneaux, il faut 3 appareils (dont un de réserve). Un appareil coûte environ 12000 fr. Température du vent environ 420°.

Le mastic pour rendre étanche le joint des coudes se compose de 7 parties en vol. de fine limaille de fer, de 2 parties d'argile grasse réfractaire et de vinaigre.

3. *Appareils à tuyaux verticaux.* Les appareils à air chaud, avec tuyaux à pistolet, dans lesquels l'air monte et descend dans le même tuyau, sont plus résistants que les appareils à siphon. Chaque tuyau est, dans le sens de sa longueur, divisé en deux régions par une cloison, ayant ouverture dans sa partie supérieure, pour pouvoir changer le sens de la marche du vent.

Les appareils doubles à tuyaux à pistolet, installés récemment en Silésie, dans l'usine « Königshütte » ont 52 tuyaux à vent 4,47 m de long. La surface en contact avec le feu est de 239,3 m<sup>2</sup>.

La capacité de l'appareil à vent comporte 14,23 m<sup>3</sup> (y compris le réservoir à vent, les lances et les tuyaux-supports) ; par contre, le volume de la partie touchée par le feu = 9,83 m<sup>3</sup> ; la longueur du chemin sur lequel le vent est chauffé comporte 21 m.

4. *Appareil à tuyaux suspendus :* Les appareils installés dans l'usine « Königshütte » comportent 36 tuyaux à vent de 4,4 m de long. La surface touchée par le feu est de 186,3 m<sup>2</sup>. Le contenu en vent de l'appareil comporte 8,95 m<sup>3</sup> ; le volume des parties soumises à l'action du feu = 6,195 m<sup>3</sup>.

La longueur du chemin sur lequel le vent est réchauffé = 18 m. L'appareil chauffe le vent dans un fourneau à 6 buses de 92 mm de diamètre, jusqu'à 437,5°C, avec 0,25 à 0,3 kg par cm<sup>2</sup> de pression.

Si l'appareil doit travailler pour 2 fourneaux, on obtient pour une pression de 0,22 à 0,25 kg par cm<sup>2</sup>, du vent ayant une température allant jusqu'à 312,5°.

5. *Appareil régénérateur à air chaud :* La chaleur spécifique des briques réfractaires, d'après Schinz, comporte 0,2083, et leur densité, 1,8 ; la chaleur spécifique de l'air = 0,2669, et sa densité = 0,001293. Les capacités calorifiques de volumes égaux de briques réfractaires et d'air sont par conséquent entre elles dans le rapport

$$0,2083 \cdot 1,8 : 0,001293 \cdot 0,2669,$$

$$\text{c'est-à-dire} = 0,37494 : 0,003506.$$

En moyenne, les capacités calorifiques par 0,031 m<sup>3</sup> sont : pour la fonte, 50, pour les pierres réfractaires, 19, et pour l'air, 0,019 ; c'est-à-dire, elles sont entre elles dans les rapports 2631 : 1000 : 1.

Les appareils en pierre exigent par conséquent une plus grande superficie (Cowper prend 18 à 20 m<sup>2</sup> par m<sup>3</sup> d'air et Whitwell, 7 à 8 m<sup>2</sup>) que les appareils à tubes en fer (1 à 5 m<sup>2</sup> par m<sup>3</sup>).

*α. Système Couper* : Un appareil Siemens-Cowper-Cochrane consiste en un réservoir en fer revêtu de briques, de 470 mm d'épaisseur. Un tuyau flambeur de 1,25 m de diamètre et ayant des parois de 365 mm d'épaisseur est adossé au mur de revêtement. Les cellules ou cases de régénération sont disposées sur les bords, et sont formées de briques de 46 mm d'épaisseur, ayant au milieu un trou carré de 100 mm de côté. Il faut 3 régénérateurs, dont l'un chauffe bien le vent pendant 1 heure 1/2, tandis que les deux autres sont réchauffés. Pour chaque pied cube par minute, il faut compter 5 pieds carrés de surface de chauffe, pour que les gaz d'échappement aient seulement une température de 66°. On utilise environ 1/6 de la chaleur totale, car les parois minces du régénérateur offrent au gaz et au vent les 5/6 de leur surface. Pour un prix de 34 dollars pour 1000 briques, la dépense pour un régénérateur peut s'évaluer à 3 dollars pour chaque pied cube d'air devant être chauffé par minute. Un haut fourneau de 76' de haut, 28' de diamètre et ayant une capacité de 20000 pieds cubes, demande, d'après les recherches de *Cochrane*, pour 1 t de fer, avec une température de vent de 480°, 25 1/2 quintaux de coke; avec 590°, 22 1/2 quintaux; avec 700°, 20 7/8 quintaux, et 20 quintaux pour 800°.

*β. Système Whitwell*. Dans le système Whitwell perfectionné, les gaz montent le long d'une des parois, ils se dirigent ensuite vers le bas, divisés en 5 parties, ils se rassemblent dans une chambre, de laquelle ils montent dans les régions supérieures, d'où enfin ils se dirigent à la cheminée par plusieurs canaux. Par cette simplification de tirage, pour la même surface de base, les hauteurs et par suite la surface de chauffe de l'appareil, peut être augmentée. *Avantages* : utilisation plus complète des gaz du haut fourneau, nettoyage plus facile, diminution dans la perte de charge (5 mm de colonne de mercure, dans les appareils en fer, 10 à 20 mm). *Désavantage* : Augmentation dans le prix d'installation (par appareil, 25,000 fr.).

Pour un haut fourneau, on emploie au moins 4 appareils, 3 sont chauffés pendant 4 heures 1/2, pendant qu'un se refroidit en 1 heure 1/2. Un appareil a une surface de chauffe de 900 m<sup>2</sup>, et est constitué par 350 t de pierres réfractaires : on peut alors porter par min. 1000 m<sup>3</sup> de vent à une température initiale de 550°.

L'appareil a 4,6 à 6,7 m de diamètre, 8,7 à 18,3 m de haut, de 370 à 1735 m<sup>2</sup> de surface de chauffe, ce qui correspond à : 8000 jusqu'à 15,400 kg de briques première qualité; 3,000 jusqu'à 11,700 kg deuxième qualité; 8,500 jusqu'à 38,600 kg de fer, et 7,000 jusqu'à 10,000 kg de fonte.

D'après les données de *Whitwell*, une production hebdomadaire de

450 t	exige	9	appareils de 6,7 m de diam.	soit	105000 fr.
300 t	"	3	" 6,7 m	"	78500 "
250 t	"	3	" 5,48 m	"	60000 "
100 à 70 t	{ charbon }	2	" 4,57 m	"	25008 "
70 à 35 t	{ de bois }	2	" 4,57 m	"	20000 "

*Goedecke* combine le système à parois longitudinales avec un système à parois transversales, ce qui augmente la surface de chauffe de 50 %.

**j. Appareils pour prendre les gaz des hauts fourneaux.**

Tension des gaz au gueulard, 11 à 17 mm de colonne de mercure. Le cylindre fixe en tôle, à joint étanche sur le bord du gueulard, et suspendu dans celui-ci, mesure de 1,6 à 2,2 m de long et de 6 à 9 mm d'épaisseur. Distance de ce cylindre à la cuve 210 à 260 mm. La section totale de l'ouverture d'éconduite ou d'échappement, d'après *Truran*,  $1/6$  et de  $1/7$  à  $1/8$  de la section du gueulard, si celui-ci mesure de 3 à 4 m de diamètre. Un canal en fer conduit les gaz à une conduite (à soupape de sûreté) également en fer, de 470 mm de diamètre et de 780 à 840 mm dans les hauts fourneaux à fortes dimensions. La vitesse de l'air, dans la conduite d'échappement, = 6 à 8 m par seconde.

Dans les *appareils de Parvy* (appareils à trémie et à cône obturateur), le diamètre de base du cône intérieur = environ  $2/3$  du diamètre du gueulard, et  $4/3$  de celui de la petite ouverture du cône tronqué; angle d'éboulement des charges dans le haut fourneau = 35 à 37°.

Appareil pour prendre les gaz des hauts fourneaux, *système Hoff* : Tuyau du milieu, 0,28; entonnoir inférieur dudit tuyau, en bas 0,7; hauteur de ce tuyau de 0,25 à 0,27 du diamètre du gueulard. Épaisseur de la tôle, 12 à 15 mm. Les entonnoirs sont en tôle ou en fonte; dans le premier cas, on les arme aux fermetures, au moyen de bagues ou cercles en fonte.

Appareil pour prendre les gaz des hauts fourneaux, *système Ilseher* : Diamètre du tuyau central d'éconduite, au moins  $1/3$  du diamètre du gueulard. Si simultanément il n'y a pas d'écoulement latéral, on peut aller jusqu'à 0,4. Le tuyau central plonge environ 2 m dans l'intérieur du fourneau. Épaisseur du fer au-dessous du gueulard, 13 à 15 mm (13 en haut, 15 en bas); au-dessus du gueulard, l'épaisseur égale 5 mm. Dans le fourneau n° 3, de l'usine d'Ilseher, le cylindre du gueulard mesure dans sa partie supérieure 3,31 m, et dans sa partie inférieure, 3,77 de diamètre intérieur. Le tuyau central est en porte à faux dans le fourneau de 2,2 m à partir du gueulard, il a 2,5 m de long, 1,75 m de diamètre dans sa partie supérieure, et 1,95 dans sa partie inférieure. Un tuyau conique de 1,1 m de long réunit le tuyau dans le fourneau avec celui extérieur qui a 880 mm de diamètre.

Les tuyaux d'éconduite latéraux ont 450 mm de diamètre. La conduite allant au réchauffeur du vent est composée de tuyaux de 1,25 m de diamètre.

Appareil pour prendre les gaz *système Sattler* : Il trouve son emploi dans les plus vastes gueulards. Pour un diamètre de gueulard

de 4,708 m, le cylindre de gueulard mesure : en haut 0,418 et en bas 0,497 m de diamètre intérieur, de 15 à 20 mm d'épaisseur de paroi et 1,883 m de haut.

Pour purifier les gaz des hauts fourneaux, on emploie avec avantage les purificateurs par voie humide : Les appareils de Lorraine (S) ont une hauteur de 1,2 à 1,7 m un diamètre de 1 à 1,5 m, une longueur de 8 à 10 m. Dans l'usine Laura, les gaz descendent par un tuyau de 0,942 m de diamètre, jusqu'à 0,157 m au-dessus du niveau de l'eau, ensuite ils montent dans un premier tuyau circonscrit de 3,148 m de diamètre, d'où ils s'échappent latéralement. Épaisseur des tôles 6 mm.

#### k. Machines soufflantes.

L'air atmosphérique contient en moyenne 0,8 pour cent (en volume) de vapeur d'eau, et 0,04 pour cent (en volume) d'acide carbonique.

Il faut 4,286 parties (en vol.) d'air pour avoir 1 partie (en vol.) d'oxygène.

Il faut 4,241 parties (en poids) d'air pour avoir une partie (en poids) d'oxygène.

Dans nos contrées, le contenu dans l'air de la vapeur d'eau, est minimum en janvier et maximum en juillet. 1 m<sup>3</sup> d'air (pesant 1,2932 kg), saturé de vapeur d'eau, en contient :

à - 20° : 1,5 g	à 0° : 5,4 g	à + 20° : 17,1 g
- 15° : 2,1 g	+ 5° : 7,3 g	+ 25° : 22,5 g
- 10° : 2,9 g	+ 10° : 9,7 g	+ 30° : 29,4 g
- 5° : 4,0 g	+ 15° : 13,0 g	

Le degré de saturation est dans nos contrées à son maximum en décembre (0,862) et à son minimum en août (0,61). L'air sec se dilate pour 1°C. de 0,00367 de son volume. 1 m<sup>3</sup> d'air à 0° et sous une pression de 760 mm (colonne de mercure) pèse 1,2932 kg.

2. *Quantité de vent.* Celle-ci se détermine d'après la quantité de carbone à brûler devant les tuyères, laquelle dépend à son tour de la quantité de fonte brute à engendrer, et des qualités réfractaires du lit de fusion.

Pour 1 kg de charbon de bois, il faut 9 kg d'air à une pression effective de 0,075 atm. (soit 55 mm de mercure), dans le voisinage des buses ; pour 1 kg de coke, il faut 6 kg d'air à une pression effective de 0,25 atm. (soit 184 mm de mercure). Cette quantité d'air est suffisante pour brûler 60 % du carbone en CO et 40 % en CO<sub>2</sub>.

D'après la production journalière de fonte brute à produire (5 à 50 t), et d'après le nombre des buses, on calcule le poids d'air, en kg nécessaire par minute et par buse, et de là, le volume Q<sub>0</sub> en m<sup>3</sup> de cet air réduit à 0° C et à 760 mm de mercure.

3. *Pression du vent.* D'après la manière dont la matière se dispose dans l'intérieur des hauts fourneaux à coke, il existe dans ceux-ci

une pression  $h_4 = 0,06$  à  $0,1$  m de colonne de mercure; c'est pourquoi dans la conduite, près des buses, il faut une pression effective d'environ  $0,25$  kg par  $cm^2$  ou  $h = 0,184$  m de mercure.

Par suite de la perte due aux frottements, il faut, d'après G. Schmidt une pression  $h_4$  dans le régulateur déterminée par la relation.

$$h_4 = \frac{5}{4} h + 0,02 \text{ m de mercure.}$$

#### 4. Souffleries à cylindres.

##### a. Section des cylindres des machines soufflantes à double effet.

Soient :

S la section du cylindre en  $m^2$ ,

v la vitesse du piston en m par seconde,

Qs la quantité d'air en  $m^3$  à introduire dans le fourneau par minute et par buse; cette quantité d'air est supposée à la température et à la pression régnant dans la salle où se trouve la machine soufflante,

z le nombre des buses,

$h_4$  la pression effective dans le régulateur en m de mercure,

b la hauteur barométrique, en m, dans la salle contenant la machine soufflante. D'après G. Schmidt, à cause des pertes dans les conduites et au travers des clapets, et par suite des espaces nuisibles, il faut poser

$$S = 1,18 \frac{Qs}{60 v} \left( 1 + 0,21 \frac{h_4}{b} \right),$$

tandis que dans les machines soufflantes à tiroir :

$$S = 1,25 \frac{Qs}{60 v} \left( 1 + 0,21 \frac{h_4}{b} \right)^*.$$

β. La course du piston des cylindres soufflants est égale au diamètre lorsque celui-ci n'est pas inférieur à  $1,6$  m.

γ. Vitesse du piston v. Pour

une course de piston = 1 m la vitesse la plus convenable  $v = 0,8$  p. sec.  
 " " = 2 m " "  $v = 1,0$  "  
 " " = 3 m " "  $v = 1,2$  "

Dans la pratique, on dépasse la vitesse la plus convenable de 20 % et l'on va jusqu'à 2 m et plus.

δ. L'épaisseur des parois d'un cylindre de 0,94 m de diamètre = 20 mm, celle de cylindres de 1,57 à 1,88 de diamètre va jusqu'à 40 mm.

Le diamètre du piston est de 6 à 9 mm plus petit que celui du cylindre soufflant.

\*) G. Schmidt, Théories des souffleries à tiroir.

ε. Le diamètre minimum de la *tige du piston soufflant* comporte : 52 mm pour un diamètre de piston de 0,31 m ; 60 mm pour 0,62 m de diamètre de piston ; 65 mm pour 0,94 m de diamètre de piston ; 72 mm pour 1,25 m, etc,

ζ). La section des *clapets*, ou *soupapes d'aspiration*, doit être (d'après Redtenbacher), de  $1/10$  à  $1/9$  de celle du piston ; et d'après V. Hauer, celle des clapets de *refoulement* doit être égale de  $1/15$  à  $1/9$  fois la section du piston pour de faibles pressions, pour de plus grandes vitesses de piston.

Le rapport précité doit être égal à  $1/6$ , tandis que la section des clapets d'aspiration doit être égale de 1,5 à 2 fois la section totale des clapets ou soupapes de refoulement.

Le rapport des sections des soupapes à celle du piston, dans les souffleries silésiennes, est égal en moyenne à 1 : 10,7 pour les soupapes d'aspiration, et 1 : 15,6 pour celles de refoulement. En Angleterre, on prend pour ce rapport des valeurs plus considérables ; dans une machine Shelton, par exemple, le rapport des sections des soupapes d'aspiration et du piston, est 1 : 2,7, et le rapport des sections des soupapes de refoulement et du piston = 1 : 6,1.

Les soupapes sont le plus souvent des clapets, rarement des soupapes en forme d'assiette. Elles sont appliquées sur leurs sièges sous l'action seule de la pesanteur ; le plus souvent, on équilibre une partie du poids des soupapes au moyen de contrepoids ou de ressorts.

η. Le *rendement*, pour une exécution et un entretien soignés, peut dépasser 0,9, cependant en moyenne on ne compte que 0,7.

Les machines verticales, c'est-à-dire les machines à balancier et à action directe, sont celles qui conviennent le mieux pour les hauts fourneaux.

#### θ. Section de la conduite à vent.

Cette section doit être égale à  $1/20$  de la somme des sections de tous les cylindres à double effet. Pour la partie de la conduite comprise entre l'appareil réchauffeur et le fourneau, la section doit être augmentée, c'est-à-dire multipliée par le facteur  $(1 + 0,00367 t)$ , où  $t$  représente la température du vent réchauffé en °C.

#### 5. Calcul de la quantité de vent.

α. Étant donné une machine soufflante et un haut fourneau, calculer la quantité de vent refoulée ainsi que le rendement ou l'effet de la soufflerie.

Soient :

$h_1$  la pression manométrique effective du vent (en  $m$  de mercure), en supposant le manomètre placé perpendiculairement à la conduite du vent ;

$h_2$  la pression effective régnant dans l'ouvrage du haut fourneau (en  $m$  de mercure) ;

$d$  le diamètre des buses en  $m$ .

La quantité d'air, en  $m^3$ , par minute ; refoulée par buse est

$$Q = 18740 d^2 \sqrt{h_1 - h_2}$$

La quantité de vent  $Q_0$ , passant par minute, par buse, réduite à la température  $0^\circ\text{C}$  et à la pression  $0,76 m$  de mercure, s'obtient par la relation.

$$Q_0 = f\lambda M,$$

où  $f$  et  $\lambda$  sont des facteurs de correction à prendre dans les tableaux ci-après.

$f$  est le terme de correction ayant pour objet de tenir compte de la hauteur barométrique croissante  $b$  et de la température du vent  $t$  dans le voisinage de l'ouverture d'écoulement.

$\lambda$  est le facteur de correction tenant compte de ce qu'une variation de pression est toujours accompagnée d'une variation de température (loi de *Foissou*) ; ce facteur  $\lambda$  dépend de la hauteur barométrique  $b$ , de la hauteur manométrique  $h_1$  et de la pression ou tension  $h_2$  régnant dans le haut fourneau. Pour de faibles pressions, on peut, sans grande erreur, poser  $\lambda = 1$ .

TABLEAU DES VALEURS DU COEFFICIENT DE CORRECTION F.

$b + h_2$ , en m de mercure	Pour températures $t_1 = 0$ à $220^\circ\text{C}$							
	$0^\circ$	20	40	70	100	140	180	220°
0,60	0,87	0,84	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65
0,65	0,91	0,88	0,85	0,81	0,78	0,74	0,71	0,68
0,70	0,95	0,91	0,88	0,84	0,81	0,77	0,74	0,70
0,75	0,99	0,95	0,92	0,88	0,84	0,80	0,77	0,73
0,80	1,02	0,98	0,95	0,91	0,87	0,83	0,79	0,76
0,85	1,05	1,01	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,78
0,90	1,08	1,04	1,01	0,96	0,92	0,88	0,84	0,80
0,95	1,11	1,07	1,04	0,99	0,95	0,90	0,86	0,83
1,00	1,14	1,10	1,06	1,02	0,97	0,93	0,89	0,85
1,05	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,91	0,87
1,1	1,20	1,15	1,12	1,07	1,02	0,97	0,93	0,89
1,2	1,25	1,20	1,17	1,12	1,07	1,02	0,97	0,93
1,3	1,30	1,25	1,21	1,16	1,11	1,06	1,01	0,97
1,4	1,35	1,30	1,26	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00
1,5	1,40	1,30	1,30	1,25	1,19	1,13	1,08	1,04

$b + h_2$ en m de mercure	Pour températures $t_1 = 220$ à $550^\circ$ C.							
	220°	260°	300	350	400	450	500	550°
0,60	0,65	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52	0,50
0,65	0,68	0,65	0,63	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52
0,70	0,70	0,67	0,65	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54
0,75	0,73	0,70	0,68	0,65	0,63	0,61	0,58	0,56
0,80	0,76	0,73	0,70	0,67	0,65	0,63	0,60	0,58
0,85	0,78	0,75	0,73	0,70	0,67	0,65	0,62	0,60
0,90	0,80	0,77	0,75	0,72	0,69	0,66	0,64	0,62
0,95	0,83	0,80	0,77	0,74	0,71	0,68	0,66	0,64
1,00	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	0,70	0,68	0,66
1,05	0,87	0,84	0,80	0,77	0,74	0,72	0,69	0,66
1,1	0,89	0,86	0,82	0,79	0,76	0,74	0,71	0,68
1,2	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77	0,74	0,71
1,3	0,97	0,93	0,90	0,86	0,83	0,80	0,77	0,74
1,4	1,00	0,96	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77
1,5	1,04	1,00	0,99	0,92	0,89	0,86	0,83	0,79

TABLEAU DES VALEURS DU COEFFICIENT DE CORRECTION  $\lambda$ .

$b + h_2$ en m de mercure	$h_1 - h_2$ en m de mercure.				
	0,1	0,5	1,0	1,5	2
0,6	0,99	0,97	0,95	0,92	0,90
0,8	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92
1,0	1,00	0,98	0,97	0,95	0,94
1,3	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
1,6	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96

La quantité d'air  $Q_s$  par buse et par minute, exprimée en  $m^3$ , et réduite à la température et à la pression de l'espace d'aspiration se calcule au moyen de la formule

$$Q_s = f_i Q,$$

où  $f_i$  est un facteur dépendant de la hauteur barométrique  $b$  (en m),

de la température dans la chambre d'aspiration  $t_s$ , ainsi que de  $\frac{b}{\beta}$ , c'est-à-dire, du rapport de la hauteur barométrique moyenne à la hauteur barométrique réelle.

TABLEAU DONNANT LES VALEURS DU FACTEUR  $F_1$ .

$b$ en m de mercure	$\frac{\beta}{b}$	$t_s$ en degrés C =									
		-5	0	+5	10	15	20	25	30	35	40
0,809	0,94	0,923	0,940	0,957	0,974	0,992	1,009	1,026	1,043	1,061	1,078
0,792	0,96	0,942	0,960	0,978	0,995	1,013	1,030	1,048	1,065	1,083	1,101
0,776	0,98	0,962	0,980	0,998	1,016	1,034	1,052	1,070	1,088	1,106	1,124
0,760	1,00	0,982	1,000	1,018	1,037	1,055	1,073	1,092	1,110	1,128	1,147
0,745	1,02	1,001	1,020	1,039	1,057	1,076	1,095	1,113	1,132	1,151	1,170
0,731	1,04	1,021	1,040	1,059	1,078	1,097	1,116	1,135	1,154	1,173	1,192
0,717	1,06	1,041	1,060	1,079	1,099	1,118	1,138	1,157	1,176	1,196	1,215
0,704	1,08	1,060	1,080	1,100	1,120	1,136	1,159	1,179	1,199	1,219	1,238
0,691	1,10	1,080	1,100	1,120	1,140	1,161	1,181	1,201	1,221	1,241	1,261
0,679	1,12	1,100	1,120	1,141	1,161	1,182	1,202	1,223	1,243	1,264	1,284
0,647	1,14	1,119	1,140	1,161	1,182	1,203	1,224	1,244	1,265	1,286	1,317
0,655	1,16	1,139	1,160	1,181	1,203	1,224	1,245	1,266	1,287	1,309	1,330
0,644	1,18	1,158	1,180	1,202	1,223	1,245	1,266	1,288	1,310	1,331	1,353
0,633	1,20	1,178	1,200	1,222	1,244	1,266	1,288	1,310	1,332	1,354	1,376

La puissance ou l'effet de la soufflerie  $E$ , exprimée en  $kgm$ , par minute, se calcule au moyen de la formule

$$E = 0,227\psi Qh^4,$$

où  $\psi$  est un coefficient donné par le tableau ci-après :

TABLEAU DES VALEURS DU FACTEUR  $\psi$ .

$\frac{h^4}{b}$	$\psi$	$\frac{h^4}{b}$	$\psi$	$\frac{h^4}{b}$	$\psi$	$\frac{h^4}{b}$	$\psi$
0,04	0,99	0,3	0,91	0,9	0,79	1,8	0,67
0,06	0,98	0,35	0,90	1,0	0,77	2,0	0,65
0,08	0,98	0,4	0,88	1,1	0,75	2,2	0,63
0,1	0,97	0,5	0,86	1,2	0,74	2,4	0,61
0,15	0,95	0,6	0,84	1,3	0,73	2,6	0,60
0,2	0,94	0,7	0,82	1,4	0,71	2,8	0,58
0,25	0,92	0,8	0,80	1,6	0,69	3,0	0,57

β. Étant donnée la quantité d'air employée, déterminer le diamètre des buses ou la pression du vent.

On calcule d'abord  $Q$  au moyen de la formule

$$Q = \frac{Q^0}{f\lambda},$$

(où  $f$  et  $\lambda$  sont à prendre dans les tableaux précédents),  $Q^0$  représente la quantité en  $m^3$ , passant par buse, réduite à la température  $0^\circ C$  et à la pression 0,760  $m$  de mercure.

Avec  $Q$  et le diamètre donnée  $d$ , on détermine  $h_1 - h_2$ , ou si c'est  $h_1 = h$  qui est donné on peut déterminer  $d$  au moyen de la formule

$$Q = 18740 d^3 \sqrt{h_1 - h_2},$$

6. Dimensions de souffleries fonctionnant dans la pratique.

α. Fonderie royale de Gleiwitz. Il existe une machine soufflante de 86 et une autre de 150 chevaux. La première sert seulement de réserve et est construite d'après le principe des machines d'épuisement de Cornwall. La deuxième est pourvue d'un volant et travaille comme la première avec condensation et avec détente avec une pression de vapeur de 2,046  $kg$  par  $cm^2$ .

Course = 2,826  $m$ ; vitesse du piston = 79,072  $m$  par minute: soit 14 doubles courses par minute. Le cylindre à vent a 2,197  $m$  de diam. Les pompes sont commandées directement par les balanciers des machines; il existe cependant dans chaque salle de machine des pompes indépendantes. La machine de 150 chevaux suffit entièrement pour faire marcher le haut fourneau mentionné page 904; elle exige peu de réparations et elle a une marche régulière. Le régulateur à vent contient 115, 356  $m^3$ .

β L'Usine George-Matien a fait construire, en 1870, une machine soufflante horizontale; le cylindre à vapeur se trouve entre le cylindre soufflant et l'arbre de volant. Diam. du cylindre soufflant 2,825  $m$ ; diam. du cylindre à vapeur 1,334  $m$ ; diam. du volant 9,500  $m$ . Poids du volant 29.900  $kg$  (la jante seule 17500  $kg$ ). Le piston de la machine à vapeur a au milieu 250  $mm$  d'épaisseur et a comme garniture deux anneaux en fonte de 72  $mm$  d'épaisseur. La tige du piston est en acier Bessemer et a 183  $mm$  de diamètre, la tige du piston soufflant en fonte est creuse et a 365  $mm$  en diam. extérieur et 50  $mm$  d'épaisseur de fonte. Le piston dont la section est  $\Gamma$  est recouvert en avant et en arrière de disques de fer de 5  $mm$  d'épaisseur. La garniture est composée de feutre et cuir. La machine est à distribution à soupapes. Celles-ci sont à double siège; les soupapes d'introduction ont 270  $mm$  de diamètre et 40  $mm$  de levée. Les soupapes d'échappement 340  $mm$  de diam. et 45  $mm$  de levée. On travaille habituellement avec de la vapeur de 3,16 à 3,25  $kg$  de tension par  $cm^2$  avec introduction au 1/3 jusqu'aux 3/8; la machine fait de 20 à 22 révolutions par minute et fournit du vent à une pression de 0,32  $kg$  par  $cm^2$ .

γ. *Machine verticale Woolf* de l'usine *Lackenby* ((Lackenby iron works). Diam. des cylindres à vapeur 813 mm, du cylindre à vent 2,032 m, course 1,371 m. Pression de la vapeur dans les chaudières *Howard* 5 3/4 atmosph.

Le condenseur à surface a 1080 tubes de 19 mm de diamètre et une surface de condensation de 100,33 m<sup>2</sup>. Les pompes à air et de circulation ont respectivement 406 et 610 mm de diam. et 686 mm de course. Les soupapes à air sont des clapets en cuir. Ouverture libre d'aspiration = 0,789 m<sup>3</sup>, pour l'émission 0,5374 m<sup>3</sup>. Jeu entre le piston soufflant et les fonds 19 mm. Pression du vent 21 à 23 cm de mercure pour 22 tours du volant de la machine, la production hebdomadaire de deux hauts fourneaux = 1810 t.

#### 1. Ventilateurs.

Pour les calculs et les tableaux relatifs à des ventilateurs exécutés, voir page 765 et suivantes.

Pour un feu de forge, on peut compter de 0,02 à 0,03 m<sup>3</sup> de vent par seconde, et pour chaque 100 kg de fonte par le cubilot, il en faut de 60 à 75 m<sup>3</sup>.

Les ventilateurs suivants servent à fournir du vent comprimé, jusqu'à 400 à 450 mm de mercure.

#### VENTILATEURS DE SCHEER ET PÉTZOLD A BERLIN.

Diamètre de la roue à ailettes en mm.	Pour forges			Pour fonderies			Pour ventiler et sécher			Diam. en mm.		Poids en kg.
	Feu de 3 cm de diamètre,	Nombre de tours par minute.	Nombre de chevaux-vapeur	Nombre de quintaux de fer fondu à l'heure.	Nombre de tours par minute.	Nombre de chevaux-vapeur.	m <sup>3</sup> de vent par minute.	Nombre de tours par minute.	Nombre de chevaux-vapeur.	Des poeiles doubles.	De l'ouverture soufflante.	
350	1-2	3200	1/6	—	—	—	—	—	—	30	60	30
350	2-3	3200	1/4	—	—	—	—	—	—	40	90	40
270	2-4	4000	1/3	15	6000	1	20	3000	3/8	58 et 62,5	125	50
320	4-5	3500	3/4	15-25	5000	1,5	30	2500	1/2	60 » 80	150	90
400	8-12	3000	1 1/4	25-35	4000	2,5	45	2300	3/4	75 » 100	200	150
500	12-18	2100	2 1/4	35-60	3000	4,5	70	1500	1 1/2	100 » 125	250	250
650	18-30	1700	3 1/2	60-90	2500	7	120	1250	2	120 » 150	320	350
800	30-50	1400	5	90-135	2100	9	180	1100	3	160 » 200	400	350
1000	70-80	1000	7	135-240	1500	12	280	750	5	200 » 260	500	1250

\*) Appelés aussi fourneaux à manche, fourneaux à la Wilkinson.

## m. Fonderies de fer.

## 1. Refonte du fer cru au moyen de :

a. Creusets en terre réfractaire ou en graphite dans les fourneaux à creuset.

Charge maximum = 1000 kg.

Chaque 100 kg de fonte exige en moyenne 140 kg de coke. Déchet 20 à 25 %. La cuve du fourneau mesure 60 à 75 cm de haut et 35 cm de diamètre.

β. Cubilots<sup>\*)</sup>. Hauteur de la cuve pour l'emploi de coke : au moins 1,88 à 2,5 m, habituellement 3,14 à 3,45 m ; pour l'emploi de charbon bois, au moins 4,7 m ; la hauteur la plus convenable = 6,3 m. Diamètre à la hauteur des buses, 0,47 à 0,58 m dans les petits cubilots, et 0,94 à 1,83 m dans les plus grands.

La plus petite section de la cuve du cubilot doit avoir de 1 à 1,25 m<sup>2</sup> de surface par kg de fer à fondre. Le coke poreux exige une section de cuve supérieure à celle que demande le coke dense. Trou ou ouverture de coulée, 310 à 680 mm de large, 390 à 600 mm de haut ; il se trouve de 470 à 620 mm au-dessus du sol de l'usine. La sole a une épaisseur de 160 à 210 mm ; elle est composée d'un mélange bien damé d'argile réfractaire et de sable quartzeux.

La section totale des ouvertures d'arrivée du vent comporte généralement 1/2 à 1/3 de la plus petite section de la cuve.

Dans les fortes souffleries et dans le coke compact, les tuyères sont de 520 à 630 mm au-dessus de la sole, tandis que dans les souffleries faibles et dans le cas de charbon de bois léger, la distance indiquée varie de 310 à 390 mm.

Le nombre des tuyères croît avec le diamètre de la cuve, et peut devenir égal à 6 jusqu'à 8 ; souvent on dispose 2 à 3 séries de tuyères à une distance verticale les unes des autres, de 210 à 310 mm ; diamètre des tuyères, 53 à 104 mm ; dans les fourneaux à coke, il peut atteindre jusqu'à 210 mm.

A chaque charge on ajoute en pierre à chaux de 15 à 20 % du poids du coke.

Dépense en combustible pour 100 kg de fonte brute. Coke : de 6 à 30 kg, habituellement de 10 à 15 kg ; charbon de bois : 25 à 50 kg. Dans le cas d'air chaud et de fourneaux à coke de 1,57 m de haut et de fourneaux à charbon de bois de 4,7 m de haut, 100 parties en volume de coke remplacent 450 parties en volume de charbon de bois.

Pour la mise à feu d'un cubilot, on peut compter en moyenne 30 kg de coke et la même quantité de charbon de bois.

Par 100 kg de fonte, on emploie en moyenne de 60 à 75 m<sup>3</sup> de vent à une pression de 5 à 10 (rarement 15) cm de mercure dans le cas de coke, et de 2 à 3 cm dans le cas de bois.

Grandeur des charges. Par m<sup>2</sup> d'ouverture du gueulard, on peut

compter 80 kg de coke, et dans le cas de coke dense, renfermant au maximum 12 % de cendres, on peut admettre 15 à 16 parties en poids de fonte brute pour une partie en poids de coke.

*Déchet en fonte* : 3 à 10 %, habituellement 5 à 7 %.

*Cubilot d'Irlande* : En bas, 3 à 4, et en haut, 6 à 8 tuyères ; la section des tuyères à vent =  $1/4$  à  $1/2$  de la section la plus étroite de la cuve, les tuyères inférieures ayant une section totale double des supérieures.

Les deux séries de tuyères sont à une distance l'une de l'autre de 450 à 750 mm.

Dans les fonderies de fer de *Borsig*, il existe un cubilot dont la cuve mesure 785 mm de diamètre à sa partie supérieure, 942 mm à sa partie inférieure, 628 mm dans le plan des buses et 942 mm à la sole.

Hauteur de la voûte de coulée = 350 mm ; hauteur au dessus de la sole de la première rangée de tuyères = 942 mm ; de la deuxième, 1,412 m ; hauteur du cubilot jusqu'au gueulard = 4,498 m.

La rangée ou série supérieure a 8 tuyères de 65 mm de diamètre au maximum, celle inférieure en possède 4 de 130 mm. Dépense en coke, 12 %. Quantité fondue par heure = 2250 à 2500 kg.

*Fourneau de Krigar*. Le vent entre par un canal régnant autour de la cuve et par deux canaux en regard l'un de l'autre et perpendiculaires au canal entourant la cuve dans deux ouvertures voûtées, et de là dans le cubilot ; la somme des sections des deux canaux perpendiculaires =  $1/3$  à  $1/8$  de la section horizontale de la cuve.

Chacune des ouvertures voûtées a comme largeur intérieure de  $1/3$  à  $1/8$  du diamètre total de la cuve, la hauteur desdites ouvertures varie entre 400 et 700 mm, suivant que la fonte liquide se rassemble dans le fourneau ou qu'elle coule sur l'avant-foyer.

A Groeditz, il existe un fourneau Krigar produisant de 3000 à 4000 kg par heure. Du sol de l'usine jusqu'à l'arête supérieure de la cuve, il mesure 4,370 m ; jusqu'à l'arête supérieure de l'avant-foyer (Vorherd), 1,995 m ; l'avant-foyer du fourneau est rond et a 1,25 m de diamètre, et 0,800 m de diamètre intérieur. La cuve mesure dans œuvre, 0,600 m à la partie inférieure, et 0,800 m à la partie supérieure.

γ. *Fourneaux ou fours à reverbères*. Cette méthode n'est employée que dans les contrées où le combustible est très bon marché, ou bien dans le cas où on a à fondre de grosses pièces difficiles à fragmenter, ou bien encore lorsque la fonte brute doit changer de nature par sa fusion. Surface de grille libre =  $1/3$  à  $1/2$  de la surface de grille totale.

La section du four, au dessus de l'autel, est égale à la section de la cheminée = 0,5 à 0,7 fois la section de l'échappement (rampant ou renard), = 0,4 fois la section totale de la grille. La hauteur de la voûte au dessus de l'autel est, dans les petits fourneaux, d'environ

0,4 m, dans les fourneaux moyens et les grands fourneaux, 0,6 à 0,7 m.

Section du foyer = 3,5 à 4,5 fois la surface totale de la grille et il est de 2 à 3 fois plus long que large. Pente 1 à 2°. La hauteur de la cheminée, en m

$$H = 18,8 + \frac{25,1}{16d - 1}$$

où  $d$  représente le diamètre en m, ou le côté intérieur de la cheminée ronde ou carrée. Hauteur du pont de chauffe (autel) au-dessus du foyer : dans les petits fourneaux, 400 ; dans les fourneaux moyens et grands, 600 à 700 mm. Les barreaux de grille sont de 20 à 26 mm les uns des autres.

Un fourneau devant fondre par heure 50 kg de fonte brute, au moyen de houille, doit avoir environ les dimensions suivantes : Sole du foyer, 0,43 m<sup>2</sup> ; surface de grille totale, 0,11 m<sup>2</sup> ; surface de grille libre, 0,06 m<sup>2</sup> ; passage de la flamme et ouverture supérieure de la cheminée, 0,025 à 0,03 m<sup>2</sup> ; rampant ou renard, 0,01 m<sup>2</sup>.

La dépense en combustible pour 100 kg de fonte brute, suivant la teneur en cendres du combustible et suivant les qualités réfractaires de la fonte, peut varier de 50 à 90 % de houille ou de 100 à 130 % de bois.

Déchet, 6 à 9 %, maximum, 12 %.

Charge, 1250 à 15000 kg.

## 2. Détermination du poids des grandes pièces de fonte.

Le poids d'une grande pièce de fonte se calcule au moyen de la formule

$$G = \frac{a-1}{a} \frac{S}{s} M = xM,$$

où  $s$  représente le poids spécifique du modèle,

$S$  le poids spécifique de la pièce de fonte,

$M$  le poids absolu du modèle,

$a$  le nombre réciproque du retrait cubique ;

par exemple, si celui-ci est égal à 1/32 (cas de la fonte de fer),

$a = 32$ .

Le tableau suivant contient quelques valeurs du coefficient  $x$  ;  $\alpha$  est la valeur moyenne et  $\beta$  la valeur maximum de ce coefficient, telle qu'elle est prise dans l'usine hessoise Vekerhagen.

TABEAU DES VALEURS DE X \*)

Matière dont le modèle est fait.	Métal constituant la pièce						
	Fonte		Laiton	Tombac	Bronze	Zinc	Bronze de cloches ou de canons
	$\alpha$	$\beta$					
Pin.....	14	17,5	15,8	16,7	16,3	13,5	17,1
Sapin.....	14	17,5	15,8	16,7	16,3	13,5	17,1
Chêne.....	9,0	10,9	10,1	10,4	10,3	8,6	10,9
Hêtre.....	9,7	11,1	10,9	11,4	11,3	9,4	11,9
Tilleul.....	13,4	—	15,1	15,7	15,5	12,9	16,3
Poirier.....	10,2	13,0	11,5	11,9	11,8	9,8	12,4
Bouleau.....	10,6	13,5	11,9	12,3	12,2	10,2	12,9
Aune.....	12,8	13,5	14,3	14,9	14,7	12,2	15,5
Acajou.....	11,7	—	13,2	13,7	13,5	11,2	14,2
Laiton.....	0,84	0,95	0,95	0,99	0,98	0,81	1
Zinc.....	1	—	1,13	1,17	1,16	0,96	1,22
Étain (avec $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$ plomb).	0,89	1,11	1	1,03	1,03	0,85	1,12
Plomb.....	0,64	0,79	0,72	0,74	0,74	0,65	0,78
Fonte.....	0,97	—	1,09	1,13	1,12	0,93	1,18

Le retrait linéaire comporte, d'après Karmarsch, les valeurs suivantes :

Fonte de fer		Laiton		Métal de cloches	Métal à statues	Métal à canons	Zinc		Plomb		Étain sans addition de plomb		
$\frac{1}{98}$	$\frac{1}{95}$	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{63}$	$\frac{1}{82}$	$\frac{1}{72}$	$\frac{1}{130}$	$\frac{1}{97}$	$\frac{1}{65}$	$\frac{1}{104}$	$\frac{1}{86}$	$\frac{1}{173}$	$\frac{1}{120}$

Ou obtient les retraites des surfaces et des volumes d'une façon suffisamment exacte en multipliant les valeurs indiquées dans le tableau respectivement par 2 et par 3.

\*, D'après Karmarsch.

## V. — TRANSFORMATIONS DU FER.

## a. Fourns ou fourneaux à puddler.

1. *Dimensions habituelles des dits fourns.* La distance comprise entre les façades de deux fourneaux doit être au moins de 3,75 m. La distance de la porte du fourneau au cinglard ou au laminoir ébaucheur doit être la plus petite possible. La porte à feu est de 290 à 340 mm au-dessus de la grille et a environ 0,04 m<sup>2</sup> de section; les plaques en fonte de la sole ont de 50 à 80 mm d'épaisseur. Longueur de la sole 1,2 à 2 m, profondeur moyenne 15 à 25 cm; la largeur du foyer dans les fourneaux simples est égale à la longueur ou varie des 5/8 aux 3/4 de cette longueur; dans les fourneaux doubles, elle est égale à 1,5-2 m. La sole se trouve de 23 à 33 cm au-dessous de l'arête supérieure du grand autel, et de 20 à 26 cm au-dessous de la plaque de travail. La largeur du passage de la flamme = 3/4, celle du rampant 1/4 jusqu'à 1/3 de la plus grande largeur de la sole.

Porte de travail 0,14 à 0,21 m<sup>2</sup> de section.

Épaisseur de la voûte 16 à 21 cm, au grand autel, en moyenne 76 à 80 cm. Au pont de rampant ou petit autel 48 à 60 cm.

Grandeur du passage de la flamme = 1/2 de la surface de la grille, celle du rampant 1/5 à 1/7 de la surface de la grille. Le grand autel a de 310 à 390 mm de large; le petit autel a 255 mm de large et est environ 26 mm plus bas que le grand autel. La surface de grille = 0,75 à 0,8 m<sup>2</sup> dans les petits fourneaux, et 1,2 m<sup>2</sup> dans les grands. Hauteur de la cheminée = 12 à 18 m; si plusieurs fourneaux ont une cheminée commune, et si les gaz d'échappement sont utilisés pour chauffer la chaudière à vapeur, la cheminée peut atteindre une hauteur de 40 m et plus.

La section de la cheminée = 1/4 de celle de la grille. Charge 150 à 250 kg; dans les fourneaux doubles 300 à 500 kg. Durée de traitement d'une fournée 1 1/2 à 2 1/2 heures. Déchet 10 à 15 %. Déchet dans le puddlage à sec en moyenne 10 %. Dépense en combustible pour 100 kg de fer en loupes, 80 à 100 kg de houille ou 120 à 150 kg de lignite; dans le cas où le fer brut est préalablement chauffé, la dépense est de 75 à 90 kg dans le cas de chauffage préalable et de fragmentation de la fonte 65 à 85 kg. En moyenne, un four à puddler dépense par heure 110 kg de houille, et engendre 374 kg de vapeur pour 23,4 m<sup>2</sup> de surface de chauffe.

La fonte demande 25 à 45 minutes; si on fait usage de foyers avant-chauffeurs, il ne faut souvent que de 10 à 20 min. Les loupes sont le plus souvent d'un poids de 30 à 40 kg.

Lorsqu'on dispose d'une place suffisante, on installe des chaudières horizontales pour utiliser la chaleur rayonnée; par four on peut supposer une chaudière de 1,3 à 1,4 m de diamètre, 10 à 11 m de long, pour une pression intérieure effective de 4 à 5 atmosphères.

L'espace rempli par la vapeur correspond à 1/3, celui par l'eau, à 2/3 du diamètre de la chaudière. On n'emploie les chaudières verticales que lorsqu'on est limité par la place; diam. 1,3 à 1,4 m; longueur 10 à 12 m dont 7,5 à 9,5 m sont dans le feu. Le niveau de l'eau est de 0,3 m au-dessus du courant de flamme; distance du manteau réfractaire = 0,25 m.

*Kupelwieser* admet en moyenne :

	surf. de chauff. par fourneau.
Dans les chaudières horizontales et petits fourneaux	14,775 à 19,70 m <sup>2</sup>
» » » grands »	19,7 à 24,62 »
» » » verticales et petits »	19,7 à 24,62 »
» » » grands »	24,62 à 29,5 »

Dans les chaudières verticales, la surveillance est beaucoup plus difficile et les réparations sont plus fréquentes.

Habituellement on peut compter :

α. Que le surchauffage d'un four à puddler peut fournir de la vapeur en moyenne pour une puissance correspondant à 8 chevaux.

β. 1,6 m<sup>2</sup> de surface de chauffe par cheval-vapeur.

γ. 14 m<sup>2</sup> de surface de chauffe de chaudière par m<sup>2</sup> de surface de grille.

2. Four à puddler de *Dank*. Cylindre tournant, au milieu 1,65 m de diam; ouvertures 1 m; longueur 4,2 m.

Pour obtenir le revêtement intérieur, on prend un fer oligiste espagnol à 72,3 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5 SiO<sub>2</sub>; 4,1 CO<sub>2</sub>; 3,2 CaO; 1,2 MnO; 1,0 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 4,2 H<sub>2</sub>O chim., 7,8 H<sup>2</sup>O hygrom.; comme minerai en morceaux, il est convenable d'employer un fer oligiste composé de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> presque pur. La dépense en charbon en 24 heures comporte 5080 kg lorsque la charge est de 5000 kg et est fondue dans le cylindre.

Dans les usines de Cincinnati, la durée de traitement d'une charge = 76 à 90 minutes. La charge comporte 300 kg, rendement en fer ébauché = 300 à 305 kg. La quantité de fondants consommée par 100 kg de fer ébauché comporte 20 kg en minerais et 2 kg en grenaille de fer. La dépense en charbon est de 110 kg pour 100 kg de fer forgé fini.

3. Fours à puddler le fer à grain fin. Par journée de 12 heures, ils peuvent être chargés de 6 à 7 fois et travaillent avec fondants riches aux scories crues (parfois aussi on fait usage de substances renfermant du manganèse comme de la pyrolusite avec sel de cuisine); le léchet est de 9 à 14 %.

Si le produit doit être riche en carbone, le travail doit se faire encore plus lentement; dans les fours à puddler l'acier, on ne peut traiter que 5 à 6 charges par 12 heures avec une dépense en houille de 150 kg par 100 kg de fer en loupes. La fonte d'affinage doit être très riche en manganèse ne contenant ni phosphore, ni soufre : la fonte blanche miroitant est celle qui convient le mieux pour l'affinage.

4. Les fours à puddler doubles employés dans plusieurs usines débitent en 24 heures de 13 à 16 charges de 400 à 500 kg avec déchet de 9 à 11 %. Ces fours ont une sole de 1,4 m de long et 2 m de large se trouvant à une distance de 680 mm de la voûte; la grille horizontale a 1,17 m de long et 1,38 m de large.

**b. Décarburation de la fonte par le procédé Bessemer ou acier Bessemer.**

**1. Fourneau ou fours de refonte.**

a. *Fer cru.* Dans le nord de l'Amérique, on emploie les fourneaux dits de *Mac-Kenzie* avec sole mobile et à 6 tuyères ovales séparées. Diam. du fourneau 1,52 m. La cuve de 4,27 m de haut se rétrécit de 10 à 12 cm à la hauteur des tuyères. Les tuyères sont à 1,22 m au-dessus de la sole; l'ouverture à la scorie se trouve dans la face postérieure à 0,9 m au-dessus de la sole. Les élévateurs ou monte-charges hydrauliques sont calculés pour 2 t, ils ont une course de 10 à 14 m et sont commandés par un cylindre hydraulique de 23 à 26 cm de diamètre et de 5 à 7 m de course. Les fours livrent toutes les 30 à 45 minutes, 5 tonnes de fer fondu.

La durée de travail d'un fourneau n'est pas inférieure à 12 heures; elle est souvent égale à 24 heures; après ce temps seulement, on met à feu un second fourneau. Dans l'usine de *Cambria*, les fourneaux peuvent traiter sur un lit de coke de 500 kg, 450 à 500 charges de 1000 kg de fer, 150 kg de coke et de 25 kg de pierre à chaux avant d'être mis hors de service.

β. *Fonte blanche miroitante ou fonte lamelleuse.* Habituellement on emploie 2 petits cubilots se remplaçant mutuellement; ils ont de 3,66 à 4,27 m de haut, de 0,6 à 0,9 m de diamètre et 4 buses circulaires de 64,5 à 77,5 mm de diamètre, avec 1 kg de coke, ou fond de 2 à 3 kg de fonte blanche miroitante.

2. *Convertisseurs.* Un convertisseur de 5 à 6 t a un diam. de 1,5 à 1,8 m dans la partie verticale cylindrique de 1 m de haut. Hauteur totale 3,20 m; diamètre au fond du cubilot 1 m; la partie cylindrique a 0,8 m de haut. Partie supérieure jusqu'à l'ouverture 1,8 m de haut; l'ouverture elle-même n'a que 0,5 m de diam.; revêtement 0,3 m d'épaisseur.

Les convertisseurs de 8 à 10 t; au ventre 1,75 m, au fond 1,29 m de diam., 0,314 m d'épaisseur de paroi, 0,445 m d'épaisseur de fond. Le fond du convertisseur possède 7, 12 ou 13 tuyères ayant chacune 7, 12 ou 13 buses de 11 mm de diam. La section de passage du vent correspondant à chaque tuyère est de 6,5 à 7 cm<sup>2</sup> pour 2 atmosphères de pression. Un fond peut supporter de 12 à 20 charges, un revêtement 80 charges, si on ne lui fait subir aucune réparation, et de 200 à 400 charges s'il est entretenu.

Pour une paire de convertisseurs, on doit avoir 8 soles ou fonds de rechange. Un fond en briques demande pour sa confection de 12

à 15 heures; une sole fondue entièrement ou damée demande pour le séchage de 96 à 120 heures.

Dans les aciéries *Edgar-Thomson*, le nombre moyen de  $t$  par cubilot = 655,86, par revêtement de convertisseur 12330, par sole de convertisseur 90, par chaudière 91,62, par coquille 110. Dans les usines « *Koenigin Marienhütte* », les soles (brevet *Ruhle*) sans tuyères résistent à 26 opérations et avec tuyères à 12,5 opérations; dans le cas d'un fond patenté, la matière réfractaire coûte 20,70 fr.; dans le cas d'un fond ordinaire, elle revient à 31,62 francs, y compris les buses; la durée d'action de la machine soufflante varie entre 16 à 18 minutes et 12 à 14 minutes.

Les convertisseurs sont à une distance les uns des autres de 10 à 11 m; dans les fourneaux à manches, les soles recevant la charge sont à 10 à 12 m; le sol de coulée à 6 à 8 m et le niveau des axes de rotation à 3,5 m au-dessus de l'aire de la fonderie, qui, elle, est à 1,2 m au-dessus de la fosse de coulage (d'après *Wedding*).

3. *Relation entre la consommation en combustible et la production.* Pour 1,000 kg acier en blocs, on compte, si on emploie les fours à manches, 150 à 170 kg de coke ou 320 à 400 kg de houille. Nombre des charges en 24 heures, en Westphalie, 24 à 30; en Amérique, 30; assez souvent 40 à 45 (exceptionnellement 54). Un traitement dure en moyenne 13 minutes.

Pour la recarbonisation, on emploie de la fonte blanche miroitante avec 10 à 12 et même 15 % de *Mn* ou un ferro-manganèse contenant de 25 à 87 % de *Mn*. Pour l'acier de rail, la masse de recarbonisation se compose de 2 à 8 % de fonte blanche miroitante et 7 à 11 % de déchets d'acier.

Deux charges faites par le docteur Müller à *Onasbrück*, lesquelles charges se composaient de 2/3 de fer cru gris de l'usine *Georgs-Marie* et de 1/3 de fer oligiste cru anglais, avec addition de 7 % de fonte blanche miroitante, on donne les résultats de marche suivants :

CHARGE N° 1.

Contenu en % de	Charge	Après 5 minutes	Après 10 minutes	Après 18 minutes	40 sec. après la recarbonisation
c	3,46	2,71	1,417	0,092	0,105 } 0,103 }
β. c	3,18	—	—	—	—
Si	1,94	1,07	0,79	0,532	0,346 }
	1,92				
Mn	2,99	1,92	1,36	0,538	0,621

## CHARGE N° 2.

Contenu en % de	Charge	Après 5 minutes	Après 9 minutes	Après 14 minutes	Après 16 1/2 minutes	15 sec. après la re-carbonisation
C	3,39	2,69	1,591	0,419	0,046	0,142
$\beta$ C	3,10	0,438	0,251	0,223	0,019	0,104
Si	1,73	1,02	0,927	0,943	0,514	0,445
Mn	2,63	2,29	1,84	0,945	1,44	0,716

Le graphite ( $\beta$ C) était toujours combiné à du fer, et cette combinaison correspondait à peu près à la formule Fe C<sup>2</sup>.

Le laitier était a) brun jaune et amorphe, b) cristallin, c) brun foncé cristallin composé de cristaux de 1,5 cm de grosseur ; les 3 modifications contenaient :

SiO <sup>2</sup>	MnO	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
a) 53,5	36,5	6,7	—	—
b) 52,7	38,2	6,5	—	—
c) 43,73	45,41	9,04	1,99	Traus

Lorsque le travail a lieu à la sortie du haut fourneau, le déchet est de 10 % ; dans le cas contraire, le déchet (y compris celui dans le cubilot) comporte outre 12 % encore 3 à 7 % de déchet et 2 à 4 % de pièces manquées. La perte totale jusqu'au moment où les barres d'acier sont terminées = environ 16 à 20 %.

## 4. Machines auxiliaires.

a. Soufflerie Bessemer. Ce sont habituellement des souffleries à cylindres, fournissant une pression effective de 1,46 à 1,54 kg par cm<sup>2</sup>. La pression du vent comporte au commencement 1,17, jusqu'à l'affinage premier 1,46 ; ensuite elle descend jusqu'à 1,24, à la fin elle est de 1,5 à 1,7 kg par cm<sup>2</sup>. Pour une charge de 1 t, on emploie environ 3,3 m<sup>3</sup> de vent par minute. Les cylindres sont refroidis.

dis avec de l'eau, les pistons sont à garniture automatique. On emploie comme soupape d'introduction des soupapes forme assiette, pour les soupapes de refoulement on peut aussi faire usage de disques en caoutchouc.

Pour le calcul de la *quantité de vent*, on peut répéter ici ce qui a été dit page 208 sur les souffleries des hauts fourneaux; en désignant par  $h$  la hauteur de la masse de fer liquide dans le convertisseur en  $m$ , multipliée par  $\frac{7,3}{13,6} = 0,54$  (c'est un moyen approximatif, car la tension des gaz dans le convertisseur doit être encore un peu augmentée).

*Dimensions de souffleries Bessemer existantes.*

1. *Bessèges*. Machine jumelle à balancier syst. Woolf. Diam. du petit cylindre à vapeur 0,655  $m$ , du grand 1,14  $m$ , celui du cylindre à vent = 1,08, celui de la pompe à air 0,6  $m$ ; les courses correspondant aux diam. sus-mentionnés sont respectivement 1.861  $m$ , 2,5  $m$ , 2,5  $m$  et 1,25  $m$ . La tension maxima de la vapeur = 5 atmosph. ; pression du vent maxima = 175  $cm$  de mercure; avec introduction aux 2/2 dans le petit cylindre; vide dans le condenseur 68 à 70  $cm$  de mercure; nombre de tours maximum 23 (avec charge de 8 à 10  $t$ ); minimum du nombre de tours = 2 par min. La machine dépense 11  $kg$  de vapeur par heure et cheval indiqués pour un degré d'introduction = 1/12 correspondant à une puissance de 212 chev. vap. Par rapport à l'ancienne machine à marche rapide, l'économie en combustible comporte 2.4  $t$  en 24 heures.

2. *Usine royale*. Machine horizontale jumelle avec cylindres à vent ayant chacun 1,57  $m$  de diam. et de course, les cylindres à vapeur ont 1,334 de diam. et 1,57 de course; elle engendre pour 18 à 20 tours, 55,64 à 61,83  $m^3$  de vent par min. à une pression de 1,32 à 1,33  $kg$  par  $cm^2$ ; poids du volant 25  $t$ . L'entrée de l'air dans le cylindre se fait par le moyen de soupapes en assiette; la sortie, par des soupapes à disques en caoutchouc.

3. *Grues*. Pour le service de la fosse de coulée, il faut 3 grues hydrauliques ayant une puissance de 10  $t$  chacune; rayon d'action ou portée, 6,2 à 7  $m$ ; course, 3 à 3,2  $m$ ; diamètre du piston, 32  $cm$ .

Les grues pour chaudières sont calculées habituellement pour 12  $t$ ; le piston hydraulique a de 40 à 51  $cm$  de diamètre, et 1,7 à 2  $m$  de course. Rayon d'action ou portée maximum = 4,3 à 4,5  $m$ .

Pour marche convenable, il faut de 12 à 15 chaudières.

4. *Pompes*. Pour 2 convertisseurs, il faut 8 pompes à piston, de 20  $cm$  de diamètre et 40  $cm$  de course.

5. *Accumulateurs (Armstrong)*. Pression par  $cm^2$ , 20 à 30  $kg$ , diamètre du piston = 45  $cm$ ; course, 2 à 2,5  $m$ .

6. *Machines pour la manœuvre des convertisseurs*. Elles sont toujours à double effet. La plupart du temps, ce sont des machines verticales;

sur le continent elles ont leurs cylindres vers le bas. Diamètre du cercle primitif de la roue motrice sur l'axe du convertisseur 600 à 800 mm. Roue motrice en fonte d'acier ou de fer, dans ce dernier cas, il faut des nervures circulaires latérales allant jusqu'à l'extrémité des dents.

Les crémaillères doivent toujours être en très bon acier. Dans un convertisseur recevant une charge de 7,5 t et ayant une roue motrice de 700 mm de diamètre, le pas = 110 mm, la largeur des dents, 180 mm. Course du piston, pour  $3/4$  de tour du convertisseur, 1600 mm; pour 1 tour complet, environ 2200 mm. Pour une charge de 7,5 t et 600 à 800 mm de diamètre de roue, la pression sur le piston et sur les dents = environ 20 t, en supposant 10 atmosphères de pression d'eau et 500 mm de diamètre de piston. Le piston est en fonte ou en acier, le plus souvent massif, avec garniture en cuir, croutchouc ou gutta-percha.

6. Four à réchauffer.

*α. Pour lingots et paquets.* Sole 6,3 à 6,23 m de long, 3,35 à 2,13 m de profond., 0,71 à 0,86 de haut; le four contient 16 lingots. Les fours Siemens ont ordinairement 3 à 4 portes et contiennent de 6 à 8 lingots. Un four rend 6 charges en 12 heures. Déchet, 1 à  $1/2$  %. Le plus souvent, il y a 3 fours en action.

*β. Pour lingots denses.* Foyer, en moyenne, 2,75 à 3 m de long, 1,75 de profond., 0,66 m de haut; par journée, 6 à 7 chaudes de 7 à 8 lingots. En Amérique, il y a le plus souvent 4 de ces fours contenant chacun 20 loupes (blooms); 6 charges peuvent être faites en 12 heures.

7. Exemples de fours en marche dans la pratique.

*α. Usine royale.* 2 convertisseurs de 9 à 10 t à une distance de 6 m l'un de l'autre; l'axe du convertisseur est à 2,8 m au-dessus du sol de l'usine. Il y a toujours un convertisseur qui est en activité et on peut traiter en 24 heures de 20 à 24 charges de 9 à 10 t. Pour refondre le fer cru, il existe 3 cubilots de 1,1 m de diam. de cuve (dont un en activité), en arrière des convertisseurs, et sur une plate-forme située à 4,3 m au-dessus du sol de l'usine, se trouvent encore 2 fourneaux à manche pour fonte « spiegel »\* de 0,7 de diam. intérieur de cuve, 2 monte-charges hydrauliques enlèvent les matériaux sur la plate-forme de gueulard à 9,3 m de haut. Une machine jumelle de 0,314 m de diam. de cylindre, 600 mm de course et 75 à 80 tours par minute conduit 2 souffleries Root dont l'une, faisant 320 tours par minute, engendre du vent à une pression de 70 mm de mercure pour un grand et un petit fourneaux à manche. Pour changer les fonds des convertisseurs, on se sert d'appareils élévatoires hydrauliques. La fosse de fonderie a 11,4 m de diam. et 1 m de profondeur; la grue de fonderie a un piston plongeur de 63 mm de diam. et 2,35 m de course, le déchargement peut s'effectuer jusqu'au milieu de la

\* Ou fonte blanche miroitante.

chaudière, à 5 m; outre cela, il existe au bord 4 grues hydrauliques dont deux, les antérieures, servent pour les coquilles et les lingots, avec un diam. de piston de 430 mm, 2,7 m de course, 6,6 m de rayon d'action et calculées pour enlever 5 t; les deux grues postérieures servent aux chaudières, aux convertisseurs et comme grues de fonderie et ont 560 mm de diam. de plongeur, 3,2 m de course, un rayon d'action de 6,6 m et sont calculées pour enlever 10 t. L'usine comprend 2 pompes foulantes horizontales mues par la vapeur et faisant en moyenne 35 tours par min. avec diam. de piston de machine à vapeur = 0,425 m, 0,15 m de diam. de piston plongeur et 0,45 m de course commune; elles alimentent un accumulateur de 0,680 de diam. de piston plongeur, 5,2 m de course et enlèvent une charge correspondant à 25 atmosph. de pression intérieure.

β. *Ebbw-Vale* (Angleterre). 3 fosses de fonderie avec chacune 2 convertisseurs revêtus d'une composition réfractaire; 2,25 m de diam., la sole a 1,2 m de diam. avec 16 tuyères de 0,5 m de haut; toutes percées de 13 trous de 10 mm de diam. Pour chaque fosse il faut, pour la fonte brute, deux grands cubilots de 1,4 m de diam. à l'ouvrage et 1,2 m à la sole (3 m de haut, à 2 tuyères, à 0,5 m au-dessus de la sole ou fond du cubilot) et pour la fonte « spiegel » 2 fours plus petits (1,5 de haut 0,8 m de diam. intérieur, 2 tuyères). Un grand fourneau traite en 12 heures 6 charges de 6,5 t et emploie 10 % de coke et de 4 à 5 % de calcaire. La fonte brute employée a) et l'acier engendré b) contiennent en %.

Fe	βC	C	Mn	Si	Ca	S	P
a) 92,7	3,10	0,35	2,4	1,35	—	—	—
b) 99,478	—	0,292	0,436	0,011	0,016	0,012	0,061

Grandeur de la charge 5500 kg. Après 20 à 25 minutes on ajoute 8 à 10 % de fonte « spiegel » avec 14 % de Mn. Les lingots pèsent 500 kg. 2 convertisseurs font 12 opérations en 24 heures. Une installation comprenant 2 fosses de fonderie en activité fournit hebdomadairement 800 t.

#### c. Acier Thomas.

En 1884, il existait, en Europe, 36 usines qui fabriquaient, d'une façon régulière, l'acier Thomas et en fournissaient, par mois, environ 30000 t.

Cet acier est aussi bien travaillé en sortant directement du haut fourneau qu'après double fusion ou qu'en marche mixte. En général,

on donne la préférence à la fonte blanche; cependant, à Eston, on prend moitié fonte grise, moitié fonte blanche.

Les fontes suivantes peuvent être traitées :

Contenu en ‰	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P	1,75	2,0	2,5	2,5	2,5	2,0	2,2	3,0	2,0	2,0	1,0
Si	1,2	1,0	0,5	0,5	—	0,7	0,8	0,5	0,7	1,3	1,0
Mn	0,35	1,0	2,0	1,7	1,0	—	1,2	2,0	1,0	1,7	1,6
S	de 0,10 à 0,20										

D'après *Tunner*, les frais d'installation à Horde, par tonne d'acier Thomas fabriqué = 96 fr. 50, tandis que le procédé ordinaire revient à 116 fr.; dans les usines autrichiennes, les chiffres précités sont respectivement : 132 fr. 35 et 123 fr. 50.

En général, on peut compter pour le coût supplémentaire du procédé basique une moyenne de 21 fr. 25 par tonne de lingot.

Lorsqu'on emploie des fonds mobiles, la pose d'un fond demande 1,5 à 2 heures et coûte 7 fr. 25 (comme pour l'acier Bessemer). Pour chaque ‰ en phosphore, on compte 7 à 7,5 ‰ de chaux fraîchement cuite comme fondant.

Déchet d'acier, 10 à 11 ‰. Ouvertures pour le vent, 10 à 11 cm<sup>2</sup> par t de la charge pression du vent, 1,75 atmosph.

Exemples d'installation existant dans la pratique :

1. *Horde*. Les convertisseurs ont à la sole 1,25 m de diam. intérieur. A une hauteur de 600 mm ils s'élargissent et deviennent des cylindres de 1,84 m de diam. intérieur. L'ouverture a 0,58 m de diam. et se trouve respectivement à 4,025 et 4,38 m au-dessus de la sole. L'épaisseur de celle-ci comporte 0,325 m; épaisseur du revêtement 0,2; épaisseur de la tôle = 12 mm. Du milieu du convertisseur jusqu'au milieu du tuyau à vent 1,375 m. Le tuyau à vent a 0,125 m de diam. intérieur. Le tuyau à vent de la machine soufflante a 0,175 m de diam. intérieur. La sole a 12 buses ayant chacune 6 ouvertures de passage d'environ 12 mm de diam. (la section de tous les trous à vent = environ 34 cm<sup>2</sup>). Pression du vent 1,4 à 1,9 atmosph. Grandeur des charges 7 à 7,5 t. 3 convertisseurs sont réunis pour une fosse de fonderie. Une sole damée peut traiter de 8 à 9 charges et coûte environ 185 fr.

Pour fondre de la fonte brute dans des cubilots, on emploie 17 kg de coke pour 100 kg de lingot. Pour fondre la fonte « *spiegel* » dans de petits fours à reverbères, pour le service de la soufflerie et des pompes, pour le chauffage des convertisseurs et chaudières, on peut

compter en nombre rond de 50 à 60 kg de houille par 100 kg de lingot. On ajoute en chaux de 18 à 20 % du poids de la fonte brute. Le soufflage dure 17 minutes, le soufflage final 3 minutes. Pour l'échantillonnage il faut environ 5 minutes. Pour les bandages, on ajoute à la fonte brute 7 % de son poids en fonte blanche miroitante et 2 % de ferro-manganèse. Durée de la fusion 12 minutes. Déchet 17 %.

Le fer engendré avec 0,15 à 0,05 % de C rompant à 41,5 kg par mm<sup>2</sup> et dont la contraction comporte environ 60 %, peut être employé très avantageusement pour les broches, les fers profilés, les traverses de chemins de fer, les tôles, les rivets, etc. Les fils de fer de 37 kg par mm<sup>2</sup> de résistance contiennent 0,1 % de C, 0,3 % Mn, 0,02 à 0,04 P, et des traces de S et Si. Les rails de chemin de fer contiennent 0,25 % C, 0,25 % Mn, 0,1 % P. Les bandages, les axes, etc., rompent à 50 kg par mm<sup>2</sup>.

2. *Acidries rhénanes*. 4 convertisseurs en 2 divisions. Pour chaque paire de convertisseurs, il faut 3 cubilots pour la fusion de la fonte brute avec deux plus petits pour la fonte miroitante. Une charge contient 3 t de fonte d'Ilseder, 1 t de fonte luxembourgeoise et 0,5 de Grünbacher (Siegener, contenant du manganèse) : au tout 4,5 t de fonte blanche et 1,5 t de fonte grise (Cleveland). Après la fusion de la fonte brute, elle contient de 1 à 2,5 % de Si, de 1 à 1,25 % de Mn, 1,7 à 2 % P. L'acier des rails contient de 0,25 à 0,3 % de C, 0,06 à 0,09 % P, 0,3 % Mn et des traces de Si. Le fondant calcaire contient 18 %. L'addition en fonte blanche miroitante 7 %; lorsque celle-ci ne contient que 11 à 12 % de Mn, on jette dans les convertisseurs 1/2 % de ferro-manganèse avant l'introduction de la fonte « spiegel. » Durée de soufflage : 13 1/2 à 16 1/2 minutes. Le soufflage subséquent ininterrompu comporte 5 minutes; l'échantillonnage également 5 minutes. Le deuxième soufflage subséquent comporte de 15 à 20 secondes. Le deuxième échantillonnage encore 5 minutes, c'est-à-dire il faut un peu plus de 30 minutes jusqu'au moment de l'addition de la fonte miroitante. La fonte miroitante est ajoutée 10 minutes avant la coulée, et la coulée de 25 lingots demande de rechef 10 minutes; le traitement d'une charge demande environ 50 minutes.

En 12 heures, on peut traiter 9 charges. Les soles sont damées, elles sont avec ou sans buses, mais toujours avec 45 trous à vent de 15 mm de diam.; la pression du vent = 2 à 1,4 atmosph. Les soles peuvent supporter le plus souvent 8 et rarement 12 charges. Déchet = 15 %. Les lingots à section octogonale sont ramenés à la section carrée d'environ 150 mm de côté au moyen d'un marteau-pilon de 15 t, et ensuite ils sont livrés aux laminoirs.

3. *Teplitz*. D'après Ehrenwerth, on traite la fonte brute de Ilseder avec 2,0 à 2,4 % P, 0,01 à 0,1 % Si, 3,0 % C, 2,333 % Mn, 0,019 % Ca et au maximum 0,02 % S. La sole comprend 6 tuyères à 7 buses de 13 mm de diam. Une sole résiste à 17 jusqu'à 34 charges (en

moyenne 25 charges), le revêtement à 60 charges; il faut, par charge, de 2 à 8 tuyères. Durée de soufflage par charge, environ 10 minutes, les 3 minutes de soufflage final comprises (machine soufflante 300 tours). Une charge consiste en 6000 kg de fonte brute d'Iseder, 50 kg de déchets, 60 kg de ferro-manganèse (13 à 17 % de Mn), 850 kg (14 %) de chaux calcinée. Le fer en fusion contient 0,15 % C; le laitier, 15 à 20 % du poids en fonte brute, 2 à 4 % Si O<sub>2</sub>, 20 à 25 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,2 % Fe. L'acier de rails contient 0,38 à 0,42 % C, 0,01 à 0,6 % P (en moyenne 0,03 à 0,04 %). Le déchet y compris la recarboneurisation comporte de 12 à 14 % non compris 1 % de fer dans le laitier.

4. *Kladno*. Une charge se compose de 6 t de fonte brute (avec 1,5 % P, 1 % Mn et 0,6 % Si), 0,9 t (= 15 %) de chaux, 0,4 t (= 6 2/3 %), fonte miroitante (avec 8 à 10 % de Mn), arrivant rouge dans les chaudières. La fonte brute est fondue dans des cubilots avec 12 % de coke. La sole se compose de 100 parties de débris de briques et de 7 parties de goudron de houille purgé d'eau, avec 80 buses; le séchage s'opère en 7 jours; la sole résiste à 10-12 charges et le revêtement à 60-80 charges. Déchet, la refonte comprise, 14 à 15 %. Par 24 heures on peut traiter de 12 à 16 charges. Le laitier contient 8,08 % SiO<sub>2</sub>, 55,3 % CaO et MgO, 12,01 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12,56 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3,04 % FeO, 4,4 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et 5 % MnO.

#### d. Décarburation du fer dans les fours à reverbères.

*Généralités*. Longueur de la sole, 4 à 5 m; largeur, 2 à 3 m; hauteur sous la voûte, 0,8 à 1 m; la sole (4 à 9 parties de sable quartzéux, 1 partie d'argile réfractaire) a 15 à 20 cm d'épaisseur. L'addition de fonte miroitante comporte 6 à 10 % du poids de la fonte brute; il suffit de 1,3 % de ferro-manganèse. Souvent il y a 10 fois plus de fer que de fonte brute.

Le foyer peut contenir 1,5 à 8, rarement jusqu'à 12 t. Déchet en moyenne 6 à 8 %, souvent 10 %, avec le déchet dans les coquilles, etc., environ 14 %. On fait 3 chaudes en 24 heures; la dépense en houille, dans les petits fours, est d'environ 100 %, dans les grands, d'environ 60 % du produit fini.

Les frais d'installation d'un four comportent.

##### Production mensuelle :

15600 francs pour 120 t;	contenu 2 t;	1 générateur et carneau.
19400 " " 180 t;	" 3 t;	2 générateurs et carneaux.
24400 " " 250 t;	" 5 t;	2 " "
31250 " " 350 t;	" 7,5 t;	4 " "
33125 " " 400 t;	" 10 t;	4 " "

100 kg de fer en barres demandent 122 kg de lingots pour un déchet de 9 %. Dépense en houille à gaz, 70 %. Dépense en pierres,

matériaux à foyers, coquilles, garniture de feu, etc., 0,875 fr. pour les petits fours, et 0,6875 fr. pour les grands fours pour chaque 100 kg de lingot.

*Exemples d'exécutions.* Dans les usines *Gutehoffnung*, les charges de 5,000 kg devant fournir des fers ayant une résistance à la rupture par traction d'environ 45 kg par mm<sup>2</sup>, 60 % de contraction et 33 % d'allongement, pour un diamètre de tige de 11 mm, sont composées en gros de la manière suivante : 8 % de fonte brute Bessemer (Oberhausener, 60 % de lingots d'acier, 20 % de rognures de tôle d'acier, 12 % de rognures de tôle de fer et en plus, à la fin de l'opération de 1 à 3 % de ferro-manganèse (60 % Mn). Les matières sont introduites simultanément, les rognures de tôle seulement sont introduites au fur et à mesure de l'opération d'après la fluidité du mélange. Les matières, non compris le ferro-manganèse, sont dans le mélange dans la proportion (en %), suivante :

C	Si	P	S	Mn	Cu
0,497	0,48	0,089	0,016	0,86	0,002

Après 7 à 8 heures de marche, lorsque le mélange a acquis sa plus grande chaleur, l'analyse donne :

0,06 | 0,10—0,15 | 0,99 | 0,02 | traces | —

Pour éloigner maintenant Si on introduit environ 17 % de minerai pur (par ex. Minerai-Mokta) et le mélange est bien remué : il contient alors :

0,03—0,05 | traces | 0,09 | 0,02 | traces | —

L'addition du ferro-manganèse ajoute les % suivants :

0,066 | 0,018 | 0,002 | traces | 0,82 | traces

Le mélange sans déchet contient maintenant :

0,11 | 0,02 | 0,092 | traces | 0,82 | —

Mais les lingots contiennent :

0,08—0,12 | traces-0,01 | 0,09 | traces-0,03 | 0,30-45 | —

0,52 à 0,37 % du Mn vont dans les scories, c'est pourquoi on doit opérer la coulée très vite après l'addition du ferro-manganèse. En 2½ heures on peut traiter de 2 à 3 charges de 5,000 kg. Déchet 3 à 8 % ; dépense en charbon 40 à 70 % de la production. Un four supporte suivant la nature de la pierre de 30 à 120 charges.

*Usine Siemens-Martin à Graz.* 2 fourneaux de fusion pour charge de 10 t et 1 pour charge 5,5 t ; ces fourneaux comprennent 8 générateurs ou gazogènes. Dans les fourneaux se réunissent gaz et air, d'abord sur la sole proprement dite, ensuite le mélange s'écoule dans une direction fortement inclinée par rapport à la sole du fourneau ;

par ce moyen la durée des fourneaux, qui correspondait auparavant à 30-40 charges, est montée jusqu'à 150 et 230 charges; de plus, par ce moyen, la matière traitée est débarrassée plus rapidement de C.

Les fourneaux réchauffeurs avec générateurs *Bicheroux* sont chauffés à la houille menue; ils réchauffent les charges des deux fourneaux de fusion et chauffent une chaudière à vapeur verticale de 1,25 m de diam. et 15,9 de haut.

On fabrique des rails avec 0,3 à 0,4 % C; 0,03 à 0,12 P; 0,01 à 0,02 Si; 0,10 à 0,25 Mn avec les charges suivantes :

Charge en t.....	=	6	10	10
Fonte brute en %.....	=	25,55	23,02	23,7
Vieux rails en %.....	=	63,69	42,31	46,0
Déchets en %.....	=	8,21	26,09	22,0
Fonte blanche miroi- tante en %.....	=	2,55	3,38	3,3
Contenu en.....		Mn   C   P	Mn   C   P	Mn   C   P
%.....		1,17   1,35   0,15	1,10   1,36   0,1	1,14   1,4   0,115
Déchet en %.....	=	7	5	5
Durée du traitement (en heures).....	=	9	11-12	11-12
Durée totale (en heures).....	=	10 $\frac{1}{2}$	14-15	14-15

96 charges correspondent à 3366 pièces de lingots d'acier formant un total de 953352 kg et 2028 kg de pièces loupées (manquées). Pour 100 kg de lingots, il faut 57,5 kg de charbon tout venant pour les fourneaux de fusion, et 29,9 kg de houille menue pour les fourneaux réchauffeurs. Le petit fourneau dépense 96,64 kg de charbon tout venant pour 100 kg de lingots pour la fusion et 42,44 pour le réchauffage.

Les aciéries de Hallside se composent de 16 fourneaux sur une seule rangée; devant chaque fourneau se trouve une fosse de 1,4 m de large et 1 m de profond. Les fourneaux à charges de 5,5 à 6 t, ont une sole de 2,75 m de long, et 1,83 m de large; profondeur du trou de coulée au-dessous de la porte de travail = 0,36 m. Les fourneaux à charge de 10 t ont une sole de 3,81 m de long et 2,29 m de large; entre le trou de coulée et la porte, il y a 0,66 m. Un fourneau de 6 t a 5,15 m de long et 2,7 m de large; ceux de 10 t, 6,10 m et 3,05 m. En moyenne, la charge est composée de 1/2 de fonte brute grise, 1/4 de déchet et 1/4 de minerais. La fonte brute écossaise employée contient 2,5 à 3,5 % C, 0,3 à 0,4 % P, 0,5 à 0,8 Si.

La fonte brute et les déchets sont introduits en même temps; après environ 2 heures, la charge est fondue; lorsque la masse liquide bout, on introduit les minerais petit à petit. Lorsque le mélange est complètement au repos, on introduit de 7 à 9 % de fonte blanche miroitante avec 20 à 25 % Mn. L'opération entière dure de 6 à 7 heures, c'est-à-dire qu'en 24 heures on peut en faire commodément 3. L'acier ainsi obtenu contient

C		Si		S		Mn	
0,48	0,39	0,08	0,12	0,02	0,03	0,41	0,38

Par fourneau, il faut 3 fondeurs, 3 hommes desservant les poches et 6 pour la manœuvre des grues.

#### c. Acier fondu au creuset.

Les creusets en terre réfractaire pesant environ 12,5 kg pièce, se composent de 11 kg d'argile brute, 1 kg d'argile réfractaire (chamotte) et 0,5 kg de coke.

Les creusets peuvent être fabriqués en prenant 5,5 kg de graphite, 5,5 kg d'argile réfractaire et 1,5 kg d'argile, ou bien en prenant 10 kg d'argile, 1 kg de fragments de vieux creusets pulvérisés et 0,5 de coke. Les creusets sont calculés pour traiter 14, 15, 20 à 25, 30 à 40 kg d'acier, et ont de 20 à 26 cm d'épaisseur de paroi pour un diamètre à la partie supérieure de 17 à 19 cm et pour un diamètre maximum de 25 à 26 cm; hauteur du creuset = 31 à 42 cm; épaisseur du fond = 26 à 33 mm.

Dans les fourneaux à cuve, la hauteur de la grille au gueulard est de 1 m, jusqu'au rampant 0,8 m. La largeur et la longueur du fourneau pour un creuset = 40 × 40 cm : pour deux, 42 × 55 cm; pour quatre, 55 × 60 cm. La durée d'une fonte est de 3 à 4 heures; dans les fourneaux plus grands, avec 8 à 12 creusets, il faut 6 heures pour la fusion. Pour 100 kg d'acier, il faut 400 kg de coke; déchet, 3 à 5 %.

Les fourneaux régénérateurs de Siemens consistent en 3 chambres séparées de 6 creusets chacune disposés en 2 rangées. Le renversement du feu, ou changement de direction des gaz, se fait toutes les heures; pour chaque t de houille gazéifiée en 24 heures, il faut environ 2,5 m<sup>3</sup> de canaux en treillis dans le régénérateur. Le service des fourneaux et générateurs demande 6 hommes par journée et par fourneau, perte due à la fusion, 1 à 3 %; dépense en charbon, 100 à 125 %.

Les fourneaux de fusion à creusets, avec une surface de foyer, 2,5 × 2,6 m et générateurs Bicheroux, renferment 40 à 55 creusets de 30 à 34 kg de contenu.

En 24 heures, on peut traiter 2 1/2 à 4 charges, en supposant une durée de traitement par charge de 7 à 8 heures. Il faut 1 heure pour réparer le foyer et pour charger. Un four de 45 creusets, contenant 33 kg chacun, consomme, en 24 heures, 8 t de houille, et fournit 1400 à 1500 kg de vapeur à une tension moyenne de 4,5 atmosphères.

L'acier le meilleur pour les outils est l'acier de cémentation fait avec de la fonte au charbon de bois première qualité; quand on peut admettre les qualités d'acier inférieures, on se sert d'acier puddlé et d'acier Bessemer.

## f. Acier de cémentation.

Un fourneau de cémentation comprend deux caisses de cémentation qui, en moyenne, ont 2,8 à 3,4 m de long, 0,7 à 0,9 m de large, 0,7 à 1,1 m de haut, et contiennent le plus souvent 7,5 à 10 t de fer chacune, ces caisses sont en argile réfractaire, briques réfractaires, quelquefois aussi en plaques de grès réfractaire. Épaisseur de parois des caisses, 0,12 à 0,15 m ; distance entre deux caisses, 0,12 à 0,13 m : distance entre les caisses et les parois latérales du fourneau 0,13 m dans les petits fourneaux et 0,21 m dans les grands. Les barres de fer à cémenter sont au minimum 52 mm plus courtes que les caisses, et ont 8 à 20 mm d'épaisseur et 59 à 130 mm de large.

Le volume du fer qui peut être introduit dans chaque caisse peut comporter 36 % du volume de la caisse. Comme ciment ou poudre cémentatoire, on se sert de poudre de charbon de bois ; le mieux est de faire usage de charbon provenant de bois durs (hêtre, bouleau, chêne). Le charbon est partie employé en poudre, partie en petits fragments cubant au maximum 1,8 cm<sup>3</sup>.

Pour chaque cémentation on prend 1/2 à 3/4 de charbon frais : pour 100 kg de fer, il faut 27 kg de charbon de bois.

Comme combustible, on emploie la houille à flamme ; si on brûle de la houille anglaise, on en consomme 75 % du poids du fer à cémenter, tandis qu'on consomme 80 % de houille de Westphalie, 150 à 300 % de lignite ou tourbe, 300 à 325 % de bois. La mise en feu dure environ 24 heures.

La cémentation, la mise en feu comprise, dure de 9 à 10 jours, rarement 7 à 8 jours. Refroidissement 3 jours. Le produit a augmenté en poids de 0,5 à 0,75 %.

Un fourneau de cémentation à Remscheid contenant de 25 à 28 t de fer, consomme environ 100 % de houille, 11,5 % de charbon de bois (renfermant 22,51 % H<sup>2</sup>O) pour opérer la cémentation. Augmentation de poids environ 1 %. 2 caisses de 1150 mm de haut, 3000 mm de long, 920 mm de largeur intérieure ; épaisseur de paroi de 150 mm. De l'arête supérieure de la caisse jusqu'à l'arête inférieure de la clef de la voûte 580 mm ; la voûte proprement dite a 190 mm d'épaisseur. Les grilles, dont une sous chaque caisse, mesurent 3850 × 480 mm et sont servies par leurs deux extrémités. Le fourneau complet a 4,55 m de large, 5,4 m de long, 4,05 m de haut. Le coût de cémentation peut être évalué à 1,90 à 2,30 fr. par 100 kg. Pour le remplissage au chargement il faut 7 journées de 2 hommes ; pour le chauffage 2 hommes à 10 journées et pour décharger 2 hommes à 8 journées.

## g. Fonte malléable.

La fonte brute ne doit pas contenir de graphite, le moins possible de Mn et ne doit renfermer Si qu'en faible quantité. Pour décarburer, on emploie le fer oligiste, plus rarement le fer spathique grillé ou la

limonite calcinée et le calamine; ces corps sont des fragments de 1 mm. Les creusets de décémentation, cylindriques ou cubiques, contiennent chacun 20 à 30, quelquefois 100 à 120 kg d'objets en fonte. Les creusets sont en fonte, renfermant le plus possible de graphite, et résistent à 15-20 opérations (ceux en fer, seulement à 3); les creusets, ou pots cylindriques, ont en général 300 mm de diamètre, 400 mm de haut, 10 à 15 mm d'épaisseur de manteau et 20 mm d'épaisseur de fond; ces pots sont munis de pieds afin que la flamme puissent agir sur le fond; les caisses cubiques ont 320 mm de côté, les parois et le fond ont 26 mm d'épaisseur, 4 pieds. Un fourneau contient ordinairement 12 à 15 pots, qui sont portés au rouge cerise, en 18 à 24 heures, pour les petites pièces de fonte moulée (au-dessous de 25 mm d'épaisseur), et maintenues à cette température pendant 60 à 80 heures, puis refroidies en 24 à 36 heures.

#### h. Fours ou fourneaux à réchauffer ou à souder le fer.

Inclinaison de la grille, 38 à 40°. Dans les petits fourneaux, le canal de fuite des gaz sert aussi pour le laitier; dans les grands fourneaux à sole très large, il est bon d'avoir pour le chauffage uniforme de la sole deux canaux de fuite; le laitier s'écoule immédiatement derrière l'autel par un canal sur la paroi arrière du fourneau. Les rampants doivent toujours être surbaissés. Dans les petits fourneaux, avec un canal d'émission, lorsqu'on chauffe à la houille, la plus grande largeur de la sole comporte 1,5 m pour 2,9 m de long; la grille en projection horizontale mesure 1 m de large sur 1 m de long, tandis que la longueur réelle de la grille = 1,25 m; la section la plus étroite du canal d'émission a 300 mm de haut et 390 mm de large, elle est égale à  $1/9-1/10$  de la surface de la grille; la section au-dessus de l'autel mesure 700 mm de haut et 1000 mm de large, c'est-à-dire, elle correspond comme superficie à  $1/2$  jusqu'à  $7/12$  de l'aire de la grille. Le milieu du feu est à 235 mm et le milieu de l'autel à 105 mm du milieu de la sole dans la direction de la paroi avant du four.

Un four à deux canaux d'émission, avec une sole de 3,6 m de profond et 3,5 m de large, doit avoir les dimensions suivantes :

Largeur du feu, 1385 mm; longueur du feu, mesurée suivant une horizontale, 1045 mm; surface de grille = environ  $1/6$  de la surface de la sole; le milieu du feu est, du milieu de la sole, à une distance de 55 mm dans la direction de la paroi avant du four. L'appel disposé dans la face arrière du fourneau mesure 262 mm de large et 315 mm de haut; celui dans la face avant comporte 470 mm de large et 315 mm de haut; si la somme des sections =  $1/9$  de celle de la grille, la section avant comporte  $2/27$ , celle arrière  $1/27$ .

Le canal postérieur est situé à 445 mm, l'antérieur à 630 mm des parois du fourneau correspondantes.

Hauteur de l'autel au-dessus de la sole = 400 mm; largeur de l'autel 400 mm; hauteur de la clef de la voûte au-dessus de celui-ci 630 mm.

Le point le plus bas du feu est situé à 470 mm au-dessous de l'arête.

supérieure de l'autel, dans le cas où il doit être brûlé 3850 kg de charbon en 12 heures sans introduction de vent et 4500 kg avec vent refoulé par soufflerie. Sans soufflerie, on ne peut brûler que du charbon à longue flamme; avec des charbons à courte flamme, le vent ayant de 50 à 105 mm de pression, introduit par une ouverture de 315 mm de diamètre au centre de la grille, a pour effet d'allonger la flamme d'une façon considérable.

Derrière les grands fourneaux, se trouvent 2 chaudières de 10 à 12 m de long dans lesquelles le tirage s'effectue à l'aide d'une cheminée. La production dans les petits fourneaux correspond pour le soudage en une chaude à 10 t et pour celui en deux chaudes à 6 t de pièces traitées par 12 heures de travail; dans les grands fourneaux, on peut, en une double chaude, produire 9 t de fer forgé ou fer façonné (sans les bouts), pour une durée de travail de 12 heures.

Dépense en charbon, pour le fer soudé en deux chaudes, 57 à 60 %. Déchet 11,5 à 12 % des pièces avec leurs extrémités. Une voûte résiste de 15 à 18 et quelquefois même 24 mois, mais le four doit être réparé tous les 2 à 3 mois.

On compte habituellement pour un four à souder les barres de fer 200 kg de dépense de houille qui, avec une surface de chauffe de 42,5 m<sup>2</sup> peuvent vaporiser 680 kg d'eau.

Par four à souder, il faut de 1/2 à 4 fours à puddler, suivant la sorte de fer à fabriquer; en moyenne on peut en compter 2. Dans la fabrication du fer en barres et des tôles, il faut 1 four à enlèvements pour environ 5 millions de kg de production annuelle, afin de travailler les déchets; d'après la nature de ces derniers, un four à déchets produit par jour 1500 à 4000 kg de fer en loupes pour une consommation en charbon d'environ 2000 kg par jour.

Le tableau ci-contre donne les dimensions de différents fours ou fourneaux à souder.

Le poids d'un paquet égale :

$$\text{poids de la barre finie} + \text{poids des 2 bouts bruts} \times \left(1 + \frac{x}{100}\right),$$

où  $x$  représente le déchet en %, = 6 à 10 pour soudage en une chaude et 10 à 16 % pour soudage en 2 chaudes.

Les deux bouts bruts ont ensemble : a) pour les fers en barres de calibres moyens et petits, de 0,15 à 0,3 m de long; b) pour les barres de forts calibres, pour les cornières (de dimensions faibles et moyennes) qui doivent mesurer une longueur déterminée (3 à 6 m), 0,47 m; c) pour les arbres de 2,2 m de long formés de paquets ou de segments, 0,47 à 0,63 m; d) pour les bandages de 2,8 m de long formés de paquets forgés et combinés au préalable (c'est-à-dire formés de loupes et de fer soudé), 0,47 à 0,63 m; e) pour les petits rails de mines et rails provisoires de 4,7 m de long, 0,47 à 0,94 m; f) pour les rails de chemin de fer de 4,7 à 5,6 m de long, 0,78 à 0,94 m; g) pour les cornières, les fers en T et II de gros calibre et de 4,7 à 6,3 m de long, 1,1 à 1,25 m.

Dans la fabrication des tôles de chaudière, 100 kg de paquets de fer en loupes donnent 90 kg de plaques forgées une fois, 86 kg de plaques forgées 2 fois et 82 kg de plaques forgées 3 fois.

Par le laminage, 100 kg de plaques forgées une seule fois perdent 8 kg; celles forgées 2 fois 6 kg; celles 3 fois et plus moins de 6 kg.

Fours à souder ou à réchauffer	Pour rails de chemins de fer			Pour tôles		Pour barres de fer			Pour fils		Pour petits fers	
	Avec courant d'air forcé sous la grille *)	Sans courant d'air forcé	Sans courant d'air forcé	avec		sans		Sans courant d'air forcé **)	Sans courant d'air forcé			
				courant d'air forcé sous la grille								
Charge moyenne en kg ..	2450	1800	938	1250	750	1000	850	850	850	800	800	800
Somme des charges par 24 heures, .....	11025	9000	5700	6250	6750	6000	5950	8500	4000	4000	4000	4000
Surface de grille en m <sup>2</sup> ..	1,25	1,23	1,31	1,02	0,88	1,04	1,38	0,81	1,23	1,23	1,23	1,23
Surface libre de la grille exprimée en % de la surface totale .....	63	50	41	32	39	27	57	55	37	37	37	37
De la grille jusqu'à l'arête supérieure de l'autel en m.	0,730	0,340	0,300	0,425	0,420	0,470	0,340	0,817	0,340	0,340	0,340	0,340
Du milieu de l'autel jusqu'à l'arête inférieure de la voûte, en m. ....	0,730	0,365	0,420	0,350	0,440	0,314	0,314	0,287	0,365	0,365	0,365	0,365
De l'arête supérieure de l'autel jusqu'au haut de la sole en m. ....	0,400	0,105	0,150	0,125	0,110	0,065	0,002	0,156	0,100	0,100	0,100	0,100
De la sole jusqu'au dessous de la voûte, au milieu du four, en m. .	0,840	0,680	0,525	0,425	0,480	0,497	0,471	0,601	0,490	0,490	0,490	0,490
Longueur intérieure de la sole, de l'autel jusqu'à l'ouverture du rampant, en m. ....	3,139	2,350	2,400	2,850	2,350	3,008	2,668	2,824	2,340	2,340	2,340	2,340
Largeur dans œuvre de la sole, de la paroi arrière jusqu'à l'ouverture de la porte avant, en m. ....	1,837	1,570	1,570	1,625	1,620	1,490	1,560	1,380	1,400	1,400	1,400	1,400
Pente ou chute par m de la sole, de l'autel à l'origine du rampant en m.	0,160	0,235	0,235	0,300	0,310	0,196	0,130	0,313	0,230	0,230	0,230	0,230
Section du passage au rampant, en m <sup>2</sup> .....	0,168	0,174	0,174	0,122	0,172	0,172	0,185	0,224	0,164	0,164	0,164	0,164
Longueur du rampant jusqu'à la chaudière, en m.	2,00	1,650	1,260	1,430	1,255	1,560	1,560	1,500	1,570	1,570	1,570	1,570

\*) La grille de ce fourneau est inclinée sur l'horizon.

\*\*) La grille et canaux à air au-dessus de l'autel.

*Calcul des poids des plaques à laminier.* Le déchet correspondant à une largeur déterminée et à un poids de 100 kg de tôles finies est donné par le tableau suivant :

Largeur en mm	Déchet kg	Largeur en mm	Déchet kg
470—780	10	1200—1300	15
810—1040	11,25	1325 et plus	16,67
1065—1180	12,5		

De telle sorte que dans le dernier cas, par exemple, le poids de la plaque finie doit comporter 116,67 kg.

Dans les tôles finies, on calcule 129 kg de fer ébauché plat pour 100 kg de tôle, 3,2 kg de pièces manquées et 21,5 kg de rognures ou coupures.

#### i. Appareils cinglards ou cingleurs.

##### 1. Marteaux à manche.

On distingue les marteaux à soulèvement, les marteaux frontaux, les marteaux à bascule (martinets) suivant que les cames de soulèvement agissent entre la tête du marteau et l'axe de rotation, sur la tête du marteau ou en arrière de l'axe de rotation.

La force vive (L) d'un marteau à manche est  $L = Gt \frac{s}{r}$ .

*G* représente le poids du marteau,  
*s* la distance du centre de gravité de la masse en mouvement de l'axe de rotation,  
*r* la distance du centre de gravité de la tête du marteau à l'axe de rotation,

*t* la levée de la tête.

α. *Marteaux à soulèvement.* Course, 52 à 65 cm, nombre de coups par minute, 80 à 120. Poids de la tête du marteau, 200 à 300 kg. Effet utile, en moyenne 0,8.

β. *Marteaux frontaux.* Course, 60 à 100 cm. Nombre de coups par minute, 40 à 60.

Poids de la tête, 700 à 1200 kg.

γ. *Martinets.* Les bras de levier de la puissance et de la résistance sont entre eux dans un rapport compris entre 4 : 9 et 4 : 12; levée 50 cm; le nombre de coups par minute = 120; le poids de la tête du marteau = 200 à 320 kg, quelquefois jusqu'à 750 kg.

Les marteaux à manche demandent, pour cingler une loupe sortant fraîchement du four, une force motrice de 14 à 18 chevaux-vapeur et un temps variant entre 30 et 35 minutes.

Pour le calcul du volant, v. page 466, v. aussi page 172.

##### 2. Marteaux à vapeur ou marteaux pilons.

Le poids tombant, la course ou hauteur de la chute et le nombre de coups par minute se déterminent d'après l'usage du marteau. D'après *Ledebur*, on peut se baser sur le tableau suivant :

	Charge ou poids tombant kg	Levée mm	Nombre de coups par min.
Dans les ateliers de forgeage :			
pour petits objets.....	50—300	150—600	200—400
pour plus grands objets.....	500—1000	600—1000	100—200
Dans les ateliers de puddlage :			
pour comprimer les loupes..	1500—2500	1000—1500	80—100
Dans les ateliers de laminage :			
pour souder et comprimer les objets de grosseur moyenne.	2500—5000	1250—1800	80—100
les objets plus grossiers (marteaux à brammes).....	5000—10000	1500—2400	60—80
Dans les ateliers Bessemer et dans les fabriques d'acier fondu :			
pour objets de grosseur moyenne.....	10000—20000	2000—3000	60—80
Dans les fabriques d'acier :			
pour les gros blocs.....	20000—50000	3000—3200	60

D'après *Kick*, étant donnés deux corps semblables de même matière, il faut, pour produire des déformations semblables des deux corps, que les travaux de battage soient proportionnels aux volumes des corps.

*Calcul des marteaux à vapeur.*

Notations :

$G$  poids du marteau avec le piston et sa tige, en  $kg$ ,

$H$  levée du marteau en  $m$ ,

$S$  section du cylindre à vapeur,

$f^{\circ}S$  et  $f^{\circ}S$  = sections de la tige au-dessous et au-dessus du piston, } en  $m^2$ ,

$S_1 = S(1-f_1)$  surface d'action (du piston) inférieure,

$S_2 = S(1-f_2) = kS_1$  " " " supérieure, }

$p_1$  pression moyenne de la vapeur pendant l'introduction, en  $kg$  par  $cm^2$ ,

$P = S_1(p_1 - \rho_1) = mG$  la pression effective soulevant le piston.

$\rho_1$   $G$  résistance moyenne pendant la levée du piston résultant du frottement des garnitures et de la contre-pression due à l'avance à l'introduction.

$\rho_2$   $G$  résistance moyenne pendant la chute du marteau,

$h_1 = i_1 H$  hauteur de la levée jusqu'où la vapeur est introduite sous le piston,

$h_1 = i_1 H$  chemin pendant lequel la vapeur est introduite sur le piston pendant la chute du marteau,

$L = \lambda GH$  force vive emmagasinée dans la masse tombante au moment où elle atteint l'enclume,

$z$  nombre de coups maximum par minute,

$D$  dépense en vapeur par coup de marteau, en  $kg$ , sans tenir compte des espaces nuisibles et des pertes en vapeur.

$\gamma_1$  poids de la vapeur d'introduction en  $kg$  par  $m^3$ .

La levée se prend couramment égale à

$$H = 0,025 \sqrt{G}$$

Le diamètre de la tige du piston comporte, pour les marteaux-pilons à fortes tiges de piston,  $1/2$  à  $5/8$  du diamètre du cylindre; pour les marteaux-pilons, à faibles tiges de piston, on peut suivre le tableau suivant :

Pour une course de	Pour forger le fer.	Pour forger l'acier
moins de 1 m.....	1/12 à 1/10	1/10 à 1/8
1 à 2 m.....	1/10 à 1/8	1/8 à 1/6
supérieure à 2 m.....	1/8 à 1/6	1/6 à 1/5

du diamètre du cylindre.

Si la vapeur d'introduction sur le piston est fraîche, on prend le diamètre de la tige du piston, 25 % plus fort.

Des deux coefficients  $i_1$  et  $m$ , l'un peut être adopté, l'autre, ainsi que  $\lambda$ , se calculent alors pour chaque système de marteau en particulier (avec considération éventuelle de  $i_2$ ).

D'après *Stählen*, on prend :

1) pour les marteaux rapides à cylindre, à double effet, avec poids tombant atteignant jusqu'à 150  $kg$ , et pour 300 à 400 coups par minute :

$$m = 5 \text{ à } 6,$$

pour un poids tombant de 150 à 450  $kg$  et pour 150 à 300 coups.

$$m = 4 \text{ à } 5.$$

2) Pour les marteaux-pilons de

$$500 \text{ à } 1250 \text{ kg} : m = 2,5 \text{ à } 3,$$

$$1250 \text{ à } 2500 \text{ kg} : m = 2 \text{ à } 2,5,$$

$$2500 \text{ à } 5000 \text{ kg} : m = 1,75 \text{ à } 2,$$

$$5000 \text{ à } 10000 \text{ kg} : m = 1,5 \text{ à } 1,75.$$

D'après *Grashof* :

$$S = \frac{mG}{(1-i_1)(\rho_1-1)} ; \quad z\sqrt{H} = \frac{132,88}{\sqrt{\frac{1}{i_1} + \sqrt{\frac{1}{\lambda}}}}$$

ou  $\mu = m - 1 - \rho_1$ .

Le travail par *kg* de vapeur dépensée ou rapport d'économie de la vapeur

$$= \frac{L}{D} = \frac{\lambda'(\rho_1-1)}{\gamma_1}$$

où  $\lambda' = \frac{\lambda}{i_1 m}$  pour les pilons sans vapeur fraîche sur le piston, et

$$\lambda' = \frac{\lambda}{(i_1 + ki_2) m}$$

pour les pilons avec vapeur fraîche sur piston.

a. *Marteaux-pilons à simple effet* (construction *Nasmyth*, etc.)

L'espace du cylindre au-dessus du piston communique toujours avec l'atmosphère; à la fin de l'introduction de la vapeur, celle-ci commence immédiatement à s'échapper de nouveau.

On a :

$$i_1 = \frac{1 + \rho_1}{m}, \quad \lambda = 1 - \rho_2, \quad \lambda' = \frac{1 - \rho_2}{1 + \rho_1}$$

Pour $\rho_1 = 0,05$ et $\rho_2 = 0,1$	$\lambda = 0,9$	et $\lambda' = 0,857$
et pour $m = 1,5$	$= 2$	$= 2,5$
$i_1 = 0,7$	$= 0,525$	$= 0,42$
$z\sqrt{H} = 46,9$	$= 53,8$	$= 56,9$
		$= 58,7$

β. *Marteaux-pilons à double effet* avec vapeur fraîche à la partie supérieure. Pendant la levée, jusqu'à la hauteur *h*, la vapeur supérieure s'écoule dans l'atmosphère; jusqu'à la fin de la levée, la vapeur inférieure s'écoule et de la vapeur fraîche est introduite à la partie supérieure. Cette vapeur fraîche continue à être introduite pendant la chute ( $i_2 = 1$ ).

On a :

$$i_1 = \frac{1 + \rho_1 + km}{(1+k)m}; \quad \lambda = 1 - \rho_2 + km; \quad \lambda' = \frac{\lambda}{(i_1 + k)m}$$

pour $k = 1,$	$\rho_1 = 0,05$ et $\rho_2 = 0,15$		
et pour $m = 3$	4	5	6
$i_1 = 0,675$	0,631	0,605	0,587
$\lambda = 3,85$	4,85	5,85	6,85
$\lambda' = 0,766$	0,743	0,729	0,719
$z\sqrt{H} = 96,2$	111,8	125,3	137,2.

*γ. Marteaux avec vapeur supérieure se détendant (marteaux-pilons Daalen).* — La tige du piston est très grosse. Après que le marteau est monté de la quantité  $h$ , l'introduction de la vapeur sous le piston et l'échappement de la vapeur sur le piston cessent; en même temps les espaces au-dessus et au-dessous du piston sont reliés, et cet état de choses demeure pendant la chute.

Si l'espace au-dessus du piston lorsque celui-ci occupe sa position supérieure =  $eO_1H$ , la pression  $p_1$  de la vapeur, pour cette position du piston, peut être prise approximativement égale à celle de la vapeur saturée dont le poids en  $kg$  par  $m^3$  serait :

$$\gamma_1 = \frac{i_1 \gamma_0 + \{(1 - i_1)k + e\} \gamma_0}{1 + e}$$

$\gamma_0$  représentant le poids en  $kg$  de  $1 m^3$  de vapeur saturée à la pression de 1 atmosphère; alors on a :

$$m = \frac{1 + p_1}{i_1 - \frac{\lambda_1 p_1 - k + 1}{p_1 - 1}}; \lambda = 1 - p_1 + m \frac{\lambda_2 p_1 - k + 1}{p_1 - 1};$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{i_1 m}$$

Ici on suppose que, pendant la compression de la vapeur pendant la montée et pendant la détente durant la descente du mouton, la pression de la vapeur varie en raison inverse de la  $n^{\text{ième}}$  puissance du volume :

$$\lambda_1 = \frac{1 + e}{n - 1} (1 - \varepsilon_1^{n-1}) \text{ et } \varepsilon_1 = \frac{1 + e}{i_1 + (1 - i_1)k + e},$$

$$\lambda_2 = \frac{1 + e}{n - 1} (1 - \varepsilon_2^{n-1}) \text{ et } \varepsilon_2 = \frac{1 + e}{k + e}$$

Avec  $e = 0,1$        $i_1 = 0,7$        $k = 1,5$   
 $\rho_1 = 0,08$        $\rho_2 = 0,12$        $n = 1,13,$

on trouve pour

$p'$	3	4	5	6 $kg$ par $cm^2$ .
$m$	1,381	1,489	1,548	1,587
$\lambda$	1,204	1,239	1,258	1,268
$\lambda'$	1,245	1,189	1,161	1,144
$\sqrt{H}$	43,0	48,0	50,4	51,8.

Le poids de la chabotte d'enclume comporte : pour les marteaux à forger le fer 6H fois et au minimum 8 fois le poids du mouton; pour les marteaux à forger l'acier 10H fois et au minimum 12 fois le même poids.

Dans les marteaux à vapeur supérieure fraîche, on prend le poids de la chabotte de 30 % supérieur à ce que nous venons d'indiquer.

La pression sur le support de la chabotte, par suite du coup, dépend de la forme et du poids de cette chabotte, de la forme et de la ténacité de la pièce que l'on forge, ainsi que de l'élasticité ou flexibilité du support.

Désignons par :

P la pression sur le support en *kg*,

G le poids du marteau en *kg*,

H la levée (pour les marteaux avec vapeur sur le piston, la hauteur correspondant à la vitesse) du marteau en *m* ;

on peut supposer en moyenne pour les marteaux à loupes :

$$P = 30 GH \text{ à } 60 GH,$$

pour les marteaux à forger les parquets :

$$P = 60 GH \text{ à } 95 GH.$$

pour les marteaux à forger l'acier :

$$P = 95 GH \text{ à } 125 GH$$

À cette pression, il faut ajouter le poids de la chabotte.

3. *Machines à cingler ou à maquer* (Squeezer). Bras de levier 1,3 à 2,53 à *m* de long. Course à l'extrémité de la plaque de pression (de 1 à 1,2 *m* et 0,5 *m* de large) = 0,25 à 0,3 *m*. Nombre des oscillations 40 à 50 par minute.

Travail dépensé : 8 à 10 chevaux-vapeur. Une machine à cingler dessert de 10 à 16 fours.

#### k. Laminoirs.

*Laminoirs à fil* avec cylindres dégrossisseurs séparés, d'un diamètre de 280 à 300 *mm* et faisant de 250 à 220 tours, avec laminoirs accélérés à cylindres de 250 *mm* de diamètre, faisant environ 500 tours et se trouvant à 700 — 500 *mm* des cylindres étireurs et 300 *mm* des cylindres finisseurs. Distance entre les deux rainures ou chemins, 8 à 10 *m*.

Les machines travaillent à une pression de 4 atmosphères effectives avec degré d'admission de 1/4, ou à une pression effective de 3 atmosphères avec degré d'admission de 1/3, et elles font 80 tours par minute.

*Petit train ou laminoirs pour petits fers* ; également avec cylindres dégrossisseurs séparés, qui sont commandés directement par la machine ; ils font 120 tours par minute et ont 400 *mm* de diam.

La transmission de la vitesse se fait par courroies ou cordes. Distance entre les deux chemins 7,5 *m*.

*Les laminoirs pour rails en acier fondu* ont de 650 à 700 *mm* de diam., ont de 2 à 3 châssis ou cages et font de 60 à 70 tours par minute.

*Les laminoirs à rails en fer* fournissent, avec 2 fours pour marteaux et 2 fours pour laminoirs, 160 à 170 rails par jour, pesant environ 250 *kg* pièce. Charge 6 à 7 paquets et 5 charges pour chaque four pour marteaux par journée.

Dénomination	Diamètre des cylindres, degrés.	Nombre de tours par minute.	Nombre des cages.	Diam. du cylindre de la machine, en m.	Course du piston, en m.	Poids du volant, en t.	Diam. du volant, en m.	Poids de la poëlle à cordes ou à eau, en t.	Diam. de la poëlle à cordes ou à eau, en m.	Diam. moyen de l'arbre, en acier Bessemer, en m.	Genre de transmission et rapport des vitesses.	Nom. des fours à souder	Production journalière par fourneau, en t.
Laminiers accélérés pour fils, petits fers en rubans, fers à clous, etc.	0,28—0,38 fils 0,22—0,33	250—220	300	0—7	0,785	1,25	—	16,2—26	0,28—0,5	0,275	courroies ou cordes (câbles)	1 au max. 2	jusqu'à 5
Laminiers pour petites dimensions, fers plats et en rubans jusqu'à 50 mm de large fers ronds et carrés jusqu'à 38 mm d'ép., pot. fers profilés.	0,40 0,30 120	—	3—5	0,70	0,80	—	—	11,5	5,45	0,25	courroies ou cordes	1 ou 2	2,8—1,5
Laminiers pour dimensions moyennes : fers plats et en rubans de 50 à 150 mm de large, fers ronds et carrés jusqu'à 75 mm, fers profilés moyens.	0,37—0,42	75—130	3—4	0,32—0,63	1,25	—	—	—	—	—	directe	2 ou 3	2,5—1,5
Laminiers pour fer en loupes ou trains ébaucheurs.	0,35—0,65	40—70	2—3	0,62—0,735	0,8—1,25	14—25	3,25—6,25	—	—	0,225—0,275	directe	14 à 15 fours à puddler.	1,15
Laminiers à rails; fers ronds jusqu'à 150, fers carrés jusqu'à 130, fers plats jusqu'à 470, fers L et ± jusqu'à 180 mm de h.	0,50—0,55	70—80	3	0,94—1,25	1,524—1,4	50—60	7,5	—	—	0,38	directe	—	—
Laminiers pour fers ronds de 150 à 250 mm; pour fers plats larges et pour les fers profilés les plus lourds.	0,63—0,73	40—60	1—2	0,94 (trois volant 1,6)	4,37	30	7,5	—	—	0,33 0,355	dir. ou	24	—
Laminiers pour tôles de 2,5 à 35 kg pur m <sup>2</sup> .	0,50—0,32	30—60	1—2	0,783 (trois 0,94) 1,25 (trois 1,57)	1,4—1,6	30	—	—	—	0,275	directe	—	—
Laminiers pour tôles à chaudières.	0,58—0,63	40—70	1—2	0,780—1,030	1,4—1,6	30	6,25—10	—	—	—	directe	6	9,3—2,7
Laminiers pour cuirasses.	0,65—0,75	30	1—2	1,1	1,57	—	—	—	—	0,38	—	—	—

Un train de laminoir (trio) pour rails Bessemer, existant en Westphalie, produit en 24 heures environ 1000 à 1200 rails de 250 kg, exceptionnellement 1304 pièces, formant un total de 372 t, et 1620 pièces faisant 324 t. La production maxima de la fabrique d'acier de Edgar Thomson, près Pittsburg, était, par 24 heures, de 1286 rails formant un poids de 350 t. Dans une autre fabrique d'acier américaine, il était laminé, en moyenne, en 24 heures, 1122 rails, faisant 234,5 t. Les cylindres des laminoirs ont, en Westphalie, 650 mm de diamètre, en Amérique, 560 à 590 mm, pour 75 à 80 tours par minute. Les machines ont des cylindres ayant 1,25 à 1,33 m de diamètre, 1,4 m de course, un arbre de 400 mm de diamètre, un volant de 40 t et 7,5 m de diamètre.

Un train de laminoir pour tôles fines, avec un laminoir dégrossisseur et un laminoir finisseur, un four à ébaucher, un four à recuire et 2 fours à réchauffer, peut produire, en 12 heures, les quantités de tôle finie suivantes (numérotage allemand) :

Nos 11—12	13—16	17—20	21	22	23	24	25
jusqu'à 4500	3500	2500	1800	1600	1400	1150	700 kg.

Déchet et rognures, lorsqu'il n'y a pas de dimensions déterminées, 20 %, sans cela, 25 à 28 %.

Laminage des tôles fines, d'après le système Lauth : Chez Krupp, à Essen, les cylindres supérieur et inférieur, pour le laminage de l'acier, ont 660 mm, le cylindre milieu a 380 mm de diamètre pour une longueur d'action de 1865 mm. Les tourillons ont respectivement 118 et 210 mm de diamètre. Le cylindre inférieur seul est accouplé.

Le diamètre du cylindre de la machine a 960 mm, la course du piston = 1570 mm, diamètre du volant, 8164 mm. Pour les tôles jusqu'à 1,5 mm d'épaisseur, la machine fait 60 tours par minute, pour 1 mm, 50 tours; pour 0,75 mm, 40 tours; au dessous de 0,75 mm, 30 tours.

Un laminoir à grosses tôles fournit, par four et par 12 heures, de 2250 à 4000 kg de tôles à réservoirs, de 2250 à 3000 kg de tôles ordinaires pour chaudières, de 2000 à 2500 kg de tôles de chaudières de meilleure qualité, et de 1800 à 2500 kg de plaques ou tôles soumises à l'action du feu.

Pour 1000 kg de tôle, il faut pour le soudage, de 1700 à 1800 kg de charbon.

Pièces manquées 4 à 6 %. Déchet à la première chaude 12 à 14 %, à la seconde chaude 9 à 14 %, à la troisième 6 à 9 %, à la quatrième 4 à 6 %. Rogneries 18 à 25 %.

Le laminage des grosses tôles, d'après Krupp, se fait également par trio : les cylindres supérieur et inférieur ont 890 mm de diamètre, celui du milieu 445 mm. Longueur d'action 3400 mm, 50 à 60 tours par minute.

Laminoir universel pour fers plats de 400 à 500 mm (même 600) de large; les cylindres horizontaux ont 500 à 600 mm de diamètre, les

verticaux environ les  $\frac{2}{3}$  du diamètre des horizontaux. Si les cylindres verticaux se trouvent en arrière des cylindres principaux, ils reçoivent une vitesse tangentielle d'environ 1,5 fois celle des cylindres principaux, et si les positions respectives sont inversées, la vitesse des cylindres verticaux = environ 0,75 de celle des principaux.

*Machines motrices.* On emploie des machines à volant pour la conduite des laminoirs demandant peu de force, et les machines sans volant sont souvent employées pour la fabrication des lourdes tôles, de gros profils et des fers universels, où il faut une grande force et où il est bon de n'avoir que 20 à 25 tours par minute.

Si plusieurs trains doivent être conduits par la même machine, on les place tous sur une ligne, de manière qu'un train quelconque reçoive son mouvement de celui placé devant lui, ou bien, on attaque un train directement et les autres se commandent alors par engrenages ou par courroies.

a) *Les machines à volant* ont une vitesse de piston de 150 à 200 *m* par minute, rarement cette vitesse descend au dessous de 120 et monte au dessus de 250 *m* par minute. Les machines Woolf sont économiques au point de vue de la dépense en vapeur, mais il faut que les machines soient de la plus grande simplicité possible.

Les distributions par soupapes sont à éliminer à cause du changement de course rapide; la distribution par tiroir (principalement la distribution Meyer) est la plus convenable, la distribution par pistons (complètement équilibrés) peut être employée dans le cas de laminoirs accélérés sans haute expansion; les pistons distributeurs sont alors de simples corps tournés, en fonte ou en bronze, dans lesquels sont tournées plusieurs cannelures *Ramsbottom*. La section d'arrivée de la vapeur (conduit d'admission) est égal en moyenne à  $\frac{1}{16}$  de la section du piston; pour une vitesse de piston supérieure à 180 *m* par minute et 120 tours par minute, ladite section = jusqu'à  $\frac{1}{12}$  de la section du piston, et pour une vitesse de piston inférieure à 120 *m* par minute et 120 tours par minute, le rapport entre les deux sections susmentionnées peut aller jusqu'à  $\frac{1}{20}$ .

L'arbre de volant est construit un peu fort. Il est bon que l'arbre soit octogonal à l'endroit du volant.

β) *Machines sans volant.* Elles sont plus compliquées et exigent plus de place que les machines à volant. Elles sont soumises à tous les chocs, aussi faut-il prêter attention dans la construction du piston et de sa fixation sur sa tige. Les dimensions sont à choisir, de telle manière que la tension maxima de la matière corresponde au  $\frac{1}{4}$  jusqu'au  $\frac{1}{3}$  de celle correspondant à la limite d'élasticité. La distribution se fait par tiroirs ou par pistons avec coulisse *Stephenson* ou *Allan*. Si les cylindres font peu de tours (principalement dans les laminoirs pour tôles), il est à conseiller de placer, entre la machine et les équipages, un engrenage intermédiaire avec un rapport de vitesses égal à environ 2 : 3 ou 1 : 3, afin d'avoir une machine à plus grande vitesse.

Dans les machines à vapeur à 2 cylindres, on dispose volontiers les axes des cylindres sous un angle de  $90^\circ$  (ou bien les 2 faisant un angle de  $45^\circ$  avec l'horizontale, ou bien un vertical et l'autre horizontal), et cela pour éviter un arbre à double coude ; les deux bielles de commande agissent toutes deux sur le même bouton (maneton) de manivelle.

Avance à l'introduction 0,01, compression 0,1 de la course, avance linéaire =  $1/6$  à  $1/4$  de la longueur du canal.

#### Principaux composés du fer.

**Protoxyde de fer.**  $\text{FeO}$ . — Hydraté, se prépare en versant de la potasse ou de la soude dans la solution d'un sel de protoxyde de fer. Il est d'un blanc légèrement verdâtre ; exposé à l'air, il absorbe rapidement l'oxygène et passe à l'état d'hydrate de sesquioxyde de fer.

**Sesquioxyde de fer.**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . — Hydraté, il se prépare en versant de l'ammoniaque dans la solution d'un sel de fer au maximum. Il perd son eau par la calcination et n'est plus soluble que dans les acides énergiques.

**Oxyde de fer magnétique.**  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . — Hydraté, se prépare en précipitant par l'ammoniaque un mélange, à équivalents égaux, de sulfate de protoxyde de fer et de sesquioxyde de fer.

**Protochlorure de fer.**  $\text{FeCl}$ . — Hydraté, il se prépare en dissolvant le fer dans l'acide chlorhydrique et faisant cristalliser. On obtient des prismes obliques à base rhombe d'un vert bleuâtre, contenant 4 équivalents d'eau.

**Sesquichlorure de fer.**  $\text{Fe}^2\text{Cl}^3$ . — Hydraté, il se prépare en dissolvant du fer dans l'eau régale, ou du sesquioxyde de fer dans l'acide chlorhydrique. On fait ensuite cristalliser. On obtient des cristaux d'un rouge orangé, ayant pour formule  $\text{Fe}^2\text{Cl}^3 + 5\text{HO}$ . Il coagule le sang ; il est employé en médecine.

**Protosulfure de fer.**  $\text{FeS}$ . — Se prépare en chauffant, en vase clos, 1 partie de fer métallique en limaille avec 1 partie de soufre. Il est d'un jaune de bronze très sombre.

Hydraté, il se prépare en précipitant un sel de protoxyde de fer par le sulfhydrate d'ammoniaque. Il est noir et très soluble dans les acides.

**Bisulfure de fer.**  $\text{FeS}^2$ . — Se prépare en chauffant le protosulfure de fer avec la moitié de son poids de soufre.

Le bisulfure *naturel*, ou pyrite de fer, forme deux espèces :

1° La *pyrite martiale* ou *jaune*, d'une couleur jaune d'or, à éclat métallique. Sa densité varie de 4,7 à 5. Sa forme primitive est le cube. Les cristaux présentent de nombreuses modifications, cepen-

dant trois formes dominant : le cube, le dodécaèdre pentagonal et l'icosaèdre. Elle se trouve aussi à l'état concretionné et à l'état amorphe.

2° La *pyrite blanche* ou *marcassite* a la même composition que la *pyrite jaune*. Elle est d'un jaune de bronze pâle, ou d'un jaune livide tirant sur le verdâtre.

Son éclat est métallique ; sa surface est quelquefois irisée. Sa densité varie de 4,7 à 4,84. Sa forme primitive est le prisme droit rhomboïdal.

Elle se trouve aussi à l'état concretionné et en boules à cassure radiale.

On rencontre encore dans la nature un autre sulfure de fer, que l'on désigne sous le nom de *pyrite magnétique*. Sa formule est  $Fe^2 S^2$ . Sa couleur est d'un brun bronzé ou d'un jaune de bronze mêlé de rougeâtre, à éclat métallique faible. Sa densité est égale à 4,3. Elle cristallise sous la forme d'un prisme hexagonal régulier, mais les cristaux sont rares ; on la trouve ordinairement en masses lamelleuses cristallines.

Les pyrites de fer servent à la fabrication de l'acide sulfurique. Le résidu du grillage est employé dans les hauts fourneaux. Elles sont employées aussi pour la préparation du sulfate de fer.

**Ferrocyanure de potassium.** (*Prussiate jaune*)  $K^2Cy^3Fe, 3HO$ . — Se présente sous forme de cristaux d'un jaune citron, appartenant, d'après Brook, au type quadratique, et d'après M. Wyruboff, au type clinorhombique. Sa densité est égale à 1,83. Inaltérable à l'air. Sous l'influence de la chaleur, perd son eau de cristallisation à 100°. Soluble dans l'eau ; insoluble dans l'alcool.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE FERROCYANURE DE POTASSIUM, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 15°.

Densité.	$K^2Cy^3Fe$ + 3HO p. 100.	$K^2Cy^3Fe$ p. 100.	Densité.	$K^2Cy^3Fe$ + 3HO p. 100.	$K^2Cy^3Fe$ p. 100.
1,0038	1	0,872	1,0669	11	9,592
1,0116	2	1,744	1,0734	12	10,464
1,0173	3	2,616	1,0800	13	11,336
1,0234	4	3,488	1,0866	14	12,208
1,0295	5	4,360	1,0932	15	13,080
1,0336	6	5,232	1,0999	16	13,952
1,0417	7	6,104	1,1067	17	14,824
1,0479	8	6,976	1,1136	18	15,696
1,0542	9	7,848	1,1205	19	16,568
1,0605	10	8,720	1,1275	20	17,440

Se prépare, dans les laboratoires, en faisant bouillir du bleu de Prusse avec de la potasse jusqu'à ce que la couleur bleue ait entièrement disparu ; on filtre, on évapore et on fait cristalliser.

Dans l'industrie, se prépare en chauffant au rouge sombre, dans des vases en fer, du carbonate de potasse, du charbon azoté provenant de la calcination des matières animales (cornes, sabots, sang, débris de laine, rognures de cuir, etc.) et de la limaille ou des battitures de fer. Les proportions employées sont, d'après Runge :

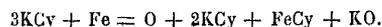
400 parties de charbon.  
100 parties de carbonate de potasse.  
100 parties de limaille de fer.

La masse fondue est ensuite concassée en morceaux et mise dans de l'eau chauffée entre 60 et 80°, pendant 12 heures environ.

La théorie de cette fabrication est la suivante :

On met en présence du carbonate de potasse, du charbon azoté et du fer. Au contact des alcalis et à une température élevée, le carbone et l'azote se combinent pour former du cyanogène, lequel s'unit au potassium provenant de la décomposition du carbonate de potasse. Le cyanure de potassium ainsi produit se trouve intimement mélangé au fer.

La masse est mise à bouillir pendant un certain temps avec de l'eau. Pendant cette opération, le cyanure de potassium en présence du fer, absorbe l'oxygène de l'air et donne naissance à de la potasse, tandis que le cyanogène se porte sur le fer et le dissout pour former du ferrocyanure :



**Ferricyanure de potassium.** (*Prussiate rouge*)  $\text{K}^3\text{Cy}^6\text{Fe}^3$ . — Se présente sous forme de cristaux rouges anhydres qui appartiennent au type clinorhombique.

Sa densité varie de 1,800 à 1,845. Soluble dans l'eau ; insoluble dans l'alcool.

Se prépare en faisant passer un courant de chlore dans une dissolution de ferrocyanure de potassium, jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus d'oxyde de fer.

On décante la liqueur claire et on fait cristalliser.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE FERRICYANURE DE POTASSIUM, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 13°

Densité.	Ferricyanure p. 100.	Densité.	Ferricyanure p. 100.	Densité.	Ferricyanure p. 100.
1,0051	1	1,0426	8	1,1139	20
1,0103	2	1,0482	9	1,1266	22
1,0155	3	1,0538	10	1,1396	24
1,0208	4	1,0633	12	1,1529	26
1,0261	5	1,0771	14	1,1664	28
1,0315	6	1,0891	16	1,1802	30
1,0370	7	1,1014	18		

**Bleu de Prusse.**  $\text{Fe}^{\text{III}}\text{Cy}^{\text{III}}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ . — Se présente sous forme de masses légères, bleues, qui prennent par le frottement un éclat métallique bronzé.

Se prépare, dans les laboratoires, en précipitant un sel de sesquioxyde de fer par une dissolution de ferrocyanure de potassium.

Dans l'industrie, se prépare en versant une solution chaude de vitriol vert et d'alun dans une dissolution bouillante de ferrocyanure de potassium, en agitant continuellement, tant qu'il se forme un précipité. On laisse reposer, on décante la liqueur claire, on la remplace par de l'eau, on décante, et ainsi de suite jusqu'à ce que tout le sulfate de potasse soit éliminé. On met le précipité à égoutter sur une toile, on le met ensuite dans l'eau, on ajoute de l'acide azotique et on fait bouillir pendant quelques instants; on verse alors le tout dans une cuve et on ajoute de l'acide sulfurique. Au bout de quelques jours, on lave le précipité devenu bleu, on le dessèche à l'air, on le comprime et on le divise en petits pains que l'on dessèche à l'étuve vers 80°.

Il est insoluble dans l'eau et les acides étendus; soluble dans l'acide oxalique.

Employé dans la teinture de la laine et du coton.

**Sulfate de protoxyde de fer.**  $\text{FeO} \cdot \text{SO}_3 + 7\text{H}_2\text{O}$ . — La *couperose verte* ou *vitriol vert* cristallise en prismes rhomboïdaux obliques, contenant 7 équivalents d'eau. Soluble dans l'eau, presque insoluble dans l'alcool.

A 100°, il perd 6 équivalents d'eau; le dernier n'est chassé que vers 300°. Le sel anhydre est blanc grisâtre; il reprend sa couleur verte lorsqu'on le met en contact avec l'eau. Chauffé à une température plus élevée, il se décompose en acide sulfureux, acide sulfurique et sesquioxyde de fer.

Se prépare: 1° en traitant par l'acide sulfurique étendu de la vieille ferraille et en faisant ensuite cristalliser la liqueur; 2° au

moyen des pyrites de fer et des schistes pyriteux. On grille ces substances afin d'oxyder le soufre; une partie de l'acide sulfurique formé se combine au protoxyde de fer. On lessive et on fait cristalliser.

Employé comme désinfectant, pour la teinture en noir, pour la préparation de l'encre, pour désoxyder l'indigo, pour purifier le gaz d'éclairage, pour préparer le bleu de Prusse et l'acide sulfurique fumant, pour précipiter l'or servant à la décoration des porcelaines, etc.

TABLE INDiquANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE SULFATE DE FER, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 17°,2.

Densité.	FeO,SO <sub>3</sub> + 7HO p. 100.	FeO,SO <sub>3</sub> p. 100.	Densité.	FeO,SO <sub>3</sub> + 7HO p. 100.	FeO,SO <sub>3</sub> p. 100.	Densité.	FeO,SO <sub>3</sub> + 7HO p. 100.	FeO,SO <sub>3</sub> p. 100.
1,0052	1	0,547	1,0842	15	8,205	1,1740	29	15,863
1,0105	2	1,094	1,0903	16	8,752	1,1808	30	16,410
1,0158	3	1,641	1,0954	17	9,299	1,1876	31	16,957
1,0212	4	2,188	1,1026	18	9,846	1,1945	32	17,504
1,0266	5	2,735	1,1088	19	10,393	1,2014	33	18,051
1,0321	6	3,282	1,1157	20	10,940	1,2084	34	18,598
1,0377	7	3,829	1,1214	21	11,487	1,2154	35	19,145
1,0433	8	4,376	1,1278	22	12,034	1,2225	36	19,692
1,0490	9	4,923	1,1343	23	12,581	1,2296	37	20,239
1,0547	10	5,470	1,1408	24	13,128	1,2368	38	20,786
1,0605	11	6,017	1,1473	25	13,675	1,2440	39	21,333
1,0664	12	6,564	1,1539	26	14,222	1,2513	40	21,880
1,0723	13	7,111	1,1606	27	14,769			
1,0782	14	7,658	1,1673	28	15,316			

**Sulfate de sesquioxyde de fer.** Fe<sup>2</sup>O<sup>3</sup>(SO<sup>3</sup>)<sub>2</sub>. — Se prépare en dissolvant dans l'eau le sulfate de protoxyde de fer et en le suroxydant par un léger excès d'acide azotique. On évapore la liqueur avec de l'acide sulfurique.

Le résidu blanc obtenu est chauffé jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs d'acide sulfurique. On reprend par l'eau et on fait cristalliser.

**Azotate de protoxyde de fer.** FeO,AzO<sup>5</sup>. — Se prépare en dissolvant le protosulfure de fer hydraté dans l'acide azotique étendu et froid.

Sel d'une couleur verdâtre, cristallisant difficilement et peu stable.

**Azotate de sesquioxyde de fer.** Fe<sup>2</sup>O<sup>3</sup>,3AzO<sup>5</sup>+18HO. — Se prépare en attaquant à chaud le fer par l'acide azotique, ou en dissolvant dans ce même acide l'hydrate de sesquioxyde de fer. Il cristallise en prismes rectangulaires à 4 pans, incolores ou légèrement jaunâtres.

Employé en teinture comme mordant.

**Carbonate de protoxyde de fer.**  $\text{FeO}, \text{CO}_2$ . — Se prépare en versant un carbonate alcalin dans un sel de protoxyde de fer. Il est blanc jaunâtre et se transforme à l'air en hydrate de sesquioxyde de fer.

## FLUOR.

**Fluor.**  $\text{Fl} = 19$ . — Isolé en 1886 par Moissan, en soumettant à l'électrolyse l'acide fluorhydrique anhydre et refroidi. Cet acide, préparé en décomposant par la chaleur le fluorhydrate de fluorure de potassium sec et pur, est placé dans un tube en U en platine, maintenu à une température de  $-25$  à  $-50^\circ$  par immersion dans un bain de chlorure de méthyle en ébullition. Le tube en U est fermé par des bouchons en fluorure de calcium (*fluorine*), portant chacun un tube à dégagement en platine et une tige en platine iridié qui sert d'électrode. La décomposition du liquide est obtenue par un courant fourni par 20 piles de Bunsen montées en série. Afin de rendre conducteur l'acide fluorhydrique, on lui ajoute une petite quantité de fluorhydrate de fluorure de potassium. On obtient au pôle négatif un dégagement d'hydrogène entraînant un peu d'acide fluorhydrique, et, au pôle positif, un dégagement de fluor.

Le fluor est un gaz incolore, d'une odeur pénétrante et désagréable, douée de propriétés très énergiques.

**Acide fluorhydrique.**  $\text{HFl}$ . — Se prépare en traitant le fluorure de calcium par l'acide sulfurique dans une cornue en plomb munie d'un col recourbé plongeant dans un mélange réfrigérant. L'acide fluorhydrique se condense dans la partie refroidie du col.

Les propriétés physiques de l'acide fluorhydrique ne sont pas parfaitement connues. D'après M. Fremy, l'acide fluorhydrique pur est gazeux à la température ordinaire et se condense dans un mélange réfrigérant, en un liquide très fluide, répandant à l'air d'épaisses fumées. D'après M. Gore, cet acide est un liquide incolore et mobile, entrant en ébullition à  $+19^\circ,4$ .

L'acide fluorhydrique est sans action sur les métalloïdes, à l'exception du bore et du silicium amorphes. Il attaque tous les métaux, à l'exception de l'or, du platine et de l'argent.

Il est employé pour la gravure sur verre.

## HYDROGÈNE.

**Hydrogène**  $\text{H} = 1$ . — Gaz incolore, inodore, quand il est pur, et insipide. C'est le plus léger de tous les gaz. Sa densité est égale à

0.0693. 1 litre pèse 0gr.0895. Il est peu soluble dans l'eau; son coefficient de solubilité est 0.0193. Il est assez bon conducteur de la chaleur et de l'électricité. Il est combustible et n'entretient pas la combustion.

On le prépare :

1° En décomposant l'eau par un courant électrique. L'hydrogène se rend au pôle négatif.

2° En décomposant de l'eau contenue dans une éprouvette presque remplie de mercure par un fragment de potassium.

3° En faisant passer un courant de vapeur d'eau sur du fer chauffé au rouge :



4° En décomposant l'eau par le zinc ou le fer, à froid, en présence d'un acide :



L'hydrogène ainsi préparé n'est pas pur. Le zinc ou le fer employé contient, en général, de petites quantités de phosphore, d'arsenic, de soufre, de silicium; l'acide sulfurique renferme un peu d'arsenic. Il se produit donc, en même temps que l'hydrogène, des hydrogènes arsenié, sulfuré, phosphoré et silicié. Pour le purifier, on le fait passer à travers des tubes en U contenant de la ponce calcinée et imbibée, pour le premier tube d'azotate de plomb, pour le second de sulfate d'argent, pour le troisième de potasse. L'hydrogène sulfuré est décomposé par l'azotate de plomb; le sulfate d'argent élimine les hydrogènes arsenié et phosphoré; la potasse décompose l'hydrogène silicié, et dessèche en même temps le gaz.

## EAÜ.

### Eau. HO.

L'eau est composée :

En volumes.		En poids.	
Oxygène... 1 vol.	} condensés en 2 vol.	Oxygène... 88,888	}
Hydrogène. 2 vol.		Hydrogène. 11,112	
		100,000	

L'eau se solidifie à 0°. La densité de la glace est égale à 0,92. A 100° l'eau entre en ébullition. La densité de la vapeur d'eau est égale à 0,6235.

L'eau présente un maximum de densité à + 4°.

TABLEAU DE LA DENSITÉ ET DU VOLUME DE L'EAU, D'APRÈS M. ROSSETTI.

Tempé- ratures.	Densité.	Volume.	Tempé- ratures.	Densité.	Volume.
- 10°	0,998145	1,001858	26°	0,996866	1,003144
9	0,998427	1,001575	27	0,996603	1,073408
8	0,998685	1,001317	28	0,996331	1,003682
7	0,998941	1,001089	29	0,996051	1,003965
6	0,999118	1,000883	30	0,995765	1,004253
5	0,999298	1,000702	31	0,99547	1,00455
4	0,999453	1,000545	32	0,99517	1,00486
3	0,999590	1,000410	33	0,99485	1,00518
2	0,999703	1,000297	34	0,99452	1,00551
- 1	0,999797	1,000203	35	0,99418	1,00586
0	0,999874	1,000129	36	0,99383	1,00621
+ 1	0,999928	1,000072	37	0,99347	1,00657
2	0,999969	1,000031	38	0,99310	1,00694
3	0,999991	1,000009	39	0,99273	1,00732
4	1,000000	1,000000	40	0,99235	1,00770
5	0,999990	1,000010	41	0,99197	1,00809
6	0,999970	1,000030	42	0,99158	1,00849
7	0,999933	1,000067	43	0,99118	1,00889
8	0,999886	1,000114	44	0,99078	1,00929
9	0,999824	1,000176	45	0,99037	1,00971
10	0,999747	1,000253	46	0,98996	1,01014
11	0,999655	1,000345	47	0,98954	1,01057
12	0,999549	1,000451	48	0,98910	1,01101
13	0,999430	1,000570	49	0,98865	1,01148
14	0,999299	1,000701	50	0,98820	1,01195
15	0,999160	1,000841			
16	0,999002	1,000999	55	0,98582	1,01439
17	0,998841	1,001160	60	0,98338	1,01691
18	0,998654	1,001348	65	0,98074	1,01964
19	0,998460	1,001542	70	0,97794	1,02256
20	0,998259	1,001744	75	0,97498	1,02566
21	0,998047	1,001957	80	0,97194	1,02887
22	0,997826	1,002177	85	0,96879	1,03221
23	0,997601	1,002405	90	0,96556	1,03567
24	0,997367	1,002641	95	0,96219	1,03931
25	0,997120	1,002888	100	0,95865	1,04312

La chaleur spécifique de l'eau est égale à 1.000; celle de la vapeur d'eau à 0,475.

Sa chaleur latente de fusion est égale à 79 calories. Sa chaleur latente de volatilisation est de 531 calories.

Sa forme cristalline est un prisme hexaèdre de 120° ou un dodécaèdre isocèle (3<sup>e</sup> système). Les cristaux possèdent la double réfraction.

TENSION DE LA VAPEUR D'EAU EN MILLIMÈTRES DE MERCURE, DE — 9°,9  
 A + 35°.

°	mm.	°	mm.	°	mm.	°	mm.
— 9,9	2,056	— 5,3	3,058	— 0,7	4,364	+ 3,8	6,014
9,8	2,114	5,2	3,082	0,6	4,397	3,9	6,055
9,7	2,132	5,1	3,106	0,5	4,430	4,0	6,097
9,6	2,150	5,0	3,131	0,4	4,463	4,1	6,140
9,5	2,168	4,9	3,156	0,3	4,497	4,2	6,183
9,4	2,186	4,8	3,181	0,2	4,531	4,3	6,226
9,3	2,204	4,7	3,206	0,1	4,565	4,4	6,270
9,2	2,223	4,6	3,231	0,0	4,600	4,5	6,313
9,1	2,243	4,5	3,257	+ 0,0	4,600	4,6	6,357
9,0	2,261	4,4	3,283	0,1	4,633	4,7	6,401
8,9	2,280	4,3	3,309	0,2	4,667	4,8	6,445
8,8	2,299	4,2	3,335	0,3	4,700	4,9	6,490
8,7	2,318	4,1	3,361	0,4	4,733	5,0	6,534
8,6	2,337	4,0	3,387	0,5	4,767	5,1	6,580
8,5	2,356	3,9	3,414	0,6	4,801	5,2	6,625
8,4	2,376	3,8	3,441	0,7	4,836	5,3	6,671
8,3	2,396	3,7	3,468	0,8	4,871	5,4	6,717
8,2	2,416	3,6	3,495	0,9	4,905	5,5	6,763
8,1	2,436	3,5	3,522	1,0	4,940	5,6	6,810
8,0	2,456	3,4	3,550	1,1	4,975	5,7	6,857
7,9	2,477	3,3	3,578	1,2	5,011	5,8	6,904
7,8	2,498	3,2	3,606	1,3	5,047	5,9	6,951
7,7	2,519	3,1	3,634	1,4	5,082	6,0	6,998
7,6	2,540	3,0	3,664	1,5	5,118	6,1	7,047
7,5	2,561	2,9	3,691	1,6	5,153	6,2	7,095
7,4	2,582	2,8	3,720	1,7	5,191	6,3	7,144
7,3	2,603	2,7	3,749	1,8	5,228	6,4	7,193
7,2	2,624	2,6	3,778	1,9	5,265	6,5	7,242
7,1	2,645	2,5	3,807	2,0	5,302	6,6	7,292
7,0	2,666	2,4	3,836	2,1	5,340	6,7	7,342
6,9	2,688	2,3	3,865	2,2	5,378	6,8	7,392
6,8	2,710	2,2	3,895	2,3	5,416	6,9	7,442
6,7	2,732	2,1	3,925	2,4	5,454	7,0	7,492
6,6	2,754	2,0	3,955	2,5	5,491	7,1	7,544
6,5	2,776	1,9	3,985	2,6	5,530	7,2	7,595
6,4	2,798	1,8	4,016	2,7	5,569	7,3	7,647
6,3	2,821	1,7	4,047	2,8	5,608	7,4	7,699
6,2	2,844	1,6	4,078	2,9	5,647	7,5	7,751
6,1	2,867	1,5	4,109	3,0	5,687	7,6	7,804
6,0	2,890	1,4	4,140	3,1	5,727	7,7	7,857
5,9	2,914	1,3	4,171	3,2	5,767	7,8	7,910
5,8	2,938	1,2	4,203	3,3	5,807	7,9	7,964
5,7	2,962	1,1	4,235	3,4	5,848	8,0	8,017
5,6	2,986	1,0	4,267	3,5	5,889	8,1	8,072
5,5	3,010	0,9	4,299	3,6	5,930	8,2	8,126
5,4	3,034	0,8	4,331	3,7	5,972	8,3	8,181

TENSION DE LA VAPEUR D'EAU EN MILLIMÈTRES DE MERCURE. DE -- 9°,9  
A + 35° (suite).

°	mm.	°	mm.	°	mm.	°	mm.
+ 8,4	8,236	+13,0	11,162	+17,6	14,977	+22,2	19,901
8,5	8,291	13,1	11,235	17,7	15,072	22,3	20,022
8,6	8,347	13,2	11,309	17,8	15,167	22,4	20,143
8,7	8,404	13,3	11,383	17,9	15,262	22,5	20,265
8,8	8,461	13,4	11,456	18,0	15,357	22,6	20,389
8,9	8,517	13,5	11,530	18,1	15,454	22,7	20,514
9,0	8,574	13,6	11,605	18,2	15,552	22,8	20,639
9,1	8,632	13,7	11,681	18,3	15,650	22,9	20,763
9,2	8,690	13,8	11,757	18,4	15,747	23,0	20,888
9,3	8,748	13,9	11,832	18,5	15,845	23,1	21,016
9,4	8,807	14,0	11,908	18,6	15,945	23,2	21,144
9,5	8,865	14,1	11,986	18,7	16,045	23,3	21,272
9,6	8,925	14,2	12,064	18,8	16,145	23,4	21,400
9,7	8,985	14,3	12,142	18,9	16,246	23,5	21,529
9,8	9,045	14,4	12,220	19,0	16,346	23,6	21,659
9,9	9,105	14,5	12,298	19,1	16,449	23,7	21,790
10,0	9,165	14,6	12,378	19,2	16,552	23,8	21,921
10,1	9,227	14,7	12,458	19,3	16,655	23,9	22,053
10,2	9,288	14,8	12,538	19,4	16,758	24,0	22,184
10,3	9,350	14,9	12,619	19,5	16,861	24,1	22,319
10,4	9,412	15,0	12,699	19,6	16,967	24,2	22,453
10,5	9,474	15,1	12,781	19,7	17,073	24,3	22,588
10,6	9,537	15,2	12,864	19,8	17,179	24,4	22,723
10,7	9,601	15,3	12,947	19,9	17,285	24,5	22,858
10,8	9,665	15,4	13,029	20,0	17,391	24,6	22,996
10,9	9,728	15,5	13,112	20,1	17,500	24,7	23,135
11,0	9,792	15,6	13,197	20,2	17,608	24,8	23,273
11,1	9,857	15,7	13,281	20,3	17,717	24,9	23,411
11,2	9,913	15,8	13,366	20,4	17,826	25,0	23,550
11,3	9,989	15,9	13,451	20,5	17,935	25,1	23,692
11,4	10,054	16,0	13,536	20,6	18,047	25,2	23,834
11,5	10,120	16,1	13,623	20,7	18,159	25,3	23,976
11,6	10,187	16,2	13,710	20,8	18,271	25,4	24,119
11,7	10,255	16,3	13,797	20,9	18,383	25,5	24,261
11,8	10,322	16,4	13,885	21,0	18,495	25,6	24,406
11,9	10,389	16,5	13,972	21,1	18,610	25,7	24,552
12,0	10,457	16,6	14,062	21,2	18,724	25,8	24,697
12,1	10,526	16,7	14,151	21,3	18,839	25,9	24,842
12,2	10,596	16,8	14,241	21,4	18,954	26,0	24,988
12,3	10,665	16,9	14,331	21,5	19,069	26,1	25,138
12,4	10,734	17,0	14,421	21,6	19,187	26,2	25,288
12,5	10,804	17,1	14,513	21,7	19,305	26,3	25,438
12,6	10,875	17,2	14,605	21,8	19,423	26,4	25,588
12,7	10,947	17,3	14,697	21,9	19,541	26,5	25,738
12,8	11,019	17,4	14,790	22,0	19,659	26,6	25,891
12,9	11,090	17,5	14,882	22,1	19,789	26,7	26,045

TENSION DE LA VAPEUR D'EAU EN MILLIMÈTRES DE MERCURE, DE — 9°,9  
A + 35° (suite).

°	mm.	°	mm.	°	mm.	°	mm.
+26,8	26,198	+28,9	29,612	+31,0	33,405	+33,1	37,621
26,9	26,351	29,0	29,782	31,1	33,596	33,2	37,832
27,0	26,505	29,1	29,956	31,2	33,787	33,3	38,045
27,1	26,663	29,2	30,131	31,3	33,980	33,4	38,258
27,2	26,820	29,3	30,305	31,4	34,174	33,5	38,473
27,3	26,978	29,4	30,479	31,5	34,368	33,6	38,689
27,4	27,136	29,5	30,654	31,6	34,564	33,7	38,906
27,5	27,294	29,6	30,833	31,7	34,761	33,8	39,124
27,6	27,455	29,7	31,011	31,8	34,959	33,9	39,344
27,7	27,617	29,8	31,190	31,9	35,159	34,0	39,565
27,8	27,778	29,9	31,369	32,0	35,359	34,1	39,786
27,9	27,939	30,0	31,548	32,1	35,559	34,2	40,007
28,0	28,101	30,1	31,729	32,2	35,760	34,3	40,230
28,1	28,267	30,2	31,911	32,3	35,962	34,4	40,455
28,2	28,433	30,3	32,094	32,4	36,165	34,5	40,680
28,3	28,599	30,4	32,278	32,5	36,370	34,6	40,907
28,4	28,765	30,5	32,463	32,6	36,576	34,7	41,135
28,5	28,931	30,6	32,650	32,7	36,783	34,8	41,364
28,6	29,101	30,7	32,837	32,8	36,991	34,9	41,595
28,7	29,271	30,8	33,026	32,9	37,200	35,0	41,827
28,8	29,441	30,9	33,215	33,0	37,410		

## SOLUBILITÉ DE L'AIR DANS L'EAU

1 vol. d'eau dissout à la pression 760 et à t°		1 vol. d'eau dissout à la pression 760 et à t°		1 vol. d'eau dissout à la pression 760 et à t°	
Temp.	Volume de l'air.	Temp.	Volume de l'air.	Temp.	Volume de l'air.
0	0,02471	7	0,02080	14	0,01822
1	0,02406	8	0,02034	15	0,01795
2	0,02345	9	0,01992	16	0,01771
3	0,02287	10	0,01953	17	0,01750
4	0,02237	11	0,01916	18	0,01732
5	0,02179	12	0,01882	19	0,01717
6	0,02128	13	0,01851	20	0,01704

FORCE ÉLASTIQUE, VOLUME ET DENSITÉ DE LA VAPEUR D'EAU.  
(La pression en kilogr. par centim. carré est le dixième de la tension mesurée en mètres d'eau.)

Température.	Tension en atmosphères.	Tension en mètres de mercure.	Tension en mètres d'eau.	Volume occupé par un kil. de vapeur en mètres cubes	Poids du mètre cube de vapeur.
°	atm.	m	m	m. c.	k
0	<sup>1</sup> / <sub>100</sub> 0,0060	0,0046	0,0625	205,22240	0,00487266
5	0,0085	0,0065	0,0884	147,75371	0,00676800
10	0,0133	0,0091	0,1237	107,48908	0,00930320
15	0,0167	0,0127	0,1727	78,35263	0,01276340
17,86	<sup>1</sup> / <sub>50</sub> 0,0200	0,0152	0,2067	66,14496	0,01512517
20	0,0229	0,0174	0,2366	58,18440	0,01721000
25	0,0309	0,0235	0,3195	43,81498	0,02281840
29,37	<sup>1</sup> / <sub>25</sub> 0,0400	0,0304	0,4134	34,36449	0,02909000
30	0,0414	0,0315	0,4283	33,23320	0,03008428
33,30	<sup>1</sup> / <sub>20</sub> 0,0500	0,0380	0,5167	27,85253	0,03590307
35	0,0550	0,0418	0,5684	25,40909	0,03927636
37,38	<sup>1</sup> / <sub>16</sub> 0,0625	0,0475	0,6459	22,57831	0,04430600
40	0,0722	0,0549	0,7465	19,70135	0,05075875
42,66	<sup>1</sup> / <sub>12</sub> 0,0833	0,0633	0,8607	17,23227	0,05803375
45	0,0939	0,0714	0,9709	15,37885	0,06497744
46,25	<sup>1</sup> / <sub>10</sub> 0,1000	0,0760	1,0334	14,51564	0,06892666
50	0,1209	0,0919	1,2496	12,13377	0,08236000
50,60	<sup>1</sup> / <sub>8</sub> 0,1250	0,0950	1,2918	11,76950	0,08495800
53,35	<sup>1</sup> / <sub>7</sub> 0,1428	0,1086	1,4755	10,39195	0,09622000
55	0,1546	0,1175	1,5975	9,64802	0,10365238
56,63	<sup>1</sup> / <sub>6</sub> 0,1666	0,1267	1,7214	8,99644	0,11119230
60	0,1958	0,1488	2,0222	7,73688	0,12923823
60,40	<sup>1</sup> / <sub>5</sub> 0,2000	0,1513	2,0657	7,58297	0,13185937
65	0,2460	0,1869	2,5420	6,24774	0,16005355
65,36	<sup>1</sup> / <sub>4</sub> 0,2500	0,1900	2,5821	6,15667	0,16240770
70	0,3067	0,2331	3,1695	5,08438	0,19665454
75	0,3796	0,2885	3,9231	4,16858	0,23991111
80	0,4666	0,3546	4,8224	3,43994	0,29072857
81,72	<sup>1</sup> / <sub>3</sub> 0,5000	0,3800	5,1642	3,22712	0,30983570
85	0,5697	0,4330	5,8885	2,85644	0,35004166
90	0,6914	0,5254	7,1437	2,28699	0,41892000
92,18	<sup>2</sup> / <sub>5</sub> 0,7500	0,5700	7,7463	2,21512	0,43441000
95	0,8339	0,6338	8,6181	2,00605	0,49848777
100	1,0000	0,7600	10,3304	1,696000	0,5913000
105	1,1926	0,9064	12,3252	1,441136	0,6938857
106,33	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> 1,2500	0,6500	12,9105	1,380541	0,7243000
110	1,4150	1,0754	14,6233	1,230642	0,8125166

FORCE ÉLASTIQUE, VOLUME ET DENSITÉ DE LA VAPEUR D'EAU.  
 (La pression en kilogr. par centim. carré est le dixième de la tension  
 mesurée en mètres d'eau). (Suite.)

Température.	Tension en atmosphères.	Tension en mètres de mercure.	Tension en mètres d'eau.	Volume occupé par un kil. de vapeur en mètres cubes	Poids du mètre cube de vapeur.	
o	atm	m	m	m. c.	k	
111,83	1 1/2	1,5000	1,4400	15,4926	1,167228	0,8367000
115		1,6703	1,2694	17,2613	1,054766	0,9467400
116,50	1 3/4	1,7500	1,3300	18,0747	1,012619	0,9875250
120		1,9622	1,4913	20,2787	0,910674	1,098075
120,64	2	2,0000	1,5200	20,6368	0,895462	1,115717
124,39	2 1/4	2,2500	1,7200	23,2890	0,798033	1,253057
125		2,2946	1,7439	23,7433	0,788682	1,267941
127,83	2 1/2	2,5000	1,9000	25,8240	0,729463	1,370875
130		2,6714	2,0303	27,6080	0,685943	1,457334
130,98	2 3/4	2,7500	2,0900	28,4031	0,668363	1,496207
133,91	3	3,000	2,2800	30,9852	0,616697	1,620384
135		2,0969	2,3537	32,0056	0,599631	1,669346
136,72	3 1/4	3,250	2,4700	33,5673	0,573576	1,743400
139,29	3 1/2	3,500	2,6600	36,1490	0,534694	1,865826
140		3,5758	2,7176	36,9539	0,525188	1,903826
141,72	3 3/4	3,750	2,8500	38,7345	0,503167	1,987318
144	4	4,000	3,0400	41,3430	0,474320	2,108288
145		4,1118	3,1250	42,4937	0,462251	2,163500
146,28	4 1/4	4,2500	3,2300	43,3950	0,448860	2,227800
148,44	4 1/2	4,5000	3,4200	46,4780	0,426093	2,346833
150		4,7118	3,5810	48,6944	0,408213	2,449666
150,35	4 3/4	4,750	3,6400	49,0600	0,405507	2,466055
152,26	5	5,000	3,8000	51,6420	0,386960	2,584176
154,15	5 1/4	5,250	3,9900	54,2240	0,370170	2,701352
155		5,3789	4,0880	55,5886	0,361807	2,763687
155,94	5 1/2	5,500	4,1800	56,8060	0,354778	2,812250
157,64	5 3/4	5,750	4,3700	59,3880	0,340669	2,934600
159,25	6	6,000	4,5600	61,9700	0,327779	3,050785
160		6,1197	4,6510	63,2443	0,321724	3,108142
165		6,9394	5,2740	71,6730	0,287055	3,482167
165,40	7	7,000	5,3200	72,2990	0,284938	3,509307
170		7,8434	5,9610	81,0577	0,256784	3,893666
170,84	8	8,000	6,0800	82,6270	0,252423	3,970636
175		8,8381	6,7170	91,3378	0,230490	4,318500
175,77	9	9,000	6,8400	92,9550	0,226774	4,407700
180		9,9289	7,5460	102,6105	0,207403	4,820000
180,30	10	10,000	7,6000	103,2840	0,206403	4,848444

POIDS DE VAPEUR ET D'AIR CONTENUS DANS UN MÈTRE CUBE D'AIR SATURÉ A DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES SOUS LA PRESSION NORMALE DE 760<sup>mm</sup>. — CHALEUR CONTENUE DANS UN MÈTRE CUBE D'AIR SATURÉ. — POIDS D'AIR POUR DISSOUDRE 1 KIL. DE VAPEUR. — POIDS D'UN MÈTRE CUBE D'AIR SEC.

Température. ° C.	TENSION		POIDS			CHALEUR			Poids d'air pour dissoudre 1 kilogr. de vapeur.	Poids de 1 <sup>m</sup> cube d'air sec.
	de la vapeur H mm.	de l'air 0,76 - H	de la vapeur q	de l'air q'	Total q + q'	de la vapeur C	de l'air c	Totale C + c		
0	4,6	755,4	0,0040	1,2854	1,2903	2,9528	0,0000	2,9528	204,02	1,2032
5	6,5	753,5	0,0068	1,2880	1,2957	4,1290	1,9403	6,0753	185,39	1,2090
10	9,2	750,8	0,0094	1,2924	1,3018	5,7032	2,9293	8,6326	131,71	1,2174
15	12,7	747,3	0,0127	1,2982	1,3179	7,7845	4,2973	12,0818	94,610	1,2257
20	17,4	742,6	0,0171	1,1772	1,1943	10,5046	6,5964	16,1010	68,651	1,2047
25	23,6	736,4	0,0228	1,1478	1,1706	14,020	9,8208	20,841	50,276	1,1845
30	31,5	728,5	0,0301	1,1166	1,1467	18,517	13,9623	26,479	37,123	1,1649
35	41,8	718,2	0,0393	1,0829	1,1222	24,246	19,0093	33,255	27,565	1,1460
40	54,9	705,1	0,0507	1,0462	1,0969	31,351	25,0471	41,298	20,446	1,1270
45	71,4	688,6	0,0648	1,0056	1,0704	40,221	32,7577	50,979	15,507	1,1099
50	92,0	668,0	0,0825	0,9604	1,0427	51,143	42,415	62,558	11,670	1,0927
55	117,5	642,5	0,1034	0,9097	1,0131	64,480	55,1893	76,373	8,7931	1,0760
60	148,8	611,2	0,1291	0,8524	0,9815	80,642	71,157	92,799	6,6042	1,0599
65	186,9	573,1	0,1597	0,7873	0,9470	100,055	89,164	112,219	4,9282	1,0441
70	233,1	526,9	0,1963	0,7133	0,9096	123,23	110,869	135,40	3,6342	1,0280
75	288,5	471,5	0,2395	0,6291	0,8686	150,70	141,215	161,92	2,6273	1,0141
80	354,6	405,4	0,2901	0,5332	0,8233	183,06	178,1392	193,20	1,8376	0,9997
85	433,0	327,0	0,3493	0,4241	0,7734	220,93	225,5678	220,50	1,2139	0,9857
90	525,5	234,5	0,4180	0,3000	0,7180	265,02	285,4181	271,44	0,7176	0,9721
95	633,8	126,2	0,4974	0,1592	0,6566	316,06	359,61	319,66	0,3202	0,9580
100	760,0	0,0	0,5884	0,0000	0,5884	374,82	374,82	374,82	0,0000	0,9460

TABLE POUR LA RÉDUCTION DE LA PRESSION D'EAU A LA PRESSION DE MERCURE

Millimètres d'eau.	Millimètres de mercure.										
1	0,07	9	0,66	17	1,26	25	1,84	45	3,32	85	6,27
2	0,15	10	0,74	18	1,33	26	1,92	50	3,63	90	6,64
3	0,22	11	0,81	19	1,40	27	1,98	55	4,06	95	7,01
4	0,30	12	0,89	20	1,48	28	2,07	60	4,43	100	7,38
5	0,37	13	0,96	21	1,55	29	2,14	65	4,80	200	14,76
6	0,44	14	1,03	22	1,62	30	2,21	70	5,17	300	22,14
7	0,52	15	1,12	23	1,70	35	2,53	75	5,54	400	29,52
8	0,59	16	1,18	24	1,77	40	2,85	80	5,90	500	36,90

*Principales eaux naturelles.* Les eaux naturelles ont été divisées en trois groupes :

- 1° Eaux douces;
- 2° Eaux des mers;
- 3° Eaux minérales.

Les tableaux suivants indiquent la composition des principales eaux naturelles.

## ANALYSE DES EAUX DE SOURCES, DE TORRENTS,

ORIGINE	RÉSIDU FIXE		O		Az		CO <sup>2</sup> libre		Ca		Mg		Na	
	gr.	c. c.	c. c.	c. c.	c. c.	c. c.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Eau de torrent (fonte des neiges).....	0,019	?	?	?	?	?	0,0073	"	"	"	"	"	"	(1)
Source de la Mouillère, près Besançon (eau potable, type).....	0,3085	?	?	?	?	?	0,1046	0,0008	0,0032					(2)
Torrent de la vallée de l'Isère.....	0,0201	?	?	?	?	?	0,0024	0,0018	0,0022					(3)
Même torrent après 2000 mètres environ de trajet.....	0,0753	?	?	?	?	?	"	"	"	"	"	"	"	(4)
Rhin à Bâle.....	0,1694	?	?	?	?	?	0,0553	0,0048	0,0006					(5)
Id. à Strasbourg....	0,2317	7,4	15,9	7,6	0,0586	0,0014	0,0051							(6)
Id. à Emmerich....	0,289	"	"	"	0,0434	0,0175	0,0023							(7)
Rhône à Genève....	0,182	8,0	18,4	8,4	0,0453	0,0027	0,0031							(8)
Id. à Lyon.....	0,184	?	?	?	0,0639	0,0014	"							(9)
Loire à Orléans....	0,1346	7,0	13,2	1,8	0,0193	0,0017	0,0093							(10)
Garonne à Toulouse.	0,1367	7,9	15,7	17,0	0,0258	0,0009	0,0058							(11)
Seine en amont de Paris.....	0,2544	3,9	12,0	10,2	0,0739	0,0048	0,0074							(12)
Doubs.....	0,2251	9,3	18,2	17,8	0,0764	0,0098	0,0025							(13)
Vesle.....	0,1913	6,8	15,6	5,8	0,0657	"	0,0093							(14)
Elbe près Hambourg	0,1269	?	?	?	0,0279	0,0011	"							(15)
Danube près Vienne.	0,1414	?	?	?	0,0343	0,007	"							(16)
Sprea à Berlin.....	0,114	?	?	?	0,026	0,0026	0,0023							(17)
Tamise à Chelsea....	0,304	?	?	0,46	0,0766	0,0044	0,0083							(18)
Id. à London Bridge.	0,4084	?	?	27,2	0,0821	"	0,0143							(19)
Id. à Greenwich....	0,3998	?	?	71,6	0,0903	0,0057	0,0181							(20)
Aar à Berne.....	0,2163	?	?	?	0,066	0,010	0,0003							(21)
Clyde avant Glasgow.	0,1161	?	?	?	0,0181	0,0047	0,0029							(22)
Source de Cosford- House (Surrey)....	0,225	?	?	traces	0,0626	0,0025	0,0089							(23)
Source de Farnham (Surrey).....	0,105	?	?	traces	0,0068	0,0027	0,0056							(24)
Puits artésien de Gre- nelle.....	0,143	3,6	13,0	1,5	0,0272	0,004	"							(25)
Puits artésien de Tra- falgar-Square....	0,9915	?	?	30,4	0,0188	0,0091	0,2653							(26)
Puits artésien de Russel-Square....	0,682	?	?	82,3	0,0128	0,0028	0,1762							(27)
Eau de Saint-Ouen..	0,267	2,4	4,0	65,0	0,0108	0,0146	0,051							(28)
Id. de Leyde.....	0,944	?	?	?	0,152	0,0293	0,1037							(29)
Id. de Copenhague..	1,700	?	?	?	0,2311	0,0513	"							(30)
Source du Duc (Font- froide, près Nar- bonne).....	0,3433	6,20	15,40	2,02	0,1005	0,0062	0,0205							(31)

(1) Niepce, Vallée de l'Isère. Chalet du Compas, au pied du Grand-Charnier.  
 — (2) H. Deville. Sort des terrains jurassiques du Doubs. — (3) Grange. Eau prise à 2,250 mètres de hauteur au glacier du Glezin. — (4) Même eau, à 678 mètres de hauteur. — (5) Pagenstecher. — (6) H. Deville, *Ann. de Chim. et de Phys.*, [3], t. XXIII, p. 32. — (7) Müller, *Arch. pharm.*, [2], t. XLIX, p. 10. — (8) H. Deville, *loc. cit.* — (9) ? (Cette analyse mérite révision). — (10) H. Deville. — (11) *Ibid.* — (12) *Ibid.*, Bercy, juin 1846. — (13) *Ibid.* — (14) Maumené, *Compt. rend.*, t. XXXI, p. 270. — (15) Bischoff. — (16) *Ibid.* — (17) Bauer. — (18) Graham, Miller et Hofmann, *Quart. Jour. Chem. Soc. Lond.*, t. IV, p. 376.

## DE RIVIÈRES ET DE PUIT ARTÉSIENS. (POUR 1 LITRE.)

K	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	SiO <sub>2</sub>	AzO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	MAT. ORGAN.	
gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	
"	"	"	"	0,0072	"	0,005	traces	"	"	"	(1)
0,0011	0,0943	"	"	0,1544	0,0036	0,00165	0,025	0,0103	"	"	(2)
0,0007	"	"	"	0,0020	0,0034	0,0048	0,002	"	"	"	(3)
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	(4)
"	"	"	"	0,0862	0,0154	0,0015	0,0021	"	"	0,0033	(5)
"	0,0025	0,0053	"	0,0849	0,0195	0,0012	0,0488	0,0038	"	"	(6)
"	0,0048	"	"	0,0817	0,0434	0,0037	"	traces	"	"	(7)
"	0,0039	"	"	0,0508	0,0429	0,001	0,0238	0,0085	"	"	(8)
"	"	"	"	0,090	0,0197	"	0,07	"	"	"	(9)
"	0,0071	0,0055	"	0,0415	0,0023	0,0029	0,0406	"	"	"	(10)
0,0034	"	0,0031	0,003	0,0448	0,0078	0,0019	0,0401	"	"	"	(11)
0,0022	0,00028	0,0017	"	0,1018	0,0219	0,0074	0,0244	"	"	?	(12)
"	"	"	"	0,1162	0,0034	0,0018	0,0159	0,004	"	"	(13)
"	"	"	"	0,0986	0,0015	0,005	0,0018	"	"	0,0082	(14)
0,0028	0,0012	0,0042	"	0,0447	0,0072	0,0394	0,0054	"	"	"	(15)
"	"	0,0012	"	0,0609	0,0131	0,002	0,0049	"	"	"	(16)
"	"	0,002	"	"	"	"	"	"	"	"	(17)
0,0015	"	"	"	0,0454	0,0086	0,0006	"	0,002	"	"	(18)
0,004	0,0041	"	"	0,0906	0,0560	0,0175	0,0101	"	"	0,034	(19)
0,0017	"	"	"	0,0694	0,0322	0,0636	0,0018	"	"	0,100	(20)
0,0088	"	"	"	0,1232	0,0591	0,0269	0,0113	"	"	0,0528	(21)
"	"	"	"	0,1033	0,0337	0,0003	0,0027	"	"	"	(22)
"	"	0,002	"	0,0513	0,0079	0,0083	0,003	"	"	0,0261	(22)
6,005	0,0013	"	"	traces	0,0331	0,0121	0,0104	"	traces	0,0136	(23)
0,0028	0,0128	"	"	traces	0,0173	0,0081	0,0142	traces	traces	0,0254	(24)
0,0238	"	"	"	0,0605	0,0060	0,0052	0,006	"	"	0,002	(25)
0,099	"	"	"	0,1971	0,1805	0,1742	0,0131	"	"	0,013	(26)
0,0747	0,0038	"	"	0,319	0,1825	0,1111	0,0115	"	traces	0,011	(27)
"	0,002	"	"	0,0526	0,0814	0,0334	0,036	"	"	0,004	(28)
0,0328	0,010	"	"	0,1957	0,2478	0,1317	0,040	"	"	"	(29)
0,4108	"	"	"	0,3514	0,1616	0,3988	0,031	"	"	"	(30)
"	0,0007	0,0016	p. q.	0,2875	0,0458	0,0102	0,0060	p. q.	0,0004	f. q.	(31)

— (19) Ashley, *ibid.*, t. II, p. 74. — (20) Bennett, *ibid.*, t. II, p. 195. — (21) Pagenstecher. — (22) Panny. — (23) Graham, Miller et Hofmann, *loc. cit.* — (24) *Ibid.* — (25) Payen, *Ann. de Chim. et de Phys.*, [3], t. I, p. 381. — (26) Abel et Rowney, *Quart. Journ. Chem. Soc. Lond.*, t. I, p. 97. — (27) Clark et Medlock, *Quart. Journ. Chem. Soc. Lond.*, t. IV, p. 20. — (28) Henry. — (29) Gunning. — (30) Johnstrug, *Arch. f. ph. og. techn. Chem.* — (31) A. Gautier, *Étude des eaux potables*, 1862.

Nota. — Le signe " indique que la substance correspondante n'a pas été notée par l'auteur.

I. — TABLEAU DE LA COMPOSITION DES PRINCIPALES EAUX MINÉRALES.  
(Les poids sont exprimés en milligrammes et rapportés à 1000 gr. d'eau.)

	EAUX ACIDULES.		EAUX ALCAINES.	
	Température. Densité.	millig.	Température. Densité.	millig.
Acide carbonique libre.				
Bicarbonate Na.	17° 5 1,0034	1035 979	30° 5 1,0029	902 2032
— K.		351		233
— Ca.		209		200
Mg.		traces.		187
— Sr.		traces.		traces.
— Ba.		20		0,48
— Li.		30		traces.
— Fe.		23		2,6
Mn.		150		0,8
Sulfate Na.		23		0,8
— K.		148		39
— Ca.		40		51
— AZH.		40		traces.
Phosphate Na.		40		traces.
— (Al-Si).		40		traces.
Arséniate Na.		40		traces.
Condillac (S <sup>te</sup> -Anastasié).	13° ?	1083 1466	30° 8 ?	1084 1932
Soultzmat.	10 à 11° 1,0018	1946 957	30° 8 ?	1084 1932
Niederselters.	17° 5 1,0034	1035 979	30° 8 ?	1084 1932
Vichy (Grande-Grille).	41° 8 ?	908 4883	30° 8 ?	1084 1932
Vichy (Puits Chome).	?	768 5094	30° 8 ?	1084 1932
Vichy (Hôpital).	30° 8 ?	1087 5029	30° 8 ?	1084 1932
Vichy (Célestins).	?	1049 5103	30° 8 ?	1084 1932
Ems. (Kremschen).	29° 5 1,0029	1084 1932	30° 8 ?	1084 1932
Ems. (Furstenbrun- nen).	33° 25 1,0031	902 2032	30° 8 ?	1084 1932
Ems. (Kesselbrunnen).	46° 25 1,0031	884 4979	30° 8 ?	1084 1932
Plombières. (Dames).	?	42,6	30° 8 ?	1084 1932
Plombières. (Crucifix).	?	8,3	30° 8 ?	1084 1932

Borate Na.....	"	922	"	984	"	1012	"	0,7	"	traces.	"	290	Jutier et Lefort.
Chlorure Na.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"	240	Jutier et Lefort.
Iodure K.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"	3518	Fresenius.
Iodure Na.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"	3543	Fresenius.
Bromure Na.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"	3373	Fresenius.
Fluorure Ca.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"	7185	Bouquet.
Sulfate Na.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"	6891	Bouquet.
— Li.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"	7006	Bouquet.
— Ca.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"	2193	O. Henry.
— (Al).....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"	2091	A. Béchamp.
Alumine.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"	4070	O. Henry.
Peroxyde de fer.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"		
Oxyde de manganèse.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"		
Azotate Na.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"		
Crémate Fe <sub>2</sub> .....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"		
— Na.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"		
— Ca.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"		
Barégine.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"		
Matières organiques.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"		
Principes fixes.....	"	traces.	"	traces.	"	traces.	"	"	"	"	"		
AUTEURS des ANALYSES													



Sulfate Sr.	"	traces.						2,8			
Ba	"	"						0,1			
Cu	"	"						13,2			
Phosphate K	"	5,6									
Ca	"	traces.						2,4			
(AP) N.	"	traces.						7,4			
Borate Na	"	5882									
Chlorure Na	"	287									
K	"	303									
Mg	"	889									
Li	"	200									
Ca	"	7,2									
Az H	"	"									
Iodure K	"	"									
Na	"	traces.									
Bromure Na	"	traces.									
Fluorure Ca	"	8,4									
Silice	"	traces.									
Alumine	"	13									
Peroxyde de fer	"	23									
Oxyde de manganèse	"	1,2									
Magnésie	"	traces.									
Strontiane	"	0,8									
Azotate Na	"	479									
Mg	"	0,96									
Ammoniaque	"	traces.									
Crémate Mg	"	9,3									
Matieres organiques	"	0,9									
Principes fixes											
			4628	14175	14681	8735	10169	5459	8653	20647	32440
AUTEURS des ANALYSES	?	Liebig.	Liebig.	Liebig.	Liebig.	A. Béchamp et A. Gautier.	Berzelius.	Berzelius.	Berzelius.	Berzelius.	Struve.









TABLEAU DE LA COMPOSITION

(RAPPORTÉE)

(On n'a indiqué ici que les substances qui y

MERS	POINTS OU L'EAU A ÉTÉ PUISÉE.	Na	Cl	Mg	Ca	K	SO <sub>4</sub>	Br
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Océan Atlantique	0°47' S .....	11,081	19,460	0,9568	0,4507	0,7604	2,577	0,4069
—	35°20' O .....							
—	20°54' N .....	10,464	19,012	1,2735	0,4684	0,7252	2,446	0,3102
—	40°44' O .....							
—	11°18' N .....	11,719	20,840	1,1081	0,5568	0,6082	3,029	0,3878
—	36°28' O .....							
Océan, cap Horn	.....	10,457	18,841	1,1763	0,5289	0,5916	2,878	0,3271
Mer du Nord	.....	10,117	18,954	1,3144	0,4782	0,6811	2,563	0,2924
—	entre Belgique et Angleterre ...	10,206	18,168	1,1582	0,3244	0,5536	2,590	?
Manche	à quelques milles du Havre ...	10,142	17,794	1,2305	0,4093	0,0425	2,882	0,1046
Méditerranée	Marseille .....	10,683	21,099	3,0037	0,048	0,0041	5,716	?
—	Cette, à 3500 m. des côtes ...	11,706	20,527	1,3104	0,4411	0,2643	2,943	0,434
—	Lagunes de Venise .....	8,779	15,882	1,1046	0,1769	0,4356	2,662	?
Océan Pacifique	à 3 m,50 de la surface .....	10,262	18,950	1,3151	0,4719	0,6038	2,786	0,3102
—	à 140 mètres de profondeur ...	10,233	19,321	1,4714	0,4752	0,6336	2,827	0,2394
Baltique	.....	5,894	10,386	1,6115	0,0363	»	0,719	»
Mer Noire	Côte sud de Crimée .....	5,512	9,574	0,6622	0,1305	0,0075	1,2505	0,005
Mer d'Azof	entre Kertch et Mariapol .....	3,997	6,585	0,4010	0,0908	0,0670	0,8045	0,004
Mer Caspienne	sud-ouest de Pischnoi .....	1,144	2,737	0,4098	0,1916	0,1397	1,337	?
Mer Morte	puisée à la surface .....	0,885	17,628	4,177	2,150	0,474	0,2424	0,167
—	à 300 mètres de profondeur ...	14,300	174,985	41,428	17,269	4,386	0,6276	7,093

## DES EAUX DE MER

A 1 LITRE).

existent en quantité dosable dans 1 litre.)

CO <sub>2</sub>	Fe	Mn	(Al <sup>3+</sup> )	Si O <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	Matières organiques	Az H <sup>4</sup>	Résidu fixe.	AUTEURS
gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	
"	"	"	"	"	"	"	"	35,700	Bibra, <i>Ann. der Chem. u. Pharm.</i> , t. LXZVII, p. 90.
"	"	"	"	"	"	"	"	34,700	
"	"	"	"	"	"	"	"	38,400	
"	"	"	"	"	"	"	"	34,800	
"	"	"	"	"	"	"	"	34,400	Bischof, <i>C. géolog.</i> , i. 1, p. 98.
"	"	"	"	"	"	"	"	32,800	
0,078	traces	traces	"	0,016	traces	"	"	32,700	Figuiet et Mialhe, <i>Journ. de Pharm.</i> , (3) t. XIII, p. 406.
0,142	"	"	"	"	"	"	"	40,700	Laurent, <i>Journ. de Pharm.</i> , t. XXI, p. 93.
0,0679	0,0028	"	"	"	"	"	"	37,700	Usiglio, <i>Ann. de Chim et de Phys.</i> , t. XXVII, p. 92 et 172.
"	"	"	"	"	"	"	"	29,100	Calamai, 1847.
"	"	"	"	"	"	"	"	31,700	Bibra, <i>loc. cit.</i>
"	"	"	"	"	"	"	"	35,200	Pfaff, <i>Schweigger's Journ.</i> , t. XXII, p. 271.
"	"	"	"	"	"	"	"	17,740	
0,2475	0,1271	"	"	"	"	"	"	17,603	Göbel, <i>Poggendorff's Ann.</i> , suppl., t. 1, p. 187.
0,0695	0,0358	"	"	"	"	"	"	11,900	<i>Ibid.</i>
0,0773	0,0401	"	"	"	"	"	"	6,298	<i>Ibid.</i>
traces	traces	traces	traces	0,006	traces	traces	traces	27,078	Terrell, <i>Comptes rendus</i> , t. LXII, p. 1329.
traces	traces	traces	traces	traces	"	traces	traces	278,135	

COMPOSITION DE L'EAU DE QUELQUES SOURCES SALÉES.

	HINRER.	HEINE				ZWINGER.	HEINE.	LIEBIG.			PFANNKUCH		
	Lünebourg.	Hall Gutjahr-brunnen.	Schönebeck.	Dürenberg.	Hall Hacke-brunnen.	Koses Puits. supé-rieur.	Koses Puits. infé-rieur.	Nauheim.	Artern.	Soden.	Kreuznach.	Salzhausen.	Rodenberg Puits.
Chlorure de sodium.	24,665	"	10,404	7,539	7,356	4,343	2,741	2,506	2,449	1,475	1,415	0,943	0,633
de potassium.	"	0,166	"	"	0,162	"	"	traces.	"	0,037	0,030	0,000	"
de calcium.	"	0,434	"	"	0,172	"	"	0,363	"	"	0,261	"	"
de magnésium	"	0,406	0,973	0,135	0,467	"	"	0,085	0,081	"	0,223	0,080	"
Sulfate de potasse.	0,038	"	0,148	0,083	"	0,031	0,030	"	0,033	"	"	"	"
de soude.	"	"	"	"	"	0,034	0,030	0,005	0,430	0,011	"	"	0,036
de chaux.	0,244	0,466	0,283	0,568	0,266	0,133	0,134	0,005	0,009	"	"	"	0,222
de magnésie.	0,245	"	0,130	0,054	"	0,102	0,078	0,150	0,005	0,126	0,003	0,057	0,018
Carbonate de chaux.	0,245	"	0,049	0,013	"	0,014	0,021	0,048	"	0,024	0,001	"	"
de magnésie.	0,007	"	0,006	0,002	"	"	"	"	"	"	"	"	"
de protoxyde	"	"	"	"	"	"	"	0,004	"	0,004	0,005	0,001	"
Alumine de fer.	0,004	"	0,003	"	"	"	"	"	"	traces.	0,001	"	"
Oxyde de fer.	"	"	"	"	"	0,001	"	"	"	"	"	"	"
Silice.	"	"	0,002	0,002	"	0,001	0,001	"	"	0,004	0,013	0,001	"
Matières organiques.	"	"	0,001	"	"	"	"	0,007	"	traces.	traces.	traces.	"
Matières solides.	25,427	18,890	14,100	8,387	8,423	4,858	3,344	3,008	3,006	1,681	1,728	1,171	0,909
Acide carbonique.	"	"	"	"	"	"	"	0,162	"	0,211	"	0,027	"
Eau.	74,573	81,110	88,900	91,613	91,577	95,042	96,656	96,830	96,994	98,108	92,272	98,802	99,091

**Hydrotimétrie.** — Ce mode d'essai, dû au chimiste anglais Clarke, a été rendu pratique par MM. Boutron et Boudet.

Il repose sur ce fait que de l'eau pure agitée avec une petite quantité de dissolution de savon donne une mousse abondante qui se maintient assez longtemps à la surface; si l'eau est calcaire ou magnésienne, cette mousse ne prend naissance que lorsque le savon a été ajouté en quantité suffisante pour former les savons terreux insolubles provenant de la combinaison chimique de la chaux ou de la magnésie avec les acides gras du savon. Par conséquent, en opérant sur un volume d'eau déterminé et avec une liqueur savonneuse titrée qu'on verse en quantité strictement suffisante pour que la mousse devienne persistante, on peut arriver, d'après le volume de la liqueur titrée employée, à déterminer la valeur relative de l'eau soumise à l'essai.

Pour préparer la dissolution du savon, on prend :

Savon blanc de Marseille . . . . .	50 grammes.
Alcool à 90° . . . . .	800 —

On coupe le savon en copeaux minces et on les fait dissoudre dans l'alcool chauffé au bain-marie. On filtre et on ajoute à la liqueur 500 cent. cubes d'eau distillée.

On titre cette liqueur au moyen d'une dissolution de chlorure de calcium contenant 0 gr. 25 de ce sel dissous dans 1,000 cent. cubes d'eau. 40 cent. cubes de cette dissolution doivent donner la mousse persistante après l'addition de 23 divisions de la burette graduée contenant la liqueur savonneuse. Si ce résultat n'est pas obtenu, on corrige celle-ci en ajoutant une quantité convenable d'eau ou de savon.

La burette (fig. 10) a une capacité de 6 cent. cubes environ; deux centimètres cubes quatre dixièmes sont divisés en 23 parties égales et marqués d'un trait circulaire. Le 0 est au dessous du premier trait. Le volume de la liqueur comprise entre le 0 et cette première division représente la quantité de savon nécessaire pour produire la mousse persistante dans 40 cent. cubes d'eau pure.

On mesure, à l'aide d'un petit flacon (fig. 11), 40 cent. cubes d'eau à essayer; on y verse peu à peu, à l'aide de la burette remplie jusqu'au premier trait, la dissolution de savon et on agite. Tant que la mousse disparaît rapidement, par suite de la formation du savon calcaire, on continue l'opération; on termine celle-ci au moment où la mousse se maintient quelques instants à la surface du liquide. Le nombre de divisions de la burette qu'on a employées représente le *degré hydrotimétrique* de l'eau soumise à l'essai. Généralement, le point exact où la mousse commence à persister a été dépassé dans un premier essai; on note le nombre de divisions et on fait un second essai en ne versant que goutte à goutte les dernières portions de la liqueur alcoolique de savon. Chaque degré hydrotimétrique correspond sensiblement à 1 centigr. de sel calcaire contenu dans 1 litre d'eau. Ainsi une eau qui marque 25° hydrotimé-

triques renferme environ 0 gr. 250 de carbonate de chaux par litre. Lorsque les eaux sont très calcaires et qu'elles marquent au delà de 30° hydrométriques, il est difficile, à cause du dépôt abondant de savons calcaires qui se forme, de saisir le moment où la mousse devient persistante. Dans ce cas, on ne mesure, à l'aide du flacon, que 10 cent. cubes d'eau et on ajoute 30 cent. cubes d'eau distillée;

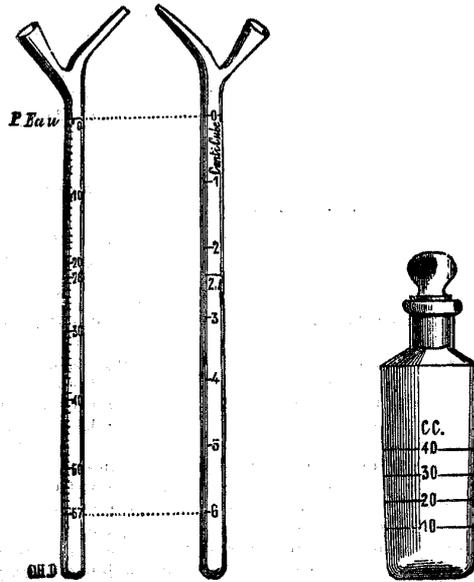


Fig. 10. — Burette hydrotimétrique. Fig. 11. — Flaçon d'essai.

on agite et on procède à l'essai comme précédemment, mais on multiplie le résultat par 4 afin d'avoir le titre hydrotimétrique.

Les eaux ont été divisées en trois classes :

1° *Celles qui ne marquent pas 30°.* — Elles sont bonnes pour la boisson (à condition qu'elles ne renferment pas de matières organiques), le blanchissage, la cuisson des légumes, etc. ;

2° *Celles qui marquent de 30 à 60°.* Sans être absolument nuisibles à la santé, elles sont impropres aux usages domestiques (lessivage, cuisson des légumes, alimentation des chaudières) ;

3° *Celles qui marquent de 60 à 150°.* — Elles sont impropres à tout usage domestique ou industriel.

Ce mode d'essai est également usité en Angleterre et en Allemagne, mais les degrés ont une signification différente :

1 degré français équivaut à  $\begin{cases} 0^{\circ},70 \text{ anglais.} \\ 0^{\circ},56 \text{ allemand.} \end{cases}$

MM. Boutron et Boudet sont arrivés, en perfectionnant encore cette méthode, à obtenir des résultats équivalant presque à une véritable analyse quantitative.

Voici comment il faut procéder :

1° On prend le degré hydrotimétrique de l'eau par le procédé que nous venons d'indiquer;

2° On ajoute à 50 cent. cubes de l'eau à essayer, 2 cent. cubes d'une dissolution d'oxalate d'ammoniaque au soixantième, et on filtre après avoir agité vivement et laissé reposer une demi-heure. On prend alors le degré de l'eau filtrée, qui ne contient plus de sels de chaux;

3° On porte à l'ébullition, pendant une demi-heure, un volume déterminé de l'eau à essayer, puis on ramène au volume primitif avec de l'eau distillée. On a ainsi chassé l'acide carbonique, et le sulfate de chaux est précipité ainsi que le sulfate de magnésie. On agite afin de redissoudre ce dernier et on cherche le degré hydrotimétrique en prenant 40 cent. cubes du liquide filtré;

4° On prend 50 cent. cubes de l'eau bouillie et filtrée de l'opération précédente et on ajoute 2 cent. cubes d'oxalate d'ammoniaque afin d'éliminer la chaux qui n'aurait pas été précipitée à l'état de carbonate. On agite, on filtre après un repos d'un quart d'heure et on prend le degré hydrotimétrique de ce liquide en opérant sur 40 cent. cubes.

La première opération représente la somme des actions exercées sur le savon par le carbonate de chaux, l'acide carbonique, les sels de chaux divers et les sels de magnésie contenus dans l'eau essayée.

La deuxième opération représente les sels de magnésie et l'acide carbonique qui restaient dans l'eau après l'élimination de la chaux.

La troisième opération représente les sels de magnésie et les sels de chaux, autres que le carbonate. Mais, l'expérience ayant démontré que le résultat ainsi obtenu était toujours trop fort, il faut retrancher trois degrés du titre trouvé.

La quatrième opération représente les sels de magnésie qui n'ont pu être précipités ni par l'ébullition, ni par l'oxalate d'ammoniaque.

On peut alors calculer approximativement la composition de l'eau essayée à l'aide du tableau suivant, qui indique l'équivalent d'un degré hydrotimétrique pour 1 litre d'eau d'un certain nombre de corps. Il suffit de multiplier le nombre des degrés trouvés pour chaque corps en particulier par le nombre correspondant à 1° hydrotimétrique de ce corps.

Chaux . . . . .	1° = 0,0057
Chlorure de calcium . . . . .	1° = 0,0114
Carbonate de chaux . . . . .	1° = 0,0103
Sulfate de chaux . . . . .	1° = 0,0140
Magnésie . . . . .	1° = 0,0042
Chlorure de magnésium . . . . .	1° = 0,0090
Carbonate de magnésie . . . . .	1° = 0,0088
Sulfate de magnésie . . . . .	1° = 0,0125
Chlorure de sodium . . . . .	1° = 0,0120
Sulfate de soude . . . . .	1° = 0,0146
Acide sulfurique . . . . .	1° = 0,082
Chlore . . . . .	1° = 0,0075
Savon à 50 pour cent d'eau . . . . .	0,1061
Acide carbonique . . . . .	1° = 0 <sup>lit</sup> ,005

En retranchant des degrés hydrotimétriques trouvés dans la première opération, ceux trouvés dans la seconde, on a les degrés hydrotimétriques représentant les sels de chaux.

Les degrés hydrotimétriques de la deuxième opération représentent les sels de magnésie et l'acide carbonique, qui restaient dans l'eau après l'élimination de la chaux.

Les degrés hydrotimétriques de la troisième opération, après correction, c'est-à-dire diminués de 3 degrés, représentent les sels de magnésie et les sels de chaux, autres que le carbonate. En retranchant des degrés trouvés dans la première opération ceux donnés par la troisième opération après correction, on a les degrés représentant le carbonate de chaux et l'acide carbonique.

La quatrième opération donne les degrés hydrotimétriques représentant les sels de magnésie.

En retranchant les degrés hydrotimétriques représentant les sels de chaux et les sels de magnésie du degré hydrotimétrique donné par la première opération, le reste représentera les degrés hydrotimétriques de l'acide carbonique.

Ainsi, supposons, par exemple, que

la 1 <sup>re</sup> opération ait donné . . . . .	25°
la 2 <sup>e</sup> — — — — —	11°
la 3 <sup>e</sup> — — — — —	15°
la 4 <sup>e</sup> — — — — —	8°

nous aurons  $25° - 11° = 14°$  représentant les sels de chaux,

$15° - 3° = 12°$  représentant les sels de magnésie, et les sels de chaux, autres que le carbonate,

$25° - 12° = 13°$  représentant le carbonate de chaux et l'acide carbonique.

Les sels de chaux et de magnésie étant représentés les premiers par  $14°$  et les seconds par  $8°$ , et ensemble par  $22°$ , il est évident que

sur les 25° de l'eau à l'état naturel, il reste 3° pour l'acide carbonique.

En résumé, on peut conclure :

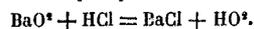
- 1° Que l'acide carbonique, les sels de chaux et de magnésie contenus dans 1 litre d'eau examinée équivalent à . . . . . 25°  
 2° Que les sels de chaux équivalent à . . . . . 14°  
 3° Que les sels de magnésie équivalent à . . . . . 8°  
 4° Que l'acide carbonique équivalent à . . . . . 3°  
 5° Que l'acide carbonique équivalent à 3°, le carbonate de chaux et l'acide carbonique réunis équivalent à 13°, le carbonate de chaux équivalent à 13°-3° . . . . . 10°  
 6° Que les sels de chaux en totalité équivalent à 14°, et le carbonate de chaux équivalent à 10°, le sulfate de chaux ou les sels de chaux autres que le carbonate équivalent à 14°-10° . . . . 4°  
 Cette eau contient donc :

Acide carbonique . . . . .	3°
Carbonate de chaux . . . . .	10°
Sulfate de chaux ou sels de chaux autres que le carbonate . . . . .	4°
Sels de magnésie . . . . .	8°
	25°

On convertira ensuite les degrés en poids équivalents au moyen du tableau que nous avons donné ; on trouvera ainsi :

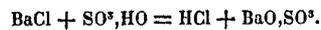
Acide carbonique libre . . . . .	0 <sup>ll</sup> ,015
Carbonate de chaux . . . . .	0 <sup>gr</sup> ,103
Sulfate de chaux . . . . .	0 <sup>gr</sup> ,056
Sulfate de magnésie . . . . .	0 <sup>gr</sup> ,100

**Eau oxygénée. HO<sup>2</sup>.** — Se prépare au moyen du bioxyde de baryum et de l'acide chlorhydrique :



Le bioxyde de baryum est pulvérisé dans un mortier et arrosé d'eau ; on verse la bouillie dans un verre, plongé dans un mélange réfrigérant, contenant de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau.

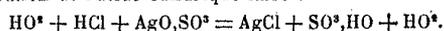
On verse alors dans la liqueur de l'acide sulfurique qui précipite la baryte à l'état de sulfate :



En ajoutant ensuite à la liqueur du bioxyde de baryum, on obtient une nouvelle quantité d'eau oxygénée.

En répétant cette opération un certain nombre de fois et en séparant de temps en temps le sulfate de baryte précipité au moyen d'un filtre, on finit par obtenir une liqueur assez chargée d'eau oxygénée.

Cette liqueur contient, outre l'eau oxygénée, du chlorure de baryum; en y versant de l'acide sulfurique, on précipite la baryte à l'état de sulfate, mais on met en liberté de l'acide chlorhydrique. On verse alors du sulfate d'argent, en quantité strictement nécessaire pour enlever tout l'acide chlorhydrique; la liqueur contient après cette opération de l'acide sulfurique libre :



En ajoutant de l'eau de baryte jusqu'à ce que tout l'acide sulfurique soit précipité à l'état de sulfate de baryte, on obtient de l'eau oxygénée que l'on concentre dans le vide en présence d'acide sulfurique.

L'eau oxygénée est un liquide incolore, sans odeur, ayant une saveur métallique. Elle se décompose à la température de  $+ 14^{\circ}$  en dégageant 475 fois son volume d'oxygène.

### IODE.

**Iode.** I = 127. — Corps solide, d'un gris noirâtre, doué de l'éclat métallique, se présentant sous forme de lamelles plus ou moins épaisses, opaques, faciles à pulvériser. Sa densité est égale à 4,498. Il fond à  $113^{\circ},6$  et bout à  $175^{\circ}$ , en produisant de belles vapeurs violettes. Cristallise par sublimation en lames rhomboïdales. Émet des vapeurs sensibles même à la température ordinaire. Peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, l'acide iodhydrique et l'iodure de potassium.

Se prépare :

1° *Au moyen des cendres de varech.* Ces cendres renferment des sulfates de soude et de potasse, du chlorure de sodium, du carbonate de soude et du chlorure de potassium, qu'on extrait par des cristallisations successives. Dans les eaux-mères se concentrent les bromures et les iodures alcalins.

On verse dans les eaux-mères de l'acide sulfurique afin de se débarrasser des sulfures, sulfites et hyposulfites qu'elles renferment; il se dégage de l'hydrogène sulfuré, de l'acide sulfureux, et il se dépose du soufre. On les porte ensuite à l'ébullition, on laisse refroidir, on décante et on fait passer un courant de chlore en quantité suffisante pour décomposer tout l'iodure de potassium, mais en évitant un excès de ce gaz. L'iode se dépose sous forme d'une boue noire qu'on recueille, qu'on lave, qu'on fait égoutter et que l'on soumet ensuite à la distillation dans des pots en grès. L'iode va se sublimer dans des récipients communiquant avec ces pots et situés en dehors du fourneau.

Les eaux-mères qui contiennent encore des bromures servent à l'extraction du brome.

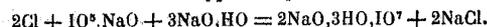
2° *Au moyen de l'azotate de soude du Chili.* Les eaux-mères provenant du raffinage du salpêtre du Chili contiennent de l'iodate et de l'iodure de sodium. On y fait passer un courant d'acide sulfureux jusqu'à ce que l'iode précipité des iodates commence à se redissoudre, puis ensuite un courant de chlore qui précipite l'iode des iodures. Le précipité est comme précédemment égoutté et sublimé.

**Acide hypoiodique.**  $\text{IO}^4$ . — Poudre amorphe d'un jaune plus ou moins vif, s'obtenant par désoxydation partielle de l'acide iodique en présence de l'acide sulfurique.

**Acide iodique.**  $\text{IO}^5, \text{HO}$ . — Se prépare au moyen de l'iodate de potasse, que l'on obtient en traitant l'iode par la potasse. On verse dans la dissolution de ce sel de l'azotate de baryte; il se forme de l'iodate de baryte qui se dépose. L'iodate de baryte est ensuite décomposé par l'acide sulfurique chaud; on filtre le sulfate de baryte qui se dépose et on concentre la liqueur.

C'est un oxydant énergique.

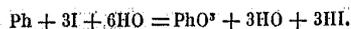
**Acide hyperiodique.**  $\text{IO}^7, 5\text{HO}$ . — En faisant passer un courant de chlore dans une solution d'iodate de soude en présence d'un alcali, il se forme de l'acide hyperiodique :



L'hyperiodate de soude se dépose; on le recueille, on le dissout dans l'acide azotique étendu, puis on ajoute de l'azotate de plomb; il se forme de l'hyperiodate tribasique de plomb, que l'on décompose par l'acide sulfurique.

L'acide hyperiodique cristallise en prismes obliques à base rhombe, contenant 5 équivalents d'eau.

**Acide iodhydrique.**  $\text{HI}$ . — Se prépare en prenant 15 p. d'eau, 1 p. de phosphore rouge et 20 p. d'iode. On chauffe légèrement le mélange et on recueille l'acide iodhydrique qui se dégage dans un flacon bien sec :



C'est un gaz incolore, répandant à l'air d'épaisses fumées blanches, d'une odeur rappelant celle de l'acide chlorhydrique. Sa densité est égale à 4,44.

Très soluble dans l'eau, qui en dissout à + 10° environ 425 fois son volume.

## MAGNÉSIUM

**Magnésium.**  $\text{Mg} = 12$ . — Métal blanc d'argent, malléable et ductile, d'une densité égale à 1,74, fondant au rouge, se volatilissant

vers 1300°. Sa chaleur spécifique est égale à 0,2499 ; son coefficient de dilatation est de 0,0002694. Inaltérable dans l'air sec ; s'oxyde peu à peu dans l'air humide. Brûle dans l'air avec une flamme éclatante, en donnant des étincelles bleu indigo. Attaqué facilement par les acides étendus.

Pour le préparer, on mélange :

Chlorure de magnésium anhydre. . . . .	600 gr.
Mélange, à équivalents égaux, de chlorure de potassium et de sel marin . . . . .	100 —
Fluorure de calcium purifié. . . . .	100 —
Sodium . . . . .	100 —

On introduit le mélange dans un creuset en terre chauffé au rouge et on ferme avec un couvercle solidement maintenu. Après la réaction vive qui se produit, on remue la masse avec une tige de fer, on retire le creuset du feu et on le laisse refroidir. Les globules de magnésium se réunissent en un culot, qui monte à la surface. On purifie le métal ainsi obtenu en le distillant dans un courant d'hydrogène.

**Magnésie.** MgO. — Substance blanche, pulvérulente, insipide, inodore et infusible. Peu soluble dans l'eau. Se prépare en versant dans un sel de magnésie de la potasse ou de la soude ; on recueille, on lave et on dessèche le précipité formé.

**Chlorure de magnésium.** MgCl. — Sel cristallisant en prismes rhomboïdaux droits contenant six équivalents d'eau. Il est très déliquescent, très soluble dans l'eau et l'alcool. Il possède une saveur amère.

Se prépare en dissolvant de la magnésie ou du carbonate de magnésie dans l'acide chlorhydrique : on évapore et on fait cristalliser.

Pour l'obtenir à l'état anhydre, on verse, dans une solution aqueuse de chlorure de magnésium, un excès de chlorhydrate d'ammoniaque : il se précipite une combinaison de chlorure de magnésium et de chlorhydrate d'ammoniaque qui, chauffée au rouge, laisse un résidu de chlorure de magnésium anhydre.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE CHLORURE DE MAGNÉSIUM  
D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 15°.

Densité.	MgCl p. 100.	Densité.	MgCl p. 100.	Densité.	MgCl p. 100.
1,00844	1	1,11300	13	1,22737	25
1,01689	2	1,12203	14	1,23777	26
1,02533	3	1,13106	15	1,24817	27
1,03378	4	1,14045	16	1,25857	28
1,04222	5	1,14984	17	1,26897	29
1,05096	6	1,14922	18	1,27937	30
1,05970	7	1,16861	19	1,29029	31
1,06844	8	1,17800	20	1,30121	32
1,07718	9	1,18787	21	1,31213	33
1,08592	10	1,19775	22	1,32305	34
1,09495	11	1,20762	23	1,33397	35
1,10398	12	1,21750	24	1,33406	35,008

**Carbonate de magnésie.**  $MgO,CO^2$ . — A l'état naturel (*giobertite*) se trouve en masses compactes ou terreuses; il cristallise dans le système rhomboédrique, mais les cristaux sont rares. Pur, il est transparent ou translucide et incolore; mais, généralement, coloré en brunâtre ou en jaunâtre par de l'oxyde de fer ou de manganèse. Sa densité varie de 2,88 à 3,02.

Dans les laboratoires, on prépare un hydrocarbonate de magnésie en versant une solution chaude de sulfate de magnésie dans une dissolution de carbonate de soude neutre. Il se forme un précipité blanc gélatineux qui, lavé et séché, se présente sous forme d'une masse blanche, douce au toucher et très légère; ayant pour formule  $4MgO,3CO^2,HO + 3HO$  (*Magnésie des pharmaciens*).

**Dolomie.**  $CaO,CO^2 + MgO,CO^2$ . — Cristallise en rhomboédres obtus; ses couleurs sont le blanc laiteux, le blanc grisâtre, le gris de perle et le gris jaune. Sa densité est égale à 2,9. Se rencontre aussi à l'état saccharoïde et à l'état compacte.

**Sulfate de magnésie.**  $MgO,SO^3$ . — Sel incolore, possédant une saveur amère et salée, très soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, cristallisant sous forme de prismes allongés, renfermant ordinairement sept équivalents d'eau. Peu altérable dans l'air, mais finit par s'y effleurir. Soumis à l'action de la chaleur, fond d'abord dans son eau de cristallisation, perd une partie de cette eau, redevient solide et abandonne son dernier équivalent à 210° en subissant la fusion ignée.

Se prépare en traitant la dolomie par l'acide sulfurique étendu; il se forme du sulfate de chaux peu soluble et du sulfate de magnésie.

On laisse reposer, on décante et on fait cristalliser : on purifie par une nouvelle cristallisation. On peut également employer le carbonate de magnésie naturel.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE SULFATE DE MAGNÉSIE D'APRÈS LEUR DENSITÉ A  $+ 15^{\circ}$ .

Densité.	MgO,SO <sub>3</sub> +7HO p. 100.	Densité.	MgO,SO <sub>3</sub> +7HO p. 100.	Densité.	MgO,SO <sub>3</sub> +7HO p. 100.
1,006	0,99	1,088	16,66	1,147	23,05
1,010	1,96	1,091	17,35	1,150	23,57
1,016	2,91	1,095	18,03	1,153	24,07
1,030	3,81	1,098	18,69	1,155	24,57
1,034	4,76	1,101	19,35	1,158	25,06
1,039	5,66	1,104	20,00	1,161	25,55
1,034	6,54	1,107	20,65	1,164	26,03
1,039	7,41	1,111	21,26	1,166	26,51
1,043	8,28	1,114	21,87	1,168	27,00
1,046	9,09	1,117	22,48	1,170	27,48
1,050	9,91	1,120	23,07	1,172	27,96
1,055	10,71	1,124	23,66	1,174	28,44
1,059	11,50	1,128	24,24	1,207	37,50
1,064	12,28	1,131	24,81	1,230	41,47
1,068	13,04	1,134	25,37	1,250	44,44
1,072	13,79	1,137	25,92	1,270	47,36
1,075	14,52	1,140	26,47	1,282	50,00
1,080	15,25	1,143	27,01	1,294	52,38
1,084	15,96	1,145	27,53	1,304	54,34

**Phosphate ammoniaco-magnésien.**  $2\text{MgO}, \text{AzH}^4\text{O}, \text{PhO}^3 + 12\text{HO}$ .

— Se prépare en traitant une solution d'un sel de magnésie par du phosphate d'ammoniaque et de l'ammoniaque, ou bien au moyen d'un phosphate soluble par addition d'ammoniaque et d'un sel de magnésie.

Cristallise en petits prismes quadrangulaires pointés, à peine solubles dans l'eau pure et insolubles dans l'eau ammoniacale.

Par la calcination, il se transforme en pyrophosphate de magnésie.

#### MANGANÈSE

**Manganèse.** Mn = 27,5. — Métal blanc grisâtre, ressemblant à la fonte blanche, dur, cassant, fixe et très réfractaire. Sa densité varie de 7,2 à 8. Sa chaleur spécifique est de 0,1217. S'oxyde rapidement à l'air et décompose l'eau vers  $100^{\circ}$ . Se prépare par la méthode sui-

vante: On mélange du peroxyde de manganèse avec la moitié de son poids de sel ammoniac et on chauffe au rouge. La masse est ensuite traitée par l'eau; la liqueur est mélangée avec un excès d'acide azotique et évaporée à sec dans une capsule. Le résidu est chauffé à 200° dans un creuset en platine, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs nitreuses. Le bioxyde de manganèse ainsi purifié est mis en digestion à chaud avec de l'acide azotique, puis lavé. On le calcine ensuite afin de le ramener à l'état d'oxyde rouge; on mélange celui-ci avec du charbon de sucre, on introduit le mélange dans un petit creuset en chaux que l'on place dans un autre plus grand, et on chauffe au blanc dans un fourneau à vent. On retire le creuset et on le laisse refroidir. On trouve un culot de manganèse pur.

Les oxydes de manganèse se trouvent en abondance dans la nature; mais, au point de vue technique, le seul minerai important est le peroxyde de manganèse ou *pyrolusite*; les autres variétés, telles que la *braunite*, la *psilomélane*, l'*hausmanite*, le *manganèse silicaté*, sont cependant quelquefois employées.

Les peroxydes de manganèse du commerce sont divisés en deux groupes: les manganèses métalloïdes ou cristallisés, et les manganèses ternes et hydratés. Les premiers sont beaucoup plus purs que les seconds et ont, par conséquent, une valeur commerciale plus considérable.

Les mines de manganèse les plus importantes sont celles du midi de l'Espagne, de l'Amérique du Nord, de Romanèche et de Framout en France, d'Ilmenau en Thuringe, d'Ihtefed dans le Hartz, de Giesesen dans la Hesse, etc.

Les gisements exploités en France sont situés dans les départements de Saône-et-Loire, de la Haute-Saône, du Cher, de la Vienne, de l'Aude et des Hautes-Pyrénées.

Les oxydes de manganèse sont employés dans la fabrication des fontes à acier; pendant l'affinage de ces fontes, le manganèse facilite l'élimination du soufre et du silicium. Ils servent à la préparation du chlore au moyen de l'acide chlorhydrique.

Le bioxyde de manganèse sert, dans les verreries, à blanchir la pâte de verre noircie par des matières charbonneuses; projeté dans le creuset en petite quantité, il abandonne de l'oxygène qui brûle les matières organiques, et peroxyde l'oxyde ferreux en passant lui-même à l'état de protoxyde, dépourvu de la propriété de colorer le verre.

#### *Hausmanite.*

La hausmanite est formée de :

Manganèse. . . . .	72,4	} 100
Oxygène. . . . .	27,6	

Sa formule est  $Mn^2O^4$ . C'est le moins oxygéné des oxydes de man-

ganèse naturels; il correspond exactement à l'oxyde rouge de la chimie. Elle est opaque, noir brunâtre, avec un éclat imparfaitement métallique; sa poussière est d'un rouge brun. Sa densité varie de 4,72 à 4,80; sa dureté est égale à 5,5.

Sa forme primitive est le prisme droit à base carrée; les cristaux sont des octaèdres aigus à base carrée. On la trouve aussi en masses compactes d'un noir de fer, mais dont la poussière est d'un rouge brunâtre.

Cet oxyde est très rare, on ne l'a encore rencontré qu'à Ihlefed, au Hartz et à la Shourde en Thuringe.

#### *Braunite.*

La braunite est formée de :

Manganèse. . . . .	70,6	} 100
Oxygène. . . . .	30	

Sa formule est  $Mn^2O^3$ .

Sa couleur est d'un noir brunâtre foncé; sa poussière est de la même teinte. Son éclat métalloïde est assez vif. Sa densité varie de 4,75 à 4,81.

Sa forme primitive est le prisme droit à base carrée; sa forme habituelle est un octaèdre à base carrée, moins aigu que celui de l'*hausmanite*, généralement basé et à faces un peu courbes. Elle est constamment cristallisée, ou au moins en masses cristallines.

Elle n'existe qu'en petits filons irréguliers dans des roches porphyriques en Thuringe, dans le Hartz et le Piémont.

#### *Pyrolusite.*

La pyrolusite est formée de :

Manganèse. . . . .	63,6	} 100
Oxygène. . . . .	36,4	

Sa formule est  $MnO^2$ .

Cette espèce est la plus abondante des minerais de manganèse; c'est également celle que l'on emploie dans les arts parce qu'elle contient le maximum d'oxygène.

Sa couleur est le gris noirâtre ou le noir, devenant quelquefois bleuâtre dans les échantillons à fibres déliées; son éclat est demi-métallique. Sa poussière est toujours noire. Sa densité varie de 4,82 à 4,94. Sa forme primitive est le prisme droit rhomboïdal; les cristaux nets sont rares. Imparfaitement cristallisée, elle se présente en baguettes allongées, en aiguilles ou fibres, composant des faisceaux droits ou divergents. Elle se rencontre aussi en masses amorphes et en concrétion.

Les variétés cristallisées se trouvent en filons dans les terrains de cristallisation anciens; les variétés réniformes, compactes ou terreuses,

se rencontrent dans les terrains de sédiments qui avoisinent les roches cristallines.

En France, on la trouve à Romanèche, près de Mâcon, à Saint-Christophe (Cher) et dans la Dordogne; on la rencontre également en Espagne, en Thuringe, en Moravie, etc.

*Psilomélane.*

La psilomélane n'est que de la pyrolusite contenant de la baryte; elle n'est jamais cristallisée. Elle forme des rognons, des masses concretionnées et des stalactites. Sa couleur est d'un noir bleuâtre prononcé. Elle est composée de :

	Romanèche.
Oxyde rouge de manganèse . . . . .	70,30
Baryte . . . . .	7,20
Eau . . . . .	16,50
Matières insolubles. . . . .	2,00

Elle est exploitée à Romanèche.

*Acerdèse.*

L'acerdèse est formée de :

	Romanèche.
Sesquioxde de manganèse . . . . .	89,9
Eau. . . . .	10,1

Sa couleur est le gris de fer et le gris d'acier; sa poussière est brune. Son éclat est plus ou moins métalloïde; sa densité est égale à 4,33.

Sa forme primitive est le prisme rhomboïdal droit; ses formes habituelles sont des prismes modifiés présentant une disposition cannelée, ou des prismes terminés tantôt par un dôme ou sommet trièdre à arêtes horizontales, tantôt par des sommets pyramidaux très surbaissés ou des pointements octaédriques.

L'acerdèse se rencontre aussi à l'état fibreux, en fibres droites jointes ou en masses fibreuses radiées.

C'est une des espèces les plus communes; elle accompagne souvent la pyrolusite. Elle forme des gîtes considérables dans les terrains de cristallisation ou dans les terrains de sédiments voisins. On la trouve en filons à Ihlefeld, au Hartz, dans le Devonshire, à Rancié, à la Voulte, etc.

*Manganèse carbonaté.*

Le manganèse carbonaté est formé de :

Acide carbonique . . . . .	36,27	} 100
Oxyde manganeux. . . . .	64,73	

Sa formule est  $MnO,CO^2$ .

Il est souvent mélangé de carbonate de chaux ou de fer. Sa couleur est rose, rose violâtre ou rose foncé ; il est translucide sur les bords avec un éclat un peu nacré. Sa densité est de 3,59 et sa dureté égale à 3,5.

Sa forme primitive est le rhomboèdre obtus ; les cristaux sont assez rares. On le trouve surtout à l'état lamellaire.

Il n'est pas très abondant : on ne le rencontre que dans les filons de certaines localités, à Freyberg en Saxe, dans le Hartz, la Transylvanie, les Pyrénées, etc.

*Manganèse silicaté.*

Ce minéral est d'un rose assez foncé ; il se trouve en masses cristallines, en masses grenues, et, quelquefois, à l'état compacte. Sa dureté est égale à 7 ; sa densité varie de 3,53 à 3,58. Il est translucide sur les bords ; son éclat est un peu nacré.

À l'état de pureté, il est lamelleux ; ses clivages conduisent à un prisme rhomboïdal oblique.

Il ne fait pas effervescence avec les acides, ce qui le distingue du manganèse carbonaté.

**Essai commercial des manganèses.**

*Procédé de Levol.* — La valeur utile d'un manganèse dans les arts reposant toujours sur la quantité d'oxygène qu'il perd pour passer au minimum, ou, ce qui revient au même, sur la quantité de chlore qu'il est susceptible de dégager de l'acide chlorhydrique, il en résulte que les consommateurs ont souvent besoin d'établir l'une ou l'autre de ces qualités. La méthode de Levol permet de déterminer, en une demi-heure, le titre des manganèses, à un demi-degré chlorométrique près.

Elle est fondée sur ce fait, qu'étant donné du protochlorure de fer contenant un excès d'acide chlorhydrique, l'expérience prouve que ce sel ne laisse échapper aucune trace de chlore d'un corps chlorurant que l'on met en rapport avec lui, tant qu'il ne se trouve pas converti complètement en perchlorure ; et, en second lieu, que du chlorate de potasse, mis en contact à chaud avec un excès d'acide chlorhydrique, en dégage autant d'équivalents de chlore qu'il renferme d'équivalents d'oxygène.

Pour faire les essais avec cette méthode, il faut :

1° Un matras d'environ 3 décilitres de capacité, à col court et un peu large, pouvant être fermé par un bouchon de liège, lequel porte un petit tube droit à entonnoir effilé à sa partie inférieure ;

2° Une solution aqueuse de chlorate de potasse, renfermant, par 100 cent. cubes, 1 gr. 829 de ce sel bien pur ; la théorie et l'expérience indiquent que de ces 100 cent. cubes de solution résulteront exactement 3 gr. 170 de chlore, dans les circonstances de l'expérience, ou 100° chlorométriques.

On pèse 3 gr. 980 du manganèse à essayer ; on sait que cette quan-

tité, à l'état pur, dégagerait de l'acide chlorhydrique exactement 1 litre de chlore sec à 0° et à la pression de 0,76, lequel pèse 3 gr. 170; cette quantité de chlore représente 100° chlorométriques.

D'un autre côté, on pèse 4 gr. 838 de fil de fer de clavecin; cette quantité de fer, étant réduite à l'état de protochlorure, est susceptible d'absorber, pour passer au maximum, tout le chlore qui pourrait être produit sous l'influence des 3 gr. 980 de manganèse.

On introduit le fer dans un matras, on verse par-dessus 80 à 100 gr. d'acide chlorhydrique pur et concentré, on ferme l'appareil au moyen d'un bouchon un peu échancré pour permettre à l'hydrogène de se dégager, sans que l'air puisse affluer trop facilement, et on chauffe légèrement pour activer la dissolution, après avoir incliné le col du matras, de façon à éviter toute perte par projection.

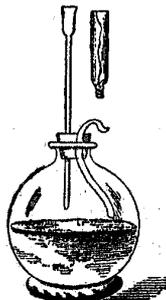


Fig. 12. — Essai des manganèses par le procédé Levollé.

La dissolution du fer étant opérée, on y ajoute les 3 gr. 980 de manganèse, qui doivent être enveloppés dans une cartouche de papier à filtre (fig. 12). On imprime au liquide un léger mouvement circulaire et on referme avec le bouchon portant le tube à entonnoir; on porte à l'ébullition pendant quelques minutes sans cesser d'agiter, puis on retire du feu et on suspend, dans la partie supérieure du matras, une bandelette humide de papier de tournesol, ou mieux de papier coloré par l'indigo; on engage une des extrémités de la bandelette entre le col du vase et son bouchon.

A ce moment, le fer n'est qu'en partie au maximum, puisque le manganèse commercial n'est jamais pur, et qu'il aurait fallu qu'il le fût pour qu'il eût dégagé, de l'acide chlorhydrique, le chlore nécessaire à la perchloruration exacte de tout le protochlorure de fer. C'est précisément pour déterminer ce qu'il reste de ce sel à perchlorurer, que l'on emploie la solution titrée de chlorate de potasse. On la met dans une burette graduée et on la verse goutte à goutte dans le

matras par le tube à entonnoir, jusqu'à l'instant où la décoloration du papier annonce que le chlore commence à prédominer, limite à laquelle on peut être certain que tout le fer se trouve porté au maximum.

Arrivé à ce terme, on n'a plus qu'à lire le volume de la solution de chlorate employé pour produire ce résultat, et, comme 100 cent. cubes de cette liqueur donnent, à chaud, avec l'acide chlorhydrique en excès, 3 gr. 170 de chlore, qui égalent 100° chlorométriques, il suffit de soustraire de 100 le nombre de cent. cubes, moins 0°-c.,5 de solution de chlorate employée, pour connaître le titre du manganèse essayé.

Ce nombre 0°-c.,5, qu'on doit retrancher, est la correction.

**Acide manganique.**  $MnO^3$ . — L'acide manganique prend naissance lorsqu'on fond ensemble parties égales de potasse et de bioxyde de manganèse en poudre. On obtient une masse composée de manganate de potasse et de sesquioxyde de manganèse :



On traite la masse par l'eau : le manganate de potasse se dissout. On décante et on évapore la liqueur verte dans le vide sur l'acide sulfurique ; il se forme ainsi des cristaux de manganate de potasse.

Le manganate de potasse est très instable : il tend à se décomposer en potasse et sesquioxyde de manganèse.

L'acide manganique n'a pas été encore isolé.

**Acide permanganique.**  $Mn^2O^7$ . — Se prépare en versant du permanganate de potasse dans l'acide sulfurique pur et refroidi à  $-20^{\circ}$  ; on distille ensuite dans une cornue, en ne dépassant pas la température de 60 à 70°. Les vapeurs se condensent en un liquide noir verdâtre et épais, qui est l'acide permanganique.

Le permanganate de potasse se prépare en mêlant intimement 4 parties de bioxyde de manganèse avec 3,5 parties de chlorate de potasse et 5 parties de potasse caustique dissoutes, dans un peu d'eau. On fait sécher la masse et on la chauffe pendant une heure dans un creuset en terre, au rouge sombre. On laisse refroidir et on traite par une grande quantité d'eau. La liqueur est abandonnée au repos et filtrée sur du verre pilé. On la concentre à la température la plus basse possible, et on fait cristalliser.

**Carbonate de manganèse.**  $MnO.CO^2$ . — Se prépare en traitant le chlorure de manganèse en dissolution par du carbonate de soude. Il est blanc, insoluble dans l'eau, légèrement soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique.

**Chlorure de manganèse.**  $MnCl$ . — Se prépare en dissolvant le bioxyde de manganèse dans l'acide chlorhydrique, filtrant et faisant cristalliser.

Il cristallise en tables carrées contenant 4 équivalents d'eau ; il est rosé et très déliquescent. Soluble dans l'eau et dans l'alcool. Il perd son eau de cristallisation à 160° ; à une température supérieure, il perd du chlore et absorbe de l'oxygène.

**Sulfate de manganèse.**  $MnO,SO^3$ . — Se prépare en traitant le bioxyde de manganèse par l'acide sulfurique, filtrant et faisant cristalliser. Les cristaux qui se forment entre 0 et 6° contiennent 7 équivalents d'eau, et sont isomorphes avec ceux de sulfate de fer. Entre 7 et 20°, ils contiennent 5 équivalents d'eau, et sont isomorphes avec les cristaux de sulfate de cuivre. Entre 20 et 30°, ce sont des prismes droits rhomboïdaux contenant 4 équivalents d'eau. Dans une solution chaude, les cristaux qui se déposent ne renferment que 3 équivalents d'eau.

Le sulfate de manganèse se décompose au rouge en acide sulfureux, acide sulfurique et oxyde rouge de manganèse.

## MERCURE

**Mercure.**  $Hg = 100$ . — C'est le seul métal liquide à la température ordinaire. Il est blanc et possède un éclat métallique très vif. Il se solidifie vers  $-40^\circ$  ; il bout à  $350^\circ$ . Sa densité est de 13,5959. Sa chaleur spécifique est égale à 0,333 ; son coefficient de dilatation, de  $0^\circ$  à  $350^\circ$ , est de  $0,0001790066 + 0,0000000252$ . Sa conductibilité calorifique est égale à 53,3, celle de l'argent étant 1000. Sa conductibilité électrique est de 1,62 (à  $22^\circ,8$ ), celle de l'argent à  $0^\circ$  étant 100.

Sa dilatation absolue est, entre 0 et  $100^\circ$ ,  $\frac{1}{5530} = 0,000180180$ . Sa dilatation apparente dans le verre est égale à  $\frac{1}{6480} = 0,0001544$ .

Il est attaqué à froid par l'acide azotique. L'acide sulfurique concentré l'attaque à chaud.

Le principal minerai de mercure est le *cinabre*. On extrait le mercure de son minerai par le grillage ; il se produit de l'acide sulfureux et du mercure.

**Protoxyde de mercure.**  $Hg^2O$ . — Se prépare en dissolvant le mercure dans l'acide azotique froid et étendu, afin d'obtenir de l'azotate de protoxyde ; on verse ensuite dans la liqueur de la potasse qui précipite le protoxyde. Il est peu stable ; il possède une couleur noir verdâtre.

**Bioxyde de mercure.**  $HgO$ . — Se prépare en calcinant à une chaleur modérée, dans un creuset en terre, de l'azotate de mercure

jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs nitreuses, ou en traitant par un excès de potasse le bichlorure de mercure.

**Protochlorure de mercure.**  $\text{Hg}^+\text{Cl}$  (*calomel*). — Blanc, inodore, insipide, cristallise par sublimation en prismes à quatre pans terminés par des pyramides à quatre faces.

Sa densité est égale à 6,56. Insoluble dans l'eau froide et dans l'alcool; très peu soluble dans l'eau bouillante. Se sublime entre 440 et 500°, sans fondre. Coloré en gris par les alcalins, en noir par l'acide sulfhydrique et les sulfures alcalins. Les chlorures alcalins le décomposent partiellement en bichlorure soluble. Les agents oxydants le changent rapidement en chlorure mercurique.

Pour le préparer, on prend :

Chlorure mercurique . . . . .	400 gr.
Mercure purifié . . . . .	300 gr.

On broye le chlorure mercurique dans un mortier en porcelaine après l'avoir humecté légèrement avec une petite quantité d'eau; on ajoute le mercure, et on triture jusqu'à extinction complète du métal. On sèche le mélange à l'étuve, on l'introduit dans un matras à fond plat, que l'on remplit à moitié seulement, on place le matras dans un bain de sable et on opère la sublimation à une chaleur ménagée.

Lorsque le matras est refroidi, on le casse, on détache la masse cristalline et on l'introduit dans un tube en terre fermé à l'une de ses extrémités. Ce tube, préalablement enduit d'une couche de lut argileux, est disposé dans un fourneau, placé près d'une grande fontaine en grès. Cette fontaine est percée, aux deux tiers de sa hauteur, d'un orifice circulaire dans lequel pénètre à frottement l'extrémité ouverte du tube. On bouche la jointure avec un peu de lut. On place le couvercle sur la fontaine et on l'ajuste avec une bande de papier collé, en ménageant une petite ouverture pour la sortie de l'air dilaté. On interpose deux diaphragmes métalliques entre le fourneau et la fontaine.

On chauffe d'abord le tube au rouge sombre vers la partie la plus voisine du récipient, puis on porte peu à peu le feu dans toute la longueur du tube. Deux heures environ suffisent à la volatilisation complète de 10 kil. de chlorure mercurieux. On laisse refroidir l'appareil, on délute et on recueille le calomel. On lave le calomel, à plusieurs reprises, avec de l'eau distillée tiède, jusqu'à ce que l'eau ne contienne plus de composé mercurique. On sèche à l'étuve.

**Bichlorure de mercure.**  $\text{HgCl}_2$ . — Se présente en masses cristallines blanches, translucides, ou en prismes droits rhomboïdaux terminés en biseau. Sa densité est de 5,32. Il fond vers 265°, et bout vers 295°. Soluble dans l'eau froide, dans l'alcool, dans l'éther, dans la glycérine.

Pour le préparer, on prend :

Sulfate mercurique . . . . . 500 gr.  
Chlorure de sodium décrépité . . . . . 500 gr.

On pulvérise les deux substances à part, on les mélange avec soin, on en remplit à moitié seulement des matras à fond plat que l'on enfonce dans un bain de sable jusqu'au col.

On chauffe d'abord modérément, en laissant les matras ouverts, jusqu'à ce que l'humidité du mélange salin soit complètement dissipée. On dégage alors la moitié supérieure des matras du sable qui les recouvre, on place une petite capsule sur leur orifice et on augmente le feu. Vers la fin de l'opération, on recouvre de nouveau le dôme des matras avec du sable. On laisse refroidir lentement, on casse les matras et on détache les pains de sublimé corrosif.

**Protiodure de mercure.** Hg<sup>2</sup>I. — Se prépare soit en précipitant l'azotate de protoxyde de mercure par l'iodure de potassium, soit en triturant un mélange de 127 parties d'iode et de 200 parties de mercure, humecté avec un peu d'alcool. On lave le produit à l'alcool bouillant et on le dessèche.

Il est vert, insoluble dans l'eau, décomposable par la lumière.

**Biiodure de mercure.** HgI. — Se prépare en précipitant un sel de bioxyde de mercure par l'iodure de potassium, ou en traitant un mélange, à équivalents égaux, d'iode et de mercure, humecté d'alcool. On obtient ainsi une poudre écarlate constituée par le biiodure de mercure.

Peu soluble dans l'eau froide; soluble dans les hydracides, les sels ammoniacaux et les chlorures alcalins.

**Cyanure de mercure.** HgCy. — Se prépare en faisant bouillir 2 parties de bleu de Prusse avec 1 partie d'oxyde rouge de mercure et 8 parties d'eau; on filtre afin de séparer l'oxyde de fer, on ajoute un peu de bioxyde de mercure qui précipite le fer entraîné par le cyanure, on filtre de nouveau, on concentre et on fait cristalliser.

C'est une substance blanche, inodore, cristallisant en prismes droits à base carrée, tantôt opaques, tantôt transparents, ne contenant pas d'eau de cristallisation.

Soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool.

**Protosulfure de mercure.** Hg<sup>2</sup>S. — Se prépare en versant, goutte à goutte, de l'azotate de protoxyde de mercure dans une dissolution de sulfure de potassium, ou en précipitant l'azotate de protoxyde de mercure par un courant d'hydrogène sulfuré.

**Bisulfure de mercure.** HgS. — Se prépare par le procédé suivant :

On commence par produire un corps noir (*éthiops minéral*) en chauffant, à une température modérée, 150 parties de soufre avec

950 parties de mercure. On obtient ainsi une masse noirâtre que l'on soumet à la distillation et qui fournit un produit d'un rouge violacé, dont la poussière est d'un rouge vif (*vermillon*).

Pour préparer le vermillon par voie humide, on triture, d'abord à froid, 800 parties de mercure et 114 parties de soufre, pendant deux ou trois heures, on ajoute ensuite à la masse 75 parties de potasse et 400 parties d'eau. On maintient le mélange à une température de 50° environ. Au bout de quelques heures, le précipité qui était noir, prend une belle couleur rouge. On le lave à grande eau.

Le bisulfure de mercure naturel ou *cinabre* possède une couleur rouge cochenille, avec des nuances diverses ; sa poussière est rouge écarlate. Il est transparent ou du moins translucide. Sa densité varie de 8 à 8,2. Sa forme primitive est le rhomboèdre aigu ; les cristaux sont rares et peu nets. Il se présente le plus souvent sous forme de masses lamelleuses.

**Sulfate de protoxyde de mercure.**  $\text{Hg}^2\text{O}, \text{SO}^2$ . — Se prépare en chauffant doucement du mercure en excès (50 gr.) avec de l'acide sulfurique concentré (20 gr.). On fait cristalliser et on lave les cristaux avec de l'eau froide afin de dissoudre le sulfate de bioxyde qui a pu se former. Peu soluble dans l'eau.

**Sulfate de bioxyde de mercure.**  $\text{HgO}, \text{SO}^2$ . — Se prépare en chauffant 3 parties de mercure avec 5 parties d'acide sulfurique concentré ; on ajoute à la liqueur quelques gouttes d'acide azotique pour oxyder complètement le mercure, on évapore afin de chasser l'excès d'acide et on fait cristalliser.

Ce sel cristallise en aiguilles blanches, anhydres, déliquescentes.

**Azotate de protoxyde de mercure.**  $\text{Hg}^2\text{O}, \text{AzO}^3$ . — Se prépare en dissolvant à froid un excès de mercure dans l'acide azotique. Peu soluble dans l'eau.

**Azotate de bioxyde de mercure.**  $\text{HgO}, \text{AzO}^3$ . — Se prépare en attaquant le mercure par un excès d'acide azotique.

**Fulminate de mercure.**  $(\text{HgO})^2, \text{Cy}^4\text{O}^2$ . — Pour le préparer, on traite à froid 3 parties de mercure par 36 parties d'acide azotique (densité = 1,34), dans un vase d'une capacité au moins égale à 18 fois le volume de la liqueur ; on ajoute à la dissolution 17 parties d'alcool (80 ou 85°) et on agite. Au bout de quelques minutes, la réaction commence, et il se dépose un liquide très réfringent que l'on mêle par l'agitation au reste de la masse. La liqueur noircit alors par suite de la séparation d'une certaine quantité de mercure libre, puis commence une réaction tumultueuse, que l'on modère en ajoutant 17 parties d'alcool. Le mercure mis en liberté disparaît, et il se dépose, au fond du vase, de petits cristaux de fulminate de mercure. Le fulminate de mercure est inodore, d'une saveur styptique et métallique ; frotté légèrement contre un corps dur, il détone avec violence.

## NICKEL

**Nickel.** Ni = 29,5. — Métal blanc d'argent, très ductile, très malléable, très réfractaire, très tenace. Sa densité est égale à 8,5. Presque aussi attirable à l'aimant que le fer. Sa chaleur spécifique est de 0,1092. Il est inaltérable à l'air. Il est attaqué par les acides chlorhydrique et azotique; il se dissout lentement dans l'acide sulfurique.

Le nickel se rencontre dans la nature sous forme de *nickel arsenical*, *antimonial*, *sulfuré*, *arseniaté*, *arsenio-sulfuré* et *silicaté*.

Les pyrites magnétiques et les pyrites de cuivre contiennent aussi une certaine quantité de nickel.

*Nickel arsenical.*

Le nickel arsenical est composé de :

Nickel . . . . .	44,02
Arsenic . . . . .	55,98

Sa couleur est le jaune bronze un peu rougeâtre, avec éclat métallique, passant au gris et au gris noir lorsqu'il est exposé à l'air humide; sa poussière est noire brunâtre. Sa densité est égale à 7,65; sa dureté est de 5,5.

Ce minéral se rencontre presque uniquement à l'état amorphe; cependant on connaît quelques cristaux appartenant au système rhomboédrique.

L'arsenic peut être remplacé en partie par de l'antimoine, et le nickel par une quantité équivalente de cobalt.

Voici la composition de quelques échantillons de nickel arsenical:

Nickel . . . . .	17,80	3,54	39,94
Cobalt . . . . .	1,80	1,30	0,16
Silice . . . . .	24,52	70,96	»
Soufre . . . . .	6,28	4,49	2,00
Plomb . . . . .	0,28	0,56	traces
Fer . . . . .	16,06	5,60	48,80
Arsenic . . . . .	31,20	17,46	8,00
Antimoine . . . . .	2,00		
	99,94	99,94	98,90

Il est généralement associé aux minerais de cobalt. On le rencontre en France, à Allemont et aux environs de Barèges; dans le

Hartz, en Saxe, dans la Hesse-Cassel, dans le pays de Bade, dans le Cornouailles, en Écosse, etc.

*Nickel sulfuré.*

Le nickel sulfuré est composé de :

Nickel . . . . .	64,76
Soufre . . . . .	35,24

C'est une substance d'un éclat métalloïde, d'une couleur jaune de bronze ou vert jaunâtre. Sa densité est égale à 5,25 ; sa dureté est de 3,5.

On rencontre le nickel sulfuré en filaments aciculaires, appartenant à des prismes à six faces ; mais la forme ordinaire est celle de filaments ou houppes capillaires.

Quoique très rare, on le rencontre en Bohême, en Saxe, dans la Thuringe, dans la Hesse, dans le Cornouailles, dans le pays de Galles et aux États-Unis.

*Nickel arsenaté.*

C'est une substance verdâtre pulvérulente ou en légers filaments formant souvent un enduit sur les minerais de nickel.

Il est composé de :

Oxyde de nickel . . . . .	27,73
Acide arsénique . . . . .	38,30
Eau . . . . .	23,91

*Nickel arsénio-sulfuré.*

Le nickel arsénio-sulfuré ou nickel gris est composé de :

Nickel . . . . .	33,51
Arsenic . . . . .	45,16
Soufre . . . . .	16,33

Sa couleur est le gris d'acier, tirant quelquefois sur le blanc d'étain, avec l'aspect métallique ; sa surface passe souvent au gris noirâtre.

Sa densité est égale à 6,4, et sa dureté à 5,5.

Il se trouve rarement à l'état cristallisé ; on le rencontre surtout à l'état amorphe.

Les principaux gisements sont situés en Prusse et dans le Hartz.

*Hydrosilicate de nickel et de magnésie.*

Ce minéral se rencontre en masses considérables dans la Nouvelle-Calédonie, où il a été découvert par M. J. Garnier ; il se trouve en

filons au milieu de roches serpentineuses qui constituent la masse principale de l'île; il est mélangé en proportions variables avec de l'oxyde de fer, du fer chromé et du cobalt oxydé noir.

Il est onctueux au toucher, d'un vert émeraude ou d'un vert pomme plus ou moins pâle; il est très tendre. Sa composition est excessivement variable; il peut contenir, en effet, de 1 à 32 % de nickel.

Les principaux minerais de nickel sont: le *kupfer-nickel*, le *nickel gris*, la *pyrite magnétique nichélique* et, surtout aujourd'hui, les *hydrosilicates de nickel et de magnésie*.

La pyrite nichélique n'est que de la pyrite de fer ordinaire contenant une certaine proportion de nickel; c'est un minerai de nickel important. On la rencontre surtout en Espagne, en Suède, en Écosse et dans le Piémont. Sa teneur en nickel est très faible; elle varie, en général, de 0,50 à 1,50 %.

Le *kupfer-nickel* est un minerai peu abondant; on le rencontre en veines, mais surtout en veinules, dans les terrains anciens (Écosse et Saxe).

L'arsénio-sulfure de nickel se trouve dans les schistes ou d'autres terrains anciens; il est, en général, associé au cuivre gris, à la galène, au mispickel, etc. Il existe surtout dans le Hartz, en Suède et en Styrie.

Les hydrosilicates de nickel et de magnésic se rencontrent abondamment en Nouvelle-Calédonie.

Leur teneur en nickel est très variable. Leur couleur varie du vert émeraude intense au blanc à peine verdâtre, suivant leur richesse en nickel.

Ces minerais, par leur abondance et leur nature spéciale, ont profondément modifié la métallurgie du nickel.

Les méthodes employées pour la fabrication du nickel sont très différentes suivant qu'on doit traiter les minerais sulfurés et arseniés, ordinairement exploités en Europe, ou les minerais de la Nouvelle-Calédonie.

Lorsqu'on traite les premiers, on commence par réunir le cobalt et le nickel dans des produits intermédiaires portant le nom de *mattes* ou de *speiss*, suivant que les minerais employés sont sulfurés ou arseniés; puis par une série de grillages ou de fusions, on concentre peu à peu ces deux métaux.

Pour les minerais calédoniens, on prépare d'abord une fonte de fer et de nickel et on procède ensuite par un affinage sur le sole d'un reverbère à l'élimination des métaux étrangers; on obtient ainsi du nickel à peu près pur.

Le nickel du commerce contient généralement de l'arsenic, du soufre, du cuivre, du cobalt, du fer, de la silice, etc.

Voici, d'après Rivot et M. Badoureau, la composition de quelques échantillons de nickel métallique:

	Suède		Allemagne		Styrie (Schladming)		
Nickel .....	60,40	74,40	79,10	92,70	88,98	88,40	88,40
Cobalt .....	traces	traces	15,20	2,40	6,75	6,50	"
Fer .....	4,00	2,00	3,10	1,70	0,92	1,29	0,82
Cuivre .....	34,60	22,00	0,50	0,70	1,80	1,70	1,91
Arsenic et antimoine ..	traces	0,70	0,60	0,50	0,80	0,54	0,64
Soufre .....	0,02	0,06	"	0,13	"	"	"
Silicium .....	0,10	traces	"	"	"	"	"
Silice .....	"	"	1,00	traces	"	"	"
Carbone .....	0,15	1,00	0,10	"	"	0,99	1,03

**Protoxyde de nickel.**  $\text{NiO}$ . — Anhydre, on le prépare en calcinant de l'azotate ou de l'hydrocarbonate de nickel; il se présente sous forme d'une poudre gris verdâtre. Hydraté, on l'obtient en précipitant un sel de nickel par la potasse ou la soude.

**Sesquioxyde de nickel.**  $\text{Ni}_2\text{O}_3$ . — Se prépare en calcinant à une chaleur modérée de l'azotate de nickel. Il est noir et décomposable par la chaleur en oxygène et protoxyde de nickel.

**Chlorure de nickel.**  $\text{NiCl}_2$ . — Se prépare en traitant l'oxyde ou le carbonate de nickel par l'acide chlorhydrique, et en faisant ensuite cristalliser. On obtient ainsi des cristaux prismatiques ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) qui s'effleurissent à l'air.

Soumis à l'influence de la chaleur, ces cristaux perdent leur eau de cristallisation en donnant une poudre jaune.

**Azotate de nickel.**  $\text{NiO}, \text{AzO}_3, 6\text{H}_2\text{O}$ . — Se prépare en dissolvant le nickel, l'oxyde ou le carbonate de nickel dans l'acide azotique et faisant ensuite cristalliser.

On obtient des prismes renfermant 6 équivalents d'eau. Il est facilement décomposable par la chaleur.

**Sulfate de nickel.**  $\text{NiO}, \text{SO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$ . — Se prépare en traitant par l'acide sulfurique le nickel, l'oxyde ou le carbonate de nickel, et faisant ensuite cristalliser.

On obtient des prismes à base rhombe contenant 7 équivalents d'eau, si la cristallisation a lieu au-dessous de  $15^\circ$ . Entre  $15$  et  $20^\circ$ , les cristaux qui se déposent sont des octaèdres à base carrée renfermant 6 équivalents d'eau.

Le sulfate de nickel et d'ammoniaque, que l'on prépare en mêlant les solutions des sels simples, concentrant et faisant cristalliser, est employé dans le *nichelage*.

## OR

**Or.** Au = 98,5. — Métal d'une belle couleur jaune un peu rougeâtre, cristallisant dans le système cubique (octaèdre et dodécaèdre rhomboïdal). Sa densité est égale à 19,26. C'est le plus ductile et le plus malléable de tous les métaux. Sa chaleur spécifique est égale à 0,0298. Sa conductibilité électrique est représentée par 13, celle de l'argent étant 100; sa conductibilité calorifique est de 98,4, celle de l'argent étant 100. Son coefficient de dilatation de 0 à 100°, est de 0,0001451. Il entre en fusion à 1.250°; il est à peu près fixe et ne se volatilise qu'à la chaleur produite par le chalumeau oxyhydrique. Il est inaltérable à l'air et inattaquable par les acides. Il se dissout dans l'eau régale.

L'or se trouve exclusivement à l'état natif. Il se présente constamment avec la couleur jaune qui lui est propre, passant cependant quelquefois à des nuances plus pâles; il est peu brillant sur ses faces naturelles, mais il prend un éclat très vif lorsqu'on le polit. Sa dureté est de 2,5; sa densité varie entre 17 et 19,4, suivant les impuretés qu'il renferme.

Sa forme primitive est le cube; les cristaux les plus habituels sont des octaèdres ou des dodécaèdres, rarement isolés, mais ordinairement groupés sous forme de rameaux ou de dendrites; leurs faces sont presque toujours ternes, et leurs arêtes arrondies.

On rencontre aussi l'or sous forme de lames tantôt planes et tantôt contournées, de rameaux provenant de petits cristaux octaédriques implantés les uns dans les autres. Sa manière d'être la plus ordinaire est à l'état de dissémination dans les sables sous forme de paillettes ou de grains arrondis dont le volume est très variable. Les dimensions de ces grains sont généralement très faibles; lorsque ceux-ci atteignent un certain volume, on les désigne sous le nom de pépites.

Les pépites qui ont la grosseur d'un grain de groseille sont déjà rares, mais elles atteignent quelquefois, exceptionnellement, un volume plus considérable.

Dans les sables de l'Oural, on a trouvé des pépites pesant 10,15 et jusqu'à 31 kil.; dans les gîtes de l'Australie, on a rencontré une pépité de 43 kil., et on en cite une autre provenant de Californie qui pesait environ 60 kil.

L'or natif est ordinairement mélangé à des proportions variables d'argent, de cuivre et de fer.

## COMPOSITION DE L'OR NATIF

	Or	Argent	Cuivre	Fer	Densité
Wicklow (Irlande).....	92,32	6,47	"	0,78	16,342
Fyöses (Transylvanie).....	84,89	14,68	0,04	0,13	"
Wöröspatak.....	60,49	38,74	"	"	"
Rhin.....	93,00	6,8	0,069	"	"
Schabrowki (Oural).....	98,96	0,16	0,35	0,08	16,10
Electrum de Schlangenberg..	64,00	36	"	"	"
Boruschka.....	83,85	16,15	"	"	17,06
Beresow (cristaux).....	91,88	8,03	0,09	"	"
Siam (grains).....	90,89	8,98	traces	"	"
Sénégal (grains).....	94,6	5,85	Pt	0,15	"
Sénégal (poudre).....	84,5	13,3	"	0,2	"
Sacramento.....	98	6,7	"	"	16,23
Rivière du Loup (Canada)....	89,24	10,76	"	"	16,57
Bucaramanga.....	98,0	2,0	"	"	"
Titiribi (cristaux).....	76,41	23,12	0,03	"	"
Rio Cajones.....	78,0	20,11	"	"	16,54
Pépita.....	94,55	5,07	"	3,75	"
Or d'alluvion.....	95,48	3,59	"	"	15,60

Les alliages d'or qu'on rencontre dans la nature sont :

*L'electrum* ou alliage d'or et d'argent qu'on trouve en masses ramuleuses et lamelliformes, en Sibérie, en Transylvanie, à Santa-Rosa (Amérique). La proportion d'or peut varier de 60 à 98 %;

*L'or palladié* ou alliage d'or et de palladium qu'on trouve à Gongo-Socco (Brésil); il est d'un jaune très pâle, blanchâtre et contient, en moyenne, 25 % d'or;

*L'auro-poudre*, autre alliage d'or et de palladium, qui vient de Porper, dans l'Amérique du Sud; il est en petits grains cristallisés d'un jaune d'or; il est composé, d'après Berzélius, de :

Or . . . . .	83,98
Palladium . . . . .	9,85
Argent . . . . .	4,17

L'or présente trois sortes de gisement :

1° Il forme des gîtes spéciaux appelés gîtes de contact, consistant en lits ou petites veines disséminées dans des terrains schisteux ou dans des roches métamorphiques, surtout dans les parties de ces terrains qui avoisinent certaines roches, telles que porphyres, diorites et serpentines (mines de Gongo-Socco, Brésil);

2° Il se rencontre dans les filons pierreux ou métallifères qui traversent ces mêmes terrains en même temps que le sol intermédiaire; ce sont ordinairement des filons de quartz dans lesquels l'or se trouve disséminé de loin en loin en veinules ou en minces filets (filons de Californie, d'Australie, du Saltzbourg, de la Gardette);

3° Le gisement le plus ordinaire et le plus avantageux consiste dans la dissémination de grains ou paillettes d'or dans des terrains d'alluvion superficiels, consistant principalement en sable quartzeux et ferrugineux, qui, en même temps, sont quelquefois gemmifères et platinifères, et qu'on rapporte au sol diluvien ou à la partie supérieure du sol tertiaire (Brésil, Californie, Australie, Sibérie, Colombie, Mexique, Chili, Afrique, France dans les Pyrénées, l'Ariège, Salat, Garonne, Cévennes, Rhin, Rhône, Gardon).

Les alluvions aurifères se rencontrent le plus souvent dans des vallées ouvertes au milieu de montagnes anciennes, dans lesquelles l'or se trouvait ou se trouve encore sous forme de filons ou de veines, et c'est à la destruction de ces gîtes primitifs qu'on attribue la dispersion de l'or dans les dépôts formés par les eaux. Il est accompagné de quartz, de fer oligiste, de pyrite, de fer hydroxydé.

C'est par l'amalgamation ou dissolution par le mercure que l'on extrait l'or des minerais quartzeux. Le minerai broyé d'abord par des concasseurs, puis par des bocards, est mis ensuite en contact, dans des appareils spéciaux, avec du mercure; il se forme un amalgame, que l'on distille ensuite pour en retirer l'or.

L'or est rarement employé à l'état de pureté; on l'allie généralement au cuivre afin de lui donner plus de dureté. Ces alliages servent à la fabrication des monnaies, des bijoux, etc.

En France, ainsi que dans les États qui ont adhéré à la convention monétaire du 25 décembre 1865, les monnaies d'or sont au titre

de  $\frac{900}{1000}$ , c'est-à-dire qu'elles contiennent, sur 1000 parties, 900 parties d'or fin.

Les conditions de poids, de titre et de tolérance sont fixées ainsi qu'il suit :

	Poids droit.	Tolérance.	Titre droit.	Tolérance.
Pièces de 100 fr.	32 gr. 25806	} 1 millième	} 900 millièmes	} 2 millièmes.
— 50 —	16 42903			
— 20 —	6 45161			
— 10 —	3 22580			
— 5 —	1 61290			

1 kil. de ces différentes pièces vaut 3.093 fr. 50.

Les titres des alliages d'or pour les objets de bijouterie, d'orfèvrerie, etc., sont les suivants :

Vaisselles et ustensiles	n° 1	920 millièmes	} 3 millièmes de tolérance en dessous.
	n° 2	840 —	
	n° 3	750 —	
Bijoux . . . . .		750 —	} 2 millièmes de tolérance en dessus et en dessous.
Médailles . . . . .		916 —	

*Essais par la coupellation des alliages d'or, de cuivre et d'argent.* — Ces alliages sont coupelés directement avec la quantité de plomb nécessaire ; mais l'affinité de l'or pour le cuivre est plus grande encore que celle de l'argent, aussi faut-il une quantité de plomb plus considérable. Voici les proportions de plomb à employer suivant le titre de l'alliage :

Titre de l'alliage.		Plomb nécessaire.	
Or : 4000 . . .	Cuivre : 0 . . .	1	partie.
900 . . .	100 . . .	10	—
800 . . .	200 . . .	16	—
700 . . .	300 . . .	22	—
600 . . .	400 . . .	24	—
500 . . .	500 . . .	26	—
400 . . .	600 . . .	34	—
300 . . .	700 . . .	34	—
200 . . .	800 . . .	34	—
100 . . .	900 . . .	34	—

Il faut chercher d'abord le titre approximatif de l'alliage en opérant sur un 1/2 gramme, ou à l'aide d'une pierre de touche : ce titre indiquera la quantité de plomb nécessaire pour la coupellation et la quantité d'argent pour l'inquartation. Les essais se font en double, et sur un 1/2 gramme ; lorsque le plomb est découvert, on met l'alliage et la quantité d'argent nécessaire, enveloppés avec du papier fin, dans la coupelle à l'aide de la pincette, et on conduit l'opération comme pour les essais d'argent. Le bouton refroidi est saisi avec des pinces, brossé et aplati ; on le recuit afin de lui rendre sa ductilité, on le lamine, on le recuit, on le roule en spirale, on le recuit et on l'introduit dans un matras d'essayeur, contenant, à peu près à moitié de sa boule, de l'acide azotique à 22° ; on fait bouillir vingt minutes, on décante, on verse de l'acide azotique à 32°, on fait bouillir de nouveau dix minutes, on décante, on remplit le matras d'eau distillée, et on fait passer le cornet dans un creuset à essai ; on dessèche, on recuit et on pèse l'or.

*Essai des alliages d'or à la pierre de touche.* — Cet essai a pour but de déterminer approximativement le titre des matières d'or et d'argent, car les limites de l'erreur, même avec beaucoup d'habitude, sont d'environ 10 millièmes ; mais ce procédé a l'avantage de ne pas détériorer les pièces que l'on veut essayer.

Pour faire un semblable essai, il faut avoir : 1° Une pierre de touche ; 2° des touchaux ; 3° de l'acide pour les touchaux.

La pierre de touche, connue sous le nom de cornéenne lyonnaise, est noire, très dure, inattaquable par les acides. On se sert mainte-

nant de pierres venant de Bohême, de Saxe et de Silésie; les pierres de Silésie sont des basaltes qui ont la composition suivante :

Silice . . . . .	50,00
Oxyde de fer . . . . .	25,00
Alumine . . . . .	15,00
Chaux. . . . .	8,00
Magnésie. . . . .	2,00
	100,00

Les touchaux sont de petites lames d'alliages d'or et de cuivre dont les titres sont connus; on leur donne ordinairement la forme d'étoile (fig. 13), dont chaque pointe porte un alliage différent.

L'acide pour les touchaux se compose de 123 parties d'acide azotique à 31° Baumé et de 2 parties d'acide chlorhydrique à 21° Baumé.

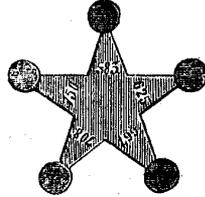


Fig 13. — Touchaux.

Pour essayer un alliage d'or à la pierre de touche, on commence par frotter sur cette pierre, en différents endroits, cet alliage, lequel y laisse des traces ou touches. Il faut avoir soin de ne pas se servir des premières touches, surtout si le bijou a été fortement déroché ou mis en couleur, parce qu'alors sa surface se trouvant à un titre plus élevé, l'approximation du titre serait inexacte. La trace définitive étant faite, on la compare avec les traces obtenues par des touchaux dont on connaît les titres; on passe ensuite sur les différentes traces une barbe de plume ou une baguette de verre trempée dans l'acide, et on observe l'effet produit.

La trace faite par le bijou disparaît presque subitement, si celui-ci est en cuivre; si, au contraire, le bijou est au titre de 750, l'action de l'acide sera nulle sur la trace, qui devra ne pas disparaître lorsque après l'application de l'acide, on passera légèrement sur elle un linge fin. Si la trace paraît se laisser attaquer par l'acide, il faut former une nouvelle trace, y opposer divers titres du touchau, en descendant de titre, les soumettre à l'action de l'acide et examiner avec laquelle de ces dernières traces il y a parité d'action.

Avec une certaine habitude, on arrive ainsi à déterminer rapidement le titre approximatif de l'alliage examiné, d'après le changement apporté par l'acide sur sa trace, et aussi en s'aidant par la teinte verte plus ou moins foncée prise par l'acide.

**Protoxyde d'or.**  $Au^2O$ . — Se prépare en décomposant le perchlorure d'or par une dissolution étendue de potasse ; une partie du protoxyde se précipite sous forme d'une poudre violette, tandis que le reste se dissout dans la potasse, en donnant une liqueur jaune.

C'est une poudre violette, inattaquable par les oxacides, décomposable à  $250^{\circ}$  en or et oxygène.

**Acide aurique.**  $Au^3O^3$ . — Se prépare en faisant bouillir, pendant quelques minutes, le perchlorure d'or avec une quantité de potasse assez grande pour redissoudre l'oxychlorure qui se forme : quand la liqueur, d'abord brune, est devenue jaune, on précipite l'aurate de potasse, qui a pris naissance, par l'acide acétique. On obtient ainsi de l'acide aurique hydraté, qui perd facilement son eau vers  $400^{\circ}$ .

L'acide aurique hydraté est tantôt brun, tantôt jaune. Il est insoluble dans l'eau ; il est attaqué par l'acide chlorhydrique. Il se décompose à  $245^{\circ}$  en oxygène et en or.

**Protochlorure d'or.**  $Au^3Cl$ . — Se prépare en soumettant à une température de  $200^{\circ}$  environ le perchlorure d'or. C'est un corps de couleur jaunâtre insoluble dans l'eau froide, se décomposant dans l'eau bouillante en or et en perchlorure d'or. Il est très instable.

**Perchlorure d'or.**  $Au^3Cl^3$ . — Se prépare en dissolvant de l'or dans une eau régale contenant un excès d'acide chlorhydrique. En faisant cristalliser la liqueur, on obtient des aiguilles jaunes de chlorhydrate de perchlorure d'or ( $Au^3Cl^3 + HCl$ ) ; mais si on chasse l'excès d'acide en évaporant la liqueur jusqu'à ce qu'elle commence à laisser dégager du chlore, elle se prend, par le refroidissement, en une masse rouge foncée, cristalline, déliquescence de perchlorure d'or.

À  $200^{\circ}$  le perchlorure d'or est décomposé en or et protochlorure d'or.

**Cyanure d'or.** Le protocyanure ( $Au^3Cy$ ) se prépare en dissolvant dans le cyanure de potassium l'or fulminant, obtenu en précipitant le perchlorure d'or par l'ammoniaque ; il se dépose, par le refroidissement, des cristaux prismatiques de cyanure double de potassium et d'or,  $K_2Cy + Au^3Cy$ . En dissolvant ces cristaux dans l'acide chlorhydrique, évaporant à siccité au bain-marie et reprenant le résidu par l'eau, il reste une poudre jaune cristalline de protocyanure d'or.

**Hyposulfite de soude et d'or.** ( $Au^3O^3S^2O^3$ ) ( $NaO, S^2O^3$ ),  $4HO$ . — Se prépare en mêlant des dissolutions concentrées de chlorure d'or et d'hyposulfite de soude, puis en précipitant ensuite par l'al-

cool. Le sel précipité est purifié par des dissolutions dans l'eau et des précipitations successives par l'alcool.

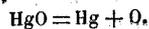
**Or fulminant.** — Lorsqu'on met du chlorure d'or en digestion avec un excès d'ammoniaque, il se forme un corps jaune fulminant, renfermant environ 4 à 5 % de chlorure, qui, traité par un mélange d'ammoniaque et de potasse, donne une poudre grise, également explosible.

## OXYGÈNE

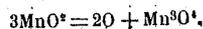
**Oxygène.** O = 8. Gaz incolore, inodore et insipide, dont la densité est égale à 1,1056. 1 litre de ce gaz pèse 1 gr. 4298. Il est peu soluble dans l'eau ; son coefficient de solubilité à 0° est égal à 0,04114. Sa chaleur spécifique est de 0,2182.

On prépare l'oxygène par différents procédés :

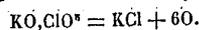
1° En décomposant l'oxyde rouge de mercure par la chaleur ;



2° En chauffant dans une cornue en grès du bioxyde de manganèse :



3° En décomposant par la chaleur le chlorate de potasse :



On prépare industriellement l'oxygène par les procédés suivants :

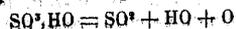
1° On chauffe de la baryte au rouge sombre dans un tube en porcelaine traversé par un courant d'air dépouillé de son acide carbonique ; il se forme du bioxyde de baryum :  $\text{BaO} + \text{O} = \text{BaO}^2$ .

On chauffe ensuite le bioxyde de baryum au rouge vif ; il se décompose en baryte et oxygène :  $\text{BaO}^2 = \text{BaO} + \text{O}$ .

La baryte peut servir une dizaine de fois, mais ensuite elle est frittée et a perdu la propriété d'absorber l'oxygène.

En faisant un vide partiel dans le tube contenant le bioxyde de baryum, celui-ci se décompose, sans augmentation de température, en baryte et oxygène. En opérant ainsi, la baryte peut servir beaucoup plus longtemps.

2° En faisant tomber goutte à goutte de l'acide sulfurique dans une cornue en grès portée au rouge, on obtient la réaction suivante :



Les gaz passent à travers un serpentín refroidi ; la vapeur d'eau et une petite quantité d'acide sulfurique non décomposée se condensent. Le mélange d'acide sulfureux et d'oxygène passe dans un facon contenant de la ponce imbibée d'une solution de potasse ou

de soude, et dans lequel coule constamment un filet de lessive caustique, divisée en pluie par une pomme d'arrosoir; l'acide sulfureux se dissout en formant du sulfite de potasse ou de soude.

L'oxygène, avant d'être recueilli, traverse un flacon contenant une dissolution alcaline.

### PHOSPHORE

**Phosphore.** Ph = 31. — Corps solide, complètement incolore lorsqu'il est pur, insipide, d'une odeur légèrement alliagée et d'un aspect corné. A la température ordinaire, il est flexible et assez mou pour être entamé par l'ongle; vers 0°, il devient cassant. Sa densité à 0° est égale à 1,83.

Insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et l'éther, soluble dans le sulfure de carbone, la benzine, les huiles fixes et essentielles.

Il fond à 44°,2 et bout à 260°. Il cristallise dans le système régulier, et affecte généralement la forme de dodécaèdre rhomboïdaux.

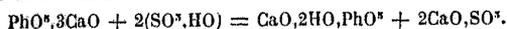
Attaqué par l'acide azotique.

Les os calcinés contiennent :

Acide phosphorique. . . . .	40,5
Acide carbonique. . . . .	5,5
Chaux. . . . .	53,2
Magnésie. . . . .	0,8
	100,0

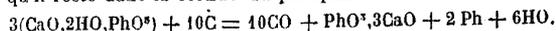
L'acide phosphorique se trouve dans les os à l'état de phosphate de chaux tribasique  $\text{PhO}^3,3\text{CaO}$ , insoluble dans l'eau et irréductible par le charbon. Il faut, pour obtenir le phosphore, convertir ce phosphate en phosphate acide  $\text{PhO}^3,\text{CaO},2\text{HO}$ , lequel est soluble dans l'eau et réductible par le charbon.

On réduit les os calcinés en poudre fine, on en fait une bouillie claire et on ajoute de l'acide sulfurique. Sous l'influence de cet acide, le carbonate de chaux est changé en sulfate de chaux insoluble dans l'eau, et le phosphate tribasique est converti en phosphate acide de chaux soluble dans l'eau, en cédant à l'acide sulfurique une partie de sa chaux :



En traitant la masse par l'eau, on dissout le phosphate acide de chaux, tandis que le sulfate de chaux reste presque complètement à l'état insoluble. On évapore la liqueur dans une chaudière jusqu'à consistance sirupeuse. Pendant cette évaporation la petite quantité de sulfate de chaux, tenue en dissolution par la liqueur, se dépose et est enlevée avec soin.

On mélange le liquide sirupeux avec le quart de son poids de charbon de bois en poudre ; on dessèche le mélange jusqu'au rouge naissant et on l'introduit ensuite dans une cornue en terre, puis on chauffe, dans un fourneau à réverbère, pendant deux à trois heures. Il se dégage de l'oxyde de carbone, de l'eau et du phosphore, tandis qu'il reste dans la cornue du phosphate de chaux tribasique :

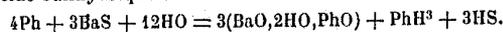


**Phosphore rouge.** — Le phosphore soumis à l'influence de la chaleur, à l'abri de l'oxygène, subit une modification allotropique et passe à l'état de phosphore rouge.

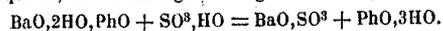
Le tableau suivant résume les différences de propriétés du phosphore ordinaire et du phosphore rouge.

<i>Phosphore ordinaire.</i>	<i>Phosphore rouge.</i>
Incolore.	Rouge.
Très vénéneux.	Inoffensif.
Cristallise à la température ordinaire.	Ne cristallise que vers 580°.
Densité = 1,83.	Densité = 1,96 à 2,34.
Fond à 44°,3.	Infusible.
Soluble dans le sulfure de carbone.	Insoluble dans le sulfure de carbone.
Phosphorescent.	Non phosphorescent.
S'oxyde avec rapidité dans l'air.	Ne s'oxyde que très lentement à l'air.
S'enflamme à 60°.	Ne s'enflamme qu'à 260°.
Se combine au soufre à 112°.	Se combine au soufre à 220°.
Attaque les dissolutions alcalines.	N'attaque pas les dissolutions alcalines.

**Acide hypophosphoreux.**  $\text{PhO}, 3\text{HO}$ . — Se prépare en faisant bouillir une solution de sulfure de baryum avec du phosphore ; il se forme de l'hypophosphite de baryte, du phosphure d'hydrogène et de l'acide sulfhydrique :



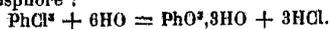
On décompose ensuite l'hypophosphite de baryte en dissolution dans la liqueur, en versant goutte à goutte de l'acide sulfurique :



On filtre et on concentre la liqueur dans le vide en présence d'acide sulfurique.

**Acide phosphoreux.**  $\text{PhO}^2$ . — Anhydre, on le prépare en faisant passer lentement un courant d'air sec sur des fragments de phosphore maintenus à basse température ; l'acide phosphoreux se dépose sous forme de flocons blancs.

L'hydrate,  $\text{PhO}^3,3\text{HO}$ , se prépare en décomposant par l'eau le trichlorure de phosphore :



On évapore la liqueur pour chasser l'acide chlorhydrique et on l'abandonne ensuite dans le vide. L'hydrate se dépose sous forme de cristaux.

**Acide phosphorique.**  $\text{PhO}^3$ . — Anhydre, se prépare par la combustion du phosphore dans l'air sec,

Il forme trois hydrates :

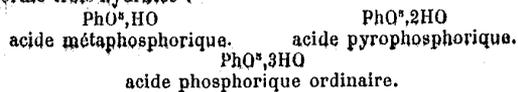


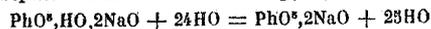
TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'ACIDE PHOSPHORIQUE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 15°.

Densité	$\text{PhO}^3, 3\text{HO}$ p. 100	$\text{PhO}^3$ p. 100	Densité	$\text{PhO}^3, 3\text{HO}$ p. 100	$\text{PhO}^3$ p. 100
1,0054	1	0,726	1,1962	31	22,506
1,0109	2	1,452	1,2036	32	23,232
1,0164	3	2,178	1,2111	33	23,958
1,0220	4	2,904	1,2186	34	24,684
1,0276	5	3,630	1,2262	35	25,410
1,0333	6	4,356	1,2338	36	26,136
1,0390	7	5,082	1,2415	37	26,862
1,0449	8	5,808	1,2493	38	27,588
1,0508	9	6,534	1,2572	39	28,314
1,0567	10	7,260	1,2651	40	29,040
1,0627	11	7,986	1,2731	41	29,766
1,0688	12	8,712	1,2812	42	30,492
1,0749	13	9,438	1,2894	43	31,218
1,0811	14	10,164	1,2976	44	31,944
1,0874	15	10,890	1,3059	45	32,670
1,0937	16	11,616	1,3143	46	33,396
1,1001	17	12,342	1,3227	47	34,122
1,1065	18	13,068	1,3313	48	34,848
1,1130	19	13,794	1,3399	49	35,574
1,1196	20	14,520	1,3486	50	36,300
1,1262	21	15,246	1,3573	51	37,026
1,1329	22	15,972	1,3661	52	37,752
1,1397	23	16,698	1,3750	53	38,478
1,1465	24	17,424	1,3840	54	39,204
1,1534	25	18,150	1,3931	55	39,930
1,1604	26	18,876	1,4022	56	40,656
1,1674	27	19,602	1,4114	57	41,382
1,1745	28	20,328	1,4207	58	42,108
1,1817	29	21,054	1,4301	59	42,834
1,1889	30	21,780	1,4395	60	43,560

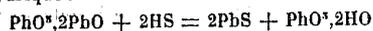
L'acide phosphorique ordinaire se prépare en oxydant le phosphore par l'acide azotique. La réaction étant très vive, il ne faut opérer que sur de petites quantités; on opère avec du phosphore rouge.

Il cristallise en prismes droits à base rhombe; sa densité est égale à 1,88. Il fond à 41°. Il est très avide d'eau.

L'acide pyrophosphorique se prépare en transformant par la chaleur le phosphate de soude ordinaire en pyrophosphate :



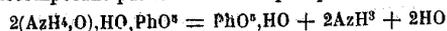
On dissout le pyrophosphate de soude dans l'eau et on ajoute à la liqueur de l'acétate de plomb; il se forme un précipité de pyrophosphate de plomb, qu'on laisse déposer et qu'on lave par décantation. On le délave ensuite dans l'eau et on le décompose par un courant d'acide sulfhydrique :



On filtre pour séparer le sulfure de plomb et on concentre la liqueur dans le vide.

L'acide métaphosphorique se prépare par la calcination au rouge de l'acide phosphorique trihydraté. On peut encore l'obtenir :

1° En décomposant par la chaleur le phosphate d'ammoniaque :



2° En décomposant par un courant d'acide sulfhydrique le métaphosphate de plomb :



**Protosulfure de phosphore.**  $\text{PhS}$ . — Se prépare en dissolvant une partie de soufre dans deux parties de phosphore fondu sous l'eau : le liquide obtenu est filtré sous l'eau avec un linge fin.

**Sesquisulfure de phosphore.**  $\text{Ph}_2\text{S}$ . — Se prépare en chauffant, au bain-marie, dans une cornue tubulée à travers laquelle passe un courant d'acide carbonique, 31 gr. de phosphore ordinaire avec 24 gr. de soufre. On ajoute 100 gr. de sable fin, on agite vivement, puis on chauffe à feu nu. On sépare ensuite le sable par distillation.

C'est un corps solide, d'un jaune paille.

**Trisulfure de phosphore.**  $\text{Ph}_3\text{S}$ . — Se prépare en chauffant, dans une cornue traversée par un courant d'acide carbonique, 24 gr. de soufre avec 55 gr. de sesquisulfure de phosphore.

C'est un corps solide jaune citron.

**Pentasulfure de phosphore.**  $\text{Ph}_5\text{S}$ . — Se prépare en chauffant un mélange de 4 équivalents de soufre et de 1 équivalent de protosulfure de phosphore.

**Trichlorure de phosphore.**  $\text{PhCl}_3$ . — Se prépare en faisant passer un courant de chlore dans une cornue tubulée contenant du

phosphore parfaitement desséché en fusion. Le trichlorure distille et va se condenser dans un récipient refroidi.

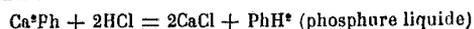
C'est un liquide incolore, fumant à l'air, décomposable par l'eau en acide phosphoreux et en acide chlorhydrique.

**Pentachlorure de phosphore.**  $\text{PbCl}_5$ . — Se prépare en faisant passer un courant de chlore sec dans le trichlorure de phosphore.

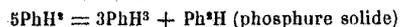
C'est un corps solide, un peu jaunâtre, cristallisant en prismes droits à base rhombe, et répandant à l'air d'épaisses fumées.

**Phosphures d'hydrogène.** — On connaît un phosphure solide, un phosphure liquide et un phosphure gazeux.

Le phosphure gazeux  $\text{PhH}^3$  est un gaz incolore, d'une odeur alliée, peu soluble dans l'eau. Il n'est pas spontanément inflammable. On le prépare en décomposant le phosphure de calcium par l'acide chlorhydrique, dans un courant d'acide carbonique. La réaction est la suivante :



Le phosphure liquide, en présence de l'acide chlorhydrique, se décompose en phosphure gazeux qui se dégage, et en phosphure solide qui reste dans le flacon :



Le phosphure gazeux devient spontanément inflammable lorsqu'il renferme des traces de phosphure liquide. Pour préparer le phosphure spontanément inflammable on opère comme il suit : On fait avec de la chaux éteinte et de l'eau une bouillie épaisse que l'on façonne ensuite en boulettes, au centre desquelles on enferme un petit fragment de phosphore. On introduit ces boulettes dans un ballon en verre, que l'on achève de remplir presque entièrement avec de la chaux éteinte en poudre. On adapte au ballon un tube abducteur et on chauffe légèrement :



En laissant le gaz se dégager sur la cuve à eau, on voit chaque bulle qui arrive à la surface s'enflammer avec une légère explosion, en produisant une couronne de fumée qui s'élève dans l'air, en s'élargissant régulièrement. Le produit de la combustion est de l'eau et de l'acide phosphorique.

## PLATINE

**Platine.**  $\text{Pt} = 98,57$ . — Métal blanc gris, d'une densité variant de 21,47 à 21,52; sa chaleur spécifique est égale à 0,03243. Son coefficient de dilatation, entre 0 et 300°, est égal à 0,00009183. Il fond au-

dessus de 1700° (chalumeau oxyhydrique). Inaltérable à l'air. Attaqué seulement par l'eau régale et par les alcalis en fusion.

Le platine natif se rencontre en grains et en pépites disséminés dans des alluvions analogues à celles qui fournissent l'or. Ce métal est d'un gris d'acier tirant sur le blanc d'argent; il est toujours sous forme de grains roulés, dont les surfaces sont cariées et cavernueuses, et à aspect mat; dans ces cavités se trouvent quelquefois des traces de cristallisation régulière, ce sont des indices de petits cubes et plus rarement d'octaèdres.

Le platine est rayé par le fer, mais il raye tous les autres métaux natifs; il est malleable, ductile et très tenace. En grains, sa densité varie de 16,33 à 19,4; celle du platine purifié et écroui est de 21,53. Il est infusible au feu du chalumeau ordinaire, mais soumis au feu du chalumeau à gaz oxyhydrique, ou à l'action de la pile, il entre en fusion; il se soude à lui-même.

Il est inattaquable par les acides ordinaires, mais il est soluble dans l'eau régale et est attaqué au rouge par les alcalis.

Le platine natif n'est jamais pur, ainsi que le montre les analyses suivantes :

	Oural	Colombie	Choco	Bornéo	Californie
Platine .....	86,50	84,30	86,16	74,87	57,75
Rhodium .....	1,15	3,46	2,16	—	2,45
Iridium .....	—	1,46	1,09	7,92	3,10
Palladium .....	1,10	1,06	0,35	1,28	0,25
Osmium .....	—	1,03	0,97	0,48	0,81
Osmiure d'iridium .....	1,44	—	1,91	8,43	27,65
Cuivre .....	0,45	0,74	0,40	0,43	0,20
Fer .....	8,32	5,31	8,03	—	—
Chaux .....	—	—	—	3,40	7,70
Quartz .....	—	0,60	—	—	—

D'après M. Deville, les mines de platine des différentes provenances contiennent les quantités suivantes de platine :

Colombie . . . . .	76,80 à 86,20	p. 100
Californie . . . . .	76,50 à 85,50	—
Orégon . . . . .	50,45	—
Australie . . . . .	59,80 à 61,49	—
Sibérie . . . . .	73,50 à 78,9	—
Bornéo . . . . .	57,75 à 70,21	—

Pendant longtemps on n'a trouvé ce métal qu'en grains disséminés dans les terrains de transport anciens et dans les mêmes sables quartzeux et ferrugineux que ceux qui renferment l'or et le diamant,

mais moins abondamment que l'or. C'est ainsi qu'on l'a rencontré dans la Nouvelle-Grenade, en Colombie, au Brésil dans la province de Minas-Geraes et de Mato-Grosso, puis à Haïti dans la rivière Jockey, à l'île de Bornéo dans les monts Ratoos, et dans la province d'Ava dans l'empire des Birmans. Mais, vers 1825, on le découvrit sur les pentes orientales des monts Ourals à Kuschwinsk, Newjansk, Bogolowjk, Miask, et depuis sur le versant occidental à Nischne-Tagilsk.

La grosseur des grains de platine varie depuis celle de la poudre de chasse à celle de la graine de chanvre; mais on a trouvé des pépites ayant la grosseur d'un œuf de pigeon. Une pépite extraordinaire a été recueillie dans l'exploitation de Nischne-Tagilsk; elle pesait 9 kil. 1/2.

On a aussi trouvé, mais en petite quantité, du platine dans l'Amérique septentrionale, au Canada et dans la Caroline du Nord.

Pour extraire le platine on fait digérer à chaud la *mine de platine* avec de l'acide chlorhydrique, auquel on ajoute peu à peu de l'acide azotique, à mesure que la dissolution s'opère; l'osmiure d'Iridium, le quartz, le zircon, etc., restent inattaqués. Lorsqu'on juge que la dissolution est achevée, on évapore la liqueur de manière à l'amener à la consistance sirupeuse. On étend ensuite avec une petite quantité d'eau et on décante.

On fait bouillir la dissolution du minerai afin de décomposer le chlorure de palladium qu'elle renferme, et on ajoute du chlorhydrate d'ammoniaque qui donne un précipité plus ou moins rougeâtre suivant la quantité d'Iridium que contient la liqueur; le chlorure de palladium, le chlorure de rhodium, ainsi qu'une forte proportion de fer et un peu de cuivre restent en dissolution. Le platine n'est pas complètement précipité de sa solution, il en reste une petite quantité dans les eaux-mères.

Le précipité contenant le platine et l'Iridium est recueilli, desséché et chauffé au rouge naissant; le platine iridié reste sous la forme d'une masse spongieuse et peu cohérente, de couleur grise.

L'Iridium donnant au platine plus d'élasticité et de pureté, et par conséquent n'étant pas nuisible, on ne se préoccupe pas de le séparer du platine. La *mousse de platine* est comprimée à froid, au moyen d'une presse à vis, dans un anneau de fer, et l'on martèle ensuite à chaud le disque ainsi obtenu. Le platine possédant la faculté de se ramollir avant de fondre et de se souder à lui-même, on obtient ainsi un gâteau de métal.

**Palladium.** — Il se rapproche beaucoup, par l'aspect, de l'argent et du platine; sa densité varie de 11,3 à 11,8, il est donc beaucoup plus léger que le platine. Les acides sulfurique et chlorhydrique concentrés l'attaquent peu, même à chaud; l'acide azotique et l'eau régale le dissolvent facilement.

**Rhodium.** — Il a une couleur blanche à reflet rougeâtre; préci-

pité, de ses dissolutions, par l'acide formique, il se présente sous forme de poudre noire très divisée. Il est soluble dans l'acide nitrique et dans l'eau régale; mais lorsqu'il a été fortement chauffé, il perd cette solubilité et devient inattaquable par les acides et même par l'eau régale.

**Osmiure d'iridium.** — C'est une substance métallique, d'un blanc d'étain ou d'un gris de plomb, le plus souvent en grains irréguliers, aplatis, qui sont des prismes hexaèdres tronqués sur toutes les arêtes des bases; ils sont composés d'osmium et d'iridium en proportions variables. Il est presque inattaquable par l'eau régale.

**Ruthénium.** — Obtenu par la calcination du bichlorure de ruthénium ammoniacal, il se présente sous la forme d'une masse blanche spongieuse; quand il provient de la réduction de son oxyde par l'hydrogène, il est en fragments poreux doués d'un certain éclat. Fondu, il a une densité de 11 à 11,4; il est à peine attaqué par l'eau régale. Il ressemble tellement à l'osmium qu'il est fort difficile de l'en distinguer.

**Protoxyde de platine.**  $PtO,HO$ . — Se prépare en précipitant le protochlorure de platine par la potasse. Il est peu stable.

**Bioxyde de platine.**  $PtO^2$ . — Se prépare en faisant bouillir le bichlorure de platine avec un excès de potasse, jusqu'à ce que le chlorure double de platine et de potassium, qui se forme d'abord, soit redissous; on verse ensuite dans la liqueur, contenant du platinate de potasse, de l'acide acétique qui précipite le bioxyde de platine hydraté,  $PtO^2,2HO$ , sous la forme d'une poudre d'un jaune brun, que l'on peut ensuite déshydrater par une calcination ménagée.

**Protochlorure de platine.**  $PtCl$ . — Se prépare en dissolvant dans l'eau régale du bichlorure de platine, évaporant la liqueur à sec et chauffant le résidu avec précaution dans un bain d'huile à  $200^{\circ}$ , jusqu'à ce qu'il soit devenu insoluble.

C'est un corps d'un brun verdâtre.

**Bichlorure de platine.**  $PtCl^2$ . — Se prépare en dissolvant le platine dans une eau régale composée de 2 parties d'acide chlorhydrique et de 1 partie d'acide azotique; on évapore ensuite à sec pour chasser l'excès d'acide, puis on reprend le résidu par l'eau.

C'est un corps solide rouge brun.

**Chlorure double de potassium et de platine.**  $PtCl^2 + KCl$ . — En traitant le bichlorure de platine par le chlorure de potassium, on obtient le chlorure double de potassium et de platine sous forme d'une poudre jaune, à peine soluble dans l'eau, complètement insoluble dans l'alcool.

**Chlorure double d'ammonium et de platine.**  $\text{PtCl}_2 + \text{AzH}_4\text{Cl}$ . — Se prépare en traitant le dichlorure de platine par le sel ammoniac. Ce sel ressemble beaucoup au précédent.

**Platino-cyanure de potassium.**  $\text{K}_2\text{Pt}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . — Se prépare :  
1° En faisant bouillir du protochlorure de platine avec une dissolution de cyanure de potassium ;  
2° En chauffant au rouge naissant un mélange à parties égales de platine en éponge et de cyanoferrure de potassium desséché. On reprend la masse calcinée par l'eau et on fait cristalliser.

## PLOMB

**Plomb.**  $\text{Pb} = 103,5$ . — Métal gris bleuâtre, à éclat métallique très prononcé, mais dont la surface se ternit rapidement à l'air. Il est très mou et peut être rayé par l'ongle. Sa densité est égale à 11,37. Il entre en fusion à 327°; il est peu volatil. Sa chaleur spécifique est égale à 0,0314. Son coefficient de dilatation, de 0 à 100°, est de 0,00028484. Attaqué difficilement par l'acide sulfurique étendu et l'acide chlorhydrique; attaqué facilement par l'acide azotique.

Le plomb reste sans altération lorsqu'on le plonge dans l'eau distillée froide et privée d'air; dans l'eau aérée, il se recouvre d'une couche d'hydrocarbonate de plomb. Lorsqu'une eau tient en dissolution des sels, elle dissout une quantité plus ou moins considérable de plomb.

TABLE INDIQUANT LA SOLUBILITÉ DU PLOMB DANS L'EAU EN PRÉSENCE DE DIVERS SELS.

Nom du sel en solution.	Grammes par litre.	Plomb dissous.		
		Milligrammes par litre.		
		24 heures.	48 heures.	72 heures.
Azotate d'ammoniaque....	0,02	13	"	35
— — .....	0,04	15	15	32
— — .....	0,08	15	"	"
Azotate de potasse.....	0,02	2	2	"
Sulfate de soude.....	0,05	"	"	"
Azotate de potasse.....	0,04	0,8	1	1,2
Sulfate de soude.....	0,212	"	"	"
Azotate de potasse.....	0,045	"	"	0,3
Carbonate de soude.....	0,308	"	"	"
Azotate de potasse.....	0,078	"	"	0,5
Carbonate de potasse.....	0,504	"	"	"
Sulfate de chaux.....	0,252	0,4	"	0,8
— — .....	0,458	0,4	"	1,0
Carbonate de potasse.....	0,31	"	"	0,2
— — .....	0,516	"	"	0,2
Chlorure de calcium.....	0,25	0,5	0,5	0,5
— — .....	0,51	0,3	"	0,4
Sulfate de soude.....	0,20	"	"	0,8
— — .....	0,40	"	"	0,5
Azotate d'ammoniaque.....	0,02	"	"	1,8
Azotate de chaux.....	0,06	"	"	"
Chlorhydrate d'ammoniaque.....	0,02	"	"	"
Carbonate de potasse.....	0,10	"	"	0,4
Sulfate de soude.....	0,20	"	"	"
Sulfate de soude.....	0,20	"	"	"
Carbonate de potasse.....	0,04	"	"	0,1
Chlorure de calcium.....	0,10	"	"	"
Eau distillée .....	"	2	2	3

Le seul minéral de plomb important est la galène.  
La galène se compose de :

Plomb . . . . .	86,62
Soufre . . . . .	13,38

Elle est d'un gris métallique très brillant, surtout dans les cassures fraîches; elle est généralement lamelleuse, mais quelquefois striée ou grenue. Sa poussière est d'un gris noirâtre. Sa densité varie de 7,4 à 7,6; sa dureté est égale à 2,5.

Elle cristallise dans le système régulier; la forme la plus habituelle est le cube; mais on rencontre encore, avec une certaine abondance, le cubo-octaèdre, le cubo-dodécaèdre et l'octaèdre.

Elle possède trois clivages égaux et rectangulaires qui conduisent à la forme primitive. Les clivages peuvent jusqu'à un certain point faire connaître la pureté de l'échantillon; lorsque la galène est pure ou à peu près, les clivages sont nets et éclatants; lorsque les clivages présentent des surfaces ondulées ou chagrinées, cela indique, en général, que la galène est mélangée à des sulfures de fer et d'antimoine. Lorsque la proportion des sulfures augmente, les clivages deviennent de plus en plus courts et croisés en tous sens; enfin, lorsque le mélange est encore en plus grande proportion, la galène devient grenue, moins éclatante, et présente la cassure que l'on nomme à grains d'acier.

La galène est souvent mélangée à de la blende, à de la pyrite de fer, à du sulfure d'antimoine et à du sulfure de cuivre.

En outre, toutes les galènes contiennent des quantités variables d'argent.

*Essai de la galène par voie sèche.* — Il n'y a que le creuset de fer qui donne des résultats certains et identiques. Pour opérer, on pèse 50 ou 100 gr. de galène réduite en poudre fine, on les mêle avec 10 gr. de borax et 25 gr. de bicarbonate de soude, on introduit le mélange dans un creuset en fer forgé, et on recouvre avec du bicarbonate de soude.

On met le creuset dans le fourneau à air et on chauffe doucement; le creuset rougit peu à peu et la fusion commence.

Lorsque la matière fondue est devenue tranquille, à l'aide d'un fort fil de fer, dont l'extrémité est recourbée en forme de crochet, on agite le bain et on fait descendre tout ce qui reste attaché aux parois du creuset. On donne ensuite un léger coup de feu, et, quand on voit à la surface du bain comme des gouttes d'huile, on retire le creuset et on coule son contenu dans une lingotière; on plonge immédiatement le creuset dans l'eau froide, et on recueille les grenailles, s'il y en a.

On ajoute les grenailles au culot de plomb et on pèse.

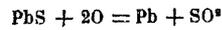
On coupelle le culot de plomb pour doser l'argent.

Les nombreux procédés pour l'extraction du plomb de la galène peuvent être rangés en quatre classes :

- 1° Méthode du bas foyer;
- 2° Méthode par grillage et réaction;
- 3° Méthode par précipitation;
- 4° Méthode par grillage et réduction.

*1° Méthode du bas foyer.* — Cette méthode convient pour les minerais riches et non quartzeux; elle consiste à chauffer, sous le vent d'une tuyère, la galène mélangée avec un combustible, qui peut être de la tourbe, du bois, ou un mélange de tourbe et de houille, ou de

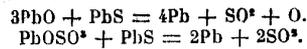
houille et de charbon de bois. La réaction peut être représentée ainsi :



Cette méthode est très simple, mais elle est insalubre à cause des fumées plombeuses dégagées, et en outre elle occasionne des pertes considérables; aussi après avoir été surtout employée dans le nord de l'Angleterre, en Amérique, en Bohême, etc., est-elle aujourd'hui généralement abandonnée.

2<sup>e</sup> *Méthode par grillage et réaction.* — Cette méthode est basée sur la manière dont se comporte l'oxyde de plomb et le sulfate de plomb en présence de la galène.

Lorsqu'on grille, à l'air, de la galène, une partie se transforme en oxyde de plomb, de l'acide sulfureux se dégage, et une autre partie est convertie en sulfate de plomb: si on élève ensuite la température, le soufre de la galène non décomposée est oxydé aux dépens de l'oxygène du sulfate et de l'oxyde de plomb, il se dégage de l'acide sulfureux, et du plomb métallique est mis en liberté. Ces réactions peuvent être exprimées ainsi :



Cette méthode suivie en Carinthie, en Bretagne et en Angleterre n'est applicable qu'aux minerais contenant 55 % de plomb, et au plus 4 à 5 % de quartz ou d'argile.

3<sup>e</sup> *Méthode par précipitation.* — Cette méthode consiste à précipiter le plomb à l'état métallique, par un autre métal capable de prendre sa place dans la combinaison chimique.

La galène est d'abord débarrassée de sa gangue par la fusion ou par la lévigation, puis elle est mélangée avec des grenailles de fonte, avec des scories ferrugineuses ou avec des minerais de fer; mais dans ces deux derniers cas, il faut se servir d'un four spécial (four Raschette). Le mélange est introduit dans le fourneau de fusion, le fer prend la place du plomb dans la combinaison chimique, met ce métal en liberté, et celui-ci vient se rassembler dans un creuset placé à la base du four et en dehors.

Mais, lorsque les minerais sont quartzeux ou blendeux, il est nécessaire de leur faire subir un grillage préalable.

4<sup>e</sup> *Méthode par grillage et réduction.* — Cette méthode consiste à griller d'abord le minerai dans un four à réverbère, puis à le passer avec les fondants convenables dans un four à cuve ou un four à manche.

On place la galène sur la sole d'un fourneau à réverbère, en couches minces et on porte lentement la température au rouge sombre.

Au bout de quatre heures de chauffe a lieu le travail au râble, qui doit être conduit de façon à ce que le grillage soit aussi régulier que

possible; alors le minerai ne contient plus que très peu de sulfure, mais il renferme beaucoup de sulfate. On élève la température au rouge-vif, de façon à décomposer le sulfate et à produire l'agglomération des matières; on doit cependant ne pas chauffer assez pour opérer la fusion.

Les matières sont ensuite retirées du four, puis concassées et disposées, dans un four à manche, en lits de fusion.

La composition de ces lits est la suivante :

Minerai grillé et aggloméré . . . . .	1000
Sulfate de baryte. . . . .	40
Minerai de fer. . . . .	35
Abstrichs et fonds de coupelle . . . . .	179
Scories de l'opération précédente. . . . .	400

Dans cette opération, la presque totalité du plomb est produite par l'action du charbon sur le minerai grillé.

*Affinage.* — Le plomb obtenu par ces procédés a généralement besoin d'être affiné, avant d'être livré au commerce.

Lorsqu'il contient peu de matières étrangères, on se contente de le refondre, à basse température, sur la sole inclinée d'un four à réverbère.

Mais lorsqu'il est très impur, lorsqu'il contient des quantités notables de zinc, d'arsenic et d'antimoine, il faut prolonger l'opération, afin de se débarrasser, autant que possible, de ces métaux. Avec des plombs contenant 5 % d'arsenic et d'antimoine le travail dure quelques fois deux jours.

Le plomb du commerce est plus ou moins pur; certains plombs provenant d'Espagne, de Carinthie, de l'Amérique du Nord, ainsi que ceux du pattinsonage ne contiennent que des traces de métaux étrangers.

D'autres, au contraire, renferment du cuivre, de l'antimoine, de l'arsenic, du soufre, du fer, du zinc, de l'étain, du bismuth.

Dans la plupart des applications industrielles, la présence de ces corps n'offre aucun inconvénient, mais pour certains usages spéciaux, comme la fabrication du minium destiné aux couvertes de la faïence et de la porcelaine, des traces de cuivre ou de nickel sont très préjudiciables à cause des colorations intenses qu'elles produisent.

Les plombs aigres contiennent des quantités variables d'arsenic, d'antimoine, de cuivre, de fer, de zinc, et généralement une quantité d'argent assez grande.

**Protoxyde de plomb.** PbO. — Se prépare soit en chauffant le plomb à l'air, soit en calcinant l'azotate ou le carbonate de plomb. Lorsqu'on ne dépasse pas le rouge, on obtient une poudre jaune citron; si, au contraire, la température est plus élevée, l'oxyde fond et cristallise par le refroidissement en lames micacées d'une couleur

jaune rouge. L'oxyde de plomb qui n'a pas éprouvé la fusion se nomme *massicot* ; lorsqu'il a été fondu, il porte le nom de *litharge*.

**Oxyde salin de plomb.**  $Pb^2O^4$  (*Minium*). — Se prépare par la calcination du plomb à l'air, dans un fourneau à réverbère. Lorsque le plomb est fondu, on l'agite avec un râteau de fer, afin de favoriser son oxydation et sa transformation complète en massicot. On repousse l'oxyde, à mesure qu'il se forme, vers le fond du fourneau et on a soin de ne pas élever assez la température pour opérer la fusion de l'oxyde.

Lorsque l'oxydation paraît être complète, on ramène l'oxyde sur la sole, et on le retourne afin de parfaire son oxydation. On le défourne ensuite et on le broye dans un moulin. On le délaye dans des terrines remplies d'eau, on le tamise et on l'abandonne au repos. Quand l'oxyde est déposé au fond des terrines, on décante l'eau surnageante, et on place les terrines sur la partie supérieure du four afin de dessécher le massicot. On broye ensuite celui-ci sous des meules verticales, on l'étend sur la sole du four à réverbère et on le soumet à une température qui ne doit pas dépasser  $300^{\circ}$ . Sous l'influence de la chaleur, le massicot absorbe de l'oxygène et se transforme en minium.

**Bioxyde de plomb.**  $PbO^2$ . — Se prépare en faisant bouillir du minium réduit en poudre fine avec de l'acide azotique en excès étendu de 2 à 3 fois son poids d'eau, en agitant constamment. Le protoxyde de plomb, contenu dans le minium, se combine à l'acide azotique pour former de l'azotate de plomb, qui se dissout dans la liqueur, tandis que le bioxyde de plomb, à peu près insoluble, se dépose. On le lave et on le dessèche à une température inférieure à  $100^{\circ}$ .

**Chlorure de plomb.**  $PbCl$ . — Se prépare en traitant l'oxyde de plomb par l'acide chlorhydrique bouillant, ou en versant dans la solution d'un sel de plomb une dissolution de sel marin.

Sel blanc, cristallisant en prismes aciculaires hexaédriques ou en écailles micacées.

Peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante.

**Iodure de plomb.**  $PbI$ . — Se prépare en versant une solution d'iode de potassium dans la solution d'un sel de plomb ; on obtient ainsi un précipité jaune citron.

**Sulfure de plomb.**  $PbS$ . — Se prépare par voie sèche en fondant ensemble 3 parties de plomb et 1 partie de soufre. Par voie humide, on l'obtient en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré, ou en versant du sulfhydrate d'ammoniaque, dans la solution d'un sel de plomb.

**Azotate de plomb.**  $PbO, AzO^2$ . — Se prépare en attaquant par l'acide azotique le plomb métallique, l'oxyde ou le carbonate de plomb. Par concentration de la liqueur, on obtient des cristaux octaédriques,

tantôt opaques, tantôt transparents, ne renfermant pas d'eau de constitution.

Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool anhydre. Se décompose sous l'influence de la chaleur en oxygène, acide hypoazotique et oxyde de plomb.

**Sulfate de plomb.**  $\text{PbO}_2\text{SO}_4$ . — Se prépare en versant dans la solution d'un sel de plomb, de l'acide sulfurique ou un sulfate soluble. Dans l'industrie on l'obtient, comme produit secondaire, dans la préparation de l'acétate d'alumine, employé en teinture comme mordant et préparé par double décomposition entre l'acétate de plomb et l'alun.

C'est une poudre blanche, amorphe, insipide et anhydre, presque insoluble dans l'eau, mais sensiblement soluble dans les acides et les sels ammoniacaux (surtout dans l'acétate et le tartrate d'ammoniaque). Décomposé complètement par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant. Indécomposable par la chaleur.

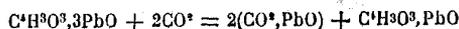
**Chromate de plomb.**  $\text{PbO}_2\text{CrO}_4$ . — Se prépare par double décomposition en précipitant le chromate neutre de potasse par l'acétate neutre de plomb.

Il est d'un beau jaune, insoluble dans l'eau, à peine soluble dans les acides, soluble dans la potasse.

**Carbonate de plomb.**  $\text{PbO}_2\text{CO}_2$  (*Céruse*). — Il est blanc, pulvérulent, insoluble dans l'eau. Se décompose par la chaleur. Soluble dans les acides.

Se prépare :

1° *Par le procédé de Clichy.* — On fait arriver un courant d'acide carbonique dans une solution de sous-acétate de plomb :

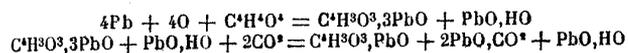


L'acétate neutre de plomb qui reste dans la liqueur est mis en ébullition en présence d'un excès de litharge ; il se transforme en acétate tribasique de plomb qui peut de nouveau servir à la préparation de la céruse.

2° *Par le procédé hollandais.* — Ce procédé est basé sur la propriété que possède le plomb de se convertir en carbonate lorsqu'il est exposé, à la température de 36 à 60°, au contact des vapeurs d'acide acétique, en présence de l'acide carbonique et de l'oxygène.

Le plomb en feuille est roulé en spirales ; celles-ci sont introduites dans des pots en grès vernissé, munis à quelques centimètres de leur fond, d'un rebord sur lequel repose le rouleau. On verse au fond de ces pots du vinaigre de mauvaise qualité, puis on les recouvre avec une plaque de plomb et on les dispose par étages dans une fosse remplie de fumier de cheval et recouverte par de la paille, mais dans laquelle on a eu soin de ménager la circulation de l'air.

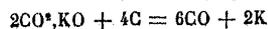
La fermentation qui prend naissance dans le fumier élève la température et produit de l'acide carbonique; l'acide acétique émet des vapeurs qui attaquent, en présence de l'oxygène de l'air, la surface du plomb, laquelle se recouvre d'acétate basique de plomb; celui-ci est transformé progressivement par l'acide carbonique en cêruse et en acétate neutre de plomb :



## POTASSIUM

**Potassium K = 39,14.** — Métal blanc d'argent, lorsqu'il est récemment fondu; exposé à l'air il se ternit rapidement. Il est plus mou que la cire, et peut se pétrir entre les doigts. Sa densité est égale à 0,865. Il fond à 62°,5; il se volatilise au-dessous du rouge en donnant des vapeurs vertes. Il décompose l'eau à la température ordinaire.

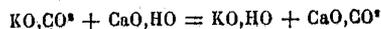
On le prépare en décomposant le carbonate de potasse par le charbon, à une température élevée :



**Potasse anhydre. KO.** — Se prépare en chauffant 1 équivalent d'hydrate de potasse avec 1 équivalent de potassium; l'eau de l'hydrate se décompose, son hydrogène se dégage, tandis que son oxygène s'unit au potassium.

**Hydrate de potasse. KO,HO.** — Corps solide, blanc, caustique, onctueux au toucher, entrant en fusion au-dessous du rouge, très avide d'eau.

Se prépare en décomposant le carbonate de potasse par la chaux :



La potasse ainsi préparée porte le nom de *potasse à la chaux*. Pour la purifier, il faut la traiter par l'alcool, qui ne dissout que la potasse et précipite les matières étrangères. On distille la solution pour en retirer les deux tiers d'alcool, et on évapore le reste dans une capsule d'argent jusqu'à siccité; on fond le résidu au rouge et on coule sur une plaque d'argent. La potasse ainsi purifiée porte le nom de *potasse à l'alcool*.

TABLE DE DALTON, CONFIRMÉE PAR MEHRENS, INDIQUANT LA RICHESSE  
DES SOLUTIONS DE POTASSE.

Densité.	KO,HO p. 100.	KO p. 100.	Densité.	KO,HO p. 100.	KO p. 100.
2,4	—	100,0	1,42	40,97	34,4
2,2	100,5	84,0	1,39	38,59	32,4
2,0	86,22	72,4	1,36	35,01	29,4
1,88	75,74	63,6	1,33	31,32	26,3
1,78	67,65	56,8	1,28	27,87	23,4
1,68	60,98	51,2	1,23	23,22	19,5
1,60	55,62	46,7	1,19	19,29	16,2
1,52	51,09	42,9	1,15	15,48	13,0
1,47	47,16	39,6	1,11	11,31	9,5
1,44	43,83	36,8	1,06	5,59	4,7

TABLE INDIQUANT LA QUANTITÉ DE POTASSE ET D'HYDRATE DE POTASSE  
DANS LES SOLUTIONS A + 15°.

KO p. 100.	KO,HO p. 100.	Densité.	KO p. 100.	KO,HO p. 100.	Densité.
0,5658	0,738	1,0050	23,764	28,303	1,2648
1,697	2,021	1,0153	24,895	29,650	1,2805
2,829	3,369	1,0260	26,027	30,998	1,2966
3,961	4,717	1,0369	27,158	32,345	1,3131
5,092	5,957	1,0478	28,290	33,693	1,3300
6,224	7,412	1,0589	29,34	34,94	1,30
7,355	8,760	1,0703	30,74	36,91	1,32
8,487	10,108	1,0819	32,14	38,28	1,34
9,619	11,456	1,0938	33,46	39,85	1,36
10,750	12,803	1,1059	34,74	41,37	1,38
11,882	14,151	1,1182	35,99	42,86	1,40
13,013	15,498	1,1308	37,97	45,22	1,42
14,145	16,846	1,1437	40,17	47,84	1,44
15,277	18,195	1,1568	42,31	50,39	1,46
16,408	19,542	1,1702	44,40	52,88	1,48
17,540	20,890	1,1839	46,45	55,32	1,50
18,671	22,237	1,1979	48,46	57,71	1,52
19,803	23,585	1,2122	50,09	59,65	1,54
20,935	24,933	1,2268	51,58	61,43	1,56
21,500	25,606	1,2342	53,06	63,19	1,58
22,632	26,954	1,2493			

**Chlorure de potassium.** KCl. — Cristallise en cubes. Il est incolore et possède une saveur amère et salée. Il est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'éther.

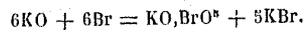
Dans les laboratoires, on le prépare en saturant la potasse ou le carbonate de potasse par l'acide chlorhydrique.

Industriellement, on l'extrait de la *carnallite*, des cendres de varech ou des eaux-mères des marais salants.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE CHLORURE DE POTASSIUM, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 15°.

Densité.	KCl p. 100.	Densité.	KCl p. 100.	Densité.	KCl p. 100.
1,00650	1	1,06589	10	1,12179	18
1,01300	2	1,07271	11	1,12894	19
1,01950	3	1,07962	12	1,13608	20
1,02600	4	1,08652	13	1,14348	21
1,03250	5	1,09345	14	1,15088	22
1,03916	6	1,10036	15	1,15828	23
1,04582	7	1,10750	16	1,16568	24
1,05248	8	1,11465	17	1,17234	24,9
1,05914	9				

**Bromure de potassium.** KBr. — Sel incolore, offrant les plus grandes ressemblances avec le chlorure de potassium, avec lequel il est isomorphe. Se prépare en dissolvant du brome dans la potasse ; il se forme du bromure de potassium et du bromate de potasse :



On évapore à sec, puis on calcine le résidu jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'oxygène. Cette calcination transforme le bromate en bromure ; on reprend par l'eau et on fait cristalliser.

**Iodure de potassium.** KI. — Sel incolore, cristallisant en cubes et possédant une saveur désagréable. Se prépare en dissolvant l'iode dans la potasse : on opère ensuite comme pour le bromure de potassium.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'IODURE DE POTASSIUM,  
D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 21°.

Densité	KI p. 100	Densité	KI p. 100	Densité	KI p. 100
1,0075	1	1,1807	21	1,4224	41
1,0151	2	1,1911	22	1,4371	42
1,0227	3	1,2016	23	1,4520	43
1,0305	4	1,2122	24	1,4671	44
1,0384	5	1,2229	25	1,4825	45
1,0464	6	1,2336	26	1,4982	46
1,0545	7	1,2445	27	1,5142	47
1,0627	8	1,2556	28	1,5305	48
1,0710	9	1,2699	29	1,5471	49
1,0793	10	1,2784	30	1,5640	50
1,0877	11	1,2899	31	1,5810	51
1,0962	12	1,3017	32	1,5984	52
1,1048	13	1,3138	33	1,6162	53
1,1136	14	1,3262	34	1,6343	54
1,1226	15	1,3389	35	1,6528	55
1,1318	16	1,3519	36	1,6717	56
1,1412	17	1,3653	37	1,6911	57
1,1508	18	1,3791	38	1,7109	58
1,1605	19	1,3933	39	1,7311	59
1,1705	20	1,4079	40	1,7517	60

**Cyanure de potassium. KCy.** — Se prépare :

1° En calcinant des matières azotées (fibrine, gélatine, etc.) avec du carbonate de potasse ;

2° En faisant arriver de l'acide cyanhydrique dans une solution alcoolique de potasse ;

3° En calcinant au rouge le cyanoferrure de potassium.

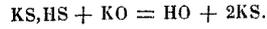
Dans l'industrie on le prépare en faisant arriver de l'azote sur du charbon de bois imprégné de potasse et chauffé au rouge,

**Monosulfure de potassium. KS.** — Se présente sous forme d'une masse cristalline d'un rouge-brun, déliquescente, très soluble dans l'eau.

Se prépare en décomposant à la température du rouge-vif 1 équivalent de sulfate de potasse par 4 équivalents de charbon. On peut l'obtenir aussi par voie humide ; à cet effet, on divise une solution de potasse en deux parties égales ; dans l'une on fait passer jusqu'à saturation complète un courant d'hydrogène sulfuré qui forme du sulfhydrate de sulfure de potassium :



On verse alors la portion de la liqueur mise de côté dans celle-ci, et le sulfhydrate de sulfure est transformé en monosulfure :



**Pentasulfure de potassium. KS<sup>5</sup>.** — Corps solide, d'une couleur brune, déliquescent, très soluble dans l'eau et dans l'alcool.

Se prépare en chauffant au rouge naissant des parties égales de carbonate de potasse et de soufre. En traitant la masse fondue par l'alcool, on en extrait le pentasulfure de potassium.

**Carbonate de potasse.** — Dans le commerce, on désigne sous le nom impropre de potasse le carbonate de cette base, plus ou moins pur; il provient de différentes sources.

Certains pays, l'Amérique, la Russie, la Suède, la Toscane préparent ce produit en abondance par l'incinération des végétaux terrestres; on lessive les cendres obtenues, on évapore à sec les li-queurs et on calcine les résidus. Les plantes herbacées donnent une proportion de potasse beaucoup plus considérable que les plantes ligneuses, qui n'en renferment qu'une minime quantité; aussi la fabrication de la potasse avec ces dernières n'a-t-elle lieu que là où il serait impossible de tirer un meilleur parti des bois employés. Dans les Vosges, par exemple, cette industrie disparaît de jour en jour, à cause de la plus grande facilité de transport des bois.

M. Dubrunfaut a créé une source de potasse toute française, en retirant des mélasses de betteraves, après qu'elles ont subi la fermentation, les sels de potasse et de soude dont elles sont chargées.

Les cendres gravelées, obtenues par l'incinération des lies de vin, fournissent également de la potasse très appréciée; mais à cause des nombreuses applications de l'acide tartrique, cette fabrication n'est plus aujourd'hui très importante.

On obtient aussi des quantités notables de potasse par l'évaporation des eaux de lavage du suint de la laine de moutons.

La préparation de l'iode par les cendres de varech fournit comme produit accessoire, une certaine quantité de potasse.

Enfin, depuis quelques années, on fabrique en Allemagne de grandes quantités de carbonate de potasse par le traitement de la *carnallite*, minéral renfermant en moyenne :

Chlorure de potassium . . . . .	27
Chlorure de magnésium . . . . .	34
Eau . . . . .	39

On en extrait le chlorure de potassium par lessivage et on le convertit en sulfate de potasse; puis, par un procédé dont les détails sont encore secrets, mais qui en somme est celui de Leblanc pour la fabrication de la soude artificielle, on convertit en carbonate le sulfate de potasse ainsi préparé.

Les potasses du commerce portent le nom du lieu de leur production. Elles contiennent toutes plusieurs sels et de la soude; quelques-unes sont, en outre, colorées par des principes ulmiques ou par des sels de fer.

Le tableau suivant donne la composition moyenne des principales potasses, d'après M. Pesier :

Principes constituants	Toscane	Russie	Amérique		Vosges	Mélasse de betteraves		
			Rouge	Perlasse		Salin brut	Ordinaire épurée	Épurée
Sulfate de potasse ..	13,47	14,11	15,32	14,28	38,84	5,00	2,98	0,70
Chlor. de potassium.	0,95	2,09	8,15	3,64	9,16	17,00	19,69	1,70
Carbonate de potasse.	74,10	69,61	68,04	71,38	38,63	35,00	53,00	95,24
Carbonate de soude.	3,01	3,09	5,85	2,31	4,17	16,00	23,17	2,12
Résidu insoluble ...	0,65	1,21	2,64	0,44	2,66	18,00	"	"
Humidité .....	7,28	8,82	"	4,56	5,34	9,00	"	"
Acide phosphorique, Silice, chaux, etc ...	0,54	1,07	"	3,29	1,20	"	0,26	0,24
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Degrés alcalins étriqués...	56°	53°,1	55°	54°,4	31°,6	40°	59°,7	69°,51

Les principales variétés commerciales de potasse sont :

1° La potasse de Russie qui vient de Kasan et d'Arkangel; elle est produite par l'incinération des arbres et des broussailles. Elle est blanche ou blanche bleu verdâtre; elle est granulée. Elle contient environ de 52 à 58 % de potasse pure;

2° Les potasses de Toscane proviennent de l'incinération des broussailles et des herbages des maquis. On les divise en trois variétés : la potasse blanche, la potasse grise et la potasse bleue. La première donne 50 à 55° alcalimétriques, la deuxième de 55 à 60°, et la troisième de 50 à 55°. Elles sont en masses irrégulières, quelquefois en poudre;

3° La potasse des Vosges est extraite des cendres des broussailles et des branchages; elle donne de 28 à 40° alcalimétriques; elle est en granules grisâtres ou en poussière;

4° Les potasses perlassees d'Amérique proviennent de l'incinération des arbres; elles sont rendues caustiques par une lixiviation avec un peu de chaux. On distingue trois variétés :

La 1<sup>re</sup> sorte marque de 55 à 60° alcalimétriques.

La 2<sup>e</sup> — de 35 à 45° —

La 3<sup>e</sup> — de 25 à 30° —

Elles sont en morceaux irréguliers, d'une couleur blanche ou azurée, et quelquefois granulées comme la potasse de Russie;

5° La potasse rouge d'Amérique est en morceaux diversement colorés en vert, en rouge, en rouge brique, en gris, en rouge violacé. Elle provient aussi de l'incinération des arbres et d'une lixiviation avec un peu de chaux.

Elle est divisée également en trois variétés :

- La 1<sup>re</sup> sorte marque de 54 à 60° alcalimétriques.
- La 2<sup>e</sup> — de 46 à 52° —
- La 3<sup>e</sup> — de 23 à 40° —

6° Le salin brut provenant des vinasses de distillerie est en morceaux spongieux, noirâtres. Il marque de 30 à 50° alcalimétriques;

7° La potasse de betteraves provenant du salin brut épuré est la plus riche et la plus pure des potasses commerciales. Elle est en morceaux ou en poussière grisâtre. Elle marque de 50 à 70° alcalimétriques.

8° La potasse de suint est blanche, peu caustique. Elle marque de 65 à 70° alcalimétriques.

On peut considérer la potasse du commerce comme un mélange, à proportions variables, d'alcali libre, de carbonate de potasse, de sulfate de potasse et de chlorure de potassium, contenant accessoirement : du silicate et du phosphate de potasse, du carbonate, du phosphate et du silicate de chaux, de l'alumine, des oxydes de fer et de manganèse, du sulfure et quelquefois du cyanure alcalin.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE CARBONATE DE POTASSE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 13°.

Densité.	KO, CO <sub>2</sub> p. 100.	Densité.	KO, CO <sub>2</sub> p. 100.	Densité.	KO, CO <sub>2</sub> p. 100.
1,00914	1	1,18265	19	1,38279	37
1,01829	2	1,19286	20	1,39476	38
1,02743	3	1,20344	21	1,40673	39
1,03658	4	1,21402	22	1,41870	40
1,04572	5	1,22459	23	1,43104	41
1,05513	6	1,23517	24	1,44338	42
1,06454	7	1,24575	25	1,45573	43
1,07396	8	1,25631	26	1,46807	44
1,08337	9	1,26787	27	1,48041	45
1,09278	10	1,27893	28	1,49314	46
1,10258	11	1,28999	29	1,50588	47
1,11238	12	1,30105	30	1,51861	48
1,12219	13	1,31261	31	1,53135	49
1,13199	14	1,32417	32	1,54408	50
1,14179	15	1,33573	33	1,55728	51
1,15200	16	1,34729	34	1,57048	52
1,16222	17	1,35885	35	1,57079	52,024
1,17243	18	1,37032	36		

*Essai alcalimétrique des potasses et des soudes.* — L'analyse complète de ces matières est rarement utile ; leur emploi dans les arts est fondé sur leurs propriétés alcalines, et on apprécie, avec une approximation très suffisante, leur valeur commerciale au moyen du procédé de Gay-Lussac, qui repose sur le principe suivant :

Si on ajoute, à la dissolution d'une potasse ou d'une soude, un acide étendu, l'acide sulfurique par exemple, cet acide agit seulement sur l'alcali libre et sur l'alcali carbonaté, et tant que l'acide n'est pas en quantité suffisante pour former un sulfate neutre de potasse ou de soude, la liqueur reste alcaline ; mais une fois cette saturation obtenue, la liqueur devient neutre, et si on dépasse cette limite, la liqueur donne une réaction acide. On constate aisément l'état de la liqueur au moyen de la teinture de tournesol.

Cependant lorsqu'on verse un acide étendu dans une solution alcaline de potasse, le silicate de potasse et le chlorure de potassium sont décomposés ; mais, au point de vue industriel, le silicate de potasse se comportant comme la potasse, il n'en résulte pas d'inconvénient. Lorsque l'attaque des carbonates est achevée, l'acide sulfurique se porte sur les chlorures, les décompose et met l'acide chlorhydrique en liberté ; celui-ci rougit la teinture de tournesol et indique le moment où l'opération est terminée. La présence du silicate de potasse et des chlorures ne fausse donc pas le résultat du dosage.

Mais certaines substances contenues dans les soudes et dans les potasses s'emparent d'une partie de l'acide sulfurique, exactement comme les carbonates de ces bases ; il y a donc là une cause d'erreur, à laquelle il est nécessaire de remédier, car, dans l'analyse volumétrique, ces corps seraient comptés comme potasse ou soude, et le titrage serait trop élevé.

Lorsqu'en dissolvant dans l'eau une certaine quantité de la substance à essayer, il reste un résidu insoluble, il est composé de sels terreux ou de carbonates de chaux et de magnésie. La partie de l'acide sulfurique qui servirait à le décomposer serait comptée comme employée à saturer de la potasse ou de la soude ; mais il est facile de s'en débarrasser par un filtrage préalable. Au contraire, le sulfite, l'hyposulfite de soude et le sulfure de sodium sont solubles dans l'eau : lorsqu'on ajoute de l'acide sulfurique, l'hydrogène sulfuré et l'acide sulfureux sont mis en liberté, et en même temps une partie de cet acide sert à saturer la base. Il faut, pour éviter cette cause d'erreur, mélanger le poids de la substance à essayer avec une petite quantité de chlorate de potasse et chauffer avec précaution, dans un creuset de porcelaine, jusqu'au rouge. De l'oxygène est mis en liberté et transforme les sels précédents en sulfates, dont la présence n'est pas nuisible à l'exactitude de l'opération. On dissout le résidu de la calcination dans l'eau, et on procède au titrage comme il sera indiqué plus loin.

Dans les potasses, le sulfite, l'hyposulfite de potasse et le sulfure

de potassium n'existent qu'à l'état de traces, il n'est donc pas nécessaire de s'en préoccuper.

Il est utile de doser l'eau de cristallisation des potasses et des sodes : on met 5 grammes de la substance dans un creuset de platine taré, on chauffe avec précaution d'abord, puis lorsque la matière ne bouillonne plus, on porte au rouge; on pèse ensuite rapidement, avant que le creuset ne soit tout à fait froid. La perte de poids indique la quantité d'eau.

Lorsqu'on a affaire à une soude, il faut dissoudre le résidu de cette calcination, voir s'il ne reste pas de partie insoluble, et rechercher ensuite la présence :

1° Du sulfure de sodium, par l'acétate basique de plomb, qui produit dans la solution un précipité noir;

2° De l'hyposulfite ou du sulfite de soude, par le nitrate d'argent, qui produit, à chaud, un précipité noir, dans la liqueur exactement neutralisée par l'acide azotique.

Si dans ces essais préliminaires, on a constaté un résidu insoluble, ou la présence de ces corps, il faut traiter la soude à essayer, comme nous l'avons indiqué, par un filtrage et par la fusion avec le chlorate de potasse, avant de procéder à l'essai alcalimétrique.

Il faut pour neutraliser 4 gr. 806 de potasse pure ou 3 gr. 163 de soude pure, exactement 5 gr. d'acide sulfurique monohydraté ( $\text{SO}^2, \text{HO}$ ).

On prépare la liqueur normale, en mêlant 100 gr. d'acide sulfurique monohydraté avec une quantité d'eau distillée suffisante pour que le volume du mélange forme un litre. On verse dans un ballon jaugé de 1 litre, d'abord l'acide sulfurique, puis de l'eau distillée par petites quantités à la fois; on agite le mélange et on le laisse refroidir; alors on complète ce qui manque, pour que le niveau du liquide affleure le trait du ballon, avec de l'eau distillée et on agite de nouveau, afin de rendre la liqueur bien homogène; 50 centimètres cubes de cette liqueur contiennent donc 5 gr. d'acide sulfurique.

On pèse 48 gr. 06 de la potasse ou 31 gr. 63 de la soude à essayer, que l'on dissout dans l'eau, de façon à avoir exactement un demi-litre. On prélève 50 cent. cubes de cette solution, à l'aide d'une pipette, et on les verse dans un vase légèrement conique placé sur une feuille de papier blanc, ou mieux dans une capsule de porcelaine. On a donc ainsi 4 gr. 806 de potasse ou 3 gr. 163 de soude; on prend le décuple de la quantité nécessaire du corps à essayer, afin que la pesée soit plus exacte et puisse être faite au moyen d'une balance de sensibilité moyenne. On colore la liqueur alcaline au moyen de quelques gouttes de teinture de tournesol, et on y verse, à l'aide d'une burette graduée, la liqueur sulfurique normale. Cette burette, connue sous le nom de burette alcalimétrique de Gay-Lussac, contient jusqu'au zéro, 50 cent. cubes; elle est divisée en 100 parties, chacune de ces parties représente donc 1/2 cent. cube. On verse par le tube, goutte à goutte, la liqueur acide dans la

solution de potasse ou de soude, en agitant constamment avec une baguette de verre. D'abord la couleur de la liqueur n'éprouve aucun changement, l'acide carbonique mis en liberté est retenu par la base qui se transforme en bicarbonate, mais bientôt elle prend une teinte lie de vin, parce que l'acide carbonique chassé par l'acide sulfurique, commence à réagir sur la teinture de tournesol; en effet, on aperçoit alors un dégagement d'acide carbonique. A ce moment, il ne faut plus verser la liqueur normale qu'avec beaucoup de précaution et par deux gouttes à la fois, c'est-à-dire par quart de degré, en agitant avec soin, jusqu'à ce que la liqueur prenne tout à coup une couleur pelure d'oignon.

Si la substance à essayer est un bicarbonate, il se produit un dégagement d'acide carbonique, et la liqueur devient rouge vineux dès le commencement de l'opération; si, au contraire, on a affaire à un alcali caustique, la couleur bleue de tournesol vire tout à coup au rouge pelure d'oignon, sans passer par le rouge vineux.

Pour savoir si la couleur rouge de la liqueur alcaline provient de l'acide carbonique qui se dégage ou d'un excès de liqueur acide, il faut, après chaque addition de deux gouttes de la liqueur normale, faire une trace sur un papier bleu de tournesol, au moyen d'une baguette de verre trempée dans la solution de potasse ou de soude, et faire sécher le papier; dès que la coloration est due à un excès d'acide, la trace rouge du papier de tournesol ne s'efface plus, et l'essai est terminé; si, au contraire, elle disparaît, il faut encore ajouter de la liqueur normale, car la saturation n'est pas complète.

Lorsqu'on a dépassé le terme de la saturation, il faut retrancher du nombre de degrés observés, autant de quarts de degré, qu'il reste sur le papier de taches rouges persistantes.

On peut aussi, pour s'assurer que la saturation est complète, faire bouillir la liqueur: l'acide carbonique est expulsé, et elle redevient bleue si on n'a pas ajouté assez de liqueur normale.

Le premier essai ne donne qu'approximativement le titre de l'alcali; ordinairement on a employé trop de liqueur normale, et, par conséquent, on trouve un titre supérieur au titre réel. Il faut en effectuer un second, en versant immédiatement une quantité de liqueur acide presque suffisante pour opérer la saturation; alors seulement, on ajoute de la teinture de tournesol, on agite et on chauffe pour chasser l'acide carbonique; on verse ensuite, goutte à goutte, la liqueur normale jusqu'à ce qu'on obtienne la couleur pelure d'oignon et un trait rouge persistant sur le papier de tournesol. On lit, sur la burette, le nombre de divisions employées; ce nombre donne le titre de la potasse ou de la soude essayée. Si on trouve 42, par exemple, c'est que la substance contient 42 0/0 d'alcali: c'est ce qu'on nomme le titre pondéral. Il ne faut pas le confondre avec le titre alcalimétrique; celui-ci est obtenu par le procédé de Descroizilles, en prenant 5 gr. de potasse ou de soude pour faire l'essai et en opérant comme ci-dessus avec la même liqueur nor-

male. Le degré alcalimétrique ne donne pas le titre de l'alcali, mais seulement la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour saturer 100 kilog. de l'échantillon essayé. Chaque centimètre cube de la liqueur normale contient 0 gr. 100 d'acide sulfurique, et, par suite, chaque demi-centimètre cube, c'est-à-dire chaque division de la burette, en contient 0 gr. 050; les deux nombres, 5 gr. (prise d'essai) et 0 gr. 050, sont entre eux dans la même proportion que 100 kilog. et 1 kilog.; donc autant il faudra de fois 0 gr. 050 d'acide, c'est-à-dire de divisions de la burette, pour saturer les 5 gr. soumis à l'essai, autant de fois il faudra 1 kilog. d'acide pour saturer 100 kilog. de cet alcali. Chaque division de la burette correspond à 1 kilog. d'acide, c'est-à-dire à un degré, et par suite, on lira directement, sur la burette, le nombre de degrés alcalimétriques de Descroizilles.

On peut convertir les degrés alcalimétriques en titre pondéral, et réciproquement. Il suffit de diviser le titre alcalimétrique d'une potasse par 1,04 pour avoir son titre pondéral, ou bien de multiplier, par le même nombre, le titre pondéral pour avoir le titre alcalimétrique. Pour les soudes, on passe du titre pondéral au titre alcalimétrique en multipliant le premier par 1,37; en divisant, au contraire, le titre alcalimétrique par ce nombre, on obtient le titre pondéral.

L'essai alcalimétrique n'est applicable qu'aux sels de potasse ou de soude pris isolément; il ne peut pas servir au mélange de ces deux sels. Dans ce cas il faut avoir recours soit à la séparation de la potasse de la soude par le chlorure de platine, soit à l'analyse indirecte.

**Sulfate de potasse,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .** — Cristallise en prismes à six pans terminés par des pyramides. Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool. Se prépare en traitant le carbonate de potasse par l'acide sulfurique.

**Bisulfate de potasse,  $\text{KHSO}_4$ .** — Se prépare en chauffant dans un creuset en platine 2 parties de sulfate neutre de potasse avec 1 partie d'acide sulfurique monohydraté; on arrête l'opération lorsqu'il ne se dégage plus de vapeurs d'acide sulfurique. On dissout la masse dans l'eau et on fait cristalliser.

**Azotate de potasse,  $\text{KNO}_3$ .** — Cristallise en prismes à six pans terminés par des pyramides. Sel incolore, inodore, d'une saveur d'abord fraîche, mais qui bientôt devient piquante et amère. Il fond vers 338°. Projeté sur des charbons rouges, il fuse et scintille vivement. Soluble dans l'eau.

On l'obtient :

- 1° Au moyen des nitrères artificielles;
- 2° Par le lessivage des matériaux salpêtrés;
- 3° Par la conversion de l'azotate de soude en azotate de potasse.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'AZOTATE DE POTASSE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 21°.

Densité.	KO, AzO <sub>5</sub> p. 100.	Densité.	KO, AzO <sub>5</sub> p. 100.	Densité.	KO, AzO <sub>5</sub> p. 100.
1,0058	1	1,0553	9	1,1097	17
1,0118	2	1,0621	10	1,1169	18
1,0178	3	1,0686	11	1,1242	19
1,0239	4	1,0752	12	1,1316	20
1,0300	5	1,0819	13	1,1390	21
1,0363	6	1,0887	14	1,1464	22
1,0425	7	1,0956	15	1,1538	23
1,0490	8	1,1026	16	1,1613	24

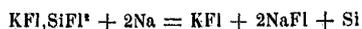
## SILICIUM

**Silicium, Si = 14.** — Le silicium *amorphe* est une poudre brune, dépourvue d'éclat, inattaquable par les acides, excepté l'acide fluorhydrique.

Le silicium *graphitoïde* se présente sous forme de lamelles hexagonales, d'un gris de plomb, ressemblant beaucoup au graphite; il n'est attaqué que par un mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique.

Le silicium *crystallisé* se présente sous forme d'octaèdres réguliers, ordinairement réunis en chapelets, gris, doués de l'éclat métallique.

Pour préparer le silicium amorphe, on chauffe dans un creuset 100 gr. de fluosilicate de potasse avec 80 gr. de sodium. Après l'opération, le creuset renferme un mélange de silicium amorphe, de siliciure de potassium, de fluorure de potassium et de fluosilicate de potasse non décomposé :



Lorsque le creuset est froid, on traite la masse par l'eau froide qui décompose le siliciure de potassium avec dégagement d'hydrogène et formation de potasse; on décante la liqueur, lorsque l'effervescence est terminée, et on traite le résidu par l'eau bouillante qui dissout le fluorure de potassium et le fluorure double de silicium et de potassium. Le silicium amorphe reste à l'état insoluble.

Le silicium graphitoïde se prépare en fondant un mélange de 1 partie d'aluminium et de 30 parties de fluorure de potassium. Il se

forme un fluorure double d'aluminium et de potassium fusible, tandis que le silicium mis en liberté se dissout dans une autre partie de l'aluminium. On casse le creuset, et on traite le culot métallique par l'acide chlorhydrique ; le silicium reste sous forme de paillettes.

On prépare le silicium cristallisé en projetant dans un creuset en terre rouge un mélange de 3 parties d'hydrofluosilicate de potasse desséché, de 1 partie de zinc en grenailles et de 1 partie de sodium coupé en petits morceaux. On ferme le creuset et on recouvre la matière d'un peu d'hydrofluosilicate de potasse. On traite le culot métallique obtenu par l'acide chlorhydrique ; le silicium reste à l'état insoluble.

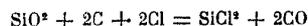
**Acide silicique**,  $\text{SiO}^2$  (silice). — Se prépare en chauffant, pendant 20 minutes, dans un creuset un mélange de 1 partie de sable avec 4 parties de carbonate de soude ou de potasse ; on coule la masse fondue, on la dissout dans l'eau et on verse dans la liqueur de l'acide chlorhydrique ; il se forme un précipité blanc, gélatineux qui, lavé et desséché dans le vide, constitue l'hydrate  $3\text{SiO}^2, 2\text{HO}$ .

Cet hydrate calciné donne de la silice amorphe et anhydre.

La silice est très abondante dans la nature. Les principales variétés de silice naturelle sont :

Le quartz hyalin ;  
Le quartz compacte ;  
L'agate ;  
Le jaspé ;  
Le silix ;  
Le quartz résinite ;  
Le quartz terreux.

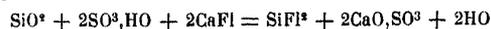
**Bichlorure de silicium**,  $\text{SiCl}^2$ . — Liquide très mobile, d'une densité égale à 1,52, bouillant à  $+ 59^\circ$ . Se prépare en faisant passer un courant de chlore sur un mélange intime de charbon et de silice fortement chauffé :



**Sesquichlorure de silicium**,  $\text{Si}^2\text{Cl}^2$ . — Se prépare en faisant réagir le chlorure de mercure sur le sesquichlorure de silicium ; il se produit de l'iodure de mercure et du sesquichlorure de silicium, que l'on sépare par distillation.

C'est un liquide incolore, entrant en ébullition à  $146^\circ$  environ.

**Fluorure de silicium**,  $\text{SiFl}^2$ . — Se prépare en chauffant dans un ballon en verre un mélange, à parties égales, de sable et de fluorure de calcium avec 6 parties d'acide sulfurique concentré ; il se forme du sulfate de chaux qui reste dans le ballon et du fluorure de silicium qu'on recueille sur le mercure :



C'est un gaz incolore, répandant à l'air d'épaisses fumées. Sa densité est égale à 3,37. Il est décomposé par l'eau en acide silicique et acide hydrofluosilicique.

**Acide hydrofluosilicique**,  $\text{HF}, \text{SiF}_4$ . — Se prépare en faisant arriver dans une éprouvette à pied, contenant une couche de mercure surmontée d'une couche d'eau, un courant de fluorure de silicium par un large tube abducteur, dont l'extrémité plonge dans le mercure. Il se forme de la silice gélatineuse qui se dépose et de l'acide hydrofluosilicique qui reste en dissolution.

La dissolution d'acide hydrofluosilicique est très acide, et donne en présence de la potasse ou des sels de cette base un précipité gélatineux d'hydrofluosilicate de potasse.

## SODIUM

**Sodium**,  $\text{Na} = 23$ . — Métal blanc d'argent présentant l'éclat métallique lorsqu'il est récemment coupé, mais se ternissant rapidement à l'air; il est mou comme la cire. Sa densité est égale à 0,972. Il fond à  $95^{\circ},6$  et se volatilise vers  $700^{\circ}$ . Il décompose l'eau à froid.

Se prépare en décomposant le carbonate de soude par le charbon. On ajoute de la craie au mélange afin d'empêcher le carbonate de soude de fondre et de se séparer du charbon. Le mélange indiqué par Sainte-Claire Deville est le suivant :

Carbonate de soude sec . . . . .	20 parties.
Craie . . . . .	3 —
Houille . . . . .	9 —

**Soude**,  $\text{NaO}$ . — L'hydrate de soude se prépare en traitant le carbonate de soude par la chaux; il se forme du carbonate de chaux et de la soude. On connaît la *soude à la chaux* et la *soude à l'alcool*.

C'est un corps solide, blanc, à cassure fibreuse, très avide d'eau.

TABLE DE TUNNERMAN INDIQUANT LA RICHESSE EN SOUDE,  
D'APRÈS LA DENSITÉ À + 15° DES SOLUTIONS.

NaO p. 100.	Densité.	NaO p. 100.	Densité.	NaO p. 100.	Densité.
0,302	1,0040	10,879	1,1630	21,154	1,3053
0,601	1,0081	11,484	1,1734	21,758	1,3125
1,209	1,0163	12,088	1,1841	21,394	1,3143
1,813	1,0246	12,692	1,1948	22,363	1,3198
2,418	1,0330	13,297	1,2058	22,967	1,3273
3,022	1,0414	13,901	1,2178	23,572	1,3349
3,626	1,0500	14,506	1,2280	24,176	1,3426
4,231	1,0587	15,110	1,2392	24,780	1,3505
4,835	1,0675	15,714	1,2453	25,385	1,3586
5,440	1,0764	16,319	1,2515	25,989	1,3668
6,044	1,0855	16,923	1,2578	26,594	1,3751
6,648	1,0948	17,528	1,2642	27,200	1,3836
7,253	1,1042	18,132	1,2708	27,802	1,3923
7,857	1,1137	18,730	1,2775	28,407	1,4011
8,462	1,1233	19,341	1,2843	29,011	1,4101
9,066	1,1330	19,954	1,2912	29,616	1,4193
9,670	1,1428	20,550	1,2982	30,220	1,4285
10,275	1,1528				

TABLEAU DES DENSITÉS DES SOLUTIONS DE SOUDE GAUSTIQUE

Pour 100 dans la solution.	DENSITÉ CORRESPONDANT A		Pour 100 dans la solution	DENSITÉ CORRESPONDANT A	
	NaO	NaO,HO		NaO	NaO,HO
1	1,015	1,012	31	1,438	1,343
2	1,020	1,023	32	1,450	1,351
3	1,043	1,035	33	1,462	1,363
4	1,058	1,046	34	1,475	1,374
5	1,074	1,059	35	1,488	1,384
6	1,089	1,070	36	1,500	1,395
7	1,104	1,081	37	1,515	1,405
8	1,119	1,092	38	1,530	1,415
9	1,132	1,103	39	1,543	1,426
10	1,145	1,115	40	1,558	1,437
11	1,160	1,126	41	1,570	1,447
12	1,175	1,137	42	1,583	1,456
13	1,190	1,148	43	1,597	1,468
14	1,203	1,159	44	1,610	1,478
15	1,219	1,170	45	1,623	1,488
16	1,233	1,181	46	1,637	1,499
17	1,245	1,192	47	1,650	1,508
18	1,258	1,202	48	1,663	1,519
19	1,270	1,213	49	1,678	1,529
20	1,285	1,225	50	1,690	1,540
21	1,300	1,236	51	1,705	1,550
22	1,315	1,247	52	1,719	1,560
23	1,329	1,258	53	1,730	1,570
24	1,341	1,269	54	1,745	1,580
25	1,353	1,279	55	1,760	1,591
26	1,369	1,290	56	1,770	1,601
27	1,381	1,300	57	1,785	1,611
28	1,395	1,310	58	1,800	1,622
29	1,410	1,321	59	1,815	1,633
30	1,422	1,332	60	1,830	1,643



ANALYSES DE SELS IGNIGÈNES

	ALLEMAGNE.															AUTRICHE.						SUISSE.	FRANCE.			ANGLETERRE.										
	SCHÖNEBERG.			HALL.			SELS EN NECKERBOURG.			HALSTADT.	FRIEDRICHENHALL.			ROTTENMÜNSTER.			DIEZEL.		SCHWAUBURG-HALL.		ISCHL.	EISENERZ.		DÜRENBERG.		SCHWEIFELHALL.	GORMAN (Haute-Saône).			VANDŒUVILLE (Meurthe).	AUX-SUR-MOSELLE.	CERREUSE.	Sel commun.	Écosse.		
	Blanc.	Jaune.	Troisième traitement.	Purifié avec une dissolution bouillante.	1 <sup>er</sup> traitement.		3 <sup>e</sup> traitement.		Sel pour le beurre.	Sel fin.	Sel moyen.	Sel gros.	An débet de la concentration.	Sel fin.	Sel moyen.	Sel gros.	Sel fin.	Sel moyen.	Sel gros.	DIEZEL.	SCHWAUBURG-HALL.	ISCHL.		EISENERZ.		DÜRENBERG.		SCHWEIFELHALL.	GORMAN (Haute-Saône).			VANDŒUVILLE (Meurthe).	AUX-SUR-MOSELLE.	CERREUSE.	Sel commun.	Écosse.
					1 <sup>re</sup> période.	2 <sup>e</sup> période.	1 <sup>re</sup> période.	3 <sup>e</sup> période.														1 <sup>re</sup> période.	2 <sup>e</sup> période.	1 <sup>re</sup> période.	2 <sup>e</sup> période.	1 <sup>re</sup> période.	2 <sup>e</sup> période.		1 <sup>re</sup> période.	2 <sup>e</sup> période.	1 <sup>re</sup> période.					
Chlorure de sodium....	95,40	90,60	92,00	96,87	96,28	96,45	93,26	93,70	93,20	90,75	89,91	93,25	97,35	92,19	97,48	98,16	90,31	96,07	90,50	98,90	96,80	95,85	92,43	87,30	96,44	96,06	98,18	98,38	90,05	96,20	94,61	93,16	93,35			
— de potassium.....	"	"	"	"	"	"	0,21	0,89	0,87	1,00	0,89	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	Traces	"		
— de magnésium.....	0,08	1,81	1,18	0,27	0,21	0,37	1,47	0,14	0,19	0,60	0,75	0,76	"	"	"	"	"	"	"	"	0,12	0,10	0,16	2,00	0,60	0,41	0,22	"	0,75	"	"	"	0,11	2,80		
— de calcium.....	"	"	"	"	"	"	0,09	0,47	0,26	0,33	0,99	1,09	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		
Sulfate de potasse.....	0,41	1,73	1,61	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		
— de soude.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,61	0,01	0,01	0,03	0,16	0,07	0,17	1,50	0,305	0,73	1,08	1,99	0,56	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		
— de chaux.....	0,78	0,44	0,51	1,31	0,03	1,21	0,82	1,44	1,11	0,59	0,73	0,61	0,93	0,82	0,70	1,18	1,73	2,65	0,49	0,14	1,16	0,58	0,35	1,24	1,28	1,30	0,50	0,35	0,42	0,37	1,01	1,50				
— de magnésie.....	0,47	1,35	0,10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,40	"	"	"	"	"	"	0,28	"	1,45	0,21	0,37	0,13	1,15				
Carbonate de chaux.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		
— de magnésie.....	"	"	"	0,03	0,02	0,01	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,205	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"		
Silice et matières insolubles.....	"	"	"	0,02	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,60	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,15	0,10	0,06	"	"	"		
Eau.....	2,90	4,06	3,70	1,31	1,90	1,37	3,77	3,48	4,30	6,07	6,61	1,74	1,49	0,97	1,80	0,44	1,82	1,60	7,00	0,60	2,12	1,75	4,81	2,91	1,06	2,15	1,90	6,6	3,07	4,50	5,46	"	"			
TOTAL.....	99,99	99,99	100,00	99,99	98,55	99,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,97	99,98	99,99	100,01	100,01	100,01	100,00	100,01	100,00	100,00	100,00	100,00	99,75	99,90	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,02	99,60			
	Heine.											Schnoiter.	Extrait du traité de MM. Lunge et Naville.											Hauer et Horsinck.		Heine.	Extrait de l'ouvrage de MM. Lunge et Naville.						Brown.			

**Chlorure de sodium, NaCl.** — Sel incolore et inodore, d'une saveur salée caractéristique, d'une densité égale à 2,078 (Karsten) ou 2,145 (Kopp). Il cristallise en cubes et en trémies produites par l'agglomération symétrique d'un grand nombre de petits cristaux. Les cristaux sont anhydres, mais renferment une petite quantité d'eau d'interposition. Il est soluble dans l'eau et à peine soluble dans l'alcool anhydre.

Il se trouve à l'état naturel dans un grand nombre de contrées. L'exploitation du sel gemme se fait par puits et galeries, lorsque les couches sont accessibles, ou, dans le cas contraire, par dissolution.

On extrait le sel des sources salées (*bâtiments de graduation*) et des eaux de la mer (*marais salants*).

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE CHLORURE DE SODIUM, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 15°.

Densité.	NaCl p. 100.	Densité.	NaCl p. 100.	Densité.	NaCl p. 100.
1,00725	1	1,07335	10	1,14315	19
1,01450	2	1,08097	11	1,15107	20
1,02174	3	1,08859	12	1,15931	21
1,02899	4	1,09622	13	1,16755	22
1,03624	5	1,10384	14	1,17580	23
1,04366	6	1,11146	15	1,18404	24
1,05108	7	1,11938	16	1,19228	25
1,05851	8	1,12730	17	1,20098	26
1,06593	9	1,13523	18	1,20433	26,395

## COMPOSITION CHIMIQUE DES INCRUSTATIONS

COMPOSITION des INCRUSTATIONS	SCHÖNEBECK			DURREMBERG		
	1 <sup>re</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	1 <sup>re</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
	chute.	chute.	chute.	chute.	chute.	chute.
Carbonate de chaux...	80,07	0,02	0,43	0,48	0,26	0,09
— de magnésie	1,98	0,29	0,26	0,10	0,05	0,06
Fer et alumine.....	1,51	0,19	0,04	0,11	0,07	Traces
Sulfate de chaux.....	3,87	75,91	76,31	76,83	77,26	77,86
— de magnésie...	"	"	"	"	"	"
— de potasse.....	0,87	0,53	0,49	0,46	0,54	0,31
— de soude.....	1,70	0,45	0,16	0,15	0,12	"
Eau combinée.....	4,68	20,38	21,12	21,15	21,14	21,14
Chlorure de sodium...	1,96	1,39	0,86	0,12	0,17	0,34
— de potassium.	"	"	"	"	"	"
— de magnésium	"	"	"	"	"	"
Silice.....	1,62	0,84	0,25	0,15	0,16	0,17
Matières organiques...	1,74	0,31	0,06	"	"	"
TOTAL.....	100,00	100,01	99,98	99,55	99,77	99,99

## DANS LA GRADUATION.

KÜSEN.				SULZ (MECKLEMBOURG).				NAUHEIM	WERL
1 <sup>re</sup> chute.	2 <sup>e</sup> chute.	3 <sup>e</sup> chute.	4 <sup>e</sup> chute.	4 <sup>e</sup> chute.	5 <sup>e</sup> chute.	6 <sup>e</sup> chute.	7 <sup>e</sup> chute.		
3,41	0,60	0,54	0,47	»	»	»	»	98,82	94,31
»	»	»	»	»	»	»	»	0,92	1,35
0,15	0,11	0,07	0,06	»	»	»	»	0,12	2,43
75,03	77,57	76,72	75,32	69,98	66,76	67,02	66,11	»	»
»	Traces	»	»	»	»	»	»	»	»
0,07	0,12	0,24	0,16	0,30	0,30	0,27	0,32	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
20,39	20,92	20,91	20,67	26,92	31,38	29,65	31,09	»	»
0,20	0,24	0,83	2,11	2,80	1,56	3,05	2,47	»	»
0,48	0,22	0,43	0,85					»	»
»	»	0,10	0,12	»	»	»	»	»	»
0,27	0,23	0,15	0,23	»	»	»	»	0,14	1,91
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
100,00	100,01	99,99	99,99	100,00	100,00	99,99	99,99	100,00	100,00

## CONCENTRATION DES SOURCES SALÉES

	SCHÖNEBECK.					DURREMBERG.			
	Avant.	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	Avant.	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>
		chute	chute	chute	chute		chute	chute	chute
Chlorure de sodium.....	10,404	15,48	19,09	23,54	25,16	7,539	10,57	15,74	21,98
Chlorure de potassium.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Chlorure de magnésium..	0,073	0,14	0,15	0,19	0,63	0,125	"	"	"
Chlorure de calcium.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Sulfate de potasse.....	0,148	0,23	0,28	0,36	0,55	0,083	0,08	0,14	0,16
Sulfate de soude.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Sulfate de chaux.....	0,284	0,49	0,46	0,38	0,17	0,568	0,61	0,58	0,47
Sulfate de magnésie.....	0,130	0,11	0,23	0,23	0,61	0,054	0,06	0,08	0,16
Carbonate de chaux.....	0,049	"	"	"	"	0,013	0,01	traces	traces
Carbonate de magnésie....	0,006	"	"	"	"	0,002			
Carbonate de protoxyde de fer.....	0,003	"	"	"	"	"	"	"	"
Oxyde de fer..	"	"	"	"	"	0,001	"	"	"
Silice.....	0,002	"	"	"	"	0,002	"	"	"
Matières organiques.....	0,001	"	"	"	"	"	"	"	"
Matières solides	11,400	16,45	20,21	24,70	27,42	8,387	11,33	16,54	22,77
Eau.....	88,900	83,55	79,79	75,30	72,88	91,613	88,67	83,46	77,23
Eau évaporée pour 100 k. Na, Cl et pertes		293	414	89	86		324	273	158
Total de l'eau évaporée par 100 k. NaCl..		532					754		

## PAR LES BATIMENTS DE GRADUATION.

KÖSEN.					SULZ (MECKLEMBOURG).						
Avant.	1 <sup>re</sup> chute.	2 <sup>e</sup> chute.	3 <sup>e</sup> chute.	4 <sup>e</sup> chute.	Avant.	1 <sup>re</sup> chute.	2 <sup>e</sup> chute.	3 <sup>e</sup> chute.	4 <sup>e</sup> chute.	5 <sup>e</sup> chute.	6 <sup>e</sup> chute.
4,343	8,52	13,17	19,89	25,81	4,24	5,45	8,48	9,54	12,44	13,44	19,24
"	"	"	"	"	0,07	0,09	0,45	0,18	0,22	0,22	0,23
"	"	"	"	"	0,39	0,45	0,55	0,80	0,91	1,21	1,32
"	"	"	"	"	0,61	0,56	0,61	1,05	1,53	1,67	2,02
0,031	0,06	0,07	0,10	0,16	"	"	"	"	"	"	"
0,028	0,05	0,07	0,15	0,14	"	"	"	"	"	"	"
0,438	0,51	0,55	0,38	0,21	0,10	0,15	0,19	0,27	"	"	"
0,103	0,22	0,32	0,46	0,63	"	"	"	"	0,28	0,33	0,25
0,014	0,01	traces	traces	"	"	"	"	"	"	"	"
"				"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
0,001	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
4,938	9,40	14,18	20,98	26,98	5,41	6,70	9,98	11,81	15,38	18,87	23,06
95,042	90,60	85,82	79,02	73,02	94,59	93,30	90,02	88,19	84,62	81,13	76,94
	976	395	228	106		354	491	156	196	121	96
1705					1060						

## ANALYSES DE SEL MARIN

	SEL DU PORTUGAL			SALINS d'Espagne		SALINS de l'Étang de Berre				
	1 <sup>re</sup> qualité	2 <sup>e</sup> qualité	3 <sup>e</sup> qualité	SEL DE SAINT-UBAS	CADIX	ROCK	1 <sup>re</sup> qualité consommation	2 <sup>e</sup> qualité produits chimiques	3 <sup>e</sup> qualité pour pêche	
	BERTHIER			HENRY		KARSTEN		NAVILLE		
Chlorure de sodium...	95,49	89,49	80,09	96,00	96,50	96,664	97,100	94,212	91,247	
— de potassium...	"	"	"	"	"	"	"	traces	0,122	
— de magnésium...	"	"	"	0,30	0,32	0,234	0,100	0,377	4,300	
— de calcium...	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
Sulfate de magnésie...	4,69	6,20	7,27	0,45	0,25	0,245	0,221	0,506	0,612	
— de soude...	0,56	0,81	"	2,35	0,88	0,650	"	"	"	
Eau de chaux...	2,45	3,60	8,36	"	4,95	5,180	4,145	0,621	0,440	
Eau de cristallisation...	0,41	0,20	0,20	0,90	0,10	0,060	1,400	4,201	5,758	
Eau interposée...							0,050	0,030	0,050	
Résidu insoluble .....										
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,995	99,986	99,947	99,799	

Remarque. — Dans les analyses qui n'indiquent pas d'eau, le sel avait été préalablement desséché.

## ANALYSES DE SEL MARIN (suite)

	SALINS DE L'OUEST				LYMINGTON	Écosse		SAN FELICE	TRANI	SEL DE LA MER D'OGHOSK par congélation	
	ILE DE RÉ	ILE D'OLÉNON	MARENNES			Ordinaire	Fin				MUSPRATT
	Rocx		BERTHIER			HENRY		Schemm et FOHL			
Chlorure de sodium....	38,834	91,076	97,20	96,70	96,78	96,27	93,53	97,30	95,94	96,50	77,60
— de potassium....	0,498	0,668	0,40	0,23	0,68	0,27	0,80	1,15	0,46	0,50	1,66
— de magnésium....	0,153	0,216	0,50	0,66	0,60	0,80	1,75	0,45	0,40	0,51	0,94
Sulfate de calcium....	1,410	1,140	4,20	1,21	1,09	1,09	4,50	1,20	0,49	0,45	13,60
— de soude.....	9,423	6,682	0,70	0,85	0,85	1,57	0,40	0,40	2,38	2,42	0,20
Eau de cristallisation....	0,914	0,230	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Eau interposée.....	99,934	99,982	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Résidu insoluble.....											

Remarque. — Dans les analyses qui n'indiquent pas d'eau, le sel avait été préalablement desséché.

**Sulfate de soude**,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . — Sel incolore, d'une saveur fraîche et salée, cristallisant en gros prismes à quatre pans terminés par des sommets dièdres, contenant 10 équivalents d'eau. Il est efflorescent. Exposé à l'action de la chaleur, il fond d'abord dans son eau de cristallisation, puis subit ensuite la fusion ignée. Il est indécomposable par la chaleur. Sa solubilité dans l'eau augmente rapidement jusqu'à 32°,7; mais, à partir de ce point, elle diminue jusqu'à 103°,1. A la température ordinaire, les cristaux qui se déposent d'une solution de sulfate de soude renferment 10 équivalents d'eau; mais, lorsque la cristallisation a lieu au-dessus de 33°, les cristaux sont anhydres.

Se prépare, en grande quantité dans l'industrie, au moyen du sel marin et de l'acide sulfurique.

SOLUBILITÉ DU SULFATE DE SOUDE D'APRÈS GAY-LUSSAC

Température	100 parties d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation	
	$\text{SO}_4 \text{Na}^2$	$\text{SO}_4 \text{Na}^2 + 10\text{H}_2\text{O}$
0°	5,02	12,16
11,67	10,12	26,33
13,30	11,74	31,29
17,91	16,73	48,15
25,05	28,11	99,08
28,76	37,35	160,92
30,75	43,05	215,02
31,84	47,37	269,07
32,73	50,65	321,16
33,88	50,04	310,50
40,15	48,78	290,00
45,04	47,81	275,34
50,40	46,82	261,36
59,79	45,42	242,89
70,61	44,35	229,87
84,42	42,96	213,98
103,17	42,65	210,67

SOLUBILITÉ D'APRÈS GAUSSAG.				SOLUBILITÉ DES TROIS MODIFICATIONS DE SULFATE DE SODIUM D'APRÈS LEWEL.				
Température.	100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation		Température.	Sel anhydre cristallisé. 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation		Température.	Sel cristallisé à 7H <sub>2</sub> O. 100 p. d'eau tiennent en dissolution à l'état de saturation	
	Sel anhydre.	Sel à 10H <sub>2</sub> O.		Sel anhydre.	Sel à 10H <sub>2</sub> O.		Sel anhydre.	Sel à 7H <sub>2</sub> O.
0°	5,02	42,16	0°	"	"	19,62	44,84	59,23
44 67	10,12	26,33	40	"	"	30,49	78,90	112,73
43 30	11,74	31,29	45	"	"	37,43	103,79	161,57
42 91	16,73	48,43	48	53,25	374,97	41,63	124,59	200,00
25 05	28,11	99,08	20	52,76	361,51	48,41	140,01	234,40
28 76	37,35	160,92	25	57,53	337,46	49,40	144,73	244,40
30 75	43,05	215,02	26	54,34	333,06	28,00	98,48	188,46
34 84	47,37	269,07	30	50,37	346,49	40,00	109,81	188,46
32 73	50,65	324,46	33	49,71	305,06	40,00	109,81	188,46
33 88	50,04	310,50	34	48,33	302,07	50,76	134,09	202,61
40 15	48,78	290,00	40 15	48,78	290,00	"	"	"
45 04	47,81	275,34	45 04	47,81	275,34	"	"	"
50 40	46,82	264,36	50 40	46,82	264,36	"	"	"
59 79	45,42	242,89	59 79	45,42	242,89	"	"	"
70 61	44,35	229,87	70 61	44,35	229,87	"	"	"
84 42	42,86	213,98	84 42	42,86	213,98	"	"	"
103 17	42,65	210,67	103 17	42,65	210,67	"	"	"

## DENSITÉ DES SOLUTIONS DE SULFATE DE SOUDE

A 15°, D'APRÈS M. GERLACH.			A 19°, D'APRÈS M. SCHIFF.		
pour 100.	SO <sup>4</sup> Na <sup>2</sup>	SO <sup>4</sup> Na <sup>2</sup> + 10H <sup>2</sup> O	Densité	Na <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> + 10H <sup>2</sup> O %	Na <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> %
1	1,0091	1,004	1,0040	1	0,441
2	1,0182	1,008	1,0079	2	0,882
3	1,0274	1,013	1,0118	3	1,323
4	1,0365	1,016	1,0158	4	1,764
5	1,0457	1,020	1,0198	5	2,205
6	1,0550	1,024	1,0238	6	2,640
7	1,0644	1,028	1,0278	7	3,087
8	1,0737	1,032	1,0318	8	3,528
9	1,0832	1,036	1,0358	9	3,969
10	1,0927	1,040	1,0398	10	4,410
11	1,1025	1,044	1,0439	11	4,851
12	—	1,047	1,0479	12	5,292
13	—	1,052	1,0520	13	5,733
14	—	1,056	1,0560	14	6,174
15	—	1,060	1,0601	15	6,615
16	—	1,064	1,0642	16	7,056
17	—	1,069	1,0683	17	7,497
18	—	1,073	1,0725	18	7,938
19	—	1,077	1,0766	19	8,379
20	—	1,082	1,0807	20	8,820
21	—	1,086	1,0849	21	9,261
22	—	1,090	1,0890	22	9,702
23	—	1,094	1,0931	23	10,143
24	—	1,098	1,0973	24	10,584
25	—	1,103	1,1015	25	11,025
26	—	1,107	1,1057	26	11,466
27	—	1,111	1,1100	27	11,907
28	—	1,116	1,1142	28	12,348
29	—	1,120	1,1184	29	12,789
30	—	1,125	1,1226	30	13,230

**Sulfite de soude, NaO,SO<sup>3</sup>,10HO.** — Cristallise en gros prismes obliques, soluble dans 4 fois son poids d'eau à + 15°. S'effleurit à l'air et se transforme avec le temps en sulfate de soude.

Se prépare en faisant passer dans une solution saturée de carbonate de soude un courant d'acide sulfureux, jusqu'à ce que la liqueur manifeste une réaction acide; on ajoute alors à cette liqueur un volume égal de la solution saturée de carbonate de soude. On évapore et on fait cristalliser.

**Hyposulfite de soude,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .** — Sel incolore, inodore, inaltérable à l'air, soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. Cristallise en prismes rhomboïdaux terminés à chacune de leurs extrémités par une face oblique; les arêtes aiguës du prisme sont remplacées par une facette.

Se prépare en faisant bouillir une dissolution de sulfate de soude avec un excès de soufre. On filtre et on fait cristalliser.

TABLE INDICANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'HYPOSULFITE DE SOUDE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ À + 19°.

Densité	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ p. 100.	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ p. 100.	Densité	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ p. 100.	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ p. 100.
1,0052	1	0,637	1,1440	26	16,564
1,0105	2	1,274	1,1499	27	17,201
1,0158	3	1,911	1,1558	28	17,838
1,0211	4	2,538	1,1617	29	18,475
1,0264	5	3,185	1,1676	30	19,113
1,0317	6	3,822	1,1738	31	19,750
1,0370	7	4,459	1,1800	32	20,387
1,0423	8	5,096	1,1862	33	21,024
1,0476	9	5,733	1,1924	34	21,661
1,0529	10	6,371	1,1986	35	22,298
1,0584	11	7,008	1,2048	36	22,935
1,0639	12	7,645	1,2110	37	23,572
1,0695	13	8,282	1,2172	38	24,209
1,0751	14	8,919	1,2234	39	24,846
1,0807	15	9,556	1,2297	40	25,484
1,0863	16	10,193	1,2362	41	26,121
1,0919	17	10,830	1,2427	42	26,758
1,0975	18	11,467	1,2492	43	27,395
1,1031	19	12,105	1,2558	44	28,032
1,1087	20	12,742	1,2624	45	28,669
1,1145	21	13,379	1,2690	46	29,306
1,1204	22	14,016	1,2756	47	29,943
1,1263	23	14,653	1,2822	48	30,580
1,1322	24	15,290	1,2888	49	31,218
1,1381	25	15,927	1,2954	50	31,855

**Carbonate de soude,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .** — Sel incolore, inodore, d'une saveur âcre et légèrement caustique, possédant une réaction alcaline. Cristallise en gros prismes obliques à base rhombe. Sa solubilité dans l'eau augmente avec la température jusqu'à 38°; une solution saturée à 38° se trouble lorsqu'on la fait bouillir; les cristaux qui se déposent, dans ce cas, ne contiennent qu'un équivalent d'eau. Insoluble dans l'alcool. Exposé à l'air, il perd une partie de

son eau de cristallisation et s'effleurit ; à 100°, il laisse dégager ses 10 équivalents d'eau, et subit la fusion ignée vers le rouge vif sans se décomposer.

DENSITÉS DES SOLUTIONS DE CARBONATE DE SOUDE A 23°  
D'après M. Schiff (1).

Densité.	Cristaux de soude %	Sel anhydre %	Densité.	Cristaux de soude %	Sel anhydre %
1,0038	1	0,370	1,1035	26	0,635
1,0076	2	0,747	1,1076	27	10,005
1,0114	3	1,112	1,1117	28	10,376
1,0153	4	1,482	1,1158	29	10,746
1,0192	5	1,853	1,1200	30	11,118
1,0231	6	2,223	1,1242	31	11,488
1,0270	7	2,594	1,1284	32	11,859
1,0309	8	2,965	1,1326	33	12,230
1,0348	9	3,335	1,1368	34	12,600
1,0388	10	3,706	1,1410	35	12,971
1,0428	11	4,076	1,1452	36	13,341
1,0468	12	4,447	1,1494	37	13,712
1,0508	13	4,817	1,1536	38	14,082
1,0548	14	5,188	1,1578	39	14,453
1,0588	15	5,558	1,1620	40	14,824
1,0628	16	5,929	1,1662	41	15,195
1,0668	17	6,299	1,1704	42	15,566
1,0708	18	6,670	1,1746	43	15,936
1,0748	19	7,041	1,1788	44	16,307
1,0789	20	7,412	1,1830	45	16,677
1,0830	21	7,782	1,1873	46	17,048
1,0871	22	8,153	1,1916	47	17,418
1,0912	23	8,523	1,1959	48	17,789
1,0953	24	8,894	1,2002	49	18,159
1,0994	25	9,264	1,2045	50	18,530

(1) *Annalen der Chem. und Pharm.*, 108, 334.

Le tableau suivant donne, d'après trois auteurs, la quantité de carbonate de soude qui se dissout dans 100 parties d'eau à diverses températures.

Température	SEL ANHYDRE			Sel à 10H <sup>2</sup> O Læwel
	Mulder	Poggiale	Læwel	
0	7,1	7,08	6,97	21,33
5	9,5	"	"	"
10	12,6	16,66	12,06	40,94
15	16,5	25,83	16,20	63,20
20	21,4	30,83	21,71	92,82
25	28,0	35,90	28,50	149,13
30	38,1	"	37,24	273,64
32	46,6	"	"	"
32,5	59,0	"	"	"
38	"	"	51,67 <sup>1</sup>	1142,17
34 à 79	46,2	"	"	"
80	45,9	"	"	"
85	45,7	"	"	"
90	45,6	"	"	"
95	45,4	"	"	"
100	45,1	"	"	"
101	"	48,50	45,47	539,63

<sup>1</sup> Cette solution saturée à 38° correspond à peu près à la composition du sel à 5H<sup>2</sup>O.

DENSITÉS DES SOLUTIONS DE CARBONATE DE SOUDE A 15° C.  
D'APRÈS M. GERLACH.

Quantités en solution dans 100 parties.	DENSITÉS CORRESPONDANT		Quantités en solution dans 100 parties.	DENSITÉS CORRESPONDANT	
	A la solution de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	A la solution de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 10H <sub>2</sub> O		A la solution de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	A la solution de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 10H <sub>2</sub> O
1	1,01050	1,004	20	"	1,078
2	1,02101	1,008	21	"	1,082
3	1,03151	1,012	22	"	1,086
4	1,04201	1,016	23	"	1,090
5	1,05255	1,020	24	"	1,094
6	1,06309	1,023	25	"	1,099
7	1,07369	1,027	26	"	1,103
8	1,08430	1,031	27	"	1,106
9	1,09500	1,035	28	"	1,110
10	1,10571	1,039	29	"	1,114
11	1,11655	1,043	30	"	1,119
12	1,12740	1,047	31	"	1,123
13	1,13845	1,050	32	"	1,126
14	1,14950	1,054	33	"	1,130
15	"	1,058	34	"	1,135
16	"	1,062	35	"	1,139
17	"	1,066	36	"	1,143
18	"	1,070	37	"	1,147
19	"	1,074	38	"	1,150

Sources et composition des sodes.

On trouve le carbonate de soude à l'état naturel sous deux formes distinctes connues sous les noms de *natron* et de *trona*; exclusivement employés par les anciens pour la fabrication du verre, ces produits naturels n'arrivent plus en Europe, mais ils constituent encore une richesse importante pour certains pays orientaux.

Ces *sodes naturelles* sont des mélanges de différents sels, dont l'élément principal est le carbonate ou le sesquicarbonate de soude. Elles proviennent soit de la décomposition à l'air de certaines roches riches en soude, soit de la réaction du sel marin sur le carbonate de chaux, soit enfin de la décomposition des sels de soude à acide organique contenus dans les plantes qui absorbent le chlorure de sodium.

Quand l'humidité du sol s'évapore en été, le carbonate de soude

<sup>1</sup> Sammlung der specif. gew. wässriger Lösungen, p. 35.

dissous dans l'eau monte par capillarité jusqu'à la surface, et par l'évaporation du véhicule produit des efflorescences plus ou moins considérables. Dans d'autres circonstances, les eaux chargées de carbonate de soude se rassemblent en hiver dans des bassins naturels à fond glaiseux ou pierreux ; pendant l'été, l'eau s'évapore, et il se dépose, surtout sur les bords, des croûtes cristallines d'épaisseur variable, dans lesquelles le carbonate de soude est toujours accompagné par du chlorure de sodium et du sulfate de soude.

Dans la Basse-Égypte, près de Memphis et d'Hermopolis, se trouve une vallée sablonneuse située à un niveau inférieur à celui du Nil et présentant des lacs peu profonds et de dimensions variables.

Au-dessous du sable est située une couche d'argile d'un gris noirâtre contenant des sels de soude, du carbonate de chaux et du gypse. Lors du débordement du Nil, ces lacs reçoivent une certaine quantité d'eau qui, pendant son parcours, a dissous les sels qu'elle a rencontrés ; en outre, ils sont alimentés par un grand nombre de sources salées. Pendant l'été, les plus petits lacs se dessèchent complètement, les autres partiellement sur leurs bords, et il reste une croûte saline plus ou moins épaisse qui est recoltée par les indigènes.

En Arménie, en Perse, dans l'Hindoustan, le Thibet, la Tartarie, la Mongolie, en Chine se trouve un grand nombre de lacs à soude.

Dans les plaines de la Hongrie, situées entre le Danube et la Theiss, la soude provient de la délitation des minéraux constituant le sable de ces plaines ; elle forme des efflorescences à la surface du sol. Ce produit naturel, appelé *szekdo*, contient de 6 à 15 % de soude, et fournit, par un lessivage suivi d'une évaporation, une soude à 75 %.

Le trona, plus rare que le natron ou carbonate de soude naturel, est constitué principalement par du sesquicarbonate de soude ; on le rencontre en Afrique dans certains lacs, sur les bords du désert du Sahara à l'entrée du Soudan, en Amérique dans la Colombie, et au Mexique.

En outre, beaucoup de sources minérales contiennent du carbonate de soude, telles sont les eaux Karlsbad, de Burtscheid près Aix-la-Chapelle, de Vichy, des geysers d'Islande, etc.

Voici la composition de quelques soudes naturelles :

	Natron d'Aden.	Égypte.		Mexique.
Carbonate de soude . . . . .	51,05	13,83	»	»
Sesquicarbonate de soude.	»	47,29	32,60	80,22
Sel marin . . . . .	29,94	8,16	15,00	»
Sulfate de soude . . . . .	»	2,15	20,80	»
Eau . . . . .	19,66	19,67	31,60	18,80
Sable et autres sels . . . . .	4,35	4,31	»	0,98

*Szekso de Hongrie.*

Soude . . . . .	8,03
Potasse . . . . .	3,12
Chaux . . . . .	2,72
Magnésie . . . . .	Traces
Alumine et oxyde de fer. . . . .	2,33
Acide sulfurique. . . . .	3,48
Silice. . . . .	1,04
Eau . . . . .	15,50
Résidu insoluble. . . . .	59,99
Acide carbonique et perte . . . . .	8,79

Les plantes qui croissent aux bords de la mer, dans les steppes salées et dans le voisinage de sources contenant une forte proportion de chlorure de sodium, absorbent le sel marin pendant l'acte de la végétation et le transforment, au moins en partie, en sels organiques à base de soude. Par l'incinération, ces plantes laissent beaucoup de cendres renfermant, outre les autres sels, une quantité variable de carbonate de soude, provenant de la combustion des sels sodiques organiques.

Remarque singulière cependant, les plantes qui vivent au milieu de la mer, telles que goémons, varechs, etc., contiennent beaucoup moins de soude que celles qui vivent sur le rivage, et même à une certaine distance à l'intérieur des terres. On utilise, ainsi que nous l'avons vu précédemment, les plantes marines à la préparation des sels de potasse.

En Europe, les plantes riches en soude appartiennent à la famille des *atriplex*; parmi ces plantes, on distingue surtout : l'*atriplex* portulacoïdes, le *chenopodium*, le *salsola*, le *salicornia*, etc.

Ces plantes sont coupées en saison convenable, desséchées à l'air, puis incinérées.

L'incinération se fait dans des fosses garnies de dalles, ayant 1 mètre de profondeur, 1 mètre de largeur et 3 à 4 mètres de longueur. On commence par allumer dans la fosse un feu vif, et on y projette une brassée de plantes; lorsque la combustion de celle-ci est achevée, on en jette une seconde, et ainsi de suite, en ayant soin cependant qu'il n'y ait dans la fosse qu'une faible quantité de matières en ignition, afin que le charbon soit toujours en présence d'un grand excès d'air.

Les cendres, par suite de la température qu'elles supportent, subissent une demi-fusion, et la fosse se trouve remplie d'une matière agglomérée, presque vitreuse, qui constitue la *soude naturelle* ou *cendres de soude*. A la fin de l'opération, on brasse la masse afin de la rendre aussi homogène que possible, puis on la laisse refroidir et on la brise ensuite à coups de merlin.

Les principales sodes naturelles du commerce sont :

La *barille*, soude d'Alicante, de Malaga, de Carthagène, des Canaries ; elle est principalement extraite de la *barille* que l'on cultive dans ce but. Elle contient de 25 à 30 % de carbonate de soude.

La *salicorne*, ou soude de Narbonne, obtenue par l'incinération de la *salicornia annua* ; elle contient de 14 à 15 % de carbonate de soude.

La *blanquette*, ou soude d'Aigues-Mortes, préparée avec les plantes qui croissent entre Aigues-Mortes et Frontignan ; elle ne renferme que 3 à 4 % de carbonate de soude.

La *soude de l'Arace*, employée dans la Russie méridionale et l'Arménie ; sa richesse en soude est à peu près égale à celle de la blanquette.

Les *sodes de varech*, préparées sur les côtes de la Bretagne et de la Normandie par l'incinération des goémons ; elle ne titre que 0,5 à 8 % de carbonate de soude.

Voici, d'après M. Girardin, l'analyse de quelques cendres de soude

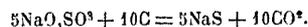
	Alicante.	Cherbourg.		Villette.	Grandville.
Carbonate de soude . .	2,00	9,53	3,71	13,76	0,22
Sulfate de potasse . . .	»	22,19	42,54	20,35	13,50
Chlorure de potassium . .	»	16,00	19,64	10,53	15,60
Chlorure de sodium . . .	65,00	45,78	25,38	54,11	65,68
Sulfate de chaux . . . .	30,00	»	»	»	»
Insoluble . . . . .	3,00	1,50	0,73	»	»
Eau . . . . .	»	5,00	8,00	1,25	5,00
Iode . . . . .	»	traces	traces	traces	traces

Avant la Révolution, on ne connaissait que les sodes dont nous venons de parler ; l'Espagne expédiait en France une grande quantité de ces produits. Mais, lorsqu'à cette époque, la guerre vint interrompre les relations commerciales des deux pays, le Comité de Salut public décréta que les inventeurs de procédés susceptibles de convertir le sel marin en soude devaient sacrifier leurs intérêts à la patrie, et déposer, entre les mains d'une commission spéciale, la description de leurs méthodes. Celle indiquée par Leblanc fut reconnue la plus avantageuse, et on la rendit publique.

Cette méthode consiste à transformer d'abord le sel marin en sulfate de soude, et à chauffer ensuite ce dernier sel en présence de carbonate de chaux et de charbon : il se forme du carbonate de soude et un sulfure de calcium insoluble. On dissout le carbonate de soude par un lessivage, on évapore la liqueur et on obtient la soude brute, qui ne renferme, en moyenne, que 35 à 40 0/0 de carbonate alcalin ; elle doit être raffinée. Le produit de ce raffinage est connu sous le nom de *sel de soude* ; il contient de 70 à 98 0/0 de carbonate.

Si on ne tient compte que des réactions principales, la théorie de la fabrication de la soude artificielle est la suivante :

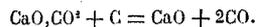
1° Le sulfate de soude est réduit par le charbon à une température peu élevée ; il se dégage de l'acide carbonique, et il se forme du sulfure de sodium :



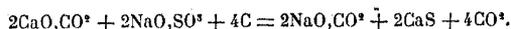
2° Le sulfure de sodium réagit sur le carbonate de chaux ; il se forme du carbonate de soude et du sulfure de calcium insoluble ou très peu soluble, quand il a été produit par voie sèche :



3° L'excès de charbon réagit sur l'excès de calcaire, et il se dégage de l'oxyde de carbone :



La formule de la réaction est donc la suivante :



Certaines opérations de blanchiment et de teinture exigent une soude moins caustique ; pour préparer celle-ci on dissout la soude raffinée, on concentre la liqueur, on fait cristalliser à deux reprises différentes, et on obtient les cristaux de soude du commerce. Voici la composition moyenne de ces deux substances :

Cristaux de soude. Sel de soude.

Carbonate de soude. . . . .	36,47	98,12
Sulfate de soude. . . . .	0,94	1,07
Chlorure de sodium. . . . .	0,42	0,74
Eau de cristallisation. . . . .	62,15	»
	<hr/>	<hr/>
	99,98	99,93

Les sodes naturelles portent le nom du lieu de leur production. Les principales sont : la soude d'Alicante ou barille, les sodes de Malaga, de Carthagène, de Ténériffe, de Hongrie, d'Amérique, d'Égypte.

Il y a trois espèces de sodes françaises naturelles ;

1° La soude de Narbonne, extraite du *salicornia annua*, contenant environ 14 0/0 de carbonate de soude ;

2° La soude d'Agues-Mortes, fournie par des plantes de la famille des *chenopodées*, ne contenant que de 3 à 8 0/0 de carbonate de soude ;

3° Les sodes de Normandie et de Cherbourg provenant de l'incinération des varechs.

Voici la composition de ces deux dernières sodes :

	Sel de varech de Cherbourg.		Sel de varech de Granville.
Eau . . . . .	5,00	8,00	5,00
Sulfate de potasse. . . . .	22,19	42,54	13,50
Chlorure de potassium. . . . .	16,00	19,64	15,60
Sel marin. . . . .	45,78	23,38	65 08
Carbonate de soude . . . . .	9,53	3,71	0,22
Matières insolubles. . . . .	1,50	0,73	»
Iodures solubles. . . . .	traces	traces	traces

La soude brute artificielle présente à peu près la composition suivante :

Carbonate de soude. . . . .	45
Sulfure de calcium. . . . .	30
Chaux caustique. . . . .	10
Carbonate de chaux. . . . .	5
Corps étrangers. . . . .	10
	100

Depuis quelque temps, on fabrique aussi de la soude par un procédé dû à M. Solvay, lequel consiste à décomposer le chlorure de sodium par le bicarbonate d'ammoniaque ; il se forme dans cette réaction du bicarbonate de soude peu soluble qui se précipite et du chlorhydrate d'ammoniaque qui reste en dissolution avec l'excès de bicarbonate d'ammoniaque et le sel marin non décomposé.

Les sodes du commerce peuvent être considérées comme des mélanges, à proportions variables, de carbonate et de sulfate de soude, et de chlorure de sodium, contenant accessoirement : du sulfure de sodium, de l'oxysulfure de calcium, du carbonate de chaux, du sulfure de fer, du sulfate de magnésie, du sulfate de soude, du silicate de magnésie, du sable, de l'aluminate de soude, du charbon, et, dans certains produits, de l'outremer.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	REINGHEL près Cassel (Unger)	(Unger)	LIVERPOOL (Murphy)	LIVERPOOL (Muspratt et Danson)	LIVERPOOL Manufact. de Muspratt (Lynson)	NEWCASTLE (Richardson)	GLASGOW (Brown)	JARROW fours fixes (Stohmann)	JARROW fours fixes (Stohmann)	JARROW fours tournants (Stohmann)	AMIENS (Kolb)
Carb. de soude Na <sup>2</sup> CO <sup>3</sup> .	23,57	37,8	44,49	28,89	36,88	9,89	35,64	44,41	38,45	43,27	44,79
Hydrate de soude NaOH	44,12	4,6	1,46	8,27	1,48	25,64	0,79	—	3,17	—	—
Silicate de soude.	—	—	0,39	—	0,69	—	2,35	—	—	—	1,52
Aluminate —	1,99	—	0,75	—	0,39	—	1,16	—	—	—	1,44
Chlorure de sodium	2,34	0,4	1,31	0,82	2,53	3,64	4,16	1,54	1,54	4,06	0,92
Sulfure .....	—	—	—	3,07	—	0,60	1,91	1,42	1,75	4,48	1,85
Sulfure CaO .....	—	—	—	0,40	—	—	4,43	—	—	—	—
Chaux CaO .....	7,16	19,7	9,32	9,24	9,27	7,32	42,30	40,44	40,48	7,43	9,68
Sulfure de calcium	27,60	28,8	33,49	25,86	28,68	28,25	23,17	28,81	27,34	27,73	29,96
Carbonate .....	42,90	—	0,86	14,22	3,21	15,67	—	3,20	—	7,52	5,92
Sulfate, Hyposulfite id.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Polyulfures de calcium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Magnésie .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sulfate de magnésie	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sulfate de magnésie	4,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Silice .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phosphates terreux .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxyde de fer .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alumine .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sulfure de fer .....	traces	1,2	3,02	6,23	1,43	—	—	—	—	—	—
Outremer .....	2,45	4,2	1,02	—	0,37	1,22	4,92	0,79	2,40	0,72	—
Sable .....	2,02	0,4	—	—	0,96	—	0,20	—	—	—	—
Charbon .....	1,59	2,6	2,26	—	0,80	0,44	4,28	2,20	1,16	2,66	—
Eau .....	2,10	—	4,72	0,99	0,22	2,17	0,52	—	5,32	5,28	—
Total .....	99,78	99,1	99,49	100,02	100,21	100,00	100,20	100,93	100,00	100,26	98,49

## ANALYSES DE SOUDES CAUSTIQUES ANGLAISES.

	M. DAVIS		M. DAVIS		M. RENNER	
	à 60°	à 60°	à 70°	à 70°	à 60°	à 70°
Hydrate de sodium....	72,774	75,246	83,840	89,600	75,00	72,89
Carbonate — .....	1,419	2,536	4,686	2,481	1,50	9,20
Chlorure — .....	18,000	17,400	6,522	3,919	9,80	—
Sulfate — .....	6,462	4,398	4,526	3,419	10,38	14,90
Sulfite — .....	—	—	—	—	0,80	—
Sulfure — .....	0,063	0,027	0,025	0,025	0,30	—
Silicate — .....	0,304	0,297	0,463	0,304	0,44	—
Aluminate — .....	traces	traces	traces	traces	0,31	—
Eau .....	—	—	—	—	1,47	1,53
Insoluble .....	—	—	—	—	—	1,48
	99,822	99,904	100,062	99,748	100,00	100,00
Degré caustique .....	89,5	92,0	107,2	109,7	92	89,2
Degré carbonate .....	1,0	2,3	4,3	2,3	1,4	8,5
Degré alcalimétrique total .....	90,5	94,3	111,5	112	93,4	97,7

COMPOSITION DE LESSIVES DE SOUDE BRUTE.

	USINES ANGLAISES				USINES FRANÇAISES						USINE de Solberg p. 100.	Dictionnaire de Würtz, II, p. 1387 p. 100.
	grammes par litre		p. 100 de matière sèche.		a		b		c			
	M. Davis.	M. Brown.	grammes par litre.	% matière sèche.	grammes par litre.	% matière sèche.	grammes par litre.	% matière sèche.	grammes par litre.	% matière sèche.		
Carbonate de sodium	209,500	204,326	63,53	155,75	68,19	240,42	66,66	200,10	70,95	20,26		
Hydrate	44,800	52,740	14,43	16,07	41,40	17,99	80,00	22,22	34,23	19,30	3,30	
Chlorure	13,597	23,412	3,97	3,86	7,20	3,16	11,00	3,95	9,20	3,25	0,50	
Sulfure	4,485	3,822	1,31	1,54	4,45	1,65	0,46	2,19	0,77	0,13	1,70	
Sulfite	4,323	0,979	2,22	2,43	—	—	—	—	—	—	—	
Hypo-sulfite	4,580	4,774	traces	traces	0,03	1,44	0,38	1,92	0,68	—	—	
Sulfate	12,707	14,258	7,02	7,81	6,88	23,99	0,66	43,32	4,91	0,30	0,60	
Ferrocyanure	0,433	0,416	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sulfocyanure	0,211	0,196	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Aluminate	3,371	4,218	1,03	0,80	—	—	—	—	—	—	—	
Silicate	5,961	3,774	1,02	1,23	—	—	—	—	—	—	—	
Alumine	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Silice	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Phosphate et fluorure	traces	traces	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,17
Sulfure de fer dissous	0,074	0,042	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,03
Insoluble d. les acides	—	—	0,81	0,97	—	—	—	—	—	—	—	—
Matières non dosées.	—	—	—	—	4,12	2,00	0,57	—	—	—	—	—
Total.....	303,742	309,757	100,73	99,92	100,00	360,20	100,00	281,86	100,00	—	—	—

## ANALYSES DE SOUDES OBTENUES PAR LE PROCÉDÉ PECHINEY ET WELDON

SOUDE BRUTE	MÉLANGE	MÉLANGE	MÉLANGE
	100 sulfate ? craie 60 charbon	100 sulfate 77,8 calcaire 36,1 charbon	100 sulfate 83,3 calcaire 44,1 charbon
Degré anglais (Na <sup>2</sup> O).....	22, 6—24, 50	24, 23—26, 00	23, 00—26, 25
Na <sup>2</sup> S %.....	0, 28— 0, 38	0, 31— 0, 48	0, 20— 0, 37
Na <sup>2</sup> S p. 100 Na <sup>2</sup> O.....	1, 15— 1, 60	—	—
Na <sup>2</sup> SO <sup>3</sup> %.....	0, 41— 0, 63	0, 18— 0, 90	0, 18— 0, 90
Sulfite, hyposulfite calculés comme Na <sup>2</sup> SO <sup>3</sup> %.....	1, 85— 2, 24	0, 88— 1, 90	0, 96— 2, 00
Na <sup>2</sup> FeCy <sup>6</sup> .....	—	traces— 0, 06	traces— 0, 052
SEL DE SOUDE OBTENU			
Degré anglais (Na <sup>2</sup> O) essai de Liverpool.....	57, 4—58, 3	—	—
MARC DE SOUDE			
Degré anglais.....	0, 21— 0, 37	0, 19—0, 23	0, 14—0, 31

TABLEAU POUR LA CONVERSION DES DEGRÉS COMMERCIAUX DES SOUDES.

Degrés Gay-Lussac NaO	Degrés allemands NaO, CO <sub>2</sub>	Degrés anglais	Degrés français Descroizilles SO <sub>3</sub> , HO	Degrés Gay-Lussac NaO	Degrés allemands NaO, CO <sub>2</sub>	Degrés anglais	Degrés français Descroizilles SO <sub>3</sub> , HO
0,5	0,85	0,51	0,79	22	37,62	22,29	34,77
1	1,71	1,01	1,58	22,5	38,47	22,80	35,56
1,5	2,56	1,52	2,37	23	39,33	23,30	36,25
2	3,42	2,03	3,16	23,5	40,18	23,81	37,14
2,5	4,27	2,54	3,95	24	41,04	24,31	37,93
3	5,13	3,04	4,74	24,5	41,89	24,82	38,72
3,5	5,98	3,55	5,53	25	42,75	25,32	39,51
4	6,84	4,05	6,32	25,5	43,60	25,83	40,30
4,5	7,69	4,56	7,11	26	44,46	26,34	41,09
5	8,55	5,06	7,90	26,5	45,31	26,85	41,88
5,5	9,40	5,57	8,69	27	46,17	27,35	42,67
6	10,26	6,08	9,48	27,5	47,02	27,86	43,46
6,5	11,11	6,59	10,27	28	47,88	28,36	44,25
7	11,97	7,09	11,06	28,5	48,73	28,87	45,04
7,5	12,82	7,60	11,85	29	49,59	29,38	45,83
8	13,68	8,10	12,64	29,5	50,44	29,89	46,62
8,5	14,53	8,61	13,43	30	51,29	30,39	47,42
9	15,39	9,12	14,22	30,5	52,14	30,90	48,21
9,5	16,24	9,63	15,01	31	53,00	31,41	49,00
10	17,10	10,13	15,81	31,5	53,85	31,91	49,79
10,5	17,95	10,64	16,60	32	54,79	32,42	50,58
11	18,81	11,14	17,39	32,5	55,56	32,92	51,37
11,5	19,66	11,65	18,18	33	56,42	33,43	52,16
12	20,52	12,17	18,97	33,5	57,27	33,94	52,95
12,5	21,37	12,68	19,76	34	58,13	34,44	53,74
13	22,23	13,17	20,55	34,5	58,98	34,95	54,53
13,5	23,08	13,68	21,34	35	59,84	35,46	55,32
14	23,94	14,18	22,13	35,5	60,69	35,96	56,11
14,5	24,79	14,69	22,92	36	61,55	36,47	56,90
15	25,65	15,19	23,71	36,5	62,40	36,98	57,69
15,5	26,50	15,70	24,50	37	63,26	37,48	58,48
16	27,36	16,21	25,29	37,5	64,11	37,99	59,27
16,5	28,21	16,73	26,08	38	64,97	38,50	60,06
17	29,07	17,22	26,87	38,5	65,82	39,00	60,85
17,5	29,92	17,73	27,66	39	66,68	39,51	61,64
18	30,78	18,23	28,45	39,5	67,53	40,02	62,43
18,5	31,63	18,74	29,24	40	68,39	40,52	63,22
19	32,49	19,25	30,03	40,5	69,24	41,03	64,01
19,5	33,34	19,76	30,82	41	70,10	41,53	64,81
20	34,20	20,26	31,61	41,5	70,95	42,04	65,60
20,5	35,05	20,77	32,40	42	71,81	42,55	66,39
21	35,91	21,27	33,19	42,5	72,66	43,06	67,18
21,5	36,76	21,78	33,98	43	73,52	43,57	67,97

Degrés Gay-Lussac NaO	Degrés allemands NaO,CO <sub>2</sub>	Degrés anglais	Degrés français Descroillles SO <sub>3</sub> ,HO	Degrés Gay-Lussac NaO	Degrés allemands NaO,CO <sub>2</sub>	Degrés anglais	Degrés français Descroillles SO <sub>3</sub> ,HO
43,5	74,37	44,07	68,76	61	104,30	61,80	96,42
44	75,23	44,58	69,55	61,5	105,15	62,31	97,21
44,5	76,08	45,08	70,34	62	106,01	62,82	98,00
45	76,94	45,59	71,13	62,5	106,86	63,32	98,79
45,5	77,80	46,10	71,92	63	107,72	63,83	99,58
46	78,66	46,60	72,71	63,5	108,57	64,33	100,37
46,5	79,51	47,11	73,50	64	109,43	64,84	101,16
47	80,37	47,62	74,29	64,5	110,28	65,35	101,95
47,5	81,22	48,12	75,08	65	111,14	65,85	102,74
48	82,00	48,63	75,87	65,5	111,99	66,36	103,53
48,5	82,93	49,14	76,66	66	112,85	66,87	104,32
49	83,78	49,64	77,45	66,5	113,70	67,37	105,11
49,5	84,64	50,15	78,24	67	114,56	67,88	105,90
50	85,48	50,66	79,03	67,5	115,41	68,39	106,69
50,5	86,34	51,16	79,82	68	116,27	68,89	107,48
51	87,19	51,67	80,61	68,5	117,12	69,40	108,27
51,5	88,05	52,18	81,40	69	117,98	69,91	109,06
52	88,90	52,68	82,19	69,5	118,83	70,41	109,85
52,5	89,76	53,19	82,98	70	119,69	70,92	110,64
53	90,61	53,70	83,77	70,5	120,53	71,43	111,43
53,5	91,47	54,20	84,56	71	121,39	71,93	112,23
54	92,32	54,71	85,35	71,5	122,24	72,44	113,02
54,5	93,18	55,22	86,14	72	123,10	72,95	113,81
55	94,03	55,72	86,93	72,5	123,95	73,45	114,60
55,5	94,89	56,23	87,72	73	124,81	73,96	115,39
56	95,74	56,74	88,52	73,5	125,66	74,47	116,18
56,5	96,60	57,24	89,31	74	126,52	74,97	116,97
57	97,45	57,75	90,10	74,5	127,37	75,48	117,76
57,5	98,31	58,26	90,89	75	128,23	75,99	118,55
58	99,16	58,76	91,68	75,5	129,08	76,49	119,34
58,5	100,02	59,27	92,47	76	129,94	77,00	120,13
59	100,87	59,77	93,26	76,5	130,79	77,51	120,92
59,5	101,73	60,28	94,05	77	131,65	78,01	121,71
60	102,58	60,79	94,84	77,5	132,50	78,52	122,50
60,5	103,44	61,30	95,63				

**Bicarbonate de soude, NaO,2CO<sub>2</sub>,HO.** — Sel incolore, cristallisant en prismes droits à base rectangle, à saveur salée, à réaction alcaline; soluble dans l'eau.

Se prépare en faisant passer un courant d'acide carbonique jusqu'à saturation dans une solution de carbonate de soude ou sur des cristaux de soude concassés en morceaux.

**Azotate de soude,  $\text{NaO}, \text{AzO}^5$ .** — Sel incolore, cristallisant en rhomboédres se rapprochant beaucoup du cube (cristaux anhydres), saveur fraîche et piquante; soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool.

Se trouve en grande quantité aux environs d'Arica et d'Iquique, sur les côtes du Pérou et de la Bolivie.

Se prépare en traitant le carbonate de soude par l'acide azotique.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'AZOTATE DE SOUDE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A  $+ 20^{\circ}, 2$ .

Densité	$\text{NaO}, \text{AzO}^5$ p. 100.	Densité.	$\text{NaO}, \text{AzO}^5$ p. 100.	Densité	$\text{NaO}, \text{AzO}^5$ p. 100.
1,0065	1	1,1260	18	1,2679	35
1,0131	2	1,1338	19	1,2770	36
1,0197	3	1,1418	20	1,2863	37
1,0264	4	1,1498	21	1,2958	38
1,0332	5	1,1578	22	1,3055	39
1,0399	6	1,1659	23	1,3155	40
1,0468	7	1,1740	24	1,3255	41
1,0537	8	1,1822	25	1,3355	42
1,0606	9	1,1904	26	1,3456	43
1,0676	10	1,1987	27	1,3557	44
1,0746	11	1,2070	28	1,3659	45
1,0817	12	1,2154	29	1,3761	46
1,0889	13	1,2239	30	1,3864	47
1,0962	14	1,2325	31	1,3968	48
1,1035	15	1,2412	32	1,4074	49
1,1109	16	1,2500	33	1,4180	50
1,1184	17	1,2589	34		

**Phosphate neutre de soude,  $2\text{NaO}, \text{HO}, \text{PhO}^5 + 24\text{HO}$ .** — Cristallise en gros prismes rhomboïdaux obliques très efflorescents, contenant 24 équivalents d'eau, qu'ils perdent à  $100^{\circ}$ ; le 25<sup>e</sup> équivalent n'est éliminé qu'à une température plus élevée.

Se prépare en saturant une solution de phosphate acide de chaux par du carbonate de soude; il se précipite du carbonate de chaux, et il se forme du phosphate de soude qu'on retire de la liqueur par cristallisation.

On peut préparer le phosphate acide de soude  $\text{NaO}, 2\text{HO}, \text{PhO}^5 + 2\text{HO}$ , ou le phosphate tribasique de soude  $3\text{NaO}, \text{PhO}^5 + 24\text{HO}$ , en mélangeant, équivalent à équivalent, le phosphate neutre soit avec de l'acide phosphorique, soit avec de la soude.

Le phosphate acide cristallise en prismes droits à base rhombe.

Le phosphate tribasique cristallise en prismes hexagonaux.

**Borate de soude** (borax),  $\text{NaO}_2\text{BoO}_3 + 10\text{HO}$ . — Sel incolore, cristallisant en prismes obliques contenant 10 équivalents d'eau (à la température ordinaire), ou si la température est supérieure à  $60^\circ$ , en octaèdres ne renfermant que 5 équivalents d'eau.

Se trouve à l'état naturel. Se prépare avec l'acide borique de Toscane et du carbonate de soude.

**Acétate de soude**,  $\text{NaO}, \text{C}^2\text{H}^3\text{O}^2 + 3\text{H}^2\text{O}$ . — Ce sel se prépare en saturant le carbonate de soude par l'acide acétique obtenu par la distillation du bois.

Il cristallise en gros prismes rhomboïdaux obliques qui s'effleurissent à l'air.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'ACÉTATE DE SOUDE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A  $12^\circ,5$ .

Densité.	Sel p. 100.	Densité.	Sel p. 100.	Densité.	Sel p. 100.
1,0028	1	1,0361	12	1,1018	32
1,0058	2	1,0424	14	1,1090	34
1,0087	3	1,0488	16	1,1165	36
1,0117	4	1,0553	18	1,1242	38
1,0146	5	1,0619	20	1,1320	40
1,0176	6	1,0685	22	1,1399	42
1,0206	7	1,0751	24	1,1482	44
1,0237	8	0,0817	26	1,1567	46
1,0267	9	1,0883	28	1,1656	48
1,0299	10	1,0955	30	1,1755	50

## SOUFRE

**Soufre**,  $\text{S} = 16$ . — Le soufre à l'état natif est ordinairement jaune clair, mais il est quelquefois verdâtre, brunâtre ou rougeâtre. Sa densité est égale à 2,1. Sa forme primitive est le prisme rhomboïdal droit, mais il se présente toujours sous forme d'octaèdres. Le plus souvent on rencontre le soufre à l'état cristallin, mais cependant il se présente aussi à l'état concrétionné et à l'état compacte.

Le soufre pur est un corps solide, d'un jaune citron, inodore, sans saveur, cassant et facile à pulvériser. Il entre en fusion à  $115^\circ$ , et bout à  $440^\circ$  en donnant une vapeur brune et transparente. Il est

insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, soluble dans la benzine, l'éther, le chloroforme, etc. ; son meilleur dissolvant est le sulfure de carbone. Il se dépose de sa solution dans le sulfure de carbone sous forme de cristaux octaédriques, jaunes et transparents, identiques à ceux qu'on trouve dans la nature. Par voie sèche, il cristallise sous forme de longues aiguilles transparentes, d'un jaune légèrement brun, appartenant au système du prisme oblique à base rhombe. Ces aiguilles se transforment, avec le temps, en un chapelet d'octaèdres.

**Acide sulfureux, SO<sup>2</sup>.** — Se prépare au moyen du cuivre et de l'acide sulfurique :

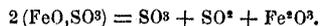


C'est un gaz incolore, d'une odeur forte et caractéristique, d'une densité égale à 2,234. 1 litre de ce gaz pèse 2 gr. 889. Il est soluble dans l'eau qui, à + 15°, en dissout environ 50 fois son volume. Il peut être facilement liquéfié.

**Acide sulfurique, SO<sup>3</sup>.** — Anhydre, se prépare par la distillation de l'acide sulfurique de Nordhausen, lequel est une combinaison peu stable d'acide sulfurique anhydre et d'acide sulfurique monohydraté. On introduit l'acide sulfurique de Nordhausen dans une cornue dont le col s'engage dans un ballon contenant environ une quantité d'acide sulfurique de Nordhausen égale au poids de celui que l'on distille, puis on chauffe modérément tant qu'il se dégage des vapeurs d'acide anhydre. Ces vapeurs vont se condenser dans l'acide du ballon ; on obtient ainsi une nouvelle combinaison d'acide anhydre et d'acide monohydraté, solide et cristallisée à la température ordinaire, contenant une plus grande quantité d'acide anhydre que l'acide de Nordhausen. On introduit ce produit dans une petite cornue tubulée et bouchée à l'émeri, dont le col s'engage dans un matras d'essayeur entouré de glace, et on chauffe doucement à une température inférieure à 100°. Les vapeurs d'acide anhydre se dégagent et vont se condenser, puis se solidifier dans le ballon refroidi.

L'acide sulfurique anhydre se présente sous forme de longues aiguilles blanches, soyeuses, enchevêtrées ou réunies en houppes. Sa densité est égale à 1,97. Il doit être conservé à l'abri de l'air.

**Acide sulfurique de Nordhausen, (SO<sup>2</sup>)<sup>2</sup>HO.** — Se prépare au moyen de sulfate de fer anhydre ; le sulfate de fer se décompose, sous l'influence de la chaleur, en acide sulfureux qu'on laisse perdre, et en acide sulfurique anhydre qu'on recueille dans des condenseurs :



Théoriquement, on devrait avoir de l'acide sulfurique anhydre ; mais, comme il est impossible dans l'industrie d'arriver à dessécher

complètement le sulfate de fer, le produit obtenu contient une certaine quantité d'acide sulfurique monohydraté.

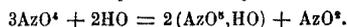
L'acide de Nordhausen est un liquide oléagineux, répandant à l'air d'épaisses fumées.

**Acide sulfurique monohydraté,  $SO^2,HO$ .** — Pur, c'est un liquide incolore, inodore, ayant la consistance de l'huile, très caustique, d'une densité égale à 1,848, marquant 66° à l'aréomètre de Baumé. Il entre en ébullition à 325° environ et se congèle à — 34°.

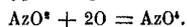
La théorie de la fabrication de l'acide sulfurique est la suivante :  
1° L'acide sulfureux, en présence de l'acide azotique, prend à celui-ci un atome d'oxygène et donne naissance à de l'acide hypoazotique et à de l'acide sulfurique :



2° L'acide hypoazotique se décompose en présence de l'eau en se transformant en acide azotique et en bioxyde d'azote :



3° Le bioxyde d'azote se change, à son tour, en absorbant l'oxygène de l'air, en acide hypoazotique :



4° En présence de l'eau, l'acide hypoazotique est décomposé en acide azotique et acide azoteux :



5° L'acide azoteux, en présence de l'acide sulfureux, se change en bioxyde d'azote et forme de l'acide sulfurique :



Il est souvent utile de connaître le point d'ébullition d'un acide sulfurique étendu ; les tables suivantes sont commodes à consulter :

Densité.	Point d'ébullition.	Densité.	Point d'ébullition.	Densité.	Point d'ébullition.
1,850	326°F	1,810	245°F	1,699	190°F
1,849	318	1,801	240	1,684	186
1,848	310	1,791	230	1,670	182
1,847	301	1,780	224	1,650	177
1,845	293	1,766	217	1,520	143
1,842	284	1,757	212	1,408	127
1,838	277	1,744	204	1,300	116
1,833	268	1,730	198	1,200	107
1,827	260	1,715	194	1,100	103
1,829	253				

TABLE I. — POINT D'ÉBULLITION DE L'ACIDE SULFURIQUE ÉTENDU  
D'APRÈS LUNGE.

Densité observée.	Température	Densité réduite à 15° C.	SO <sub>3</sub> .HO	Point d'ébullition observé.	Baromètre réduit à 0°
1,8380	17° C.	1,8400	95,3	297	718,8
1,8325	16,5	1,8334	92,8	280	723,9
1,8240	15,5	1,8245	90,4	264	720,6
1,8130	16	1,8140	88,7	557	726,0
1,7985	15,5	1,7990	86,6	241,5	720,1
1,7800	15	1,7800	84,3	228	720,5
1,7545	16	1,7554	81,8	218	726,0
1,7400	15	1,7400	80,6	209	720,6
1,7185	17	1,7203	78,9	202,5	725,9
1,7010	18	1,7037	77,5	197	725,2
1,6750	19	1,6786	75,3	185,5	725,2
1,6590	16	1,6599	73,9	180	725,2
1,6310	17	1,6328	71,5	173	725,2
1,6055	17	1,6072	69,5	169	730,1
1,5825	15	1,5825	67,2	160	728,8
1,5600	17	1,5617	65,4	158,5	730,1
1,5420	17	1,5437	64,3	151,5	730,1
1,4935	18	1,4960	59,4	143	730,1
1,4620	17	1,4635	56,4	133	730,1
1,4000	17	1,4015	50,3	124	730,1
1,3540	17	1,3554	45,3	118,5	730,1
1,3186	17	1,3194	41,5	115	730,1
1,2620	17	1,2633	34,7	110	732,9
1,2030	17	1,2042	27,6	107	732,9
1,1120	17	1,1128	15,8	103,5	732,9
1,0575	17	1,0580	8,6	101,5	735,0

TABLE II. — CALCULÉE PAR INTERPOLATION GRAPHIQUE.

SO <sub>3</sub> .HO p. 100.	Point d'ébullition.	SO <sub>3</sub> .HO p. 100.	Point d'ébullition.	SO <sub>3</sub> .HO p. 100.	Point d'ébullition.	SO <sub>3</sub> .HO p. 100.	Point d'ébullition.
5	101°	45	118°,5	70	170°	86	238°,5
10	102	50	124	72	174,5	88	251,5
15	103,5	53	128,5	74	180,5	90	262,5
20	105	56	133	76	189	91	268
25	106,5	60	141,5	78	199	92	274,5
30	108	62,5	147	80	207	93	281,5
35	110	65	153,5	82	218,5	94	288,5
40	114	67,5	161	84	227	95	295

TABLE DE BINEAU DONNANT LA RICHESSE EN ACIDES MONOHYDRATÉ ET ANHYDRE  
DES ACIDES SULFURIQUES ÉTENDUS.

Degrés Baumé.	Densité à 15°.	A 0° contient p. 100		A 15° contient p. 100	
		SO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>
5	1,036	5,1	4,2	5,4	4,5
10	1,075	10,3	8,4	10,9	8,9
15	1,116	15,5	12,7	16,3	13,3
20	1,161	21,2	17,3	22,4	18,3
25	1,209	27,2	22,2	28,3	23,1
30	1,262	33,6	27,4	34,8	28,4
33	1,296	37,6	30,7	38,9	31,8
35	1,320	40,4	33,0	41,6	34,0
36	1,332	41,7	34,1	43,0	35,1
37	1,345	43,1	35,2	44,3	36,2
38	1,357	44,5	36,3	45,5	37,2
39	1,370	45,9	37,5	46,9	38,3
40	1,383	47,3	38,6	48,4	39,5
41	1,397	48,7	39,7	49,9	40,7
42	1,410	50,0	40,8	51,2	41,8
43	1,424	51,4	41,9	52,5	42,9
44	1,438	52,8	43,1	54,0	44,1
45	1,453	54,3	44,3	55,4	45,2
46	1,468	55,7	45,5	56,9	46,4
47	1,483	57,1	46,6	58,2	47,5
48	1,498	58,5	47,8	59,6	48,7
49	1,514	60,0	49,0	61,1	50,0
50	1,530	61,4	50,1	62,6	51,1
51	1,546	62,9	51,3	63,9	52,2
52	1,563	64,4	52,6	65,4	53,4
53	1,580	65,9	53,8	66,9	54,6
54	1,597	67,4	55,0	68,4	55,8
55	1,615	68,9	56,2	70,0	57,1
56	1,634	70,5	57,5	71,6	58,4
57	1,652	72,1	58,8	73,2	59,7
58	1,671	73,6	60,1	74,7	61,0
59	1,691	75,2	61,4	76,3	62,3
60	1,711	76,9	62,8	78,0	63,6
61	1,732	78,6	64,2	79,8	65,1
62	1,753	80,4	65,7	81,7	66,7
63	1,774	82,4	67,2	83,9	68,5
64	1,796	84,6	69,0	86,3	70,4
65	1,819	87,4	71,3	89,5	73,0
65	1,830	89,1	72,7	91,8	74,9
65,5	1,837	90,4	73,8	94,5	77,1
66,0	1,842	91,3	74,5	100,0	81,6
66,2	1,846	92,5	75,5		
66,4	1,852	95,0	77,5		
66,6	1,857	100,0	81,6		

TABLE DE KOLD  
 DONNANT LE POURCENTAGE DES ACIDES HYDRATÉS A 15° CENTIGRADES

DEGRÉS RÉAUM.	DENSITÉ	100 PARTIES CONTIENNENT :				1 LITRE CONTIENT EN KILOGRAMMES :			
		SO <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	ACIDE	ACIDE	SO <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	ACIDE	ACIDE
				à 60°	à 53°			à 60°	à 53°
0	1,000	0,7	0,9	1,2	1,3	0,007	0,099	0,012	0,013
1	1,007	1,5	1,9	2,4	2,8	0,015	0,019	0,024	0,028
2	1,014	2,3	2,8	3,6	4,2	0,023	0,028	0,036	0,042
3	1,022	3,1	3,8	4,9	5,7	0,032	0,039	0,050	0,058
4	1,029	3,9	4,8	6,1	7,2	0,040	0,049	0,063	0,074
5	1,037	4,7	5,8	7,4	8,7	0,049	0,060	0,077	0,090
6	1,045	5,6	6,8	8,7	10,2	0,059	0,071	0,091	0,107
7	1,052	6,4	7,8	10,0	11,7	0,067	0,082	0,105	0,123
8	1,060	7,2	8,8	11,3	13,1	0,076	0,093	0,120	0,139
9	1,067	8,0	9,8	12,6	14,6	0,085	0,105	0,134	0,156
10	1,075	8,8	10,8	13,8	16,1	0,095	0,116	0,148	0,173
11	1,083	9,7	11,9	15,2	17,8	0,105	0,129	0,165	0,193
12	1,091	10,6	13,0	16,7	19,4	0,116	0,142	0,182	0,211
13	1,100	11,5	14,1	18,1	21,0	0,126	0,155	0,199	0,231
14	1,108	12,4	15,2	19,5	22,7	0,137	0,168	0,216	0,251
15	1,116	13,2	16,2	20,7	24,2	0,147	0,181	0,233	0,270
16	1,125	14,1	17,3	22,2	25,8	0,159	0,195	0,250	0,290
17	1,134	15,1	18,5	23,7	27,6	0,172	0,210	0,269	0,313
18	1,142	16,0	19,6	25,1	29,2	0,183	0,224	0,287	0,333
19	1,152	17,0	20,8	26,6	31,0	0,196	0,239	0,306	0,357
20	1,162	18,0	22,2	28,4	33,1	0,209	0,258	0,330	0,385
21	1,171	19,0	23,3	29,8	34,8	0,222	0,273	0,349	0,407
22	1,180	20,0	24,5	31,4	36,6	0,236	0,289	0,370	0,432
23	1,190	21,1	25,8	33,0	38,5	0,251	0,307	0,393	0,458
24	1,200	22,1	27,1	34,7	40,5	0,265	0,325	0,416	0,486
25	1,210	23,2	28,4	36,4	42,4	0,281	0,344	0,440	0,513
26	1,220	24,2	29,6	37,9	44,2	0,295	0,361	0,463	0,539
27	1,231	25,3	31,0	39,7	46,3	0,311	0,382	0,489	0,570
28	1,241	26,3	32,2	41,2	48,1	0,326	0,400	0,511	0,597
29	1,252	27,3	33,4	42,8	49,9	0,342	0,418	0,536	0,625
30	1,263	28,3	34,7	44,4	51,8	0,357	0,438	0,561	0,654
31	1,274	29,4	36,0	46,1	53,7	0,374	0,459	0,587	0,684
32	1,285	30,5	37,4	47,9	55,8	0,392	0,481	0,616	0,717
33	1,297	31,7	38,8	49,7	57,9	0,411	0,503	0,645	0,751
34	1,308	32,8	40,2	51,5	60,0	0,429	0,526	0,674	0,785
35	1,320	33,9	41,6	53,3	62,1	0,447	0,549	0,704	0,820
36	1,335	35,1	43,0	55,1	64,2	0,468	0,573	0,734	0,856
37	1,345	36,2	44,4	56,9	66,3	0,487	0,597	0,765	0,892
38	1,357	37,2	45,5	58,4	67,9	0,505	0,619	0,791	0,921
39	1,370	38,3	46,9	60,0	70,0	0,525	0,642	0,822	0,959
40	1,383	39,5	48,3	61,9	72,1	0,546	0,668	0,856	0,997
41	1,397	40,7	49,8	63,8	74,3	0,569	0,696	0,891	1,038
42	1,410	4,8	51,2	65,6	76,4	0,59	0,722	0,925	1,077

DENSITÉ	DENSITÉ	100 PARTIES CONTIENNENT :				1 LITRE CONTIENT EN KILOGRAMMES :			
		SO <sup>3</sup>	SO <sup>4</sup> H <sup>2</sup>	ACIDE	ACIDE	SO <sup>3</sup>	SO <sup>4</sup> H <sup>2</sup>	ACIDE	ACIDE
				à 60°	à 53°			à 60°	à 53°
43	1,424	42,9	52,6	67,4	78,5	0,611	0,749	0,960	1,108
44	1,438	44,1	54,0	69,1	80,6	0,634	0,777	0,994	1,159
45	1,453	45,2	55,4	70,9	82,7	0,657	0,805	1,030	1,202
46	1,468	46,4	56,9	72,9	84,9	0,681	0,835	1,070	1,246
47	1,483	47,6	58,3	74,7	87,0	0,706	0,864	1,108	1,290
48	1,498	48,7	59,6	76,3	89,0	0,730	0,893	1,143	1,333
49	1,514	49,8	61,0	78,1	91,0	0,754	0,923	1,182	1,378
50	1,530	51,0	62,5	80,0	93,3	0,780	0,956	1,224	1,427
51	1,546	52,2	64,0	82,0	95,5	0,807	0,990	1,268	1,477
52	1,563	53,5	65,5	83,9	97,8	0,836	1,024	1,311	1,529
53	1,580	54,9	67,0	85,8	100,0	0,867	1,069	1,355	1,580
54	1,597	56,0	68,6	87,8	102,4	0,894	1,095	1,402	1,636
55	1,615	57,1	70,0	89,6	104,5	0,922	1,131	1,447	1,688
56	1,634	58,4	71,6	91,7	106,9	0,954	1,170	1,499	1,747
57	1,652	59,7	73,2	93,7	109,2	0,986	1,220	1,548	1,804
58	1,671	61,0	74,7	95,7	111,5	1,019	1,248	1,599	1,863
59	1,691	62,4	76,4	97,8	114,0	1,055	1,292	1,654	1,928
60	1,711	63,8	78,1	100,0	116,6	1,092	1,336	1,711	1,995
61	1,732	65,2	79,9	102,3	119,2	1,129	1,384	1,772	2,065
62	1,753	66,7	81,7	104,6	121,9	1,169	1,432	1,838	2,137
63	1,774	68,7	84,1	107,7	125,5	1,219	1,492	1,911	2,226
64	1,796	70,6	86,5	110,8	129,1	1,268	1,554	1,990	2,319
65	1,819	73,2	89,7	114,8	133,8	1,332	1,632	2,088	2,434
66	1,842	81,6	100,0	118,0	149,3	1,503	1,842	2,358	2,750

TABLE D'ANTHON SERVANT A PRÉPARER UN ACIDE SULFURIQUE D'UNE DENSITÉ VOULUE EN AJOUTANT DE L'EAU A DE L'ACIDE SULFURIQUE D'UNE DENSITÉ ÉGALE A 1,86.

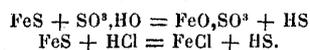
100 parties d'eau à 15 ou 20° étant ajoutées aux quantités suivantes d'acide sulfuri- que à 1,86 de densité	Donnent un acide de densité :	100 parties d'eau à 15 ou 20° étant ajoutées aux quantités suivantes d'acide sulfuri- que à 1,86 de densité	Donnent un acide de densité :	100 parties d'eau à 15 ou 20° étant ajoutées aux quantités suivantes d'acide sulfuri- que à 1,86 de densité	Donnent un acide de densité :
1	1,009	130	1,456	370	1,723
2	1,015	140	1,473	380	1,727
5	1,035	150	1,490	390	1,730
10	1,060	160	1,510	400	1,733
15	1,090	170	1,530	410	1,737
20	1,113	180	1,543	420	1,740
25	1,140	190	1,556	430	1,743
30	1,165	200	1,568	440	1,746
35	1,187	210	1,580	450	1,750
40	1,210	220	1,593	460	1,754
45	1,229	230	1,606	470	1,757
50	1,248	240	1,620	480	1,760
55	1,265	250	1,630	490	1,763
60	1,280	260	1,640	500	1,766
65	1,297	270	1,648	510	1,768
70	1,312	280	1,654	520	1,770
75	1,326	290	1,667	530	1,772
80	1,340	300	1,678	540	1,774
85	1,357	310	1,689	550	1,776
90	1,372	320	1,700	560	1,777
95	1,386	330	1,705	580	1,778
100	1,398	340	1,710	590	1,780
110	1,420	350	1,714	600	1,782
120	1,438	360	1,719		

TABLEAU DONNANT LE POIDS EN KILOGRAMMES D'ACIDE MONOHYDRATÉ, SO<sup>2</sup>, HO  
CONTENU DANS DES LITRES D'ACIDE SULFURIQUE.

Degrés.	1 litre	2	3	4	5	6	7	8	9
50	0,956	1,912	2,868	3,824	4,780	5,736	6,692	7,648	8,604
50 1/4	0,965	1,930	2,895	3,860	4,825	5,790	6,755	7,720	8,685
50 1/2	0,973	1,946	2,919	3,892	4,865	5,838	6,811	7,784	8,757
50 3/4	0,982	1,964	2,946	3,928	4,910	5,892	6,874	7,856	8,838
51	0,990	1,980	2,970	3,960	4,950	5,940	6,930	7,920	8,910
51 1/4	0,999	1,998	2,997	3,996	4,995	5,994	6,993	7,992	8,991
51 1/2	1,007	2,014	3,021	4,028	5,035	6,042	7,049	8,056	9,063
51 3/4	1,016	2,032	3,018	4,064	5,080	6,096	7,112	8,128	9,144
52	1,024	2,048	3,072	4,096	5,120	6,144	7,168	8,192	9,216
52 1/4	1,033	2,066	3,099	4,132	5,165	6,198	7,231	8,264	9,297
52 1/2	1,042	2,084	3,126	4,168	5,210	6,252	7,294	8,336	9,378
52 3/4	1,050	2,100	3,150	4,200	5,250	6,300	7,350	8,400	9,450
53	1,059	2,118	3,177	4,235	5,295	6,354	7,413	8,472	9,531
53 1/4	1,068	2,136	3,204	4,272	5,340	6,408	7,476	8,544	9,612
53 1/2	1,077	2,154	3,231	4,308	5,385	6,462	7,539	8,616	9,693
53 3/4	1,086	2,172	3,258	4,344	5,430	6,516	7,602	8,688	9,774
54	1,095	2,190	3,285	4,380	5,475	6,570	7,665	8,760	9,855
54 1/4	1,104	2,208	3,312	4,416	5,520	6,624	7,728	8,832	9,936
54 1/2	1,113	2,226	3,339	4,452	5,565	6,678	7,791	8,904	10,017
54 3/4	1,122	2,244	3,366	4,488	5,610	6,732	7,854	8,976	10,098
55	1,131	2,262	3,393	4,524	5,655	6,786	7,917	9,048	10,179
55 1/4	1,141	2,282	3,423	4,564	5,705	6,846	7,987	9,128	10,269
55 1/2	1,151	2,302	3,453	4,604	5,755	6,906	8,057	9,208	10,359
55 3/4	1,161	2,322	3,483	4,644	5,805	6,966	8,127	9,288	10,449
56	1,170	2,340	3,510	4,680	5,850	7,020	8,190	9,360	10,530
56 1/4	1,180	2,360	3,540	4,720	5,900	7,080	8,260	9,440	10,620
56 1/2	1,190	2,380	3,570	4,760	5,950	7,140	8,330	9,520	10,710
56 3/4	1,200	2,400	3,600	4,800	6,000	7,200	8,400	9,600	10,800
57	1,210	2,420	3,630	4,840	6,050	7,260	8,470	9,680	10,890
57 1/4	1,219	2,438	3,657	4,876	6,095	7,314	8,533	9,752	10,971
57 1/2	1,229	2,458	3,687	4,916	6,145	7,374	8,603	9,832	11,061
57 3/4	1,239	2,478	3,717	4,956	6,195	7,434	8,673	9,912	11,151
58	1,248	2,496	3,744	4,992	6,240	7,488	8,736	9,984	11,232
58 1/4	1,259	2,518	3,777	5,036	6,295	7,554	8,813	10,072	11,331
58 1/2	1,270	2,540	3,810	5,080	6,350	7,620	8,890	10,160	11,430
58 3/4	1,281	2,562	3,843	5,124	6,405	7,686	8,967	10,248	11,529

Degrés.	1 litre	2	3	4	5	6	7	8	9
59	1,292	2,584	3,376	5,168	6,460	7,752	9,044	10,336	11,628
59 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1,303	2,606	3,909	5,212	6,515	7,818	9,121	10,424	11,727
59 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1,314	2,628	3,942	5,256	6,570	7,884	9,198	10,512	11,826
59 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1,325	2,650	3,975	5,300	6,625	7,950	9,275	10,600	11,925
60	1,336	2,672	4,008	5,344	6,680	8,016	9,352	10,688	12,024
60 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1,348	2,696	4,044	5,392	6,740	8,088	9,436	10,784	12,132
60 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1,360	2,720	4,080	5,440	6,800	8,160	9,520	10,880	12,240
60 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1,372	2,744	4,116	5,488	6,860	8,232	9,604	10,976	12,348
61	1,384	2,768	4,152	5,536	6,920	8,304	9,688	11,072	12,456
61 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1,396	2,792	4,188	5,584	6,980	8,376	9,772	11,168	12,564
61 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1,408	2,816	4,224	5,632	7,040	8,448	9,856	11,264	12,672
61 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1,420	2,840	4,260	5,680	7,100	8,520	9,940	11,360	12,780
62	1,432	2,864	4,296	5,728	7,160	8,592	10,024	11,456	12,888
62 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1,444	2,894	4,344	5,788	7,235	8,682	10,129	11,576	13,023
62 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1,462	2,924	4,386	5,843	7,310	8,772	10,234	11,696	13,158
62 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1,477	2,954	4,431	5,908	7,385	8,862	10,339	11,816	13,293
63	1,492	2,984	4,476	5,968	7,460	8,952	10,444	11,936	13,428
63 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1,507	3,014	4,521	6,028	7,535	9,042	10,549	12,056	13,563
63 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1,523	3,046	4,569	6,092	7,615	9,138	10,661	12,184	13,707
63 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1,538	3,076	4,614	6,152	7,690	9,228	10,766	12,304	13,842
64	1,554	3,108	4,662	6,216	7,770	9,324	10,878	12,432	13,986
64 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1,573	3,146	4,719	6,292	7,865	9,438	11,011	12,584	14,157
64 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1,593	3,186	4,779	6,372	7,965	9,558	11,151	12,744	14,337
64 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1,612	3,224	4,836	6,448	8,060	9,672	11,284	12,896	14,508
65	1,632	3,264	4,896	6,528	8,160	9,792	11,424	13,056	14,688
65 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1,684	3,368	5,052	6,736	8,420	10,104	11,788	13,472	15,156
65 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1,737	3,474	5,211	6,948	8,685	10,422	12,159	13,896	15,633
65 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1,789	3,578	5,367	7,156	8,945	10,734	12,523	14,312	16,101
66	1,842	3,684	5,526	7,368	9,210	11,052	12,894	14,736	16,578

**Acide sulfhydrique HS.** — Se prépare en décomposant le sulfure de fer par l'acide sulfurique ou par l'acide chlorhydrique :



C'est un gaz incolore, ayant l'odeur et la saveur des œufs pourris, très délétère, d'une densité égale à 1,4912. Il est facilement liquéfiable.

## STRONTIUM

**Strontium**,  $\text{St} = 43,75$ . — Métal jaune, à éclat métallique faible. Sa densité est égale à 2,542. Absorbe facilement l'oxygène de l'air et décompose l'eau. Se prépare en décomposant par la pile un mélange de chlorure de strontium et de chlorhydrate d'ammoniaque fondu.

**Strontiane**,  $\text{StO}$ . — Se présente en masse poreuse, anhydre, grisâtre, infusible et fixe. Sa densité est égale à 3,932. Attire l'humidité et l'acide carbonique de l'air ; se combine à l'eau avec dégagement de chaleur. Soluble dans l'eau.

Se prépare en décomposant, dans une cornue en porcelaine, l'azotate de strontiane.

**Bioxyde de strontium**,  $\text{StO}^2$ . — Le bioxyde hydraté se présente en lamelles cristallines, blanches, brillantes, nacrées, qui, chauffées à  $130^\circ$ , donnent une poudre blanche de bioxyde anhydre. Se prépare en soumettant une dissolution de strontiane à l'action de l'eau oxygénée ; on lave et on filtre les paillettes qui se précipitent, puis on les dessèche dans le vide.

**Chlorure de strontium**,  $\text{StCl}$ . — Se dépose de sa solution aqueuse en longues aiguilles formées par des prismes hexaèdres renfermant 6 équivalents d'eau, déliquescentes et fusibles dans leur eau de cristallisation. Sous l'influence d'une température plus élevée, elles se changent en chlorure anhydre.

Se prépare en dissolvant dans l'acide chlorhydrique le carbonate de strontiane ou le sulfure de strontium.

**Sulfure de strontium**. — Le monosulfure de strontium se prépare en réduisant le sulfate de strontiane par le charbon. Il est blanc, greux, friable.

**Sulfate de strontiane**,  $\text{StO}, \text{SO}^3$ . — Le sulfate de strontiane naturel se présente en cristaux transparents, incolores, d'un blanc laiteux ou d'une couleur bleu de ciel, et à l'état fibreux et compacte.

Sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit ; mais elle ne se trouve que rarement. Les cristaux ordinaires proviennent de l'allongement de la forme primitive dans le sens de la petite diagonale. La densité varie de 3,85 à 3,96.

Le sulfate de strontiane est soluble dans 3 à 4000 parties d'eau bouillante, et dans 4 parties d'eau contenant 5 % d'acide sulfurique.

**Carbonate de strontiane**,  $\text{StO}, \text{CO}^2$ . — Se rencontre dans la nature en grosses aiguilles verdâtres ou en aiguilles déliées, blanches et éclatantes. Sa forme primitive est un prisme rhomboïdal ; sa densité est égale à 3,8.

Presque insoluble dans l'eau, un peu plus soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique. Se dissout dans la plupart des acides.

**Azotate de strontiane**,  $\text{StO}, \text{AzO}^5$ . — Cristallise en octaèdres réguliers ou en cubo-octaèdres anhydres, lorsqu'on évapore sa solution aqueuse à la chaleur ; par l'évaporation lente à froid, les cristaux qui se déposent sont des prismes appartenant au système du prisme oblique à base rhombe et contiennent 4 équivalents d'eau.

Soluble dans l'eau ; insoluble dans l'alcool.

Se prépare en traitant par l'acide azotique le carbonate de strontiane ou le sulfure de strontium.

## ZINC

**Zinc**,  $\text{Zn} = 32,5$ . — Métal blanc bleuâtre, se ternissant à l'air humide. La densité du zinc fondu est égale à 6,862 ; celle du zinc martelé est de 7,215.

Sa chaleur spécifique est égale à 0,0996 ; sa dilatation linéaire est de 0,002905. Il fond vers  $450^\circ$  et bout vers  $1300^\circ$  ; il est volatil et peut être distillé.

Chauffé au contact de l'air, il s'enflamme vers  $500^\circ$  et brûle avec une flamme blanche très éclatante.

Les deux minerais de zinc assez abondants pour être exploités sont la *calamine* et la *blende*.

La calamine est un mélange, à proportions variables, de carbonate et de silicate de zinc. La teneur des calamines bien préparées est de 40 % environ ; par la calcination, elle peut s'élever à 50 % ; mais certaines calamines ne contiennent que 15 à 20 % de zinc. La gangue des calamines se compose presque toujours de calcaires et d'argiles, auxquels se mêle ordinairement de l'oxyde de fer.

Pendant longtemps, la calamine provenait presque exclusivement de la Belgique et de la Silésie (mines d'Eugis, de Corphalie, de Moresnet, de Stolberg, de Tarnowitz) ; mais depuis quelque temps, on a découvert en Espagne et dans l'île de Sardaigne des gisements importants.

La blende ou sulfure de zinc constitue également un minerai important. Les mines les plus importantes sont celles de Tarnowitz, de Moresnet, d'Iglésias, de l'île de Man, d'Arkersund et, en France, d'Alais, de Figeac, de Seintein, de Pierrefitte, de Pontpéan. Sa teneur en zinc est très variable.

**Zinc carbonaté**. — Le zinc carbonaté est presque toujours mélangé au zinc silicaté. Il se présente en cristaux, en masses concrétionnées et compactes, ainsi qu'à l'état pseudomorphique.

Pur, sa couleur est le blanc jaunâtre ou le jaune brunâtre ; il est

opaque ou seulement translucide ; son éclat est vif. Sa densité est de 4,5 ; sa dureté est égale à 5.

Sa forme primitive est le rhomboèdre ; les cristaux habituels sont des scalénoèdres ou des rhomboèdres. Les scalénoèdres sont, en général, très petits et recouvrent une masse de calamine amorphe ; les cristaux rhomboédriques sont ordinairement plus gros.

Le zinc carbonaté se rencontre aussi sous forme de stalactites ; mais le plus souvent il est en mamelons hérissés de cristaux microscopiques. La couleur de ces mamelons est variable ; elle est blanche, bleuâtre, mais le plus souvent brunâtre ; cette dernière coloration est due à la présence de l'oxyde de fer.

Lorsque la quantité d'oxyde de fer et de chaux augmente, le zinc carbonaté devient terreux.

*Zinc silicaté.* — Le zinc silicaté est blanc, grisâtre ou jaunâtre ; cristallisé, il est presque toujours incolore ; en concrétion, il est jaunâtre, bleuâtre ou verdâtre. Sa densité est égale à 3,5 ; sa dureté est de 5.

Sa forme primitive est le prisme droit rhomboïdal ; la forme la plus ordinaire est un prisme à surfaces très aplaties, portant un biseau à ses deux extrémités.

Le zinc silicaté se trouve aussi à l'état fibreux aciculaire, sous forme d'aiguilles déliées ; à l'état concrétionné, d'un gris perle ou gris noirâtre, formé de petits cristaux aciculaires serrés les uns contre les autres ; à l'état lamelleux, en masses composées de petits cristaux très aplatés, appliqués les uns contre les autres, d'une manière irrégulière ; enfin, en masses compactes, de couleur jaunâtre, traversées souvent par des parties plus claires qui sont cristallisées.

La calamine est calcinée afin d'expulser à peu près la totalité de l'eau et de l'acide carbonique du minerai ; cette opération s'effectue généralement dans un four coulant semblable à ceux qui servent à la cuisson de la chaux. La perte à la calcination varie pour chaque espèce de minerai ; les calamines de Sardaigne perdent ainsi de 10 à 33 %.

La blende est calcinée, puis refroidie brusquement pour faciliter la pulvérisation, ensuite elle est grillée dans des fours à reverbère. L'opération métallurgique consiste à réduire, par le charbon, à une température élevée, les oxydes ainsi obtenus.

On se sert maintenant surtout de la méthode *per ascensum*, c'est le procédé employé en Silésie et en Belgique.

Dans la méthode belge, on introduit le mélange d'oxyde de zinc et de charbon dans des cornues cylindriques appuyées seulement par leurs extrémités ; dans la méthode silésienne, on emploie des mouffes portant sur des banquettes : ces cornues ou ces mouffes sont chauffés dans des fours spéciaux. Au début de l'opération, l'eau et l'acide carbonique, non expulsés par la calcination, se dégagent, puis, la chaleur augmentant, la houille se décompose et produit des gaz réducteurs qui agissent sur l'oxyde de zinc ; il en résulte du zinc

métallique qui se volatilise. Pour recueillir ce zinc, on dispose, en dehors des fours, des récipients spéciaux ; dans la méthode belge, les cornues cylindriques sont munies d'une allonge en terre composée de deux tubes coniques s'emboîtant l'un dans l'autre ; les moules des fours silésiens portent à l'avant deux ouvertures : l'une à la partie inférieure sert à enlever le résidu de l'opération, l'autre est munie d'un récipient en terre courbé à angle droit et portant un orifice pour l'introduction du chargement ; cet orifice est fermé pendant la distillation ; le zinc liquide s'écoule par l'extrémité du tube et se rend dans des récipients.

Le zinc brut ainsi obtenu a besoin d'être purifié ; on le refond dans des chaudières en fonte ou en terre réfractaire, et on le maintient à l'état liquide plus ou moins longtemps suivant la proportion des matières étrangères qu'il renferme ; cette première purification est souvent insuffisante ; avant de laminer ou de tréfiler le zinc il faut opérer une seconde fusion, et quelquefois, pour certains emplois spéciaux, il faut le distiller.

Dans le procédé *par descensum*, ou anglais, le mélange d'oxyde de zinc et de charbon est placé dans des creusets dont le fond, percé d'un trou, est muni d'un tube en fer qui traverse la sole du four et vient déboucher dans un vase en toile placé à l'extérieur. Le creuset est luté à l'argile, et exposé à une haute température ; le zinc va se condenser dans les récipients extérieurs.

Les zincs du commerce peuvent contenir du plomb, du fer, du soufre, de l'arsenic, du cadmium, du cuivre, de l'étain.

**Oxyde de zinc, ZnO.** — Se prépare dans les laboratoires par la calcination de l'azotate, de l'oxalate ou du carbonate de zinc.

L'oxyde de zinc est blanc à la température ordinaire ; à chaud, il devient jaune, mais reprend sa couleur par le refroidissement. Il est infusible et indécomposable par la chaleur. Il est facilement réductible par le charbon.

Il forme avec l'eau un hydrate  $ZnO,HO$ , que l'on peut obtenir en versant une solution de potasse ou de soude dans la solution d'un sel de zinc.

L'oxyde de zinc se dissout dans les acides. L'hydrate est, en outre, soluble dans les solutions alcalines.

**Chlorure de zinc, ZnCl.** — Se prépare en dissolvant du zinc dans l'acide chlorhydrique et évaporant. On obtient ainsi du chlorure de zinc hydraté sous forme d'une masse blanche, déliquescente, difficilement cristallisable, fusible vers  $100^{\circ}$ .

Anhydre, le chlorure de zinc entre en fusion à  $250^{\circ}$  et se volatilise au rouge. Exposé à l'air, il en attire la vapeur d'eau et se liquéfie.

Il forme avec l'eau un hydrate déliquescent et cristallisable en octaèdres.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE CHLORURE DE ZINC,  
D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 12°5

Densité.	Sel cristallisé p. 100	Densité	Sel cristallisé p. 100	Densité	Sel cristallisé p. 100
1,0144	2	1,1614	28	1,3402	54
1,0228	4	1,1730	30	1,3567	56
1,0342	6	1,1864	32	1,3733	58
1,0458	8	1,1967	34	1,3900	60
1,0573	10	1,2106	36	1,4071	62
1,0687	12	1,2228	38	1,4253	64
1,0802	14	1,2360	40	1,4457	66
1,0966	16	1,2497	42	1,4675	68
1,1033	18	1,2639	44	1,4900	70
1,1150	20	1,2783	46	1,5164	72
1,1267	22	1,2927	48	1,5427	74
1,1382	24	1,3070	50	1,5700	76
1,1498	26	1,3244	52	1,5987	78

**Sulfate de zinc,  $ZnO,SO^2,7HO$ .** — Se présente sous forme de prismes droits à base rectangulaire terminés par des pyramides, incolores, transparents, s'effleurissant à la surface dans l'air sec.

Se prépare en dissolvant du zinc dans l'acide sulfurique, filtrant et faisant cristalliser.

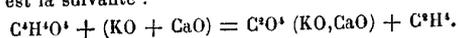
TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE SULFATE DE ZINC,  
D'APRÈS LEUR DENSITÉ A  $+ 20^{\circ}\text{C}$ .

Densité.	ZnO,SO <sub>3</sub> ,7H <sub>2</sub> O p. 100.	ZnO,SO <sub>3</sub> p. 100.	Densité.	ZnO,SO <sub>3</sub> ,7H <sub>2</sub> O p. 100.	ZnO,SO <sub>3</sub> p. 100.
1,0057	1	56	1,1842	29	16,24
1,0115	2	1,12	1,1914	30	16,80
1,0173	3	1,68	1,1987	31	17,36
1,0231	4	2,24	1,2060	32	17,92
1,0289	5	2,80	1,2124	33	18,48
1,0348	6	3,36	1,2209	34	19,04
1,0407	7	3,92	1,2285	35	19,60
1,0467	8	4,48	1,2362	36	20,16
1,0527	9	5,04	1,2439	37	20,72
1,0588	10	5,60	1,2517	38	21,28
1,0649	11	6,16	1,2595	39	21,84
1,0710	12	6,72	1,2674	40	22,40
1,0772	13	7,28	1,2754	41	22,96
1,0835	14	7,84	1,2834	42	23,52
1,0899	15	8,40	1,2917	43	24,08
1,0962	16	8,96	1,3000	44	24,64
1,1026	17	9,52	1,3083	45	25,20
1,1091	18	10,08	1,3167	46	25,76
1,1156	19	10,64	1,3252	47	26,32
1,1222	20	11,20	1,3338	48	26,88
1,1288	21	11,76	1,3424	49	27,44
1,1355	22	12,32	1,3511	50	28,00
1,1423	23	12,88	1,3599	51	28,56
1,1491	24	13,44	1,3688	52	29,12
1,1560	25	14,00	1,3779	53	29,68
1,1629	26	14,56	1,3871	54	30,24
1,1699	27	15,12	1,3964	55	30,80
1,1770	28	15,68	1,4057	56	31,36

# CHIMIE ORGANIQUE

## CARBURES D'HYDROGÈNE

**Formène, C<sup>2</sup>H<sup>4</sup>.** — Se prépare en chauffant, dans une cornue en verre vert, un mélange de 40 parties d'acétate de soude cristallisé avec 40 parties de potasse caustique et 60 parties de chaux vive pulvérisée. L'addition de cette dernière substance a pour but d'empêcher la potasse de couler et d'attaquer le verre de la cornue. La réaction est la suivante :



C'est un gaz incolore, légèrement odorant, peu soluble dans l'eau ; sa densité est égale à 0,56.

**Formène trichloré, C<sup>2</sup>HCl<sup>3</sup> (Chloroforme).** — Pour le préparer, on prend :

Chlorure de chaux sec . . . . .	10 kilogr.
Chaux éteinte . . . . .	3 —
Eau . . . . .	60 —
Alcool . . . . .	2 —

On délaye dans l'eau le chlorure de chaux et l'hydrate de chaux, puis on introduit le mélange dans un alambic en cuivre, d'une capacité telle que le produit occupe à peine le tiers de la cucurbitte ; on ajoute 2 kilog. d'alcool à 85°.

Lorsque le chapiteau et le serpentín sont adaptés, et les jointures bien lutées, on chauffe la cucurbitte au moyen d'un fourneau mobile.

Quand la température atteint environ 80° une réaction très vive a lieu, et la masse contenue dans l'alambic passerait dans le récipient, si on ne se hâtait d'enlever le feu. La distillation commence bientôt après et s'accomplit presque entièrement d'elle-même. Aussitôt qu'elle se ralentit on replace le foyer sous l'alambic, et quelques instants après la réaction est terminée. Avec les doses indiquées ci-dessus on obtient 2 à 3 litres de liqueur, que l'on mélange et que l'on agite fortement avec son volume d'eau. On laisse reposer et on obtient ainsi deux couches ; la couche inférieure est constituée par du chloroforme mêlé d'alcool et souillé de chlore. On laisse en repos pendant 24 heures, on sépare le chloroforme par décantation, on le lave et on l'agite d'abord avec de l'eau, puis avec une dissolution concentrée de carbonate de soude. On laisse reposer, on décante le chloroforme, on lui ajoute du chlorure de calcium fondu et anhydre. Après 24 heures de contact, pendant lesquelles il faut agiter fréquem-

ment, on le rectifie au bain-marie, en ayant soin de ne pas pousser l'opération trop loin.

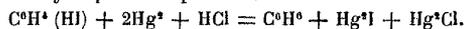
La couche aqueuse, séparée par décantation du chloroforme, peut être utilisée dans une opération subséquente.

Le chloroforme est un liquide incolore, mobile, doué d'une odeur éthérée, entrant en ébullition à 61°. Sa densité est égale à 1,491. Insoluble dans l'eau; soluble dans l'alcool et l'éther.

**Ethylène, C<sup>2</sup>H<sup>4</sup>.** — Se prépare par la déshydratation de l'alcool. On ajoute, à 1 partie d'alcool marquant 90°, 5 parties d'acide sulfurique concentré; on introduit le mélange dans une cornue et on chauffe. Le gaz qui se dégage passe d'abord dans un flacon laveur contenant de l'acide sulfurique concentré, destiné à recueillir les vapeurs d'éther et d'alcool, et ensuite dans un second flacon contenant une dissolution de potasse caustique, qui absorbe l'acide sulfureux et l'acide carbonique qui se produisent vers la fin de l'opération. Dans cette préparation, l'alcool C<sup>2</sup>H<sup>5</sup>O<sup>2</sup> se dédouble, sous l'influence de l'acide sulfurique, en C<sup>2</sup>H<sup>4</sup> et 2HO.

L'éthylène est un gaz incolore, exhalant une odeur de marée. Sa densité est égale à 0,978.

**Propylène, C<sup>3</sup>H<sup>6</sup>.** — Se prépare en chauffant doucement dans une fiole un mélange de 3 parties d'éther allyliodhydrique, 5 parties d'acide chlorhydrique et 15 parties de mercure :



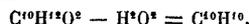
C'est un gaz incolore exhalant une odeur alliagée.

**Butylène, C<sup>4</sup>H<sup>8</sup>.** — Se prépare en déshydratant l'alcool butylique par le chlorure de zinc :



C'est un liquide entrant en ébullition à - 4°.

**Amylène, C<sup>5</sup>H<sup>10</sup>.** — Se prépare en décomposant l'alcool amylique par le chlorure de zinc :

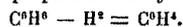


C'est un liquide très volatil.

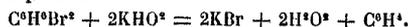
**Acétylène, C<sup>2</sup>H<sup>2</sup>.** — Se prépare par la combustion incomplète du gaz d'éclairage, en employant un appareil spécial indiqué par Jungfleisch.

C'est un gaz incolore, doué d'une odeur fétide et désagréable. Sa densité est égale à 0,91.

**Allylène, C<sup>3</sup>H<sup>4</sup>.** — Se prépare en déshydrogénant le propylène :



On combine d'abord le propylène avec le brome, et on attaque le bromure de propylène à 100°, en tubes scellés, par une solution alcoolique de potasse :



C'est un gaz incolore, doué d'une odeur alliécée.

**Térébenthène, C<sup>10</sup>H<sup>16</sup>.** — Pour le préparer, on mélange à la térébenthine ordinaire du carbonate de potasse et du carbonate de chaux, puis on distille dans le vide en chauffant au bain-marie à une température comprise entre 60 et 80°.

C'est un liquide incolore, doué d'une odeur éthérée et pénétrante. Sa densité est égale 0,864.

**Benzine, C<sup>6</sup>H<sup>6</sup>.** — Se prépare en distillant, à une douce chaleur, de l'acide benzoïque mélangé avec trois fois son poids de chaux vive ; on lave le produit de la distillation avec de la potasse, afin de dissoudre l'acide benzoïque entraîné, on décante la benzine qui surnage et on la sèche au moyen de chlorure de calcium, puis on la rectifie au bain-marie.

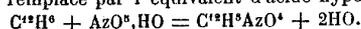
Dans l'industrie, on retire la benzine du goudron de houille obtenu dans la fabrication du gaz d'éclairage.

La benzine est un liquide incolore, doué d'une odeur forte et désagréable.

Sa densité est égale à 0,899. Elle bout à 80°,4.

**Nitrobenzine, C<sup>6</sup>H<sup>5</sup>AzO<sup>2</sup>.** — Si on verse peu à peu de la benzine dans 4 à 5 parties d'acide nitrique, puis qu'au bout de quelque temps on ajoute de l'eau au mélange, il se sépare une matière huileuse constituée par la nitrobenzine.

La nitrobenzine est de la benzine dans laquelle 1 équivalent d'hydrogène a été remplacé par 1 équivalent d'acide hypoazotique :



C'est un liquide de couleur jaunâtre, à odeur désagréable, d'une densité égale à 1,186, entrant en ébullition à 220°.

**Toluène, C<sup>7</sup>H<sup>8</sup>.** — Se prépare dans l'industrie à l'aide des huiles légères provenant de la distillation du goudron.

C'est un liquide incolore, doué d'une odeur analogue à celle de la benzine, d'une densité égale à 0,856, entrant en ébullition à 100°.

**Naphtaline, C<sup>10</sup>H<sup>8</sup>.** — Se prépare dans l'industrie au moyen des huiles lourdes de goudron de houille, passant à la distillation entre 200 et 300°.

La naphtaline se présente sous forme d'écaillés brillantes, ayant une odeur forte et aromatique. Sa densité est égale à 1,145. Elle fond à 79° et bout à 218°.

**Anthracène, C<sup>14</sup>H<sup>10</sup>.** — Se prépare en soumettant à la distillation les produits solides des huiles de goudron de houille, après les avoir débarrassés par compression à chaud de la naphtaline et de quelques autres produits fusibles, et en recueillant les produits qui passent entre 340 et 360°.

L'anthracène se présente en lamelles rhomboïdales, incolore, fondant à 210°, entrant en ébullition à 360° ; son odeur est faible, mais désagréable.



Principaux hydrocarbures de la deuxième famille.

Formule générale :  $C_nH_{2n}$  (C = 6) Composition :  $\left\{ \begin{array}{l} C = 85,71 \\ H = 14,29 \end{array} \right.$

	Méthylène $C_2H_4?$	Éthylène $C_2H_4$	Propylène $C_3H_6$	Butylène $C_4H_8$	Amylène $C_5H_{10}$	Caproène $C_6H_{12}$	Œnanthylène $C_7H_{14}$	Caprylène $C_8H_{16}$	Pélagylène $C_9H_{18}$	Cétène $C_{10}H_{20}$
Densité solide.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— liquide.....	»	»	»	»	0,652	0,702	0,738	0,753	»	0,789
— gazeuse ou de vapeur.	»	0,979	4,498	4,926	2,68—2,38	2,875	3,35 à 3,51	4,03	4,54	8,007
Point de fusion.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— d'ébullition.....	»	»	»	—6°	+39°	+55°	80 à 85	+425°	+440°	+275°
Solubilité dans l'eau.....	»	tr. p. s.	tr. p. s.	tr. p. s.	ins.	tr. p. s.	ins.	ins.	ins.	ins.
— dans l'alcool.....	»	a. s.	t. s.	a. s.	s.	t. s.	s.	s.	s.	t. s.
— dans l'éther.....	»	a. s.	»	t. s.	s.	t. s.	s.	s.	s.	t. s.

## Principaux hydrocarbures de la troisième famille.

Formule générale :  $C^mH^{2m} - 2$  (C = 6).

	Acétylène $C^4H^2$ .	Allylène $C^6H^8$ .	Crotonylène $C^8H^{10}$ .	Valérylène $C^{10}H^{14}$ .	Diallyle $C^{12}H^{16}$ .
Composition { C.....	92,31	90,00	88,89	88,23	87,80
H.....	7,69	10,00	11,11	11,77	12,20
Densité solide.....	"	"	"	"	"
— liquide.....	"	"	"	"	"
— gazeuse ou de vapeur.....	0,91	1,388	1,936	2,356	"
Point de fusion.....	"	"	"	"	"
— d'ébullition...	"	"	+ 20°	+ 44-46°	+ 59°
Solubilité dans l'eau.	p. s.	a. s.	"	ins.	"
— dans l'alcool...	s.	l. s.	"	s.	"
— dans l'éther...	"	s.	"	s.	"

## Principaux hydrocarbures de la quatrième famille.

Formule générale :  $C^mH^{2m} - 4$  (C = 6).

	Valylène $C^{10}H^{16}$ .	Carpène $C^{14}H^{22}$ .	Térébenthène $C^{20}H^{36}$ .
Composition { C.....	90,90	88,52	88,23
H.....	9,10	11,48	11,77
Densité solide.....	"	"	"
— liquide.....	"	"	0,864
— gazeuse, ou de vapeur.....	"	"	"
Point de fusion.....	"	"	"
— d'ébullition.....	50°	155-157°	+ 159°
Solubilité dans l'eau.....	"	"	ins.
— dans l'alcool...	"	"	s.
— dans l'éther.....	"	"	s.
Pouvoir rotatoire.....	"	"	- 36°5 g.

Principaux hydrocarbures de la cinquième famille.

Formule générale :  $C^mH^{2m-6}$  (C = 6)

	Benzène ou benzine $C_6H_6$ .	Toluène $C_7H_8$ .	Xylène $C_8H_{10}$ .	Cumène $C_9H_{12}$ .	Cymène $C_{10}H_{14}$ .	Laurène $C_{12}H_{18}$ .
Composition } C.....	92,30	91,30	90,56	90,00	89,55	99,19
} H.....	7,70	8,70	9,44	10,00	10,45	10,81
Densité solide .....	"	"	"	"	"	"
— liquide .....	0,89	0,856	0,831	"	0,861	0,887
— de vapeur .....	2,77	3,260	3,67?	3,96	4,59	5,12?
Point de fusion .....	4,5	"	"	"	"	"
— d'ébullition .....	+84°4	+110°	+139°	+151°	+175°	+188°
Solubilité dans l'eau ..	ins.	ins.	ins.	ins.	ins.	ins.
— dans l'alcool ..	s.	p. s.	s.	s.	s.	p. s.
— dans l'éther ..	s.	s.	s.	s.	s.	s.

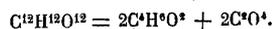
## ALCOOLS

**Alcool ordinaire,  $C^4H^8O^2$ .** — L'alcool s'obtient par la distillation des liqueurs fermentées.

L'alcool pur est un liquide incolore, très mobile, d'une odeur faible et agréable. Il devient visqueux à  $-80^\circ$ . Il bout à  $78^\circ,5$ . Sa densité à  $+15^\circ$  est égale à 0,7955.

La fermentation alcoolique prend naissance sous l'influence d'un végétal cryptogame, connu sous le nom de *levure de bière*, soit aux dépens des glucoses, soit aux dépens des sucres analogues, soit enfin aux dépens des substances transformables en glucose.

Si dans une solution de sucre de raisins ( $C^6H^{12}O^{12}$ ), on ajoute une petite quantité de levure de bière, celle-ci détermine la décomposition du sucre; la température de la solution s'élève jusqu'à  $35$  ou  $40^\circ$ , et de l'acide carbonique se dégage en abondance. Au bout de quelques heures, le sucre a disparu, mais la liqueur contient de l'alcool; cette transformation peut s'exprimer ainsi :

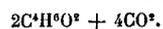


M. Pasteur a montré que 5 à 6 centièmes de sucre échappaient à

cette équation. 100 parties de sucre donnent, en effet, d'une façon constante :

Acide succinique . . . . .	0,6 à 0,7
Glycérine . . . . .	3,3 à 3,6
Acide carbonique . . . . .	0,6 à 0,7
Cellulose et autres matières fixées sur la levûre ou dissoutes . . . . .	1,2 à 1,5
	<hr/>
	5,7 à 1,5

Le reste est de l'alcool et de l'acide carbonique dans les rapports :



L'acide succinique et la glycérine sont formés aux dépens du sucre. Dans la fermentation des matières amylacées, l'amidon doit préalablement se changer en une matière sucrée fermentescible, le maltose, que l'on obtient soit au moyen d'un ferment non figuré, la diastase, qui se développe dans les grains d'orge pendant la germination, soit en soumettant ces corps à l'action de l'eau bouillante contenant un peu d'acide sulfurique.

On détermine la quantité d'alcool contenu dans un liquide au moyen de l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac, qui donne en volume le nombre de centièmes d'alcool qu'il renferme. La température modifiant la densité, les indications de cet appareil ne sont exactes que pour la température de + 15°, à laquelle il a été gradué. Lorsque la température est différente, il faut employer la table de correction suivante

DEGRÉ RÉEL DE L'ALCOOL A 13°, OU VOLUME D'ALCOOL ABSOLU DANS 100 VOLUMES DE LIQUIDE ALCOOLIQUE,  
D'APRÈS LE DEGRÉ DE L'ALCOOMÈTRE, OBSERVÉ A DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES (GAY-LUSSAC).

Degré du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé (interpoler pour les degrés intermédiaires).													
	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°
10	37	42	46,9	51,8	56,8	61,7	66,7	71,6	76,5	81,5	86,4	91,2	96,0	99,8
11	36,6	41,6	46,6	51,5	56,4	61,4	66,4	71,3	76,2	81,2	86,1	91,0	95,8	99,9
12	36,2	41,2	46,2	51,1	56,0	61,0	66,0	71,0	75,9	80,9	85,8	90,7	95,6	99,5
13	35,8	40,8	45,8	50,8	55,7	60,7	65,7	70,6	75,6	80,6	85,5	90,5	95,4	99,1
14	35,4	40,4	45,4	50,4	55,3	60,3	65,3	70,3	75,3	80,3	85,3	90,2	95,2	98,2
16	34,5	39,5	44,6	49,6	54,6	59,6	64,7	69,7	74,7	79,7	84,7	89,7	94,8	99,8
17	34,1	39,1	44,2	49,3	54,3	59,3	64,3	69,3	74,3	79,4	84,4	89,5	94,6	99,9
18	33,7	38,7	43,8	48,9	53,9	58,9	64,0	69,0	74,6	79,1	84,4	89,2	94,3	99,5
19	33,3	38,3	43,5	48,5	53,6	58,6	63,7	68,7	73,7	78,8	83,9	88,9	94,1	99,3
20	32,9	37,9	43,1	48,2	53,2	58,2	63,3	68,4	73,4	78,5	83,6	88,7	93,9	99,1
21	32,5	37,5	42,7	47,8	52,9	57,9	63,0	68,1	73,1	78,2	83,3	88,4	93,7	99,0
22	32,1	37,1	42,3	47,4	52,5	57,5	62,7	67,8	72,8	77,9	83,0	88,2	93,4	98,6
23	31,7	36,7	41,9	47,0	52,1	57,1	62,3	67,4	72,5	77,6	82,7	87,9	93,3	98,6
24	31,3	36,3	41,5	46,6	51,8	56,8	62,0	67,1	72,2	77,3	82,4	87,6	93,0	98,4
25	30,9	35,9	41,1	46,3	51,4	56,5	61,6	66,7	71,8	77,0	82,1	87,4	92,7	98,2

Suite de la table précédente, de 17 à 32°.

Degrés du thermom. C	Degré de l'alcoomètre observé.															
	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°
10	18,1	19,2	20,2	21,3	22,4	23,5	24,6	25,8	26,9	28,0	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34,1
11	17,9	19,0	20,0	21,0	22,1	23,2	24,3	25,4	26,5	27,7	28,7	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7
12	17,6	18,7	19,7	20,7	21,8	22,9	24,0	25,1	26,1	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2
13	17,4	18,5	19,5	20,5	21,5	22,6	23,7	24,7	25,7	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8
14	17,2	18,2	19,2	20,2	21,2	22,3	23,3	24,3	25,3	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4
16	16,9	17,8	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,7	24,7	25,7	26,7	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6
17	16,6	17,5	18,4	19,4	20,4	21,4	22,4	23,4	24,4	25,4	26,3	27,3	28,2	29,2	30,2	31,2
18	16,3	17,3	18,2	19,0	20,1	21,1	22,0	23,0	24,0	25,0	25,9	26,9	27,8	28,8	29,8	30,8
19	16,1	17,0	17,9	18,8	19,8	20,8	21,7	22,7	23,6	24,6	25,5	26,4	27,3	28,3	29,3	30,3
20	15,8	16,7	17,6	18,5	19,5	20,5	21,4	22,4	23,3	24,3	25,2	26,1	27,0	27,9	28,9	29,9
21	15,5	16,4	17,3	18,2	19,1	20,1	21,1	22,1	23,0	23,9	24,8	25,6	26,6	27,5	28,5	29,5
22	15,3	16,2	17,0	17,9	18,8	19,8	20,7	21,6	22,6	23,5	24,3	25,2	26,2	27,1	28,1	29,1
23	15,0	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,1	24,0	24,9	25,8	26,7	27,7	28,7
24	14,8	15,7	16,5	17,4	18,2	19,1	20,0	21,0	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3	27,3	28,3
25	14,5	15,4	16,2	17,1	17,9	18,8	19,7	20,6	21,5	22,4	23,2	24,1	25,1	26,0	27,0	28,0
26	14,2	15,1	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,3	21,2	22,1	22,9	23,8	24,7	25,6	26,6	27,6
27	13,9	14,8	15,6	16,4	17,3	18,2	19,1	20,0	20,8	21,7	22,6	23,5	24,3	25,2	26,2	27,2
28	13,6	14,4	15,2	16,0	16,9	17,9	18,8	19,6	20,5	21,4	22,4	23,1	23,9	24,8	25,8	26,8

Suite de la table précédente de 1 à 16°.

Degré du thermom. C.	Degré de l'alcoomètre observé.															
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°
10	1,4	2,4	3,4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,6	11,7	12,7	13,8	14,9	16,0	17,0
11	1,3	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4	10,5	11,6	12,6	13,6	14,7	15,8	16,8
12	1,2	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,4	11,5	12,5	13,5	14,6	15,6	16,6
13	1,1	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,4	16,4
14	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2
16	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9
17	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	10,8	11,7	12,7	13,7	14,7	15,6
18	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	10,7	11,6	12,5	13,5	14,5	15,4
19	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,4	14,4	15,3
20	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,4	12,3	13,3	14,3	15,2
21	0,4	1,4	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4	10,4	11,3	12,2	13,2	14,2	15,1
22	0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,3	11,2	12,1	13,1	14,1	15,0
23	0,1	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6
24	»	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,7	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,2
25	»	0,8	1,7	2,7	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6	8,5	9,5	10,4	11,3	12,2	13,1	14,0
26	»	0,7	1,6	2,6	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,4	9,4	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6
27	»	0,5	1,5	2,5	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,3	9,3	10,1	10,8	11,7	12,5	13,4
28	»	0,3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,2	9,2	10,0	10,8	11,5	12,0	13,1
	»			2,2	3,1	4,1	5,0	5,9	6,8	7,7	8,6	9,5	10,3	11,5	11,7	12,8

TABLEAU DES RÉACTIONS QUE DONNENT LES DIFFÉRENTS ALCOOLS DU COMMERCE (4).

Noms des alcools.	Action à froid, à chaud		Potasse.	Ammoniaque.	Sulfate ferrique desséché.	Baryte.	Strontiane.	Azotate mercurieux. Précipité blanc devenant	Sulfure d'ammonium	Eau.	Acide chromique.	Sulfate de cuivre anhydre.	Carbonate de potasse.	Carbonate de soude.	Azotate mercurique.
Montpellier.	{ Fr. } { Ch. }	{ Fr. } { Ch. }	Jaune Id.	+ -	Jaune +	Jaune Rien	Jaune Id.	Jaune Id.	Jaune laitex	Mousse Trouble	Jaune pté J	Bien foncé Bien foncé	Rien Jaune	Jaune Rien	Trouble Rien
Marc .....	{ Fr. } { Ch. }	{ Fr. } { Ch. }	Rien Id.	- Rien	+ Rien ou J	Jaune Rien	Id. Rien	Bl Bl J	Rien	Trouble	pté J	Bien foncé Bien foncé	Rien Id.	Rien Id.	Rien Id.
Betterave ..	{ Fr. } { Ch. }	{ Fr. } { Ch. }	Id. Id.	Rien Id.	Rien -	Id. Id.	Id. Id.	Bl J Bl	Rien	Rien	pté Bl	Bien pâle Bien pâle	Id. Id.	Id. Id.	Id. Id.
Pomme de terre ..	{ Fr. } { Ch. }	{ Fr. } { Ch. }	Id. Id.	Id. Id.	J - Rien	Id. Id.	Id. Id.	Bl Bl dispar.	J pâle Rien	Id.	pté Bl J	Bien pâle Bien pâle	Id. Id.	Id. Id.	Id. Id.
Grains .....	{ Fr. } { Ch. }	{ Fr. } { Ch. }	Id. Id.	Id. Id.	Rien J clair	Id. Id.	Id. Id.	Bl Jaune	Rien	Id.	pté J	Bien tr-pr. Bien pâle	Id. Jaune	Id. Id.	Id. Id.
Maïs .....	{ Fr. } { Ch. }	{ Fr. } { Ch. }	Id. Id.	Id. Id.	J clair J trouble	Id. Id.	Id. Id.	Bl J Jaune	Rien	Id.	pté Bl J	Bien pâle Bien pâle	Jaune Id.	Id. Id.	Id. Id.
Mélasses .....	{ Fr. } { Ch. }	{ Fr. } { Ch. }	Jaune Id.	Jaune Id.	J trouble J -	Rien Id.	J trouble Jaune	dispar. Rien	Id.	Id.	pté J	Bien pâle Bien pâle	Id. Rien	Id. Id.	Id. Id.
Riz .....	{ Fr. } { Ch. }	{ Fr. } { Ch. }	Id. Id.	Rien Id.	J - J -	Id. Jaune	Rien Id.	dispar. Rien	Id.	Id.		Bien pâle	Rien Rien	Id. Id.	Id. Id.

(4) La lettre J indique une coloration jaune de l'alcool. Les signes + et - indiquent que la coloration se prononce plus ou moins rapidement. Bl signifie blanc. Pour les sulfates ferrique et cuprique desséchés et blancs, la coloration porte sur eux-mêmes et non sur la liqueur.

**Éther,  $C^2H^{10}O^2$ .** — Se prépare en faisant réagir l'acide sulfurique sur l'alcool à une température déterminée. L'appareil dont on se sert se compose d'une cornue en verre à large tubulure, plongée dans un bain de sable jusqu'à la hauteur où le liquide doit s'élever; le col de cette cornue se rend dans une allonge qui pénètre dans un ballon fixé sur un serpentín d'alambic ordinaire, lequel se termine à sa base par un long tube qui mène l'éther condensé loin de l'appareil. A une certaine distance de la cornue et à une hauteur plus élevée que la tubulure, on place un flacon de grande capacité destiné à recevoir de l'alcool à 95°; il porte à sa base une tubulure dans laquelle est fixé un tube en verre recourbé à angle droit, dont l'extrémité pénètre dans la tubulure de la cornue et plonge dans le mélange d'alcool et d'acide sulfurique. Le bouchon qui ferme la tubulure de la cornue porte un thermomètre à mercure, qui plonge dans le liquide, et dont la tige est assez longue pour que le 120° degré soit en dehors. On lute toutes les jointures avec soin.

L'appareil étant ainsi disposé, on mélange dans une terrine en grès vernissé :

Alcool à 85° . . . . .	7 parties.
Acide sulfurique à 66° . . . . .	10 —

Il faut verser l'acide dans l'alcool, et non l'alcool dans l'acide. On introduit immédiatement le mélange dans la cornue, on adapte le tube en verre, on lute avec soin et on chauffe de façon à porter rapidement le mélange à l'ébullition. Lorsque le thermomètre marque 130°, on ouvre le robinet du tube en verre et l'on fait couler l'alcool du flacon dans la cornue, assez lentement pour que la température se maintienne entre 130 et 140° pendant toute la durée de l'opération, laquelle est arrêtée lorsqu'on constate que la proportion d'éther diminue notablement dans les produits de la distillation.

Le liquide recueilli est composé en grande partie d'éther, mais il renferme de l'eau, de l'acide sulfureux, de l'alcool, etc. En l'agitant avec son volume d'eau, l'alcool se dissout, tandis que l'éther surnage; on décante celui-ci et on le met en contact avec un lait de chaux, puis on distille au bain-marie.

L'éther est un liquide incolore, très mobile, très volatil, doué d'une odeur forte; à 0°, sa densité est égale à 0,736. Il bout à 35°; il cristallise à — 31°.

**Éther chlorhydrique,  $C^2H^4(HCl)$ .** — Se prépare en versant dans un ballon, contenant 2 parties de sel marin, une mélange de 1 partie d'alcool et de 1 partie d'acide sulfurique; sous l'influence d'une douce chaleur, les vapeurs d'éther chlorhydrique se dégagent, se lavent, se séchent dans des tubes contenant du chlorure de calcium et vont se condenser dans un récipient, entouré d'un mélange réfrigérant.

C'est un liquide neutre, très mobile, doué d'une odeur agréable.

Sa densité est égale à 0,921. Il bout à 42°5. Il est peu soluble dans l'eau.

**Éther bromhydrique**,  $C^4H^4(HBr)$ . — Se prépare en introduisant dans une cornue, entourée d'eau froide, 20 gr. de phosphore rouge et 200 gr. d'alcool concentré, sur lesquels on ajoute 200 gr. de brome. L'acide bromhydrique, qui prend naissance dans cette réaction, réagit sur l'alcool; on distille et on ajoute de l'eau au produit distillé; l'éther bromhydrique se sépare et se dépose au fond du vase.

C'est un liquide neutre, incolore, exhalant une odeur alliée. Sa densité à 0° est égale à 1,473. Il bout à 38°5. Il est insoluble dans l'eau, et très soluble dans l'alcool et dans l'éther.

**Éther iodhydrique**,  $C^4H^4(HI)$ . — Pour le préparer, on met dans un ballon 35 parties d'alcool absolu et 7 parties de phosphore ordinaire; on place dans le col du ballon une allonge remplie presque complètement d'iode mélangé à des fragments grossiers de verre. Le bouchon qui ferme l'orifice de l'allonge porte un long tube en verre courbé, avec une légère inclinaison et enveloppé d'un réfrigérant de Liebig. Une fois l'appareil monté, on chauffe le ballon au bain-marie; l'alcool entre bientôt en ébullition et émet des vapeurs qui, en se condensant dans l'allonge, dissolvent de l'iode, puis retombent dans le ballon. L'alcool, au contact de l'iode et du phosphore, se décompose en donnant naissance à de l'éther iodhydrique et à une combinaison oxygénée du phosphore.

Lorsque l'allonge ne contient plus d'iode et que le liquide du ballon est entièrement décoloré, on démonte l'appareil et on distille le liquide au bain-marie. On ajoute de l'eau au produit recueilli, et l'éther iodhydrique se rassemble au fond de la liqueur.

C'est un liquide neutre, incolore, se colorant en rose à la lumière, exhalant une odeur étherée et alliée.

**Éther nitrique**,  $C^4H^4(AzO^3,HO)$ . — S'obtient en chauffant dans une cornue 1 volume d'acide azotique concentré avec 2 volumes d'alcool anhydre, auquel on ajoute de l'azotate d'urée, afin d'éviter la formation de l'acide nitreux, puis on distille. On ajoute de l'eau au produit distillé; l'éther se sépare; on le lave avec une solution étendue, on le sèche sur du nitrate de chaux anhydre et on le distille de nouveau.

C'est un liquide d'une odeur douce et agréable, entrant en ébullition à 86°. Sa densité est égale à 1,132.

**Éther acétique**,  $C^4H^4(C^2H^3O^2)$ . — Pour le préparer on emploie un appareil composé d'une cornue tubulée, placée sur un bain de sable, d'une allonge et d'un récipient constamment refroidi par un filet d'eau. On mélange dans la cornue l'alcool et l'acide acétique, on ajoute ensuite de l'acide sulfurique, et on chauffe. On met le liquide distillé dans un flacon et on y ajoute une quantité de carbonate de

soude suffisante pour saturer l'acide acétique libre ; on décante le liquide et on le distille de nouveau. Les quantités employées sont :

Alcool rectifié à 90° . . . . .	100
Acide acétique à 1,063 . . . . .	63
Acide sulfurique à 1,84 . . . . .	18

C'est un liquide incolore, doué d'une odeur agréable, entrant en ébullition à 74°. Sa densité est égale à 0,910.

**Acide acétique.**  $C^2H^4O^2$ . — Se prépare par l'oxydation de l'alcool contenu dans le vin ou dans une liqueur fermentée. La formation du vinaigre est toujours précédée du développement, à la surface du liquide alcoolique, d'une petite plante, le *mycoderma aceti*, connu vulgairement sous le nom de *fleur* ou *mère* de vinaigre.

Dans les laboratoires, on prépare l'acide acétique en traitant l'acétate de soude cristallisé par l'acide sulfurique. L'acétate de soude est d'abord chauffé jusqu'à ce qu'il ait perdu son eau de cristallisation, puis introduit dans un ballon en verre. On ajoute de l'acide sulfurique à 1,84, et on agite. On chauffe doucement le mélange, lorsque la réaction se ralentit. L'acide acétique va se condenser dans un réfrigérant de Liebig et coule dans un récipient. On le purifie ensuite par une distillation sur l'acétate de soude sec et fondu.

A son maximum de concentration, l'acide acétique est, au-dessus de 17°, un liquide incolore, transparent, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Au-dessous de 17°, il cristallise en grandes lames. Il bout à 120°. Sa densité à 0° est égale à 1,03. Son odeur est caractéristique, et sa saveur fortement acide.

TABLE DE OUDEMANY DONNANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'ACIDE ACÉTIQUE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ.

C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> O <sup>2</sup> p. 100.	Densité.		C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> O <sup>2</sup> p. 100.	Densité.		C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> O <sup>2</sup> p. 100.	Densité.	
	15° C.	40° C.		15° C.	40° C.		15° C.	40° C.
1	1,0007	0,9936	35	1,0470	1,0300	68	1,0725	1,0491
2	1,0022	0,9948	36	1,0481	1,0308	69	1,0729	1,0493
3	1,0037	0,9960	37	1,0492	1,0316	70	1,0733	1,0495
4	1,0052	0,9972	38	1,0502	1,0324	71	1,0737	1,0497
5	1,0067	0,9984	39	1,0513	1,0332	72	1,0740	1,0498
6	1,0083	0,9996	40	1,0523	1,0340	73	1,0742	1,0499
7	1,0098	1,0008	41	1,0533	1,0348	74	1,0744	1,0500
8	1,0113	1,0020	42	1,0543	1,0355	75	1,0746	1,0501
9	1,0127	1,0032	43	1,0552	1,0363	76	1,0747	1,0501
10	1,0142	1,0044	44	1,0562	1,0370	77	1,0748	1,0501
11	1,0157	1,0056	45	1,0571	1,0377	78	1,0748	1,0500
12	1,0171	1,0067	46	1,0580	1,0384	79	1,0748	1,0499
13	1,0185	1,0079	47	1,0589	1,0391	80	1,0748	1,0497
14	1,0200	1,0090	48	1,0598	1,0397	81	1,0747	1,0495
15	1,0214	1,0101	49	1,0607	1,0404	82	1,0746	1,0492
16	1,0228	1,0112	50	1,0615	1,0410	83	1,0744	1,0489
17	1,0242	1,0123	51	1,0623	1,0416	84	1,0742	1,0485
18	1,0256	1,0134	52	1,0631	1,0423	85	1,0739	1,0481
19	1,0270	1,0144	53	1,0638	1,0429	86	1,0736	1,0475
20	1,0284	1,0155	54	1,0646	1,0434	87	1,0731	1,0469
21	1,0298	1,0166	55	1,0653	1,0440	88	1,0726	1,0462
22	1,0311	1,0176	56	1,0660	1,0445	89	1,0720	1,0455
23	1,0324	1,0187	57	1,0666	1,0450	90	1,0713	1,0447
24	1,0337	1,0197	58	1,0673	1,0455	91	1,0705	1,0438
25	1,0350	1,0207	59	1,0679	1,0460	92	1,0696	1,0428
26	1,0363	1,0217	60	1,0685	1,0464	93	1,0686	1,0416
27	1,0375	1,0227	61	1,0691	1,0468	94	1,0674	1,0403
28	1,0388	1,0236	62	1,0697	1,0472	95	1,0660	1,0388
29	1,0400	1,0246	63	1,0702	1,0475	96	1,0644	1,0370
30	1,0412	1,0255	64	1,0707	1,0479	97	1,0625	1,0350
31	1,0424	1,0264	65	1,0712	1,0482	98	1,0604	1,0327
32	1,0436	1,0274	66	1,0717	1,0485	99	1,0580	1,0301
33	1,0447	1,0283	67	1,0721	1,0488	100	1,0553	1,0273
34	1,0459	1,0291						

TABLE DE MOHR DONNANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'ACIDE ACÉTIQUE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ.

Densité.	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup> p. 100.	Densité.	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup> p. 100.	Densité.	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup> p. 100.
1,000	0	1,045	34	1,0700	68
1,001	1	1,046	35	1,0700	69
1,002	2	1,037	36	1,0700	70
1,004	3	1,048	37	1,0710	71
1,0055	4	1,049	38	1,0710	72
1,0067	5	1,050	39	1,0720	73
1,008	6	1,0513	40	1,0720	74
1,010	7	1,0515	41	1,0720	75
1,012	8	1,052	42	1,0730	76
1,013	9	1,053	43	1,0732	77
1,015	10	1,054	44	1,0732	78
1,016	11	1,055	45	1,0735	79
1,017	12	1,055	46	1,0735	80
1,018	13	1,056	47	1,0732	81
1,021	14	1,058	48	1,0730	82
1,022	15	1,059	49	1,0730	83
1,023	16	1,060	50	1,0730	84
1,024	17	1,061	51	1,0730	85
1,025	18	1,062	52	1,0730	86
1,026	19	1,063	53	1,0730	87
1,027	20	1,063	54	1,0730	88
1,029	21	1,064	55	1,0730	89
1,031	22	1,064	56	1,0730	90
1,032	23	1,065	57	1,0721	91
1,033	24	1,066	58	1,0716	92
1,034	25	1,066	59	1,0708	93
1,035	26	1,067	60	1,0706	94
1,036	27	1,067	61	1,0700	95
1,038	28	1,067	62	1,0690	96
1,039	29	1,068	63	1,0680	97
1,040	30	1,068	64	1,0670	98
1,041	31	1,068	65	1,0655	99
1,0424	32	1,069	66	1,0635	100
1,044	33	1,069	67		

**Aldéhyde. C<sup>2</sup>H<sup>4</sup>O<sup>4</sup>.** — Pour le préparer, on met dans une cornue tubulée du bichromate de potasse et on fait couler, goutte à goutte, dans le tube à entonnoir engagé dans la tubulure de la cornue, un mélange de 150 gr. d'alcool avec 200 gr. d'acide sulfurique et 300 gr. d'eau. Les vapeurs qui se dégagent passent dans un ballon tubulé, puis dans un serpentín entouré d'eau chauffée à 50°. L'extrémité supérieure du serpentín communique avec un flacon plongé dans un mélange réfrigérant; ce flacon communique avec un autre flacon

contenant de l'éther anhydre saturé d'ammoniaque. L'appareil se termine par un tube ouvert.

L'aldéhyde qui prend naissance dans le ballon se dégage avec des vapeurs d'eau, d'alcool, d'acide nitrique et d'acétal. Les moins volatils de ces corps se condensent dans le récipient, tandis que les vapeurs d'aldéhyde passent à travers le serpentín, dans lequel achèvent de se condenser l'alcool, l'éther acétique, l'eau et l'acétal, et vont se condenser dans le flacon entouré d'un mélange réfrigérant. L'éther ammoniacal, placé dans le flacon suivant, sert à arrêter les dernières traces d'aldéhyde non condensé; il s'y forme un corps cristallisé, l'aldéhydate d'ammoniaque.

Lorsque l'opération est achevée, on mélange le contenu des deux flacons; l'aldéhyde se précipite sous forme d'aldéhydate d'ammoniaque; on sépare ce corps de la liqueur éthérée, on le lave avec de l'éther anhydre et on le fait sécher entre des feuilles de papier. Ces cristaux sont ensuite placés dans une cornue et décomposés avec précaution par de l'acide sulfurique étendu; il se forme du sulfate d'ammoniaque et des vapeurs d'aldéhyde, que l'on condense dans un réfrigérant.

L'aldéhyde est un liquide incolore, doué d'une odeur suffocante et caractéristique; il est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Sa densité est égale à 0,8. Il bout à 21°.

**Acétone, C<sup>3</sup>H<sup>6</sup>O.** — Liquide éthéré, bouillant à 56°,3, dont la densité est égale à 0,814. Se prépare en distillant, dans une cornue, de l'acétate de chaux desséché; à la fin de l'opération, il reste dans la cornue du carbonate de chaux, tandis que l'acétone s'est rassemblée dans le récipient refroidi :



#### Alcools monoatomiques homologues de l'alcool éthylique.

**Alcool méthylique. C<sup>2</sup>H<sup>4</sup>O.** (Esprit de bois). — Se prépare par la distillation du bois en vase clos. Les produits volatils condensés contiennent environ  $\frac{1}{100}$  d'alcool méthylique.

On place le liquide dans une chaudière en tôle que l'on chauffe au moyen d'un serpentín dans lequel circule de la vapeur; il entre bientôt en ébullition, et les produits volatils sont conduits, au moyen d'un tube terminé en pomme d'arrosoir, dans une seconde chaudière qui contient de l'eau, de la chaux et du sulfate de soude; un agitateur à palettes favorise les réactions. Les vapeurs d'acide acétique réagissant sur la chaux, forment de l'acétate de chaux, lequel se transforme en acétate de soude et en sulfate de chaux.

Les vapeurs non acides ne se condensent pas dans la chaudière; elles se rendent dans un serpentín entouré d'eau froide, où elles se

liquefient. Le liquide qui s'écoule du serpentín contient tout l'alcool méthylique ; on le rectifie sur de la chaux vive, et on obtient de l'esprit de bois.

C'est un liquide incolore, doué d'une odeur spiritueuse. Sa densité est égale à 0,814. Il bout à 66°,5.

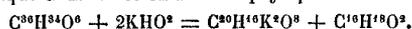
**Alcool amylique**,  $C^{10}H^{16}(H^2O^2)$ . — Cet alcool existe en petites quantités dans les eaux-de-vie de grains et de pommes de terre, auxquelles il communique une odeur désagréable.

On le prépare en agitant l'huile de pomme de terre, que l'on sépare pendant la rectification de ces eaux-de-vie, avec de l'eau ; on décante le liquide surnageant et on le soumet à des distillations fractionnées ; en recueillant les produits qui passent entre 120 et 135°, on obtient l'alcool amylique brut. On le lave, on le sèche sur du bichlorure de calcium, on le fait digérer avec de la potasse, on le rectifie de nouveau et on recueille les produits qui distillent à 132°.

C'est un liquide exhalant une odeur forte et désagréable ; sa consistance est oléagineuse. Il cristallise à  $-20^\circ$  ; sa densité est égale à 0,8184, il bout à 132°. Il est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool et l'éther ; il brûle avec une flamme éclairante et fuligineuse.

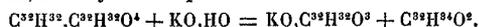
**Alcool caprylique**,  $C^{18}H^{36}(H^2O^2)$ . — Cet alcool a été découvert par M. Bouis en distillant 2 parties d'huile de ricin avec 1 partie de potasse solide. Le produit obtenu est rectifié à deux ou trois reprises sur de la potasse, puis soumis de nouveau à la distillation ; on recueille les produits qui passent entre 178 et 180°.

Il provient de la décomposition de l'acide ricinoléique  $C^{28}H^{54}O^4$ , en acide sébacique  $C^{20}H^{40}O^2$  et en alcool caprylique :



C'est un liquide incolore, exhalant une odeur aromatique, insoluble dans l'eau, mais miscible avec l'alcool et l'éther. Sa densité est égale à 0,823 ; il entre en ébullition à 178°.

**Alcool cétylique**,  $C^{32}H^{64}O^2$ . — Cet alcool a été obtenu par M. Chevreul en 1823 par la saponification du sperma-ceti ou blanc de baleine, au moyen de la potasse :



Il est solide, blanc, gras, cristallisé en belles aiguilles brillantes, fusibles à 49° ; il est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool et l'éther.

**Alcool cérylique**,  $C^{31}H^{62}O^2$ . — Lorsqu'on fait fondre de la cire de Chine avec de la potasse caustique, il se forme une combinaison de potasse avec un acide gras particulier, l'acide cérotique, tandis qu'il se sépare une matière neutre qui est l'alcool cérylique. Purifié, l'alcool cérylique présente l'aspect de la cire et fond à 97°.

**Alcool myricique ou mélissique.**  $C^{60}H^{80}O^8$ . — Cet alcool a été découvert par M. Brodie; il est blanc, solide, nacré, fusible à 85°. On le prépare en traitant la cire des abeilles par de l'alcool bouillant, qui dissout l'acide cérotique, puis on saponifie par la potasse l'éther myricylpalmitique obtenu; il se forme du palmitate de potasse et de l'alcool myricique.

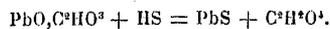
#### Acides de la série grasse.

**Acide formique,  $C^2H^2O^4$ .** — Cet acide qu'on obtenait auparavant par la distillation des fourmis rouges avec de l'eau, se prépare aujourd'hui de différentes manières :

1° On chauffe dans une cornue de verre, à laquelle est adapté une allonge qui se rend dans un ballon tubulé, 10 parties d'amidon, 37 parties de peroxyde de manganèse, 30 parties d'acide sulfurique et 30 parties d'eau. Au commencement de l'opération, on chauffe doucement : de l'acide carbonique se dégage, et la masse subit un boursoufflement considérable, qui quelquefois en fait passer une partie en dehors de la cornue. Lorsque cette première réaction est terminée, on remet dans la cornue le liquide entraîné et on chauffe plus fortement. L'acide formique se dégage et va se condenser dans le récipient; on en obtient 3,35 parties avec les proportions indiquées.

On sature cet acide formique impur, contenant une certaine quantité d'eau, par du carbonate de plomb; on obtient ainsi du formiate de plomb qu'on dissout dans l'eau bouillante, d'où il se précipite par le refroidissement en longues aiguilles prismatiques.

On dessèche le formiate de plomb à 120° et on l'introduit dans un tube droit en verre, qu'on place ensuite sur un fourneau. On fait communiquer ce tube avec un appareil destiné à produire un courant d'hydrogène sulfuré sec. Dans le ballon on met du sulfure d'antimoine et de l'acide chlorhydrique; l'hydrogène sulfuré qui prend naissance passe d'abord dans un flacon laveur, puis dans un tube rempli de chlorure de calcium fondu. L'hydrogène sulfuré sec arrive sur le formiate de plomb contenu dans le tube droit; il se forme du sulfure de plomb qui reste dans le tube, tandis que l'acide formique se dégage et va se condenser dans un tube en U plongé dans de la glace; l'acide liquéfié tombe dans le vase :



2° M. Berthelot a indiqué un nouveau mode de préparation qui consiste à soumettre à l'action d'une douce chaleur un mélange d'acide oxalique et de glycérine : l'acide oxalique en présence de la glycérine se dédouble en acide formique et en acide carbonique :



On introduit dans une cornue de 3 litres de capacité :

4 kilogr. d'acide oxalique ordinaire,  
1 kilogr. de glycérine sirupeuse,  
138 à 200 gr. d'eau,

puis on chauffe doucement.

Il se produit bientôt une vive effervescence, et de l'acide carbonique se dégage. Au bout de 12 à 13 heures environ, l'acide oxalique est entièrement décomposé; la moitié de son carbone s'est dégagé sous forme d'acide carbonique, tandis que l'acide formique reste dissous dans la glycérine. On verse alors dans la cornue un demi-litre d'eau et on distille, en ayant soin de remplacer l'eau au fur et à mesure qu'elle se volatilise; on continue ainsi jusqu'à ce qu'on ait recueilli 6 à 7 litres du liquide distillé; dans ce liquide se trouve tout l'acide formique. On sature l'acide par du carbonate de plomb afin d'obtenir du formiate de plomb, qu'on fait cristalliser et que l'on décompose, comme nous l'avons indiqué plus haut, par un courant d'acide sulfhydrique.

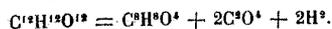
L'acide formique est un liquide incolore, exhalant une odeur piquante, aigrelette, rappelant celle des fourmis; il est très corrosif; sa densité est égale à 1,22. Il cristallise à + 8°,6 il bout à 99°.

**Acide propionique.**  $C^3H^5O^2$ . — Cet acide se prépare en faisant bouillir du nitrile propionique soit avec de la potasse, soit avec de l'acide chlorhydrique concentré.

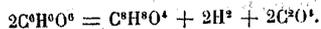
C'est un liquide huileux, doué d'une odeur de choux aigres. Sa densité est égale à 1,016 à 0°; il bout à 141° et cristallise à - 21°. Il est soluble dans l'eau.

**Acide butyrique.**  $C^4H^7O^2$ . — C'est M. Chevreul qui a découvert cet acide dans le beurre, où il existe à l'état d'éther glycérique.

On le prépare en abandonnant pendant l'été une solution de glucose dans laquelle on met de la craie et du vieux fromage. Il prend naissance sous l'influence d'un microbe, le *bacillus amylobacter*, qui, ainsi que l'a constaté M. Van-Tieghem, a la propriété de changer le glucose en acide butyrique :



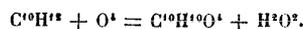
Mais il change avec plus de facilité l'acide lactique du lactate de chaux en acide butyrique. (Pasteur.)



C'est un liquide huileux, incolore, doué d'une odeur fétide.

**Acide valérique.**  $C^5H^9O^2$ . — Cet acide a été découvert par M. Chevreul dans l'huile de marsouin. On peut l'obtenir soit par la

distillation de la valériane avec de l'eau, soit par l'oxydation de l'alcool amylique :



C'est un liquide huileux, incolore, doué d'une odeur désagréable.

**Acide palmitique ou margarique.**  $C^{16}H^{32}O^2$ . — L'acide palmitique a été découvert par M. Chevreul. Il existe dans le blanc de baleine, l'huile de palme, la cire d'abeilles, les graisses d'homme, de jaguar, d'oie, etc., l'huile de dauphin, de morue, etc.

On le prépare en saponifiant l'huile de palme par un alcali, et en décomposant le savon formé par un acide.

C'est un corps solide, cristallisé en paillettes nacrées ; il fond à 62°. Il est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool et l'éther bouillants.

**Acide stéarique.**  $C^{18}H^{36}O^2$ . — L'acide stéarique a été découvert par M. Chevreul en 1811. On le prépare en saponifiant par la soude le suif de mouton, puis en dissolvant le savon dans une grande quantité d'eau chaude ; par le refroidissement, il se précipite du stéarate et du palmitate de soude qu'on dissout dans l'alcool bouillant. Le stéarate se dépose par le refroidissement, on le recueille et on le décompose par un acide.

L'acide stéarique se présente sous forme de cristaux brillants et nacrés ; il fond à 70°. Il est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool bouillant.

Il est employé pour la fabrication des bougies.

#### Alcools non saturés.

**Alcool allylique.**  $C^3H^5O$ . — On le prépare en chauffant 4 parties de glycérine avec 1 partie d'acide oxalique ; le dégagement d'acide carbonique, vif au commencement de l'opération, se ralentit peu à peu, pour recommencer ensuite vers 190°. On recueille à ce moment l'alcool allylique, et on continue la distillation jusqu'à 260° ; on rectifie ensuite le produit obtenu, on le dessèche sur du carbonate de potasse, puis sur de la potasse solide et on rectifie de nouveau.

L'acide allylique est un liquide incolore, dont l'odeur rappelle celle de l'ail : il bout à 96°.

**Alcools camphéniques.**  $C^{2n}H^{2n-2}O$ . — On connaît deux alcools de cette série, l'alcool propargylique  $C^3H^4O$ , et le bornéol  $C^{10}H^{18}O$ .

L'alcool propargylique a été découvert par M. L. Henry ; il se prépare en faisant réagir de la potasse aqueuse sur de l'alcool allylique monobromé.

C'est un liquide incolore et mobile, doué d'une odeur agréable et d'une saveur très brûlante.

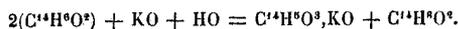
Le bornéol se trouve à Sumatra et à Bornéo dans les cavités des troncs du *dryobalanops camphora* ; il existe également dans l'essence de valériane, dans l'alcool de garance, dans le succin. On peut l'obtenir artificiellement à l'aide du camphre ordinaire.

Le bornéol se présente en petits cristaux incolores, transparents, friables, d'une odeur rappelant à la fois celle du camphre et du poivre ; sa saveur est chaude et brûlante. Il est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique.

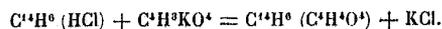
#### Alcools de la série $C^{2n}H^{2n-6}O^2$

**Alcool benzylique.**  $C^8H^8O^2$ . — Cet alcool a été découvert par M. Cannizaro.

On peut l'obtenir en faisant réagir une solution alcoolique de potasse sur l'essence d'amandes amères. Cette substance, en fixant les éléments de l'eau, se sépare en alcool benzylique et en acide benzoïque :



On peut encore le préparer au moyen du toluène et de l'éther benzychlorhydrique. L'éther benzychlorhydrique chauffé avec une solution alcoolique d'acétate de potasse, produit du chlorure de potassium et un éther benzylacétique :



L'éther benzylacétique traité par la potasse donne de l'acétate de potasse et de l'alcool benzylique :

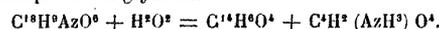


L'alcool benzylique est oléagineux, incolore, plus dense que l'eau, très réfringent. Il bout à 207°.

**Acide benzoïque.**  $C^8H^8O^4$ . — Pour le préparer, on place le benjoin concassé dans un vase de terre, dont on ferme l'ouverture au moyen d'une feuille de papier à filtre que l'on colle sur les bords du vase, puis on recouvre celui-ci d'un cône de carton. On chauffe alors lentement pendant quelques heures ; l'acide benzoïque se dépouille en partie des matières empyreumatiques par son passage à travers les pores du papier à filtre et vient cristalliser sur les parois intérieures du cône de carton.

On l'obtient plus abondamment en formant une pâte liquide de benjoin et de carbonate de soude dissous, que l'on chauffe doucement pendant quelques heures. On reprend ensuite par l'eau afin de dissoudre le benzoate de soude qui s'est formé et l'on traite la liqueur par l'acide sulfurique. L'acide benzoïque se précipite mêlé à des résines ; on le redissout dans l'alcool et on le fait cristalliser.

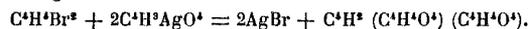
Dans l'industrie, on prépare l'acide benzoïque en faisant bouillir l'urine concentrée des herbivores avec de l'acide chlorhydrique. Dans cette urine existe de l'acide hippurique  $C^8H^8AzO^6$ , qui, après avoir subi le traitement précédent, se dédouble, au contact de l'eau, en acide benzoïque et en glycocole :



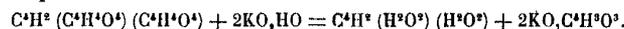
L'acide benzoïque se présente sous la forme d'aiguilles hexagonales minces ou en lamelles brillantes. Pur, il est inodore, chauffé ; il acquiert une odeur piquante ; il fond à  $121^\circ$  et bout à  $249^\circ$  ; ses vapeurs provoquent la toux. Il est peu soluble dans l'eau froide, mais il se dissout dans l'alcool et l'éther.

#### Alcools diatomiques.

**Glycol ou Éthylglycol.**  $C^4H^8O^4$ . — Wurtz a découvert le glycol en faisant agir la liqueur des Hollandais bromée,  $C^2H^4Br^2$ , sur l'acétate d'argent :



On obtient ainsi du bromure d'argent et un éther composé, que l'on saponifie par de la potasse ; il se forme du glycol et de l'acétate de potasse :



Le procédé le plus rapide pour préparer le glycol est celui qui a été indiqué par MM. Hufner et Zeller ; il consiste à traiter le bromure d'éthylène par le carbonate de potasse. On met dans un ballon, et on maintient à l'ébullition jusqu'à ce que le bromure ait disparu, 188 gr. de bromure d'éthylène, 438 gr. de carbonate de potasse et 1.000 gr. d'eau. On concentre ensuite la solution et on précipite le bromure de potassium par l'alcool absolu ; on filtre la liqueur et on la soumet à la distillation fractionnée ; il passe d'abord de l'alcool, puis de l'eau, et enfin du glycol lorsque la température a dépassé  $150^\circ$ . On le recueille et on le rectifie.

Pur, le glycol est un liquide incolore, inodore, légèrement visqueux, d'une saveur sucrée. Sa densité à  $0^\circ$  est égale à 1,125. Il bout à  $197^\circ$  et distille sans altération. Il est soluble dans l'eau et l'alcool, et à peine soluble dans l'éther, qui n'en retient que des traces. Il dissout la potasse, le chlorure de sodium, le chlorure de calcium et le bichlorure de mercure.

#### Alcools triatomiques.

**Glycérine.**  $C^3H^8O^4$ . — La glycérine se rencontre à l'état de liberté dans certains corps d'origine végétale (huile de palme) et se forme constamment dans la fermentation des liquides sucrés, ce qui explique sa présence dans tous les vins. (Pasteur.)

Scheele la préparait en chauffant de l'axonge avec de l'oxyde de plomb et de l'eau ; il obtenait ainsi un savon à base de plomb et un liquide contenant la glycérine avec un peu d'oxyde de plomb ; en précipitant ce dernier corps par l'hydrogène sulfuré, filtrant et évaporant la liqueur, il avait la glycérine.

Dans les laboratoires, on prépare la glycérine de la façon suivante. On prend :

Litharge pulvérisée . . . . .	2
Axonge . . . . .	2
Huile d'olive . . . . .	2
Eau . . . . .	4

On met dans une grande bassine de cuivre l'axonge, l'huile d'olive et l'eau, puis on chauffe pour liquéfier ; on ajoute alors la litharge en la faisant passer à travers un tamis et on remue avec une grande spatule de bois pour obtenir un mélange exact. On maintient en ébullition, en agitant continuellement jusqu'à ce que l'oxyde de plomb ait tout à fait disparu et que la masse ait acquis une couleur blanche uniforme et une consistance solide. On laisse alors refroidir jusqu'à ce que la masse soit maniable. On obtient ainsi l'emplâtre simple que l'on malaxe pour en séparer l'eau.

C'est dans cette eau que se trouve la glycérine.

Lorsqu'on ne se préoccupe pas d'obtenir l'emplâtre simple et que l'on désire seulement recueillir la glycérine, on doit ajouter de l'eau à mesure qu'elle s'évapore.

Le sel de plomb ou emplâtre étant insoluble et très dur se sépare aisément de l'eau ; celle-ci tient en dissolution de la glycérine mêlée à une petite quantité d'oxyde de plomb ; on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré dans la liqueur, le plomb se précipite à l'état de sulfure, on filtre et on concentre la liqueur filtrée, d'abord à feu nu, ensuite au bain-marie.

La glycérine est un liquide neutre sirupeux, incolore, inodore et de saveur sucrée. Exposée à l'air, elle en attire l'humidité ; sa densité à 15° est de 1,260 ; elle cristallise quelquefois, dans des conditions non encore déterminées, en petites aiguilles blanches. Elle se dissout dans l'eau par l'agitation, elle se mêle en toutes proportions à l'alcool, mais est peu soluble dans l'éther. Elle distille vers 280°, en se décomposant partiellement ; sa vapeur brûle à l'air avec une flamme claire.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE GLYCÉRINE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ (LENZ).

Glycérine anhydre p. 100.	Densité à 12-14° C.	Glycérine anhydre p. 100.	Densité à 12-14° C.	Glycérine anhydre p. 100.	Densité à 12-14° C.	Glycérine anhydre p. 100.	Densité à 12-14° C.
100	1,2691	75	1,2016	50	1,1320	25	1,0635
99	1,2664	74	1,1999	49	1,1293	24	1,0608
98	1,2637	73	1,1973	48	1,1265	23	1,0580
97	1,2610	72	1,1945	47	1,1238	22	1,0553
96	1,2584	71	1,1918	46	1,1210	21	1,0525
95	1,2557	70	1,1889	45	1,1183	20	1,0498
94	1,2531	69	1,1858	44	1,1155	19	1,0471
93	1,2504	68	1,1826	43	1,1127	18	1,0446
92	1,2478	67	1,1795	42	1,1100	17	1,0422
91	1,2451	66	1,1764	41	1,1072	16	1,0398
90	1,2425	65	1,1733	40	1,1045	15	1,0374
89	1,2398	64	1,1702	39	1,1017	14	1,0349
88	1,2372	63	1,1671	38	1,0989	13	1,0322
87	1,2345	62	1,1640	37	1,0962	12	1,0297
86	1,2318	61	1,1610	36	1,0934	11	1,0271
85	1,2292	60	1,1582	35	1,0907	10	1,0245
84	1,2265	59	1,1556	34	1,0880	9	1,0221
83	1,2238	58	1,1530	33	1,0852	8	1,0196
82	1,2212	57	1,1503	32	1,0825	7	1,0172
81	1,2185	56	1,1480	31	1,0798	6	1,0147
80	1,2159	55	1,1455	30	1,0771	5	1,0123
79	1,2132	54	1,1430	29	1,0744	4	1,0098
78	1,2106	53	1,1403	28	1,0716	3	1,0074
77	1,2079	52	1,1375	27	1,0689	2	1,0049
76	1,2042	51	1,1348	26	1,0663	1	1,0025

**Stéarines.** — L'acide stéarique forme avec la glycérine trois combinaisons neutres, ainsi qu'il résulte des expériences de M. Berthelot sur la synthèse des corps gras.

La *monostéarine*  $C^{18}H^{36}(H^2O^2)(H^2O^2)(H^2O^2)(C^{18}H^{36}O^4)$ , est une substance neutre, blanche, soluble dans l'éther bouillant, cristallisant en petites aiguilles réfringentes, qu'on prépare en chauffant pendant 36 heures, dans un tube fermé à la lampe, parties égales de glycérine et d'acide stéarique. On sépare, après l'opération, la couche solide qui surnage l'excès de glycérine.

La *distéarine*,  $C^{18}H^{36}(H^2O^2)(H^2O^2)(C^{18}H^{36}O^4)(C^{18}H^{36}O^4)$ , est un corps blanc, cristallisé en aiguilles microscopiques, qu'on obtient en chauffant la monostéarine avec la glycérine.

La *tristéarine*,  $C^{18}H^{36}(C^{18}H^{36}O^4)(C^{18}H^{36}O^4)(C^{18}H^{36}O^4)$ , ou stéarine naturelle, a été obtenue en chauffant à 270° pendant 3 heures dans un

tube scellé, la monostéarine avec 15 à 20 fois son poids d'acide stéarique. Elle existe dans la plupart des corps gras et est abondante dans le suif de mouton. On l'extrait en fondant celui-ci dans une capsule, filtrant à travers un linge, et mélangeant avec son volume d'éther; on chauffe alors au bain-marie, le suif se dissout. On soumet la masse obtenue par le refroidissement à la pression; on dissout ensuite et on fait cristalliser à plusieurs reprises jusqu'à ce que le point de fusion du produit obtenu ne varie plus.

La tristéarine fond à 71° et se solidifie à 33°; elle est peu soluble dans l'alcool et dans l'éther à froid, mais se dissout facilement dans l'éther bouillant.

Elle se dédouble sous l'influence des alcalis en glycérine et en acide stéarique.

**Margarines ou palmitines.** — L'acide margarique forme avec la glycérine, trois composés neutres correspondant aux stéarines; ce sont :

la monomargarine  $C^9H^2 (H^2O^2) (H^2O^2) (C^{17}H^{32}O^4)$ ,  
 la dimargarine  $C^9H^2 (H^2O^2) (C^{15}H^{28}O^4) (C^{17}H^{32}O^4)$ ,  
 la trimargarine  $C^9H^2 (C^{13}H^{24}O^4) (C^{15}H^{28}O^4) (C^{17}H^{32}O^4)$ .

La margarine naturelle ou trimargarine se trouve dans la plupart des graisses et des huiles. Pour l'extraire, on comprime l'huile de palme ou l'huile d'olive refroidies, on épuise le résidu par l'alcool bouillant, on dissout et on fait cristalliser à plusieurs reprises dans l'éther la partie non dissoute par l'alcool.

**Oléines.** — L'acide oléique forme avec la glycérine trois combinaisons qui sont :

la monoléine  $C^8H^2 (H^2O^2) (H^2O^2) (C^{18}H^{34}O^4)$ ,  
 la dioléine  $C^8H^2 (H^2O^2) (C^{16}H^{30}O^4) (C^{18}H^{34}O^4)$ ,  
 la trioléine  $C^8H^2 (C^{14}H^{26}O^4) (C^{16}H^{30}O^4) (C^{18}H^{34}O^4)$ .

La trioléine ou oléine naturelle se rencontre dans presque tous les corps gras; pour le préparer, il suffit de refroidir de l'huile d'olive à 0°, et de séparer la partie liquide qui est l'oléine, de la partie solide ou margarine.

On soumet l'oléine ainsi obtenue à un nouveau refroidissement et on en sépare les parties qui se solidifient.

Elle est peu soluble dans l'alcool, mais très soluble dans l'éther. Exposée à l'air, elle devient acide et prend une odeur rance.

L'acide hyponitrique change l'oléine en un produit isomère, l'élaïdine, substance cristalline fusible à 32°.

La margarine fond à 61° et se solidifie à 46°.

M. Berthelot a réalisé la synthèse des margarines par les mêmes procédés que ceux qu'il a employés pour reproduire les stéarines.

**Acide lactique.**  $C^3H^4(H^2O^2)O^4$ . — L'acide lactique a été découvert par Scheele, en 1780, qui a reconnu son existence dans le petit-lait, dans le jus-aigre de betteraves et de la choucroute.

Il provient, ainsi que l'a démontré M. Pasteur, de la fermentation du sucre, sous l'influence d'un ferment organisé particulier.

On le prépare en mélangeant 10 parties de sucre avec 100 parties d'eau, 1 partie de fromage blanc et 10 parties de craie en poudre; on abandonne le tout à une température de 30 à 35°, en agitant souvent. Il se produit, sous l'influence du ferment lactique, du lactate de chaux: on exprime la masse et on fait cristalliser ce sel, que l'on purifie ensuite par plusieurs cristallisations. Le lactate de chaux est décomposé par l'acide sulfurique étendu; l'acide lactique est mis en liberté.

C'est un liquide incolore, de consistance sirupeuse, très acide, soluble dans l'alcool et dans l'eau. Il présente dans ses réactions le double caractère d'alcool et d'acide, comme l'acide glycolique.

Il se change, sous l'influence de la chaleur, d'abord en acide lactique anhydre,  $C^3H^4O^3$ , et ensuite en lactide,  $C^6H^8O^4$ .

#### [Acides correspondant aux alcools diatomiques.]

**Acide oxalique.**  $C^2H^2O^4 + 2H^2O^2$ . — L'acide oxalique se rencontre à l'état d'oxalate de potasse dans les tiges de la surelle et de l'oseille, à l'état d'oxalate de soude dans les plantes marines, et à l'état d'oxalate de chaux dans certains lichens et dans quelques calculs urinaires.

On a retiré pendant longtemps l'acide oxalique de certains végétaux: on exprimait les plantes, on clarifiait le jus et on le précipitait soit par le chlorure de calcium, soit par l'acétate de plomb. On décomposait ensuite les oxalates par l'acide sulfurique.

On l'a préparé aussi en oxydant le sucre (cassonade ou mélasse) par l'acide nitrique. La réaction se fait dans les cuiviers en bois doublés de plomb ou dans des vases en grès chauffés au bain-marie. Mais aujourd'hui, on obtient l'acide oxalique, dans l'industrie, en se basant sur les réactions, indiquées par Vauquelin et par Gay-Lussac, qui consistent à traiter par une solution alcaline la cellulose, la dextrine, l'amidon, etc. On emploie généralement la sciure de bois, dont on fait une pâte en la mélangeant avec une lessive alcaline caustique, marquant 37 ou 38° Baumé, composé de 1 équivalent de potasse et de 2 équivalents de soude. Cette pâte est chauffée dans un vaste cylindre tournant autour de son axe et dans lequel se meut, en sens inverse, une vis d'Archimède; la pâte, prise à la partie inférieure de l'appareil par cette vis, traverse tout l'appareil et sort, à l'extrémité opposée, sous la forme d'une masse poreuse composée en grande partie d'oxalate de soude, que l'on traite par l'eau à 16°. Les alcalis carbonatés ou caustiques se dissolvent, tandis que l'oxalate de soude reste à l'état insoluble. Celui-ci est transformé en oxalate de chaux,

que l'on décompose par l'acide sulfurique qui s'empare de la chaux et met l'acide oxalique en liberté. La liqueur claire est abandonnée à la cristallisation.

L'acide oxalique se présente sous forme de prismes obliques à base rectangle ; ces cristaux renferment 4 équivalents d'eau de cristallisation, qu'on peut leur faire perdre en les chauffant à 100° ; sa densité est égale à 1,64 ; il est soluble dans l'eau et dans l'alcool ; sa saveur est aigre et piquante.

**Acide succinique.**  $C^4H^4O^4$ . — Cet acide, que l'on peut obtenir par la distillation sèche du succin, existe dans la térébenthine, l'absinthe, la laitue vireuse, dans quelques lignites et les bois fossiles.

En soumettant l'ambre à la distillation sèche, on obtient un liquide aqueux et un sublimé cristallin imprégné d'une huile. On dissout à chaud la masse sublimée dans le liquide, on sépare autant que possible l'huile, et on évapore à cristallisation. On obtient ainsi de l'acide succinique impur, que l'on purifie par le chlore gazeux ou par l'acide nitrique chaud, et que l'on fait ensuite cristalliser dans l'eau pure.

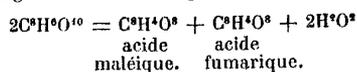
Mais il est préférable de mêler 1 kil. de malate de chaux brut, 3 kil. d'eau et 80 gr. de fromage pourri, ou bien 1 kil. de malate de chaux, 6 kil. d'eau et 250 cent. cubes de levure de bière. On abandonne le mélange pendant quelques jours à la température de 30 à 40°. On reprend le produit par de l'acide sulfurique étendu, on fait bouillir et on filtre ; la liqueur concentrée laisse déposer des cristaux d'acide succinique.

L'acide succinique cristallise sous forme de prismes rhomboïdaux ; il est incolore et inaltérable à l'air ; il possède une saveur acide. Il est soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool et peu soluble dans l'éther. Sa densité est égale à 1,552. Il fond à 180° et bout à 235°, en se décomposant en eau et anhydride succinique,  $C^4H^4O^4$ .

**Acide malique.**  $C^4H^4(H^2O^2)(O^4)(O^4)$  ou  $C^4H^4O^8$ . — Cet acide, découvert par Scheele en 1785, se trouve en abondance dans le règne végétal ; il est contenu dans les différentes parties des plantes soit à l'état libre, soit en combinaison avec la potasse, la chaux, la magnésie, ou une base organique. Il existe dans les pommes vertes, dans les baies de l'épine-vinette, du sorbier, du sureau, dans les groseilles à maquereau, les cerises, etc., etc.

On le prépare avec le jus des baies de sorbier ; on fait bouillir pour coaguler l'albumine et on filtre. On ajoute à la liqueur filtrée de l'acétate de plomb ; il se dépose des aiguilles blanches de malate de plomb, qu'on recueille, qu'on lave légèrement et qu'on délaye dans l'eau. On traite par l'hydrogène sulfuré, on filtre, on évapore au bain-marie et on abandonne à la cristallisation.

L'acide malique est déliquescent. Il fond à 100° ; à 120°, il perd de l'eau et se change en acide fumarique et acide maléique :



**Acide tartrique.**  $\text{C}^4\text{H}^6\text{O}^8 = \text{C}^4\text{H}^2(\text{H}^2\text{O}^2)(\text{H}^2\text{O}^2)(\text{O}^2)(\text{O}^2)$ . — L'acide tartrique est très répandu dans le règne végétal soit libre, soit combiné avec la potasse ou la soude ; on le rencontre dans le suc de la vigne, dans les tamarins, les baies du sorbier avant leur maturité, l'oseille, les cornichons, les mûres, les pommes de terre, etc., etc.

L'acide tartrique se prépare au moyen du tartrate acide de potasse, que l'on dissout dans l'eau bouillante ; on ajoute à la solution de la craie en poudre jusqu'à ce qu'il ne se produise plus d'effervescence et que la liqueur soit neutre ; il se forme du tartrate de chaux insoluble qui se dépose, tandis qu'il reste dans la liqueur du tartrate neutre de potasse. On décante la liqueur et on décompose le tartrate de chaux par l'acide sulfurique ; on obtient un précipité de sulfate de chaux et une solution d'acide tartrique.

La liqueur décantée, contenant le tartrate neutre de potasse, est mêlée avec une quantité suffisante de chlorure de calcium, ce qui donne du chlorure de potassium soluble et du tartrate de chaux insoluble ; on décompose ce dernier sel comme précédemment.

Les solutions d'acide tartrique sont évaporées dans des vases de plomb, et, lorsqu'elles marquent de 38 à 40°, on les met à cristalliser. L'acide tartrique ainsi obtenu, est purifié par de nouvelles cristallisations.

L'acide tartrique se présente sous forme de prismes obliques à base rhombe, présentant des facettes hémédriques dissymétriques. Il est soluble dans l'eau ; sa saveur est acide et agréable.

Il fond à 170°, perd ensuite de l'eau et se change en acide tartrique anhydre ; enfin à une température plus élevée, il se décompose en acide pyruvique et acide pyrotartrique, en abandonnant de l'eau et de l'acide carbonique :

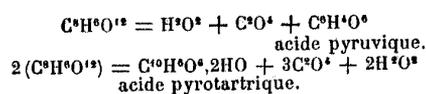
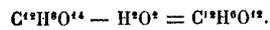


TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS D'ACIDE TARTRIQUE,  
D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 15°.

Densité.	Acide tartrique p. 100.						
1,0045	1	1,0761	16	1,1560	31	1,2377	45
1,0090	2	1,0813	17	1,1615	32	1,2441	46
1,0136	3	1,0865	18	1,1670	33	1,2504	47
1,0179	4	1,0917	19	1,1726	34	1,2568	48
1,0224	5	1,0969	20	1,1781	35	1,2632	49
1,0273	6	1,1029	21	1,1840	36	1,2696	50
1,0322	7	1,1072	22	1,1900	37	1,2762	51
1,0371	8	1,1124	23	1,1959	38	1,2828	52
1,0420	9	1,1175	24	1,2019	39	1,2894	53
1,0469	10	1,1227	25	1,2078	40	1,2961	54
1,0517	11	1,1282	26	1,2138	41	1,3027	55
1,0565	12	1,1338	27	1,2198	42	1,3093	56
1,0613	13	1,1393	28	1,2259	43	1,3159	57
1,0661	14	1,1449	29	1,2317	44	1,3220	57,9
1,0709	15	1,1505	30	•			

**Acide citrique.**  $C^3H^5O^4$ . — On comprime des citrons, après en avoir enlevé les semences et l'écorce, puis on abandonne le jus pendant quelque temps ; un commencement de fermentation a lieu, pendant lequel le mucilage se dépose ; on décante le jus clair et on filtre. On ajoute alors à la liqueur filtrée de la craie et de la chaux, on obtient ainsi du citrate tricalcique presque insoluble dans l'eau bouillante, on le lave et on le décompose par l'acide sulfurique. On concentre la liqueur filtrée, et, par le refroidissement, il se dépose des cristaux d'acide citrique.

L'acide citrique cristallise en prismes droits à base rhombe, contenant 2 équivalents d'eau, que l'on peut expulser en les chauffant à 100°. Il est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Il fond dans son eau de cristallisation entre 100 et 130° ; vers 175°, il perd d'abord de l'eau et se change en acide aconitique :



Si on élève encore la température, il perd de l'acide carbonique et se transforme en deux acides isomères, l'acide citraconique et l'acide itaconique.

**Acide muclique.**  $C^3H^5O^6$ . — On le prépare en chauffant 1 partie de sucre de lait avec 2 parties d'acide azotique d'une densité de 1,42 ; on laisse ensuite refroidir pendant quelque temps, puis, à la fin, on chauffe modérément.

On abandonne la liqueur, et l'acide mucique se dépose par le refroidissement.

Cet acide se présente sous la forme d'une poudre blanche cristalline opaque, soluble dans l'eau bouillante. Lorsqu'on le fait bouillir pendant quelque temps avec de l'eau, il éprouve une modification isomérique et se change en acide paramucique, plus soluble et plus énergique que l'acide mucique.

**Acide méconique.**  $C^7H^4O^4$ . — On le prépare en épuisant l'opium par l'eau à  $38^\circ$  ; on sature la solution par du marbre en poudre ; on filtre et on évapore à consistance sirupeuse. On ajoute alors du chlorure de calcium et on fait bouillir quelque temps ; on obtient du méconate de chaux qui se précipite. On lave celui-ci, puis on le décompose par l'acide sulfurique étendu, on chauffe modérément et on abandonne au repos ; l'acide méconique se dépose en cristaux.

Il cristallise en petites paillettes ou en aiguilles formées par des prismes droits rhomboïdaux, en retenant  $3H^2O$  ; mais il perd cette eau de cristallisation lorsqu'on le chauffe à  $100^\circ$ . Il est soluble dans l'alcool et peu soluble dans l'éther.

**Acide quinique.**  $C^7H^8O^8$ . — Il existe à l'état naturel dans les quinquinas, le vaccinier myrtille, les grains de café et dans quelques autres végétaux.

On le prépare au moyen d'une décoction aqueuse d'écorces de quinquina, dont on précipite d'abord les alcaloïdes par la chaux ; on filtre, on évapore la liqueur : le quinate de chaux se dépose. On le recueille, on le lave à l'alcool et on le fait recristalliser. On le dissout de nouveau, puis on ajoute à la liqueur de l'acétate de plomb ; on recueille le quinate de plomb qui se forme et on le décompose par l'hydrogène sulfuré. On filtre, on évapore la liqueur, on laisse refroidir ; l'acide quinique se dépose sous forme de prismes rhomboïdaux obliques contenant 2 équivalents d'eau de cristallisation.

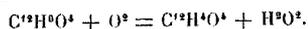
Sa solution devie à gauche le plan de polarisation. Il est soluble dans l'eau bouillante et peu soluble dans l'alcool et surtout dans l'éther. Il fond à  $150^\circ$  ; à  $161^\circ$ , il perd de l'eau, et vers  $200^\circ$ , il se change en anhydride.

**Quinone.**  $C^6H^4O^2$ . — On la prépare en traitant 1 partie d'acide quinique par 8 parties de bioxyde de manganèse, 2 parties d'acide sulfurique et 1 partie d'eau. On chauffe modérément, et la quinone passe avec d'autres produits ; on condense les vapeurs qui se dégagent, puis on fait cristalliser.

Elle se présente en longues aiguilles jaune d'or, se sublimant même à la température ordinaire, fusibles à  $116^\circ$ . Elle possède une odeur rappelant celle de l'iode.

**Hydroquinone.**  $C^6H^6O^4$ . — On la prépare par la distillation sèche de l'acide quinique, ou en traitant la quinone par les agents réducteurs. On sature une solution aqueuse de quinone par l'acide iodhydrique, on filtre, on évapore, on laisse reposer, et on obtient des prismes droits à base rhombe d'hydroquinone. On peut également la préparer en oxydant l'aniline par l'acide chromique.

Elle est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther ; elle se sublime facilement par la chaleur. Traitée par les agents oxydants, elle se change en quinone :



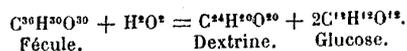
### GLUCOSES.

**Glucoses.** — Les glucoses sont des principes sucrés capables de fermenter au contact de la levure de bière ; elles sont rapidement détruites par les alcalis et réduisent la tartrate cupro-potassique. Desséchées à  $100^{\circ}$ , elles sont isomères et répondent à la formule  $C^6H^{12}O^{12}$ . Elles jouent, en général, le rôle d'alcools polyatomiques, ainsi que l'a établi M. Berthelot ; leur étude doit donc suivre immédiatement celle des alcools.

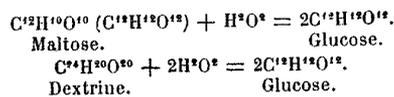
**Glucose ordinaire ou sucre de raisin.**  $C^6H^{12}O^{12}$ . — La glucose a été découverte dans le sucre de raisin par Lowitz en 1792. On la rencontre dans un grand nombre de fruits ; elle forme des efflorescences à la surface des raisins secs, des pruneaux, etc. ; on la trouve aussi dans le miel et dans l'urine des diabétiques.

On prépare la glucose en faisant réagir l'acide sulfurique étendu sur la fécule. On fait bouillir un mélange de 2 parties d'acide sulfurique avec 150 fois son poids d'eau et on y verse peu à peu 50 parties de fécule délayées dans 50 parties d'eau tiède. Quand la réaction est achevée, ce qu'on reconnaît à ce que de l'alcool versé dans une petite quantité de la liqueur ne forme plus de précipité, mais seulement un léger trouble, indice que la dextrine n'existe plus, on sature par le carbonate de chaux ou par le carbonate de baryte, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus d'effervescence par une nouvelle addition de l'un de ces corps et que la teinture de tournesol ne soit plus rougie ; on laisse reposer : le sulfate de chaux ou de baryte se dépose ; on décante la liqueur claire, on la filtre sur du noir animal en grains, et on l'évapore ensuite jusqu'à ce qu'elle marque de 40 à 41° Baumé. Pendant l'évaporation, il se dépose encore du sulfate de chaux ou de baryte, qu'il faut avoir soin de séparer de la liqueur. La glucose se dépose par le refroidissement en une masse granuleuse. Si on veut l'obtenir à l'état de pureté, il faut la dissoudre dans l'alcool et la faire cristalliser de nouveau.

Dans cette opération, l'acide sulfurique étendu réagit sur la fécule et la change en maltose  $C^{12}H^{22}O^{11}$ , en diverses dextrines et en glucose :



La maltose et les dextrines se transforment ensuite en glucose :



A la fin de l'opération, la fécule a donc été transformée entièrement en glucose.

Les proportions employées dans l'industrie sont les suivantes :

100 kilog. de fécule,  
2 kilog. d'acide sulfurique anglais à 60° Baumé,  
300 à 400 litres d'eau.

Pour la saturation, on emploie 2 k. de marbre.

La glucose peut encore se préparer en traitant la cellulose (coton, lin, chanvre, chiffons), par l'acide sulfurique. On abandonne le liquide à lui-même pendant vingt-quatre heures, puis on le verse dans une grande quantité d'eau et on fait bouillir pendant quelques heures. On sature ensuite par la craie, on décante la liqueur claire et on l'évapore.

On peut aussi extraire la glucose contenue dans le suc des raisins, en commençant par saturer, au moyen de la craie, les acides qu'il renferme; on ajoute ensuite un blanc d'œuf qui, en se coagulant, entraîne les matières tenues en suspension, on écume et on évapore la liqueur; la glucose se précipite par le refroidissement.

La glucose se trouve sous forme de cristaux mamelonnés, généralement opaques et mal définis, ou sous forme de sirops très épais. Elle est inodore, sa saveur est faiblement sucrée. Les cristaux renferment deux équivalents d'eau de cristallisation et ont, par conséquent, pour formule  $C^6H^{12}O^6 + 2H_2O$ ; leur densité est égale à 1,55.

La glucose est soluble dans l'eau, qu'elle sucre deux fois et demie moins que le sucre ordinaire; sa solution dévie à droite le plan de polarisation (+ 57°,6), aussi est-elle souvent appelée dextrose.

Les cristaux de glucose fondent vers 70 ou 80° et perdent leur eau de cristallisation; vers 170°, elle perd les éléments de l'eau et se change en glucosane  $C^6H^{10}O^5$ ; enfin, à 200°, elle perd encore les éléments de l'eau et se change en caramel  $C^6H^8O^4$ .

**Lévilose.**  $C^6H^{12}O^6$ . — La lévilose existe dans les raisins, les cerises, les groseilles, les fraises, etc., et, en général, dans les fruits

acides et sucrés, où elle se trouve associée, à poids égaux, avec la glucose. Elle forme la partie incristallisable du miel.

M. Bouchardat a découvert qu'elle prend naissance par l'action de l'eau ou des acides sur l'inuline.

M. Dubrunfaut la prépare en mélangeant intimement 10 gr. de sucre interverti, 6 gr. d'hydrate de chaux et 100 gr. d'eau. La masse primitivement liquide devient pâteuse par l'agitation. Elle renferme du glucosate de chaux liquide et du lévulosate solide; on l'exprime fortement dans une toile, afin d'en séparer le glucosate, et on traite le lévulosate par une solution d'acide oxalique. La lévulose reste en dissolution et se dépose à l'état de sirop par l'évaporation.

La lévulose est déliquescente, très soluble dans l'eau et l'alcool aqueux, mais insoluble dans l'alcool absolu. Elle dévie à gauche le plan de polarisation, ce qui lui a valu son nom; ( $\alpha$ ) =  $-106^\circ$ .

**Sucre interverti.** — Le sucre interverti n'est qu'un mélange à poids égaux de glucose et de lévulose. Son pouvoir rotatoire est de  $-27^\circ$ . On l'obtient soit par une ébullition prolongée d'une dissolution de sucre ordinaire, soit par l'action des acides énergiques ou des ferments. Il fermente directement au contact de la levûre de bière. Il réduit la liqueur de Fehling.

**Saccharoses.** — Les saccharoses, groupe constitué par M. Berthelot, sont des sucres qui ne fermentent qu'après s'être convertis en glucose, en s'assimilant les éléments de l'eau; ils ne sont pas altérés par les alcalis en dissolution et ne réduisent pas la liqueur de Fehling. Desséchés à  $130^\circ$ , ils sont isomères et répondent à la formule  $C^{12}H^{22}O^{11}$ . Ils doivent être regardés comme des éthers mixtes, formés par l'association de deux glucoses isomériques ou identiques.

Le type de ce groupe est le sucre de canne ou de betterave, lequel est scindable en glucose et lévulose, dont le mélange à poids égaux constitue le sucre interverti.

**Sucre ordinaire  $C^{12}H^{22}O^{11}$ .** — Le sucre se rencontre dans un grand nombre de végétaux; il existe dans la canne à sucre, dans le sève de l'érable, du palmier, dans le maïs, la carotte, les citrouilles, les racines de betterave, le sorgho, le palmier axa, etc.

On extrait le sucre surtout de la canne à sucre et des betteraves.

La fabrication du sucre de betterave comprend les opérations suivantes :

- 1° Lavage et mondage des betteraves;
- 2° Extraction du jus des betteraves;
- 3° Défécation du jus et carbonatation;
- 4° Filtration du jus sur le noir animal;
- 5° Évaporation du jus et filtration du sirop sur le noir animal;
- 6° Cuite à cristallisation du sirop filtré;
- 7° Séparation du sucre et du sirop.

Le raffinage du sucre comprend :

- 1° La clarification;
- 2° La filtration;
- 3° La cuite;
- 4° L'emplissage des formes;
- 5° Le clairçage;
- 6° La sucette;
- 7° L'étuvage.

Le sucre est un corps solide, blanc, inodore, cristallisant en prismes rhomboidaux obliques portant souvent des facettes hémihédriques; il est phosphorescent dans l'obscurité. Sa densité, d'après Joule et Playfair, est de 1,598, et, d'après M. Maumené, de 1,5951. Il est soluble dans la moitié de son poids d'eau froide. Sa solution dévie à droite le plan de polarisation (+ 73°8).

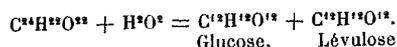
Ce sucre ne fermente qu'après s'être converti en glucose, en s'assimilant les éléments de l'eau; il ne réduit pas la liqueur de Fehling.

Le sucre fond à 160° et donne un liquide épais, transparent, qui, par le refroidissement, se prend en une masse vitreuse et amorphe (sucre d'orge); si on le maintient pendant quelque temps à la température de 160°, il se dédouble en deux principes nouveaux, la glucose et la lévulosane :



A une température plus haute, ces composés donnent d'abord des principes caraméliques (caramélane, caraméline, etc.) qui, de jaunes, deviennent noirs; ensuite, il se dégage de l'eau, des gaz, et il reste un charbon très léger.

Sous l'influence des acides étendus, le sucre se change en un mélange, à poids égaux, de glucose et de lévulose, qui dévie à gauche le plan de polarisation. Ce mélange porte le nom de sucre interverti :



Cette action, lente à la température ordinaire, se fait presque immédiatement à 100°. De tous les acides, c'est l'acide sulfurique qui agit le plus rapidement.

L'acide sulfurique concentré carbonise le sucre, même à froid, avec production de chaleur et dégagement d'acide sulfureux.

L'acide azotique oxyde le sucre et le transforme en acide oxalique.

L'acide chlorhydrique concentré carbonise le sucre, mais au bout de quelques jours seulement.

*Sucres du commerce.* — Les sucres du commerce se divisent en *sucres bruts* (cassonades et sucres terrés), *sucres raffinés* (sucres granulés et sucres en grains), *sucre candi*, *lumps*, *bâtardes*, *vergeoises* et *mélasse*.

Parmi les sucres bruts, on distingue les *sucres exotiques*, qui sont

les produits de la canne, et les *sucres indigènes* ou produits de la betterave.

Les sucres bruts de canne ont une odeur agréable, sont acides et renferment de 1 à 8 % de glucose et, au maximum, 1,20 % de matières minérales.

Les sucres bruts de betterave ont une odeur désagréable, sont alcalins, ne contiennent que 0,10 % de glucose et jusqu'à 3 % de matières minérales.

Les cassonades sont en masses friables, composées de cristaux gris ou blonds, durs et secs dans les qualités supérieures; gras et plus ou moins colorés en brun par la mélasse dans les qualités inférieures.

Les sucres terrés ont été légèrement purifiés par leur séjour dans une couche d'argile imbibée d'eau; ils sont en grains durs et brillants, très peu colorés, inodores et à saveur douce. Ils proviennent surtout des colonies.

Les sucres bruts sont classés soit d'après des types officiels déposés au Ministère du Commerce et auxquels on rapporte les échantillons, soit d'après leur rendement en sucre déterminé par des essais saccharimétriques.

Comparés aux types officiels, les sucres sont classés d'après leur nuance et la richesse de leurs grains; la *première nuance* ou *première* correspond au blanc parfait; la *seconde* indique un blanc un peu moins parfait; la *belle troisième*, la *bonne troisième*, la *troisième*, la *troisième ordinaire* indiquent des qualités de moins en moins pures; la *fine quatrième*, la *belle quatrième*, la *bonne quatrième*, la *bonne quatrième ordinaire*, la *quatrième ordinaire*, la *basse quatrième*, qui sont les plus fréquentes, indiquent également des qualités de moins en moins pures. La *bonne quatrième* est la sorte qui sert ordinairement de base aux transactions commerciales. Les sucres inférieurs à la *basse quatrième* sont dits *en dehors des types*.

Le sucre raffiné provient de la clarification et de la décoloration du sucre brut; on le trouve sous deux formes: en grains isolés et brillants (*sucré granulé*) et en masses coniques, d'un blanc opaque plus ou moins pur (*sucré en pains*).

Les *lumps*, *bâtardes* et *vergeoises* sont des produits de qualité inférieure; ils proviennent de la cuite des sirops égouttés pendant le raffinage. Les *lumps* et les *bâtardes* sont en pains tronqués; la tête des pains restant colorée en brun est supprimée. Les *vergeoises* sont pulvérulentes, de couleur brune; elles sont vendues en pains colorés, ou en poudre comme cassonade.

La mélasse est le résidu de la fabrication des *vergeoises*; c'est un sirop d'un brun rougeâtre.

Le *sucré candi* se présente en cristaux assez volumineux; il est préparé en faisant évaporer à l'étuve des sirops très cuits et en les laissant ensuite refroidir lentement. Les cristaux qui se forment se

déposent sur des fils tendus au travers du liquide. Suivant la nature du sucre employé, le sucre candi est blanc, blond ou brun.

*Composition et altérations.* — Le sucre raffiné ne contient ordinairement que des traces de substances minérales; il présente quelquefois dans la masse, mais surtout à la base des pains, des marques grises ou rougeâtres causées par le développement de muscidinées.

Le sucre raffiné en poudre est souvent falsifié au moyen de farine, de fécule, de craie, de marbre pulvérisé, de plâtre, d'albâtre, de glucose, de sucre de lait, de sel marin, de sable, de poussière d'os.

Les sucres bruts renferment, en plus ou moins grande quantité, de la glucose, des saccharates alcalins et gommeux, des matières organiques neutres, des sels à acides organiques, des sels à acides minéraux, de l'eau hygroscopique.

Caméron a signalé, en 1865, la présence d'un acarus particulier dans les cassonades, l'*acarus sacchari*; on peut compter jusqu'à 20 000 de ces arachnoïdes dans 1 kil. de sucre brut. Les ouvriers qui manient la cassonade sont sujets à une gale, nommée *gale du sucre*, qui est causée par ces animaux microscopiques.

*Dosage.* — Le sucre incristallisable réduit une dissolution bouillante de tartrate de cuivre, tandis que le sucre ordinaire n'a aucune action sur cette liqueur. M. Barreswill, en se basant sur cette propriété, a fait connaître un procédé pour le dosage du sucre à l'aide des liqueurs titrées.

Pour préparer la liqueur de Fehling, on dissout 40 grammes de sulfate de cuivre cristallisé dans 160 centimètres cubes d'eau distillée; d'un autre côté, on verse, dans un vase de 1 litre, 160 grammes de crème de tartre, 130 grammes de soude caustique et de 5 à 600 grammes d'eau distillée bouillante. On verse dans cette liqueur alcaline la solution de sulfate de cuivre, on mêle les liquides et on ajoute assez d'eau pour avoir un volume de liqueur de 1154<sup>cc</sup>,4 à + 15°. Cela correspond, en rapportant à 1000 centimètres cubes et en prenant pour équivalent du sulfate de cuivre 124, à 34 gr., 639 de sulfate de cuivre, 136,6 de tartrate de potasse et 112 gr., 609 d'hydrate de soude solide. D'après Poggiale, 10 centimètres cubes de cette liqueur sont entièrement décolorés par 0 gr., 048 de glucose sèche.

Cette liqueur doit être conservée dans un vase bouché à l'émeri.

Cette liqueur a l'inconvénient de laisser déposer à la longue du cuivre métallique, sous l'influence de la lumière; M. Pasteur a indiqué une formule qui donne un liquide inaltérable à la lumière.

On ait dissoudre séparément :

130	grammes de soude;
105	— d'acide tartrique;
80	— de potasse;
40	— de sulfate de cuivre.

On mélange et on complète le volume de 1 litre.

1 équivalent de sucre de raisin (=180) réduit 10 équivalents d'oxyde de cuivre (= 39,7); par conséquent 10 centimètres cubes de la liqueur de Fehling correspondent à 0 gr., 050 de sucre de raisin anhydre. Mais ceci n'est parfaitement exact qu'avec les liqueurs étendues comme celle de Fehling (10 centimètres cubes de solution de cuivre + 40 centimètres cubes d'eau) et avec des liquides sucrés contenant de 0,50 à 1 % de sucre; en effet, comme l'a montré Soxhlet, la quantité de cuivre réduit varie un peu suivant l'état de la dilution. Ainsi, en employant des solutions de sucre à 1 %, une molécule de sucre réduit le nombre suivant de molécules d'oxyde de cuivre :

	Fehling pur.	Avec 4 volumes d'eau.
Glucose . . . . .	5,26	5,06
Lévilose . . . . .	5,07	4,86
Lactose. . . . .	3,70	3,70
Galactose (lactose inverti). . . . .	4,90	4,70
Sucre inverti. . . . .	5,06	4,85
Maltose. . . . .	3,04	3,21

Il faut donc toujours opérer les essais avec des liqueurs présentant le même degré de dilution, et avoir soin d'étendre la dissolution sucrée à analyser de façon à ce qu'elle ne renferme que de 0,50 à 1 % de sucre.

Pour titrer l'une ou l'autre de ces liqueurs, on dissout 10 grammes de sucre candi pur pulvérisé et desséché à l'étuve dans 200 centimètres cubes d'eau et on y ajoute 2 ou 3 grammes d'acide chlorhydrique, puis on porte à l'ébullition pendant quatre ou cinq minutes: le sucre est converti ainsi en sucre incristallisable. La solution sucrée est versée dans un vase de 1 litre de capacité, qu'on achève de remplir avec de l'eau. Chaque centimètre cube de cette liqueur correspond à 1 centigramme de sucre cristallisable et à 0 gr., 010526 de glucose.

On prend, à l'aide d'une pipette graduée, 25 centimètres cubes de la liqueur de Fehling et on les verse dans un petit ballon de verre; on chauffe ensuite jusqu'à l'ébullition. On verse, goutte à goutte dans la liqueur cuivrique bouillante, la solution sucrée contenue dans une burette graduée.

A chaque nouvelle addition d'eau sucrée, on a soin d'agiter le mélange afin de favoriser la réaction. Il se forme un précipité rouge d'oxyde de cuivre  $\text{Cu}_2\text{O}$ ; on cesse d'ajouter la solution sucrée, lorsque la liqueur surnageante est incolore.

Pour s'assurer que la liqueur est bien décolorée, il faut poser le ballon sur une feuille de papier blanc; on reconnaît ainsi très facilement la plus petite teinte vert bleuâtre.

L'opération terminée, il faut s'assurer qu'on n'a pas dépassé le point où la réduction est complète. A cet effet, on filtre une portion

encore chaude du liquide, qui doit être, si l'essai est bien fait, parfaitement incolore. Une goutte de la liqueur sucrée ou une goutte de la liqueur de cuivre ne doit apporter aucune modification au liquide filtré. En général, le premier essai n'est qu'approximatif; il faut en faire un second en versant d'abord la quantité de sucre à peu près connue, de façon qu'il en manque encore un peu, puis chauffer, maintenir deux minutes en ébullition et achever l'essai avec précaution en n'ajoutant que deux gouttes de la liqueur sucrée, à la fois.

Si, par exemple, on a employé 15 centimètres cubes de la solution sucrée pour décolorer la liqueur bleue, chaque centimètre cube de la burette correspondant à 1 centigramme de sucre, il faudra 15 centimètres cubes d'une liqueur sucrée, dont chaque centimètre cube correspond à 0 gr., 010 de sucre cristallisable ou à 0 gr., 010526 de glucose, pour décolorer 25 centimètres cubes de la liqueur cuivrique; le titre de la liqueur sera donc représenté par 0 gr., 15.

Ceci fait, on prend 10 grammes du sucre à essayer, on les dissout dans 100 grammes d'eau, on y ajoute 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique et on fait bouillir la liqueur pendant quatre ou cinq minutes; on complète alors avec de l'eau, de façon à ce que le volume de la liqueur soit de 1 litre. On remplit une burette graduée avec cette solution et on verse celle-ci goutte à goutte dans un ballon contenant 25 centimètres cubes de la liqueur cuivrique bouillante, jusqu'à décoloration, en ayant soin d'agiter après chaque nouvelle addition d'eau sucrée. Lorsqu'on s'est assuré que la décoloration est complète en plaçant le ballon sur une feuille de papier blanc, on filtre le liquide qui doit passer incolore. Une goutte d'eau sucrée ou une goutte de liqueur cuivrique ne doit apporter aucune modification au liquide filtré.

Ce premier essai n'est qu'approximatif; il faut en faire un second en versant d'abord dans la liqueur cuivrique la quantité de sucre à peu près connue, de façon qu'il en manque encore un peu; on chauffe, on maintient l'ébullition pendant deux minutes et on achève avec précaution l'essai en n'ajoutant le liquide sucré que par deux gouttes à la fois.

Soit 16<sup>cc</sup>,1 le volume ainsi versé; on aura le sucre total contenu dans la solution par la proportion suivante :

$$\frac{0,161}{0,15} = \frac{100}{x}, \quad \text{d'où } x = 93,1.$$

Le sucre essayé contient donc 93,1 % de sucre. Mais dans cette quantité est comprise la glucose.

Pour doser celle-ci, on dissout 200 grammes du sucre à essayer dans 500 centimètres cubes d'eau et on complète ensuite le litre : on introduit cette solution dans la burette graduée et on la verse goutte à goutte dans 25 centimètres cubes de liqueur cuivrique bouillante jusqu'à décoloration. La glucose agit seule dans cette opération.

Supposons que, en raisonnant comme précédemment, nous trouvions que cette solution contient 3 % de glucose. Le sucre essayé renferme donc 3 % de glucose; mais il faut ramener ce chiffre à la valeur qu'il aurait, s'il représentait du sucre cristallisable. Or 2250 de sucre incristallisable égalent 2137,5 de sucre cristallisable, c'est-à-dire que 9 du premier valent 8,55 du second; on dira donc :

$$\frac{9}{8,55} = \frac{3}{x}, \quad \text{d'où } x = 2,85.$$

Le sucre essayé contient donc :

Sucre cristallisable . . . . .	90,25
Sucre incristallisable . . . . .	2,85
Sucre total . . . . .	<u>93,10</u>

L'eau contenue dans le sucre se dose en chauffant dans une capsule tarée 5 grammes de sucre à une température de 110 à 120°, à l'aide d'un bain de sable chauffé au gaz ou dans une étuve. Cette dessiccation est très lente, elle exige une heure et demie à deux heures; on s'assure qu'elle est complète en pesant la capsule dans laquelle on opère, jusqu'à ce que ces deux pesées successives donnent le même poids. La différence de poids, après l'opération, indique la quantité d'eau.

La détermination des cendres se fait en brûlant 4 ou 5 grammes de sucre desséché, humecté d'abord avec quelques gouttes d'eau, puis avec de l'acide sulfurique pur, dans un petit vase plat de platine, que l'on met à l'entrée de la moufle d'un fourneau de coupellation. Il faut retrancher du poids des cendres sulfatisées, ainsi obtenues, 1/10 ou 2/10 d'après M. Violette.

Supposons que, dans une analyse de sucre, on ait obtenu les nombres suivants :

Sucre cristallisable . . . . .	96,5
Sucre incristallisable . . . . .	0,2
Cendres . . . . .	0,9
Eau . . . . .	<u>1,5</u>
	99,1

D'après M. Peligot, 1 % de cendres faisant perdre au raffinage de 4 à 6 % de sucre, il faut multiplier le poids des cendres, accusé par l'analyse, soit ici 0,9, par 4 :

$$0,9 \times 4 = 3,60.$$

Puis, on ajoute à ce nombre le poids du sucre incristallisable multiplié par 2 :

$$3,60 + 0,2 \times 2 = 4.$$

On admet que ce nombre 4 représente le poids du sucre perdu

dans les mélasses pendant le raffinage; il faut donc retrancher du poids du sucre cristallisable trouvé :

$$96,5 - 4 = 92,5.$$

On dit que le sucre essayé est au titre de 92,5 nets.

Voici, d'après les laboratoires de l'Administration des finances, l'analyse de quelques sucres :

	Sucres indigènes		Sucres coloniaux	
Sucre . . .	88,22	93,11	86,36	95,15
Glucose . .	9,35	»	4,55	1,53
Cendres . .	2,98	1,65	1,61	0,41
Eau . . .	3,29	2,81	4,41	1,19
Inconnu . .	4,61	2,43	3,52	1,51
	100,00	100,00	100,00	100,00
Rendement effectif.	75,60	86,51	72,63	90,46

*Méthode de Fehling modifiée par Soxhlet.* — On dissout 34 gr. 639 de sulfate de cuivre pur dans de l'eau, de façon à avoir 500 centimètres cubes.

On dissout 173 grammes de tartrate double de potasse et de soude cristallisé dans 400 centimètres cubes d'eau, et on ajoute 100 centimètres cubes de lessive de soude faite avec 500 grammes d'hydrate de soude dans 1 litre.

On verse dans une capsule en porcelaine 25 centimètres cubes de la liqueur de sulfate de cuivre et 25 centimètres cubes de la solution alcaline de sel de Seignette, on fait bouillir et on ajoute par portions successives la liqueur sucrée, jusqu'à ce que le liquide ne présente plus de teinte bleue après une durée d'ébullition suffisante et variable avec chaque espèce de sucre essayé; en effet, les différents sucres ne mettent pas le même temps à produire leur effet réducteur à la température de l'ébullition, ainsi :

Pour le sucre de raisin, il faut . . .	2 minutes
— sucre interverti. . . . .	2 —
— lévulose . . . . .	2 —
— maltose]. . . . .	3 à 4 —
— sucre de lait . . . . .	6 à 7 —

D'après cet essai préliminaire, on calcule la quantité de l'espèce de sucre employé, sachant que 50 centimètres cubes de la liqueur de Fehling correspondent à :

0gr,2375 de sucre de raisin;  
 0 2470 de sucre interverti;  
 0 2372 de lévulose;  
 0 3896 de maltose;  
 0 3380 de sucre de lait cristallisé.

Ceci fait, on étend la solution de sucre de façon à ce qu'elle ne contienne à peu près que 1 % de sucre.

On chauffe de nouveau un mélange de 25 centimètres cubes de la liqueur de sulfate de cuivre et de 25 centimètres cubes de la solution alcaline de sel de Seignette, et on y verse autant de liquide sucré, préparé de telle sorte qu'il ne renferme que 1 % de sucre, qu'il en faut pour l'espèce de sucre contenue dans la liqueur; il faudra environ :

23 centim. cubes,	si la liqueur sucrée contient du sucre de raisins;
24 — — — —	du sucre interverti;
25 — — — —	de la lévulose;
38 — — — —	de la maltose;
33 — — — —	du sucre de lait.

On jette le tout sur un filtre. Il faut s'assurer si le liquide filtré renferme encore du cuivre dissous. A cet effet, lorsque le tiers environ du liquide a filtré, on l'acidule par l'acide acétique et on ajoute du ferrocyanure de potassium; si la couleur ne change pas, c'est que tout le cuivre a été précipité; si la couleur devient rose, c'est qu'il reste encore un peu de cuivre en dissolution; si la couleur devient rouge foncée, c'est que le liquide contient encore beaucoup de cuivre.

Si la liqueur contient du cuivre, on recommence un nouvel essai en employant une plus grande quantité de solution sucrée, quantité que l'on appréciera d'après la coloration produite par le ferrocyanure de potassium; si, au contraire, le liquide ne contient plus de cuivre, on recommence l'essai en employant environ 1 centimètre cube de liquide sucré en moins.

On recommence ces essais jusqu'à ce que dans deux d'entre eux, pour lesquels on a employé des quantités de liqueur sucrée ne différant que de 0,1 centimètre cube, on obtienne des liquides filtrés dont l'un contient du cuivre, tandis que l'autre n'en contient pas. La quantité de dissolution comprise entre ces deux limites est considérée comme exactement nécessaire pour décomposer 50 centimètres cubes de liqueur de Fehling. On calcule ensuite la quantité de sucre contenue dans la liqueur essayée, pour chaque espèce de sucre, d'après la quantité nécessaire de chacun de ces sucres pour décomposer 50 centimètres cubes de la liqueur de Fehling. Ces quantités ont été données plus haut.

*Méthode pondérale.* — On mélange 60 centimètres cubes de la liqueur de Fehling et 60 centimètres cubes d'eau, on fait bouillir et on verse d'un coup 25 centimètres cubes de la solution sucrée renfermant au plus 1 % de sucre, et, après deux minutes d'ébullition, on filtre dans un tube à amiante. Soxhlet se sert, pour la filtration, d'un petit tube à chlorure de calcium droit, d'une longueur 120 millimètres environ et d'un diamètre intérieur de 13 millimètres,

dont la boule est à moitié remplie de fibres d'amiante placées transversalement. On lave l'amiante à l'eau bouillante, on dessèche et on pèse exactement le tube; on le met alors en communication avec un flacon aspirateur et on verse, à l'aide d'un entonnoir, le liquide avec le précipité dans le tube. On lave le précipité d'abord à l'eau bouillante, puis deux fois avec de l'alcool absolu et enfin deux fois avec de l'éther. On chasse ensuite l'éther au moyen d'un courant d'air. On fait alors communiquer l'orifice inférieur du tube à filtration avec un appareil à hydrogène, on incline le tube et on chauffe la boule contenant l'oxyde de cuivre à l'aide d'une petite flamme, en ayant soin de maintenir la pointe de celle-ci à 5 centimètres au-dessous de la boule. Au bout de 2 ou 3 minutes, la réduction de l'oxyde de cuivre est achevée. On laisse refroidir le tube dans le courant d'hydrogène, on fait ensuite passer un courant d'air et on pèse le tube et son contenu. Par différence avec le poids primitif, on a le poids du cuivre métallique contenu dans le tube.

On calcule la quantité correspondante de sucre en s'aidant de la table suivante :

Cuivre.	Glucose.
10 milligrammes.	6,1 milligrammes.
20 —	11 »
30 —	16 »
50 —	29,9 —
100 —	50,9 —
200 —	102,6 —
300 —	156,5 —
400 —	212,9 —
463 —	249,9 —

*Saccharimètre.* — On peut aussi doser la richesse d'un sucre brut, en mesurant son pouvoir rotatoire. L'instrument qui sert à cette opération porte le nom de *saccharimètre*; celui qui a été construit par MM. Soleil et Duboscq permet d'arriver à ce résultat d'une façon très rapide et sans aucun calcul. Voici le principe de sa construction :

Un faisceau de lumière fourni par une lampe est polarisé par son passage à travers un prisme de Nicol P' (fig. 14 et 15) placé dans le tube T" : il traverse ensuite une plaque de quartz Q', dite plaque à deux rotations, constituée par deux demi-disques de quartz juxtaposés suivant un diamètre commun, d'égale épaisseur et appartenant l'un à un cristal dextrogyre, l'autre à un cristal lévogyre. La valeur absolue du pouvoir rotatoire du quartz étant constante, quand l'épaisseur est la même, on aura la même dispersion des couleurs simples dans les deux demi-disques d'égale épaisseur. Lorsque la section principale de l'analyseur P' est parallèle ou perpendiculaire

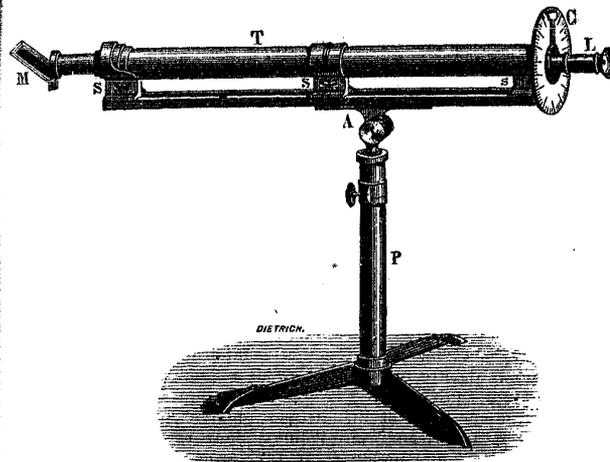


Fig. 14. — Saccharimètre de Soleil.

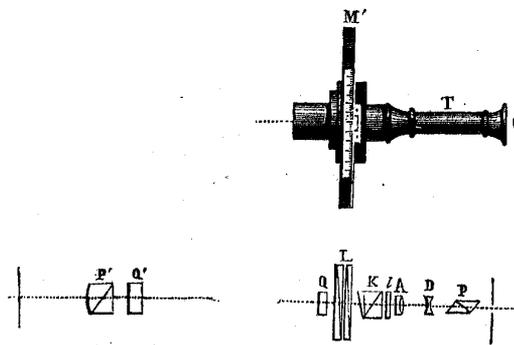


Fig. 15. — Détails du saccharimètre.

à celle du polariseur, les deux demi-disques présentent une coloration identique.

L'épaisseur de ces deux demi-disques a été choisie de façon à ce que la teinte commune, obtenue comme nous venons de le dire, soit celle de la *teinte sensible*, c'est-à-dire qu'elle offre une nuance gris de lin ou fleur de pêcher très facile à reconnaître, laquelle vire immédiatement au rouge ou au bleu pour la plus petite rotation de l'analyseur, de gauche à droite ou de droite à gauche. Cette épaisseur doit être de 3 millim. 77, quand les sections principales de l'analyseur, et du polariseur sont perpendiculaires, et de 7 millim. 5 lorsqu'elles sont parallèles. Si alors sur le trajet parcouru par le faisceau polarisé on place une colonne T d'un liquide exerçant une influence sur la lumière polarisée, son action rotative augmentera d'autant celle du demi-disque qui fait tourner le plan de polarisation dans le même sens et diminuera d'autant celle du demi disque qui agit en sens inverse ; on aura alors deux teintes très différentes pour les deux demi-disques.

Pour apprécier l'intensité de l'action rotatoire du liquide, il faut chercher quelle devrait être l'épaisseur de la lame de quartz de rotation inverse qui équivaldrait à la colonne de liquide employé. A cet effet, on place sur le trajet du faisceau polarisé qui a traversé successivement le polariseur : la plaque à deux rotations et le tube plein de liquide, un compensateur LQ formé par une plaque de quartz dextrogyre Q de 3 millimètres d'épaisseur, puis une plaque de quartz lévogyre L d'une épaisseur variant de 3 à 4 millimètres. Cette dernière plaque est constituée par deux prismes triangulaires de quartz agissant sur la lumière polarisée dans le même sens, présentant un angle très aigu et pouvant glisser l'un sur l'autre, de façon que les faces d'entrée et de sortie de la lumière dans le système des deux prismes soient parallèles. Chaque prisme est achromatisé par un prisme de verre. Les deux prismes sont disposés dans la monture M', de telle sorte qu'on peut rendre variable l'épaisseur du système, en faisant glisser l'une sur l'autre ces deux lames à l'aide d'un pignon. Une graduation marquée sur la monture du compensateur permet de mesurer l'épaisseur du quartz lévogyre employée. Lorsque les deux prismes ont une position telle que l'épaisseur du système lévogyre soit de 3 millimètres, il se produit une compensation exacte de l'effet produit par la lame dextrogyre, et c'est comme si le compensateur n'existait pas. L'instrument est alors au zéro. Mais si par le mouvement du pignon on diminue l'épaisseur du système, l'action du quartz dextrogyre devient prépondérante : un mouvement inverse, augmentant l'épaisseur, donnerait la prépondérance à l'action du quartz lévogyre.

Ceci posé, pour se servir de cet instrument, on remplit le tube T d'eau pure, on met *au point*, c'est-à-dire qu'après avoir amené le compensateur au zéro, on vérifie que la plaque à deux rotations

offre bien une teinte uniforme. Cette mise au point se fait très aisément au moyen d'une petite lunette de Galilée adoptée à l'appareil, et dont les deux verres sont représentés sur la figure en A et D. On substitue alors au tube plein d'eau un tube de même longueur rempli d'une dissolution de sucre. L'uniformité de teinte n'existe plus, et les deux demi-disques sont colorés de nuances différentes. On agit alors sur le pignon du compensateur, jusqu'à ce que les deux demi-disques aient repris une teinte uniforme, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'on ait ramené la *teinte sensible*. Le sens dans lequel on a été obligé de faire tourner le compensateur indique si la liqueur soumise à l'essai est dextrogyre ou lévogyre. Lorsque la teinte sensible est rétablie, il ne reste plus qu'à lire sur la graduation la position du repère portée par la lame mobile, et on a la richesse  $\%$ . Si le repère marque  $35^\circ$ , par exemple, c'est que la solution sucrée essayée renferme  $35 \%$  de sucre. Si l'on a tourné le pignon du compensateur vers la gauche, ce sera du sucre cristallisable; dans le cas contraire, ce sera du sucre incristallisable.

Le prisme biréfringent achromatique K et la lame de quartz perpendiculaire à l'axe L forment un système ayant pour but de donner aux images obtenues la teinte la plus convenable pour les expériences.

Pour essayer un sucre à l'aide du saccharimètre, on en prend 16 gr. 350, qu'on broie grossièrement dans un mortier et qu'on fait dissoudre dans un matras contenant de l'eau. On décolore, s'il y a lieu, avec 2 ou 3 centimètres cubes d'une solution saturée de sous-acétate de plomb, puis on ajoute de l'eau de façon à ce que le volume de la liqueur soit exactement de 100 centimètres cubes; on filtre si la liqueur est trouble. On prend alors un tube, on dévisse une des glaces, on l'empli entièrement de solution, on replace la glace et on l'introduit dans l'appareil amené au zéro. On amène, à l'aide du compensateur, l'égalité de teinte et on lit ensuite le nombre indiqué sur l'échelle.

Généralement, à cause des autres sucres, il faut faire une inversion. A cet effet, on prend 50 centimètres cubes de la solution sucrée, on y ajoute 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré et on porte le tout dans un bain-marie à la température de  $68^\circ$  pendant vingt-cinq minutes; on laisse ensuite refroidir et on filtre s'il y a lieu. Par l'addition de 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique, le volume de la solution sucrée a été augmenté de un dixième; les propriétés optiques de celle-ci sont, par conséquent, affaiblies de un dixième. Pour compenser cet affaiblissement, on prend un tube de 22 centimètres de longueur, au lieu de 20. En outre, la température, qui est presque sans influence sur le pouvoir rotatoire du sucre de canne, modifie très sensiblement celui du sucre inverti: c'est pourquoi le tube de 22 centimètres porte un thermomètre qui indique la température de la solution sucrée au moment de l'expérience.

On introduit donc cette liqueur dans un tube de 22 centimètres de longueur, portant un thermomètre, puis on le place dans l'appareil et on opère comme précédemment, mais on doit faire marcher ordinairement l'index du compensateur, non plus vers la gauche, mais bien vers la droite, et on lit le nombre indiqué sur l'échelle graduée. On ajoute ce nombre à celui obtenu avant l'inversion et on cherche ensuite dans des tables, dues à M. Clerget, la richesse du sucre cristallisable qui correspond à cette somme et à la température T observée. Si l'index, après l'action de l'acide sur la solution sucrée, était encore à gauche du zéro, il faudrait retrancher ces deux nombres au lieu de les ajouter.

Lorsqu'on ne possède pas les tables de M. Clerget, on peut arriver très approximativement au moyen de la formule suivante :

$$x = 1,635 \times \frac{200 S}{288 - T}$$

dans laquelle S représente la somme ou la différence des nombres donnés par l'instrument, après et avant l'inversion ; x, le nombre de grammes de sucre contenu dans 1 litre de la solution et T, la température de la solution sucrée.

TABLE DE CLERGET POUR CORRIGER LES INDICATIONS DU SACCHARIMÈTRE DE SOLEIL DANS L'ESSAI DES LIQUIDES SUCRÉS.

10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.	10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.
1,30	1,37	1,34	1	1,64	29,21	28,68	28,45	21	34,34
2,78	2,73	2,68	2	3,27	30,60	30,05	29,49	22	35,98
4,16	4,10	4,02	3	4,91	31,99	31,42	30,38	23	37,61
5,56	5,46	5,36	4	6,54	33,38	32,79	32,16	24	39,25
6,95	6,83	6,70	5	8,17	34,77	34,16	33,51	25	40,88
8,35	8,19	8,04	6	9,81	36,17	35,53	34,85	26	42,51
9,74	9,56	9,38	7	11,44	37,57	36,90	36,19	27	44,15
11,13	10,93	10,72	8	13,08	38,94	38,25	37,53	28	45,78
12,52	12,29	12,06	9	14,71	40,34	39,60	38,87	29	47,42
13,91	13,66	13,41	10	16,35	41,74	40,97	40,21	30	49,05
15,30	15,03	14,75	11	17,99	43,12	42,33	41,55	31	50,69
16,69	16,40	16,09	12	19,62	44,51	43,70	42,89	32	52,33
18,08	17,77	17,43	13	21,26	45,90	45,07	44,23	33	53,97
19,47	19,14	18,77	14	22,89	47,29	46,43	45,57	34	55,60
20,86	20,51	20,11	15	24,52	48,68	47,80	46,91	35	57,24
22,26	21,88	21,45	16	26,16	50,08	49,16	48,25	36	58,87
23,65	23,25	22,79	17	27,79	51,47	50,53	49,59	37	60,50
25,04	24,62	24,13	18	29,43	52,86	51,90	50,93	38	62,14
26,43	25,99	25,47	19	31,06	54,25	53,26	52,27	39	63,77
27,82	27,34	26,81	20	32,70	55,64	54,63	53,63	40	65,40

10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.	10° C.	15° C.	20° C.	N.	N'.
57,03	55,99	54,96	41	67,03	119,6	117,4	115,3	86	140,6
58,42	57,36	56,30	42	68,67	121,0	118,8	116,6	87	142,2
59,81	58,73	57,64	43	70,31	122,4	120,2	118,0	88	143,9
61,20	60,09	58,98	44	71,95	123,8	121,5	119,3	89	145,5
62,59	61,46	60,32	45	73,58	125,2	122,9	120,6	90	147,1
63,99	62,82	61,66	46	75,22					
65,38	64,19	63,00	47	76,85	126,6	124,3	122,0	91	148,7
66,77	65,56	64,34	48	78,48	128,0	125,6	123,3	92	150,4
68,17	66,92	65,68	49	80,12	129,4	127,0	124,7	93	152,1
69,57	68,29	67,03	50	81,75	130,8	128,4	126,0	94	153,7
					132,2	129,7	127,4	95	155,3
70,95	69,66	68,37	51	83,38	133,6	131,1	128,7	96	156,9
72,34	71,02	69,71	52	85,01	134,9	132,5	130,0	97	158,6
73,73	72,39	71,05	53	86,65	136,3	133,8	131,4	98	160,2
75,15	73,76	72,40	54	88,29	137,7	135,2	132,7	99	161,9
76,54	75,12	73,74	55	89,93	139,1	136,6	134,0	100	163,5
77,90	76,49	75,08	56	91,56					
79,29	77,85	76,42	57	93,20	140,5	137,9	135,4	101	165,1
80,68	79,22	77,76	58	94,83	141,9	139,3	136,7	102	166,8
82,07	80,59	79,10	59	96,46	143,3	140,7	138,1	103	168,4
83,46	81,94	80,43	60	98,10	144,7	142,0	139,4	104	170,0
					146,0	143,4	140,8	105	171,7
84,86	83,31	81,78	61	99,73	147,4	144,8	142,1	106	173,3
86,25	83,68	84,12	62	101,4	148,8	146,1	143,4	107	174,9
87,64	86,05	84,46	63	103,0	150,2	147,5	144,8	108	176,6
89,02	87,43	85,80	64	104,6	151,6	148,8	146,1	109	178,2
90,41	88,80	87,14	65	106,3	153,0	150,2	147,4	110	179,8
91,81	90,16	88,48	66	107,9					
93,20	91,54	89,82	67	109,5	154,4	151,6	148,8	111	181,5
94,59	92,90	91,16	68	111,2	155,8	153,0	150,1	112	183,1
96,00	94,25	92,50	69	112,8	157,2	154,4	151,5	113	184,7
97,38	95,60	93,83	70	114,4	158,6	155,7	152,8	114	186,4
					160,0	157,0	154,2	115	188,0
98,77	96,96	95,17	71	116,1	161,3	158,4	155,4	116	189,7
100,2	98,33	96,51	72	117,7	162,7	159,8	156,8	117	191,3
101,6	99,70	97,85	73	119,3	164,1	161,2	158,2	118	192,9
102,9	101,1	99,19	74	121,0	165,5	162,5	159,5	119	194,6
104,3	102,4	100,5	75	122,6	166,0	163,9	160,8	120	196,2
105,7	103,8	101,9	76	124,2					
107,1	105,2	103,2	77	125,9	168,3	165,3	162,2	121	197,8
108,5	106,5	104,5	78	127,5	169,7	166,6	163,5	122	199,5
109,9	107,9	105,9	79	129,1	171,1	168,0	164,9	123	201,1
111,3	109,3	107,2	80	130,8	172,5	169,4	166,2	124	202,7
					173,9	170,7	167,6	125	204,4
112,7	110,9	108,6	81	132,4	175,3	172,1	168,9	126	206,0
114,1	112,0	109,9	82	134,1	176,6	173,5	170,2	127	207,6
115,5	113,3	111,3	83	135,7	178,0	174,8	171,6	128	209,3
116,9	114,7	112,6	84	137,3	179,4	176,2	172,9	129	210,9
118,2	116,1	113,9	85	139,0	180,8	177,5	174,2	130	212,6

*Usage des tables de Clerget.* — Soient :

D, le nombre lu sur l'échelle avant l'inversion;

D', le nombre lu sur l'échelle après l'inversion;

T, la température indiquée par le thermomètre.

1° Les deux nombres D et D' ont été lus à droite et à gauche; on prend la somme  $D + D' = A$ .

On cherche, dans les colonnes se rapportant à la température de l'expérience, les nombres qui se rapprochent le plus de A. On suit alors la ligne horizontale et on trouve dans les colonnes indiquant la quantité de sucre le nombre N et le nombre N'.

Le sucre essayé contient N % de sucre cristallisé; 1 litre de la solution de ce sucre renferme N' grammes de sucre cristallisable.

2° Les deux nombres D et D' ont été lus du même côté du zéro de l'instrument. On prend la différence  $D - D' = A$ . On cherche, dans la colonne se rapportant à la température actuelle, le nombre qui se rapproche le plus de A, et l'on opère comme ci-dessus.

Les nombres obtenus avec les tables de Clerget et avec la prise d'essai de 16 gr. 35 sont un peu forts, car, ainsi qu'on le verra, la quantité de sucre pur équivalente à 1 millimètre de quartz est de 16 gr. 190.

*Polarimètre Laurent.* — Le saccharimètre de Soleil présente deux inconvénients : 1° l'observation se fait en établissant dans l'instrument à vide l'égalité des teintes des deux demi-disques et en la rétablissant après l'interposition de la liqueur sucrée; or les observateurs ne font pas l'appréciation des teintes d'une façon toujours comparable; 2° il est souvent impossible de décolorer complètement les dissolutions de sucre brut; la liqueur sucrée présente alors une coloration jaune rougeâtre qui altère les teintes des deux demi-disques.

Ces causes d'erreur n'existent plus lorsqu'on emploie le polarimètre de Laurent (fig. 45 et 16). Cet instrument est muni de deux espèces de graduations gravées sur les bords d'un cercle; l'une des graduations, en degrés de circonférence, permet de mesurer le pouvoir rotatoire d'un liquide actif; l'autre, en degrés saccharimétriques, donne le moyen de doser, comme avec le saccharimètre Soleil, la quantité de sucre contenue dans la liqueur sucrée.

Le polarimètre Laurent se compose de deux nicols, l'un polariseur *a*, l'autre analyseur *c*; en *p*, entre ces deux prismes, se trouve une lame de quartz *demi-onde*, taillée parallèlement à l'axe; cette lame recouvre la moitié seulement du diaphragme placé en avant et destiné à limiter le faisceau émané d'un bec Bunsen *b*, dans la flamme duquel on introduit une corbeille contenant du chlorure de sodium fondu, afin d'opérer dans une lumière monochromatique.

Lorsque le plan de polarisation des rayons lumineux qui traversent l'appareil fait avec l'axe de la lame un angle différent de 0 ou de 90°, ceux de ces rayons qui traversent le quartz se décomposent chacun

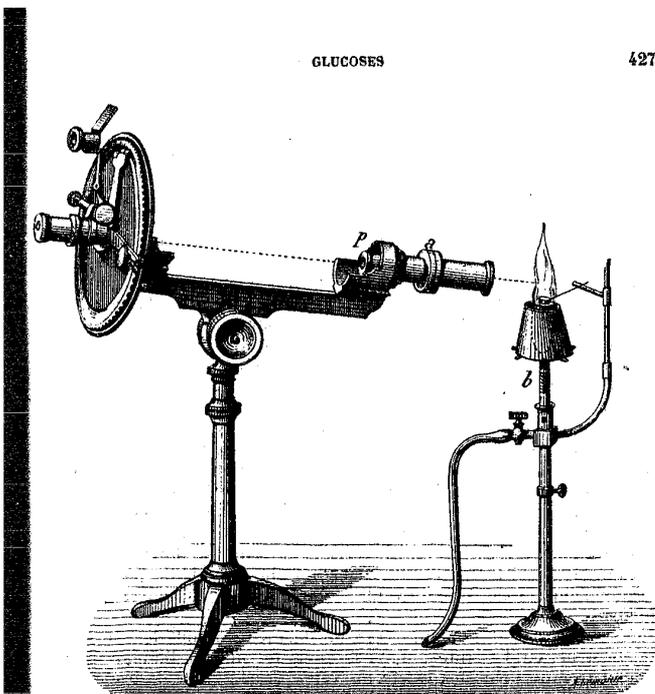


Fig. 16. — Polarimètre Laurent.

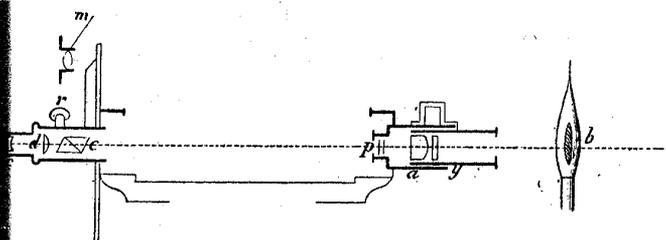


Fig. 17. — Détails du polarimètre.

en deux autres, *ordinaire* et *extraordinaire*, présentant à leur sortie une différence de marche de une demi-longueur d'onde; ils donneront donc, par recombinaison, des rayons polarisés dans un plan symétrique, par rapport à l'axe de la lame, du plan de polarisation des rayons de l'autre moitié du faisceau. Par conséquent, les deux moitiés du diaphragme, vues à travers l'analyseur, présenteront des intensités égales ou inégales, suivant que l'axe du nicol *c* est ou non parallèle à l'axe de la lampe *p*. Quand l'analyseur est dans une position telle que ces deux moitiés sont également éclairées, si l'on vient à interposer entre *c* et *p* un tube contenant une substance active, la rotation du plan de polarisation de tous les rayons du faisceau détruit cette égalité d'intensité lumineuse; pour la rétablir, il faut, au moyen d'un bouton engrenant avec les dents de la circonférence graduée, faire tourner le nicol analyseur d'un angle qui dépend du pouvoir rotatoire de la substance interposée et de la richesse de la solution.

La difficulté provenant de l'appréciation des teintes est donc écartée avec cet instrument. De plus, se trouve adapté à l'appareil un dispositif mobile qui permet de faire varier les plans de polarisation dans les deux moitiés du faisceau produit par le polarisateur, de l'angle qui convient le mieux pour conserver le maximum de lumière suivant la teinte de la solution sucrée soumise à l'observation; le deuxième inconvénient signalé précédemment est donc également écarté. En outre, la sensibilité beaucoup plus grande du polarimètre permet l'emploi de tubes ayant seulement 10 centimètres de longueur.

Cependant cet instrument offrait un défaut résultant de son mode de construction. Les tubes, dans lesquels on met la liqueur sucrée, étaient terminés par des galets en verre serrés entre la tranche du tube de laiton et une rondelle de cuivre. Quelquefois le verre, ainsi fortement serré, présentait des phénomènes de trempe, qui déterminaient une déviation sensible du plan de polarisation. MM. Riche et Bardy ont fait construire des tubes dans lesquels les galets de glace ne peuvent jamais subir un serrage exagéré; le contact des galets et de la tranche des tubes est déterminé au moyen des disques en caoutchouc et de ressorts à boudin, maintenus simplement par la bonnette des tubes; dans ces conditions, la trempe du verre ne se produit plus.

Pour régler le polarimètre, il faut avoir soin de mettre l'indicateur sur le zéro de la division et de s'assurer que les deux pénombres du disque d'observation sont bien de même obscurité, ce qui s'obtient en faisant tourner le bouton molleté placé sur le côté de la lunette, soit de gauche à droite, soit de droite à gauche.

On ne doit opérer qu'en employant la flamme d'une lampe à gaz brûlant à bleu; on rend cette flamme jaune et éclairante au moyen de chlorure de sodium, que l'on brûle dans la petite corbeille de platine. A cet effet, on fond du sel marin dans un creuset et on le coule

ensuite en plaques sur un plan de fer; on casse des petits morceaux de sel fondu que l'on place un à un dans la corbeille.

On place ensuite le tube contenant le liquide comme on le fait pour le saccharimètre de Soleil; on voit alors une des pénombres d'un gris clair et la seconde d'un autre gris; on tourne l'alidade, au moyen du bouton molleté à pignon, du côté du sucre cristallisable; on retrouve par ce mouvement une nouvelle égalité des pénombres. Le nombre de divisions parcourues indique en centièmes le sucre cristallisable.

Dans le cas où le gaz ferait défaut, on pourrait le remplacer par une lampe à esprit-de-vin, dans laquelle on exposerait du sel marin fondu.

Voici comment on se sert du polarimètre pour l'essai des sucres :

Le pouvoir rotatoire du sucre excessivement pur est  $67,48$  pour la lumière jaune; la quantité de sucre pur équivalente, pour cette même lumière, à une lame de quartz de 1 millimètre d'épaisseur est représentée par 16 gr. 490.

Mais, suivant les indications de MM. Riche et Bardy, il faut prélever 80 gr. 95, soit  $16,190 \times 5$ , du sucre à essayer et les dissoudre dans 180 grammes d'eau environ, pour isoler les matières insolubles de la liqueur, s'il y en a, par décantations successives et par lavages de ces matières; on réunit alors toutes les liqueurs et on complète avec de l'eau distillée, de façon à avoir 250 centimètres cubes de liquide. On agite avec soin pour rendre la liqueur homogène et on en prélève 50 centimètres cubes, lesquels contiennent 16 gr. 490 de sucre.

On verse ces 50 centimètres cubes dans un ballon jauge de 100 centimètres cubes. Si la teinte est trop foncée ou si le liquide n'est pas transparent, on ajoute 2 ou 3 centimètres cubes d'une solution saturée de sous-acétate de plomb, puis on achève de remplir jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. On agite la liqueur et on filtre; on remplit ensuite avec la liqueur filtrée un tube de 20 centimètres. On introduit ce tube dans l'espace libre du polarimètre mis au zéro, on met au point la lunette de Galilée et on fait mouvoir le pignon de manière à obtenir l'égalité de teinte des deux pénombres. On lit alors directement sur l'instrument la richesse pour 100 de la dissolution sucrée soumise à l'essai; une loupe mobile permet de lire les quarts de degré.

On obtient la quantité de sucre par litre de solution au moyen de la table suivante :

Nombre de divisions.	Sucre dans 1 litre.	Nombre de divisions.	Sucre dans 1 litre.
	gr.		gr.
1	1,62	6	9,72
2	3,24	7	11,34
3	4,86	8	12,96
4	6,48	9	14,58
5	8,10		

Si on a été obligé d'invertir, il faut faire une correction relative à la température; on se sert de la formule :

$$P = \frac{200 \times A}{288 - T}$$

dans laquelle P est le pouvoir rotatoire; A, la différence ou la somme des nombres de l'échelle saccharimétrique (suivant, qu'après l'inversion, les deux nombres de l'échelle sont placés du même côté du zéro ou qu'ils sont situés à droite ou à gauche du zéro); T, la température de la solution sucrée.

Pour avoir la quantité de sucre contenu dans 1 litre de cette solution, on emploie la formule :

$$P \times 1,62 = \text{sucre dans 1 litre.}$$

Le rendement au raffinage doit s'estimer ainsi, suivant M. Girard : « Soit un sucre marquant 90° au polarimètre, contenant 2,8 % de glucose, 1,71 de cendres et 3,5 % d'eau. On commence par retrancher du poids des cendres = 1,71, le dixième de ce poids, soit 0,17, et l'on obtient ainsi pour les cendres le nombre conventionnel 1,71 - 0,17 = 1,54. Puis, pour calculer le rendement, on retranche du titre polarimétrique 90, le poids 1,54 multiplié par 5, soit 7,70, et le poids du glucose 2,8 multiplié par 2, soit 5,6. Le rendement sera dans ce cas 90 - (7,70 + 5,6) = 76,70. »

*Détermination du poids de deux sucres constituant un mélange, à l'aide du saccharimètre.* — On peut, à l'aide du polarimètre, déterminer le poids de deux sucres mélangés, d'après le pouvoir rotatoire de la solution du mélange.

En effet, soient  $x$  et  $y$  la quantité de chaque sucre dans le mélange,  $l$ , leur poids total,  $(\alpha)$  et  $(\alpha')$  leurs pouvoirs de rotation, P le pouvoir rotatoire de la solution,  $v$  le volume de la solution; on a les équations :

$$\begin{aligned} x + y &= P \\ \alpha &= \frac{(\alpha) l x}{v} + \frac{(\alpha') l y}{v} \end{aligned}$$

On peut calculer à l'avance les valeurs de  $\frac{(\alpha) l}{v}$  pour les différents sucres. M. Girard donne les valeurs suivantes de  $\frac{(\alpha) l}{v}$  pour les différents sucres, avec des tubes de 20 centimètres de longueur, en ramenant à 100 centimètres cubes et avec la valeur décimale du degré :

Saccharose	+ 1,33 à 1,35 suivant la concentration
Glucose	+ 1,054 à 1,059
Lévulose	- 2,416 à 1,884 suivant la température
Lactose	+ 1,057
Maltose	+ 2,8

Lorsqu'on ne connaît pas le poids des sucres, mais si l'un d'eux réduit la liqueur de Fehling, on dose le sucre réducteur et, connaissant son poids, on calculera le pouvoir rotatoire correspondant. On le retranche du pouvoir observé; la différence correspond au second sucre et sert à calculer son poids.

Si les deux sucres réduisent la liqueur de Fehling, on cherche la valeur de  $P$  en faisant un essai avec la liqueur cuivrique: on aura

$$x + y = p.$$

En appelant  $m$  et  $n$  les valeurs calculées d'avance de la formule  $\frac{(\alpha) l}{v}$  pour  $x$  et  $y$ , on aura la seconde équation

$$y = \frac{\alpha - mp}{n - m}.$$

*Analyse commerciale officielle des sucres*<sup>1</sup>. — La prise d'essai est de 16 gr. 19 d'après les déterminations de MM. A. Girard et de Luynes, qui ont trouvé pour le pouvoir rotatoire du sucre  $(\alpha) D = 67,31$  ou  $67,18$ .

Les auteurs recommandent de peser 80 gr. 95 de sucre, qu'on dissout dans 160 centigrammes d'eau environ; on décante après repos sur un filtre, en recevant le liquide dans un vase jaugé de 250 centimètres cubes; on lave quatre ou cinq fois le premier vase, on complète les 250 centimètres cubes avec les eaux de lavage et l'on agite pour rendre le liquide homogène.

1° On dose le sucre au polarimètre sur 50 centimètres cubes en ajoutant du sous-acétate de plomb et complétant 100 centimètres cubes, filtrant et examinant le liquide filtré au tube de 20 centimètres.

On pratique l'interversion sur 50 centimètres cubes en ajoutant 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique pur et complétant 100 centimètres cubes, puis chauffant une demi-heure à  $68^\circ$ , laissant refroidir et examinant au tube de 20 centimètres.

Les sels existant dans la betterave n'influent presque pas sur le pouvoir rotatoire du sucre. Le pouvoir rotatoire de l'asparagine est annulé en ajoutant 10 % d'acide acétique. La chaux diminue beaucoup le titre du sucre; mais on la reconnaît en faisant passer dans la solution un courant d'acide carbonique; on peut la précipiter par l'oxalate d'ammoniaque, qui est optiquement sans action sur le sucre.

2° On dose le sucre réducteur, soit par la méthode habituelle, soit en faisant bouillir la solution de sucre, indiquée plus haut, avec un

1. *Agenda du Chimiste*, année 1886.

excès de liqueur de Fehling titrée ; on ramène rapidement le tout à un volume déterminé, on filtre et on laisse reposer, et sur la moitié du liquide on dose le cuivre en excès par une solution titrée de sulfure de sodium, en présence d'un excès d'ammoniaque, jusqu'à décoloration. Chaque centimètre cube de Fehling consommé = 0 gr. 005 de sucre réducteur.

M. Aimé Girard trouve préférable de faire bouillir la liqueur de Fehling et d'y faire couler un volume déterminé de solution sucrée, tel que le Fehling reste en excès ; on filtre bouillant, on lave jusqu'à ce que l'eau filtrée ne soit plus alcaline et on pèse à l'état de protoxyde, ou de cuivre métallique en réduisant par un courant d'hydrogène dans un creuset de Rose :  $\text{Cu} \times 0,569 = \text{sucre réducteur}$  ; on peut aussi redissoudre le protoxyde de cuivre dans de l'alun de fer additionné d'acide sulfurique, et titrer au permanganate le protoxyde formé, en diluant avec de l'eau bouillie.

3° Dosage de l'eau par dessiccation à 110° sur 1 ou 2 grammes de sucre.

4° Le résidu du dosage de l'eau est incinéré et fournit les cendres totales.

5° On introduit, à l'aide d'une pipette spéciale, 12 c.c. 35 de solution sucrée, soit 4 gr. de sucre, dans une capsule de platine tarée, avec 1 centimètre cube d'acide sulfurique. On évapore deux heures à 130° et on calcine à la moufle, puis on pèse le résidu salin qui constitue les cendres solubles sulfatées.

6° En retranchant de 100 les quatre premiers chiffres trouvés plus haut, le reste représente la matière organique indéterminée.

*Calcul de l'analyse.* — Du poids des cendres sulfatées on déduit  $\frac{1}{10}$  pour avoir à peu près le poids des cendres normales, qu'on multiplie par 5 ; on retranche le produit du titre saccharimétrique trouvé dans l'inversion ; de la différence on retranche encore le poids du sucre réducteur multiplié par 2 : le reste représente le rendement impossible du sucre. M. Aimé Girard propose de multiplier par 4 les cendres corrigées, par 2 la glucose, et de retrancher du titre saccharimétrique les deux produits, plus 1,5 qui représente les déchets de fabrication.

D'après Dubrunfaut, le coefficient des cendres serait 3,73.

En Belgique, on retranche du titre saccharimétrique le poids des cendres quintuplé et le poids de la glucose.

*Analyse aux  $\frac{4}{5}$ .* — Dans la méthode d'analyse dite aux  $\frac{4}{5}$ , on évalue la matière organique indéterminée en admettant que son poids est égal aux  $\frac{4}{5}$  de celui des cendres ; alors en retranchant de 100 les quantités de l'eau, de la glucose et les  $\frac{4}{5}$  des cendres, la différence serait la saccharose. Cette méthode n'est pas exacte.

Le dosage des cendres d'après la méthode officielle indiquée plus haut nécessite une pipette spéciale.

On opère aussi de la manière suivante : on dose l'eau sur 5 grammes

dans une capsule en platine ; au résidu on ajoute 2 centimètres cubes d'acide sulfurique, on calcine au rouge sombre, on mouille le charbon et on laisse sécher à 100°, puis on termine l'incinération à la moufle. Sur un autre essai, on détermine la matière minérale insoluble, qu'on retranche des cendres sulfatées trouvées.

*Recherche des falsifications.* — Les substances minérales, la farine, la fécule ajoutées au sucre peuvent être décelées en dissolvant 25 grammes de sucre dans l'eau froide ; le sucre seul se dissout, tandis que les substances étrangères se précipitent. Le liquide sur-nageant reste laiteux lorsque le sucre contient de la farine. On recueille le dépôt et on l'analyse.

Pour rechercher le sucre de lait, on réduit en poudre fine 20 grammes de sucre et on les traite par 50 grammes d'alcool à 22° ; on agite souvent le mélange et on le laisse reposer. Le sucre de canne ou de betterave est dissous ; le sucre de lait reste à l'état insoluble. On recueille le dépôt sur un filtre taré, on lave à l'alcool, on dessèche à 100° jusqu'à poids constant et on pèse.

Si on soupçonne que ce dépôt contient de l'amidon ou de la farine, on le traite par de l'eau froide : le sucre de lait se dissout, tandis que la fécule ou l'amidon reste à l'état insoluble. On dessèche à 100° jusqu'à poids constant et on pèse. Le dépôt d'amidon ou de fécule traité par l'eau bouillante donne un empis qui bleuit par la teinture d'iode.

Sucres.	États.	Eau de cristallisation.	Perte d'eau.
I. — <i>Sucres-alcools</i> $C^6H^{14}O^6$ —			
Mannite.....		prismes droits.	
Dulcité.....		soyeux.	
Sorbite.....		prism. obl.	
		1/2 aq.	
II. — <i>Sucres de la formule</i>			
1° Fermentant directement en présence de la levûre de la bière; cupro-			
Glucose ou dextrose ou sucre de fécule.....	crist. agglomérés.	1 aq.	aq. à 90°
Lévilose ou sucre de fruits.....	presque incrist.		
Mannitose.....			
Galactose <i>a</i> du sucre de lait.....			
Galactose <i>b</i> .....			
Sucres interverti.....		Mélange de glucose et de	
Sorbine.....	cristaux durs.		
		(2°) <i>Ne réduisant pas la li-</i>	
Inosine.....	cristaux effl.	2 aq.	
Inosite.....	crist. aiguillés.	2 aq.	2 aq. à 100°
Dambose.....			
III. — <i>Sucres de la formule</i> $C^{12}H^{22}O^{11}$ —			
Saccharose ou sucre de canne.....	cristaux durs.		
Lactose.....	"	1 aq.	aq. à 140°
Maltose.....	"	1 aq.	aq. à 100°
Saccharine.....	prismes droits.		
Mélitose.....	crist. aiguillés.		
Mélézitose.....	cristaux durs.		
Tréhalose ou mycose..	"	2 aq.	
IV. — <i>Matières amylacées.</i>			
Amidon.....	poudre blanche.		
Fécule.....	"		
Dextrine.....	"		
Inuline.....	vitreuse.	1/2 aq.	1/2 aq. à 120°
Gomme arabique.....			
<i>Raffinose</i> $C^6H^{14}O^7$ <i>Loiseau</i> . $C^{12}H^{22}O^{11}$ +			

## DIVERS SUCRES.

Solubilité dans 100 parties		Point de fusion.	Pouvoir rotatoire.	Réactions particulières.
Eau.	Alcool.			
<i>(C<sup>6</sup>H<sup>14</sup>O<sup>12</sup>). Alcools hexatomiques.</i>				
16. ts. b.	o. s. b.	160 à 165°	(a)j = -0°15	Légèrement sucrée.
4. ts. b.	insoluble.	182	0°	Peu sucrée.
s.	s.	110	0°	
<i>C<sup>6</sup>H<sup>12</sup>O<sup>6</sup> — (C<sup>6</sup>H<sup>12</sup>O<sup>6</sup>). Glucoses.</i>				
ils sont rapidement altérés par les alcalis; ils réduisent la liqueur potassique.				
81. ts. b.	2. 20 b.	80°	+ 57°6	Sucres trois fois moins que le sucre de canne.
ts.	p. s.		- 106° à 114° et - 53° à 90°	
lévulose à équivalents égaux.			- 27°	Donne <i>dulcite</i> p. amalgame de sodium.
200	p. s. b.		- 46°9	Donne <i>mannite</i> p. amalgame de sodium.
<i>queur cupro-tartrique.</i>				
p. s.	p. s.			
15. ts. b.	insol.	210	0°	
ts.	insol.	212		
<i>(C<sup>12</sup>H<sup>22</sup>O<sup>11</sup>) — (C<sup>12</sup>H<sup>22</sup>O<sup>11</sup>). Saccharoses.</i>				
300 ts. b.	ins. 2 b.	160°	+ 73°8	Non direct, fermentescible.
20. 40 b.	ins.		+ 59°3	Réduit liq. Fehling.
ts.	soluble.			Saveur amère; ne fermente pas.
ts.			+ 93°5	Ne réduit pas liq. cuivrique.
s.			+ 102°	Fermentescible; ne réduit pas liq. cuivrique.
ts.	p. s. b.	+ 140°	+ 94°1	
ts.	s. 6. p. s. froid		+ 220°	
<i>(C<sup>12</sup>H<sup>20</sup>O<sup>10</sup>) (C<sup>36</sup>H<sup>30</sup>O<sup>30</sup>) — (C<sup>12</sup>H<sup>20</sup>O<sup>10</sup>). Bleuit par l'iode.</i>				
insol.	insol.			
tr. s.	insol.		+ 138°7	Deviens rouge fauve par l'iode.
sol. b.			- 36°56	Ne bleuit pas par l'iode.
s.	insol.		+ 117°3	Précipite par sous-acétate plomb.
3 H <sup>2</sup> O Tollens; pouvoir rotatoire + 117°3-				

TABLE D'ALLIHN POUR LE CALCUL DU SUCRE

Cuivre.	Sucre de raisin.										
Millig.	Millig.										
10	6,1	52	26,9	94	47,9	136	69,3	178	91,1	220	220
11	6,6	53	27,4	95	48,4	137	69,8	179	91,6	221	221
12	7,1	54	27,9	96	48,9	138	70,3	180	92,1	222	222
13	7,6	55	28,4	97	49,4	139	70,8	181	92,6	223	223
14	8,1	56	28,8	98	49,9	140	71,3	182	93,1	224	224
15	8,6	57	29,3	99	50,4	141	71,8	183	93,7	225	225
16	9,0	58	29,8	100	50,9	142	72,3	184	94,2	226	226
17	9,5	59	30,3	101	51,4	143	72,9	185	94,7	227	227
18	10,0	60	30,8	102	51,9	144	73,4	186	95,2	228	228
19	10,5	61	31,3	103	52,4	145	73,9	187	95,7	229	229
20	11,0	62	31,8	104	52,9	146	74,4	188	96,3	230	230
21	11,5	63	32,3	105	53,5	147	74,9	189	96,8	231	231
22	12,0	64	32,8	106	54,0	148	75,5	190	97,3	232	232
23	12,5	65	33,3	107	54,5	149	76,0	191	97,8	233	233
24	13,0	66	33,8	108	55,0	150	76,5	192	98,4	234	234
25	13,5	67	34,3	109	55,5	151	77,0	193	98,9	235	235
26	14,0	68	34,8	110	56,0	152	77,5	194	99,4	236	236
27	14,5	69	35,3	111	56,5	153	78,1	195	100,0	237	237
28	15,0	70	35,8	112	57,0	154	78,6	196	100,5	238	238
29	15,5	71	36,3	113	57,5	155	79,1	197	101,0	239	239
30	16,0	72	36,8	114	58,0	156	79,6	198	101,5	240	240
31	16,5	73	37,3	115	58,6	157	80,1	199	102,0	241	241
32	17,0	74	37,8	116	59,1	158	80,7	200	102,6	242	242
33	17,5	75	38,3	117	59,6	159	81,2	201	103,1	243	243
34	18,0	76	38,8	118	60,1	160	81,7	202	103,7	244	244
35	18,5	77	39,3	119	60,6	161	82,2	203	104,2	245	245
36	18,9	78	39,8	120	61,1	162	82,7	204	104,7	246	246
37	19,4	79	40,3	121	61,6	163	83,3	205	105,3	247	247
38	19,9	80	40,8	122	62,1	164	83,8	206	105,8	248	248
39	20,4	81	41,3	123	62,6	165	84,3	207	106,3	249	249
40	20,9	82	41,8	124	63,1	166	84,8	208	106,8	250	250
41	21,4	83	42,3	125	63,7	167	85,3	209	107,4	251	251
42	21,9	84	42,8	126	64,2	168	85,9	210	107,9	252	252
43	22,4	85	43,4	127	64,7	169	86,4	211	108,4	253	253
44	22,9	86	43,9	128	65,2	170	86,9	212	109,0	254	254
45	23,4	87	44,4	129	65,7	171	87,4	213	109,5	255	255
46	23,9	88	44,9	130	66,2	172	87,9	214	110,0	256	256
47	24,4	89	45,4	131	66,7	173	88,5	215	110,6	257	257
48	24,9	90	45,9	132	67,2	174	89,0	216	111,1	258	258
49	25,4	91	46,4	133	67,7	175	89,5	217	111,6	259	259
50	25,9	92	46,9	134	68,2	176	90,0	218	112,1	260	260
51	26,4	93	47,4	135	68,8	177	90,5	219	112,7	261	261

DE RAISIN D'APRÈS LE CUIVRE DOSÉ PAR PESÉE

Sucre de raisin.	Cuivre.										
Millig.	Millig.										
113,2	262	135,7	304	153,7	346	182,1	388	206,0	430	230,4	
113,7	263	136,2	305	159,3	347	182,6	389	206,5	431	231,0	
114,3	264	136,8	306	159,8	348	183,2	390	207,1	432	231,6	
114,8	265	137,3	307	160,4	349	183,7	391	207,7	433	232,2	
115,3	266	137,8	308	160,9	350	184,3	392	208,3	434	232,8	
115,9	267	138,4	309	161,5	351	184,9	393	208,8	435	233,4	
116,4	268	138,9	310	162,0	352	185,4	394	209,4	436	233,9	
116,9	269	139,5	311	162,6	353	186,0	395	210,0	437	234,5	
117,4	270	140,0	312	163,1	354	186,6	396	210,6	438	235,1	
118,0	271	140,6	313	163,7	355	187,2	397	211,2	439	235,7	
118,5	272	141,1	314	164,2	356	187,7	398	211,7	440	236,3	
119,0	273	141,7	315	164,8	357	188,3	399	212,3	441	236,9	
119,6	274	142,2	316	165,3	358	188,9	400	212,9	442	237,5	
120,1	275	142,8	317	165,9	359	189,4	401	213,5	443	238,1	
120,7	276	143,3	318	166,4	360	190,0	402	214,1	444	238,7	
121,2	277	143,9	319	167,0	361	190,6	403	214,6	445	239,3	
121,7	278	144,4	320	167,5	362	191,1	404	215,2	446	239,8	
122,3	279	145,0	321	168,1	363	191,7	405	215,8	447	240,4	
122,8	280	145,5	322	168,6	364	192,3	406	216,4	448	241,0	
123,4	281	146,1	323	169,2	365	192,9	407	217,0	449	241,5	
123,9	282	146,6	324	169,7	366	193,4	408	217,5	450	242,2	
124,4	283	147,2	325	170,3	367	194,0	409	218,1	451	242,8	
125,0	284	147,7	326	170,9	368	194,6	410	218,7	452	243,4	
125,5	285	148,3	327	171,4	369	195,1	411	219,3	453	244,0	
126,0	286	148,8	328	172,0	370	195,7	412	219,9	454	244,6	
126,6	287	149,4	329	172,5	371	196,3	413	220,4	455	245,2	
127,1	288	149,9	330	173,1	372	196,8	414	221,0	456	245,7	
127,6	289	150,5	331	173,7	373	197,4	415	221,6	457	246,3	
128,1	290	151,0	332	174,2	374	198,0	416	222,2	458	246,9	
128,7	291	151,6	333	174,8	375	198,6	417	222,8	459	247,5	
129,2	292	152,1	334	175,3	376	199,1	418	223,3	460	248,1	
129,7	293	152,7	335	175,9	377	199,7	419	223,9	461	248,7	
130,3	294	153,2	336	176,5	378	200,3	420	224,5	462	249,3	
130,8	295	153,8	337	177,0	379	200,8	421	225,1	463	249,9	
131,4	296	154,3	338	177,6	380	201,4	422	225,7			
131,9	297	154,9	339	178,1	381	202,0	423	226,3			
132,4	298	155,4	340	178,7	382	202,5	424	226,9			
133,0	299	156,0	341	179,3	383	203,1	425	227,5			
133,5	300	156,5	342	179,8	384	203,7	426	228,0			
134,1	301	157,1	343	180,4	385	204,3	427	228,6			
134,6	302	157,6	344	180,9	386	204,8	428	229,2			
135,1	303	158,2	345	181,5	387	205,4	429	229,8			

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE SUCRE, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A + 17°5.

Sucre p. 100.	Densité suivant :		Sucre p. 100.	Densité suivant :		Sucre p. 100.	Densité suivant :	
	Balling.	Niemann.		Balling.	Niemann.		Balling.	Niemann.
1	1,0040	1,0035	26	1,1106	1,1103	51	1,2385	1,2378
2	1,0080	1,0070	27	1,1153	1,1150	52	1,2441	1,2434
3	1,0120	1,0106	28	1,1200	1,1197	53	1,2479	1,2490
4	1,0160	1,0143	29	1,1247	1,1245	54	1,2553	1,2546
5	1,0200	1,0179	30	1,1295	1,1293	55	1,2610	1,2602
6	1,0240	1,0215	31	1,1343	1,1340	56	1,2667	1,2658
7	1,0281	1,0254	32	1,1391	1,1388	57	1,2725	1,2714
8	1,0322	1,0281	33	1,1440	1,1436	58	1,2783	1,2770
9	1,0363	1,0328	34	1,1490	1,1484	59	1,2841	1,2826
10	1,0404	1,0367	35	1,1540	1,1533	60	1,2900	1,2882
11	1,0446	1,0410	36	1,1590	1,1582	61	1,2959	1,2938
12	1,0488	1,0456	37	1,1641	1,1631	62	1,3019	1,2994
13	1,0530	1,0504	38	1,1692	1,1681	63	1,3079	1,3030
14	1,0572	1,0552	39	1,1743	1,1731	64	1,3139	1,3105
15	1,0614	1,0600	40	1,1794	1,1781	65	1,3190	1,3160
16	1,0657	1,0647	41	1,1846	1,1832	66	1,3260	1,3215
17	1,0700	1,0693	42	1,1898	1,1883	67	1,3321	1,3270
18	1,0744	1,0738	43	1,1951	1,1935	68	1,3383	1,3324
19	1,0788	1,0784	44	1,2004	1,1989	69	1,3445	1,3377
20	1,0832	1,0830	45	1,2057	1,2043	70	1,3507	1,3430
21	1,0877	1,0875	46	1,2111	1,2098	71	1,3570	1,3483
22	1,0922	1,0920	47	1,2165	1,2153	72	1,3633	1,3535
23	1,0967	1,0965	48	1,2219	1,2209	73	1,3696	1,3587
24	1,1013	1,1010	49	1,2274	1,2265	74	1,3760	1,3658
25	1,1059	1,1056	50	1,2329	1,2322			

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE SUCRE, D'APRÈS LEUR DEGRÉ BAUMÉ.

Degrés Baumé.	Sucre p. 100.						
1	4,72	41	49,83	21	38,29	31	57,31
2	3,50	42	21,71	22	40,17	32	59,27
3	5,30	43	23,54	23	42,03	33	61,23
4	7,09	44	25,34	24	43,92	34	63,18
5	8,90	45	27,25	25	45,79	35	65,19
6	10,71	46	29,06	26	47,70	36	67,19
7	12,52	47	30,89	27	49,60	37	69,19
8	14,38	48	32,75	28	51,50	38	71,22
9	16,20	49	34,60	29	53,42	39	73,28
10	18,04	20	36,40	30	55,36	40	75,35

## PHÉNOLS

## Phénols monoatomiques

**Phénol ordinaire.**  $C^6H^5O$ . — Il se produit dans des circonstances très variées, telles que la distillation sèche du benjoin, du bois, de la houille, pendant la fermentation putride du fumier, etc.; il existe à l'état naturel dans le castoréum et l'urine des herbivores.

Pour le préparer, on distille le goudron de houille et on recueille les produits qui passent entre 150 et 220°; on les agite avec une lessive alcaline concentrée dans une chaudière munie d'agitateurs. Il se dépose par refroidissement un magma cristallin formé par les combinaisons du phénol et de ses homologues avec la soude. On dissout cette masse demi-solide dans cinq à six fois son volume d'eau chaude, on agite et on laisse déposer; la liqueur claire décantée, traitée par l'acide sulfurique ou chlorhydrique, donne le phénol, qui se sépare en un liquide huileux. On le lave, on le dessèche avec du chlorure de calcium, puis on le rectifie.

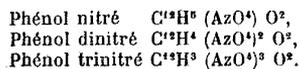
M. Bobœuf obtient le phénol sans avoir recours à la distillation, en traitant les huiles brutes de goudron par une lessive concentrée de soude caustique, qui dissout la totalité du phénol, ainsi que quelques autres huiles acides, puis, après avoir siphonné la liqueur alcaline éclaircie, il la ramène à marquer 10° Baumé en y ajoutant une certaine quantité d'eau. Une huile brune vient nager à la surface, et la liqueur alcaline, ne se troublant plus par addition d'eau, est traitée comme précédemment par l'acide chlorhydrique qui met le phénol en liberté; on le purifie par rectification.

*Synthèse.* — On peut faire la synthèse du phénol à l'aide de la benzine; celle-ci, chauffée avec de l'acide sulfurique monohydraté en excès à 110°, donne de l'acide phénylsulfureux  $C^6H^5(H^2O^2S^2O^4)$ . En saturant la liqueur par de la baryte, il se forme un précipité de sulfate de baryte, et on obtient du phénylsulfite de baryte soluble. On ajoute du sulfate de potasse: il se produit un nouveau précipité de sulfate de baryte, et le phénylsulfite de baryte est transformé en phénylsulfite de potasse. Ce sel, fondu dans un creuset d'argent avec trois fois son poids de potasse, donne du sulfite de potasse et du phénol potassé  $C^6H^5(KHO^2)$ ; on reprend la masse par l'eau, on ajoute de l'acide chlorhydrique: il se forme du chlorure de potassium, tandis que le phénol se sépare.

Le phénol, à l'état de pureté, est solide, incolore, et cristallise en belles aiguilles fusibles vers 33°; il bout à 188°; sa densité à + 18° est égale à 1,065. Il est peu soluble dans l'eau, mais soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique concentré.

La potasse et la soude en solution aqueuse dissolvent le phénol et forment avec lui des phénates de potasse et de soude.

**Acide picrique.** — En faisant agir l'acide nitrique sur le phénol, il se produit des dérivés nitrés, variables avec la concentration de l'acide et la durée de la réaction. Ces composés sont :



Le phénol trinitré est connu sous le nom d'acide picrique; il a été découvert, en 1788, par Hausmann. On le prépare en faisant bouillir du phénol avec de l'acide nitrique jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs rutilantes. L'acide picrique brut est saturé par l'ammoniaque; on obtient des cristaux de picrate d'ammoniaque, qu'on purifie et qu'on décompose ensuite par l'acide sulfurique ou l'acide azotique.

L'acide picrique se présente sous forme de lamelles rectangulaires d'un jaune clair, soluble dans cent soixante-cinq fois leur poids d'eau. Il est soluble dans l'alcool, l'éther, le toluène et l'acide nitrique chaud. Il a un pouvoir colorant très intense : 1 milligramme colore sensiblement 1 litre d'eau, et 1 gr. colore 1 kil. de soie.

**Crésylois ou Crésols.**  $\text{C}^6\text{H}^5\text{O}^2$ . — MM. Williamson et Fairlie ont signalé dans les huiles lourdes provenant de la distillation du goudron de houille, la présence d'un corps homologue du phénol, qui fut désigné sous le nom de phénol crésylique. Il est formé par le mélange de deux homologues du phénol, l'orthocrésylole et le paracrésylole.

L'orthocrésylole est cristallisé et incolore; il fond  $31^\circ$  et bout à  $186^\circ$ .

Le paracrésylole cristallise facilement en prismes qui fondent à  $36^\circ$ ; il bout à  $199^\circ$ .

L'acide nitrique, en réagissant sur le phénol crésylique, donne un mélange de binitrocrésylois, qu'on emploie en teinture sous le nom de jaune Victoria ou jaune d'or.

**Naphtol.**  $\text{C}^{10}\text{H}^8\text{O}^2$ . — L'acide sulfurique, par son action sur la naphthaline, donne deux acides sulfo-conjugués isomères, qui, combinés à la potasse, fournissent des sels qui, traités par la potasse fondue, produisent deux naphtols isomères. Ces composés fournissent les réactions caractéristiques des phénols; cependant ils se distinguent de ceux-ci par une plus grande analogie avec les alcools. On les fabrique maintenant dans l'industrie et ils sont employés pour la fabrication de substances tinctoriales. Le dinitronaphtol se prépare en faisant réagir à  $100^\circ$  un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique sur le naphtol; il est employé en teinture sous le nom de jaune de Martin ou jaune de Manchester.

**Phénols diatomiques.**

**Résorcine.**  $C^{12}H^6O^4$ . — La résorcine prend naissance lorsqu'on traite par la potasse fondante un assez grand nombre de substances naturelles, telles que la gomme-ammoniaque, l'assa-fœtida, le galbanum, etc.

Aujourd'hui, on la prépare au moyen du phényldisulfite de potasse, que l'on fond avec de la potasse. L'acide phényldisulfureux s'obtient en chauffant à 200° de la benzine avec un excès d'acide sulfurique monohydraté. C'est par ce procédé, indiqué par MM. Oppenheim et Vogt, qu'on obtient la résorcine dans l'industrie.

La résorcine se présente en cristaux rhomboïdaux; elle fond à 110° et bout à 271°; elle est très soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.

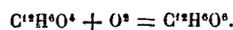
**Phénols triatomiques.**

**Pyrogallol.**  $C^{12}H^6O^5$ . — Ce composé, connu également sous le nom d'acide pyrogallique, a été découvert par Scheele. Il a été longtemps confondu avec l'acide gallique, mais Gmelin l'en sépara ensuite; il a été étudié par Braconnot et par Pelouze.

On prépare le pyrogallol en mêlant l'acide gallique avec le double de son poids de pierre-ponce en poudre grossière; on chauffe ce mélange dans une cornue tubulée, au bain de sable. On fait passer dans la cornue un courant d'acide carbonique qui entraîne l'acide pyrogallique à mesure qu'il se forme. On peut également l'obtenir en distillant l'extrait aqueux de noix de galle.

Le pyrogallol se présente sous forme de lamelles ou d'aiguilles minces d'un blanc éclatant et possédant une saveur amère. Il fond à 115° et se sublime à 210°. Il est soluble dans deux parties et demie d'eau; il est très soluble dans l'alcool et l'éther. Il est toxique.

**Phoroglucine.**  $C^{12}H^6O^5$ . — Ce composé, isomère du pyrogallol, a été découvert par Hlasiwetz. On le prépare par l'oxydation de la résorcine, en la traitant par la soude en fusion :



On peut aussi l'obtenir en faisant agir la potasse fondante sur les tannins du cachou, du ratanhia, du bois jaune, etc.

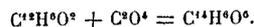
Elle se présente sous la forme de gros cristaux incolores contenant quatre équivalents d'eau, doués d'une saveur amère et solubles dans l'eau.

Sa solution aqueuse réduit la liqueur de Fehling.

## Acides-phénols.

De même que les alcools donnent, par leur oxydation, naissance à des acides, les phénols engendrent également des acides, dans les mêmes conditions.

**Acide salicylique.**  $C^{12}H^4 (H^2O^2) (O^2)$ . — L'acide salicylique se forme soit par l'oxydation de la salicine, soit par la fixation de l'acide carbonique sur le phénol par l'intermédiaire des phénols sodés :



On l'a retiré pendant longtemps, comme l'a indiqué M. Cahours, par la distillation de l'huile de *gaultheria procumbens* avec de la potasse; il reste, dans cette opération, du salicylate de potasse, qu'on décompose par l'acide chlorhydrique.

Aujourd'hui, on le prépare au moyen du phénol et de l'acide carbonique. A cet effet, on mélange le phénol avec de la soude hydratée en présence d'une certaine quantité d'eau, et on chauffe rapidement à 180° dans une cornue métallique. L'eau et le phénol en excès distillent, et il reste dans la cornue du phénol monosodé, dans lequel on fait passer pendant longtemps un courant d'acide carbonique, en maintenant la même température. Une certaine quantité de phénol distille; on chauffe ensuite jusqu'à 250°, et l'opération est terminée lorsque le phénol cesse de distiller. Le résidu restant dans la cornue est du salicylate de soude sodé; on le dissout dans l'eau, on ajoute de l'acide chlorhydrique en excès, et l'acide salicylique se précipite. On recueille les cristaux, on les exprime et on les distille dans un courant de vapeur surchauffée vers 170°.

L'acide salicylique se présente en fines aiguilles fusibles à 159°; il est presque insoluble dans l'eau froide, mais plus soluble dans l'eau bouillante; il se dissout dans l'éther et dans l'alcool.

**Hydrure de salicyle.**  $C^{14}H^4O^4$ . — L'hydrure de salicyle est un aldéhyde-phénol, dérivant par oxydation de l'alcool salicylique; il a été découvert par Pagenstecher dans l'essence de reine-des-prés; sa synthèse a été effectuée par Piria en oxydant la salicine.

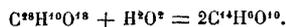
On le prépare en versant peu à peu trois parties de chloroforme dans un mélange de deux parties de phénol, quatre parties de soude caustique et six ou sept parties d'eau, chauffé vers 50°. On ajoute ensuite assez d'eau pour que la liqueur devienne brune, et on chauffe une demi-heure à 60°. On obtient ainsi de l'aldéhyde salicylique ou hydrure de salicyle et de l'aldéhyde paroxybenzoïque. Par la distillation on obtient l'hydrure de salicyle mêlé avec du phénol et de l'eau; on le purifie au moyen du bisulfite de soude.

C'est un liquide neutre très réfringent, doué d'une odeur aromatique; sa densité est égale à 1,173; il bout à 196°. Il est peu soluble

dans l'eau, mais il se dissout dans l'alcool et l'éther. Sa solution se colore en violet par l'addition du perchlorure de fer.

**Acide gallique.**  $C^6H^6O^6$ . — L'acide gallique, découvert par Schéele, existe à l'état de liberté dans les graines de mango, les gousses de libidibi, les capsules du chêne vélandi, les feuilles de sumac, de busserolle, les fleurs d'arnica, etc.

On le prépare par la décomposition du tannin de la noix de galle. Ce corps, exposé au contact de l'air, subit l'influence d'un ferment végétal, le *penicillium glaucum* ou l'*aspergillus niger*, fixe les éléments de l'eau et se change en acide gallique :



A. tannique.

On laisse fermenter pendant un mois environ des noix de galle concassées et maintenues humides; on exprime ensuite la masse et on traite le résidu par l'eau bouillante : l'acide gallique se dissout et se dépose ensuite par le refroidissement.

Il se présente sous forme de longues aiguilles soyeuses, renfermant deux équivalents d'eau de cristallisation; il est incolore, doué d'une saveur astringente, soluble dans l'eau, surtout à chaud, très soluble dans l'alcool, moins soluble dans l'éther. Il perd son eau de cristallisation à 100° et fond vers 200°. Chauffé brusquement à 250°, il se transforme en acide métagallique  $C^{12}H^{10}O^6$ , eau et acide carbonique.

**Tannin ou acide tannique.**  $C^{12}H^{10}O^{18}$ . — Se rencontre dans un certain nombre de végétaux, surtout dans les écorces et les feuilles. Le tannin de noix de galle est le plus connu. Il est solide, jaunâtre, amorphe, léger, soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther.

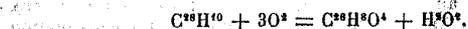
Pour le préparer, on met, dans un appareil à épuisement, des noix de galle concassées et on les arrose avec un mélange de soixante parties d'éther pur, trois parties d'alcool et une partie d'eau : on fait écouler le liquide au bout de quelques heures; il se divise en deux couches. La couche inférieure, de couleur ambrée, est une dissolution aqueuse très concentrée de tannin; la couche supérieure, verdâtre, est de l'éther retenant peu de tannin. On décante, on lave la couche inférieure avec de l'éther, puis on l'évapore dans le vide ou à l'étuve. On obtient ainsi une masse spongieuse de tannin.

TABLE INDIQUANT LA RICHESSE DES SOLUTIONS DE TANNIN, D'APRÈS LEUR DENSITÉ A 15°.

Densité.	Tannin p. 100.	Densité.	Tannin p. 100.	Densité.	Tannin p. 100.
1,0004	0,1	1,0072	1,8	1,0140	3,5
1,0008	0,2	1,0076	1,9	1,0144	3,6
1,0012	0,3	1,0080	2,0	1,0148	3,7
1,0016	0,4	1,0084	2,1	1,0152	3,8
1,0020	0,5	1,0088	2,2	1,0156	3,9
1,0024	0,6	1,0092	2,3	1,0160	4,0
1,0028	0,7	1,0096	2,4	1,0164	4,1
1,0032	0,8	1,0100	2,5	1,0168	4,2
1,0036	0,9	1,0104	2,6	1,0172	4,3
1,0040	1,0	1,0108	2,7	1,0176	4,4
1,0044	1,1	1,0112	2,8	1,0180	4,5
1,0048	1,2	1,0116	2,9	1,0184	4,6
1,0052	1,3	1,0120	3,0	1,0188	4,7
1,0056	1,4	1,0124	3,1	1,0192	4,8
1,0060	1,5	1,0128	3,2	1,0196	4,9
1,0064	1,6	1,0132	3,3	1,0200	5,0
1,0068	1,7	1,0136	3,4		

**Anthraquinone. C<sup>10</sup>H<sup>8</sup>O<sup>4</sup>.** — L'anthraquinone fait partie de la classe des quinones, composés qui peuvent être regardés comme les aldéhydes des phénols, dont ils dérivent par élimination d'hydrogène.

Pour le préparer, on dissout une partie d'anthracène dans l'acide acétique cristallisable, et on ajoute deux parties de bichromate de potasse :



On chauffe légèrement, on précipite par l'eau et on purifie le produit par sublimation.

Dans l'industrie, on prépare l'anthraquinone destiné à la fabrication de l'alizarine artificielle en traitant l'anthracène par un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse.

Ce corps se présente sous forme de belles aiguilles jaune d'or, fusibles à 273°, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool et dans l'éther, mais se dissolvant facilement dans la benzine bouillante.

Le chlore, le brome et l'acide azotique donnent, avec l'anthraquinone, des produits de substitution.

**Amines correspondant aux phénols.**

Les phénols donnent, comme les alcools, des amines ou ammoniacales composées par la substitution de l'ammoniaque aux éléments de l'eau.

**Aniline.**  $C^6H^7Az$  ou  $(C^6H^4)AzH^2$ . — Dans les laboratoires, on prépare l'aniline de la façon suivante :

On introduit, dans une cornue d'un demi-litre, 50 gr. environ de nitrobenzine du commerce, un égal volume d'acide acétique faible et 100 gr. de limaille de fer.

Au bout de quelques minutes, il se produit une vive effervescence, et une condensation assez abondante se fait dans le récipient qu'on maintient refroidi. Quand l'effervescence est calmée, on verse dans la cornue les matières qui ont passé dans le récipient, et on distille jusqu'à siccité. Dans le récipient se trouve un mélange d'eau et d'aniline; on ajoute quelques gouttes d'éther qui, en se dissolvant dans l'aniline, ramènent celle-ci à la surface: on décante et on laisse séjourner sur du chlorure de calcium pendant quelque temps. Une seule rectification suffit pour obtenir l'aniline pure.

Les matières qui restent dans la cornue contiennent encore de l'aniline; pour l'en retirer, on lave la cornue avec de l'eau distillée, on filtre et on évapore à siccité la liqueur. On introduit le résidu avec de la chaux dans une cornue de grès; on distille, on ajoute les produits à ceux obtenus dans la première opération et on rectifie (Béchamp).

Dans l'industrie, on prépare l'aniline par le procédé de M. Béchamp, qui consiste, comme dans la méthode ci-dessus, à réduire la nitrobenzine par un mélange de fer métallique et d'acide acétique.

L'aniline est un liquide incolore, lorsqu'elle est pure; son odeur est faiblement aromatique et désagréable, sa saveur est âcre et brûlante; elle est excessivement toxique. Sa densité est de 1,028 à  $+ 15^\circ$ ; elle bout à  $182^\circ$ . Elle est peu soluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool, l'éther, l'esprit de bois, le sulfure de carbone, la benzine, les essences, les huiles grasses et volatiles. Elle dissout à chaud le soufre, le phosphore, le camphre, l'indigo. Elle brûle avec une flamme blanche fuligineuse.

Les acides dissolvent l'aniline en se combinant avec elle pour former des sels généralement solubles dans l'eau.

**Toluidine.**  $C^6H^8AzH^2$ . — On la prépare en grand par le même procédé que celui qui sert à obtenir l'aniline, en réduisant le nitrotoluène par le fer et l'acide acétique.

La toluidine pure est solide à la température ordinaire; sa densité est à peu près égale à celle de l'eau; son odeur est aromatique, sa saveur brûlante comme celle de l'aniline, dont elle possède les propriétés toxiques. Elle fond à  $+ 40^\circ$  et bout à  $198^\circ$ ; elle distille sans altération. Elle est difficilement soluble dans l'eau froide, plus soluble

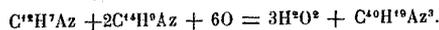
dans l'eau bouillante, très soluble dans les huiles grasses et essentielles, le sulfure de carbone, l'alcool, l'éther.

#### Couleurs d'aniline.

L'aniline possède la propriété de se colorer sous l'influence de certains réactifs.

Les principales couleurs dérivant de l'aniline sont :

**Rosaniline.**  $C^{10}H^9Az^3$ . — La rosaniline ou fuschine rouge, découverte par Verguin, se forme toutes les fois qu'un mélange d'aniline et de toluidine est soumis à l'action de certains agents oxydants, tels que le bichlorure d'étain, le bichlorure de mercure, le nitrate de mercure, l'acide arsénique, les dérivés nitrés, etc :



On la prépare au moyen du procédé indiqué par MM. Girard et de Laire, qui consiste à oxyder par l'acide arsénique l'aniline chargée de toluidines du commerce.

On mélange 100 parties d'aniline commerciale avec 140 parties d'acide arsénique, on place le tout dans un appareil semblable à celui qui sert à la préparation de l'aniline, on chauffe, et on recueille l'aniline qui distille jusqu'à ce que le résidu ait pris un aspect métallique et soit devenu cassant à froid. On lave ce résidu à plusieurs reprises par l'eau bouillante additionnée de carbonate de soude. L'arsenite et l'arsenate de soude se dissolvent et sont entraînés, tandis qu'il reste une pâte composée d'arsenate de rosaniline impur, que l'on transforme en chlorhydrate en le faisant bouillir avec une solution de sel marin acidulée par l'acide chlorhydrique.

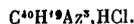
Il se forme de l'arsenate de soude qui reste en dissolution dans la liqueur, tandis que le chlorhydrate de rosaniline cristallise par le refroidissement.

A la dissolution bouillante de chlorhydrate de rosaniline on ajoute de la soude caustique : la rosaniline se dépose en cristaux par le refroidissement.

La rosaniline est incolore à l'état de pureté, mais elle prend une teinte rosé en s'altérant. Elle se détruit à  $130^\circ$ , en dégageant de l'aniline ; elle est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.

La rosaniline forme avec les acides des sels bien cristallisés, doués d'un éclat verdâtre, teignant l'eau et les tissus en rouge cramoisi.

La fuschine du commerce est le chlorhydrate de rosaniline :



**Mauvaniline.** — La mauvaniline se forme en même temps que la rosaniline, lorsqu'on traite par l'acide arsénique deux parties d'aniline mêlées à une partie de toluidine. Elle est insoluble dans l'eau ; mais ses sels solubles dans ce liquide, lui communique une teinte violet rougeâtre.

**Vioaniline.** — Cette matière, qui offre de grandes analogies avec la précédente, s'obtient par le même procédé. Elle teint en violet bleuâtre.

**Bleu de Lyon.** — Le bleu de Lyon, bleu de Paris, bleu de fuschine, a été découvert par MM. de Laire et Girard. On le prépare en chauffant à 180° la rosaniline cristallisée avec un excès d'aniline et 10 % d'un acide organique, l'acide benzoïque, par exemple. On obtient ainsi une masse visqueuse bleue que l'on brasse avec de l'acide chlorhydrique afin de dissoudre l'excès d'aniline. Le résidu insoluble est lavé à plusieurs reprises avec de l'eau bouillante acidulée par l'acide chlorhydrique; on a ainsi la triphényl-rosaniline  $C^{10}H^{10}(C^6H^5Az)^3$ , base dans laquelle l'ammoniaque a été remplacée par l'aniline. Ce corps forme avec l'acide chlorhydrique le chlorhydrate de triphénylrosaniline ou bleu de Lyon.

Ce sel, à l'état de pureté, constitue le *bleu-lumière*, ainsi nommé parce qu'il conserve sa teinte à la lumière artificielle.

**Mauvéine ou indisine, violet de Perkin.** — Cet alcali, auquel on attribue la formule  $C^{16}H^{12}Az^4$ , quoique sa nature ne soit pas encore bien déterminée, s'obtient en oxydant l'aniline soit par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, soit par le chlorure de chaux ou le bichlorure de cuivre.

La mauvéine se présente en petits cristaux, solubles dans l'eau et l'alcool en donnant des liqueurs d'un beau violet. Elle forme avec les acides des sels cristallisables dont les solutions sont pourpres. On fixe la mauvéine sur la soie au moyen de l'acide tartrique.

**Violet Hofmann.** — Ces violets magnifiques, découverts par Hofmann, s'obtiennent en traitant la rosaniline ou ses sels par les éthers iodhydrique et méthylique. On connaît trois violets qui sont le violet rouge, le violet bleu et le violet-lumière. Le mode de préparation de ces trois substances est le même, il n'y a de différences importantes que dans les proportions des agents employés. Ils sont remarquables par la pureté et la richesse de leur nuance.

**Vert à l'aldéhyde.** — Ce vert, découvert par M. Cherpin, se prépare en dissolvant 4 kil. de fuschine dans 2 litres d'acide sulfurique étendu de 2 litres d'eau. Quand la solution est refroidie, on y ajoute 4 litres d'aldéhyde et on laisse en contact jusqu'à ce que le liquide étendu d'eau ou d'alcool prenne une belle couleur bleue; on le verse alors dans 25 litres d'eau contenant en solution 4 kil. d'hyposulfite de soude; on fait bouillir et on filtre. On ajoute à la liqueur filtrée de l'acide tannique ou de l'acétate de soude qui précipite la couleur verte; on recueille celle-ci et on la lave à grande eau. Elle est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool et l'acide acétique en les colorant en bleu vert.

**Verts Hofmann.** — Lorsqu'on traite les violets Hofmann par l'eau

bouillante, celle-ci entraîne en dissolution une substance d'un bleu verdâtre ; en ajoutant à la liqueur du carbonate de soude, on en précipite un peu de violet tandis que le vert reste dissous. On décante ou on filtre, et on ajoute une solution concentrée d'acide picrique qui détermine le dépôt de la matière colorante verte.

**Chrysaniline.**  $C^{10}H^{14}Az^2O^2$ . — Elle diffère de la rosaniline par deux équivalents d'hydrogène en moins. Elle se forme en même temps que la rosaniline et son chlorhydrate, et reste en dissolution dans l'eau salée. Elle teint en jaune très brillant.

**Brun d'aniline.** — Le brun d'aniline se produit par l'action à  $240^\circ$  d'un sel de rosaniline sur un sel d'aniline. Il est soluble dans l'eau.

**Noir d'aniline.** — Cette substance, découverte par John Lighfoot en 1862, est très belle et très solide, mais elle adhère mal aux tissus ; aussi faut-il la produire sur le tissu lui-même par réaction. On imprime sur coton un mélange de chlorhydrate d'aniline, de chlorate de potasse, de bichlorure de cuivre, de sel ammoniac, d'acide acétique et d'empois d'amidon, puis on expose les pièces dans une chambre chauffée à  $30^\circ$ . Sous l'influence de la chaleur, de la vapeur d'eau et des agents oxydants, le mélange imprimé prend d'abord une couleur verte, et ensuite une couleur noire intense. On lave les pièces teintes dans une eau légèrement alcalinée.

**Alizarine.**  $C^{15}H^{10}O^4$ . — L'alizarine, découverte par Robiquet, est une quinone du phénol ; elle constitue le principe colorant de la garance.

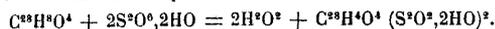
On la prépare au moyen de la racine de garance ; on épuise par l'eau froide cette racine coupée en morceaux, on écrase le résidu et on le fait bouillir avec 3 parties d'alun et 18 à 20 parties d'eau. On filtre à travers un linge, puis on traite de nouveau la partie qui reste sur la toile avec les mêmes quantités d'alun et d'eau. Au bout de quelques jours, l'alizarine se précipite des liqueurs filtrées ; on la recueille, on la traite par l'acide chlorhydrique étendu et bouillant, et on la dissout ensuite dans l'alcool chaud. Par le refroidissement, il se précipite de l'alizarine mêlée de purpurine ; on traite le dépôt par une dissolution bouillante d'alun qui dissout la purpurine, et on dissout l'alizarine par l'éther, d'où, par évaporation, elle se sépare en cristaux.

Dans l'industrie, on prépare l'alizarine en traitant l'antraquinone par l'acide sulfurique.

On mélange, dans une grande cuve en bois doublé de plomb et muni d'agitateurs, 200 kil. d'anthracène réduit à l'état de pâte avec 3.000 litres d'eau à  $100^\circ$  et contenant en dissolution 192 kil. de bichromate de potasse ; on fait alors couler en minces filets 272 kil. d'acide sulfurique dilué marquant  $30^\circ$  Baumé. Lorsque tout le bichromate est décomposé, on filtre la masse pour séparer l'antraquinone. On le purifie ensuite en versant peu à peu 220 kil. de produit brut

dans une chaudière contenant 600 kil. d'acide sulfurique à 66° Baumé; on maintient la température à 100° jusqu'à ce que tout l'antraquinone soit dissous. On verse alors le contenu de la chaudière dans des moules en plomb et on obtient par le refroidissement une masse qu'on lave avec 20 fois son poids d'eau; on soumet ensuite à l'action d'un filtre-pressé, et l'antraquinone qui reste est lavé de nouveau. Ce produit contient 90 0/0 d'antraquinone: on peut le purifier soit par sublimation, soit par un lavage avec une lessive bouillante et faible de carbonate de soude.

Pour préparer l'alizarine, on traite 1 partie d'antraquinone par 4 à 5 parties d'acide sulfurique à une température de 270 à 290°; il se produit de l'acide anthraquinodisulfureux:

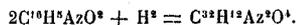


On neutralise cet acide par du carbonate de chaux et on sépare par filtration le sulfate de chaux qui se forme, puis on mêle le liquide avec du carbonate de potasse jusqu'à ce que la chaux soit précipitée. La liqueur claire est évaporée à sec, et, en chauffant le résidu avec de la soude caustique, on obtient de l'alizarate de soude, dont on sépare l'alizarine par un acide.

**Indigotine.**  $C^{16}H^8AzO^2$ . — L'indigotine ou indigo pur se prépare au moyen de l'indigo du commerce, que l'on traite, dans ce but, d'abord par l'eau bouillante, par l'alcool bouillant, et ensuite par l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique. Il ne renferme plus alors qu'un peu de silice; pour achever sa purification, on le sublime par petites portions entre deux verres de montre.

Il faut mieux le préparer en soumettant à des agents réducteurs l'indigo du commerce; on obtient ainsi une matière soluble, l'indigo blanc  $C^{16}H^{12}Az^2O^4$ , qui, en s'oxydant à l'air, régénère l'indigo bleu.

On introduit dans un vase bouché 1 partie d'indigo pulvérisé, 2 parties de sulfate de protoxyde de fer, 3 parties de chaux éteinte et 150 parties d'eau. La chaux réagissant sur le sulfate de fer donne du protoxyde de fer, lequel s'oxyde aux dépens de l'eau, tandis que l'hydrogène de l'eau se porte sur l'indigo et le change en indigo blanc:



On décante la liqueur et on l'expose au contact de l'air; il se dépose bientôt des flocons bleus d'indigo qu'on lave d'abord à l'eau acidulée, puis à l'eau pure.

L'indigotine possède une couleur bleue foncée avec reflet pourpre; elle prend une couleur de cuivre par le frottement. Elle est inodore, insipide, neutre; sa densité est égale à 1,35. Elle est insoluble dans l'eau et très peu soluble dans l'alcool et l'éther. Chauffée, elle se sublime en aiguilles appartenant au prisme droit à base rhombe. Elle est soluble dans l'acide sulfurique concentré et donne une liqueur bleu foncé pouvant se fixer sur la laine.

L'indigotine est décolorée par le chlore.

TABLEAU GÉNÉRAL DES

	COMPOSITION		
	C.	H.	O.
<i>Première famille.</i>			
Alcool méthylique $C^2H^4O^2$ .....	37,80	12,50	50,00
— vinique $C^4H^8O^2$ .....	32,17	13,04	37,79
— propylique $C^6H^{12}O^2$ .....	60,00	13,33	26,67
— butylique $C^8H^{16}O^2$ .....	64,86	13,51	21,63
— amylique $C^{10}H^{20}O^2$ .....	68,18	13,63	18,19
— caproïque $C^{12}H^{24}O^2$ .....	70,58	13,72	15,70
— œnanthylique $C^{14}H^{28}O^2$ .....	72,41	13,79	13,80
— caprylique $C^{16}H^{32}O^2$ .....	73,84	13,84	12,32
— pélargonique $C^{18}H^{36}O^2$ .....	75,00	13,88	11,12
— caprique $C^{20}H^{40}O^2$ .....	75,95	13,92	10,13
— éthalique $C^{22}H^{44}O^2$ .....	79,33	14,05	6,62
— cérylique $C^{24}H^{48}O^2$ .....	81,81	14,14	4,05
— mélassique $C^{26}H^{52}O^2$ .....	82,19	14,15	3,66
<i>Deuxième famille.</i>			
Alcool acétylique $C^4H^8O^2$ .....	54,54	9,09	36,37
— allylique $C^6H^{10}O^2$ .....	62,07	10,34	27,59
— angélique $C^{10}H^{18}O^2$ .....	69,76	11,62	18,62
— menthique $C^{10}H^{18}O^2$ .....	76,92	12,82	10,26
<i>Troisième famille.</i>			
Alcool propargylique $C^6H^{10}O^2$ .....	64,28	7,14	28,58
Bornéol $C^{10}H^{18}O^2$ .....	77,92	11,68	10,40
<i>Quatrième famille.</i>			
(Inconnue jusqu'alors.)			
<i>Cinquième famille.</i>			
Alcool benzylique $C^{14}H^{18}O^2$ .....	77,77	7,40	14,83
— xylylique $C^{16}H^{22}O^2$ .....	78,68	8,19	13,13
— cuminique $C^{18}H^{26}O^2$ .....	79,44	8,82	11,77
— cyménique $C^{20}H^{30}O^2$ .....	80,00	9,33	10,67
<i>Sixième famille.</i>			
Alcool styrolrique $C^{18}H^{22}O^2$ .....	80,00	6,66	13,34
— cholestérique $C^{26}H^{44}O^2$ .....	83,87	11,82	4,31

## ALCOOLS MONOATOMIQUES.

DENSITES		POINT		SOLUBILITE		
liquide.	de vapeur.	de fusion.	d'ébullition.	Dans l'eau.	Dans l'alcool.	Dans l'éther.
0,814 (0°)	1,120	»	+ 66°	t. s.	t. s.	t. s.
0,794 (13°)	1,613	»	+ 78	t. s.	»	t. s.
0,820	2,02	»	+ 98	t. s.	t. s.	t. s.
0,817	2,589	»	409	p. s.	t. s.	t. s.
0,818 (15°)	3,147	»	432	ins.	s.	s.
0,820 (17°)	3,53	»	450	ins.	s.	s.
0,819 (23°)	»	»	468	ins.	s.	s.
0,823 (17°)	4,50	»	478	ins.	s.	s.
»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»
»	»	+ 50°	»	ins.	s.	s.
»	»	79	»	ins.	t. s.	s.
»	»	85	»	ins.	»	»
»	»	»	»	t. s.	s.	s.
0,860 (13°)	»	»	97	t. s.	h. s.	t. s.
»	»	»	»	»	»	»
»	»	36	213	p. s.	t. s.	t. s.
0,9628 (21°)	1,88	»	114-115	»	»	»
»	»	198°	212	ins.	t. s.	t. s.
1,063 (0°)	»	»	217	ins.	s.	s.
»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	243	ins.	s.	s.
»	»	»	»	»	»	»
»	»	33	260	a. s.	t. s.	t. s.
»	»	437	»	ins.	p. s.	p. s.

*Éthers des alcools monoatomiques.*

Éther	méthylchlorhydrique	$C^2H^5Cl$	.....
—	méthylbromhydrique	$C^2H^5Br$	.....
—	méthyliodhydrique	$C^2H^5I$	.....
—	méthylcyanhydrique	$C^2H^5, C^2Az$	.....
—	méthylsulfhydrique (sulfure de méthyle)	$C^2H^5S$	.....
—	— (bisulfure de méthyle)	$C^2H^5S^2$	.....
—	— (sulphydrate de méthyle)	$C^2H^5S, HS$	.....
—	méthylnitrique	$C^2H^5O, AzO$	.....
—	méthylsulfurique (acide sulfométhylrique)	$C^2H^5O, S^2O^6, HO$	.....
—	— (sulfate de méthyle)	$C^2H^5O, C^2H^5O, S^2O^6$	.....
—	méthylcyanique	$C^2H^5O, C^2AzO$	.....
—	méthylloxalique neutre (oxalate de méthyle)	$(C^2H^5O)^2, C^2O^4$	.....
—	— acide (acide oxalométhylrique)	$C^2H^5O, HO, C^2O^4$	.....
—	méthylacétique (acétate de méthyle)	$C^2H^5O, C^2H^3O^2$	.....
—	méthylsalicylique (sallcyate de méthyle)	$C^2H^5O, C^2H^3O^2$	.....
—	chlorhydrique (chlorure d'éthyle)	$C^2H^5Cl$	.....
—	bromhydrique (bromure d'éthyle)	$C^2H^5Br$	.....
—	iodhydrique (iodure d'éthyle)	$C^2H^5I$	.....
—	cyanhydrique (cyanure d'éthyle)	$C^2H^5, C^2Az$	.....
—	ordinaire (oxyde d'éthyle)	$C^2H^5O^2$	.....
—	sulfhydrique (sulfure d'éthyle)	$C^2H^5S^2$	.....
—	— (bisulfure d'éthyle)	$C^2H^5S^2$	.....
—	— (sulphydrate d'éthyle, Mercaptan)	$C^2H^5S, HS$	.....
—	nitrique (nitrate d'éthyle)	$C^2H^5O, AzO^5$	.....
—	sulfurique (acide sulfovinique)	$C^2H^5O, HO, S^2O^6$	.....
—	sulfatique (sulfate d'éthyle)	$C^2H^5O, C^2H^5O, S^2O^6$	.....
—	phosphorique (acide éthylphosphorique)	$C^2H^5O, 2(HO)PhO^3$	.....
—	— (acide diéthylphosphorique)	$(C^2H^5O)^2, HO, PhO^3$	.....
—	— neutre	$(C^2H^5O)^2, PhO^3$	.....
—	cyanique (cyanate d'éthyle)	$C^2H^5O, C^2AzO$	.....
—	isocyanique	$C^2H^5O, C^2AzO$	.....
—	oxalique neutre (oxalate d'éthyle)	$(C^2H^5O)^2, C^2O^4$	.....

## PRINCIPAUX ÉTHERS.

COMPOSITION				DENSITÉS			POINT	
C	H	O	R	SOLIDE.	LIQUIDE.	DE VAPEUR.	DE FUSION.	D'ÉBULLITION.
23,78	5,94	"	Cl 60,28	"	"	1,736	"	-22°
12,63	3,15	"	Br 84,22	"	1,664	3,250	"	+13
8,45	2,11	"	I 89,44	"	2,237	4,843	"	43,8
58,53	7,31	"	Az 34,16	"	0,835	1,45	"	77
52,17	13,04	34,79	"	"	"	1,613	"	"
38,71	9,67	"	S 51,62	"	0,845	2,115	"	41
25,53	6,38	"	S 68,09	"	1,048	3,310	"	115
25,00	8,33	"	S 66,67	"	"	"	"	21
15,58	3,89	52,35	Az 18,18	"	1,182	2,640	"	66
10,71	3,57	57,15	S 28,57	Aiguilles.	"	"	"	"
19,04	4,76	50,81	S 25,39	"	1,324	1,324	"	188
42,10	5,26	28,08	Az 24,56	"	"	2,40	"	40
40,67	5,08	54,25	"	"	"	"	51°	161
36,44	3,73	59,83	"	"	"	"	"	"
48,64	8,10	43,26	"	"	0,919	2,563	"	58
63,15	5,26	31,59	"	"	1,18	5,42	"	212
37,23	7,75	"	Cl 55,02	"	0,92	2,22	"	11
22,01	4,58	"	Br 73,41	"	1,473	3,754	"	40
15,39	3,20	"	I 81,41	"	1,975	5,475	"	72
65,45	9,09	"	Az 25,46	"	0,790	"	"	97
64,86	13,51	21,63	"	"	0,736	2,565	"	35
53,77	11,11	"	S 35,12	"	0,837	3,100	"	90
39,34	8,19	"	S 52,47	"	0,99	4,27	"	151
38,71	9,67	"	S 51,62	"	0,835(20)	2,11	"	63
26,37	5,49	52,76	Az 15,38	"	1,132	3,112	"	86
19,04	4,76	50,81	S 25,39	"	Liquide.	"	"	"
31,16	6,49	41,58	S 20,77	"	"	"	"	"
19,04	5,55	50,81	Ph 24,60	"	"	"	"	"
31,16	7,14	41,58	Ph 20,42	"	1,12	"	"	"
39,56	8,24	35,17	Ph 17,03	"	1,086	"	"	215
50,70	7,04	22,55	Az 19,31	"	1,127(15)	"	"	"
"	"	"	"	"	0,898	2,400	"	60
48,90	6,84	44,26	"	"	1,102	5,078	"	184

Éther oxalique (acide oxalovinique)	$C^4H^2O, HO, C^4O^2$
— acétique (acétate d'éthyle)	$C^4H^2O, C^2H^2O^2$
— propylique oxyde de propyle	$C^3H^4O^2$
— butylique (oxyde de butyle)	$C^4H^4O^2$
— amylique (oxyde d'amyle)	$C^5H^6O^2$
— cétylique (oxyde de cétyle)	$C^{18}H^{36}O^2$
<i>Éthers des alcools diatomiques.</i>	
Glycol monochlorhydrique	$C^2H^2ClO^2$
— dichlorhydrique (liqueur des Hollandais)	$D^2H^2Cl^2$
— monoacétique	$C^2H^2O^2, D^2H^2O^2$
— diacétique	$C^4H^2O^2, 2(C^2H^2O^2)$
— mononitrique	$C^2H^2O^2, AzO^2$
— dinitrique	$C^2H^2O^2, 2AzO^2$
Éther du glycol (oxyde d'éthylène)	$C^2H^2O^2$
<i>Éthers des alcools triatomiques.</i>	
Monochlorhydrine	$C^3H^7ClO^4$
Dichlorhydrine	$C^3H^5Cl^2O^2$
Trichlorhydrine	$C^3H^3Cl^3$
Monoacétine	$C^3H^7O^2, C^4H^9O^2$
Diacétine	$C^6H^9O^4, 2C^4H^9O^2$
Triacétine	$C^9H^{15}O^6, 3C^4H^9O^2$
Triinitrine (nitroglycérine)	$C^3H^5O^2, 3AzO^2$
Tristéarine (stéarine)	$C^3H^5O^2, 3(C^{18}H^{35}O^2)$
Trimargarine (margarine)	$C^3H^5O^2, 3(C^{17}H^{33}O^2)$
Trioléine (oléine)	$C^3H^5O^2, 3(C^{18}H^{35}O^2)$
Acide sulfoglycérique	$C^3H^7O^5, HO, S^2O^6$
— phosphoglycérique	$C^3H^7O^5, 2HO, PhO^2$
Acétochlorhydrine	$C^6H^9ClO^3, C^4H^9O^2$
Acétodichlorhydrine	$C^6H^7Cl^2O, C^4H^9O^2$
Diacétochlorhydrine	$C^6H^5ClO^2, 2C^4H^9O^2$



TABLEAU DES RÉACTIONS QUI SERVENT À DISTINGUER ENTRE EUX LES ALCOOLS PRIMAIRES, SECONDAIRES ET TERTIAIRES  
(Dressé par le Dr GARCIA DE LA CRUZ.)

	FONDAMENTALES (1).	RÉACTIONS DE V. MEYER. L'alcool est transformé en son éther hydrique; on distille celui-ci avec de la zozite d'argent; le produit est traité par une solution d'acétate de potasse dans la pelasse, et l'on ajoute de l'acide sulfurique étendu (2).	RÉACTIONS DE C. HELL ET FR. DRECH. Action du brome en présence de sulfure de carbone sur les alcools amyliques (3).	RÉACTIONS DE MENGESCHTENZ. Action de la baryte.	RÉACTIONS DE C. HELL ET FR. DRECH. Action du brome en présence de sulfure de carbone sur les alcools amyliques (3).
primaires . . .	Une aldéhyde leur correspond, cette aldéhyde peut être transformée par oxydation en un acide.	Formation d'un dérivé nitreux-nitrique avec formation d'acide et dont les sels alcalins sont rouges.	On chauffe un excès d'alcool avec de l'acide oxalique.	Il se réagissent sur la baryte.	Pas de formation d'acide sulfurique. L'alcool est transformé en aldéhyde bromé.
secondaires . . .	Une acétone non susceptible d'acidification leur correspond.	Formation d'un dérivé nitreux-nitrique bleu, s'il est fondu ou dissous, et incolore s'il est à l'état solide.	Production de beaucoup d'oxalate et peu de formiate.	Il se réagissent aussi sur la baryte.	Pas de production d'acide sulfurique. L'alcool est transformé en acétole bromé.
tertiaires . . .	Il résulte de ceux-ci par oxydation, des acides dont la molécule a moins d'atomes de carbone que celle de l'alcool primitif.	Il ne se produit pas de dérivé nitreux-nitrique, car le dérivé nitrique qui se forme d'abord ne réagit pas sur l'ac. azoteux (nitreux).	Moins d'oxalate formé que lorsqu'on emploie l'alcool primaire de même composition.	Il n'exercent pas d'action sur la baryte.	Production abondante d'acide sulfurique. L'alcool est transformé en son éther bromhydrique.

(1) Les réactions ne sont pas aisément applicables aux alcools dérivés des carbures non saturés (SATZGER).  
(2) Les réactions s'appliquent également aux alcools de la première série homologue, contenant moins de carbone que l'alcool amylique. Les alcools de la deuxième série homologue, contenant moins de carbone que l'alcool amylique, ne réagissent pas sur l'ac. azoteux (nitreux).  
(3) Ces réactions paraissent caractériser les alcools amyliques. (GARCIA DE LA CRUZ, *Comptes Rendus Acad. Sci. Paris*, 1902, p. 1240.)

TABLEAU DES PRINCIPALES ALDÉHYDES DES ALCOOLS MONATOMIQUES.

	COMPOSITION			DENSITÉS		POINT		SOLUBILITÉ			
	C	H	O	SOLIDE	LIQUIDE	DE VAPEUR	DE FUSION	DE BULLITION	dans l'eau	dans l'alcool	dans l'éther
<i>Première famille (C<sup>m</sup>H<sup>2m</sup>O<sup>s</sup>).</i>											
Aldéhyde méthylrique C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> O <sup>s</sup> .....	40,00	6,66	53,34	"	"	Eaux	"	"	"	"	"
Vinique C <sup>3</sup> H <sup>6</sup> O <sup>s</sup> .....	54,54	9,09	36,37	"	"	4,532	"	-21°	s.	s.	s.
Paraldéhyde C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	"	"	"	solide	"	4,583	10°5	124	"	"	"
Aldol C <sup>3</sup> H <sup>6</sup> O <sup>s</sup> .....	"	"	"	"	"	"	"	"	s.	s.	s.
Aldéhyde propionique C <sup>3</sup> H <sup>6</sup> O <sup>s</sup> .....	62,06	10,34	27,60	"	"	"	"	46	"	"	"
— butyrique C <sup>4</sup> H <sup>8</sup> O <sup>s</sup> .....	66,66	11,11	22,23	"	"	"	"	"	p. s.	s.	s.
— amylique C <sup>5</sup> H <sup>10</sup> O <sup>s</sup> .....	69,76	11,62	18,62	"	"	2,61	"	70°-73°	"	"	"
— caproïque C <sup>6</sup> H <sup>12</sup> O <sup>s</sup> .....	72,00	12,00	16,00	"	"	"	"	110	"	"	"
— cétanthylrique C <sup>7</sup> H <sup>14</sup> O <sup>s</sup> .....	73,68	12,28	14,04	"	"	"	"	121	ins.	s.	s.
<i>Deuxième famille (C<sup>m</sup>H<sup>2m-2</sup>O<sup>s</sup>).</i>											
Aldéhyde allylique ou acroléine C <sup>3</sup> H <sup>4</sup> O <sup>s</sup> .....	64,28	7,14	28,58	"	"	1,897	"	52	p. s.	s.	s.
<i>Troisième famille (C<sup>m</sup>H<sup>2m-2</sup>O<sup>s</sup>).</i>											
Aldéhyde benzoïque ou hydrure de benzoïle C <sup>7</sup> H <sup>6</sup> O <sup>s</sup> .....	74,24	5,66	20,10	"	"	3,731	"	179	p. s.	s.	s.
Aldéhyde cuminique C <sup>9</sup> H <sup>8</sup> O <sup>s</sup> .....	84,50	4,22	11,38	"	"	5,24	"	237	p. s.	s.	s.
<i>Quatrième famille (C<sup>m</sup>H<sup>2m-2</sup>O<sup>s</sup>).</i>											
Aldéhyde cinnamique C <sup>9</sup> H <sup>8</sup> O <sup>s</sup> .....	84,81	6,06	12,13	"	"	"	"	"	ins.	s.	s.

TABLEAU DES PRINCIPAUX

	FORMULES.	DENSITÉ solide.
ACIDES MONOBASIQUES		
<i>Première famille (Série grasse).</i>		
Acide formique.....	$C^2H^2O^3, HO$ .....	vers 0°.
— acétique.....	$C^4H^4O^3, HO$ .....	Cr. en lamelles
— propionique.....	$C^3H^4O^3, HO$ .....	"
— butyrique.....	$C^4H^6O^3, HO$ .....	"
— valérique.....	$C^6H^{10}O^3, HO$ .....	"
— caproïque.....	$C^6H^{12}O^3, HO$ .....	"
— cœnanthylrique.....	$C^{14}H^{28}O^3, HO$ .....	vers — 40°.
— caprylique.....	$C^{10}H^{18}O^3, HO$ .....	"
— pélagonique.....	$C^{18}H^{36}O^3, HO$ .....	"
— caprique.....	$C^{20}H^{40}O^3, HO$ .....	"
— laurique.....	$C^{22}H^{44}O^3, HO$ .....	0,883 (20)
— myristique.....	$C^{28}H^{56}O^3, HO$ .....	"
— pulmitique.....	$C^{32}H^{64}O^3, HO$ .....	"
— margarique.....	$C^{34}H^{68}O^3, HO$ .....	"
— stéarique.....	$C^{36}H^{72}O^3, HO$ .....	"
— cérotique.....	$C^{34}H^{68}O^3, HO$ .....	"
— mélistique.....	$C^{60}H^{120}O^3, HO$ .....	"
<i>Deuxième famille.</i>		
Acide acrylique.....	$C^3H^4O^3, HO$ .....	"
— oléique.....	$C^{18}H^{34}O^3, HO$ .....	"
<i>Troisième famille.</i>		
Acide sorbique.....	$C^{12}H^{20}O^3, HO$ .....	"
— camphique.....	$C^{20}H^{38}O^3, HO$ .....	"
— linoléique.....	$C^{18}H^{34}O^3, HO$ .....	"
<i>Quatrième famille.</i>		
Acide benzoïque.....	$C^{14}H^{10}O^3, HO$ .....	Alg. ou lamel.
— toluïque.....	$C^{16}H^{12}O^3, HO$ .....	Fines aiguilles.
— cuminique.....	$C^{20}H^{14}O^3, HO$ .....	Lamelles.
<i>Cinquième famille.</i>		
Acide cinnamique.....	$C^{14}H^{12}O^3, HO$ .....	Prism. rhomb.

## ACIDES ORGANIQUES.

DENSITÉS		POINT		SOLUBILITÉ		
liquide.	de vapeur.	de fusion.	d'ébullition.	dans l'eau.	dans l'alcool.	dans l'éther.
1,223 (0)	2,125	0°	+ 100°	t. s.	s.	»
1,0635 (15)	2,09	+ 16	120	t. s.	t. s.	t. s.
1,016 (0)	»	»	140	s.	s.	s.
0,988 (0)	3,70	»	163	t. s.	s.	s.
0,937 (16)	3,68	»	176	p. s.	t. s.	t. s.
0,930 (15)	4,26	»	200	t. p. s.	t. s.	t. s.
0,917 (24)	»	»	222	t. p. s.	s.	s.
0,99 (29)	5,31	14-15	238	t. p. s.	t. s.	t. s.
»	»	+ 10	260	t. p. s.	t. s.	t. s.
»	»	28	»	ins.	t. s.	t. s.
»	»	43 5	»	ins.	s.	t. s.
»	»	54	»	ins.	p. s. à f.	p. s. à f.
»	»	62	»	ins.	t. s.	t. s.
»	»	60	»	ins.	s.	s.
»	»	70	350?	ins.	s.	s.
»	»	78	»	ins.	s.	s.
»	»	88	»	ins.	s.	s.
»	»	»	100	t. s.	t. s.	s.
Pl. léger que l'eau.	»	+ 4	»	ins.	ins.	t. s.
»	»	134 5	»	»	»	»
»	6,058	80	250	ins.	»	»
»	»	»	»	»	»	»
»	4,27	120	249	t. p. s.	t. s.	t. s.
»	»	»	volatil.	s.	t. s.	t. s.
»	»	92	260	t. p. s.	s.	s.
»	»	135	293	p. s.	a. s.	»

TABLEAU DES PRINCIPAUX

	FORMULES.	DENSITÉ solide.
PRINCIPAUX ANHYDRIDES DES ACIDES MONOBASIQUES.		
Acide acétique anhydre....	$C^2H^2O^2$ .....	"
— butyrique — .....	$C^4H^6O^2$ .....	"
— valérique — .....	$C^{10}H^{16}O^2$ .....	"
— benzoïque — .....	$C^8H^6O^2$ .....	"
ACIDES MONOBASIQUES DU GLYCOL.		
Acide glycolique.....	$C^2H^3O^3,HO$ .....	"
— lactique.....	$C^3H^5O^3,HO$ .....	"
— salicylique.....	$C^7H^7O^3,HO$ .....	Aiguilles.
— anisique.....	$C^9H^9O^3,HO$ .....	—
— vanillique.....	$C^{10}H^9O^3,HO$ .....	—
— phlorétique.....	$C^{16}H^{15}O^3,HO$ .....	"
— thymotique.....	$C^{14}H^{13}O^3,HO$ .....	Aiguilles.
ACIDES BIBASIQUES DU GLYCOL.		
Acide oxalique.....	$C^2O^4,2HO (+ 4HO)$ ....	Prismes.
— succinique.....	$C^4H^4O^4,2HO$ .....	Prism. rhomb.
ACIDES BIBASIQUES SE RATTACHANT AUX ACIDES DE LA SÉRIE GRASSE.		
Acide malonique.....	$C^3H^4O^4,2HO$ .....	Rhombédres.
— adipique.....	$C^8H^{10}O^4,2HO$ .....	Crist. en grains
— pimélique.....	$C^{14}H^{16}O^4,2HO$ .....	Grains crist.
— subérique.....	$C^{16}H^{18}O^4,2HO$ .....	Poudre blanch.
— sébacique ou sébique.	$C^{20}H^{22}O^4,2HO$ .....	Aig. ou lamell.
ACIDES BIBASIQUES SE RATTACHANT AUX ACIDES DE LA SÉRIE AROMATIQUE.		
Acide phtalique.....	$C^8H^6O^4,2HO$ .....	Lamelles.
— téréphtalique.....	$C^{10}H^8O^4,2HO$ .....	Poudre crist.
— isophtalique.....	$C^{10}H^8O^4,2HO$ .....	Crist.

## ACIDES ORGANIQUES. (Suite.)

DENSITÉS		POINT		SOLUBILITÉ		
liquide.	de vapeur.	de fusion.	d'ébullition.	dans l'eau.	dans l'alcool.	dans l'éther.
1,073 (20)	3,47	»	137,5	»	s.	s.
0,978 (12)	5,38	»	190	»	s.	s.
0,934 (15)	»	»	215	»	s.	s.
»	»	42	310	»	s.	s.
1,19 (13)	»	79	»	s.	s.	s.
1,215 (20)	»	»	»	t. s.	t. s.	t. s.
»	»	159	»	p. s.	t. s.	t. s.
»	»	175	275	p. s.	t. s.	t. s.
»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»
»	»	120	»	p. s.	s.	s.
»	»	crist. 98°	»	t. s.	s.	ins.
»	»	180°	235	s.	s.	s.
»	»	146	»	t. s.	t. s.	t. s.
»	»	130	Dist. s. alt.	s.	s.	s.
»	»	114	»	p. s.	s.	s.
»	»	125	Dist. s. alt.	t. p. s.	s.	s.
»	»	126	Se sublime.	p. s.	s.	s.
»	»	180	»	p. s.	s.	s.
»	»	»	»	ins.	ins.	ins.
»	»	»	»	t. p. s.	s.	s.

TABLEAU DES PRINCIPAUX

	FORMULES.	DENSITÉ solide.
ACIDES POLYBASIQUES DES VÉGÉTAUX.		
Acide malique .....	$C^5H^4O^6, 2HO$ .....	Crist.
— tartrique .....	$C^4H^4O^6, 2HO$ .....	Pr. ob. bas. rh.
— paratartrique ou racémique .....	" " " " .....	"
— citrique .....	$C^6H^8O^{11}, 3HO + (2HO)$ .....	Pr. d. b. rh.
— mucique .....	$C^6H^8O^{14}, 2HO$ .....	Poudre crist.
— méconique .....	$C^4H^4O^{11}, 3HO + (2HO)$ .....	Prism. ou pail.
— quinique .....	$C^4H^4O^{11}, HO$ .....	Pr. rh. ob.
— tannique? ( <i>Tannin</i> ) .....	$C^{22}H^{22}O^{34}$ .....	Poudre crist.
— gallique .....	$C^4H^2O^7, 3HO + (2HO)$ .....	Aiguilles.
ACIDES GÉLATINEUX DES FRUITS.		
Acide pectosique .....	$C^{32}H^{27}O^{50}, 2HO$ .....	"
— pectique .....	$C^{32}H^{26}O^{50}, 2HO$ .....	"
— parapectique .....	$C^{32}H^{26}O^{51}, 2HO$ .....	"
— métapectique .....	$C^8H^6O^7, 2HO$ .....	"
ACIDES DE L'ÉCONOMIE ANIMALE.		
Acide urique .....	$C^{10}H^2Az^4O^4, 2HO$ .....	Poudre crist.
— hippurique .....	$C^{10}H^2AzO^5, HO$ .....	Longs prismes.
— cholique ou glyocholique .....	$C^{22}H^{42}AzO^{11}, HO$ .....	Petites aiguill.
— taurocholique .....	$C^{22}H^{44}AzS^2O^{12}, HO$ .....	"
— inosique .....	$C^{10}H^7Az^2O^{11}, HO$ .....	"

## ACIDES ORGANIQUES. (Suite).

DENSITÉS		POINT		SOLUBILITÉ		
liquide.	de vapeur.	de fusion.	d'ébullition.	dans l'eau.	dans l'alcool.	dans l'éther.
»	»	N. 100, A. 133.	»	t. s.	s.	»
»	»	»	»	s.	s.	»
»	»	»	»	s.	s.	»
»	»	»	»	s.	»	»
»	»	»	»	p. s.	ins.	ins.
»	»	»	»	p. s.	t. s.	»
»	»	155	»	s.	a. p. s.	»
»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	p. s.	t. s.	p. s.
»	»	»	»	a. p. s.	ins.	ins.
»	»	»	»	ins.	ins.	ins.
»	»	»	»	t. s.	ins.	ins.
»	»	»	»	t. s.	ins.	ins.
»	»	»	»	t. p. s.	ins.	ins.
»	»	»	»	p. s.	s.	ins.
»	»	»	»	t. p. s.	s.	ins.
»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	t. s.	a. p. s.	ins.

TABLEAU DES

	COMPOSITION			DENSITÉ solide.
	C	H	O	
<i>Phénols monoatomiques.</i>				
Phénol (acide phénique) C <sup>6</sup> H <sup>6</sup> O <sup>2</sup>	76,59	6,38	17,03	1,065 (18)
Crésylols (2 isomères) C <sup>8</sup> H <sup>8</sup> O <sup>2</sup> ...	77,77	7,40	14,83	"
Xylénols (2 isomères) C <sup>10</sup> H <sup>10</sup> O <sup>2</sup> ...	78,68	8,19	13,13	"
Thymol C <sup>10</sup> H <sup>14</sup> O <sup>2</sup> .....	80,00	9,33	10,67	"
Naphtol C <sup>10</sup> H <sup>8</sup> O <sup>2</sup> .....	83,33	5,55	11,12	"
Paranaphtol C <sup>10</sup> H <sup>8</sup> O <sup>2</sup> .....	"	"	"	"
<i>Phénols diatomiques.</i>				
Pyrocatechine (oxyphénol) C <sup>12</sup> H <sup>8</sup> O <sup>4</sup>	65,45	5,45	29,10	"
Résorcine C <sup>12</sup> H <sup>6</sup> O <sup>4</sup> .....	"	"	"	"
Hydroquinone C <sup>12</sup> H <sup>6</sup> O <sup>4</sup> .....	"	"	"	"
Orcine C <sup>14</sup> H <sup>8</sup> O <sup>4</sup> .....	67,74	6,45	25,31	"
Hydrure de salicyle C <sup>14</sup> H <sup>8</sup> O <sup>4</sup> .....	68,85	4,91	26,24	"
Eugénol C <sup>10</sup> H <sup>12</sup> O <sup>4</sup> .....	73,17	7,31	19,52	"
<i>Phénols triatomiques.</i>				
Pyrogallol (acide pyrogallique) C <sup>13</sup> H <sup>6</sup> O <sup>6</sup> .....	57,14	4,76	38,10	"
Phloroglucine C <sup>13</sup> H <sup>6</sup> O <sup>6</sup> .....	"	"	"	"
Santonine C <sup>15</sup> H <sup>10</sup> O <sup>6</sup> .....	76,92	2,56	10,52	1,247

## PRINCIPAUX PHÉNOLS.

DENSITÉS		POINT		SOLUBILITÉ		
liquide.	de vapeur	de fusion.	d'ébullition.	dans l'eau.	dans l'alcool.	dans l'éther.
»	»	+ 41°	+ 187°	t. p. s.	t. s.	t. s.
»	»	345	202-198°	t. p. s.	s.	s.
1,0233 (22)	»	75	213°5-211°5	t. p. s.	s.	s.
»	»	44	230°	t. p. s.	t. s.	t. s.
»	»	94	»	p. s.	t. s.	t. s.
»	»	122	»	p. s.	s.	s.
»	»	111	240	t. s.	t. s.	p. s.
»	»	99	270	t. s.	t. s.	t. s.
»	»	177	?	s.	s.	s.
»	5,7 ?	aud. 100	290	t. s.	t. s.	t. s.
1,173 (13°)	4,276	»	196	p. s.	t. s.	t. s.
1,079	6,4	»	253	ins.	s.	s.
»	»	115	v. 210	s.	s.	s.
»	»	220	»	s.	s.	s.
»	»	170	»	t. p. s.	s.	s.

## ALCALOÏDES

**Alcaloïdes du quinquina.** — Le quinquina est l'écorce des arbres du genre *Cinchonia* (*Rubiacés*). Ces plantes, originaires de l'Amérique méridionale, croissent surtout à une altitude qui varie de 1.200 à 3.000 mètres; elles sont surtout abondantes dans la Bolivie, le Pérou, l'Équateur et la Nouvelle-Grenade.

Les espèces commerciales du quinquina sont fort nombreuses, mais elles ont été divisées en trois groupes : 1° les quinquinas gris; 2° les quinquinas jaunes; 3° les quinquinas rouges.

Les écorces de quinquina renferment plusieurs alcalis naturels qui sont :

- 1° la quinine  $C^{20}H^{24}Az^2O^4$ ;
- 2° la cinchonine  $C^{20}H^{24}Az^2O^2$ ;
- 3° la quinidine, isomère de la quinine;
- 4° la cinchonidine, isomère de la cinchonine.

Les quinquinas gris renferment principalement de la cinchonine, avec ou sans quinine; les quinquinas jaunes contiennent, au contraire, de la quinine et peu de cinchonine; tandis que ces deux bases sont également réparties dans les quinquinas rouges.

**Quinine.**  $C^{20}H^{24}Az^2O^4$ . — La quinine a été découverte, en 1820, par Pelletier et Caventou; sa composition a été établie par Liebig, Regnault et M. Strecker.

Pour préparer la quinine, on broie les écorces de quinquina, on les mêle avec 30 0/0 de leur poids de chaux éteinte, on humecte la masse et on la mélange sous des meules, en remplaçant l'eau si c'est nécessaire. On lessive ensuite le produit obtenu à plusieurs reprises, soit avec du pétrole, soit avec de l'alcool amylique, afin de dissoudre les alcaloïdes. Les liqueurs de lavage sont réunies et agitées avec de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, de façon à ce que la solution soit à peine acide. On l'agite ensuite à chaud avec du noir animal, on la filtre et on la laisse refroidir; le sulfate de quinine se dépose par le refroidissement. On le recueille au bout de 24 heures, on le comprime et on le dissout dans une petite quantité d'eau bouillante contenant quelques gouttes d'acide sulfurique. Le sulfate de quinine se dépose à mesure que la liqueur se refroidit; on recueille les cristaux et on les sèche à 33°. On traite les eaux-mères par de l'ammoniaque et du carbonate de soude qui précipitent encore une certaine quantité d'alcaloïde qu'on purifie comme ci-dessus. Les eaux contiennent du sulfate de cinchonine.

Pour obtenir la quinine, on verse de l'ammoniaque dans une dissolution de sulfate de quinine; la quinine se précipite, on la dissout dans l'alcool, puis on la précipite de nouveau par une addition d'eau.

La quinine est une poudre blanche, amorphe, très-friable. On peut l'obtenir cristallisée en versant de l'ammoniaque dans une solution étendue de quinine, puis en abandonnant au repos; il se forme des cristaux contenant six équivalents d'eau. Elle est soluble dans l'éther, le chloroforme, les hydrocarbures, les huiles grasses; elle est très peu soluble dans l'eau: il faut, à +15°, 330 parties d'eau pour dissoudre 1 partie de quinine. Ses solutions sont laévogyres. Elle fond à 177°; si on élève la température, elle se colore, se boursouffle et finit par brûler avec une flamme fuligineuse, en laissant un résidu charbonneux.

Chauffée en présence d'un excès d'acide sulfurique, la quinine se change, ainsi que l'a montré M. Pasteur, en un alcali isomère, la quinicine.

Chauffée avec de la potasse, elle se détruit en donnant la quinoléine et des bases analogues.

Pour reconnaître la quinine, on sature la solution par de l'acide sulfurique très dilué, on ajoute de l'eau de chlore, puis on partage la liqueur en deux parties; dans l'une, on verse de l'ammoniaque en excès, la liqueur se colore en vert; dans l'autre on verse du prussiate jaune de potasse en poudre, et on obtient une coloration rose, qui passe ensuite au rouge intense.

La quinine et ses sels sont fluorescents.

*Sels de quinine.* — La quinine donne avec l'acide sulfurique deux sulfates: un sulfate neutre et un sulfate basique.

Le sulfate de quinine neutre,  $C^{40}H^{54}Az^2O^4, S^2H^2O^8 + 8H^2O^2$ , cristallise en prismes droits à base rhombe; il est très soluble dans l'eau.

Le sulfate basique de quinine  $2(C^{40}H^{54}Az^2O^4, S^2H^2O^8 + 7H^2O^2)$ , est le plus important des sels de quinine. C'est celui qu'on emploie en médecine. On le prépare, comme nous l'avons vu plus haut, au moyen de l'écorce de quinquina.

**Chlorhydrate de quinine.**  $C^{40}H^{54}Az^2O^4, 2HCl$ . — Le chlorhydrate de quinine est un sel peu stable.

Le chlorhydrate basique de quinine,  $C^{40}H^{54}Az^2O^4HCl + 3HO$ , se prépare en faisant dissoudre 100 parties de quinine dans 300 ou 400 parties d'eau bouillante, et en ajoutant à la liqueur 30 gr. de chlorure de baryum cristallisé. On filtre le sulfate de baryte qui se forme, on évapore la liqueur jusqu'à ce qu'il apparaisse quelques centres cristallins à la surface, puis on l'abandonne au repos; des cristaux de chlorhydrate de quinine se déposent. Les eaux-mères sont décantées, décolorées au moyen de noir animal et mises à cristalliser de nouveau; on obtient des cristaux incolores. Ce sel est employé comme fébrifuge.

**Quinidine.**  $C^{40}H^{54}Az^2O^4$ . — La quinidine, isomère de la quinine, a été découverte par Henry et Delondre en 1833, puis étudiée par M. Pasteur.

On la prépare au moyen de la quinoïdine, mélange d'alcaloïdes obtenu comme résidu dans la fabrication de la quinine. Dans une solution acide de quinine, on verse de l'iodure de potassium en solution étendue : il se forme de l'iodhydrate de quinine qui se précipite, et dont on retire ensuite la quinine. A cet effet, on traite ce composé par l'ammoniaque qui met la base en liberté ; on la combine ensuite avec l'acide acétique, on traite de nouveau par l'ammoniaque et on fait cristalliser dans l'alcool.

Elle offre une composition élémentaire identique avec la quinine ; elle cristallise en octaèdres dérivant d'un prisme rhomboïdal droit : les cristaux sont volumineux et contiennent cinq équivalents d'eau de cristallisation.

A l'air, elle s'effleurit en perdant 1 équivalent d'eau ; à 100°, elle devient anhydre. Elle est peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante mais elle se dissout avec facilité dans l'alcool, l'éther et le chloroforme.

La quinine en solution alcoolique dévie fortement à droite le plan de polarisation, tandis que la quinoïdine le dévie à gauche.

**Quinicine.**  $C^{10}H^{11}Az^2O^1$ . — La quinicine, découverte par M. Pasteur, prend naissance lorsqu'on chauffe pendant quelques heures à 130° un mélange d'acide sulfurique dilué et de sulfate de quinine ; on obtient du sulfate de quinicine qu'on décompose par un alcali, afin d'isoler la quinicine.

Elle se présente sous la forme d'une résine fluide, et dévie à droite le plan de polarisation de la lumière. Elle chasse l'ammoniaque de ses combinaisons et se combine facilement avec l'acide carbonique. Elle est isomère avec la quinine et la quinoïdine.

**Cinchonine.**  $C^{10}H^{14}Az^2O^2$ . — Elle a été obtenue cristallisée par Gomen en 1814, et caractérisée ensuite par Pelletier et Caventou.

Le sulfate de cinchonine existe dans les eaux-mères provenant de la fabrication du sulfate de quinine ; il suffit de la précipiter par la soude et de la faire cristalliser dans l'alcool.

Pure, c'est une substance incolore, cristalline, douée d'une saveur amère particulière. Par l'évaporation de sa solution alcoolique, elle se dépose en prismes rectangulaires droits ne renfermant pas d'eau de cristallisation. Elle est fusible à 257° ; elle est à peine soluble dans l'eau froide ou bouillante, très peu soluble dans l'éther, mais soluble dans l'alcool concentré. Les huiles fixes et essentielles la dissolvent en petite quantité. Sa solution alcoolique dévie fortement à droite le plan de polarisation ; ses solutions ne sont pas fluorescentes. Les solutions de ses sels ne donnent pas la coloration en vert par le chlore et l'ammoniaque.

**Cinchonidine.**  $C^{10}H^{13}Az^2O^2$ . — Ce composé, isomère de la cinchonine, a été découvert par Winckler en 1844.

Elle existe dans certaines quinoïdines, dont on l'extrait par des

crystallisations dans l'alcool ; elle se dépose avec la quinidine, mais elle s'en distingue facilement, car ses cristaux ne sont pas efflorescents.

Elle se dépose de sa solution alcoolique en prismes rhomboïdaux obliques, incolores, ne contenant pas d'eau de cristallisation. Elle est fusible à 206°; elle est peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, moins soluble dans l'éther et le chloroforme. Elle dévie à gauche le plan de polarisation. Elle forme avec les acides des sels cristallisant en beaux cristaux.

**Cinchonine.**  $C^{20}H^{24}Az^2O^2$ . — La cinchonine, isomère des deux composés précédents, a été découverte par M. Pasteur. On l'obtient par le même procédé que la quinidine, mais en opérant sur la cinchonine et la cinchonidine.

Elle se présente sous forme de masse résineuse; elle fond à 50° et s'altère à partir de 80°. Elle se dissout dans l'alcool, l'éther et le chloroforme. Ses solutions sont dextrogyres. Elle donne des sels en se combinant avec les acides.

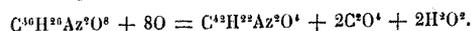
#### Alcaloïdes des Strychnos.

Les deux principaux alcaloïdes des strychnos sont la strychnine et la brucine; on les extrait de la noix vomique, de la fève de Saint-Ignace, du bois de couleuvre, de la fausse angustule, de l'upas tieuté ou matière toxique employée par les Indiens pour empoisonner leurs flèches, etc.

**Strychnine,**  $C^{33}H^{57}Az^2O^4$ . — Cet alcaloïde a été découvert par Pelletier et Caventou en 1818.

On le prépare en ramollissant la noix vomique par l'eau bouillante, additionnée de 25 0/0 de chaux éteinte. On broye ensuite et on lessive à trois ou quatre reprises différentes par l'alcool amylique; on agite les liqueurs avec de l'acide sulfurique dilué et on précipite la strychnine et la brucine par l'ammoniaque. Le précipité est traité par l'alcool faible; la brucine se dissout, tandis que la strychnine reste à l'état insoluble.

On peut également l'extraire, par le même procédé, des fèves de Saint-Ignace. Elle se forme artificiellement lorsqu'on oxyde la brucine par l'acide azotique :



La strychnine cristallise en octaédres droits à base rectangle, incolores et de petites dimensions. Sa saveur est extrêmement amère; il suffit, en effet, de 1 à 2 milligrammes dissous dans 1 litre d'eau pour que cette amertume soit sensible; elle est très toxique; c'est le type du groupe de poisons désignés sous le nom de tétaniques. Elle est presque insoluble dans l'eau froide ou bouillante; l'alcool anhydre n'en dissout que des traces, mais elle est très soluble dans l'alcool à 90°, dans le chloroforme et dans certaines huiles volatiles; cristal-

lisée, elle est presque insoluble dans l'éther pure. Sa solution alcoolique dévie à gauche le plan de polarisation.

Elle forme avec les acides des sels cristallisables. On connaît le sulfate neutre, le chlorhydrate, le nitrate de strychnine. Ces sels sont employés en médecine dans certains cas de paralysie; ils sont fort dangereux, car il suffit de 2 à 3 centigr. pour occasionner la mort.

**Brucine.**  $C^{14}H^{16}AzO^8$ . — La brucine a été découverte par Pelletier et Caventou.

On la prépare en saturant les eaux-mères de la fabrication de la strychnine par de l'acide oxalique; on évapore: les cristaux d'oxalate de brucine qui se déposent, sont lavés à l'alcool et redissous dans l'eau. On décompose cette solution par la magnésie; le précipité qui se forme est traité par l'alcool bouillant: la brucine se dissout, tandis que l'oxalate de magnésie reste insoluble. La brucine se dépose par le refroidissement de sa solution alcoolique, sous forme de prismes rhomboïdaux obliques.

Elle est soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther, soluble dans 850 parties d'eau froide et 500 parties d'eau bouillante. Ses solutions dévient à gauche le plan de polarisation.

#### Alcaloïdes de l'opium.

L'opium est fourni par le pavot (*papaver somniferum*), famille des Papavéracées.

La composition de l'opium est fort complexe: la morphine, la codéine, la narcotine, la narcéine sont les alcaloïdes les plus importants contenus dans ce suc végétal; il en renferme environ les proportions suivantes:

Morphine . . . . .	de 3	à 21	%
Narcotine . . . . .	de 1	à 10	
Codéine. . . . .	de 0,25	à 0,85	
Narcéine . . . . .	0,02		

L'opium provient surtout de Smyrne, de Constantinople, d'Égypte, de Perse, du Bengale et de Malwa.

**Morphine.**  $C^{17}H^{19}AzO^8$ . — On fait macérer une certaine quantité d'opium dans l'eau, puis on évapore les liqueurs jusqu'à consistance sirupeuse; on traite la masse par l'eau froide, on filtre pour séparer certains principes insolubles, on évapore jusqu'à consistance sirupeuse et on ajoute du chlorure de calcium dissous dans l'eau (120 gr. par kilog. d'opium); il se forme un précipité composé de résines, de matières colorantes, de sulfate et de méconate de chaux, que l'on reçoit sur un filtre. On évapore la liqueur au bain-marie, on filtre de nouveau afin de séparer le méconate de chaux qui se précipite pendant cette opération et on évapore jusqu'à consistance sirupeuse. On

verse ensuite de l'acide chlorhydrique et on abandonne pendant quelques jours dans un endroit frais. On trouve alors des cristaux impurs de chlorhydrate double de morphine et de codéine, on les égoutte, on les exprime et on les fait dissoudre dans une petite quantité d'eau bouillante. Par le refroidissement, le chlorhydrate double se dépose, on le redissout de nouveau dans de l'eau bouillante contenant du noir animal; on filtre, on concentre la liqueur, on abandonne au repos, et on obtient des cristaux purs de chlorhydrate double. On les redissout dans l'eau bouillante, on ajoute de l'ammoniaque : la morphine est précipitée, tandis que la codéine reste en dissolution. On filtre, on lave à l'eau froide, on dessèche et on dissout le dépôt dans l'alcool bouillant; on obtient, par le refroidissement, de la morphine souillée par un peu de narcotique; on lave les cristaux avec de l'éther ou du chloroforme qui dissolvent la narcotine, sans toucher à la morphine.

La morphine se présente sous formes de prismes droits rhomboïdaux hémédres à gauche, contenant une molécule d'eau de cristallisation. Elle est incolore, inodore, d'une saveur amère. Elle est peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool absolu, presque insoluble dans l'éther et le chloroforme; elle se dissout dans les solutions alcalines. Ses solutions dévient à gauche le plan de polarisation. Elle verdit le sirop de violette et sature les acides en formant des sels définis, généralement cristallisables.

Les principaux sels de morphine sont :

*Chlorhydrate de morphine.*  $C^{17}H^{19}AzO^8, HCl + 3H^2O^2$ . — On le prépare en dissolvant la morphine dans de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau; on évapore ensuite jusqu'à cristallisation. Il se dépose sous forme d'aiguilles soyeuses, solubles dans 20 parties d'eau froide, 1 partie d'eau bouillante, 6 parties d'alcool.

*Sulfate de morphine.*  $C^{17}H^{19}AzO^8, S^2H^2O^8 + 5H^2O^2$ . — On le prépare par la même méthode que le précédent, en dissolvant la morphine dans l'acide sulfurique. Il cristallise également en aiguilles.

*Acétate de morphine.*  $C^{17}H^{19}AzO^8, C^4H^4O^2 + 2H^2O^2$ . — Ce sel se prépare en versant 1 partie d'acide acétique pyroligneux à 8° sur 2 parties de morphine, puis triturant le mélange; après quelques heures, le tout se prend en masse. Ce sel est peu stable et perd facilement son acide acétique.

**Codéine.**  $C^{20}H^{21}AzO^8$ . — Elle existe en dissolution, lorsque dans la préparation de la morphine, on a précipité cette dernière par l'ammoniaque; on fait évaporer au bain-marie, un peu de morphine se précipite, et lorsque l'excès d'ammoniaque a été chassé, on ajoute de la potasse caustique, qui dissout la morphine et précipite la codéine. On la purifie en la transformant en chlorhydrate, qu'on décolore par le noir animal, puis on décompose ce sel par un alcali. On dissout le précipité dans l'éther bouillant, on ajoute un peu d'eau, et

la codéine se dépose en cristaux par l'évaporation spontanée du liquide.

La codéine, obtenue par évaporation de sa solution dans l'éther anhydre, se présente en petits cristaux appartenant au système du prisme droit à base rhombe, brillants, ne renfermant pas d'eau de cristallisation, fusibles à 130°. Sa solution dans l'eau ou l'éther aqueux laisse des octaédres du système rhombique, volumineux, contenant 2 équivalents d'eau.

Elle est soluble dans 80 parties d'eau froide et 20 parties d'eau bouillante, mais elle se dissout facilement dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et l'ammoniaque ; elle est insoluble dans la potasse. Ses solutions dévient à gauche le plan de polarisation. Elle est très toxique.

**Narcotine.**  $C^{14}H^{23}AzO^{14}$ . — On la prépare en traitant par l'acide chlorhydrique étendu le marc d'opium épuisé par l'eau ; on précipite la liqueur par le carbonate de soude et on fait cristalliser dans l'alcool en présence d'un peu de noir animal.

Elle cristallise en aiguilles dérivées du prisme rhomboïdal droit, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, assez solubles dans l'éther. Elle fond à 170° et se décompose au-dessus de 200°. Ses solutions alcoolique et étherée dévient à gauche le plan de polarisation, tandis que les solutions de ses sels le dévient à droite.

**Narcéine.**  $C^{16}H^{29}AzO^{18}$ . — On prépare la narcéine au moyen des eaux-mères provenant de la préparation de la morphine ; on les additionne d'ammoniaque qui précipite la narcotine, la thébaine et des matières résineuses, tandis que la narcéine reste en dissolution. On verse dans la liqueur claire décantée de l'acétate de plomb, on filtre le précipité ; dans la liqueur on verse de l'acide sulfurique qui précipite l'excès de plomb, on filtre, on neutralise la liqueur et on l'évapore jusqu'à formation d'une pellicule à la surface. On abandonne au repos ; au bout de quelques jours, on trouve un dépôt cristallin qu'on jette sur une toile, on le lave à l'eau froide, puis on le fait bouillir avec une grande quantité d'eau. Par le refroidissement, cette liqueur laisse déposer des cristaux soyeux de narcéine.

#### Alcaloïdes des solanées vireuses.

La belladone, *atropa belladonna*, et la pomme épineuse, *datuna stramonium*, donnent, d'après quelques chimistes, un même alcaloïde, l'atropine ou daturine ; suivant d'autres, ces deux alcaloïdes seraient différents.

**Atropine.**  $C^{17}H^{23}AzO^6$ . — L'atropine a été découverte en 1838 par Mein ; elle existe dans toutes les parties de la belladone.

Pour la préparer, on réduit en poudre la racine sèche de belladone, on la fait digérer dans l'alcool, on exprime, on filtre, et on ajoute à la liqueur de la chaux éteinte. On filtre, on acidule par l'acide sulfurique. On filtre de nouveau, on évapore au 1/3 à une douce chaleur et on neutralise à peu près par du carbonate de potasse, on filtre, on ajoute de nouveau du carbonate de potasse qui précipite l'atropine. On recueille celle-ci, on la dessèche et on la reprend par de l'alcool très fort ; on décolore par du noir animal, on filtre, on ajoute 5 ou 6 volumes d'eau et on abandonne au repos. L'atropine se dépose en prismes soyeux très déliés, incolores, fusibles à 113°, 5, volatils à 140° en se décomposant.

L'atropine est peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool ; elle se dissout dans 3 parties de chloroforme. Les solutions dévient à gauche le plan de polarisation.

Elle forme avec les acides des sels difficilement cristallisables, solubles dans l'eau et dans l'alcool, peu solubles dans l'éther.

**Caféine ou théine.**  $C^8H^{10}Az^2O^2$ . — La caféine existe dans le fruit du caféier, arbrisseau de la famille des Rubiacées, originaire de la Haute-Égypte, qui ensuite a été transporté en Arabie et introduit successivement dans les régions équatoriales de l'Asie et de l'Amérique. Elle existe aussi dans le thé, l'ilex paraguayensis, le Paullinia sorbilis, dans les noix du Cola acuminata, etc.

Pour préparer cet alcaloïde, on mélange deux parties de chaux éteinte avec dix parties de café en poudre et on épuise par l'alcool. La solution ainsi obtenue est distillée, puis on ajoute de l'eau au produit, laquelle précipite une huile. La liqueur aqueuse donne par le refroidissement la caféine, que l'on fait cristalliser de nouveau en présence du noir animal.

Elle cristallise en fines aiguilles prismatiques renfermant deux équivalents d'eau, qu'elles perdent vers 150°. Les cristaux obtenus dans des solutions alcooliques ou éthérées sont anhydres. Elle est incolore, inodore et douée d'une saveur légèrement amère ; elle fond vers 178° et se volatilise sans décomposition sensible à 200° environ. Elle est soluble dans 50 fois son poids d'eau froide, est très soluble dans l'eau bouillante et l'alcool à 80°, mais peu soluble dans l'alcool anhydre et l'éther pur.

**Nicotine.**  $C^{10}H^{14}Az^2$ . — On fait une décoction de tabac et on évapore la liqueur jusqu'à ce qu'elle se prenne en masse ; on traite ensuite celle-ci par deux fois son volume d'alcool à 85° ; il se fait un dépôt brun foncé, composé en grande partie de malate de chaux, et il se sépare une liqueur colorée. On évapore celle-ci jusqu'à consistance sirupeuse et on la soumet à un deuxième traitement par l'alcool. Dans l'extrait alcoolique, on verse une solution de potasse, on laisse refroidir et on agite avec de l'éther qui dissout la nicotine. On décante la liqueur éthérée et on y ajoute de l'acide oxalique pulvérisé ; il se forme de

l'oxalate de nicotine, qui se réunit au fond du vase sous forme d'un liquide sirupeux. On décante et on lave l'oxalate de nicotine avec de l'éther, on ajoute de la potasse qui décompose ce sel et met la nicotine en liberté. On dissout celle-ci et on distille au bain-marie dans un courant d'hydrogène, afin d'éviter l'accès de l'air qui altère la nicotine.

La nicotine pure est un liquide oléagineux, incolore, se colorant en brun sous l'influence de l'air et de la lumière; elle exhale une odeur virreuse. Elle bout vers 241° et se décompose un peu au-dessus de cette température; ses vapeurs sont inflammables. Sa densité à +20° est de 1,011; elle est soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, les huiles grasses; ses solutions deviennent à gauche le plan de polarisation.

**Conicine.** C<sup>10</sup>H<sup>15</sup>Az. — La conicine existe dans toutes les parties du *conicum maculatum* (ciguë) et dans les semences de l'*Oethusa Cynapium*.

Pour obtenir cet alcaloïde, on distille les fruits écrasés de la ciguë, partie de la plante qui en renferme la plus grande quantité, avec de la potasse caustique en dissolution étendue tant qu'il passe un liquide alcalin. On sature la liqueur distillée avec de l'acide sulfurique, on enlève une huile qui se sépare, et on évapore jusqu'à consistance sirupeuse; on reprend le résidu par un mélange de deux parties d'alcool et de une partie d'éther qui dissout le sulfate de conicine et laisse le sulfate d'ammoniaque à l'état insoluble. On sépare le liquide par distillation et on introduit le résidu dans une dissolution de potasse caustique très concentrée, puis on distille de nouveau. La conicine obtenue est à l'état d'hydrate; pour éliminer l'eau, on la distille sur du chlorure de sodium dans un courant d'hydrogène.

La conicine est un liquide d'aspect oléagineux, incolore, mais souvent jaunâtre par suite d'un commencement d'altération, d'une saveur acre, d'une odeur nauséabonde rappelant celle de la ciguë. Elle est peu soluble dans l'eau, qui, bouillante, en dissout moins que froide, mais elle se dissout facilement dans l'alcool et l'éther; ses solutions deviennent à droite le plan de polarisation. Elle bout à 120°; elle s'altère à l'air, brunit et finit par prendre la consistance d'une résine.

**Aconitine.** C<sup>35</sup>H<sup>45</sup>AzO<sup>24</sup>. — L'aconitine découverte en 1833 par Hesse, existe dans l'*aconitum Napellus*, plante de la famille des Renonculacées. L'aconit féroce (*aconitum ferox*) donne un alcaloïde différent connu sous le nom de pseudo-aconitine.

Pour la préparer, on épuise la racine d'aconit pulvérisée par de l'alcool très fort contenant  $\frac{1}{100}$  d'acide tartrique; on distille la liqueur au-dessous de 60°, à l'abri de l'air, et on ajoute de l'eau au produit, ce qui en sépare divers corps gras ou résineux. La liqueur est agitée

d'abord avec de l'éther qui dissout les matières colorantes, puis saturée avec du bicarbonate de soude; le précipité est recueilli, séché, dissous dans l'éther. On évapore la solution étherée après l'avoir additionné de pétrole : l'aconitine se dépose.

On peut encore combiner l'aconitine impure à l'acide bromhydrique, décomposer le sel formé par le carbonate de soude et faire cristalliser ensuite l'aconitine dans l'éther.

On retire de l'aconit environ 0,03 % d'aconitine.

L'aconitine se présente sous forme de poudre blanche, inodore, d'une saveur amère qui devient ensuite acre et brûlante. Elle est soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine et le chloroforme, mais insoluble dans l'eau et l'huile de pétrole. C'est un poison très violent.

## LAIT

Le lait est sécrété chez les femelles des mammifères par des glandes en grappes, appelées mamelles; il sert à la nutrition des jeunes animaux; aussi sa formation n'a-t-elle lieu qu'un peu avant leur naissance.

C'est un liquide opaque, blanc, blanc bleuâtre, jaunâtre, de consistance un peu crémeuse, à saveur douceâtre et légèrement alcaline. L'opalescence du lait est due aux globules de beurre émulsionnés qu'il tient en suspension et aussi, d'après M. Millon et Commaille, à une partie de caséine à l'état insoluble. Les globules graisseux ont de 0<sup>mm</sup>,0027 à 0<sup>mm</sup>,0044, et ne sont visibles qu'au microscope. Le lait soumis à l'action de la chaleur entre en ébullition, et sa surface se recouvre d'une pellicule de caséine à l'état insoluble.

Chimiquement, le lait est une solution de caséine, de sucre de lait et de sels, tenant en suspension des globules graisseux et une petite quantité de matière caséuse insoluble. Les globules graisseux du lait sont formés de :

Butyrine, caproïne, caprine . . . . .	2
Oléine . . . . .	30
Margarine . . . . .	68
Stéarine . . . . .	traces.

La réaction du lait est généralement alcaline. Abandonné à lui-même, il se sépare en deux couches : l'une, supérieure, est formée par la réunion des globules graisseux; l'autre, inférieure, est un liquide blanc bleuâtre, auquel on a donné le nom de lait écrémé.

Le lait écrémé contient en dissolution différentes substances telles que caséine, sucre de lait, quelques sels, notamment des phosphates de chaux.

A 15 ou 20°, le lait finit par devenir acide et se coagule, ce qui tient à la formation de l'acide lactique aux dépens du sucre de lait sous l'influence de la caséine; à 35 ou 40°, le même subit la fermentation alcoolique.

Les acides minéraux et beaucoup d'acides organiques coagulent le lait en précipitant la caséine. Un grand nombre d'autres substances sont capables de coaguler le lait, telles sont l'alcool, le tannin, les fleurs d'artichaut, de chardon, la graissette et surtout la *présure* qu'on prépare avec la caillotte des jeunes veaux : 1 partie de présure peut coaguler 30.000 parties de lait.

Le tableau suivant donne la composition du lait de différentes provenances, pour 1.000 parties.

	Vache.	Chèvre.	Brebis.	Jument.	Anesse.	Truie.	Chienne.
Eau . . . . .	865,6	867,6	838,0	829,4	910,2	823,6	791,8
Parties solides . . . . .	134,4	132,4	161,4	171,6	89,8	176,3	208,3
Beurre . . . . .	40,3	44,8	58,5	68,7	12,6	64,4	85,5
Caséine . . . . .	35,0	29,2	55,8	16,4	20,2	60,9	49,6
Albumine . . . . .	5,8	13,1		46,4	20,2	60,9	
Sucre . . . . .	46,0	39,1	40,3	86,5	57,0	40,4	27,1
Sels . . . . .	7,3	6,2	6,8				

Le lait de femme est composé, d'après une moyenne de 80 analyses, de

Eau . . . . .	80,90 %
Substances solides . . . . .	16,31
Caséine . . . . .	3,92
Beurre . . . . .	2,66
Sucre de lait . . . . .	2,36
Sels . . . . .	0,13

Les laits des différents animaux, quoique formés essentiellement des mêmes éléments, diffèrent entre eux par la couleur, l'odeur, le goût, la consistance et la composition.

*Analyse. — Méthode du laboratoire municipal.* — L'essai d'un lait comprend deux parties principales : un examen physique et l'analyse chimique.

*Examen physique.* — L'odeur du lait doit être faible, mais agréable et caractéristique; quand elle est légèrement acide, c'est la preuve d'un commencement d'altération.

La couleur blanche tirant très légèrement sur le jaune et l'opacité indiquent un lait riche en crème. La couleur bleuâtre est l'indice d'un lait écrémé ou au moins pauvre en crème. Les colorations anormales sont rares et peuvent dépendre soit d'une alimentation,

spéciale ou de la présence des globules sanguins ou de celle du *vibrio cyanogenus* (lait bleu).

La saveur du lait doit être corsée, franche et agréable : quand elle est faible, c'est un indice de la soustraction partielle de la crème; quand elle est acide, c'est l'indice probable d'un lait anciennement trait et alors souvent écrémé. Une saveur alcaline déceit l'emploi exagéré du bicarbonate de soude; une saveur très sucrée provient d'une addition de sucre ou de glucose.

L'examen du lait au microscope donne des indications précieuses sur les altérations de ce liquide, et particulièrement sur celles qui sont la suite de maladies accidentelles ou épidémiques des animaux.

Dans un lait normal, la densité est généralement proportionnelle à la quantité des matières sèches qui entrent dans sa composition.

On prend la densité du lait au moyen du *lacto-densimètre* de Bouchardal et Quévenne : c'est un aréomètre en verre dont la tige est graduée de manière à marquer la densité de 1,014 à la partie supérieure et 1,042 à la partie inférieure. L'échelle donne toutes les densités comprises entre 1,014 et 1,042; elle est, en outre, divisée en deux parties verticales teintées en jaune et en bleu, et portant respectivement les noms *non écrémé* et *écrémé*.

Lorsqu'on essaye un lait pur, frais et non écrémé, on fait les lectures sur la partie de l'échelle colorée en jaune. Cette partie porte des accolades indiquant, sous forme de fraction, la proportion d'eau ajoutée au lait lorsque l'instrument s'arrête dans leur intervalle.

Pour essayer un lait écrémé, on fait les lectures sur la partie de l'échelle colorée en bleu.

Il faut avoir soin, avant de prendre la densité d'un lait, de l'agiter doucement afin de le rendre homogène dans toute sa masse; on verse ensuite le lait dans une éprouvette, on essuye avec soin la tige du lacto-densimètre, on le plonge dans le lait jusqu'à la division 1,030, on le laisse flotter et, lorsqu'il est en repos, on fait la lecture. On retire alors l'aréomètre et on prend la température du lait en y plongeant un thermomètre. La température observée sert à corriger d'après des tables spéciales, les indications de l'aréomètre.

Lorsqu'on n'a pas ces tables à sa disposition, on peut y suppléer à la rigueur, en se rappelant que la densité du lait augmente ou diminue d'une unité environ pour une variation de température de 5°.

*Détermination de la crème.* — On mesure la quantité de crème abandonnée par le lait après un repos de 24 heures au moyen du *crémomètre* de Chevallier. Cet instrument consiste en une éprouvette à pied de 38 millimètres environ de diamètre intérieur, dont le trait supérieur marqué 0 se trouve à 140 millimètres à peu près du fond. La hauteur intermédiaire est divisée en 100 parties d'égal volume, mais les divisions ne sont marquées que sur la partie supérieure de l'instrument. La hauteur et le diamètre de l'éprouvette ont été déterminés par expérience pour que la crème se rassemble régulièrement.

Pour se servir de cet instrument, on agite doucement l'échantillon

puis se plaçant de manière à ce que l'œil se trouve au niveau du cercle supérieur marqué zéro, on verse le lait avec lenteur le long de la paroi interne du crémomètre jusqu'à ce qu'il affleure exactement le trait zéro.

On laisse reposer 24 heures à la température ordinaire et on observe ensuite l'épaisseur de la couche de crème qui s'est formée en dirigeant le rayon visuel dans le plan inférieur de la couche de crème; on lit la division correspondante. Cette division donne en centièmes la teneur en crème.

Un bon lait, celui d'une étable prise en bloc, donne, en général, de 9 à 14 centièmes de crème.

Comme des causes multiples peuvent gêner ou enrayer la séparation de la crème, les indications du crémomètre ne sont qu'approximatives et ne peuvent s'appliquer, en aucun cas, au lait bouilli.

*Dosage de l'eau et de la substance sèche (extrait).* — L'extrait ou la somme des matières sèches (caséine, albumine, beurre, sucre de lait et sels) est obtenu par l'évaporation de 10 cent. cubes de lait dans une étuve à air chaud à une température constante de 95°, maintenue par un régulateur. On ne doit pas dépasser cette température, car l'extrait se charbonnerait, et les résultats de l'opération seraient affaiblis d'une manière notable.

Au Laboratoire municipal, on se sert pour prendre des volumes déterminés de lait, de pipettes à déversement jaugées au lait, pour tenir compte du mouillage propre à ce liquide. Les déterminations de la température et de la densité faites précédemment permettent, du reste, la conversion des volumes en poids.

Le lait est évaporé jusqu'à ce qu'il ne perde plus de poids, dans des capsules en platine tarées, ayant toutes la forme cylindrique et des fonds plats (hauteur = 20 millimètres, diamètre = 70 millimètres). On pèse; l'augmentation du poids de la capsule fait connaître le taux de la substance sèche (*extrait*).

La différence entre le poids du lait et celui de l'extrait correspond au poids de l'eau contenue dans le lait.

Pour calculer le mouillage, on admet que le lait moyen, de composition normale, renferme 13 % d'extrait.

Supposons un lait ne donnant que 10 % d'extrait, on établira la proportion suivante :

$$\frac{13}{10} = \frac{100}{x}, \quad \text{d'où} \quad x = 76,9.$$

Le mouillage sera égal à  $100 - 76,9 = 23,1$  %.

Le lait analysé a donc été additionné de 23,1 % d'eau.

*Dosage du beurre et de la caséine.* — On prend 20 cent. cubes de lait, on étend avec 80 cent. cubes d'eau et on le coagule par quelque goutte d'acide acétique; on laisse déposer et on sépare le coagulum A et le petit-lait B par filtration sur un filtre taré.

On lave le coagulum avec de l'eau distillée; on ajoute les eaux de lavage au petit-lait B. Le filtre est séché et traité par l'éther chaud dans un appareil à épuisement, jusqu'à enlèvement complet de la matière grasse.

La liqueur étherée est évaporée dans une capsule tarée; on pèse. L'augmentation de poids donne la teneur en beurre. En multipliant ce poids par 50 ou a la quantité de beurre contenue dans 1 litre de lait.

On sèche le filtre épuisé par l'éther et on le pèse: on obtient ainsi la quantité de caséine et de sels insolubles. On incinère le filtre, on pèse les cendres, on défalque de ce poids le poids des cendres fournies par le papier du filtre: la différence donne la quantité de sels insolubles. Par soustraction, on obtient le poids de la caséine. On multiplie le poids des sels insolubles et celui de la caséine par 50 pour avoir la teneur d'un litre de lait.

La teneur en beurre peut aussi être déterminée au moyen du *lacto-butyromètre* de Marchand. Il consiste en un tube fermé à l'une de ses extrémités et divisé en trois parties d'égale capacité, qui est de 10 cent. chacune; la partie la plus rapprochée de l'ouverture du tube est divisée, pour les trois dixièmes supérieurs, en dix parties ou centièmes qui constituent les degrés de l'instrument.

A l'aide de pipettes à déversement, on charge le lacto-butyromètre de 10 cent. cubes de lait et de 20 cent. cubes d'un mélange formé de :

Alcool à 90° . . . . .	500 cent. c.
Éther à 66° lavé . . . . .	500 —
Ammoniaque pure d'une densité = 0,920.	5 —

On ferme l'instrument avec un bouchon, on agite et on le place verticalement dans un bain-marie, qu'un régulateur maintient à la température de 43 à 44°.

Une couche oléagineuse se rassemble à la partie supérieure de l'instrument et, au bout de 20 minutes, on lit la division à laquelle s'arrête le niveau inférieur du ménisque concave qui termine la colonne butyreuse.

M. Marchand a exprimé par la formule :

$$p = 128,60 + n \times 2,33.$$

les rapports entre les poids de beurre et les degrés du lacto-butyromètre. Dans cette formule,  $p$  exprime le poids du beurre contenu dans 1 kilog. de lait,  $n$  le degré lu ou le nombre de dixièmes de centimètres cubes occupé par la couche butyreuse.

*Dosage de l'albumine et du sucre de lait.* — Le petit-lait B, obtenu dans une opération précédente, réuni aux eaux de lavage du coagulum, est porté à l'ébullition pour coaguler l'albumine. On recueille celle-ci sur un filtre taré, on lave, on sèche et on pèse après refroidissement.

dissement. Le poids trouvé multiplié par 50 représente la teneur en albumine de 1 litre de lait.

La liqueur filtrée et les eaux de lavage sont réunies et additionnées d'eau, de façon à avoir 200 cent. cubes de liquide. On prend 10 cent. cubes de cette liqueur et on dose le sucre de lait au moyen de la liqueur cupro-potassique de Neubauer et Vogel.

Cette liqueur est préparée avec 34 gr. 65 de sulfate de cuivre pur et sec dissous dans 200 cent. cubes d'eau distillée; on mélange ensuite cette dissolution avec 173 gr. de sel de Seignette (tartrate double de potasse et de soude) dissous dans 480 cent. cubes de lessive de soude pure de densité = 1,14. On agite le mélange et on l'étend d'eau de façon à faire 1 litre à la température de + 15°.

On titre cette liqueur : on pèse 2 gr. de sucre candi blanc, on les dissout dans 40 cent. cubes d'eau très légèrement acidulée et on chauffe la liqueur dans un tube scellé pendant 3 heures à la température de 130 à 135°; au bout de ce temps l'inversion est complète. On ouvre le tube, on verse le liquide dans une éprouvette graduée, on rince le tube, on ajoute les eaux de lavage dans le ballon et on complète avec de l'eau distillée de façon à faire 842 cent. cubes. Les 2 gr. de sucre ont été transformés en 2 gr. 105 de sucre interverti qui, dissous dans 842 cent. cubes d'eau, donnent une solution représentant 2 gr. 5 de glucose par litre. 20 cent. cubes de cette liqueur sucrée doivent réduire exactement 10 cent. cubes de la liqueur cupro-potassique. Les liqueurs sucrées à essayer ne doivent pas renfermer plus de 0,5 de sucre %.

On verse dans une fiole 10 cent. cubes de la liqueur cupro-potassique, 40 cent. cubes d'eau distillée et 2 ou 3 cent. cubes de soude; on porte le mélange à l'ébullition et on ajoute, goutte à goutte, à l'aide d'une burette graduée en dixième de cent. cube, le lait à analyser, jusqu'à décoloration complète de la liqueur cuivrique. On filtre pour s'assurer que la réduction est complète, etc. (Voir, *Dosage du sucre par la liqueur de Fehling*).

Le pouvoir réducteur du sucre de lait est, d'après Poggiale, à celui de la glucose comme 136 est à 96. Par conséquent, 1 cent. de la liqueur cuivrique réduisant 0 gr. 005 de glucose, 1 cent. cube de cette même liqueur réduira 0 gr. 00635 de sucre de lait, et 10 cent. cubes réduiront 0 gr. 0635.

Soit  $n$  le nombre de cent. cubes de cette liqueur sucrée nécessaire pour réduire 10 cent. cubes de liqueur cupro-potassique,  $\frac{0,0635}{n}$  sera la quantité de sucre contenue dans 1 cent. cube de la liqueur; mais, comme on a opéré sur du lait dilué au dixième, il en résulte que 1 cent. cube de lait renferme 10 fois plus de sucre, soit  $\frac{0,635}{n}$ , et qu'un

litre de lait contient  $\frac{1000 \times 0,635}{n} = \frac{635}{n}$ .

On prend 100 cent. cubes de la même liqueur, dont on a séparé l'albumine, on les évapore à sec dans une capsule tarée, on incinère le résidu et on pèse : l'augmentation de poids indique la quantité de sels solubles contenue dans 100 cent. cubes de cette liqueur. On multiplie le résultat par 100 pour avoir la teneur en sels solubles de 1 litre de lait.

*Dosage du total des sels.* — La totalité des sels est obtenue par l'incinération directe de l'extrait sec. Dans cette opération, on ne doit pas dépasser le rouge sombre sous peine de volatiliser une partie du chlorure de sodium. Le poids des sels solubles et insolubles sert de contrôle aux opérations précédentes.

Les laits examinés au *Laboratoire municipal* sont soumis aux essais suivants :

- 1° Examen des propriétés organoleptiques ;
  - 2° Examen microscopique ;
  - 3° Détermination de la densité à  $+15^{\circ}$  ;
  - 4° Détermination de la crème au crémomètre ;
  - 5° Détermination de l'extrait ;
  - 6° Détermination des cendres ;
  - 7° Détermination du beurre au lacto-butyromètre.
- 8° Détermination du sucre de lait à la liqueur cupro-potassique après précipitation par l'acide acétique et ébullition.

La caséine et l'albumine sont dosées par différence.

« En général, ces essais, dit M. Girard, permettent de se prononcer ; quand il y a doute, et qu'il se présente des laits à la limite, on complète l'analyse en faisant le beurre par épuisement et en pesant la caséine et l'albumine, les sels solubles et insolubles. »

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	12.0	13.0	14.9	15.9	16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.5	22.4
1	12.0	13.9	14.9	15.9	16.9	17.8	18.7	19.6	20.6	21.5	22.4
2	12.0	13.9	14.9	15.9	16.9	17.8	18.7	19.7	20.7	21.6	22.5
3	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	17.9	18.8	19.7	20.7	21.7	22.6
4	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	17.9	18.8	19.7	20.7	21.7	22.7
5	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.0	18.9	19.8	20.8	21.8	22.8
6	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.0	19.9	20.9	21.9	22.9
7	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0
8	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.1	20.1	21.1	22.1	23.1
9	13.3	14.3	15.3	16.3	17.3	18.3	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2
10	13.4	14.4	15.4	16.4	17.4	18.4	19.3	20.3	21.3	22.3	23.3
11	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4
12	13.6	14.6	15.6	16.6	17.6	18.6	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5
13	13.7	14.7	15.7	16.7	17.7	18.7	19.6	20.6	21.6	22.6	23.6
14	13.8	14.8	15.8	16.8	17.8	18.8	19.8	20.8	21.8	22.8	23.8
15	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0
16	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	20.1	21.2	22.2	23.2	24.2
17	14.2	15.2	16.3	17.3	18.3	19.3	20.3	21.4	22.4	23.4	24.4
18	14.4	15.4	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.6	22.6	23.6	24.6
19	14.0	15.6	16.7	17.7	18.7	19.7	20.7	21.8	22.8	23.8	24.8
20	14.8	15.8	16.9	17.9	18.9	19.9	20.9	22.0	23.0	24.0	25.0
21	15.0	16.0	17.1	18.1	19.1	20.1	21.1	22.2	23.2	24.2	25.2
22	15.2	16.2	17.3	18.3	19.3	20.3	21.3	22.4	23.4	24.4	25.4
23	15.4	16.4	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.6	23.6	24.6	25.6
24	15.6	16.6	17.7	18.7	19.7	20.7	21.7	22.8	23.8	24.8	25.8
25	15.8	16.8	17.9	18.9	19.9	20.9	21.9	23.0	24.1	25.1	26.1
26	16.0	17.0	18.1	19.1	20.1	21.1	22.1	23.2	24.3	25.3	26.3
27	16.2	17.2	18.3	19.3	20.3	21.3	22.3	23.4	24.5	25.5	26.5
28	16.4	17.4	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.6	24.7	25.7	26.7
29	16.6	17.6	18.7	19.7	20.7	21.7	22.7	23.8	24.9	26.0	27.0
30	16.8	17.8	18.9	20.0	21.0	22.0	23.0	24.1	25.2	26.3	27.3

INDICATIONS DU THERMOMÈTRE

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
0	23.3	24.3	25.2	26.1	27.0	27.9	28.8	29.7	30.6	31.5	32.4
1	23.3	24.3	25.3	26.2	27.1	28.0	28.9	29.8	30.7	31.6	32.5
2	23.4	24.4	25.4	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.7	32.6
3	23.5	24.5	25.5	26.4	27.3	28.2	29.1	30.0	30.9	31.8	32.7
4	23.6	24.6	25.6	26.5	27.4	28.3	29.2	30.1	31.0	31.9	32.8
5	23.7	24.7	25.7	26.6	27.5	28.4	29.3	30.3	31.2	32.1	33.0
6	23.8	24.8	25.8	26.7	27.6	28.5	29.5	30.4	31.3	32.2	33.1
7	23.9	24.9	25.9	26.8	27.7	28.6	29.6	30.5	31.4	32.3	33.2
8	24.0	25.0	26.0	26.9	27.8	28.7	29.7	30.6	31.6	32.5	33.4
9	24.1	25.1	26.1	27.0	27.9	28.8	29.8	30.8	31.8	32.7	33.6
10	24.2	25.2	26.2	27.1	28.1	29.0	30.0	31.0	32.0	32.9	33.8
11	24.3	25.3	26.3	27.2	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.1	34.0
12	24.5	25.5	26.5	27.4	28.4	29.4	30.4	31.4	32.4	33.3	34.2
13	24.6	25.6	26.6	27.6	28.6	29.6	30.6	31.6	32.6	33.5	34.4
14	24.8	25.8	26.8	27.8	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8	33.8	34.7
15	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0
16	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2
17	25.4	26.4	27.4	28.4	29.4	30.4	31.4	32.4	33.4	34.4	35.4
18	25.6	26.6	27.6	28.6	29.6	30.6	31.7	32.7	33.7	34.7	35.7
19	25.8	26.9	27.9	28.9	29.9	30.9	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0
20	26.0	27.1	28.2	29.2	30.2	31.2	32.3	33.3	34.3	35.3	36.3
21	26.2	27.3	28.4	29.4	30.4	31.4	32.5	33.6	34.6	35.6	36.6
22	26.4	27.5	28.6	29.6	30.6	31.6	32.7	33.8	34.9	35.9	36.9
23	26.6	27.7	28.8	29.9	30.9	31.9	33.0	34.1	35.2	36.2	37.2
24	26.8	27.9	29.0	30.1	31.2	32.2	33.3	34.4	35.5	36.5	37.5
25	27.1	28.2	29.3	30.4	31.5	32.5	33.6	34.7	35.8	36.8	37.8
26	27.3	28.4	29.5	30.6	31.7	32.7	33.8	34.9	36.0	37.1	38.1
27	27.5	28.6	29.7	30.8	31.9	33.0	34.1	35.2	36.3	37.4	38.4
28	27.7	28.9	30.0	31.1	32.2	33.3	34.4	35.5	36.6	37.7	38.7
29	28.0	29.2	30.3	31.4	32.5	33.6	34.7	35.8	36.9	38.0	39.1
30	28.3	29.5	30.6	31.7	32.8	33.9	35.1	36.2	37.3	38.4	39.5

INDICATIONS DU THERMOMÈTRE

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
0	17.2	18.2	19.2	20.2	21.1	22.0	22.9	23.8	24.8	25.8	26.8
1	17.2	18.2	19.2	20.2	21.1	22.0	22.9	23.8	24.8	25.8	26.8
2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.1	22.0	22.9	23.8	24.8	25.8	26.8
3	17.2	18.2	19.2	20.2	21.1	22.0	22.9	23.8	24.8	25.8	26.8
4	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.1	23.0	23.9	24.9	25.9	26.9
5	17.3	18.3	19.3	20.3	21.3	22.2	23.1	24.0	25.0	26.0	27.0
6	17.3	18.3	19.3	20.3	21.3	22.3	23.2	24.1	25.1	26.1	27.1
7	17.3	18.3	19.3	20.3	21.3	22.3	23.2	24.1	25.1	26.1	27.1
8	17.3	18.3	19.3	20.3	21.3	22.3	23.2	24.1	25.1	26.1	27.1
9	17.4	18.4	19.4	20.4	21.4	22.4	23.3	24.2	25.2	26.2	27.2
10	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.4	24.3	25.3	26.3	27.3
11	17.6	18.6	19.6	20.6	21.6	22.6	23.5	24.4	25.4	26.4	27.4
12	17.7	18.7	19.7	20.7	21.7	22.7	23.6	24.5	25.5	26.5	27.5
13	17.8	18.8	19.8	20.8	21.8	22.8	23.7	24.6	25.6	26.6	27.6
14	17.9	18.9	19.9	20.9	21.9	22.9	23.9	24.8	25.8	26.8	27.8
15	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0
16	18.1	19.1	20.1	21.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1
17	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2
18	18.4	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.4	27.4	28.4
19	18.6	19.6	20.6	21.6	22.6	23.6	24.6	25.6	26.6	27.6	28.6
20	18.8	19.8	20.8	21.8	22.8	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.8
21	18.9	19.9	20.9	21.9	22.9	23.9	24.9	25.9	26.9	27.9	28.9
22	19.1	20.1	21.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1
23	19.3	20.3	21.3	22.3	23.3	24.3	25.3	26.3	27.3	28.3	29.3
24	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5
25	19.7	20.7	21.7	22.7	23.7	24.7	25.7	26.7	27.7	28.7	29.7
26	19.9	20.9	21.9	22.9	23.9	24.9	25.9	26.9	27.9	28.9	29.9
27	20.1	21.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1
28	20.3	21.3	22.3	23.3	24.3	25.3	26.3	27.3	28.3	29.3	30.3
29	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5
30	20.7	21.7	22.7	23.7	24.7	25.7	26.7	27.7	28.7	29.7	30.7

INDICATIONS DU THERMOMETRE

INDICATIONS DU THERMOMETRE.

	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
0	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.6	33.5	34.4	35.3	36.2	37.1	38.0
1	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.6	33.5	34.4	35.4	36.3	37.2	38.1
2	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.6	33.5	34.5	35.5	36.4	37.3	38.2
3	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.7	33.6	34.6	35.6	36.5	37.4	38.3
4	27.9	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8	33.7	34.7	35.7	36.6	37.5	38.4
5	28.0	28.9	29.9	30.9	31.9	32.9	33.8	34.8	35.8	36.7	37.6	38.5
6	28.1	29.0	30.0	31.0	32.0	32.9	33.8	34.8	35.8	36.8	37.7	38.6
7	28.1	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	33.9	34.9	35.9	36.9	37.8	38.7
8	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.0	35.0	36.0	37.0	37.9	38.8
9	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.1	35.1	36.1	37.1	38.0	38.9
10	28.3	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.1
11	28.4	29.4	30.4	31.4	32.4	33.4	34.3	35.3	36.3	37.3	38.3	39.2
12	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.4	35.4	36.4	37.4	38.4	39.4
13	28.6	29.6	30.6	31.6	32.6	33.6	34.6	35.6	36.6	37.6	38.6	39.6
14	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8	33.8	34.8	35.8	36.8	37.8	38.8	39.8
15	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0
16	29.1	30.1	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2	40.2
17	29.3	30.3	31.4	32.4	33.4	34.4	35.4	36.4	37.4	38.4	39.4	40.4
18	29.5	30.5	31.6	32.6	33.6	34.6	35.6	36.6	37.6	38.6	39.6	40.6
19	29.7	30.7	31.8	32.8	33.8	34.8	35.8	36.9	37.9	38.9	39.9	40.9
20	29.9	30.9	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.1	38.2	39.2	40.2	41.2
21	30.1	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.3	38.4	39.4	40.4	41.4
22	30.3	31.3	32.4	33.4	34.4	35.4	36.4	37.5	38.6	39.7	40.7	41.7
23	30.5	31.5	32.6	33.6	34.6	35.6	36.6	37.7	38.8	39.9	41.0	42.0
24	30.7	31.7	32.8	33.9	34.9	35.9	36.9	38.0	39.1	40.2	41.3	42.3
25	30.9	31.9	33.0	34.1	35.2	36.2	37.2	38.3	39.4	40.5	41.6	42.6
26	31.1	32.1	33.2	34.3	35.4	36.4	37.4	38.5	39.6	40.7	41.8	42.9
27	31.3	32.3	33.4	34.5	35.6	36.7	37.7	38.8	39.9	41.0	42.1	43.2
28	31.5	32.5	33.6	34.7	35.8	36.9	38.0	39.1	40.2	41.3	42.4	43.5
29	31.7	32.7	33.9	35.0	36.1	37.2	38.3	39.4	40.5	41.6	42.7	43.8
30	32.0	33.0	34.1	35.2	36.3	37.4	38.5	39.7	40.8	41.9	43.0	44.1

TABLE DE MOUILLAGE DU LAIT.

Poids de l'extrait o/oo	Quantité d'eau o/o	Quantité de lait moyen o/o	Poids de l'extrait o/oo	Quantité d'eau o/o	Quantité de lait moyen o/o	Poids de l'extrait o/oo	Quantité d'eau o/o	Quantité de lait moyen o/o
130	0,000	100,000	125,8	3,231	96,769	121,6	6,462	93,538
129,9	0,077	99,923	125,7	3,308	96,692	121,5	6,539	93,461
129,8	0,154	99,846	125,6	3,385	96,615	121,4	6,616	93,384
129,7	0,231	99,769	125,5	3,462	96,538	121,3	6,693	93,307
129,6	0,308	99,692	125,4	3,539	96,461	121,2	6,770	93,230
129,5	0,385	99,615	125,3	3,616	96,384	121,1	6,847	93,153
129,4	0,462	99,538	125,2	3,693	96,307	121,0	6,924	93,076
129,3	0,539	99,461	125,1	3,770	96,230	120,9	<b>7,000</b>	93,000
129,2	0,616	99,384	125,0	3,847	96,153	120,8	7,077	92,923
129,1	0,693	99,307	124,9	3,924	96,076	120,7	7,154	92,846
129,0	0,770	99,230	124,8	<b>4,000</b>	96,000	120,6	7,231	92,769
128,9	0,847	99,153	124,7	4,077	95,923	120,5	7,308	92,692
128,8	0,924	99,076	124,6	4,154	95,846	120,4	7,385	92,615
128,7	<b>1,000</b>	99,000	124,5	4,231	95,769	120,3	7,462	92,538
128,6	1,077	98,923	124,4	4,308	95,692	120,2	7,539	92,461
128,5	1,154	98,846	124,3	4,385	95,615	120,1	7,616	92,384
128,4	1,231	98,769	124,2	4,462	95,538	120,0	7,693	92,307
128,3	1,308	98,692	124,1	4,539	95,461	119,9	7,770	92,230
128,2	1,385	98,615	124,0	4,616	95,384	119,8	7,847	92,153
128,1	1,462	98,538	123,9	4,693	95,307	119,7	7,924	92,076
128,0	1,539	98,461	123,8	4,770	95,230	119,6	<b>8,000</b>	92,000
127,9	1,616	98,384	123,7	4,847	95,153	119,5	8,077	91,923
127,8	1,693	98,307	123,6	4,924	95,076	119,4	8,154	91,846
127,7	1,770	98,230	123,5	<b>5,000</b>	95,000	119,3	8,231	91,769
127,6	1,847	98,153	123,4	5,077	94,923	119,2	8,308	91,692
127,5	1,924	98,076	123,3	5,154	94,846	119,1	8,385	91,615
127,4	<b>2,000</b>	98,000	123,2	5,231	94,769	119,0	8,462	91,538
127,3	2,077	97,923	123,1	5,308	94,692	118,9	8,539	91,461
127,2	2,154	97,846	123,0	5,385	94,615	118,8	8,616	91,384
127,1	2,231	97,769	122,9	5,462	94,538	118,7	8,693	91,307
127,0	2,308	97,692	122,8	5,539	94,461	118,6	8,770	91,230
126,9	2,385	97,615	122,7	5,616	94,384	118,5	8,847	91,153
126,8	2,462	97,538	122,6	5,693	94,307	118,4	8,924	91,076
126,7	2,539	97,461	122,5	5,770	94,230	118,3	<b>9,000</b>	91,000
126,6	2,616	97,384	122,4	5,847	94,153	118,2	9,077	90,923
126,5	2,693	97,307	122,3	5,924	94,076	118,1	9,154	90,846
126,4	2,770	97,230	122,2	<b>6,000</b>	94,000	118,0	9,231	90,769
126,3	2,847	97,153	122,1	6,077	93,923	117,9	9,308	90,692
126,2	2,924	97,076	122,0	6,154	93,846	117,8	9,385	90,615
126,1	<b>3,000</b>	97,000	121,9	6,231	93,769	117,7	9,462	90,538
126,0	3,077	96,923	121,8	6,308	93,692	117,6	9,539	90,461
125,9	3,154	96,846	121,7	6,385	93,615	117,5	9,616	90,384

TABLE DE MOUILLAGE DU LAIT. (Suite.)

Poids de l'extrait °/oo	Quantité d'eau °/o	Quantité de lait moyen °/o	Poids de l'extrait °/oo	Quantité d'eau °/o	Quantité de lait moyen °/o	Poids de l'extrait °/oo	Quantité d'eau °/o	Quantité de lait moyen °/o
117,4	9,693	90,307	113,2	12,924	87,076	109,0	16,154	83,846
117,3	9,770	90,230	113,1	<b>13,000</b>	87,000	108,9	16,231	83,769
117,2	9,847	90,153	113,0	13,077	86,923	108,8	16,308	83,692
117,1	9,924	90,076	112,9	13,154	86,846	108,7	16,385	83,615
117,0	<b>10,000</b>	90,000	112,8	13,231	86,769	108,6	16,462	83,538
116,9	10,077	89,923	112,7	13,308	86,692	108,5	16,539	83,461
116,8	10,154	89,846	112,6	13,385	86,615	108,4	16,616	83,384
116,7	10,231	89,769	112,5	13,462	86,538	108,3	16,693	83,307
116,6	10,308	89,692	112,4	13,539	86,461	108,2	16,770	83,230
116,5	10,385	89,615	112,3	13,616	86,384	108,1	16,847	83,153
116,4	10,462	89,538	112,2	13,693	86,307	108,0	16,924	83,076
116,3	10,539	89,461	112,1	13,770	86,230	107,9	<b>17,000</b>	83,000
116,2	10,616	89,384	112,0	13,847	86,153	107,8	17,077	82,923
116,1	10,693	89,307	111,9	13,924	86,076	107,7	17,154	82,846
116,0	10,770	89,230	111	<b>14,000</b>	86,000	107,6	17,231	82,769
115,9	10,847	89,153	111	14,077	85,923	107,5	17,308	82,692
115,8	10,924	89,076	111	14,154	85,846	107,4	17,385	82,615
115,7	<b>11,000</b>	89,000	111	14,231	85,769	107,3	17,462	82,538
115,6	11,077	88,923	111	14,308	85,692	107,2	17,539	82,461
115,5	11,154	88,846	111	14,385	85,615	107,1	17,616	82,384
115,4	11,231	88,769	111,2	14,462	85,538	107,0	17,693	82,307
115,3	11,308	88,692	111,1	14,539	85,461	106,9	17,770	82,230
115,2	11,385	88,615	111,0	14,616	85,384	106,8	17,847	82,153
115,1	11,462	88,538	110,9	14,693	85,307	106,7	17,924	82,076
115,0	11,539	88,461	110,8	14,770	85,230	106,6	<b>18,000</b>	82,000
114,9	11,616	88,384	110,7	14,847	85,153	106,5	18,077	81,923
114,8	11,693	88,307	110,6	14,924	85,076	106,4	18,154	81,846
114,7	11,770	88,230	110,5	<b>15,000</b>	85,000	106,3	18,231	81,769
114,6	11,847	88,153	110,4	15,077	84,923	106,2	18,308	81,692
114,5	11,924	88,076	110,3	15,154	84,846	106,1	18,385	81,615
114,4	<b>12,000</b>	88,000	110,2	15,231	84,769	106,0	18,462	81,538
114,3	12,077	87,923	110,1	15,308	84,692	105,9	18,539	81,461
114,2	12,154	87,846	110,0	15,385	84,615	105,8	18,616	81,384
114,1	12,231	87,769	109,9	15,462	84,538	105,7	18,693	81,307
114,0	12,308	87,692	109,8	15,539	84,461	105,6	18,770	81,230
113,9	12,385	87,615	109,7	15,616	84,384	105,5	18,847	81,153
113,8	12,462	87,538	109,6	15,693	84,307	105,4	18,924	81,076
113,7	12,539	87,461	109,5	15,770	84,230	105,3	<b>19,000</b>	81,000
113,6	12,616	87,384	109,4	15,847	84,153	105,2	19,077	80,923
113,5	12,693	87,307	109,3	15,924	84,076	105,1	19,154	80,846
113,4	12,770	87,230	109,2	<b>16,000</b>	84,000	105,0	19,231	80,769
113,3	12,847	87,153	109,1	16,077	83,923	104,9	19,308	80,692

TABLE DE MOUILLAGE DU LAIT. (Suite.)

Poids de l'extrait %/oo	Quantité d'eau %/o	Quantité de lait moyen %/o	Poids de l'extrait %/oo	Quantité d'eau %/o	Quantité de lait moyen %/o	Poids de l'extrait %/oo	Quantité d'eau %/o	Quantité de lait moyen %/o
104,8	19,385	80,615	100,6	22,616	77,384	96,4	25,847	74,153
104,7	19,462	80,538	100,5	22,693	77,307	96,3	25,924	74,076
104,6	19,539	80,461	100,4	22,770	77,230	96,2	<b>26,000</b>	74,000
104,5	19,616	80,384	100,3	22,847	77,153	96,1	26,077	73,923
104,4	19,693	80,307	100,2	22,924	77,076	96,0	26,154	73,846
104,3	19,770	80,230	100,1	<b>23,000</b>	77,000	95,9	26,231	73,769
104,2	19,847	80,153	100,0	23,077	76,923	95,8	26,308	73,692
104,1	19,924	80,076	99,9	23,154	76,846	95,7	26,385	73,615
104,0	<b>20,000</b>	80,000	99,8	23,231	76,769	95,6	26,462	73,538
103,9	20,077	79,923	99,7	23,308	76,692	95,5	26,539	73,461
103,8	20,154	79,846	99,6	23,385	76,615	95,4	26,616	73,384
103,7	20,231	79,769	99,5	23,462	76,538	95,3	26,693	73,307
103,6	20,308	79,692	99,4	23,539	76,461	95,2	26,770	73,230
103,5	20,385	79,615	99,3	23,616	76,384	95,1	26,847	73,153
103,4	20,462	79,538	99,2	23,693	76,307	95,0	26,924	73,076
103,3	20,539	79,461	99,1	23,770	76,230	94,9	<b>27,000</b>	73,000
103,2	20,616	79,384	99,0	23,847	76,153	94,8	27,077	72,923
103,1	20,693	79,307	98,9	23,924	76,076	94,7	27,154	72,846
103,0	20,770	79,230	98,8	<b>24,000</b>	76,000	94,6	27,231	72,769
102,9	20,847	79,153	98,7	24,077	75,923	94,5	27,308	72,692
102,8	20,924	79,076	98,6	24,154	75,846	94,4	27,385	72,615
102,7	<b>21,000</b>	79,000	98,5	24,231	75,769	94,3	27,462	72,538
102,6	21,077	78,923	98,4	24,308	75,692	94,2	27,539	72,461
102,5	21,154	78,846	98,3	24,385	75,615	94,1	27,616	72,384
102,4	21,231	78,769	98,2	24,462	75,538	94,0	27,693	72,307
102,3	21,308	78,692	98,1	24,539	75,461	93,9	27,770	72,230
102,2	21,385	78,615	98,0	24,616	75,384	93,8	27,847	72,153
102,1	21,462	78,538	97,9	24,693	75,307	93,7	27,924	72,076
102,0	21,539	78,461	97,8	24,770	75,230	93,6	<b>28,000</b>	72,000
101,9	21,616	78,384	97,7	24,847	75,153	93,5	28,077	71,923
101,8	21,693	78,307	97,6	24,924	75,076	93,4	28,154	71,846
101,7	21,770	78,230	97,5	<b>25,000</b>	75,000	93,3	28,231	71,769
101,6	21,847	78,153	97,4	25,077	74,923	93,2	28,308	71,692
101,5	21,924	78,076	97,3	25,154	74,846	93,1	28,385	71,615
101,4	<b>22,000</b>	78,000	97,2	25,231	74,769	93,0	28,462	71,538
101,3	22,077	77,923	97,1	25,308	74,692	92,9	28,539	71,461
101,2	22,154	77,846	97,0	25,385	74,615	92,8	28,616	71,384
101,1	22,231	77,769	96,9	25,462	74,538	92,7	28,693	71,307
101,0	22,308	77,692	96,8	25,539	74,461	92,6	28,770	71,230
100,9	22,385	77,615	96,7	25,616	74,384	92,5	28,847	71,153
100,8	22,462	77,538	96,6	25,693	74,307	92,4	28,924	71,076
100,7	22,539	77,461	96,5	25,770	74,230	92,3	<b>29,000</b>	71,000

TABLE DE MOUILLAGE DU LAIT. (Suite.)

Poids de l'extrait o / oo	Quantité d'eau o / o	Quantité de lait moyen o / o	Poids de l'extrait o / oo	Quantité d'eau o / o	Quantité de lait moyen o / o	Poids de l'extrait o / oo	Quantité d'eau o / o	Quantité de lait moyen o / o
92,2	29,077	70,923	88,1	32,231	67,769	84,0	35,385	64,615
92,1	29,154	70,846	88,0	32,308	67,692	83,9	35,462	64,538
92,0	29,231	70,769	87,9	32,385	67,615	83,8	35,539	64,461
91,9	29,308	70,692	87,8	32,462	67,538	83,7	35,616	64,384
91,8	29,385	70,615	87,7	32,539	67,461	83,6	35,693	64,307
91,7	29,462	70,538	87,6	32,616	67,384	83,5	35,770	64,230
91,6	29,539	70,461	87,5	32,693	67,307	83,4	35,847	64,153
91,5	29,616	70,384	87,4	32,770	67,230	83,3	35,924	64,076
91,4	29,693	70,307	87,3	32,847	67,153	83,2	<b>36,000</b>	64,000
91,3	29,770	70,230	87,2	32,924	67,076	83,1	36,077	63,923
91,2	29,847	70,153	87,1	<b>33,000</b>	67,000	83,0	36,154	63,846
91,1	29,924	70,076	87,0	33,077	66,923	82,9	36,231	63,769
91,0	<b>30,000</b>	70,000	86,9	33,154	66,846	82,8	36,308	63,692
90,9	30,077	69,923	86,8	33,231	66,769	82,7	36,385	63,615
90,8	30,154	69,846	86,7	33,308	66,692	82,6	36,462	63,538
90,7	30,231	69,769	86,6	33,385	66,615	82,5	36,539	63,461
90,6	30,308	69,692	86,5	33,462	66,538	82,4	36,616	63,384
90,5	30,385	69,615	86,4	33,539	66,461	82,3	36,693	63,307
90,4	30,462	69,538	86,3	33,616	66,384	82,2	36,770	63,230
90,3	30,539	69,461	86,2	33,693	66,307	82,1	36,847	63,153
90,2	30,616	69,384	86,1	33,770	66,230	82,0	36,924	63,076
90,1	30,693	69,307	86,0	33,847	66,153	81,9	<b>37,000</b>	63,000
90,0	30,770	69,230	85,9	33,924	66,076	81,8	37,077	62,923
89,9	30,847	69,153	85,8	<b>34,000</b>	66,000	81,7	37,154	62,846
89,8	30,924	69,076	85,7	34,077	65,923	81,6	37,231	62,769
89,7	<b>31,000</b>	69,000	85,6	34,154	65,846	81,5	37,308	62,692
89,6	31,077	68,923	85,5	34,231	65,769	81,4	37,385	62,615
89,5	31,154	68,846	85,4	34,308	65,692	81,3	37,462	62,538
89,4	31,231	68,769	85,3	34,385	65,615	81,2	37,539	62,461
89,3	31,308	68,692	85,2	34,462	65,538	81,1	37,616	62,384
89,2	31,385	68,615	85,1	34,539	65,461	81,0	37,693	62,307
89,1	31,462	68,538	85,0	34,616	65,384	80,9	37,770	62,230
89,0	31,539	68,461	84,9	34,693	65,307	80,8	37,847	62,153
88,9	31,616	68,384	84,8	34,770	65,230	80,7	37,924	62,076
88,8	31,693	68,307	84,7	34,847	65,153	80,6	<b>38,000</b>	62,000
88,7	31,770	68,230	84,6	34,924	65,076			
88,6	31,847	68,153	84,5	<b>35,000</b>	65,000			
88,5	31,924	68,076	84,4	35,077	64,923			
88,4	<b>32,000</b>	68,000	84,3	35,154	64,846			
88,3	32,077	67,923	84,2	35,231	64,769			
88,2	32,154	67,846	84,1	35,308	64,692			

## BOISSONS FERMENTÉES

Un grand nombre de sucres végétaux contiennent des matières sucrées et amylacées, en même temps que des substances albuminoïdes et minérales; ils sont donc placés dans les conditions voulues pour subir la fermentation alcoolique. Aussi fabrique-t-on avec eux des boissons fermentées de diverses sortes, parmi lesquelles le vin, le cidre et la bière sont les plus importantes.

## Vins.

Le vin est un liquide alcoolique résultant de la fermentation spontanée du jus de raisin, sans distillation.

Le raisin est le fruit de la vigne, plante de la famille des *ampélidacées*, qui ne croît que dans certaines conditions se rattachant au climat et au sol. Sur le continent européen, elle ne prospère que jusqu'au 50° degré de latitude nord; cependant, cultivée dans des conditions particulièrement favorables, elle produit encore du vin potable jusqu'aux 51° et 52° degrés, c'est-à-dire jusqu'en Saxe et en Silésie.

Pour que la vigne donne un vin potable, il faut que durant 180 à 200 jours, d'avril en octobre, la température moyenne soit de 16° au moins, la température moyenne de l'été se tenant entre 20 et 30°, et celle du commencement de l'automne entre 16 et 23°.

La fabrication du vin comprend quatre phases principales qui sont :

- 1° La vendange;
- 2° Le foulage;
- 3° La fermentation du moût;
- 4° Le décuvaige.

Les vins de différentes espèces ont, en général, à peu près la même composition, c'est-à-dire qu'on y trouve les mêmes substances, mais en proportions différentes :

Voici, d'après M. Maumène, la composition générale et moyenne des vins :

Eau . . . . .	9 volumes	900 à 891 gr
Alcool de vin absolu . . . . .		80 à 79
Alcools butylique, amylique, etc. . . . .		F
Aldéhydes (plusieurs). . . . .		F
Éthers acétique, butyrique, œnanthique, etc., contribuant surtout au bouquet . . . . .		F
Huiles essentielles (plusieurs). . . . .		
Sucre de raisin (glucose et lévulose) . . . . .		
Mannite. . . . .		F

	Mucilage, gomme, dextrine . . . . .		
	Pectine . . . . .		
	Matières colorantes (œnocyanine) . . . . .		
	— grasses et cires? . . . . .		
	Glycérine . . . . .	G	
	Matières azotées (albumine, gliadine, ferments).		
Sels	Végétaux	Tartrate acide de potasse (3 <sup>es</sup> , 5 au mix.)	
		Tartrate neutre de chaux . . . . .	
		— d'ammoniaque . . . . .	
		— acide d'alumine } avec ou	
		— acide de fer } sans KO	
	Racémates . . . . .		
	Acétates, propionates, butyrates, lactates . . . . .	F	
	à base de	Sulfates	Potasse . . . . .
		Azotates	Soude . . . . .
		Phosphates	Chaux . . . . .
Silicates		Manganèse . . . . .	
Chlorures		Alumine . . . . .	
Bromures		Oxyde de fer . . . . .	
Iodures		Oxyde de manganèse	
Fluorures		Ammoniaque . . . . .	
		Carbonique (2 <sup>es</sup> , 5 au maximum) . . . . .	
Acides libres	Tartrique et racémique . . . . .		
	Malique . . . . .		
	Citrique . . . . .		
	Tannique . . . . .	F	
	Métapectique . . . . .	F	
	Acétique . . . . .	F	
	Lactique . . . . .	F	
Succinique . . . . .	F		
Butyrique . . . . .	F		
Valérique . . . . .	F		

Tous les corps qui dans ce tableau sont marqués d'un F sont produits par la fermentation; les autres proviennent de la vigne.

Suivant M. Bouchardat, la composition moyenne d'un vieux vin rouge pour 1000 parties est la suivante :

Eau . . . . .	378
Alcool de vin . . . . .	100
Alcools butylique, amylique . . . . .	} Traces
Aldéhydes (plusieurs) . . . . .	
Ethers acétique, caprique, caprylique . . . . .	} Bouquet
Parfum, huiles essentielles . . . . .	

Sucres, mannite, glycérine, mucilage, gommes . . . . .	} avec excès d'acides	2
Matières colorantes (œnocyanine) . . . . .		
— grasses . . . . .		
— azotées (ferments) . . . . .		
Tannin, acide carbonique . . . . .		
Tartrate acide de potasse (6 gr. au plus) . . . . .		
Tartrates, racémates, succinates . . . . .		
Acétates, propionates . . . . .		
Butyrates, lactates . . . . .		
Citrates, malates . . . . .		
Sulfates, azotates . . . . .	} excès d'acides	
Phosphates, silicates . . . . .		
Chlorures, bromures . . . . .		
Iodures, fluorures . . . . .		
Potasse, soude, chaux (traces), magnésie . . . . .		
Alumine, oxyde de fer, ammoniacque . . . . .		

La couleur des vins rouges est due à une matière colorante bleue, nommée œnocyanine par M. Mauméné, que les acides ont fait virer au rouge; elle réside dans la pellicule des grains de raisin.

L'aldéhyde, l'acide acétique, l'éther acétique proviennent de l'oxydation de l'alcool.

L'éther œnanthique provient de l'oxydation des matières grasses du moût.

L'acide succinique, la glycérine, l'acide carbonique et l'alcool dérivent du sucre.

Le tannin provient de la rafle, de la pellicule et des pépins du fruit.

M. Berthelot a tenté d'isoler ce qu'on appelle le *bouquet* des vins et d'en déterminer la nature. A cet effet, il a agité à froid, dans un vase rempli d'acide carbonique, du vin avec de l'éther ordinaire purgé d'air; en décantant l'éther et en l'évaporant ensuite à basse température dans un courant d'acide carbonique, il a obtenu un extrait, représentant un peu moins de  $\frac{1}{1000}$  du poids du vin, dans lequel le bouquet était concentré.

Ce résidu était formé d'alcool amylique, d'une huile essentielle renfermant des éthers, d'une petite quantité de matière colorante jaune et d'un principe, appartenant probablement au groupe des aldéhydes très oxygénés, qui, d'après ce savant, constituerait la véritable essence de bouquet.

#### 1° Analyse des vins. — Méthode du Laboratoire municipal. —

Les éléments constitutifs qui servent à caractériser pratiquement un vin sont : l'alcool, l'extrait, les cendres, l'évaluation du plâtrage, le sucre, l'acidité et le tartre. On joint souvent à ces dosages ceux de la glycérine, de l'acide succinique et du tannin.

*Dosage de l'alcool.* — On mesure avec soin, en tenant compte de la température, à l'aide d'un ballon jaugé, 200 cent. cubes de vin qu'on verse dans un ballon, on rince le ballon jaugé avec de l'eau distillée et on ajoute cette eau au vin contenu dans le ballon. On ferme le ballon et on chauffe ; le vin entre bientôt en ébullition, les vapeurs alcooliques se condensent en traversant le serpen-

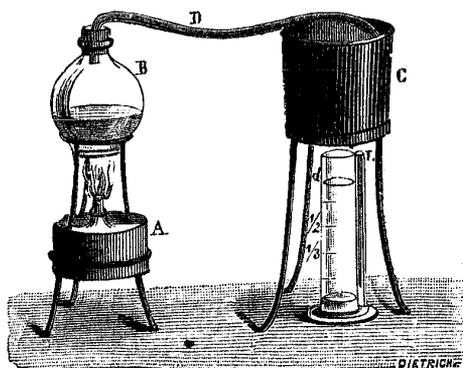


Fig. 18. Dosage de l'alcool.

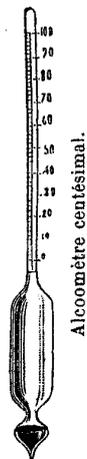


Fig. 19.

tin et on recueille l'alcool dans un matras jaugé, placé sous l'extrémité libre du serpent. Lorsqu'il a passé à la distillation près de 100 cent. cubes, on éteint la lampe, on complète exactement le volume de 100 cent. cubes en ajoutant de l'eau distillée, on agite le mélange et on laisse reposer jusqu'à ce que les bulles d'air qui se sont formées pendant l'agitation aient complètement disparu, on transvase dans une éprouvette, on prend la température du liquide et le degré à l'alcomètre-centésimal de Gay-Lussac (fig. 19). On doit, avant de se servir de l'alcomètre, nettoyer la tige en la frottant avec un linge imbibé d'alcool et l'essuyer ensuite avec un linge propre et sec ; avant la lecture sur la tige graduée, il faut s'assurer que l'alcool mouille bien l'alcomètre et les parois de l'éprouvette. On ne tient pas compte, dans la lecture, du ménisque qui s'élève autour de la tige. Le degré, ainsi obtenu, doit être ramené à la température de  $+15^{\circ}$  au moyen de la table page 496.

La richesse alcoolique du vin est la moitié du degré observé et corrigé, puisque tout l'alcool du vin a passé et a été mesuré dans un liquide, dont le volume est la moitié de celui du vin soumis à l'essai.

**1 A 30° — CONVERSION DES CENTIÈMES D'ALCOOL EN VOLUME  
EN CENTIÈMES EN POIDS.**

V.	P.	V.	P.	V.	P.	V.	P.	V.	P.
1,0	0,80	4,0	3,20	7,0	5,620	10,0	8,05	13,0	10,510
1,1	0,88	4,1	3,28	7,1	5,701	10,1	8,132	13,1	10,592
1,2	0,96	4,2	3,36	7,2	5,782	10,2	8,214	13,2	10,674
1,3	1,04	4,3	3,44	7,3	5,863	10,3	8,296	13,3	10,756
1,4	1,12	4,4	3,52	7,4	5,944	10,4	8,378	13,4	10,838
1,5	1,20	4,5	3,60	7,5	6,025	10,5	8,460	13,5	10,920
1,6	1,28	4,6	3,68	7,6	6,106	10,6	8,542	13,6	11,002
1,7	1,36	4,7	3,76	7,7	6,187	10,7	8,624	13,7	11,084
1,8	1,44	4,8	3,84	7,8	6,268	10,8	8,706	13,8	11,166
1,9	1,52	4,9	3,92	7,9	6,349	10,9	8,788	13,9	11,248
2,0	1,60	5,0	4,00	8,0	6,430	11,0	8,87	14,0	11,330
2,1	1,68	5,1	4,081	8,1	6,511	11,1	8,952	14,1	11,412
2,2	1,76	5,2	4,162	8,2	6,592	11,2	9,034	14,2	11,494
2,3	1,84	5,3	4,243	8,3	6,673	11,3	9,116	14,3	11,576
2,4	1,92	5,4	4,324	8,4	6,754	11,4	9,198	14,4	11,658
2,5	2,00	5,5	4,405	8,5	6,835	11,5	9,280	14,5	11,740
2,6	2,08	5,6	4,486	8,6	6,916	11,6	9,362	14,6	11,822
2,7	2,16	5,7	4,567	8,7	6,997	11,7	9,444	14,7	11,904
2,8	2,24	5,8	4,648	8,8	7,078	11,8	9,526	14,8	11,986
2,9	2,32	5,9	4,729	8,9	7,159	11,9	9,608	14,9	12,068
3,0	2,40	6,0	4,810	9,0	7,240	12,0	9,69	15,0	12,150
3,1	2,48	6,1	4,891	9,1	7,321	12,1	9,772	15,1	12,233
3,2	2,56	6,2	4,972	9,2	7,402	12,2	9,854	15,2	12,316
3,3	2,64	6,3	5,053	9,3	7,483	12,3	9,936	15,3	12,399
3,4	2,72	6,4	5,134	9,4	7,564	12,4	10,018	15,4	12,482
3,5	2,80	6,5	5,215	9,5	7,645	12,5	10,100	15,5	12,565
3,6	2,88	6,6	5,296	9,6	7,726	12,6	10,182	15,6	12,648
3,7	2,96	6,7	5,377	9,7	7,807	12,7	10,264	15,7	12,731
3,8	3,04	6,8	5,458	9,8	7,888	12,8	10,346	15,8	12,814
3,9	3,12	6,9	5,539	9,9	7,969	12,9	10,428	15,9	12,897

N. B. — Ramener d'abord l'alcool à 15°, puis multiplier par 10 les résultats donnés par la table pour avoir l'alcool pour mille.

1 A 30° CONVERSION DES CENTIÈMES D'ALCOOL EN VOLUME  
EN CENTIÈMES EN POIDS.

V.	P.								
16,0	12,980	19,0	15,450	22,0	17,940	25,0	20,460	28,0	22,990
16,1	13,062	19,1	15,533	22,1	18,024	25,1	20,544	28,1	23,075
16,2	13,144	19,2	15,616	22,2	18,108	25,2	20,628	28,2	23,160
16,3	13,226	19,3	15,699	22,3	18,192	25,3	20,712	28,3	23,245
16,4	13,308	19,4	15,782	22,4	18,276	25,4	20,796	28,4	23,330
16,5	13,390	19,5	15,865	22,5	18,360	25,5	20,880	28,5	23,415
16,6	13,472	19,6	15,948	22,6	18,444	25,6	20,964	28,6	23,500
16,7	13,554	19,7	16,031	22,7	18,528	25,7	21,048	28,7	23,585
16,8	13,636	19,8	16,114	22,8	18,612	25,8	21,132	28,8	23,670
16,9	13,718	19,9	16,197	22,9	18,696	25,9	21,216	28,9	23,755
17,0	13,800	20,0	16,280	23,0	18,780	26,0	21,300	29,0	23,840
17,1	13,882	20,1	16,363	23,1	18,864	26,1	21,384	29,1	23,925
17,2	13,964	20,2	16,446	23,2	18,948	26,2	21,468	29,2	24,010
17,3	14,046	20,3	16,529	23,3	19,032	26,3	21,552	29,3	24,095
17,4	14,128	20,4	16,612	23,4	19,116	26,4	21,636	29,4	24,180
17,5	14,210	20,5	16,695	23,5	19,200	26,5	21,720	29,5	24,265
17,6	14,292	20,6	16,778	23,6	19,284	26,6	21,804	29,6	24,350
17,7	14,374	20,7	16,861	23,7	19,368	26,7	21,888	29,7	24,435
17,8	14,456	20,8	16,944	23,8	19,452	26,8	21,972	29,8	24,520
17,9	14,538	20,9	17,027	23,9	19,536	26,9	22,056	29,9	24,605
18,0	14,620	21,0	17,110	24,0	19,620	27,0	22,140	30,0	24,690
18,1	14,702	21,1	17,193	24,1	19,704	27,1	22,224	30,1	24,775
18,2	14,784	21,2	17,276	24,2	19,788	27,2	22,308	30,2	24,860
18,3	14,866	21,3	17,359	24,3	19,872	27,3	22,392	30,3	24,945
18,4	14,948	21,4	17,442	24,4	19,956	27,4	22,476	30,4	25,030
18,5	15,030	21,5	17,525	24,5	20,040	27,5	22,560	30,5	25,115
18,6	15,112	21,6	17,608	24,6	20,124	27,6	22,644	30,6	25,200
18,7	15,194	21,7	17,691	24,7	20,208	27,7	22,728	30,7	25,285
18,8	15,276	21,8	17,774	24,8	20,292	27,8	22,812	30,8	25,370
18,9	15,358	21,9	17,857	24,9	20,376	27,9	22,896	30,9	25,455

N. B. — Ramener d'abord l'alcool à 15°, puis multiplier par 10 les résultats donnés par la table pour avoir l'alcool pour mille.

## TABLE DE CORRECTION

*Indications de*

INDICATION du Thermomètre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10°	1.4	2.4	3.4	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.6	11.7	12.7	13.8	14.9	16.0
11°	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4	9.4	10.5	11.6	12.6	13.6	14.7	15.8
12°	1.2	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.4	11.5	12.5	13.5	14.6	15.6
13°	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2	10.3	11.4	12.4	13.4	14.4	15.4
14°	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2
15°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16°	0.9	1.9	2.9	3.9	4.9	5.9	6.9	7.9	8.9	9.9	10.9	11.9	12.9	13.9	14.9
17°	0.8	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.8	8.8	9.8	10.8	11.7	12.7	13.7	14.7
18°	0.7	1.7	2.7	3.7	4.7	5.7	6.7	7.7	8.7	9.7	10.7	11.6	12.5	13.5	14.5
19°	0.6	1.6	2.6	3.6	4.6	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.4	12.4	13.3	14.3
20°	0.5	1.5	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.3	8.3	9.3	10.3	11.2	12.2	13.1	14.1
21°	0.4	1.4	2.3	3.3	4.3	5.2	6.2	7.1	8.1	9.1	10.1	11.0	11.9	12.8	13.7
22°	0.3	1.3	2.2	3.2	4.1	5.1	6.1	7.0	7.9	8.9	9.9	10.8	11.7	13.6	13.5
23°	0.1	1.1	2.1	3.1	4.0	4.9	5.9	6.8	7.8	8.7	9.7	10.6	11.5	12.4	13.3
24°	"	1.0	1.9	2.9	3.8	4.8	5.8	6.7	7.6	8.5	9.5	10.4	11.3	12.2	13.1
25°	"	0.8	1.7	2.7	3.6	4.6	5.5	6.5	7.4	8.3	9.3	10.2	11.1	12.0	12.8
26°	"	0.7	1.6	2.6	3.5	4.4	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0	9.9	10.8	11.7	12.6
27°	"	0.5	1.5	2.4	3.3	4.3	5.2	6.1	7.0	7.9	8.8	9.7	10.5	11.5	12.0
28°	"	0.3	1.3	2.2	3.1	4.1	5.0	5.9	6.8	7.7	8.6	9.5	10.3	11.2	11.7

DE L'ALCOOMÈTRE  
alcoomètre.

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	INDICATION du Thermomètre
17.0	18.1	19.2	20.2	21.3	22.4	23.5	24.6	25.8	26.9	28.0	29.1	30.1	31.1	32.1	10°
16.8	17.9	19.0	20.0	21.0	22.1	23.2	24.3	25.4	26.5	27.7	28.7	29.7	30.7	31.7	11°
16.6	17.6	18.7	19.7	20.7	21.8	22.9	24.0	25.1	26.1	27.2	28.2	29.2	30.2	31.2	12°
16.4	17.4	18.5	19.5	20.5	21.5	22.6	23.7	24.7	25.7	26.8	27.8	28.8	29.8	30.8	13°
16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.3	23.3	24.3	25.3	26.4	27.4	28.4	29.4	30.4	14°
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	15°
15.0	16.0	17.8	18.7	19.7	20.7	21.7	22.7	23.7	24.7	25.7	26.7	27.6	28.6	29.6	16°
15.6	16.6	17.5	18.4	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.3	27.3	28.2	29.2	17°
15.4	16.3	17.3	18.2	19.1	20.1	21.1	22.0	23.0	24.0	25.0	25.9	26.9	27.8	28.8	18°
15.2	16.1	17.0	17.9	18.8	19.8	20.8	21.7	22.7	23.6	24.6	25.5	26.4	27.3	28.3	19°
14.9	15.8	16.7	17.6	18.5	19.5	20.5	21.4	22.4	23.3	24.3	25.2	26.1	27.0	27.9	20°
14.6	15.5	16.4	17.3	18.2	19.1	20.1	21.1	22.1	22.9	23.9	24.8	25.6	26.6	27.5	21°
14.4	15.3	16.2	17.0	17.9	18.8	19.8	20.7	21.6	22.5	23.5	24.3	25.2	26.2	27.1	22°
14.1	15.0	15.9	16.7	17.6	18.5	19.4	20.3	21.3	22.2	23.1	24.0	24.9	25.8	26.7	23°
13.9	14.8	15.7	16.5	17.4	18.2	19.1	20.0	21.0	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.3	24°
13.6	14.5	15.4	16.2	17.1	17.9	18.8	19.7	20.6	21.5	22.4	23.2	24.2	25.1	26.0	25°
13.4	14.2	15.1	15.9	16.7	17.6	18.5	19.4	20.3	21.2	22.1	22.9	23.8	24.7	25.6	26°
13.1	13.9	14.8	15.6	16.4	17.3	18.2	19.1	20.0	20.8	21.7	22.6	23.5	24.3	25.2	27°
12.8	13.6	14.4	15.2	16.0	16.9	17.9	18.8	19.6	20.5	21.4	22.4	23.1	23.9	24.8	28°

*Dosage de l'extrait.* — Pour faire ce dosage, on se sert de vases cylindriques en platine, à fond plat, dont le diamètre est égal à 70 millimètres et la hauteur à 23 millimètres. On introduit dans un de ces vases taré, au moyen d'une pipette, 25 cent. cubes de vin et on le place sur une grille, affleurant exactement l'eau d'un bain-marie à niveau constant. Au bout de 7 heures, lorsque la capsule ne varie plus sensiblement de poids, on la retire et on la laisse refroidir dans un dessiccateur à acide sulfurique. On pèse; le poids trouvé, multiplié par 40, représente le poids d'extrait sec par litre.

Les matières volatiles et une partie de la glycérine sont chassées pendant cette opération, qu'il est important de faire toujours dans les mêmes conditions de temps, de chauffe et de surface.

Pour les vins riches en extrait ou en sucre, on dédouble le vin ou on n'opère que sur 10 cent. cubes pour doser l'extrait.

*Dosage des cendres.* — Après la pesée de l'extrait, on place la capsule en platine dans une étuve chauffée à 120° pour chasser complètement la glycérine. On incinère ensuite, d'abord sur un bec de Bunsen, ensuite dans une moufle chauffée au gaz à la température du *petit rouge*. On laisse refroidir dans un dessiccateur et on pèse. Le poids trouvé, multiplié par 40, donne la quantité de cendres correspondant à 1 litre.

L'examen des cendres se fait par les méthodes ordinaires, en examinant à part la partie soluble dans l'eau et la partie insoluble.

*Evaluation du plâtrage.* — On se sert d'une solution titrée de 5 gr. 608 de chlorure de baryum ( $BaCl^2 + 2H^2O$ ) et 100 cent. cubes d'acide chlorhydrique par litre. On fait les deux essais suivants :

Dans un premier tube à essai, on verse 20 cent. cubes de vin et 5 cent. cubes de la liqueur titrée.

Dans un second tube, on verse 20 cent. cubes de vin et 40 cent. cubes de la liqueur titrée.

On agite et on laisse reposer 24 heures; on filtre alors et on observe si la liqueur filtrée donne un précipité par le chlorure de baryum.

Si le liquide du premier tube ne donne pas de trouble sensible, c'est que le vin n'est pas plâtré ou que son plâtrage correspond à moins de 1 gr. de sulfate de potasse.

Si le liquide du premier tube donne un précipité, mais que celui du deuxième tube ne précipite pas par le chlorure de baryum, c'est que le plâtrage est compris entre 1 et 2 gr. de sulfate de potasse.

Si le liquide du deuxième tube donne un précipité par le chlorure de baryum, c'est que le plâtrage est supérieur à 2 gr.

Ces indications sont suffisantes dans la plupart des cas; on peut facilement, du reste, doser exactement le plâtrage par pesée de sulfate de baryte.

D'après les essais de M. Marty sur un grand nombre de vins non plâtrés, l'acide sulfurique est par litre.

Minimum . . . . . 0gr,194 de sulfate de potasse.

Maximum . . . . . 0gr,583 — —

Au laboratoire municipal, on ne considère comme plâtré, que les vins contenant au moins 1 gr. de sulfate de potasse par litre.

*Dosage du sucre.* — Le sucre peut être dosé par la liqueur cupro-potassique ou par fermentation.

*1° Par la liqueur cupro-potassique.* — La liqueur employée est préparée ainsi :

On pèse 34 gr. 65 de sulfate de cuivre pur et sec, on les dissout dans 200 cent. cubes d'eau distillée et on mélange cette liqueur avec une solution de 173 gr. de sel de Seignette (tartrate double de potasse et de soude) dans 480 cent. cubes de lessive de soude pure de densité égale à 1,14. On agite le mélange et on l'étend d'eau distillée de manière à faire 1 litre à la température de + 15°.

Pour titrer cette liqueur, on pèse 2 gr. de sucre candi blanc finement pulvérisé et on les dissout dans 40 cent. cubes d'eau très légèrement acidulée. On introduit le tout dans un tube qu'on scelle à la lampe. On chauffe le tube pendant 3 heures entre 130 et 135°. Au bout de ce temps, l'inversion est complète. On ouvre le tube, on vide le liquide dans une éprouvette graduée de 1 litre, on rince le tube avec soin, on réunit les eaux de lavage à la solution et on complète avec de l'eau distillée de façon à faire 842 cent. cubes.

Les 2 gr. de sucre ont été transformés en 2 gr. 105 de sucre interverti, quantité qui, dissoute dans 842 cent. cubes d'eau, correspond à une concentration de 2 gr. 50 de glucose par litre. 20 cent. cubes de cette liqueur doivent réduire exactement 10 cent. cubes de la liqueur cupro-potassique.

On décolore d'abord 100 cent. cubes de vin, en y versant goutte à goutte une solution étendue de carbonate de soude jusqu'à ce que, par agitation, la liqueur prenne une teinte violacée bleuâtre ou verdâtre. On ajoute alors 40 gr. de noir animal pur et on fait bouillir jusqu'à ce que le volume soit réduit à 50 cent. cubes environ : on jette sur un filtre, on lave soigneusement à l'eau distillée et on complète le volume primitif de 100 cent. cubes ; on agite la liqueur pour la rendre homogène.

Ce liquide est divisé en deux parts égales ; l'une sert à la réduction de la liqueur cuivrique, l'autre est examinée au polarimètre. On verse dans une capsule 10 cent. cubes de la liqueur cupro-potassique, 40 cent. cubes d'eau distillée et 2 à 3 cent. cubes de soude ; on porte ce mélange à l'ébullition et l'on y verse goutte à goutte, à l'aide d'une burette graduée en dixièmes de centimètre cube, le vin décoloré. On s'arrête au moment où la liqueur devient incolore. Pour être certain que la réduction est complète, on filtre un peu de la liqueur et on divise en deux portions le liquide filtré. On chauffe l'une de ces portions avec deux ou trois gouttes de la liqueur cuivro-potassique ; on ne doit pas avoir de précipité d'oxydure du cuivre. La seconde portion est acidulée par l'acide acétique ; elle ne doit pas se colorer en rose par le cyanure jaune, ni donner de louche ou de précipité par l'hydrogène sulfuré. Si cette dernière

réaction se produit, c'est qu'il reste du cuivre dans la liqueur; dans ce cas, il faut ajouter de nouveau du vin décoloré.

Supposons qu'on ait employé  $n$  cent. cube de vin décoloré, on dira : puisque 1 cent. cube de la liqueur est réduit par 0 gr. 005 de glucose, les 10 cent. cubes employés correspondent à 0 gr. 005  $\times$  10 = 0 gr. 050 de glucose, quantité qui est précisément celle contenue dans les  $n$  cent. cubes de vin, versés dans la liqueur.

1 cent. cube de vin contient donc  $\frac{0\text{gr},050}{n}$  de glucose,

et 1 litre de ce même vin renferme  $\frac{50\text{gr}}{n}$  de glucose.

Comme le vin contient d'autres matières réductrices que la glucose, les nombres obtenus par cette méthode sont trop élevés. M. Girard désigne les résultats sous le nom de sucre réducteur, mais en spécifiant que cette dénomination s'applique à toutes les matières du vin réduisant la liqueur cuivrique, ces matières étant calculées en glucose.

2° *Par fermentation.* — On prend 200 cent. cubes de vin et on les évapore rapidement pour réduire le volume au quart; on précipite par l'acétate neutre de plomb, on filtre, on lave avec soin. On précipite dans la liqueur l'excès de sel de plomb par l'acide sulfurique, on chauffe, on filtre et on lave. La liqueur filtrée est saturée par un alcali et introduite dans une fiole avec 1 à 2 gr. de levure de bière.

On bouche la fiole au moyen d'un bouchon portant deux tubes; l'un plonge, par son extrémité, inférieure dans le liquide, tandis que sa partie supérieure est fermée par un tube de caoutchouc et un bout de baguette de verre; l'autre, servant au dégagement de l'acide carbonique, affleure d'un côté la partie inférieure du bouchon et de l'autre côté communique avec un tube à ponce sulfurique.

La fiole ainsi chargée est pesée avec son tube desséchant, puis placée pendant 48 heures dans une étuve à 27°. Au bout de ce temps la fermentation est terminée, on retire le bout de baguette de verre, on fait passer lentement un courant d'air sec à travers tout l'appareil, puis on pèse. La perte de poids multipliée par 5 indique la quantité d'acide carbonique correspondant à 1 litre de vin.

La quantité de glucose anhydre par litre de vin sera égale à

$$p \times \frac{105,26 \times 5}{48,89} = p \times 10,725.$$

$p$  étant la perte de poids éprouvé par les 200 cent. cubes de vin essayé.

*Dosage de la crème de tartre.* — Procédé de MM. Berthelot et de Fleurieu.

On met 20 cent. cubes de vin dans un petit matras, on ajoute 80 cent. cubes d'un mélange, à volumes égaux, d'alcool et d'éther.

on agite, on bouche le matras et on abandonne le tout au repos pendant 48 heures. Au bout de ce temps, on décante la liqueur sur un petit filtre sans plis, on lave le précipité dans le matras même avec le mélange d'alcool et d'éther, on filtre le liquide de lavage, en ayant soin de ne mettre sur le filtre que le moins possible du précipité, et on lave ainsi jusqu'à ce que le liquide qui passe soit neutre. On met le filtre dans le matras, on dissout le précipité en versant de l'eau bouillante dans le matras et on détermine, dans le matras même, l'acidité de la crème de tartre par une solution titrée d'eau de baryte ou de potasse décime. On déduit de cette acidité, la quantité de crème de tartre contenue dans les 20 cent. cubes de vin; on multiplie cette quantité par 50 et on ajoute 0 gr. 200 pour tenir compte de la solubilité du bitartrate dans le mélange d'alcool et d'éther. Le nombre ainsi trouvé représente la quantité de crème de tartre contenue dans 1 litre du vin essayé.

*Dosage de l'acidité.* — On fait couler 10 cent. cubes de vin dans un tube à essai et on y verse goutte à goutte de l'eau de chaux titrée par rapport à une liqueur d'acide sulfurique très étendue. On agite constamment le tube et on continue à ajouter de l'eau de chaux jusqu'au moment où une goutte de la solution alcaline détermine l'apparition d'un trouble floconneux. A cet instant, la totalité de l'acide est neutralisée; le liquide filtré doit présenter une teinte grise. Si on avait employé trop peu ou trop d'eau de chaux, elle serait violacée ou verte. L'acidité est évalué en acide sulfurique.

M. Girard préfère diluer 10 cent. cubes de vin dans 200 à 400 cent. cubes d'eau, et titrer en se servant comme indicateur de la phtaléine du phénol, dont le virage se voit facilement. On retranche du nombre trouvé la quantité de soude nécessaire pour faire virer la phtaléine dans un égal volume d'eau. Cette méthode est, suivant son auteur, préférable lorsqu'on opère sur des vins colorés artificiellement.

Pour déterminer l'acidité due aux acides volatils, on sature le vin par un volume connu d'eau de chaux ou de baryte filtrée, on chasse l'alcool en distillant jusqu'à réduction de moitié et on verse sur le résidu une proportion d'acide sulfurique exactement équivalente à la quantité de chaux ou de baryte employée; on distille ensuite presque à sec et on prend l'acidité du liquide avec une solution alcaline.

Cette acidité est retranchée de l'acidité totale trouvée précédemment; la différence donne l'acidité due aux acides fixes.

*Dosage de l'acide tartrique libre.* — Il faut saturer exactement 10 cent. cubes de vin par de la potasse pure, ajouter 40 cent. cubes de vin non saturé et prendre 20 cent. cubes du mélange. On opère sur ces 20 cent. cubes comme dans l'opération précédente.

Si ce dosage concorde avec le précédent, c'est que tout l'acide tartrique du vin se trouve à l'état de crème de tartre; si, au contraire, le nombre trouvé par le deuxième dosage est supérieur au premier, la différence correspond à l'acide tartrique libre.

A. — COMPOSITION MOYENNE DES VINS FRANÇAIS.

VINS	ALCOOL, % EN VOLUME	EN GRAMMES PAR LITRE				OBSERVATIONS
		EXTRAIT à 100°	GLYCÉRISE	BITARTRATE de potassium	CENDRES	
<i>Vins rouges</i>						
Moyenne des vins français.	10,0	48,9	5,6 à 7,6	1,2 à 3,0	1,2 à 3,8	2,3 Extrait (max. 40,5—min. 15,0)
Bourgogne de 3 à 4 ans.	"	46,9	5,8	1,8	"	2,3 Alcool (max. 13,0—min. 9,4)
Meursault.	10,3	"	"	"	"	Alcool (max. 13,3—min. 10,2)
Pomard.	11,5	"	"	"	"	Alcool max. 12,6—min. 7,2.
Volnay.	10,5	"	"	"	"	Vins de six mois.
Richebourg ordinaire.	11,2	23,6	"	"	"	Vins d'une année.
Petits Bourgognes.	7,8	45,6	"	"	"	Vins de trois ans.
Beaujolais.	10,4	20,7	"	"	2,17	Alcool (max. 10,9—min. 7,9).
Bordeaux ordinaires.	9,4	"	7,1	2,3	1,6 à 3,0	

Bordeaux supérieures . . .	9,1	16,4	»	»	»	2,15	Alcool (max. 9,7—min. 7,3).
Vins de l'Hérault (non plâtrés)	40,1	19,0	6,5 à 7,6	2,2	1,7 à 3,5	2,3 à 5,6	Extrait (max. 23,0—min. 16,0)
Vins de l'Hérault (plâtrés)	10,3	21,0 à 25,0	»	»	3,2 à 4,6	4,9 à 5,1	»
Aramons (plâtrés) . . .	10,0	24,0	»	»	2,95	4,2	»
Beaux Narbonnes (1876) . .	42,4	»	»	»	»	»	»
Narbonnes (non plâtrés) . .	10,8	18,8	»	»	»	2,0 à 3,0	Alcool (max. 14,0—min. 8,4).
Petits Narbonnes (1876) . .	7,4	»	»	»	»	»	»
Roussillons de table (1875)	44,8	»	»	»	2,4	2,66	»
Vins de la Marne . . .	11,4	24,1	»	»	»	1,8 à 5,3	Alcool (max. 14,3—min. 6,7).
Vins de Cahors . . .	10,7	»	»	»	»	»	Alcool (max. 12,1—min. 8,9).
Vins de la Haute-Garonne .	9,8	23,8	»	1,4	1,4 à 2,0	»	Alcool (max. 12,4—min. 7,3) Extrait max. 26,8—min. 18,9.
<i>Vins blancs.</i>							
Chablis (six mois) . . .	9,7	14,0	»	»	»	»	»
Bordeaux . . .	»	»	»	»	»	2,51	»
Picpoul . . .	11,5	18,2	»	3,5	»	4,5	»

*Dosage de la glycérine.* — On sature 250 cent. cubes de vin par l'eau de baryte, on ajoute du sable et on évapore dans le vide. On épuise l'extrait ainsi obtenu par un mélange à volumes égaux d'alcool absolu et d'éther pur. La liqueur est mise dans une capsule et évaporée dans le vide; le résidu est composé de glycérine, de matières extractives et de matières minérales. On place ce résidu dans une grande nacelle de platine, on lave la capsule avec un peu d'alcool, qu'on verse ensuite dans la nacelle. On évapore le contenu de la nacelle dans le vide, puis sur l'acide sulfurique et enfin sur l'acide phosphorique, jusqu'à ce que le poids de la nacelle ne varie plus; on note ce poids. On met alors la nacelle dans un tube, dans lequel on fait le vide, en même temps qu'on chauffe à 120° le bain d'huile qui l'entoure. Toute la glycérine distille; on retire la nacelle, on la laisse refroidir dans un dessiccateur et on la pèse. La perte du poids indique la quantité de glycérine contenue dans 250 cent. cubes de vin; on multiplie par 4 pour ramener au litre.

*Dosage de l'acide succinique.* — On mélange 250 cent. cubes de vin avec du sable et on évapore dans le vide. La masse obtenue est épuisée par l'éther absolu, tant que l'éther s'acidifie. On filtre, on laisse évaporer spontanément jusqu'à siccité, à l'abri de la poussière; l'acide succinique se dépose en petits cristaux. On dissout ceux-ci dans l'eau et on détermine leur acidité. On multiplie le nombre trouvé par 4 et on calcule en acide succinique.

*Dosage du tannin et des matières colorantes.* — Le procédé de M. Girard est le suivant :

On prend 100 cent. cubes de vin, qu'on étend d'eau, si le vin est trop chargé. On réunit quatre ou cinq cordes blanches en boyaux de mouton, connues sous le nom de *ré de violon*, et on détache du faisceau environ 1 gr. pour doser l'eau contenue dans ces cordes.

D'autre part, on prend 3 à 4 gr. de ces mêmes cordes et on les met à tremper dans l'eau pendant quelques heures, on les détord ensuite et on les immerge dans le vin à analyser. Au bout de 48 heures environ, toute la coloration du vin a disparu. On lave à l'eau distillée les fragments tannés et teints, on les dessèche entre 35 et 40° d'abord, puis à la température de 102°.

En comparant leur poids à celui des cordes seulement desséchées, on a la proportion d'œnotannin et de matières colorantes contenues dans le vin.

*Recherches des falsifications.* — « L'addition au vin, dit M. Girard, d'eau ou de toute autre substance qui n'existe pas naturellement dans le vin ou qui s'y trouve, mais dans des proportions différentes, constitue une falsification. »

« Nous considérons donc comme fraude : l'addition, dans un but de lucre, de toute substance qui change la composition du vin naturel. »

*Mouillage.* — Le mouillage consiste en une addition d'eau à des vins ou à des coupages. La marche à suivre pour constituer le

mouillage consiste à comparer les quantités d'alcool, d'extrait ou d'acidité, données par l'analyse du vin supposé mouillé, avec celles d'un vin type du même crû et de la même année.

Il est difficile, et même impossible, de retrouver à Paris le vin type; pour suppléer à ce manque d'échantillons authentiques, on a établi expérimentalement, au Laboratoire municipal, la composition moyenne des vins livrés à Paris par le commerce de détail. On trouvera ces analyses dans les *Documents* publiés par le Laboratoire municipal.

Le tableau suivant indique la composition moyenne des vins mouillés livrés par le commerce de détail de Paris, d'après les analyses du Laboratoire municipal.

Nature des vins.	Nombre des vins	Alcool p. 100 en volume.	Par litre					Sulfate de potasse.
			Extrait à 10 °/0.	Extrait dans le vide.	Cendres.	Tartre.	Matières réduisant la liqueur de Fehling calculées en glucose.	
Vins de coupage rouges plâtrés . . . .	4590	10,49	21,58	26,13	3,08	1,64	1,78	2,01
Vins rouges non plâtrés	1140	9,05	20,35	25,06	2,29	2,25	1,36	0,53
Vins blancs	135	9,64	19,42	»	2,04	1,71	2,44	0,51

Ces vins étant mouillés au cinquième, il en résulte qu'avant le mouillage ils renfermaient environ 12 % d'alcool et 24 gr. d'extrait par litre.

« Les chiffres de 12° pour l'alcool et de 24 grammes d'extrait ne sont pas exagérés pour Paris, dit M. Girard; on peut prouver qu'ils s'appliquent à la presque totalité des vins de consommation courante livrés par le commerce de gros. On sait que la plus grande partie des vins passe à l'octroi de Paris entre 12 et 15 degrés... »

« Contrairement à ce qui a été dit, le Laboratoire municipal n'a pas de moyennes fixes d'alcool et d'extrait; les vins en nature et les coupages de vins naturels, dont la composition qualitative et quantitative a été déclarées, sont jugés d'après l'avis de la dégustation et l'ensemble de l'analyse comparé à celle des vins des mêmes crûs et de la même année. Au contraire, pour les vins de coupage dont on ignore la nature et la qualité des composants, il est important d'éviter l'arbitraire; pour ces vins, le calcul du mouillage est basé sur 12°

d'alcool et sur 24 grammes d'extrait par litre : ces chiffres font ressortir un mouillage de 16 à 17 % pour les vins titrant 10 d'alcool et 20 grammes d'extrait. »

*Sucrage.* — Les vins ordinaires examinés au polarimètre ne font pas dévier le plan de polarisation ou le dévient très légèrement à droite; les piquettes de raisin le dévient très fortement à gauche.

On ramène le vin décoloré au dixième de son volume et on l'examine au polarimètre.

Les piquettes donnent, dans ces conditions, une rotation de  $-1^{\circ},4$  à  $-1^{\circ},7$  pour une longueur de 200 millimètres.

*Schéélisage.* — Cette fraude consiste à ajouter de la glycérine au vin pour l'adoucir, lui donner du corps et assurer sa conservation sans alcool.

On dose la glycérine comme il a été indiqué précédemment.

La teneur des vins naturels, en glycérine, est en moyenne de 6 grammes par litre.

*Addition de litharge.* — La litharge est ajoutée quelquefois au vin pour combattre l'acescence, qui est la plus commune des maladies du vin. L'acétate de plomb qui prend naissance marque l'acidité du vin.

On décolore le vin, on ajoute de l'acide tartrique et on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré, qui donnera un précipité noir de sulfure de plomb, s'il contient un sel de plomb.

*Addition d'alun.* — On ajoute de l'alun aux vins, soit pour leur donner une certaine âpreté ou verdeur qui leur fait supporter l'addition d'eau, soit pour remonter leur couleur en les acidifiant.

On acidule le vin par l'acide acétique, on ajoute un léger excès d'acétate de plomb neutre, on laisse reposer et on filtre; toutes les bases se trouvent à l'état d'acétates dans la liqueur filtrée. On ajoute à cette liqueur de l'acide sulfurique étendu pour précipiter l'excès de plomb; on filtre. On verse dans la liqueur une solution de potasse qui donnera un précipité d'alumine souillée par de l'oxyde de fer, si le vin est aluné. On recueille ce précipité; on le dissout dans la potasse chaude, on filtre, on ajoute de l'acide chlorhydrique qui précipite et redissout l'alumine, enfin on verse dans la liqueur un léger excès de carbonate d'ammoniaque; l'alumine se précipite, on filtre. Pour doser l'alumine, on opère sur les cendres du vin par les méthodes ordinaires.

1 litre de vin naturel contient au maximum 0 gr. 02 d'alumine.

*Plâtrage.* — Le plâtrage consiste à jeter du gypse dans les cuiviers de fermentation, afin de hâter le dépeuillement du vin et d'enlever au vin, par double décomposition, la moitié de son acide tartrique sous forme de tartrate neutre de chaux.

Le plâtrage au-dessous de 2 grammes par litre se constate par les procédés indiqués précédemment.

Une circulaire du Ministre de la Justice interdit, sous peine de poursuites à titre de falsification, le commerce des vins contenant plus de 2 grammes de sulfate de potasse par litre.

*Salage.* — L'addition du sel marin au vin a pour but de hâter sa clarification, d'augmenter légèrement sa saveur et de le rendre moins sujet à tourner et à s'aigrir. On dose le chlorure de sodium dans les cendres du vin.

*Vinage ou addition d'alcool.* — Le vinage est caractérisé, pour les vins rouges ordinaires, dès que le rapport entre le poids de l'alcool et de l'extrait (sucre déduit) dépasse sensiblement 4 à 4,5.

En effet, l'alcool ajouté au moût ou au vin précipite une partie des substances primitivement dissoutes et abaisse la proportion d'extrait (1 gramme par litre).

On emploie le vinage pour les vins faibles en alcool, plats ou acides, qui ne pourraient se conserver pendant de longs transports.

*Salicylage.* — L'addition d'acide salicylique a pour but d'entraver la fermentation du sucre, afin de conserver de la douceur au vin.

On verse 20 centimètres cube de vin dans une boule à décantation, on acidifie par une ou deux gouttes d'acide sulfurique ou chlorhydrique pour mettre l'acide salicylique en liberté et on ajoute 20 centimètres cube environ d'éther. On bouche, on agite vivement, on laisse reposer, on décante la couche éthérée dans une capsule et on laisse évaporer spontanément. Quand l'éther est évaporé, on ajoute une ou deux gouttes d'une solution très étendue de perchlorure de fer, qui donnent, si le vin contient de l'acide salicylique, une coloration violette.

Quelquefois la couleur de la réaction peut être masquée par les matières colorantes du vin, qui ont été entraînées par l'éther; dans ce cas, il faut reprendre le résidu de l'évaporation de l'éther par de la benzine très pure, faire évaporer dans une seconde capsule le liquide ainsi obtenu, et essayer ensuite la réaction du perchlorure de fer.

*Acide sulfurique.* — L'acide sulfurique est quelquefois ajouté au vin, en petite quantité, pour aviver sa couleur.

On évapore au bain-marie 50 centimètres cube de vin jusqu'à consistance sirupeuse; on épuise l'extrait par 50 centimètres cube d'alcool absolu, on filtre, on ajoute à la liqueur 50 centimètres cube d'eau, on chasse l'alcool à une douce chaleur. On laisse refroidir, on filtre, on lave et on ajoute à la liqueur quelques gouttes de chlorure de baryum. S'il se produit un précipité, c'est que le vin renfermait de l'acide sulfurique. On recueille le sulfate de baryte sur un filtre on lave, on calcine et on pèse; de son poids, on déduit celui de l'acide sulfurique ajouté.

*Acide tartrique.* — Cet acide est ajouté au vin également dans le but d'aviver sa couleur.

Pour doser l'acide tartrique libre, on emploie la méthode indiquée précédemment.

## BIÈRE

**Bière.** — La bière est une boisson alcoolique résultant de la saccharification des matières amylacées, puis de leur transformation partielle en alcool, après une addition des principes aromatiques et amers du houblon.

Les matières premières employées pour sa fabrication sont :

1° Une substance végétale amylacée, saccharifiable par germination; on choisit de préférence l'orge, mais toutes les graines de céréales pourraient servir à cette fabrication, puisqu'elles contiennent toutes de l'amidon qui se transforme en sucre par la fermentation.

L'orge contient 68,50 % environ d'amidon.

2° Le houblon; c'est une plante vivace de la famille des urticées. Ce sont les chatons ou fleurs femelles qui entrent dans la fabrication de la bière sous le nom de cônes de houblon. Le houblon, après la récolte, est desséché à une température inférieure à 30°;

3° Un ferment appelé levure de bière;

4° L'eau.

Les opérations de cette fabrication sont :

Préparation du malt. .	}	1° le mouillage des grains;
		2° la germination;
		3° la dessiccation des grains germés;
		4° la séparation des radicules;
		5° la mouture.

Ces diverses opérations produisent le malt, qui est employé dans es manipulations suivantes :

Préparation du moût. .	}	6° saccharification du malt;
		7° décoction du houblon. }

Ces deux opérations donnent le produit appelé moût.

Fermentation du moût. .	}	8° décantation et refroidissement du moût;
		9° fermentation haute et basse;
		10° clarification.

La bière contient les éléments suivants : alcool, acide carbonique, dextrose non décomposé, dextrine, éléments du houblon, substances albuminoïdes, un peu de matières grasses et de glycérine, les substances minérales de l'orge et du houblon, de l'acide succinique, de l'acide lactique et souvent aussi des traces d'acide acétique.

Voici la richesse alcoolique des principales bières :

Bière de garde de Wurtzbourg (Brasserie de la Cour)	3,9 à 4,2 %
— Stuggard . . . . .	4,1
— Cobourg . . . . .	4,4
— Munich . . . . .	4,3 à 5,1
Salvator de Munich . . . . .	3,8 à 4,0
Porter de Londres . . . . .	5,5 à 7,0
Bière de Strasbourg . . . . .	4,2
— Dreher (Vienne) . . . . .	4,2
— Vilsen . . . . .	3,5

D'après Vogel, 1 litre de bière renferme 1 gr. 122 à 1 gr. 925 d'azote. Les éléments minéraux sont : de la silice, des phosphates de potasse, de magnésie, de chaux, etc.

La somme des éléments non volatils d'une bière est sa richesse en extrait. 100 parties des bières suivantes renferment en moyenne :

Bière de Munich . . . . .	5,5 à 6,0 parties
— de garde de Munich . . . . .	6,1
Salvator de Munich . . . . .	9,6 à 9,8
Porter . . . . .	5,9 à 6,9
Bière d'Édimbourg . . . . .	10,0 à 14,0

D'après Vogel, 100 parties d'extrait contiennent :

Cendres . . . . .	3,1 à 3,5 parties.
-------------------	--------------------

Voici, d'après Lermer, l'analyse de quelques bières de Munich.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Extrait . . . . .	7,73	4,93	4,37	4,55	8,50	9,63
Alcool . . . . .	5,08	3,88	3,51	4,41	5,23	4,49
Éléments minéraux . . . . .	0,20	0,23	0,15	0,18	—	—

Richesse en azote :

dans 100 parties d'extrait	11,15	8,71	12,19	8,95	—	—
dans 100 parties de bière	0,87	0,45	0,53	0,39	—	0,67

(1) Bockbier. (2) Bière d'été. (3) Bière blanche. (4) Bockbier blanc. (5) Bockbier de Spaten. (6) Salvator bier.

L'analyse des cendres de ces cinq premières bières a donné :

Potasse . . . . .	29,31	33,25	24,90	34,68	29,32
Soude . . . . .	1,68	0,45	20,13	4,19	0,11
Chlorure de sodium . . . . .	4,61	6,00	6,56	4,06	9,00
Chaux . . . . .	2,34	2,98	2,58	5,14	6,21
Magnésie . . . . .	11,87	8,43	0,34	7,77	7,75
Oxyde de fer . . . . .	1,01	0,11	0,47	0,52	0,84
Acide phosphorique . . . . .	34,18	32,05	26,57	29,85	29,28
— sulfurique . . . . .	1,29	2,71	6,05	5,16	4,84
— silicique . . . . .	12,43	14,12	7,78	2,86	8,01
Sable . . . . .	0,83	0,67	2,30	5,20	6,27
Charbon . . . . .	0,49	9,81	0,40	0,55	0,20
	<u>100,33</u>	<u>101,47</u>	<u>98,03</u>	<u>99,08</u>	<u>98,91</u>

*Analyse.* — La richesse minimum que doit présenter une bière a été fixée, ainsi qu'il suit, par M. Girard :

Alcool . . . . .	3 % en volume,
Extrait à 100° . . . . .	35 gr. par litre,
Cendres . . . . .	1,5.

Toute bière dont la composition est au-dessous de ces limites est considérée comme mouillée.

1° *Procédé du laboratoire municipal.* — Au laboratoire municipal, on suit la marche suivante pour l'analyse des bières :

*Densité.* — La densité doit être déterminée à + 15° avec un densimètre donnant le dix-millième.

*Dosage de l'alcool.* — On agite la bière dans un flacon, à plusieurs reprises, afin de chasser l'acide carbonique; on distille ensuite. (Voir *Dosage de l'alcool dans le vin.*)

*Dosage de l'extrait.* — On met 20 centimètres cubes de bière dans une capsule à fond plat, on évapore au bain-marie et on dessèche le résidu jusqu'à poids constant.

*Dosage de la glucose, de la dextrine et des matières albuminoïdes.* — On évapore au bain-marie 50 centimètres cubes de bière jusqu'à consistance sirupeuse. On délaye le résidu dans 10 centimètres cubes d'eau et on verse dans 100 centimètres cubes d'alcool à 90°, on lave le vase avec le même alcool et on filtre sur un filtre taré. On dessèche et on pèse celui-ci. On partage le résidu en deux parties: l'une est incinérée et donne le poids des sels insolubles dans l'alcool; c'est-à-dire de presque tous les sels de la bière; l'autre est introduite dans un tube à combustion et on y dose l'azote.

Le poids de l'azote ainsi trouvé sert à calculer la matière albuminoïde et les peptones mélangées en se basant sur ce que ces dernières renferment 15,50 % d'azote; en multipliant, par conséquent, le poids de l'azote par 6,452, ou bien celui de l'ammoniaque par 5,3, si on a dosé l'azote sous forme d'ammoniaque, et ramenant le poids trouvé au poids du précipité total, on a la quantité % de matière albuminoïde; en retranchant le poids et celui des cendres du poids de précipité, on a la quantité % des dextrines et des gommés.

On distille la liqueur alcoolique, on additionne d'eau le résidu et on évapore pour chasser les dernières traces d'alcool; on ajoute de l'eau de façon à avoir un volume de 100 centimètres cubes, et on dose la glucose au moyen de la liqueur de Fehling, ou bien on décolore la liqueur et on dose la glucose au polarimètre.

*Dosage de la glycérine.* — On évapore à sec, dans le vide, 300 centimètres cubes de bière, on malaxe le résidu avec de l'éther de pétrole; on ajoute de la baryte au résidu et on évapore de nouveau dans le vide. On épuise le résidu par un mélange de 200 centimètres cubes d'éther pur et anhydre, et de 200 centimètres cubes d'alcool absolu. On évapore la liqueur et on maintient, pendant 24 heures,

le résidu sur de l'acide phosphorique anhydre dans le vide; le résidu pesé indique la quantité de glycérine.

*Dosage des acides.* — On fait bouillir 100 centimètres cubes de bière pour chasser l'acide carbonique et on ajoute ensuite de l'eau de façon à avoir un volume de 200 centimètres cubes. On prend 100 centimètres cubes de la liqueur et on dose l'acidité totale en prenant comme indicateur la phtaléine du phénol. (Voir *Dosage de l'acidité des vins.*)

On prend 100 centimètres cubes de la liqueur et on évapore au bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse, on ajoute de l'eau; on répète plusieurs fois cette opération afin de chasser tout l'acide acétique. On redissout le résidu dans l'eau et on titre de nouveau. On a ainsi l'acide lactique et, par différence avec le premier nombre, l'acide acétique.

*Dosage de l'acide carbonique.* — On place, dans un appareil à doser l'acide carbonique muni d'un tube contenant du chlorure de calcium, 250 centimètres cubes de bière; on pèse l'appareil. On chauffe; l'acide carbonique se dégage et passe par le tube à chlorure de calcium, qui retient l'eau entraînée; on aspire. On pèse de nouveau l'appareil; la perte de poids indique la quantité d'acide carbonique.

*Dosage des cendres.* — On évapore 100 centimètres cubes de bière dans une capsule tarée, on incinère le résidu et on pèse.

*Dosage de l'acide phosphorique.* — On dose au moyen de l'urane, en opérant directement sur 100 centimètres cubes de bière. (Voir *Dosage de l'acide carbonique.*)

## BIÈRES FRANÇAISES

BIÈRES	ALCOOL % en vol.	EXTRAIT %	CENDRES %	
<b>Bières de l'Est.</b>				
Strasbourg. Br. G. Frick.....	4,79	5,62	3,30	0,41 Acidité en acide lactique. 1,0149 Densité. 0,853 Sucre. 2,400 Dextrine.
Id. 1870....	4,20	5,0	0,35	
Id. id. ....	4,00	4,0	"	
Id. id. ....	5,80	4,0	"	
Nancy. Br. Tourtel frères.....	5,80	7,6	0,35	
Tantonville, bière de conservation.....	6,00	6,0	0,32	
Vézelize.....	6,00	6,0	"	
Toul.....	5,00	4,0	0,19	
Vittel.....	5,00	5,0	"	
Mulhouse. Br. J. Danner.....	4,27	8,07	"	
Débitées à Paris....	6,1	5,97	0,18	
Id. ....	6,2	6,20	0,23	
Id. ....	4,5	5,74	0,19	
Id. ....	5,0	5,27	"	
Vittel.....	6,5	6,01	0,138	
				0,93 id. 0,863 id.
<b>Bières du Nord</b>				
Lille.....	4,0	4,0	"	
Nord. Br. Trélon....	3,7	3,2	"	
Lille, bière forte....	4,2	5,3	0,35	
Nord (débitée à Paris)	8,35	3,357	0,214	1,923 Sucre.

## BIÈRES DIVERSES

BIÈRES	ALCOOL % en vol.	EXTRAIT %	CENDRES %	
<b>Diverses</b>				
Bière ordinaire.....	3,2	5,9	»	
Petite bière.....	3,0	3,4	»	
	3,1	4,4	»	
Ancienne fabrication	3,09	7,07	»	
fermentation.....	2,56	7,3	»	
	3,20	5,9	»	
Paris, bière blanche.	3,5	4,1	»	
id. id.	3,5	8,0	»	
Bière blanche de Louvain.....	2,25	5,00	0,37	
Bière blanche de Louvain.....	4,00	3,00	»	
Double Uztzet de Gand	3,25	5,00	»	
Simple id. id.	2,75	4,00	»	
Bière d'orge d'Anvers	3,00	4,50	»	
id. de Gra-venhaag.....	4,91	3,82	0,29	
Bière d'orge de Thil- rode.....	4,99	2,90	»	0,480 Sucre. 2,05 Dextrine. 0,56 Acidité en acide lactique.
Waklerbier d'Ams- terdam.....	5,16	4,30	»	0,471 Sucre. 1,083 Dextrine. 0,45 Acidité en acide lactique.
Brouwers Oppers- Winter frères....	8,44	4,80	»	1,204 Sucre. 2,50 Dextrine. 0,31 Acidité en acide lactique.
Stombier de Bréda.	3,85	3,10	»	0,36 Sucre. 1,33 Dextrine. 0,32 Acidité en acide lactique.
Double brown stout. Brasserie Hense- lingen de Brême..	6,32	7,31	»	0,99 Sucre. 2,88 Dextrine. 0,46 Acidité en acide lactique.
India Pale ale (imi- tation).....	5,41	5,90	»	0,66 Sucre. 1,57 Dextrine. 0,40 Acidité en acide lactique.

MOYENNE DES QUANTITÉS D'ALCOOL, D'EXTRAIT, DE CENDRES, CONTENUES DANS LES DIFFÉRENTES BIÈRES D'EXPORTATION ET DE CONSERVE

BIÈRES	ALCOOL			EXTRAIT			CENDRES		
	Minima	Maxima	Moyenne	Minima	Maxima	Moyenne	Minima	Maxima	Moyenne
<i>Bières françaises.</i>									
Strasbourg.....	4,0	5,8	4,7	4	5,6	4,65	0,30	0,35	0,32
Lille.....	4,0	4,2	4,1	4	5,3	4,65	"	0,35	"
Paris.....	3,5	3,5	3,5	4	8,0	6,00	"	"	"
Nancy, Tourtel, Tantonville, Vitte, Vézelize, Toul.....	5,0	6,0	5,6	4	7,6	5,70	0,19	0,35	0,29
Lyon.....	5,5	"	"	5	"	"	"	"	"
<i>Bières allemandes.</i>									
Saxe.....	2,08	6,9	3,7	4,4	7,4	5,8	0,18	0,45	0,25
Bavière.....	3,0	8,3	4,5	3,9	41,3	7,2	0,13	0,47	0,29
Hanovre, Holstein, Pomeranie.....	3,93	4,81	4,2	5,07	6,7	5,9	0,25	0,26	0,23
<i>Bières autrichiennes.</i>									
Vienne, Moravie.....	3,0	4,5	3,5	5,0	8,0	6,4	0,18	0,28	0,20
Bohême.....	3,29	4,59	3,6	4,10	5,9	4,7	0,17	0,28	0,20

<i>Bières anglaises</i>												
Ale.....	5,0	8,5	6,2	4,8	14,0	6,6	"	"	"	"	"	"
Porter.....	4,0	6,9	6,4	5,9	7,4	6,5	"	"	"	"	"	"
<i>Bières belges.</i>												
Lambick.....	4,5	7,7	6,02	2,07	5,6	3,7	0,30	0,35	0,32	"	"	"
Faro.....	2,5	4,9	4,15	2,9	5,1	4,2	0,29	"	"	"	"	"
Bière d'orge.....	3,0	4,9	4,35	2,7	4,5	3,4	0,29	"	"	"	"	"
Uyzeit.....	2,7	3,2	3,0	4,0	5,0	4,4	"	"	"	"	"	"
Bières blanches.....	2,2	4,4	"	3,0	5,0	4,0	"	"	"	"	"	"
Bières diverses.....	3,5	8,4	5,8	3,1	8,0	5,5	"	"	"	"	"	"
<i>Moyenne pour les bières de débit.</i>												
Bières saxonnes.....	4,7	2,1	1,9	4,4	7,4	5,7	0,12	0,13	0,135	"	"	"
Bières bavaroises.....	"	"	1,1	"	"	7,8	"	"	0,28	"	"	"
Bières de Poméranie.....	1,9	2,6	2,2	2,6	5,7	3,8	"	"	"	"	"	"
Bières de Vienne.....	2,5	2,8	2,7	4,6	4,9	4,7	0,14	0,18	0,17	"	"	"
Bières de Bohême.....	"	"	2,4	"	"	6,9	"	"	"	"	"	"

## Matières colorantes.

D'après Frémy et Terret.

TABLEAU LES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS BLEUES.

Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Dissolution d'alun.	Dissolution de chaux.
Outremer.	Insoluble.	Se décolore un peu.	Se décolore avec un dégagement de HS.	Rien.	Rien.	Rien.
Smalt.	Insoluble.	Rien.	Sol. à chaud en jaune-vert.	Rien.	Rien.	Rien.
Bleu de cobalt.	Insoluble.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Bleu de Prusse.	Insolubles.	Oxyde de fer magnétique.	Rien.	Se décolorent en devenant jaunes.	Rien.	Rien.
Bleu de montagne.	Insoluble.	Devient noir.	Sol. en vert avec effervescence.	Soluble en bleu céleste.	Rien.	Verdit un peu.
Indigo.	Insoluble.	Combustible.	Rien.	Rien.	Rien.	Se brunit.
Carmin d'indigo.	Solub. en bleu.	Combustible.	Rien.	Verdit un peu.	Rien.	Se décolore.
Bleu d'orseille ou tournesol.	S. violet-bleu.	Combustible.	Devient rouge ou préc. rouge.	Reste bleu.	Devient rouge et préc. rouge.	S'éclaircit et se décolore.
Bleus d'aniline, etc.	S. en bleu dans HO ou l'alcool.	Combustibles.	Rien ou précip. bleu.	Se décolorent à chaud.	Rien.	Se décolorent finalement.
Bleu de quinoléine.	Sol. en bleu dans l'alcool.	Combustible.	Se décolore.	Se décolore.	Rien.	Se décolore.

TABLEAU DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS JAUNES

Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Chlorure de chaux.
Jaune de Naples $Sb_2O_3 + PbO$ .	Insoluble.	Vapeurs blanches; avec charbon culot cassant de Pb et de Sb.	Color. orange puis blanche.	Rien.	Rien.	Rien.
Jaune de Cassel $PbCl + PbO$ .	Insoluble.	Vapeurs blanches; avec charbon culot de Pb.	Color., orange puis blanche.	Rien.	Rien.	Rien.
Orpiment $As_2S_3$ .	Insoluble.	Volatil.	Rien.	Soluble.	Rien.	Rien.
Jaune de chrome $PbO + CrO_3$ .	Insoluble.	Fusible en brun-rouge; avec charbon = Pb.	Solut. verte; précip. blanc, couleur reparaît par l'eau.	Jaune orange.	Rien.	Rien.
Ocre jaune $Fe_2O_3 + HO$ .	Insoluble.	Devient rouge	Solut. jaune; résidu blanc.	Rien.	Rien.	Rien.
Jaune d'outremer $BaO + CrO_3$ .	Insoluble.	Peu altéré; col. flamme en vert pâle.	Soluble.	Rien.	Rien.	Rien.
Massicot $PbO$ .	Insoluble.	Fusible; avec charbon = Pb.	Production d'un corps blanc, $PbCl$ .	Rien.	Rien.	Rien.

TABLEAU DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS JAUNES (suite).

Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Chlorure de chaux.
Quercitrin (extrait).	Sol. jaune.	Combustible.	Précip. brun-jaune clair.	Devient plus clair.	Précip. jaune pâle.	Décolor. avec précip. jaune.
Bois jaune (extrait).	S. jaune.	Combustible.	Plus claire ; précip. jaune.	Jaune-orange.	+ NaO, CO <sup>2</sup> précip. jaune clair.	Brun-jaune, décoloration, précip. brun-jaune.
Bois de Fustet.	S. jaune-orange.	Combustible.	Plus jaune.	Rouge-jaune.	+ NaO, CO <sup>2</sup> préc. orange.	Précip. brun ; se décolore à chaud.
Graines d'Avignon (extrait).	S. jaune-brunâtre.	Combustibles.	Précip. jaune-blanc.	Jaune-rouge.	+ NaO, CO <sup>2</sup> précipité orange-brun.	Précip. brun-rouge, devient brun à chaud.
Campêche (extrait).	S. brun-rouge.	Combustibles.	Rouge, précip. rouge.	Violet-rouge.	Précip. violet sale.	Jaune-rouge foncé; décol. précip. blanc.
Cachou.	S. jaunâtre.	Combustible.	Précip. jaune pâle, lent à se former.	Rouge-jaune, puis rouge-brun.	Rien.	Brun, se décol. précip. brun-jaune.
Jaune indien. Purée.	Insoluble.	Combustible.	Jaune pâle, avec effervescence.	Foncé en couleur.	Rien.	Se décolore lentement.

TABLEAU DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS JAUNES (suite).

Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Chlorure de chaux.
Gaude.	S. jaune-verdâtre.	Combustible.	Foncé en couleur.	Vire au jaune d'or.	Rien.	Rien.
Curcuma.	Dans l'alcool rouge-brun.	Combustible.	Rouge cramoisi.	Rouge-brun.	Rien.	Rien.
Rocou.	Solution alcooline rouge orangé.	Combustible.	Préc. orange; liq. jaune pâle.	Rien.	Préc. orange.	Décolor. lente.
Acide picrique $C^{12}H^{10}(AzO^4)^3O^2$ .	Jaune.	Combust. avec explosion.	Rien.	Foncé en couleur.	Rien.	A chaud, odeur de chloropicrine.
Jaune de Martins $C^{20}H^{16}(AzO^4)^2O^2$ .	Jaune.	Combust. avec explosion.	Précip. jaune; liq. bléâtre.	Préc. orange.	Rien.	Décoloration; précip. jaune.
Phosphine, chrysolimidine $C^{10}H^{17}Az^3$ .	S. orange.	Combustible.	Plus jaune à chaud.	Précip. jaune à chaud.	Rien.	Préc. orange.
Jaune victoria $C^{11}H^6(AzO^4)^2O^2$ .	Jaune foncé.	Combust. avec explosion.	Décoloration; précip. jaune clair.	Plus foncé.	Rien.	Trouble, se décolore à chaud.
Gomme-gutte.	Emuls. jaune. sol. alcoolique rouge.	Combustible.	Précip. jaune.	Sol. rouge-hyacinthe.	+ NaO, CO <sup>2</sup> préc. orange.	Décoloration.

TABLEAU DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS ROUGES

Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniacale.	Dissolution d'alun.	Chlore de chaux.
Minium $PbO^2(PbO)^n$	Insoluble.	Deviert rouge foncé, puis perd sa couleur; il est jaune après refroidissement.	Dégage du chlore et dev. blanc.	Rien.	Rien.	Bianchit à la surface.
Vermillon HgS.	Insoluble.	Se volatilise en dégageant $SO^2$ .	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Rouge anglais $Fe^2O^3$ .	Insoluble.	Se colore en rouge-brun.	Se dissout lentement.	Rien.	Rien.	Rien.
Rouge de chrome $CrO^3, PbO)^n$ .	Insoluble.	Fusible; se colore en brun-rouge.	Solub. en vert avec précipité blanc.	Rien.	Rien.	Rien.
Cochénille.	Rouge jaunâtre.	Combustible.	Deviert rouge	Deviert violette.	+ $AzH^3$ . Cramoisi.	Décoloration: précip. blanc.
Cochénille ammoniacale.	Rouge violacé.	Combustible.	Rouge clair ou orange.	Rien.	Rouge-cramoisi.	Décoloration.
Carmin.	Insoluble.	Combustible, cendres blanches.	Se dissout en deven. jaune.	Soluble en violet.	Rien.	Se décolore lentement.

TABLEAU DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS ROUGES (suite).

Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Dissolution d'alun.	Chlorure de chaux.
Bois rouge (extrait).	Jaune.	Combustible.	Rouge.	Cramoisi.	Rouge.	Rouge-jaune
Orseille (extrait).	Jaune.	Combustible.	Décoloration.	Rouge-jaune.	Se décolore peu à peu.	Décol. immédiat.
Rouge d'orseille.	Violet-rouge.	Combustible.	Rouge et précip. rouge.	Violet.	Rouge et précip. rouge.	Se décolore peu à peu.
Pourpre d'orseille.	Soluble en rouge dans acide oxalique	Combustible.	Plus clair.	Violet.	Rien.	Décoloration.
Carmiu de carthame.	Sol. en rouge dans alcool.	Combustible.	Jaune et précip. brun.	Se colore en jaune.	Rien.	Décoloration.
Caranec.	Rougeâtre.	Combustible.	Vire au jaune.	Rouge-cramoisi.	Précip. brun-rouge, liqueur rouge-jaune.	Décoloration très lente.
Laques rouges.	Insolubles.	Combustibles, avec cendres blanches.	Solubles en jaune.	Solubles en rouge violacé.	Rien.	Se décolorent
Fuchsine (rosaniline) $C^{10}H^{10}Az^3HCl$ .	Rouge violacé.	Combustible.	Jaune.	Décoloration.		Précip. rouge sale, puis brun

TABLEAU DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS ROUGES (suite).

Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Dissolution d'alun.	Chlorure de chaux.
Safranine $C^{12}H^{10}Az^4, HCl$ .	Rouge.	Combustible.	Plus rouge, puis bleu avec excès.	Rien.		Précip. violet pâle, puis décoloration.
Rouge de Mag- dala $C^{10}H^8Az^3, HCl$ .	Sol. alcooliq. cramoisi, av. fluorescence.	Combustible.	Rien.	Coloration plus vive.		Décol. immé- diat, liqueur jaune.
Géranosine.	Jaune-rouge.	Combustible.	Rien.	Rouge, puis rose foncé.		Rose se décol. peu à peu.
Acide rosolique. Coralline jaune $C^{10}H^{11}O^6$ .	Rouge orangé.	Combustible.	Jaune; précip. à la longue.	Rose.		Se décolore à l'ébullition avec précipité jaune.
Coralline rouge.	Rouge.	Combustible.	Jaune; précip. orange chaud	Un peu plus rouge.		Décolorat. à chaud.
Murexide $C^{16}H^8Az^2O^3$ .	Violet-rouge.	Combustible.	Rouge, puis se décolor.	Violet-bleu; à chaud violet- rouge et déco- loration.		Rose, puis se décolore.
Eosine $C^{20}H^6Br^4KO^{10}$ .	Rouge avec fluorescence verte ou jaune	Combustible.	Jaune sans fluorescence; précip. jaune à chaud.	Développe la fluorescence.		Décoloration à chaud.

TABLEAU DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS VIOLETTES

Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniacque.	Alun.	Chlorure de chaux.
Outremer violet	Insoluble.	Se colore en bleu.	Se décolore avec dégagement de HS.	Rien.	Rien.	Rien.
Violet de méthylaniline.	S. violette.	Combustible.	Vert dichroïque; devient bien par l'eau.	Clair; précip. blanc, puis décoloration.	Rien.	Rouge, puis bien, puis se décolore.
Violet d'éthylaniline.	S. violette.	Combustible.	Vert-jaune, se décolore à chaud.	Violet-rouge se décolore à chaud.	Rien.	Décoloration.
Violet de benzyl-méthylaniline.	S. violette.	Combustible.	Bleu ardoise.	Se décolore.	Rien.	Décoloration.
Mauvéine.	S. violet-rouge.	Combustible.	Précip. violet-rouge soluble à chaud, bleu avec acide concentré.	Précip. blanc soluble en partie à chaud.	Rien.	Précip. violet clair soluble à chaud en se décolorant; coloration revient par SO <sub>2</sub> .

TABLEAU DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS VERTES

Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Chlorure de chaux.
Outremer vert.	Insoluble.	Au rouge blanc se colore en rouge-brun	Se décolore et dégage HS.	Rien.	Rien.	Rien.
Vert de Rinnmann $\text{CoO} + \text{ZnO}$ .	Insoluble.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Vert Guignet. $\text{Cr-O}^3 + (\text{HO})^3$	Insoluble.	Deviens noir.	Se dissout très lentement, dissolution verte.	Rien.	Rien.	Rien.
Vert de montagne. — de Brême. — de Brunswick. $\text{CuO} + \text{HO}$ .	Insolubles.	Deviennent noirs, colorent la flamme en vert.	Solution verte d'aire; souvent résidu blanc.	Dissolution bleue et deviennent bleuâtres.	Rien.	Rien.
Vert minéral $\text{CuO} + \text{CO}^2, \text{HO}$ .	Insoluble.	Brun-noir.	Solution verte d'aire avec effervescence.	Deviens bleuâtre.	Rien.	Rien.
Vert de Scheele $\text{CuO} + \text{CsO}^3$ .	Insoluble.	Noircit; sur charbon odeur d'ail.	Solution verte d'aire.	Solution bleue	Rien.	Rien.

TABLEAU DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS VERTES (suite).

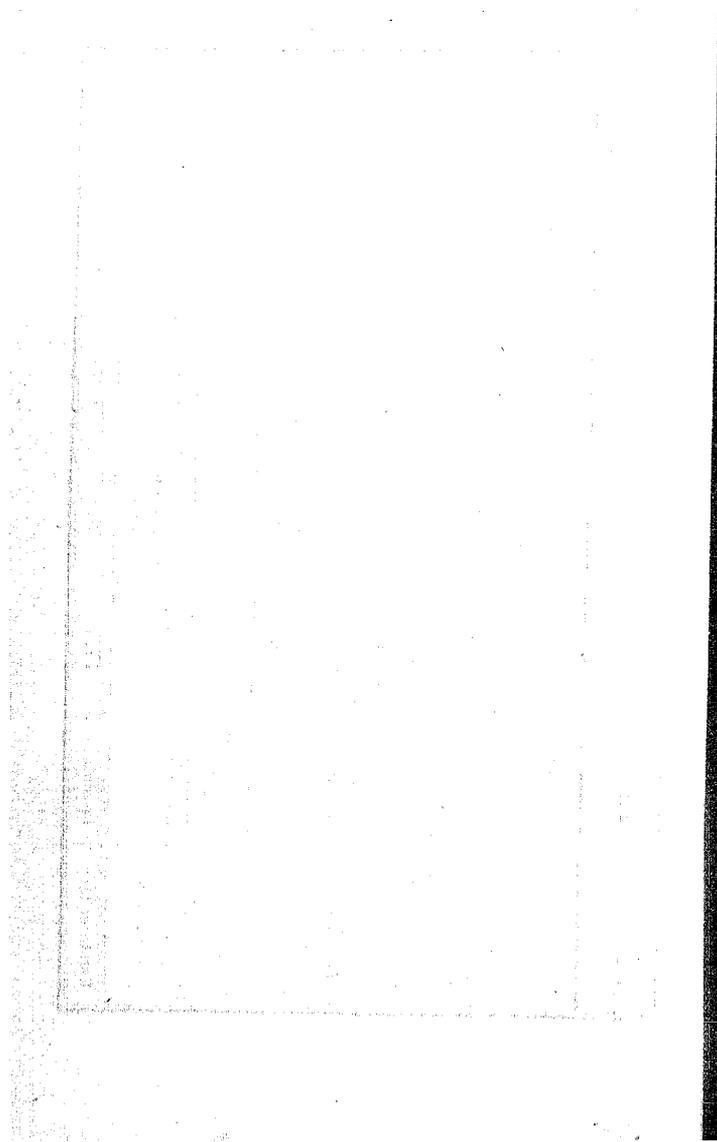
Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniacque.	Alun.	Chlorure de chaux.
Vert de Schweinfurth $\text{CuO} + \text{AsO}_2\text{H}^3\text{O}^3$	Insoluble.	Noirrit ; sur charbon odeur d'ail.		Solution bleue	Rien.	Rien.
Cinabre vert (bleu de Prusse et jaune de chrome).	Insoluble.	Résidu brun ; avec C = Pb.	Solut. vert- bleu ; précip. blanc.	Rien.	Rien.	Devient jaune
Terre verte (silicate ferroso- ferrique).	Insoluble.	Devient rouge-brun.	Se dissout à chaud en jaune-brunâtre	Rien.	Rien.	Rien.
Vert de Chine (nerprun). Vert de vessie.	Insolubles.	Combustibles ; cendres blan- ches.	Rougissent.	Rien.	Rien.	Décoloration.
Verts d'aniline.	Solution al- coolique bleu verdâtre.	Combustibles.	Se colorent en jaune.	Décoloration lente.	Rien.	Décoloration.
Chlorophylle.	Solut. alcool- ique verte.	Combustible.	Rien.	Rien.	Précipité vert.	Décoloration.

TABLEAU DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS BRUNES ET NOIRES

Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniaque.	Alun.	Chlorure de chaux.
Brun de Manganeuse $MnO^2, HO$ .	Insoluble.	Brun-rouge.	Dégage du chlore.	Rien.	Rien.	Rien.
Brun à l'aniline.	Brun-jaune.	Combustible.	Rien, les solutions conc. précipitent.	Préc. orange.	Rien.	Précip. jaune, puis décolor.
Brun Havane $C^{18}H^{12}Al^2$ .	Brun-jaune.	Combustible.	Brun-rouge foncé.	Précip. jaune.	Rien.	Précip. jaune-brun à chaud.
Noirs des matières végétales.	Insolubles.	Combustibles, laissent peu de cendres.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Noirs d'os.	Insolubles.	Résidu abondant de $\frac{2}{3}(CaO)PhO^2$ .	Solubles; ne laissent qu'un faible rés. de carbone.	Rien.	Rien.	Rien.
Noir de fumée.	Insoluble.	Brûle difficile, sans résidu.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Graphite.	Insoluble.	Brûle tr. difficilement, tr. peu de cendres.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.

TABLEAU DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES COULEURS BLANCHES

Matières colorantes.	Solubilité.	Calcination.	Acide chlorhydrique.	Ammoniacque.	Alun.	Chlorure de chaux.
Césuse $PbO, CO_2$ .	Insoluble.	Devient orangée.	Formation de $PbCl_2$ avec effervescence.	Rien.	Rien.	Rien.
Sulfate de plomb.	Insoluble.	Rien.	Se transforme en $PbCl_2$ .	Rien.	Rien.	Rien.
Blanc de zinc $ZnO$ .	Insoluble.	Jaune clair à chaud, blanc à froid.	Soluble.	Soluble.	Rien.	Rien.
Sulfate de baryte.	Insoluble.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Craie $CaO, CO_2$ .	Insoluble.	Chaux caustique.	Soluble avec effervescence.	Rien.	Rien.	Rien.
Sulfate de chaux.	Un peu soluble.	Rien.	Assez soluble.	Rien.	Rien.	Rien.
Cendres d'os.	Insolubles.	Rien.	Soluble avec un peu d'effervescence.	Rien.	Rien.	Rien.
Kaolin et talc.	Insolubles.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.



# DOCUMENTS CHIMIQUES

TABLE DES ÉQUIVALENTS ET DES POIDS ATOMIQUES

CORPS SIMPLES	SYMBOLES	ÉQUIVALENTS H = 1	POIDS atomiques
Aluminium.....	Al	13,68 — 13,75	27,50
Antimoine.....	Sb	60,55	121
Argent.....	Ag	108	108
Arsenic.....	As	75	75
Azote.....	Az	14	14
Baryum.....	Ba	68,64	137,28
Bismuth.....	Bi	106,43	212,86
Bore.....	Bo	10,89	10,89
Brome.....	Br	80	80
Cadmium.....	Cd	55,74	111,48
Calcium.....	Ca	20	40
Carbone.....	C	6	12
Cérium.....	Cé	70,65	141,30
Chlore.....	Cl	35,45	35,45
Chrome.....	Cr	26,28	52,56
Cobalt.....	Co	29,32	59,04
Cuivre.....	Cu	31,73	63,46
Didyme.....	Di	73,50	147
Erbium.....	Er	85,27	170,55
Etain.....	Sn	59	118

TABLE DES ÉQUIVALENTS ET DES POIDS ATOMIQUES (Suite).

CORPS SIMPLES	SYMBOLES	ÉQUIVALENTS	POIDS
		H = 1	atomiques
Fer .....	Fe	28	56
Fluor .....	Fl	19	19
Gallium .....	Ga	»	69
Glucinium .....	Gl	6,96	13,92
Hydrogène .....	H	1	1
Indium .....	In	56,70	113,40
Iode .....	I	126,88	126,88
Iridium .....	Ir	98,57	197,14
Lanthane .....	La	69,50	139
Lithium .....	Li	6,43	6,43
Magnésium .....	Mg	12	24
Manganèse .....	Mn	27,57	55,14
Mercure .....	Hg	100	200
Molybdène .....	Mo	46,07	92,14
Nickel .....	Ni	29,58	59,16
Niobium .....	Nb	47	94
Or .....	Au	98,33	196,66
Osmium .....	Os	99,41	198,82
Oxygène .....	O	8	16
Palladium .....	Pd	53,24	106,48
Phosphore .....	Ph	31	31
Platine .....	Pt	98,57	197,14
Plomb .....	Pb	103,56	207,12
Potassium .....	K	39,11	39,11
Rhodium .....	Rh	32,16	64,32
Rubidium .....	Rb	85,40	85,40
Ruthénium .....	Ru	52,16	104,32
Sélénium .....	Sé	39,62	79,24
Silicium .....	Si	14	28
Sodium .....	Na	23	23
Soufre .....	S	16	32
Strontium .....	St	43,84	87,68
Tantale .....	Ta	106,50	213
Tellure .....	Te	64,14	128,28
Thallium .....	Tl	204	204
Thorium .....	Th	116,95	233,90
Titane .....	Ti	23,18	46,36
Tungstène .....	Tu ou W	92,06	184,12
Uranium .....	U	60	120
Vanadium .....	V	68,47	68,47
Yttrium .....	Y	41,77	83,54
Zinc .....	Zn	32,52	65,04
Zirconium .....	Zr	44,80	89,60

## ÉQUIVALENTS CHIMIQUES ET ÉLECTRO-CHIMIQUES DES PRINCIPAUX CORPS.

NOMS DES CORPS	SYMBOLES	ÉQUIVALENTS	
		Chimiques	Électro-chimiques
Hydrogène.....	H	1	0,010384
Aluminium.....	Al	13,7	0,14226
Antimoine.....	Sb	122	1,26685
Argent.....	Ag	108	1,12147
Arsenic.....	As	75	0,77880
Azote.....	Az	14	0,14538
Baryum.....	Ba	68,5	0,71130
Bismuth.....	Bi	210	2,18064
Bore.....	Bo	11	0,11422
Brome.....	Br	80	0,83072
Cadmium.....	Cd	56	0,58150
Calcium.....	Ca	20	0,20768
Carbone.....	C	6	0,06230
Chlore.....	Cl	35,5	0,36863
Chrome.....	Cr	26,2	0,27206
Cobalt.....	Co	29,5	0,30631
Cuivre.....	Cu	31,8	0,33021
Étain.....	Sa	59	0,61266
Fer.....	Fe	28	0,29075
Fluor.....	Fl	19	0,19730
Iode.....	Io	127	1,31877
Magnésium.....	Mg	12,2	0,12668
Manganèse.....	Mn	27,5	0,28556
Mercure.....	Hg	100	1,03840
Nickel.....	Ni	29,5	0,30633
Or.....	Au	197	2,04565
Oxygène.....	O	8	0,083072
Phosphore.....	Ph	31	0,32190
Platine.....	Pt	99	1,02802
Plomb.....	Pb	103,5	1,07474
Potassium.....	K	39	0,40498
Silicium.....	Si	14	0,14538
Sodium.....	Na	23	0,23883
Soufre.....	S	16	0,16614
Zinc.....	Zn	32,5	0,33748

TABLE DE MENDELÉEFF. — LES ÉLÉMENTS RÉPARTIS EN GROUPES NATURELS ET EN SÉRIES PÉRIODIQUES.

Groupes :	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Forme des composés :	RH <sup>(1)</sup> R <sup>n</sup> O	RH <sup>2</sup> RO	RH <sup>3</sup> R <sup>n</sup> O <sup>3</sup>	RH <sup>4</sup> RO <sup>2</sup>	RH <sup>5</sup> R <sup>n</sup> O <sup>5</sup>	RH <sup>6</sup> RO <sup>3</sup>	RH <sup>7</sup> R <sup>n</sup> O <sup>7</sup>	
Série 1 Série 2	1 : H Li : 7	Cl : 9	Bo : 11	42 : C	41 : Az	16 : O	19 : F	
Série 3 Série 4	23 : Na K : 39	24,3 : Mg Ca : 40	27 : Al Sc : 44	28 : Si Ti : 48	31 : P V : 51,3	32 : S Cr : 52	33,5 : Cl Mn : 55	56 : Co : 58,6. Ni : 58,6
Série 5 Série 6	63 : Cu Rb : 85	65,3 : Zn Sr : 87,5	68,8 : Ga Y : 89,87	Zr : 90	75 : As Nb : 94	79 : Se Mo : 95,5	80 : Br	Ru : 104. Rh : 104. Pd : 105,7
Série 7 Série 8	108 : Ag Cs : 133	112 : Cd Ba : 137	113,4 : In La : 138,5	118 : Sn Ce : 140,5	120 : Sb Di : 146	125 : Te	127 : I Sm <sup>2</sup> 1507	
Série 9 Série 10			159? Dp. Yb : 173		Ta : 182	W : 184		Os : 198? Ir 192,2 : Pt 194,4
Série 11 Série 12	196 : Au	200 : Hg	204 : Tl	206,5 : Pb Th : 233,4	108,2 : Bi	U : 239		

(1) H ou Et, Mo, etc.

DÉTERMINATION DES ÉQUIVALENTS CHIMIQUES \*

NOMS des corps simples	MÉTHODES employées pour la détermination des équivalents.	EXPERIMENTATEURS	ÉQUIVALENTS TROUVÉS.	ÉQUIVALENTS généralement adoptés.	Poids atomiques.
Aluminium Al.	Analyse de l'alun . . . . .	Berzélius . . . . .	13,68	13,75	27,5
	Décomposition du chlorure d'aluminium par l'azotate d'argent . . . . .	Dumas . . . . .	13,744		
Antimoine Sb.	Décomposition du sulfure d'antimoine par l'hydrogène . . . . .	Schneider . . . . .	120,3	122	122
	Décomposition du chlorure d'antimoine par l'azotate d'argent . . . . .	Dumas . . . . .	122		
	Id. . . . .	Cooke . . . . .	122		
	Id. . . . .	Kessler . . . . .	122,3		
Argent Ag.	Analyse du chlorure d'argent . . . . .	Marignac . . . . .	107,92	108	108
	Décomposition de l'azotate d'argent par le chlorure de potassium.				
	Analyse du chlorate d'argent . . . . .	Maumené . . . . .	108,105		
	Analyse de l'oxalate et de l'acétate d'argent . . . . .				
	Transformation de l'argent en chlorure . . . . .				
Précipitation de l'azotate d'argent par l'acide chlorhydrique . . . . .	Stas . . . . .	107,943			
Arsenic As.	Analyse de l'acide arsénieux . . . . .	Berzélius . . . . .	75,2	75	75
	Décomposition du chlorure d'arsenic par l'azotate d'argent . . . . .	Pelouze . . . . .	75		
	Id. . . . .	Dumas . . . . .	74,95		
	Analyse de l'azotate de plomb . . . . .	Svanberg . . . . .	13,95		
Azote Az.	Synthèse de l'azotate d'argent . . . . .	Marignac . . . . .	14,02	14	14
	Décomposition du chlorhydrate d'ammoniaque par un sel d'argent . . . . .				
	Décomposition de l'azotate d'argent par le chlorure de potassium . . . . .				
	Mêmes méthodes que les précédentes . . . . .	Stas . . . . .	14,04		

\* Encyclopédie chimique de Frémy. Tome II.

NOMS des corps simples	MÉTHODES employées pour la détermination des équivalents.	EXPÉRIMENTATEURS	ÉQUIVALENTS TROUVÉS.	ÉQUIVALENTS généralement adoptés.	POIDS atomiques.
Baryum Ba.	Décomposition du chlorure de baryum par l'azotate d'argent.....	Pelouze.....	68,64	68,5	137
	Id.	Marignac...	68,54		
	Id.	Dumas.....	68,5		
	Décomposition du chlorure de baryum par l'acide sulfurique.....	Struve.....	68,13		
Bismuth Bi.	Oxydation du métal par l'acide azotique.....	Logerhjeim..	212,86	210	210
	Id.	Schneider...	208		
Bore Bo.	Décomposition du chlorure de bismuth par l'azotate d'argent.....	Dumas.....	210		
	Combustion du bore dans l'oxygène.....	Gay-Lussac et Thénard.	10,89	11	11
Décomposition du chlorure de bore par l'azotate d'argent.....	H. Ste-Claire Deville et Wöhler...	11,04			
Brome. Br.	Transformation du bromure d'argent en chlorure.....	Berzélius...	78,26	80	80
	Id.	Dumas.....	80,02		
	Synthèse du bromure d'argent.....	Marignac...	79,05		
	Décomposition de l'azotate d'argent par le bromure de potassium. Analyse de bromate de potasse.....	Stas.....	79,05		
Cadmium Cd.	Synthèse du bromure d'argent.....	Stas.....	79,05		
	Analyse du bromate d'argent.....	Stas.....	79,05		
Calcium Ca.	Analyse de l'oxyde.....	Stromeyer...	53,7	56	112
	Décomposition du chlorure par l'azotate d'argent.....	Dumas....	56		
	Décomposition du chlorure par l'azotate d'argent.....	Berzélius...	20,16	20	40
	Analyse du carbonate de chaux.....	Erdmann et Marchand.	20		
	Transformation de la chaux en sulfate.....	Berzélius...	20,13		
	Décomposition du chlorure par l'azotate d'argent.....	Marignac...	20,10		
	Id.	Dumas.....	20		

NOMS des corps simples	MÉTHODES employées pour la détermination des équivalents.	EXPÉRIMENTATEURS	ÉQUIVALENTS trouvés.	ÉQUIVALENTS généralement adoptés.	Poids atomiques.
Carbone C.	Combustion du carbone dans l'oxygène.....	Dumas et Stas.	6	6	12
	Id.	Erdmann et Marchand.	6		
Cérium Ce.	Transformation de l'oxyde de carbone et acide carbonique.....	Stas.....	6,003	46	92
	Décomposition du sulfate de cérium par le chlorure de baryum.....	Marignac...	47,26		
	Analyse du sulfate de cérium.....	Bunsen ... Wolff.....	46,1 48,66		
Cassium Cs.	Précipitation du chlorure par l'azotate d'argent.	Bunsen et Kirchhoff.	123,35	133	133
	Analyse du chlorure... Précipitation du chlorure par l'azotate d'argent ..	Johson et Allen Bunsen .....	133,03 133		
Chlore Cl.	Calcination du chlorate de potasse.....	Marignac ...	35,456	35,5	35,5
	Décomposition de l'azotate d'argent par le chlorure de potassium.				
	Analyse du chlorure d'argent et du chlorate d'argent.....	Maumené ...	35,378		
	Réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène.....				
	Décomposition du chlorate de potasse par la chaleur.....	Dumas... Laurent.....	35,5 35,5		
	Transformation de l'argent en chlorure.....				
	Id.	Stas.....	35,46		
Id.					
Chrome Cr.	Précipitation de l'azotate d'argent par l'acide chlorhydrique.....	Peligot ...	26,28	26,3	52,6
	Décomposition de l'azotate d'argent par le chlorure de potassium.				
	Décomposition du chlorate d'argent et du chlorate de potasse...	Berlin.....	20,3		

NOMS des corps simples	MÉTHODES employées pour la détermination des équivalents.	EXPÉRIMENTATEURS	ÉQUIVALENTS TROUVÉS.	ÉQUIVALENTS généralement adoptés.	Poids atomiques.
Cobalt Co.	Précipitation du chlorure par l'azotate d'argent. Id.	Rothoff . . . .	29,6	29,5	59
		Dumas . . . .	29,5		
Cuivre Cu.	Hydrogène dégagé par l'acide chlorhydrique sur le métal . . . . .	Russell . . . .	29,35	31,75	63,5
		Réduction de l'oxyde par l'hydrogène . . . . .	Berzélius . . . .		
Didyme Di.	Id.	Erdmann et Marchand . . . .	31,73	48	96
		Décomposition du sulfate par le chlorure de ba- ryum . . . . .	Marignac . . . .		
Erbium Er.	Analyse du sulfate . . . .	Clève . . . . .	49,	56,3	112,6
		Transformation de l'oxyde en sulfate . . . . .	Bahr et Bun- sen . . . . .		
Étain Sn.	Id.	Clève et Ho- glund . . . . .	56,85	59	118
		Transformation du métal en acide stannique . . . .	Berzélius . . . .		
Fer Fe.	Id.	Mulder . . . . .	58,06	28	
		Décomposition du bichlo- rure d'étain par l'azo- tate d'argent . . . . .	Dumas . . . . .		
Fluor Fl.	Id.	Dumas . . . . .	59,04	19	19
		Transformation du métal en oxyde . . . . .	Berzélius . . . .		
Fer Fe.	Id.	Svanberg et Norlin . . . . .	27,938	28	
		Réduction de l'oxyde par l'hydrogène . . . . .	Berzélius . . . .		
Fluor Fl.	Id.	Transformation du métal en oxyde . . . . .	Berzélius . . . .	19	19
		Réduction de l'oxyde par l'hydrogène . . . . .	Erdmann et Marchand . . . .		
Fluor Fl.	Id.	Transformation du métal en oxyde . . . . .	Maumené . . . .	19	19
		Décomposition du pro- tochlorure de fer par l'azotate d'argent . . . . .	Dumas . . . . .		
Fluor Fl.	Id.	Transformation du fluo- rure de calcium en sul- fate de chaux . . . . .	Berzélius . . . .	19	19
		Id.	Louyet . . . . .		
Fluor Fl.	Id.	Transformation du fluo- rure de potassium en sulfate de potasse . . . .	Frémy . . . . .	19	19
		Id.	Dumas . . . . .		

NOMS des corps simples	MÉTHODES employées pour la détermination des équivalents.	EXPÉRIMENTATEURS	ÉQUIVALENTS trouvés.	ÉQUIVALENTS généralement adoptés.	POIDS atomiques.
Gallium Ga.	Calcination de l'alun gallo-ammoniacal .....	Lecoq de Boisbaudran ..	35,016	34,935	69,87
	Transformation du métal en oxyde .....		34,849		
Glucinium Gl.	Analyse du chlorure....	Awdejew ...	4,65	4,65	9,3
	Analyse de l'oxalate double de glucine d'ammoniaque.....	Debray .....	4,61		
Hydrogène H.	Synthèse de l'eau.....	Berzélius, Dulong ...	1	1	
	Id.	Erdmann et Marchand.			
	Id.				
Indium In.	Transformation du métal en oxyde.....	Reich et Reichter ..	37,2	37,8	75,6
	Décomposition par le métal du chloraurate de soude .....	Winkler .....	37,8		
	Transformation du métal en oxyde .....				
Iode I.	Transformation de l'iode d'argent en chlorure.....	Berzélius....	126,26	127	127
	Synthèse de l'iode d'argent.....	Dumas.....	126,840		
	Décomposition de l'azotate d'argent par l'iode de potassium..	Marignac....	126,847		
	Transformation de l'iode d'argent en chlorure.....	Dumas.....	127,0		
	Synthèse de l'iode d'argent et décomposition par la chaleur de l'iodate d'argent.....	Stas.....	126,857		
Iridium Ir.	Analyse du chlorure double d'iridium et de potassium.....	Berzélius....	98,57	98,5	197
	Analyse des chloridates de potassium et d'ammonium .....	Seubert.....	96,61		

NOMS des corps simples	MÉTHODES employées pour la détermination des équivalents.	EXPERIMENTATEURS	EQUIVALENTS TROUVÉS.	EQUIVALENTS généralement adoptés.	POIDS atomiques.
Lanthane La.	Précipitation du sulfate par le chlorure de ba- ryum.....	Marignac ...	47,0	46,8	93,6
	Décomposition du sulfate par la chaleur.....	Zschiesche ..	45,00		
	Transformation de l'oxyde en sulfate.....	Clève .....	46,4		
Lithium Li.	Précipitation du sulfate par le chlorure de barium.....	Berzélius....	6,6	7	7
	Transformation du car- bonate en sulfate.....	Troost.....	6,5		
	Décomposition du chlo- rure par l'azotate d'ar- gent.....	Mallet.....	6,95		
	Transformation de l'oxyde en sulfate.....	Berzélius....	12,62		
Magnésium Mg.	Précipitation du sulfate par le chlorure de ba- ryum.....	Scheerer..	12,11	12	24
	Analyse de l'oxalate de magnésie.....	Svanberg et Nordenfeld	12,36		
	Analyse du carbonate de magnésie.....	Marchand et Scheerer..	12,25		
	Décomposition du chlo- rure par l'azotate d'ar- gent.....	D.....	12		
	Transformation de l'oxyde en sulfate.....	Berzélius....	12,62		
Manganèse Mn.	Décomposition du chlo- rure par l'azotate d'ar- gent.....	Berzélius....	27,57	27,5	55
	Id.....	Dumas.....	27,5		
Mercure Hg.	Analyse de l'oxyde de mercure.....	Erdmann et Marchand.	100,05	100	200
	Id.....	Milton.....	100		
Molybdène Mo.	Réduction de l'acide molybdique par l'hy- drogène.....	Svanberg et Struve....	47,118	48	47,118
	Décomposition des car- bonates alcalins par l'acide molybdique....				
	Réduction de l'acide mo- lybdique par l'hydro- gène.....	Dumas.....	48		

NOMS des corps simples	MÉTHODES employées pour la détermination des équivalents.	EXPÉRIMENTATEURS	ÉQUIVALENTS trouvés.	ÉQUIVALENTS généralement adoptés.	POIDS atomiques.
Molybdène Mo.	Analyse du chlorure de molybdène . . . . .	Dobray . . . . .	48	48	96
	Réduction de l'acide molybdique par l'hydrogène . . . . .				
Nickel. Ni.	Analyse du molybdate d'argent cristallisé . . . . .	Rammelsberg . . . . .	48,09	29,5	59
	Réduction de l'acide molybdique par l'hydrogène . . . . .				
	Décomposition du chlorure par l'azotate d'argent . . . . .	Rothof . . . . .	29,56		
Niobium Nb.	Id. . . . .	Dumas . . . . .	29,51	29,5	59
	Hydrogène dégagé par l'acide chlorhydrique et le métal . . . . .	Russell . . . . .	29,38		
Niobium Nb.	Analyse du chlorure . . . . .	H. Rose . . . . .	48,82	47	94
	Décomposition par l'acide sulfurique du fluoxyniobate de potasse . . . . .	Marignac . . . . .	47,00		
Or Au.	Décomposition du chlorure par le mercure . . . . .	Berzélius . . . . .	98,33	98,5	197
	Analyse du chlorure double d'or et de potassium . . . . .				
Osmium Os.	Réduction par l'hydrogène du chlorure double d'osmium et de potassium . . . . .	Berzélius . . . . .	99,305	99,5	199
	Synthèse de l'eau . . . . .				
Oxygène O.	Id. . . . .	Berzélius . . . . .	8,01	8	16
	Id. . . . .	Dulong . . . . .	8,00		
	Id. . . . .	Erdmann et Marchand . . . . .	8		
Palladium Pd.	Analyse du chlorure double de palladium et de potassium . . . . .	Berzélius . . . . .	53,187	53,25	106,5

NOMS des corps simples	MÉTHODES employées pour la détermination des équivalents.	EXPÉRIMENTATEURS	ÉQUIVALENTS trouvés.	ÉQUIVALENTS généralement adoptés.	Poids atomiques.
Phosphore Ph.	Décomposition par le phosphore des sels d'or et d'argent.....	Berzélius....	31,6	31	31
	Décomposition du chlorure de phosphore par l'azotate d'argent....	Felouze....	32,02		
	Combustion du phosphore rouge dans l'oxygène.....	Schrötter....	31		
	Décomposition du chlorure de phosphore par l'azotate d'argent.....	Dumas....	31,01		
Platine Pt.	Analyse du chlorure double de platine et de potassium.....	Berzélius....	98,5	98,5	197
Plomb Pb.	Réduction de l'oxyde par l'hydrogène.....	Berzélius....	103,55	103,5	207
	Transformation du métal en sulfate.....	Dumas....	103,5		
	Décomposition du chlorure par l'azotate d'argent.....	Stas.....	103,45		
	Transformation du métal en sulfate.....	Stas.....	103,46		
Potassium K.	Calcination du chlorate de potasse.....	Marignac....	39,11	39,1	39,1
	Décomposition du chlorure de potassium par l'azotate d'argent.....	Maumené....	39,06		
	Mêmes méthodes que ci-dessus.....	Stas.....	39,13		
Rhodium Rh.	Analyse du chlorure double de rhodium et de potassium.....	Berzélius....	52,15	52,15	104,3
Rubidium Rb.	Décomposition du chlorure par l'azotate d'argent.	Bunsen et Kirchhoff.	85,36	85,36	85,36
Ruthénium Ru.	Analyse du chlorure double de ruthénium et de potassium.....	Claus....	52,15	52,15	104,3

NOMS des corps simples	MÉTHODES employées pour la détermination des équivalents.	EXPÉRIMENTATEURS	ÉQUIVALENTS trouvés.	ÉQUIVALENTS généralement adoptés.	POIDS atomiques.
Sélénium Se.	Décomposition du chlorure par l'eau	Berzélius	39,67	39,75	70,50
	Transformation du sélénium en acide sélénique	Mitscherlich	39,67		
	Oxydation du sélénium par l'acide azotique				
	Réduction de l'acide sélénieux par l'acide sulfureux	Saccé	39,23		
	Analyse du sélénite de baryte		39,34		
	Synthèse du chlorure de sélénium	Dumas	39,75		
Silicium Si.	Transformation du silicium en silice	Berzélius	14,8	14	28
	Décomposition du chlorure par l'azotate d'argent	Dumas	14		
Sodium Na.	Décomposition du chlorure par l'azotate d'argent	Polouze	22,97	23	23
	Id.	Dumas	23,01		
	Id.	Stas	23,05		
Soufre S.	Analyse de l'acide sulfurique	Berzélius	16,06	16	32
	Analyse du cinabre	Erdmann et Marchand	16		
	Réduction du sulfate d'argent par l'hydrogène	Struve	16		
	Transformation de l'argent en sulfure	Dumas	16,005		
	Id.	Stas	16,037		
Strontium Sr.	Décomposition du chlorure par l'azotate d'argent	Stromeyer	43,71	43,75	87,5
	Id.	Polouze	43,84		
	Id.	Dumas	43,75		
	Id.	Marignac	43,75		

NOMS des corps simples	MÉTHODES employées pour la détermination des équivalents.	EXPÉRIMENTATEURS	ÉQUIVALENTS TROUVÉS.	ÉQUIVALENTS Généralement adoptés.	Poids atomiques.
Tantale Ta.	Transformation du sulfure en acide tantanique ( $Ta_2O_3$ ).....	Berzélius ...	92,22	91	182
	Analyse du chlorure de tantale (Acide tantanique = $TaO_2$ ).....	H. Rose ...	68,8		
	Analyse des fluorantallates de potasse et d'ammoniaque (Acide tantanique = $Ta_2O_3$ )..	Marignac ...	91,21		
Tellure Te.	Transformation du tellure en acide tellureux.	Berzélius ...	64,14	64	128
	Analyse du bromure double de tellure et de potassium.....	Hauer.....	64		
	Mêmes méthodes que ci-dessus.....	Wills.....	63,62		
Thallium Tl.	Décomposition du sulfate par l'azotate de baryte.	Lamy.....	204,3	204	201
	Décomposition du chlorure par l'azotate d'argent.....		204,0		
	Analyse de l'iodure de thallium.....	Werther.....	203,5		
	Décomposition de l'iodure de thallium par le zinc.....	204,4			
	Transformation du métal en azotate.....	Crookes.....	204,008		
Thorium Tr.	Analyses du sulfate, du formiate et de l'acétate. Therbine = $TrO$ .....	Delafontaine.	48,94	40,5	99
	Transformation de l'oxyde en sulfate. Therbine = $TrO$ .....	Marignac ..	40,5		
Thorium Th.	Analyse du sulfate de thorine et du sulfate double de thorine et de potasse.....	Berzélius ...	119	117	234
	Id.....	Chydenius ..	118,32		
	Analyse du sulfate. Thorine = $ThO_2$ .....	Delafontaine.	115,72		
	Id.....	Clève.....	116,90		
	Analyse de l'oxalate....	116,98			

NOMS des corps simples	MÉTHODES employées pour la détermination des équivalents.	EXPÉRIMENTATEURS	ÉQUIVALENTS trouvés.	ÉQUIVALENTS généralement adoptés.	Poids atomiques.
Titane Ti.	Analyse du chlorure de titane.....	H. Rose.....	24,29	} 25	50
	Id.....	I. Pierre.....	25,18		
	Id.....	Demoly.....	28		
Tungstène Tu ou W.	Réduction de l'acide tungstique par l'hydrogène.....	Schneider...	92,06	} 92	184
	Id.....	Dumas.....	92		
	Analyse du tungstate de protoxyde de fer....	Zettnow ...	92,038		
	Analyse du tungstate d'argent.....		91,924		
Uranium U.	Analyse du chlorure....	Peligot.....	60	} 60	120
	Analyse de l'oxalate d'urane.....	Ebelmen ...	59,43		
	Analyse de l'acétate double d'urane et de soude.....	Wertheim...	59,71		
	Analyse de l'oxalate et de l'acétate d'urane...	Peligot.....	60		
Vanadium Va.	Réduction de l'acide vanadique (VaO <sub>3</sub> ) par l'hydrogène.....	Berzélius ...	68,47	} 51,4	102,8
	Réduction de l'acide vanadique (Va <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) par l'hydrogène.....	Roscoe.....	51,57		
Zinc Zn.	Oxydation du métal.....	Gay-Lussac.	32,26	} 52,5	65
	Id.....	Jacquelin ..	33,12		
	Analyse de l'oxalate de zinc.....	Favre .....	32,99		
Zirconium Zr.	Oxydation du métal.....	Erdmann ...	32,53	} 45	90
	Transformation de l'oxyde en sulfate (Zircorine = Zr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	Berzélius....	33,51		
	Transformation de l'oxyde en sulfate (Zircone = ZrO <sub>2</sub> ).....	Marignac ...	45		
Yttrium Yt.	Analyse du sulfate.....	Popp .....	34	} 30,85	61,7
	Id.....	Delafontaine.	32		
	Id.....	Bahr et Bunsen .....	30,85		

TABLE INDICANT LA SOLUBILITÉ DES SUBSTANCES LES PLUS IMPORTANTES  
D'après Baylen.

Formules	Noms	Solubilité
$C^2H^2O^2$	Anhydride acétique.....	Soluble dans l'eau après quelque temps.
$C^2H^3O^2$	Acide acétique.....	Soluble dans l'eau, l'alcool, les acides chlorhydrique, sulfurique et nitrique. La présence de l'eau le rend insoluble dans l'éther.
$Al^1C^2H^4O^12$	Acétate d'aluminium.....	Soluble dans l'eau de 10,6 p. 100 à 12,5.
$Az^1H^2C^2H^3O^2$	— d'ammonium.....	Soluble dans l'eau et l'alcool.
$C^2H^2Sb^2O^2$	— d'antimoine.....	Soluble dans l'eau.
$C^2H^2Ag^2O^2$	— d'argent.....	Soluble dans l'eau, promptement soluble dans le cyanure de potassium.
$Ba^2C^2H^2O^4 + Aq$	— de baryum.....	Soluble dans l'eau pure, soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther.
$C^2H^2Bi^2O^2$	— de bismuth.....	Soluble dans l'eau.
$C^2H^2Cd^2O^4 + 3Aq$	— de cadmium.....	Id.
$C^2H^2Ca^2O^4 + zAq$	— de calcium.....	Soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool.
—	— de cérium.....	Soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool.
$C^2H^2Cr^2O^2$	— de chrome.....	Soluble dans l'eau.
—	— de cinchonidine.....	Très soluble dans l'eau froide.
$C^2H^2Az^2O^2, C^2H^2O^2$	— de cinchonine.....	Décomposé en un acide soluble et en sel basique insoluble; soluble dans l'acide acétique.
$C^2H^2Co^2O^4 + 4Aq$	— cobalteux.....	Très soluble dans l'eau.
—	— cobaltique.....	Soluble dans l'eau; décomposé par l'ébullition.
$C^2H^2Cu^2O^2$	— cuivreux.....	Insoluble dans l'eau; partiellement soluble dans l'alcool.
$C^2H^2Cu^2O^4 + Aq$	— cuivrique.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool; insoluble dans l'éther.

$C^2H^6Fe^2O^2$ .....	— ferrique.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool ; insoluble dans le chloroforme et dans l'éther.
$C^2H^6PbO^2$ .....	— de plomb.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool ; insol. dans l'éther.
$C^2H^6LiO^2+3Aq$ .....	— de lithium.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool ; peu soluble dans l'éther.
$C^2H^6MgO^2+4Aq$ .....	— de magnésium.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
$C^2H^6MnO^2+4Aq$ .....	— de manganèse.....	Id.
$C^2H^6Hg^2O^2$ .....	— mercureux.....	Peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau chaude (avec décomposition) ; insoluble dans l'alcool.
$C^2H^6HgO^2$ .....	— mercurique.....	Soluble dans l'eau ; décomposé par l'alcool et par l'éther.
$C^2H^6AzO^2, C^2H^6O^2$ .....	— de morphine.....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans le chloroforme.
$C^2H^6NiO^2+5Aq$ .....	— de nickel.....	Soluble dans l'eau ; insoluble dans l'alcool.
—	— de nicotine.....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.
$C^2H^6K^2O^2$ .....	— de potassium.....	Soluble dans l'eau, l'alcool, l'acide acétique, mais insoluble dans l'éther.
$C^2H^6As^2O^2, C^2H^6O^2$ .....	— de quinine.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
$C^2H^6NaO^2+3Aq$ .....	— de soude.....	Soluble dans l'eau, l'alcool et la créosote bouillante ; insoluble dans l'éther.
$C^2H^6SrO^2+xAq$ .....	— de strontium.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool ; insoluble dans la créosote.
$C^2H^6As^2O^2, C^2H^6O^2$ .....	— de strychnine.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
$C^2H^6SnO^2$ .....	— stanneux.....	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
$C^2H^6SnO^2$ .....	— stannique.....	Soluble dans l'eau.
—	— de titanium.....	Id.
$C^2H^6O^2, U^2O^2$ .....	— d'uranium.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
$C^2H^6ZnO^2+3Aq$ .....	— de zinc.....	Soluble dans l'alcool, dans l'eau et la créosote.
	Albumine (modification soluble).....	Soluble dans l'eau ; insoluble dans l'alcool et dans l'éther.

Formules	Noms	Solubilité
—	Albumine (modification insoluble).....	Insoluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther; soluble à chaud dans les acides acétique, tartrique et phosphorique.
$C^2H^4O$ .....	Alcool.....	Soluble dans l'esprit de bois, le chloroforme, l'éther, l'huile de naphte, la benzine, l'eau, etc. l'éther; il
$C^2H^2O^{18}$ .....	Amidon.....	Insoluble dans l'eau froide, l'alcool et l'éther; il forme une espèce de solution avec l'eau chaude.
$AzH^3$ .....	Ammoniac (gaz).....	Soluble dans l'eau.
—	Antimoniates.....	Tous sont à peu près insolubles ou très légèrement solubles dans l'eau.
$Ag$ .....	Argent.....	Inattaqué par les acides organiques; légèrement attaqué à l'ébullition par l'acide chlorhydrique, soluble dans l'acide nitrique et dans l'acide iodhydrique.
$Az^2$ .....	Arséniates.....	Tous sont à peu près insolubles ou très difficilement solubles dans l'eau. Les arséniates de potasse et de soude sont solubles.
—	Azote.....	Peu soluble dans tous les dissolvants.
—	Benzoates.....	Tous sont à peu près insolubles dans l'eau; le benzoate d'argent est légèrement soluble.
$H^3O^3$ .....	Borique (acide).....	Soluble dans l'eau, surtout dans l'eau chaude, et dans l'alcool.
—	Borates.....	Tous les borates, exceptés les borates alcalins et le borate d'ammoniaque, sont difficilement solubles dans l'eau et insolubles, ou presque insolubles, dans l'alcool; solubles dans l'acide borique.
$HBrO^3$ .....	Bromique (acide).....	Soluble dans l'eau, décomposé par l'alcool et par l'éther.

Al <sup>3+</sup> Br <sup>-</sup> O <sup>16</sup> .....	Bromate d'aluminium.....	Soluble dans l'eau.
AzH <sup>4+</sup> BrO <sup>3-</sup> .....	d'ammonium.....	Id.
BaBr <sup>2+</sup> O <sup>8-</sup> +Aq.....	de baryum.....	Id.
CdBr <sup>2+</sup> O <sup>8-</sup> +Aq.....	de cadmium.....	Id.
CaBr <sup>2+</sup> O <sup>8-</sup> +Aq.....	de calcium.....	Id.
Cr <sup>3+</sup> Br <sup>3-</sup> O <sup>18</sup> .....	de chrome.....	Id.
CoBr <sup>2+</sup> O <sup>8-</sup> +6Aq.....	de cobalt.....	Soluble dans l'eau et dans l'eau ammoniacale.
CuBr <sup>2+</sup> N <sup>3+</sup> +5Aq.....	de cuivre.....	Soluble dans l'eau.
Fe <sup>3+</sup> Br <sup>3-</sup> O <sup>18</sup> .....	ferrique.....	Id.
PbBr <sup>2+</sup> O <sup>8-</sup> +Aq.....	de plomb.....	Id.
LiBrO <sup>3</sup> .....	de lithium.....	Id.
MgBr <sup>2+</sup> O <sup>8-</sup> +6Aq.....	de magnésium.....	Id.
Hg <sup>2+</sup> Br <sup>2-</sup> O <sup>6</sup> .....	mercurieux.....	Insoluble dans l'eau; décomposé par l'eau à l'ébullition.
HgBr <sup>2+</sup> O <sup>8-</sup> +2Aq.....	mercurique.....	Soluble dans 650 parties d'eau froide et dans 64 parties d'eau bouillante.
NiBr <sup>2+</sup> O <sup>8-</sup> +6Aq.....	de nickel.....	Soluble dans 3,58 parties d'eau froide.
KBrO <sup>3</sup> .....	de potassium.....	Soluble dans 15,2 parties d'eau à 19°; beaucoup plus soluble à 100°; insoluble dans l'alcool absolu.
AgBrO <sup>3</sup> .....	d'argent.....	Insoluble dans l'eau et dans l'acide nitrique; soluble dans l'ammoniaque.
NaBrO <sup>3</sup> .....	de sodium.....	Soluble dans 2,7 parties d'eau à 15°.
SrBr <sup>2+</sup> O <sup>8-</sup> +Aq.....	de strontium.....	Soluble dans 3 parties d'eau froide.
ZnBr <sup>2+</sup> O <sup>8-</sup> +6Aq.....	de zinc.....	Soluble dans l'eau.
Br <sup>2</sup> .....	Brome.....	Soluble dans 33,3 parties d'eau à 150°, dans l'alcool dans l'éther, dans le sulfure de carbone; insoluble dans la benzène.
Al <sup>3+</sup> Br <sup>-</sup> .....	Bromure d'aluminium.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
AzH <sup>4+</sup> Br.....	d'ammonium.....	Soluble dans l'eau; peu soluble dans l'alcool.
SbBr <sup>3</sup> .....	d'antimoine.....	Décomposé par l'eau.
AsBr <sup>3</sup> .....	d'arsenic.....	Id.

Formules	Noms	Solubilité
BaBr <sup>2</sup> +2Aq.....	Bromure de baryum.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
BiBr <sup>3</sup> .....	de bismuth.....	Decomposé par l'eau.
BeBr <sup>2</sup> .....	de bore.....	Id.
CdBr <sup>2</sup> .....	de cadmium.....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther et dans l'alcool méthylique.
CaBr <sup>2</sup> .....	de calcium.....	Soluble dans 80 parties d'eau à 0°; plus soluble dans l'eau bouillante.
CoBr <sup>2</sup> .....	de cobalt.....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.
CuBr <sup>2</sup> .....	cuivreux.....	Soluble dans l'acide chlorhydrique et dans l'acide bromhydrique; insoluble dans l'eau et dans l'acide sulfurique; soluble dans l'ammoniaque.
CuBr <sup>2</sup> +5Aq.....	cuivrique.....	Soluble dans l'eau.
AuBr <sup>3</sup> .....	d'or.....	Soluble dans l'eau et dans l'éther.
Fe <sup>2</sup> Br <sup>6</sup> .....	de fer.....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.
PbBr <sup>2</sup> .....	de plomb.....	Peu soluble dans l'eau bouillante; soluble dans les acides chlorhydrique, nitrique et acétique, et dans les solutions de chlorure ou de nitrate d'ammonium.
LiBr.....	de lithium.....	Soluble dans 70 parties d'eau à 0°; plus soluble dans l'eau bouillante.
MgBr <sup>2</sup> +6Aq.....	de magnésium ..	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
MnBr <sup>2</sup> .....	de manganèse ..	Soluble dans l'eau.
Hg <sup>2</sup> Br <sup>2</sup> .....	mercureux.....	Insoluble dans l'eau et dans l'alcool; soluble dans le nitrate mercurieux.
HgBr <sup>2</sup> .....	mercurique.. ..	Soluble dans 250 parties d'eau froide et 25 parties d'eau bouillante; dans l'alcool et dans l'éther.
NiBr <sup>2</sup> +3Aq.....	de nickel.....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.
KBr.....	de potassium ..	Soluble dans 4 parties d'eau froide et dans 1 partie d'eau bouillante, soluble dans l'alcool.

AgBr.....	—	d'argent.....	Insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'ammoniaque, peu soluble dans l'iode et dans le bromure de potassium.
NaBr.....	—	de sodium.....	Soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool.
SrBr <sup>2</sup> .....	—	de strontium.....	Soluble dans l'eau et un peu soluble dans l'alcool.
SnBr <sup>2</sup> .....	—	stanneux.....	Soluble dans l'eau.
SnBr <sup>4</sup> .....	—	stannique.....	Id.
ZnBr <sup>2</sup> .....	—	de zinc.....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther, dans l'ammoniaque, dans les acides chlorhydrique et acétique.
C <sup>4</sup> H <sup>8</sup> O <sup>2</sup> .....	Butyrique (acide).....		Soluble dans l'alcool, dans l'eau et dans l'alcool méthylique, dans l'éther.
C <sup>8</sup> H <sup>16</sup> Az <sup>2</sup> O <sup>2</sup> .....	Butyrates.....		Tous les butyrates sont solubles dans l'eau.
C <sup>10</sup> H <sup>16</sup> O.....	Caféine.....		Soluble dans l'eau chaude, dans l'alcool, peu soluble dans l'éther, soluble dans le chloroforme.
	Camphre.....		Soluble dans 1000 parties d'eau; soluble dans l'alcool, dans l'éther, dans la benzine et l'acide acétique.
C <sup>6</sup> H <sup>12</sup> O <sup>2</sup> .....	Acide caproïque.....		Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.
	Caproates.....		Les caproates de Ba, Mg, K, Ag (peu), Na, Cr, sont solubles dans l'eau.
	Carbamates.....		Les carbamates d'amyle, d'éthyle, de méthyle sont solubles dans l'alcool.
CO <sup>2</sup> .....	Carbonique (anhydride) (liquide).....		Insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, l'essence de térébenthine.
BaCO <sup>3</sup> .....	Carbonates d'ammoniaque.....		Solubles dans l'eau, décomposés à l'ébullition.
	Carbonate de baryum.....		Soluble dans 12027 parties d'eau à 13°; soluble dans une dissolution d'acide carbonique et dans le chlorure et le nitrate d'ammonium.
Bi <sup>2</sup> O <sup>3</sup> CO <sup>3</sup> .....	—	de bismuth....	Insoluble dans l'eau, soluble dans le carbonate d'ammoniaque.

Formules	Noms	Solubilité
$\text{CdCO}_3$	Carbonate de cadmium	Insoluble dans l'eau, soluble dans les solutions de carbonates alcalins et dans quelques sels ammoniacaux.
$\text{CuCO}_3$	— de cuivre	Insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique, soluble dans plusieurs sels ammoniacaux et dans l'ammoniaque.
$\text{PbCO}_3$	— de plomb	Légerement soluble dans l'eau, plus soluble dans les sels ammoniacaux.
$\text{CaCO}_3$	— de calcium	Peu soluble dans l'acide carbonique, dans la chlorure d'ammonium et dans quelques sels de potasse et de soude.
$\text{Li}_2\text{CO}_3$	— de lithium	Difficilement soluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante.
$\text{MgCO}_3 + x\text{Aq}$	— de magnésium	Peu soluble dans l'eau, soluble dans quelques sels ammoniacaux.
$\text{MnCO}_3$	— manganèse	Insoluble dans l'eau, soluble dans le chlorure d'ammonium.
$\text{Hg}_2\text{CO}_3$	— mercurieux	Décomposé par l'eau chaude, soluble dans le chlorure d'ammonium.
$\text{HgCO}_3$	— mercurique	Soluble dans le chlorure d'ammonium.
$\text{NiCO}_3 + x\text{Aq}$	— de nickel	Soluble dans le carbonate et le chlorure d'ammonium.
$\text{K}_2\text{CO}_3$	— de potassium	Soluble dans à peu près 1 partie d'eau à la température ordinaire; soluble dans l'alcool.
$\text{KHCO}_3$	Bicarbonate de potassium	Soluble dans 3,5 parties d'eau à 15°, insoluble dans l'alcool.
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Carbonate de sodium	Soluble dans à peu près 6 parties d'eau à 15°, insoluble dans l'alcool.

SrCO <sup>3</sup> .....	de strontium.....	Soluble dans le chlorure d'ammonium.
ZnCO <sup>3</sup> + Aq.....	de strychnine.....	Soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique.
Cr <sup>3</sup> H <sup>80</sup> O <sup>16</sup> .....	de zinc.....	Soluble dans le chlorure d'ammonium.
	Cellulose.....	Insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et les huiles, soluble dans une solution d'oxyde de cuivre, dans l'ammoniaque.
HClO <sup>3</sup> .....	Chlorique (acide).....	Soluble dans l'eau.
AzH <sup>3</sup> ClO <sup>3</sup> .....	Chlorate d'ammonium.....	(Explosif) soluble dans l'eau et dans l'alcool.
BaCl <sup>2</sup> + Aq.....	de baryum.....	Soluble dans 4 parties d'eau froide, moins soluble dans l'eau chaude; insoluble dans l'alcool.
CaCl <sup>2</sup> + 2Aq.....	de calcium.....	Id.
CoCl <sup>2</sup> + 6Aq.....	de cobalt.....	Id.
CuCl <sup>2</sup> + 6Aq.....	du cuivre.....	Id.
Fe <sup>3</sup> Cl <sup>3</sup> O <sup>8</sup> .....	ferrique.....	Soluble dans l'eau; le sel basique est insoluble.
PbCl <sup>2</sup> + Aq.....	de plomb.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
MgCl <sup>2</sup> + 3Aq.....	de magnésium.....	Id.
Hg <sup>2</sup> Cl <sup>2</sup> .....	mercurieux.....	Il y a une modification soluble, et une autre insoluble.
HgCl <sup>2</sup> O <sup>2</sup> .....	mercurique.....	Soluble dans à peu près 4 parties d'eau froide.
NiCl <sup>2</sup> O <sup>2</sup> + 6Aq.....	de nickel.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
KClO <sup>3</sup> .....	Chlorate de potassium.....	C'est presque le moins soluble de tous les chlorates.
AgClO <sup>3</sup> .....	d'argent.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
NaClO <sup>3</sup> .....	de sodium.....	Soluble dans l'eau, un peu soluble dans l'alcool.
SrCl <sup>2</sup> O <sup>2</sup> + 5Aq.....	de strontium.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
ZnCl <sup>2</sup> O <sup>2</sup> + 6Aq.....	de zinc.....	Id.
HCl.....	Chlorhydrique (acide).....	Soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.
Al <sup>3</sup> Cl.....	Chlorure d'aluminium.....	Soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.

Densités	Al <sup>3</sup> Cl <sup>3</sup>	Densités	Al <sup>3</sup> Cl <sup>3</sup>
à 15°	par 100	à 15°	pour 100
1,0072	1	4,1125	15
1,0360	5	4,1537	20
1,0733	10	4,1967	25
		4,2422	30
		4,2905	35
		4,3415	40

Formules	Noms	Solubilité
AzH <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup> .....	d'ammonium...	Soluble dans à peu près 2,8 parties à la température ordinaire, soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther et le sulfure de carbone. Densités AzH <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup> à 15° pour 100 4,0032 4 1,0452 15 1,0158 5 1,0593 20 1,0308 10 1,0730 25
SbCl <sup>3</sup> .....	d'antimoine...	Décomposé par l'eau, soluble dans l'alcool et le chlorure de sodium.
AsCl <sup>3</sup> .....	d'arsenic.....	Décomposé par une grande quantité d'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther.
BaCl <sup>2</sup> + 2Aq .....	de baryum.....	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool. Densités BaCl <sup>2</sup> à 15° pour 100 BaCl <sup>2</sup> à 15° pour 100 1,0092 4 1,0954 10 1,2064 20 1,0498 5 1,1488 15 1,2702 35
BiCl <sup>3</sup> .....	de bismuth.....	Décomposé par l'eau, soluble dans l'acide chlorhydrique.
CdCl <sup>2</sup> + 2Aq .....	de cadmium ...	Soluble dans 7 parties d'eau à 20°, soluble dans l'alcool.
CaCl <sup>2</sup> + 6Aq .....	de calcium.....	Soluble dans à peu près 1,5 parties d'eau à la température ordinaire, soluble dans l'alcool. Densités CaCl <sup>2</sup> à 15° pour 100 CaCl <sup>2</sup> à 15° pour 100 1,0085 4 1,1336 15 1,2879 30 1,0426 5 1,1822 20 1,3443 35 1,0869 10 1,2336 25

$\text{Cr}^*\text{Cl}^*$ .....	—	chromique.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool ; le chlorure vio- let est insoluble dans l'eau.
$\text{CoCl}^*$ .....	—	de cobalt.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool, peu soluble dans l'éther.
$\text{Cu}^*\text{Cl}^*$ .....	—	cuivreux.....	Insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'éther, soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, dans l'ammoniaque et dans le chlorure de sodium.
$\text{CuCl}^* + \text{Aq}$ .....	—	cuivrique.....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. Densités à 15° Pour 100 Pour 100 1,054 40 1,176 30 1,411 20 1,247 38
$\text{AuCl}^*$ .....	—	d'or.....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther et dans l'acide chlorhydrique.
$\text{I}^*\text{Cl}^*$ .....	—	iodeux.....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.
$\text{FeCl}^*$ .....	—	ferreux.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther.
$\text{Fe}^*\text{Cl}^*$ .....	—	ferrique.....	Soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.
$\text{PbCl}^*$ .....	—	de plomb.....	Peu soluble dans l'eau froide (dans 135 parties à 12°5). Soluble dans l'eau chaude, insoluble dans l'alcool.
$\text{LiCl}$ .....	—	de lithium.....	Très déliquescent ; soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.
$\text{MgCl}^*$ .....	—	de magnésium.	Soluble dans l'eau (dans 1,8 partie à 15°), soluble dans l'alcool.
			Densités à 15° $\text{MgCl}^*$ p. 100 Densités à 15° $\text{MgCl}^*$ p. 100
			1,0084 1 1,1780 20
			1,0422 5 1,2274 25
			1,0859 10 1,2794 30
			1,4310 15 1,3340 35

Formules	Noms	Solubilité
MnCl <sup>2</sup> .....	Chlorure de manganèse...	Soluble dans l'eau (dans 1,6 partie à 40°) et dans l'alcool.
Hg <sup>2</sup> Cl <sup>2</sup> .....	— mercureux...	Insoluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther; soluble avec décomposition dans l'acide chlorhydrique chaud et dans le chlorure de sodium; soluble dans l'acide nitrique chaud et dans le chlorure d'ammonium.
HgCl <sup>2</sup> .....	— mercurique...	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.
NiCl <sup>2</sup> .....	— de nickel....	Récemment sublimé, il est difficilement soluble dans l'eau; soluble dans l'alcool.
PtCl <sup>4</sup> .....	— de platine....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.
KCl.....	— de potassium.	Soluble dans l'eau (dans 3 parties à 13°). Densités à 15°      KCl      Densités p. 100      p. 100 1,0655      4      1,4004      15 1,0325      5      1,1361      20 1,0658      10      1,1723      24,9
AgCl.....	— d'argent.....	Soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther et le sulfure de carbone. Insoluble dans l'eau, soluble dans l'ammoniacque, dans les chlorures et les hyposulfites alcalins, soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, peu soluble dans la glycérine. 100 parties d'eau dissolvent à peu près 36 parties de ce sel à toutes les températures; soluble dans l'alcool; insoluble dans l'éther et dans l'acide chlorhydrique.
NaCl.....	— de sodium....	Soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool.
SrCl <sup>2</sup> + 6Aq.....	— de strontium..	

$\text{SnCl}_2 + 2\text{Aq}$ .....	— stanneux.....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'acide chlorhydrique
$\text{SnCl}_4$ .....	— stannique.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
$\text{ZnCl}_2$ .....	— de zinc.....	Soluble dans l'eau.
		Densités
		à 19°,5
		$\text{ZnCl}_2$
		P. 100
		2
		1,011
		1,115
		2)
		1,236
		40
		1,598
		78
		$\text{ZnCl}_2$
		P. 100
		50
		64
		78
		Les chloroplatinates d'allylamine, de tétrallylamine, d'aluminium, d'ammonium, d'amylamine, de diamylamine, d'aniline, d'atropine, de baryum, de bromaniline, de butylamine, de caféine, de chloraniline, de cinchonine, de codéine, de collidine, de conine, de créatine, de cyaniline, d'éthylamine, de diéthylamine, de triéthylamine, d'éthylamine, d'éthylpicotone, d'éthylquinine, d'éthylstrychnine, de guanine, de lithium, de lutidine, de magnésium, de méthylamine, de diméthylamine, de méthylaniline, de méthyléthylaniline, de méthylpicotone, de naphthylamine, de nicotine, de nitro-nitine, d'octylamine, de picotone, de pipéridine, de potassium, de propylamine, de pyridine, de quinine, de sodium, de zinc, d'argent sont solubles ou peu solubles dans l'eau.
$\text{H}^+\text{CrO}_4$ .....	Chromique (acide).....	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.
	Chromates.....	Les chromates suivants sont solubles dans l'eau : Chromates d'Am, Co, Ca, Cu, Mg, Mn, Hg* (peu), Ni, K, Na, Sr. (peu), Zn.
		Les suivants sont insolubles dans l'eau : chromates d'Al, Sb, Ba, Bi, Cr, Cl, Fe, Pb, Hg, Ag, etc.
		A peu près insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther.
	Cinchonidine.....	

Formules	Noms	Solubilité
$C^9H^{14}Az^2O$	Cinchonine	Peu soluble dans l'eau bouillante, soluble dans l'alcool chaud, dans le chloroforme (peu) et dans les acides; insoluble dans l'éther.
$C^8H^8O^2$	Cinnamique (acide)	Peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau chaude, soluble dans l'alcool et dans l'éther.
—	Cinnamates	Les Cinnamates d'Al, Am, Ba, Ca, K, Na, Zn, Mn, Mg sont solubles dans l'eau chaude. Les suivants sont insolubles: Cinnamates de Cd, Co, Ni, Pb, Ag, Cu (décomposé).
$C^8H^8O^4$	Citraconique (acide)	Quelques cinnamates sont solubles dans l'alcool. Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.
—	Citraconates	Les suivants sont solubles dans l'eau: Citraconates de Ba, Pb, Ca, Ni, Mg, K, Ag, Na, Sr.
$C^8H^8O^7$	Citrique (acide)	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et peu soluble dans l'éther.
—	Citratés	La plupart des citratés sont solubles dans l'eau.
$C^8H^{16}Az$	Comine	Peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et les huiles.
—	Corps gras	Une trace seulement des corps gras naturels se dissout dans l'eau; peu soluble dans l'alcool, solubles dans l'éther, l'huile de naphthé, la benzine.
$C^8H^{10}O^2$	Créosol	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et les alcalis.
—	Créosote	Peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther.
$C^9H^8O^2$	Coumarine	Soluble dans l'eau chaude et dans l'alcool.
$KCyO$	Cyanate de potassium	Soluble dans l'eau, insoluble à froid dans l'alcool absolu, soluble dans l'alcool à 82° F. 100.

—	Cyanures.....	Les cyanures alcalins sont solubles dans l'eau ; les cyanures des terres alcalines et de Hg <sup>2+</sup> sont solubles ; les autres cyanures sont insolubles.
CAZ	Cyanogène.....	Absorbé par l'eau, l'alcool et l'éther.
CH <sup>100</sup>	Dextrine.....	Soluble dans l'eau chaude, insoluble dans l'alcool.
—	Digitaline.....	Peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool.
—	Élaïdats.....	Les élaïdats métalliques, exceptés les élaïdats alcalins, sont insolubles dans l'eau, mais décomposés par un excès.
C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	Esculine.....	Soluble dans l'eau chaude et dans l'alcool.
(C <sup>2</sup> C <sup>2</sup> )	Essentielles (huiles).....	Sont généralement peu solubles dans l'eau et solubles dans l'alcool et dans l'éther.
—	Ethyle.....	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool.
—	Ethylamine (mono, di et tri).....	Solubles dans l'eau et les acides.
C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> Az	Ethylaniline.....	Soluble dans l'alcool.
C <sup>2</sup> H <sup>2</sup>	Ethylène.....	Peu soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.
C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> PO <sup>4</sup>	Ethylphosphorique (acide).....	Soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.
—	Ethylphosphates.....	Solubles : ceux d'Am, Ba, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pt, K, Na. Insolubles : ceux de Pb, Ca (peu soluble), Ag.
C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> SO <sup>4</sup>	Esthylsulfurique (acide).....	Soluble dans l'eau et l'alcool.
—	Ethylsulfate de baryum.....	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool absolu froid.
—	Ethylsulfates.....	Solubles dans l'eau, surtout dans l'eau chaude.
—	Ferrates.....	L'éthylsulfate d'ammoniaque est soluble dans l'éther. Tous les ferrates, exceptés les ferrates alcalins, sont insolubles dans l'eau.
H <sup>2</sup> Fe <sup>2</sup> Cy <sup>2</sup>	Ferricyanhydrique (acide).....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
—	Ferricyanures.....	Les ferricyanures des métaux, dont les oxydes sont solubles dans l'ammoniaque, sont eux-mêmes solubles dans l'ammoniaque et la potasse.

Formules	Noms	Solubilité
—	Ferrocyanures.....	Les suivants sont solubles dans l'eau: ferricyanures de quinine, d'Am, Ba, Ca, Pb (peu), Mg, K, Na. Soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther. Les ferrocyanures d'Am, Ba, Ca, Mg, K, Na, Sr, sont solubles. Ceux d'Al, Bi, Co, Cu, Fe, Pb, Mn, Ni, Ag, Sn, Zn sont insolubles: quelques-uns de ces derniers sont solubles dans l'ammoniaque. Les fluoroborates de K, Na, Am, Mg, Cu, Ba, sont solubles dans l'eau.
H <sup>+</sup> FeCy <sup>6-</sup> .....	Ferrocyanhydrique (acide)	
—	Ferrocyanures.....	
—	Fluoroborates.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool. Insoluble dans l'eau et les acides. Peu soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool. Peu soluble dans l'eau, soluble dans les acides. Peu soluble dans l'eau; décomposé par évaporation. Peu soluble dans l'eau (dans 26923 parties). Peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'acide chlorhydrique. Insoluble dans l'eau et l'acide chlorhydrique. Difficilement soluble dans une petite quantité d'eau. Très difficilement soluble dans l'eau; soluble dans l'acide chlorhydrique. Soluble dans l'eau. Très peu soluble dans l'eau; soluble dans les acides chlorhydrique et nitrique. Peu soluble dans l'eau.
HF	Fluorhydrique (acide)	
AlF <sup>3</sup>	Fluorure d'aluminium	
NH <sup>4</sup> F	— d'ammonium	
BaF <sup>2</sup>	— de baryum	
BiF <sup>3</sup>	— de bismuth	
CaF <sup>2</sup>	— de calcium	
Cr <sup>3</sup> F <sup>3</sup>	— de chrome	
CoF <sup>2</sup> + 2Aq	— de cobalt	
Cu <sup>2</sup> F <sup>2</sup>	— cuivreux	
CuF <sup>2</sup>	— cuivrique	
FeF <sup>2</sup> + xAq	— ferreux	
Fe <sup>3</sup> F <sup>3</sup>	— ferrique	
PbF <sup>2</sup>	— de plomb	
LiF	— de lithium	

MgF <sub>2</sub>	—	de magnésium ..	Insoluble dans l'eau, à peu près insoluble dans les acides.
Mn <sup>2+</sup> F <sub>2</sub>	—	manganique ..	Soluble dans une petite quantité d'eau.
Hg <sup>2+</sup> F <sub>2</sub>	—	mercureux ..	Insoluble dans l'eau.
Hg <sup>2+</sup> F <sub>2</sub>	—	mercureux ..	Soluble dans l'eau (décomposé?).
NiF <sub>2</sub>	—	de nickel ..	Légalement soluble dans l'eau, soluble dans l'acide chlorhydrique.
PbF <sub>2</sub>	—	platinique ..	Soluble dans l'eau décomposé par l'eau chaude.
K <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	—	de potassium ..	Soluble dans l'eau; peu soluble dans l'alcool.
SiF <sub>4</sub>	—	de silicium ..	Soluble dans l'eau avec décomposition; soluble dans l'alcool et dans l'éther.
AgF	—	d'argent ..	Soluble dans l'eau.
NaF	—	de sodium ..	Soluble également dans l'eau froide et l'eau chaude.
SnF <sub>2</sub>	—	stanneux ..	Insoluble dans l'alcool.
ZnF <sub>2</sub>	—	de zinc ..	Peu soluble dans l'eau; soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.
	—	Fluosilicates ..	Les fluosilicates de Al, Am, Cd, Co, Cr, Fe, Pb, Cu, Mn, Mg, Na (peu) Zn sont solubles; ceux de Li, K, Hg, Ba, Ca, sont insolubles ou peu solubles.
	—	Fumarates ..	Plusieurs sont solubles dans l'eau, aucun n'est soluble dans l'alcool absolu.
C <sup>2+</sup> H <sup>3+</sup> O <sup>7</sup>	—	Gallique (acide) ..	Soluble dans l'eau (dans 100 parties d'eau froide et dans 3 parties d'eau bouillante), soluble dans l'alcool, moins soluble dans l'éther.
	—	Gallates ..	Insolubles, exceptés les gallates alcalins; solubles dans l'alcool, peu solubles dans l'éther.
	—	Gallotannique (acide) ..	Soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.
	—	Gallotannates ..	Ceux d'Am, d'aniline, Ca, K, Na sont solubles dans l'eau; ceux de Sb, Ba, Cd, Cu, Fe, Pb, Zn, sont insolubles ou peu solubles.

Formules	Noms	Solubilité
$C^6H^{12}O^6$	Glucose.....	Soluble dans l'eau chaude et dans l'alcool, insoluble dans l'éther.
—	Gluten.....	A peu près insoluble dans l'eau; soluble dans l'alcool chaud.
$C^3H^5O^2$	Glycérine.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool, insol. dans l'éther.
$C^{12}H^{22}O^{11}$	Gomme arabique.....	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'éther.
—	Hippurates.....	L'acide hippurique est soluble dans l'eau chaude et dans l'alcool, insoluble dans l'éther.
—	Hydrates.....	Tous les hippurates (à l'exception de ceux de ferricim) sont solubles dans l'eau chaude, quelques-uns sont solubles dans l'alcool chaud.
$H^2$	Hydrogène.....	Voir oxydes.
—	Hypophosphites.....	100 volumes d'eau à 48° absorbent 4,6 volumes d'hydrogène; 100 volumes d'alcool (de densité = 0,84) absorbent 5,1 volumes d'hydrogène à 18°.
—	Hypophosphites.....	L'acide hypophosphoreux est soluble dans l'eau et dans l'alcool; tous les hypophosphites sont solubles dans l'eau.
—	Hypophosphates.....	L'acide hypophosphorique est soluble dans l'eau; décomposé à l'ébullition. Les hypophosphates sont solubles dans l'eau, mais insolubles ou peu solubles dans l'alcool.
$C^8H^8AZO$	Indigo (bleu).....	Insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; soluble dans l'acide sulfurique fumant.
$HIO^3$	Iodique (acide).....	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool absolu.
—	Iodates.....	Les iodates métalliques, à l'exception des iodates alcalins, sont insolubles dans l'eau; ils sont tous insolubles dans l'alcool.

HI.....	Iodhydrique (acide).....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
Al <sup>3+</sup> .....	Iodure d'aluminium.....	Soluble dans l'eau.
AzH <sup>3</sup> .....	d'ammonium.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
Sb <sup>3+</sup> .....	d'antimoine.....	Décomposé par l'eau.
As <sup>3+</sup> .....	d'arsenic.....	Soluble dans une grande quantité d'eau (décomposé par une petite quantité d'eau); soluble dans l'alcool chaud.
Ba <sup>2+</sup> .....	de baryum.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
Bi <sup>3+</sup> .....	de bismuth.....	Décomposé par l'eau.
Cd <sup>2+</sup> .....	de cadmium.....	Soluble dans l'eau, l'alcool, légèrement soluble dans l'éther bouillant.
Ca <sup>2+</sup> .....	de calcium.....	Soluble dans l'eau et l'alcool absolu.
Cr <sup>3+</sup> .....	chromique.....	Soluble dans l'eau.
Co <sup>2+</sup> .....	de cobalt.....	Soluble dans l'eau et l'alcool.
Cu <sup>2+</sup> .....	cuivreux.....	Insoluble dans l'eau et l'alcool; soluble dans l'iodure de potassium.
Au <sup>1</sup> .....	aureux.....	Insoluble dans l'eau froide, décomposé par l'eau chaude et par l'alcool.
Fe <sup>2+</sup> + 4Aq.....	ferreux.....	Soluble dans l'eau, l'alcool et la glycérine.
Pb <sup>2+</sup> .....	de plomb.....	Soluble dans l'eau chaude, très peu soluble dans l'eau froide.
Li <sup>1</sup> .....	de lithium.....	Soluble dans l'eau.
Mg <sup>2+</sup> .....	de magnésium.....	Soluble dans l'eau; partiellement décomposé par l'évaporation.
Mn <sup>2+</sup> .....	de manganèse.....	Soluble dans l'eau.
Hg <sup>2+</sup> .....	mercureux.....	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther.
Hg <sup>1</sup> .....	mercurique.....	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, la glycérine, l'iodure de potassium et plusieurs autres sels.
Ni <sup>2+</sup> + 6Aq.....	de nickel.....	Soluble dans l'eau.
Pd <sup>2+</sup> .....	de palladium.....	Insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther ou l'iodure de potassium; soluble dans l'ammoniacque avec décomposition.

Formules	Noms	Solubilité
PtI <sup>2</sup> .....	Iodure platinéux.....	Insoluble dans l'eau, décomposé par l'acide iodhydrique et l'iodure de potassium.
PtI <sup>4</sup> .....	platinique.....	Insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool.
KI.....	de potassium.....	Soluble dans l'eau (dans 7 parties d'eau à 16°), l'alcool et la glycérine.
AgI.....	d'argent.....	Insoluble dans l'eau et à peu près insoluble dans l'ammoniaque, soluble dans le chlorure de potassium et le chlorure de sodium.
NaI.....	de sodium.....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
SrI <sup>2</sup> .....	de strontium.....	Soluble dans l'eau.
SnI <sup>2</sup> .....	de soufre.....	Insoluble dans l'eau, décomposé par l'alcool.
SnI <sup>4</sup> .....	stanneux.....	Peu soluble dans l'eau.
SnI <sup>2</sup> .....	stannique.....	Décomposé par l'eau, soluble dans l'alcool.
ZnI <sup>2</sup> .....	de zinc.....	Soluble dans l'eau et l'alcool.
—	Fer.....	Non attaqué par l'acide nitrique concentré et froid; dissous par l'acide nitrique dilué, par l'acide sulfurique dilué et par l'acide chlorhydrique. Soluble dans le sulfate de cuivre avec précipitation de cuivre; soluble dans les solutions concentrées de bicarbonates alcalins.
C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>4</sup> .....	Acide tartrique.....	Soluble dans l'eau et l'alcool.
—	Itaconates.....	L'acide itaconique est soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther, dans lesquels sont, en général, solubles les itaconates.
—	Quinates.....	La plupart des quinates métalliques sont solubles dans l'eau, mais insolubles dans l'alcool absolu.
C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> O <sup>3</sup> .....	Lactique (acide).....	Très soluble dans l'eau; soluble dans l'alcool et dans l'éther.

—	Lactates.....	La plupart des lactates sont difficilement solubles dans l'eau froide et dans l'alcool ; peu d'entre eux sont solubles dans l'alcool chaud ; mais, en général, ils se dissolvent facilement dans l'eau bouillante ; ils sont tous absolument insolubles dans l'éther.
C <sup>12</sup> H <sup>14</sup> O <sup>6</sup> ..... Mg.....	Laurique (acide)..... Magnésium.....	Soluble dans l'alcool et dans l'éther. Soluble dans les acides dilués ; difficilement soluble dans l'acide sulfurique concentré. La plupart de ses sels sont solubles.
C <sup>10</sup> H <sup>12</sup> O <sup>6</sup> .....	Malique (acide)..... Malates.....	Soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. La plupart des malates sont solubles dans l'eau ; peu d'entre eux sont solubles dans l'alcool ; ces derniers se dissolvent dans l'acide nitrique.
C <sup>10</sup> H <sup>12</sup> O <sup>6</sup> .....	Maléique (acide)..... Maléates.....	Soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Les maléates métalliques, exceptés ceux de Pb, Ag et Cu, sont généralement solubles dans l'eau ; les maléates alcalins sont solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool.
C <sup>6</sup> H <sup>12</sup> O <sup>6</sup> .....	Mannite.....	Soluble dans l'eau chaude et dans l'alcool chaud ; insoluble dans l'éther.
—	Margarates.....	Les margarates alcalins sont solubles dans l'eau chaude et dans l'alcool chaud ; ils sont à peu près insolubles dans l'éther. Les margarates alcalino-terreux et terreux sont insolubles dans l'eau et dans l'éther, plusieurs d'entre eux sont insolubles dans l'alcool.
Hg.....	Mercure.....	Insoluble dans l'eau ; à peine attaqué par l'acide chlorhydrique (même chaud et concentré) ; attaqué à chaud par l'acide nitrique dilué, et à froid par l'acide nitrique concentré.

Formules	Noms	Solubilité
—	Molybdophosphate d'ammoniaque	<p>Peu soluble dans l'eau ; soluble à chaud dans les solutions de quelques sels (sulfate d'ammoniaque, chlorure de potassium, sulfate de magnésie, chlorure de sodium et alcalis, etc.). La présence d'un excès de molybdate d'ammoniaque le rend insoluble, même dans les acides.</p> <p>Excepté le molybdate d'ammoniaque, ils sont tous insolubles ou difficilement solubles dans l'eau. Les molybdates alcalins et le molybdate de magnésie sont solubles.</p> <p>Insoluble dans l'eau ; soluble dans l'alcool, l'éther et les huiles.</p> <p>Insoluble dans l'eau ; soluble dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, etc.</p> <p>Soluble en toutes proportions dans l'eau, l'alcool et l'éther ; ses sels sont généralement solubles dans l'eau et dans l'alcool, insolubles dans l'éther.</p> <p>Tous les nitrates, exceptés quelques sels basiques, sont solubles dans l'eau.</p> <p>Les suivants sont solubles dans l'alcool : nitrates de Al, Am, Cd, Co, Cu, Gl, Ca, Li, Mg, Mn, Ag, Ur, Zn.</p> <p>Les suivants sont insolubles dans l'alcool absolu : nitrates de Pb, Ni, K, Na, Sr.</p> <p>Les nitrates, à l'exception du nitrate de cuivre, sont moins solubles que les nitrates.</p> <p>Presque insoluble dans l'eau ; soluble dans l'alcool et dans l'éther ; soluble à chaud, dans les acides nitrique et sulfurique concentrés.</p>
—	Molybdates	
—	Naphte (minéral)	
C <sup>10</sup> H <sup>8</sup>	Naphtaline	
C <sup>10</sup> H <sup>7</sup> Az <sup>2</sup>	Nicotine	
—	Nitrates	
—	Nitrites	
C <sup>6</sup> H <sup>5</sup> AzO <sup>2</sup>	Nitrobenzine	

		Nitroprussiates.....	Les suivants sont solubles : les nitroprussiates d'Am, Ba, Ca, Pb, K, Na.
			Les suivants sont insolubles : les nitroprussiates de Cu, Ni, Co, Fe, Ag, Zn (dans l'eau froide).
$C^{12}H^{12}O^4$ .....		Oléique (acide).....	Insoluble dans l'eau ; soluble dans l'alcool, l'éther, les huiles et la créosote.
		Oléates.....	Les oléates alcalins sont solubles dans l'eau, mais les oléates métalliques et les oléates alcalins acides sont insolubles. En général, les oléates sont solubles à froid dans l'alcool absolu et dans l'éther.
$C^2H^2O^4 + 2Aq$ .....		Oxalique (acide).....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool ; difficilement soluble dans l'éther. Tous les oxalates sont solubles dans les acides.
$Al^3O^4$ .....		Oxalate d'aluminium.....	Insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, soluble dans les acides dilués.
$(AzH^2)^2C^2O^4 + Aq$ .....		— d'ammonium.....	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
		— d'aniline.....	Soluble dans l'eau, difficilement soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther.
$BaC^2O^4 + Aq$ .....		— de baryum.....	Peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et l'éther.
$Bi^2C^2O^4 + 15Aq$ .....		— de bismuth.....	Insoluble dans l'eau ; soluble dans l'acide oxalique et dans les autres acides.
$CdC^2O^4 + 2Aq$ .....		— de cadmium.....	Insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther ; soluble dans l'ammoniaque et les acides.
$Cr^2C^2O^4$ .....		— de chrome.....	Soluble dans l'eau.
$CoC^2O^4 + 2Aq$ .....		— de cobalt.....	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'ammoniaque et dans les sels ammoniacaux.
		— cuivreux.....	Soluble dans l'ammoniaque et le carbonate d'ammoniaque.
$CuC^2O^4 + Aq$ .....		— cuivrique.....	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'ammoniaque et dans quelques sels ammoniacaux.

Formules	Noms	Solubilité
$\text{FeC}^{\text{O}^4} + 2\text{Aq}$	Oxalate ferrique	Insoluble dans l'eau.
$\text{Fe}^{\text{C}^{\text{O}^2}\text{O}^2}$	—	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide oxalique et dans les autres acides.
$\text{PbC}^{\text{O}^4}$	de plomb	Insoluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'acide oxalique chaud.
$\text{CaC}^{\text{O}^4}$	de calcium	Insoluble dans l'eau, dans les acides oxalique et acétique; soluble dans les autres acides.
$\text{LiC}^{\text{O}^4}$	de lithium	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
$\text{MgC}^{\text{O}^4} + 2\text{Aq}$	de magnésium	Très peu soluble dans l'eau et dans l'alcool.
$\text{MnC}^{\text{O}^4}$	de manganèse	Insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; soluble dans les acides minéraux et dans quelques sels ammoniacaux.
$\text{Hg}^{\text{C}^{\text{O}^2}\text{O}^4} + \text{Aq}$	mercureux	Insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; peu soluble dans les sels ammoniacaux.
$\text{HgC}^{\text{O}^4} + \text{Aq}$	mercurique	Insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; soluble dans les sels ammoniacaux.
$\text{NiC}^{\text{O}^4} + 2\text{Aq}$	de nickel	Insoluble dans l'eau; soluble dans l'ammoniaque et dans les sels ammoniacaux.
$\text{C}^{\text{O}^2}\text{H}^{\text{A}^2}\text{H}^{\text{C}^{\text{O}^4}}$	de nicotine	Soluble dans l'eau et dans l'alcool; insoluble dans l'éther.
$\text{K}^{\text{C}^{\text{O}^4}} + \text{Aq}$	de potassium	Soluble dans l'eau; insoluble dans l'alcool.
$\text{KHC}^{\text{O}^4} + \text{Aq}$	acide de potassium	Id.
$2\text{C}^{\text{O}^2}\text{H}^{\text{A}^2}\text{Az}^{\text{O}^4}\text{H}^{\text{C}^{\text{O}^4}}$	de quinine	A peu près insoluble dans l'eau; soluble dans l'alcool chaud.
$\text{Na}^{\text{C}^{\text{O}^4}}$	de sodium	Très difficilement soluble dans l'eau; insoluble dans l'alcool et dans l'éther.
$\text{SrC}^{\text{O}^4}$	de strontium	Insoluble dans l'eau; modérément soluble dans les sels ammoniacaux.

$\text{SnC}^{\circ}\text{O}^4$ .....	— stanneux.....	Très peu soluble dans l'eau et à froid dans les acides dilués; soluble dans la potasse caustique. Insoluble dans l'eau; soluble dans les acides et dans l'ammoniaque; peu soluble dans les sels ammoniacaux.
$\text{ZnC}^{\circ}\text{O}^4 + 2\text{Aq}$ .....	— de zinc.....	
$\text{Al}^{\circ}\text{O}^2$ .....	Oxyde d'aluminium.....	Le <i>corindon</i> est inattaquable par les acides. L'alumine calcinée n'est pas soluble dans les acides dilués, mais se dissout à chaud dans l'acide chlorhydrique concentré. La solution est coagulée par les acides minéraux et par la plupart des acides organiques, ainsi que par plusieurs sels. Insoluble dans l'eau; soluble dans les hydrates de potasse et de soude; peu soluble dans l'ammoniaque, surtout en l'absence des sels ammoniacaux. Peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'eau bouillante, soluble à froid dans le chlorure d'ammonium; et dans l'azotate d'ammonium; soluble dans les acides tartrique, acétique et chlorhydrique; insoluble dans l'acide nitrique; insoluble dans les solutions alcalines étendues, soluble dans les solutions concentrées. L'hydrate est soluble dans les solutions alcalines diluées.
$\text{Al}^{\circ}\text{O}^2, 2\text{HO}$ .....		
$\text{Al}^{\circ}\text{O}^2, 3\text{HO}$ .....		
$\text{Sb}^{\circ}\text{O}^3$ .....	— d'antimoine .....	Peu soluble dans l'eau.
$\text{BaO}$ .....	— de baryum.....	Densités BaO p. 100 30 19 2,6 1,8 1,01

Soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther.

Formules	Noms	Solubilité
$BaH^+O^2 + 8Aq$ .....		L'hydrate est très soluble, surtout dans l'eau bouillante. La plupart des sels de baryum sont insolubles; mais tous, à l'exception du sulfate, sont solubles dans les acides chlorhydrique et azotique.
$Bi^+O^3$ .....	— de bismuth.....	Insoluble dans l'eau; facilement soluble dans les acides avec lesquels il forme des sels solubles. La plupart de ses sels sont décomposés par l'eau avec précipitation d'un sel basique insoluble, lequel est cependant soluble dans l'acide azotique ou dans l'acide chlorhydrique.
$CdO$ .....	— de cadmium.....	Insoluble dans l'eau; très soluble dans l'ammoniaque. La plupart des sels de cadmium sont solubles dans l'eau; les sels insolubles se dissolvent dans les acides dilués.
$CaO$ .....	— de calcium.....	Soluble dans à peu près 750 parties d'eau à la température ordinaire; moins soluble dans l'eau chaude que dans l'eau froide; à peu près insoluble dans l'alcool; insoluble dans l'éther; soluble dans les dissolutions de sucre et dans la glycérine.
$Cr^+O^3$ .....	— de chrome.....	Insoluble dans l'eau; insoluble dans l'acide chlorhydrique après une forte calcination.
$Cr^+H^+O^6$ .....		L'hydrate est insoluble dans l'eau, soluble dans les alcalis caustiques, mais précipité à l'ébullition. Lorsqu'il a été lavé, il est insoluble dans l'ammoniaque.
$CoO$ .....	de cobalt.....	Insoluble dans l'eau; soluble dans les acides.
$CoH^+O^3$ .....	—	L'hydrate est insoluble dans l'eau et dans les alcalis caustiques; soluble dans l'ammoniaque et dans quelques sels ammoniacaux.

			<p>Co<sup>2+</sup> est insoluble dans l'eau et dans l'acide chlorhydrique; soluble dans l'acide sulfurique.                      Co<sup>3+</sup> et Co<sup>4+</sup>, lorsqu'ils sont hydratés sont solubles dans l'acide chlorhydrique dilué avec dégagement de chlore.                      Co<sup>2+</sup> (anhydre) est insoluble à l'ébullition dans l'acide chlorhydrique concentré.                      Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides.                      Id.                      L'hydrate est soluble dans les acides, dans l'ammoniac et dans les sels ammoniacaux.                      Calciné, l'hydrate est insoluble dans l'eau; soluble dans l'eau régale.                      Insoluble dans l'eau et dans la plupart des acides; soluble dans l'acide chlorhydrique et dans l'eau régale; lorsqu'il a été précipité, il est insoluble dans les alcalis à l'ébullition.                      Insoluble dans l'eau: soluble dans les acides, mais avec difficulté après calcination. L'hydrate est soluble dans l'ammoniac, dans le chlorure et dans l'azotate d'ammonium.                      Après calcination, il est difficilement soluble dans les acides, mais très soluble dans l'acide chlorhydrique. L'hydrate est à peu près insoluble dans les alcalis caustiques et dans l'ammoniac ou les sels ammoniacaux.                      N'est pas entièrement insoluble dans l'eau; soluble dans les acides, surtout dans les acides nitrique et acétique soluble dans la glycérine et dans les solutions chaudes de chlorure et d'azotate d'ammonium, dans les alcalis caustiques à chaud et dans les solutions de sucre.</p>
	Co <sup>2+</sup> , Co <sup>3+</sup> , Co <sup>4+</sup>		
	Oxyde cuivreux.....		
Cu <sup>2+</sup> .....			
CuO.....			
	—		
Au <sup>2+</sup> .....			
Au <sup>3+</sup> .....			
	—		
FeO.....			
	—		
Fe <sup>2+</sup> .....			
	—		
Fe <sup>3+</sup> .....			
	—		
PbO.....			
	—		
	de plomb.....		

Formules	Noms	Solubilité
Pb <sup>2+</sup> O <sup>2-</sup> .....	de plomb.....	Insoluble dans l'eau, plus soluble dans les acides dilués que PbO.
PbO <sup>2-</sup> .....	(per).....	Insoluble dans l'eau, décomposé à froid par l'acide chlorhydrique, insoluble dans les acides nitrique modérément concentré, sulfurique et acétique.
LiO <sup>+</sup> .....	de lithium.....	Soluble dans l'eau, mais à un degré moindre que dans la potasse et la soude; peu soluble dans l'alcool.
MgO.....	de magnésium.....	A peu près insoluble dans l'eau. L'hydrate est soluble dans l'eau ammoniacale, insoluble dans la potasse.
MnO.....	de manganèse.....	Insoluble dans l'eau, facilement soluble dans les acides, soluble dans une solution bouillante de chlorure d'ammonium.
—	Mn <sup>2+</sup> O <sup>2-</sup> , Mn <sup>3+</sup> O <sup>4-</sup> , MnO <sup>4-</sup> .....	Se dissolvent à chaud dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore.
Hg <sup>2+</sup> O.....	Oxyde mercurieux.....	Insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; insoluble dans les acides chlorhydrique et azotique dilués.
HgO.....	mercurique.....	Soluble dans le chlorure d'ammonium. Insoluble dans l'eau. L'hydrate est soluble dans l'eau et dans l'ammoniaque.
NiO.....	de nickel.....	Insoluble dans l'eau; lentement soluble dans les acides, même après calcination. L'hydrate est insoluble dans l'eau, mais soluble dans les acides; l'ammoniaque, le carbonate d'ammonium et dans le chlorure d'ammonium bouillant.
—	Ni <sup>2+</sup> O <sup>2-</sup> , Ni <sup>3+</sup> O <sup>4-</sup> .....	Ni <sup>2+</sup> O <sup>2-</sup> , n'est pas connu à l'état d'hydrate, il est soluble dans l'ammoniaque et dans les acides avec dégagement de l'état de protoxyde.

—	$\text{Ni}^{2+}, \text{Ni}^{3+}$	$\text{Ni}^{2+}$ est insoluble ; il se dissout dans les acides avec dégagement de chlore. Soluble dans l'acide sulfureux et dans l'acide sulfurique concentré, insoluble à froid dans l'acide chlorhydrique. Soluble dans l'eau. L'hydrate est soluble dans l'eau et dans l'alcool, peu soluble dans l'éther. Les composés de potassium sont en général moins solubles que ceux du sodium.
$\text{PbO}$	Oxyde plombé	Peu soluble dans l'eau, soluble dans l'ammoniaque et dans les hyposulfites, les chlorures et les cyanures alcalins ; soluble dans l'acide nitrique.
$\text{K}_2\text{O}$	de potassium	Soluble dans l'eau. L'hydrate est soluble dans l'eau et dans l'alcool ; peu soluble dans l'éther.
$\text{Ag}_2\text{O}$	d'argent	Peu soluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther. L'hydrate est soluble dans l'eau.
$\text{Na}_2\text{O}$	de sodium	Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides, insoluble dans les dissolutions alcalines étendues. L'hydrate est soluble dans les alcalins dilués, mais insoluble dans l'ammoniaque.
$\text{SrO}$	de strontium	Insoluble dans l'eau, les acides et les alcalis. L'hydrate ordinaire est soluble dans les acides et les alcalis. L'acide métastannique est insoluble ou peu soluble dans les acides.
$\text{SnO}$	stanneux	Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides, même après calcination. L'hydrate est soluble dans les alcalins et dans l'ammoniaque.
$\text{SnO}_2$	stannique	Sont, en général, insolubles dans l'eau. Quelques-uns sont insolubles dans l'eau.
$\text{SnO}$	de zinc	
—	Oxychlorures Oxybromures et oxydures	

Formules	Noms	Solubilité
—	Paratartrates.....	Les paratartrates d'Am, Cr, Co (peu), Cu, Ni, Fe, Fev, Mg (peu), Ni (peu), K, Na sont solubles dans l'eau. Les paratartrates de Ba, Cd, Pb, Ca, Ag, Sr, Zn, sont insolubles. Quelques-uns de ces derniers sont légèrement solubles dans l'eau bouillante, et quelques-uns de ceux qui sont solubles dans l'eau sont insolubles dans l'alcool.
—	Perchlorates.....	Le perchlorate de potassium est le moins soluble : il se dissout dans 15 parties d'eau à 15°.
—	Periodates.....	La plupart sont insolubles dans l'eau : les periodates alcalins sont solubles.
C <sup>6</sup> H <sup>7</sup> O.....	Phénique (acide).....	Soluble dans l'alcool, l'éther, etc. ; peu soluble dans l'eau. Les phénates alcalins et alcalino-terreux sont solubles dans l'eau.
—	Phosphorique (acide).....	Soluble dans l'eau, surtout lorsqu'il est pur. Les métaphosphates alcalins sont solubles ; les métaphosphates alcalino-terreux et métalliques sont pour la plupart précipités.
HPhO <sup>3</sup> .....	Métaphosphorique (acide).....	Soluble dans l'eau. Les pyrophosphates alcalins sont solubles dans l'eau ; la plupart des autres pyrophosphates sont précipités, mais ils sont solubles dans les solutions de pyrophosphates alcalins.
—	Pyrophosphorique (acide).....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
H <sup>2</sup> PhO <sup>4</sup> .....	Orthophosphorique (acide).....	Insoluble dans l'eau et dans le chlorure d'ammonium ; soluble dans les acides et dans la potasse caustique ; n'est pas précipité par l'ammoniaque en présence de l'acide carbonique.
Al <sup>3</sup> Ph <sup>3</sup> O <sup>6</sup> .....	Phosphate d'aluminium.....	

$H(AzH_2)_2PO_4$ .....	—	d'ammonium...	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
—	—	d'antimoine....	Insoluble dans l'eau froide, décomposé par l'eau bouillante.
$BaHPO_4$ .....	—	de baryum.....	Très peu soluble dans l'eau; soluble dans le chlorure d'ammonium, dans l'acide chlorhydrique dilué, dans l'acide orthophosphorique et dans l'acide azotique.
$Ca^2P_2O_7$ .....	—	de cadmium..	Insoluble dans l'eau, soluble à froid dans le chlorure d'ammonium.
$CaH^2P_2O_7$ .....	—	Phosphates de calcium	Soluble dans l'eau, précipité avec décomposition par l'alcool.
—	Mono	—	Insoluble dans l'eau et dans l'alcool, peu soluble dans l'acide acétique, soluble dans les acides azotique et chlorhydrique.
$Ca^2H^2P_2O_7+4Aq$ .....	Bi	—	Insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Facilement soluble dans les acides nitrique et chlorhydrique; moins soluble dans l'acide acétique.
$Ca^3P_2O_7$ .....	Tri	—	Insoluble dans l'eau; facilement soluble dans les acides.
$Cr^2P_2O_7$ .....	Phosphate de chrome.....	—	Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.
$Co^3P_2O_7+8Aq$ .....	—	de cobalt.....	Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides, même dans l'acide acétique.
$CuHPO_4$ .....	—	de cuivre.....	Insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'acide acétique, très peu soluble dans une solution d'acide carbonique. Soluble dans les acides, mais précipité par les alcalins, l'ammoniaque, les carbonates et les acétates.
$Fe^2P_2O_7$ .....	—	ferrique.....	Insoluble dans l'eau, l'acide acétique et l'ammoniaque, soluble dans l'acide nitrique.
$Pb^2P_2O_7$ .....	—	de plomb.....	

Formules	Noms	Solubilité
$PbHPO_4$	— de plomb.....	Insoluble dans l'eau et l'acide acétique; soluble dans l'acide nitrique, la potasse et la soude.
$LiH_2PO_4$	— de lithium.....	Soluble dans l'eau.
$Li_2HPO_4$	— de lithium.....	Peu soluble (dans 833 parties d'eau à 12°), soluble dans l'eau contenant de l'acide carbonique et dans les acides très dilués.
$H^+Mg^{2+}P^{5+}O_8$	Phosphates de magnésium. Mono	Soluble dans l'eau, médiocrement soluble dans l'alcool.
$MgH_2PO_4 + 7Aq$	Bi	Soluble dans l'eau, plus soluble dans les acides dilués, même dans l'acide acétique: insoluble dans l'alcool.
$Mg^{2+}P^{5+}O_8$	Tri	Insoluble dans l'eau, difficilement soluble dans l'acide acétique, soluble dans les acides dilués.
$(AzH_4)^+Mg^{2+}P^{5+}O_8 + 12Aq$	Phosphate de magnésium et d'ammonium.....	Très peu soluble dans l'eau, un peu plus soluble en présence du chlorure d'ammonium, à peu près insoluble en présence de l'ammoniaque.
$MnH_2P^{5+}O_4 + 3Aq$	Phosphates de manganèse. Bi	Difficilement soluble dans l'eau et dans l'acide acétique, insoluble dans l'alcool.
$Mn^{2+}P^{5+}O_8 + 7Aq$	Tri	Peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, soluble dans quelques sels ammoniacaux et dans les acides.
$Hg^{2+}P^{5+}O_8$	Phosphate mercurique ...	Insoluble dans l'eau, décomposé par l'acide chlorhydrique.
$Hg_2^{2+}P^{5+}O_8$	— mercurique...	Insoluble dans l'eau, soluble dans les sels ammoniacaux et dans les acides, y compris l'acide phosphorique.

$Ni^2PhO^8 + 7Aq$ .....	Phosphate de nickel.....	Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides sulfurique, azotique, chlorhydrique et phosphorique.
$H^2KPhO^4$ .....	Phosphates de potassium.	
$H^2BiPhO^4$ .....	Mono	
$H^2K^2PhO^4$ .....	Bi	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
$K^2PhO^4$ .....	Tri	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
$HAg^2PhO^4$ .....	Phosphates d'argent, ....	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
$Bi$ .....	Bi	Décomposé par l'eau, insoluble dans l'alcool absolu et dans l'éther; soluble dans l'acide phosphorique.
$Ag^2PhO^4$ .....	Tri	Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides nitrique phosphorique et acétique, soluble dans l'ammoniaque, le chlorure d'ammonium et les hyposulfites alcalins.
$Na^2H^2PhO^4 + Aq$ .....	Phosphates de soude.....	
$Na^2H^2PhO^4 + 12Aq$ .....	Mono	Soluble dans l'eau, à peu près insoluble dans l'alcool.
$Na^2PhO^4 + 12Aq$ .....	Bi	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
$Sc^2H^2PhO^4$ .....	Tri	Soluble dans l'eau.
$Sc^2H^2PhO^4$ .....	Phosphate de strontium..	Insoluble dans l'eau contenant des sels ammoniacaux ou des acides libres.
$Sn^2Ph^2O^8$ .....	— stanneux.....	Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides minéraux, dans le chlorure d'ammonium et la potasse caustique.
$2SnO^2Ph^2O^8 + 10Aq$ .....	— stannique.....	Insoluble dans l'acide nitrique.
$(U^2O^2)^2H^2Ph^2O^8 + 7Aq$ .....	— d'uranium.....	Insoluble dans l'eau et l'acide acétique, soluble dans les acides minéraux.
$Zn^2Ph^2O^8, 2Aq$ .....	— de zinc.....	Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides, l'ammoniaque, quelques sels ammoniacaux et la potasse.
$Ph^1$ .....	Phosphore.....	Le phosphore ordinaire est insoluble dans l'eau, légèrement soluble dans l'alcool, plus soluble dans l'éther, soluble dans le sulfure de carbone et le bichlorure de soufre.

Formules	Noms	Solubilité
P <sup>h</sup>	Phosphore.....	Le phosphore amorphe est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et le sulfure de carbone, soluble dans l'acide nitrique concentré. Soluble dans l'acide nitrique dilué; facilement attaqué par l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique. Légèrement soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, soluble dans les acides dilués. La silice artificielle (calcinée) est soluble dans les alcalis. Les silicates artificiels sont décomposés par les acides, quelques silicates naturels sont décomposés par les acides, quelques autres sont inattaqués. Ces derniers sont décomposés par l'acide fluorhydrique. Insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther, la benzine et le sulfure de carbone. Les stéarates alcalins sont solubles dans une petite quantité d'eau; ils sont décomposés par une grande quantité d'eau. Les autres stéarates sont insolubles dans l'eau. Tous ceux-ci sont insolubles dans l'éther, et tous, à l'exception des stéarates alcalins, sont insolubles dans l'alcool. Presque insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther, soluble dans les acides. La plupart de ses sels sont solubles dans l'eau. Légèrement soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther.
Pb	Plomb.....	
C <sup>6</sup> H <sup>12</sup> Az <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	Quinine.....	
—	Silicates.....	
C <sup>18</sup> H <sup>36</sup> O <sup>2</sup>	Stéarique (acide).....	
—	Stéarates.....	
C <sup>22</sup> H <sup>32</sup> Az <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	Strychnine.....	
C <sup>8</sup> H <sup>8</sup>	Styrol.....	

Subérates.....		L'acide est peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude, soluble dans l'alcool, l'éther, dans les huiles grasses et volatiles. Les succinates alcalins et alcalino-terreux sont solubles dans l'eau.
Succinates.....		L'acide est soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. La plupart des succinates sont solubles dans l'eau, tous sont solubles dans l'acétate de potassium.
Sucre de canne.....		Soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther.
Sulfurique (acide).....		Soluble dans l'eau.
Sulfate d'ammonium.....		Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
— d'ammonium.....		Soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool absolu, plus soluble dans l'alcool étendu.
— d'aniline.....		Très soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther.
— de baryum.....		Insoluble dans l'eau. un peu soluble à froid dans les acides dilués. L'acide chlorhydrique bouillant en dissout une quantité considérable. Insoluble dans l'alcool et dans l'éther.
— de cadmium.....		Soluble dans l'eau.
— de calcium.....		Peu soluble dans l'eau, plus soluble en présence du chlorure de sodium et de quelques autres sels.
— de chrome.....		Soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool étendu.
— de cobalt.....		Difficilement soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante; insoluble dans l'alcool.
— cuivreux.....		Insoluble dans l'eau et dans l'acide sulfurique concentré.
— cuivrique.....		Soluble dans l'eau et dans l'alcool dilué.
$C^2H^2O^4$ .....		
$H^2SO^4$ .....		
$Al^2(SO^4)^3+18Aq$ .....		
$(NH^4)^2SO^4$ .....		
$(AZHC^2H^3)HSO^4$ .....		
$BaSO^4$ .....		
$CdSO^4+4Aq$ .....		
$CaSO^4$ .....		
$Cr^2(SO^4)^3+15Aq$ .....		
$CoSO^4$ .....		
$Cu^2SO^4$ .....		
$CuSO^4+5Aq$ .....		

Formules	Noms	Solubilité
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Sulfate ferrique	Soluble dans l'eau.
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	—	Soluble dans l'eau et l'alcool.
$\text{PbSO}_4$	de plomb.	Insoluble dans l'eau, plus soluble en présence des sels ammoniacaux, insoluble dans l'alcool, soluble dans l'acide chlorhydrique chaud et concentré, soluble dans la potasse chaude, dans la lessive de soude et à chaud dans l'ammoniacque; peu soluble dans l'acide sulfurique concentré, précipité de ses solutions par l'acide sulfurique.
$\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	de lithium	Soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool.
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	de magnésium	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
$\text{MnSO}_4$	manganeux	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'éther.
$\text{Mn}(\text{SO}_4)_2$	manganique	Décomposé par l'eau, les acides dilués et l'alcool.
$\text{Hg}_2\text{SO}_4$	mercuroux	Peu soluble dans l'eau.
$\text{HgSO}_4$	mercurique	Décomposé par l'eau.
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	de nickel	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et l'éther.
$\text{K}_2\text{SO}_4$	de potassium	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool absolu.
		Densités à 15° C P. 100 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,0795 1,03050 4
$2\text{C}^{20}\text{H}^{32}\text{N}_2\text{O}^+\text{H}^+\text{SO}_4$	de quinine	Densités à 15° C P. 100 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,07350 10 4
$\text{Ag}_2\text{SO}_4$	d'argent	Peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, plus soluble dans les acides dilués que dans l'eau.
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	de sodium	Soluble dans l'eau et dans la glycérine, très peu soluble dans l'alcool.

SrSO <sub>4</sub> .....	—	de strontium.....	Insoluble dans l'eau (plus soluble que le sulfate de baryte), presque absolument insoluble dans l'alcool.
ZnSO <sub>4</sub> .....	—	de zinc.....	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub> .....	—	Sulfure d'aluminium.....	Décomposé par l'eau.
(AsH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S.....	—	d'antimoine (précipité).....	Soluble dans l'eau.
Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> .....	—		
As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> .....	—	d'arsenic (précipité).....	Insoluble dans l'eau, et dans les acides dilués ; soluble dans les acides concentrés, dans les alcalis caustiques et dans les sulfures alcalins.
BaS.....	—	de baryum.....	Peu soluble dans l'eau chaude, insoluble dans les acides, soluble dans l'eau régale, dans les alcalis caustiques et dans les sulfures alcalins.
Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub> .....	—	de bismuth.....	Soluble dans l'eau avec décomposition.
CdS.....	—	de cadmium.....	Insoluble dans l'eau, dans les acides dilués, dans les solutions alcalines, les sulfures alcalins et le cyanure de potassium.
CaS.....	—	de calcium.....	Insoluble dans l'eau, dans les acides dilués, les alcalis, les sulfures alcalins et le cyanure de potassium ; soluble dans l'acide chlorhydrique concentré et l'acide azotique.
Cr <sub>2</sub> S <sub>3</sub> .....	—	de chrome.....	Insoluble dans l'eau ; le sulfhydrate de calcium est soluble.
CoS.....	—	de cobalt.....	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide nitrique, plus facilement soluble dans l'eau régale ; insoluble dans la potasse caustique et le sulfure de potassium.
			Obtenu par précipitation, il est insoluble dans l'eau, dans les alcalis caustiques et carbonatés ; peu soluble dans les acides minéraux dilués, plus soluble dans les acides concentrés, soluble dans l'eau régale.

Formules	Noms	Solubilité
CuS <sup>+</sup> .....	Sulfure cuivreux.....	Insoluble dans le sulfure d'ammonium; difficilement soluble à chaud dans les acides chlorhydrique et azotique.
CuS.....	— cuivrique.....	Insoluble dans l'eau, peu soluble dans le sulfure d'ammonium; insoluble dans les alcalis caustiques et les sulfures alcalins; soluble dans les acides chlorhydrique et nitrique, et dans l'eau régale; soluble avec décomposition dans le cyanure de potassium.
Au <sup>+</sup> S <sup>+</sup> .....	— d'or.....	Insoluble dans l'eau et les acides chlorhydrique et nitrique, soluble dans l'eau régale, soluble dans le sulfure jaune d'ammonium, dans les alcalis caustiques et dans les sulfures alcalins.
FeS.....	— de fer.....	Insoluble ou peu soluble dans l'eau, insoluble dans le sulfure d'ammonium, soluble à froid dans les acides minéraux.
Li <sup>+</sup> S.....	— de lithium.....	Soluble dans l'eau.
MgS.....	— de magnésium.....	Très peu soluble dans l'eau froide, soluble dans les acides avec décomposition.
MnS.....	— de manganèse.....	Insoluble dans l'eau et le sulfure d'ammonium, soluble dans les acides dilués, même dans l'acide acétique.
Hg <sup>+</sup> S.....	— mercureux.....	Insoluble dans l'eau froide, l'acide nitrique dilué et à chaud dans l'ammoniaque caustique et le sulfure d'ammonium.
HgS.....	— mercurique.....	Obtenu par précipitation, il est insoluble dans l'eau et à chaud dans les acides; soluble dans l'eau régale; insoluble dans les alcalis caustiques, dans le cyanure de potassium et le sulfure d'ammonium.

NiS.....	—	de nickel.....	Insoluble dans l'eau; peu soluble dans l'ammoniaque et dans un mélange d'ammoniaque et de sulfure d'ammonium; insoluble dans les acides minéraux dilués, soluble dans l'eau régale.
K <sup>+</sup> S.....	—	de potassium...	Soluble dans l'eau et dans l'alcool.
Ag <sup>+</sup> S.....	—	d'argent.....	Insoluble dans l'eau, les acides dilués, les alcalis caustiques, les sulfures alcalins; soluble dans l'eau régale.
Na <sup>+</sup> S.....	—	de sodium.....	Soluble dans l'eau; insoluble dans l'alcool et dans l'éther.
SrS.....	—	de strontium...	Soluble dans l'eau avec décomposition.
SnS.....	—	stanneux.....	Insoluble dans l'eau et dans les acides dilués. Soluble dans les acides concentrés, dans le sulfure jaune d'ammonium et dans le sulfure de potassium.
SnS <sup>+</sup> .....	—	stannique.....	Insoluble dans l'eau; soluble dans les alcalis caustiques et dans les sulfures alcalins; soluble à chaud dans l'acide chlorhydrique concentré.
ZnS.....	—	de zinc.....	Insoluble dans l'eau, dans les alcalis caustiques et dans les sulfures alcalins; soluble dans les acides dilués.
(AzH <sup>+</sup> ) <sup>+</sup> SO <sup>+</sup> .....	Sulfite	d'ammonium.....	Soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool absolu.
BaSO <sup>+</sup> .....	—	de baryum.....	A peine soluble dans l'eau, soluble dans l'acide sulfurique.
CdSO <sup>+</sup> .....	—	de cadmium.....	Difficilement soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
CaSO <sup>+</sup> .....	—	de calcium.....	Peu soluble dans l'eau, soluble dans l'acide sulfurique.
CoSO <sup>+</sup> .....	—	de cobalt.....	A peu près insoluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
PbSO <sup>+</sup> .....	—	de plomb.....	Insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'acide sulfurique.
Li <sup>+</sup> SO <sup>+</sup> +6Aq.....	—	de lithium.....	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.

Formules	Noms	Solubilité
MgSO <sup>7</sup> .....	Sulfure de magnésium .....	Difficillement soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, soluble dans l'acide sulfurique.
MnSO <sup>8</sup> .....	— de manganèse. ....	Insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, soluble dans l'acide sulfurique.
NiSO <sup>4</sup> +6Aq.....	de nickel.....	Insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide sulfurique.
K <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> +2Aq.....	de potassium.....	Soluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool.
Ag <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> .....	d'argent.....	Très peu soluble dans l'eau, presque insoluble dans l'acide sulfurique.
Na <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> +7Aq.....	de sodium.....	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
SrSO <sup>4</sup> .....	de strontium.....	Presque insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide sulfurique.
ZnSO <sup>4</sup> .....	de zinc.....	Peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.
	Sulfocyanures.....	Les suivants sont solubles dans l'eau : sulfocyanures d'allyle (peu) d'Al, Ba, Ca, Co, Cu (peu), Fe, Mg, Mn, Ni, K, Na, Sr, Ur, Zn, Sn.
		Les suivants sont insolubles : sulfocyanures d'Ag, Hg, Cu, d'amyle, Bi, Cd, d'éthyle, Ph, de méthyle.
S <sup>8</sup> .....	Soufre.....	Insoluble dans l'eau, légèrement soluble dans l'alcool, l'éther, la benzène, l'essence de térébenthine et, en général, dans les huiles grasses et essentielles, surtout lorsque les liquides sont chauds.
	Sulfhydrates.....	Soluble dans le sulfure de carbone.
		Les suivants sont solubles : sulfhydrates d'Am, Ba, Ca, Na, K, Sr.
C <sup>6</sup> H <sup>5</sup> O <sup>6</sup> .....	Tartrique (acide).....	Soluble dans l'eau et dans l'alcool; insoluble dans l'éther et l'essence de térébenthine.
	Tartrates.....	Les tartrates, à l'exception des tartrates alcalins, sont peu solubles ou insolubles dans l'eau. Les tartrates acides sont le plus souvent solubles, à

<p><math>C^*H^*Az^*O^*</math>.....</p>	<p>Théobromine.....</p>	<p>l'exception de ceux des alcalis. Les tartrates métalliques qui sont solubles dans l'eau, sont aussi solubles dans les acides chlorhydrique et nitrique et, à l'exception des tartrates de mercure et d'argent, dans les alcalis caustiques; et aussi dans l'ammoniaque, excepté le tartrate de mercure.</p>
<p>—</p>	<p>Titanique (acide).....</p>	<p>Peu soluble dans l'eau, bouillante, moins soluble dans l'alcool et l'éther; facilement soluble dans l'ammoniaque, l'acide acétique et les alcalis caustiques. Calciné (HCl): insoluble dans l'eau et les acides. à l'exception de l'acide fluorhydrique, dans les solutions d'alcalis caustiques et carbonatés.</p>
<p>—</p>	<p>Tungstates.....</p>	<p>Hydraté: insoluble dans l'eau, soluble dans les acides; très peu soluble dans les carbonates alcalins. Les tungstates alcalins sont solubles dans l'eau, mais tous les autres, à l'exception du tungstate de magnésium, sont insolubles dans l'eau.</p>
<p>—</p>	<p>Urates.....</p>	<p>L'acide est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; les urates alcalins et alcalino-terreux sont difficilement solubles dans l'eau froide, plus facilement solubles dans l'eau chaude. Les urates métalliques et d'ammonium sont insolubles. Tous les urates sont décomposés par les acides, même par l'acide acétique.</p>
<p>—</p>	<p>Vanadates.....</p>	<p>La plupart des bivanadates sont facilement solubles dans l'eau, les autres vanadates sont peu solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool.</p>
<p>—</p>	<p>Cires.....</p>	<p>Les cires sont insolubles dans l'eau, difficilement solubles dans l'alcool et dans les solutions alcalines. Facilement solubles dans l'éther et les huiles; solubles dans la benzine et le chloroforme et dans les huiles fixes et essentielles.</p>
<p>Zn.....</p>	<p>Zinc.....</p>	<p>Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique dilué, l'acide nitrique et l'acide sulfurique.</p>

TABLEAU DES DENSITÉS DES GAZ ET DE QUELQUES VAPEURS AVEC LE POIDS  
DU LITRE EN GRAMMES.

GAZ OU VAPEURS	DENSITÉ	POIDS
	trouvée. Celle de l'air = 1.	DU LITRE en gr. à 0°.
Oxygène.....	1,1056	1,4298
Hydrogène.....	0,06926	0,08956
Azote.....	0,97137	1,25617
Chlore.....	2,44	3,1550
Brome.....	5,3933	6,8697
Iode.....	8,7160	11,2710
Cyanogène.....	1,8064	2,3360
Soufre.....	2,2000	2,8430
Sélénium.....	5,7000	7,0229
Tellure.....	8,9160	11,5310
Phosphore.....	4,3550	5,6318
Arsenic.....	10,3900	13,4362
Carbone.....	0,8292?	1,0723?
Mercure.....	6,9760	9,0210
Eau (vapeur d').....	0,6235	0,8063
Eau (vapeur à 100°).....	0,4564	0,5892
Air atmosphérique.....	1,0000	1,293187
Protoxyde d'azote.....	1,5269	1,9743
Bioxyde d'azote.....	1,0390	1,3436
Gaz ammoniac.....	0,5960	0,7707
Acide chlorhydrique.....	1,2474	1,6131
— bromhydrique.....	2,7310	3,5316
— iodhydrique.....	4,4330	5,7456
— fluorhydrique.....	0,6930	0,8960
— cyanhydrique.....	0,9456	1,2228
— sulfhydrique.....	1,1921	1,5416
— sélénhydrique.....	2,7846	3,6041
— tellurhydrique.....	4,5276	5,8550
Hydrogène phosphoré.....	1,1850	1,5350
— arsénié.....	2,6950	3,4851
— protocarboné.....	0,5560	0,7190
— bicarboné.....	0,96775	1,2514
Acétylène.....	0,9200	1,1650
Acide hypochloreux.....	2,9770	3,8498
— sulfureux.....	2,234	2,8889
— sulfurique anhydre.....	2,7630	3,5730
— — monohydraté.....	2,4500	2,7203

TABLEAU DES DENSITÉS DES GAZ ET DE QUELQUES VAPEURS, AVEC LE POIDS  
DU LITRE EN GRAMMES (*Suite*).

GAZ OU VAPEURS	DENSITÉ	POIDS
	TROUVÉE. Celle de l'air = 1.	DU LITRE en gr. à 0°.
Acide arsénieux.....	3,8500	17,9105
Oxyde de carbone.....	10,9674	1,2510
Acide carbonique.....	1,5290	1,9772
Protochlorure de soufre.....	4,6500	5,3533
Bichlorure de soufre.....	3,5490	4,5895
Protochlorure de phosphore.....	4,7420	6,1299
Perchlorure de phosphore.....	3,6500	4,7201
Protochlorure de carbone.....	5,7240	7,4022
Bichlorure de carbone.....	5,4150	7,0026
Chlorure de cyanogène.....	2,4244	2,7473
Chlorure de silicium.....	5,9390	7,6802
Fluorure de bore.....	2,3124	2,9903
— de silicium.....	3,6000	4,6554
Sulfure de carbone.....	2,6430	3,4204
Alcool vinique.....	1,6133	2,0862
— méthylique.....	1,1200	1,4483
— amylique.....	3,1470	4,0696
Aldéhyde.....	1,5320	1,9811
Ether ordinaire.....	2,5650	3,3170
— acétique.....	3,0670	3,9662
— iodhydrique.....	5,4170	7,0051
Acétone.....	2,0025	2,5896
Benzine.....	2,7700	3,5821
Pétrolène.....	9,4150	12,1753
Chloroforme.....	4,2150	4,4507

TABEAU DES POINTS D'ÉBULLITION DES PRINCIPAUX LIQUIDES ORGANIQUES  
POUR SERVIR A L'ANALYSE QUALITATIVE.

SUBSTANCES	Points d'ébul- lition.	SUBSTANCES	Points d'ébuli- tion.
Hydruie d'amyle.....	5°	Liqueur des Hollandais	
Chlorure d'éthyle.....	11	(Glycol dich).....	82,5
Bromure de méthyle.....	13	Benzine.....	84,4
Oxyde d'éthylène.....	13,5	Oxyde de propyle.....	85-86
Ethylamine.....	18,5	Azotate d'éthyle.....	86
Crotonylène.....	20	Sulfure d'éthyle.....	90
Sulfhydrate de méthyle.....	21	Triéthyle.....	91
Aldéhyde vinique.....	21	Hydruie d'œnanthyle.....	92
Chlorure de méthylchloré.....	30	Alcool allylique.....	97
Hydruie d'amyle.....	30	Cyanure d'éthyle.....	97
Oxyde d'éthyle (éther ordinaire).....	35	Alcool propylique.....	98
Amylène.....	39	Chloral.....	99
Cyanate de méthyle.....	40	Acide formique.....	100
Bromure d'éthyle.....	40	Acide acrylique.....	100
Sulfure de méthyle.....	41	Iodure d'allyle.....	101
Iodure de méthyle.....	43,8	Alcool isoamylique.....	105
Valérylène.....	44-46	Pipéridine.....	106
Aldéhyde propionique.....	46	Alcool butylique.....	109
Valylène.....	50	Toluène.....	110
Aldéhyde allylique (acroléine).....	52	Bisulfure de méthyle.....	115
Caproène.....	55	Hydruie de capryle.....	116
Chlorure d'acétyle.....	55	Zinc-éthyle.....	118
Acétone éthylique.....	56	Acide acétique.....	120
Diéthyle.....	57	Aldéhyde caproïque.....	121
Acétate de méthyle.....	58	Caprylène.....	125
Diallyle.....	59	Glycol monochlorhydrique.....	128
Chloroforme.....	60	Bromure d'éthylène.....	132
Isocyanate d'éthyle.....	60	Alcool amylique.....	132
Sulfhydrate d'éthyle.....	63	Hydruie de pèlaryle.....	136
Alcool méthylique.....	66	Acide acétique anhydra.....	137,5
Azotate de méthyle.....	66	Xylène.....	139
Hydruie de caproïle.....	68	Pèlarylène.....	140
Méthylchloracétol.....	70	Acide propionique.....	140,5
Aldéhyde butyrique.....	70-75	Oxyde de butyle.....	140,5
Iodure d'éthyle.....	72	Cinnamène.....	145,5
Acétate d'éthyle.....	74	Sulfure d'allyle.....	148
Cyanure de méthyle.....	77	Alcool caproïque.....	150
Perchlorure de carbone.....	77	Cumène.....	151
Alcool vinique.....	78	Sulfocyanure d'allyle.....	151
œnanthylène.....	80-85	Bisulfure d'éthyle.....	151
		Carpène.....	155

TABEAU DES POINTS D'ÉBULLITION DES PRINCIPAUX LIQUIDES ORGANIQUES POUR SERVIR A L'ANALYSE QUALITATIVE (Suite).

SUBSTANCES	Points d'ébullition.	SUBSTANCES	Points d'ébullition.
Trichlorhydrine.....	155	Sulfate de méthyle.....	188
Aldéhyde cœnanthylque.	156	Formamide.....	190
Acide butyrique (de l'alcool).....	157	Aldéhyde salicylique.....	196
Térébenthène (essence de T).....	159	Etylglycol.....	197
Diamylène.....	160	Acide caproïque.....	200
Térébène.....	160	Pseudotoiuidine.....	202
Terpilène.....	160	Ethylaniline.....	204
Acide butyrique (du glucose).....	163	Ethylacétamide.....	205
Mésitylène.....	165	Conchine.....	212
Hydrure de camphène.....	165	Salicylate de méthyle.....	212-215
Alcool cœnanthylque.....	168	Hexylglycol.....	215
Hydrure de terpilène.....	170	Phosphate neutre d'éthyle.....	215
Cacodyle.....	170	Xilidine.....	215
Cymène.....	175	Propylglycol.....	216
Pinacone.....	175	Alcool benzilique.....	217
Acide valérique.....	176	Nitrobenzine.....	220
Oxyde d'amyle.....	176	Acide cœnanthylque.....	222
Amylglycol.....	177	Cumidine.....	225
Alcool caprylique.....	178	Monochlorhydrine.....	227
Dichlorhydrine.....	178	Nitrotolène.....	230
Aldéhyde benzoïque.....	179,5	Octylglycol.....	235-240
Glycol monoacétique.....	182	Cédène.....	237
Butylglycol.....	183	Aldéhyde cuminique.....	237
Oxalate neutre d'éthyle.....	184	Alcool cumipique.....	243
Aniline.....	184,8	Nicotine.....	250
Glycol diacétique.....	186	Eugénol.....	253
Laurène.....	188	Triamylène.....	270
		Cétène.....	275
		Diacétine.....	280
		Glycérine.....	285

TABLEAU DONNANT LA QUANTITÉ DES ÉLÉMENTS CHERCHÉS

Éléments.	Composés trouvés.	Corps cherchés.	1	
Aluminium	Alumine $Al_2O_3$	Aluminium Al	0,53398	
Ammonium	Chlorure d'ammonium $AzH_4Cl$	Ammoniaque $AzH_3$	0,81850	
	Chlorure double d'ammonium et de platine $AzH_4Cl, PtCl_2$	Oxyde d'ammonium $AzH_3O$	0,41676	
Antimoine	Chlorure double d'ammonium et de platine $AzH_4Cl, PtCl_2$	Ammoniaque $AzH_3$	0,07641	
	Oxyde d'antimoine $SbO_3$	Antimoine Sb	0,83562	
	Sulfure d'antimoine $SbS_3$	Antimoine Sb	0,71765	
	Sulfure d'antimoine $SbS_3$	Oxyde d'antimoine $SbO_3$	0,85822	
Argent	Acide antimonieux $SbO_3$	Oxyde d'antimoine $SbO_3$	0,94803	
	Chlorure d'argent $AgCl$	Argent Ag	0,75276	
Arsenic	Chlorure d'argent $AgCl$	Oxyde d'argent $AgO$	0,80854	
	Acide arsénieux $ArO_3$	Arsenic Ar	0,75758	
	Acide arsénique $ArO_5$	Arsenic Ar	0,65217	
	Acide arsénique $ArO_5$	Acide arsénieux $ArO_3$	0,86087	
	Trisulfure d'arsenic $ArS_3$	Acide arsénieux $ArO_3$	0,80488	
	Trisulfure d'arsenic $ArS_3$	Acide arsénique $ArO_5$	0,93496	
	Arséniate-ammoniac-magnés. $2MgO, AzH_4O, ArO_3 + Aq$	Acide arsénique $ArO_5$	0,60526	
	Arséniate-ammoniac-magnés. $2MgO, AzH_4O, ArO_3 + Aq$	Acide arsénieux $ArO_3$	0,52105	
	Azote	Chlorure double de platine et d'ammonium $AzH_4Cl, PtCl_2$	Azote Az	0,06295
		Platine Pt	Azote Az	0,44240
Sulfate de baryte $BaSO_3$		Acide azotique $AzO_3$	0,46352	
Cyanure d'argent $Ag, C^*Az$		Cyanogène $C^*Az$	0,19410	

CORRESPONDANT AUX POIDS DES ÉLÉMENTS TROUVÉS.

2	3	4	5	6	7	8	9
1,06796	1,60194	2,13592	2,66990	3,20389	3,73787	4,27185	4,80583
0,63700	0,95550	1,27400	1,59050	1,91100	2,22950	2,54800	2,86650
0,23352	0,35028	0,46704	0,58380	0,70056	0,81732	0,93408	1,05084
0,15282	0,22923	0,30564	0,38205	0,45846	0,53487	0,61128	0,68769
1,67123	2,30685	3,34247	4,17808	5,01370	5,84932	6,68494	7,52055
1,43529	2,15294	2,87059	3,58834	4,30588	5,02353	5,74118	6,45882
1,71765	2,57647	3,43530	4,29412	5,15294	6,01177	6,87059	7,72942
1,89610	2,84416	3,79221	4,74026	5,68831	6,63636	7,58442	8,53247
1,50552	2,25828	3,01104	3,76380	4,51656	5,26932	6,02208	6,77484
1,61708	2,42562	3,23416	4,04270	4,85124	5,65978	6,46832	7,27686
1,51516	2,27274	3,03032	3,78790	4,54548	5,30306	6,06064	6,81822
1,30435	1,95652	2,60870	3,26087	3,91304	4,56522	5,21739	5,86957
1,72174	2,58261	3,44348	4,30435	5,16521	6,02608	6,88695	7,74782
1,60975	2,41463	3,21951	4,02439	4,82927	5,63415	6,43902	7,24390
1,86992	2,80488	3,73984	4,67480	5,60975	6,54471	7,47967	8,41463
1,21053	1,81579	2,42105	3,02631	3,63158	4,23684	4,84210	5,44737
1,04210	1,56316	2,08421	2,60526	3,12631	3,64736	4,16842	4,68947
0,12590	0,18883	0,25180	0,31475	0,37770	0,44065	0,50360	0,56655
0,28480	0,42720	0,56960	0,71200	0,85440	0,99680	1,13920	1,28160
0,92704	1,39056	1,85408	2,31760	2,78111	3,24463	3,70815	4,17167
0,38820	0,58230	0,77640	0,97050	1,16460	1,35870	1,55280	1,74690

Éléments.	Composés trouvés.	Corps cherchés.	1
Azote	Cyanure d'argent Ag,C <sup>2</sup> Az	Acide cyanhydrique H,C <sup>2</sup> A <sup>2</sup>	0,20156
Baryum	Baryte BaO	Baryum Ba	0,89942
	Sulfate de baryte BaO,SO <sup>3</sup>	Baryte BaO	0,65565
	Carbonate de baryte BaO,CO <sup>2</sup>	Baryte BaO	0,77665
	Fluosilicure de baryum BaFl,SiFl <sup>2</sup>	Baryte BaO	0,54839
Bismuth	Oxyde de bismuth BiO <sup>3</sup>	Bismuth Bi	0,89655
Bore	Acide borique BoO <sup>3</sup>	Bore Bo	0,31429
Brome	Bromure d'argent AgBr	Brome Br	0,42560
Cadmium	Oxyde de cadmium CdO	Cadmium Cd	0,87500
Calcium	Chaux CaO	Calcium Ca	0,71429
	Sulfate de chaux CaO,SO <sup>3</sup>	Chaux CaO	0,41176
	Carbonate de chaux CaO,CO <sup>2</sup>	Chaux CaO	0,56000
Carbone	Acide carbonique CO <sup>2</sup>	Carbone C	0,27273
	Carbonate de chaux CaO,CO <sup>2</sup>	Acide carbonique CO <sup>2</sup>	0,44000
Chlore	Chlorure d'argent AgCl	Chlore Cl	0,24724
	Chlorure d'argent AgCl	Acide chlorhydrique HCl	0,25421
Chrome	Sesquioxyde de chrome Cr <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Chrome Cr <sup>2</sup>	0,68619
	Sesquioxyde de chrome Cr <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Acide chromique 2CrO <sup>3</sup>	1,31381
	Chromate de plomb PbO,CrO <sup>3</sup>	Acide chromique CrO <sup>3</sup>	0,31062
Cobalt	Cobalt Co	Protoxyde de cobalt CoO	1,27119
	Sulfate de protoxyde de cobalt CoO,SO <sup>3</sup>	Protoxyde de cobalt CoO	0,48387
	Azotite de potasse et de cobalt Co <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,3KO,5AzO <sup>3</sup> +2HO	Protoxyde de cobalt 2CoO	0,17348
	Azotite de potasse et de cobalt Co <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ,3KO,5AzO <sup>3</sup> +2HO	Cobalt 2Co	0,13648
	Sulfate de protoxyde de cobalt + sulfate de potasse 2(CoO,SO <sup>3</sup> )+3(KO,SO <sup>3</sup> )	Protoxyde de cobalt 2CoO	0,18015

2	3	4	5	6	7	8	9
0,40312	0,60468	0,80624	1,00780	1,20936	1,41092	1,61248	1,81404
1,79085	2,68627	3,58170	4,47712	5,37255	6,26797	7,16340	8,05882
1,31330	1,96996	2,62661	4,28326	3,93991	4,59656	5,25322	5,90987
1,55330	2,32995	3,10660	3,88325	4,65990	5,43655	6,21320	6,98985
1,09677	1,64516	2,19355	2,74194	3,29032	3,83871	4,38710	4,93548
1,79310	2,68965	3,58620	4,48275	5,37930	6,27586	7,17240	8,06895
0,62857	0,94286	1,25714	1,57143	1,88572	2,20000	2,51429	2,82857
0,85120	1,27680	1,70240	2,12800	2,55360	2,97920	3,40480	3,83040
1,75000	2,62500	3,50000	4,37500	5,25000	6,12500	7,00000	7,87500
1,42857	2,14286	2,85714	3,57143	4,28571	5,00000	5,71429	6,42857
0,82353	1,23529	1,64706	2,05882	2,47059	2,88235	3,29412	3,70588
1,12000	1,68000	2,24000	2,80000	3,36000	3,92000	4,48000	5,04000
0,54546	0,81818	1,09091	1,36364	1,63636	1,90909	2,18181	2,45455
0,88600	1,32000	0,76000	2,20000	2,64000	3,08000	3,52000	3,96000
0,49448	0,74172	0,98896	1,23620	1,48344	1,73068	1,97792	2,22516
0,50842	0,76263	1,01684	1,27105	1,52526	1,77947	2,03368	2,28789
1,37238	2,05858	2,74477	3,43096	4,11715	4,80334	5,48954	6,17573
2,62762	3,94142	5,25523	6,56904	7,88385	9,19666	10,51046	11,82427
0,62124	0,93187	1,24229	1,55311	1,86373	2,17435	2,48498	2,79560
2,54237	3,81356	5,08474	6,35593	7,62712	8,89830	10,16949	11,44067
0,96774	1,45161	1,93548	2,41935	2,90323	3,38710	3,87097	4,35484
0,34699	0,52044	0,69392	0,86739	1,04087	1,21435	1,38783	1,56131
0,27295	0,40943	0,54591	0,68238	0,81886	0,95534	1,09182	1,22829
0,36029	0,54044	0,72058	0,90073	1,08088	1,26102	1,44117	1,62131

Éléments.	Composés trouvés.	Corps cherchés.	1
Cobalt	Sulfate de protoxyde de cobalt + sulfate de potasse $2(\text{CoO}, \text{SO}^2) + 3(\text{K}, \text{O}, \text{SO}^2)$	Cobalt $2\text{Co}$	0,14471
Cuivre	Oxyde de cuivre $\text{CuO}$ Sulfure de cuivre $\text{Cu}^2\text{S}$	Cuivre $\text{Cu}$ Cuivre $2\text{Cu}$	0,79849 0,79849
Étain	Bioxyde d'étain $\text{SnO}^2$ Bioxyde d'étain $\text{SnO}^2$	Étain $\text{Sn}$ Protoxyde d'étain $\text{SnO}$	0,78667 0,89333
Fer	Sesquioxyde de fer $\text{Fe}^2\text{O}^3$ Sesquioxyde de fer $\text{Fe}^2\text{O}^3$ Sulfure de fer $\text{FeS}$	Fer $2\text{Fe}$ Protoxyde de fer $2\text{FeO}$ Fer $\text{Fe}$	0,70000 0,90000 0,63636
Fluor	Fluorure de calcium $\text{CaFl}$ Fluorure de silicium $\text{SiFl}^2$	Fluor $\text{Fl}$ Fluor $2\text{Fl}$	0,48718 0,73077
Hydrogène	Eau $\text{HO}$	Hydrogène $\text{H}$	0,11111
Iode	Iodure d'argent $\text{AgI}$ Iodure de palladium $\text{PdI}$	Iode $\text{I}$ Iode $\text{I}$	0,54049 0,70556
Lithium	Carbonate de lithine $\text{LiO}, \text{CO}^2$ Sulfate de lithine $\text{LiO}, \text{SO}^2$ Phosphate basique de lithine $3\text{LiO}, \text{PhO}^2$	Lithine $\text{LiO}$ Lithine $\text{LiO}$ Lithine $3\text{LiO}$	0,40541 0,27273 0,38793
Magnésium	Magnésie $\text{MgO}$ Sulfate de magnésie $\text{MgO}, \text{SO}^2$ Pyrophosphate de magnésie $\text{PhO}^2, 2\text{MgO}$	Magnésium $\text{Mg}$ Magnésie $\text{MgO}$ Magnésie $2\text{MgO}$	0,60030 0,33503 0,36036
Manganèse	Protoxyde de manganèse $\text{MnO}$ Oxyde salin de manganèse $\text{MnO} + \text{Mn}^2\text{O}^3$ Sesquioxyde de manganèse $\text{Mn}^2\text{O}^3$ Sulfate de manganèse $\text{MnO}, \text{SO}^2$ Sulfure de manganèse $\text{MnS}$	Manganèse $\text{Mn}$ Manganèse $3\text{Mn}$ Manganèse $2\text{Mn}$ Protoxyde de mang. $\text{MnO}$ Protoxyde de mang. $\text{MnO}$	0,77465 0,72052 0,69620 0,47020 0,81609

2	3	4	5	6	7	8	9
0,28343	0,42514	0,56686	0,70857	0,85029	0,99200	1,13372	1,27543
1,59698	2,39547	3,19396	3,99244	4,79093	5,58942	6,38791	7,18640
1,59698	2,39547	3,19396	3,99244	4,79093	5,58942	6,38791	7,18640
1,57333	2,36000	3,14667	3,93330	4,72000	5,50667	6,29334	7,08000
1,78667	2,68000	3,57333	4,46667	5,36000	6,25333	7,14666	8,04000
1,40000	2,10000	2,80000	3,50000	4,20000	4,90000	5,60000	6,30000
1,80000	2,70000	3,60000	4,50000	5,40000	6,30000	7,20000	8,10000
1,27273	1,90909	2,54546	3,18182	3,81818	4,45455	5,09091	5,72728
0,97436	1,46154	1,94872	2,43590	2,92307	3,41027	3,89743	4,38461
1,46154	2,19321	2,92308	3,65385	4,38461	5,11538	5,84615	6,57692
0,22222	0,33333	0,44444	0,55555	0,66667	0,77778	0,88889	9,00000
1,08099	1,62148	2,16198	2,70247	3,24297	3,78346	4,32396	4,86445
1,41111	2,11667	2,82222	3,52778	4,23334	4,93889	5,64445	6,35000
0,81081	1,21622	1,62162	2,02703	2,43243	2,83784	3,24324	3,64865
0,54545	0,81818	1,09091	1,36364	1,63636	1,90909	2,18182	2,45454
0,77586	1,16379	1,55172	1,93966	2,32759	2,71552	3,10345	3,49138
1,20061	1,80091	2,40121	3,00151	3,60182	4,20212	4,80242	5,40273
0,66700	1,00051	1,33401	1,66751	2,00101	2,33451	2,66802	3,00152
0,72072	1,08108	1,44144	1,80180	2,16216	2,52252	2,88288	3,24324
1,54930	2,32394	3,09959	3,87524	4,64789	5,42254	6,19718	6,97183
1,44105	2,16157	2,88210	3,60262	4,23314	5,04367	5,76419	6,48472
1,39241	2,08861	2,78481	3,48102	4,17722	4,87342	5,56962	6,26583
0,94040	1,41060	1,88080	2,35099	2,82119	3,29139	3,76159	4,23179
1,63218	2,44828	3,26437	4,08046	4,89655	5,71264	6,52874	7,34483

Éléments.	Composés trouvés.	Corps cherchés.	1
Manganèse	Sulfure de manganèse MnS	Manganèse Mn	0,62318
Mercure	Mercure 2Hg	Protoxyde de merc. Hg <sup>2</sup> O	1,04008
	Mercure Hg	Bioxyde de mercure HgO	1,08000
	Protochlorure de mercure Hg <sup>2</sup> Cl	Mercure 2Hg	4,00849
	Bisulfure de mercure HgS	Mercure Hg	0,86207
Nickel	Protoxyde de nickel NiO	Nickel Ni	0,78677
Oxygène	Alumine Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Oxygène 3O	0,46602
	Antimoine (Oxyde d') SbO <sup>3</sup>	Oxygène 3O	0,46438
	Argent (Oxyde d') AgO	Oxygène O	0,06898
	Arsénieux (Acide) AsO <sup>3</sup>	Oxygène 3O	0,24242
	Arsénique (Acide) AsO <sup>5</sup>	Oxygène 5O	0,34783
	Baryte BaO	Oxygène O	0,40458
	Bismuth (Oxyde de) BiO <sup>3</sup>	Oxygène 3O	0,40345
	Cadmium (Oxyde de) CdO	Oxygène O	0,12500
	Chaux CaO	Oxygène O	0,28571
	Chrome (Sesquioxyde de) Cr <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Oxygène 3O	0,31381
	Cobalt (Protoxyde de) CoO	Oxygène O	0,21333
	Cuivre (Bioxyde de) CuO	Oxygène O	0,20151
	Étain (Bioxyde d') SnO <sup>2</sup>	Oxygène 2O	0,24333
	Fer (Peroxyde de) Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Oxygène 3O	0,30000
	Fer (Protoxyde de) FeO	Oxygène O	0,22222
	Hydrogène (Oxyde d') HO	Oxygène O	0,88889
	Magnésie MgO	Oxygène O	0,39970
	Manganèse (Protoxyde de) MnO	Oxygène O	0,22535

2	8	4	5	6	7	8	9
1,26437	1,89635	2,52874	3,16092	3,79310	4,42529	5,05717	5,68966
2,08000	3,12000	4,16000	5,20000	6,24000	7,28000	8,32000	9,36000
2,16000	3,24000	4,32000	5,40000	6,48000	7,56000	8,64000	9,72000
1,69880	2,54820	3,39760	4,24701	5,09641	5,94581	6,79521	7,64461
1,72444	2,58621	3,44828	4,31034	5,17241	6,03448	6,89655	7,75862
1,37333	2,36000	3,14667	3,93333	4,72000	5,50667	6,29334	7,08000
0,93204	1,39806	1,86408	2,33010	3,79611	3,26213	3,37815	4,19417
0,32877	0,49315	0,65754	0,82192	0,98630	1,15069	1,31507	1,47946
0,13796	0,20694	0,27592	0,34490	0,41388	0,48286	0,55184	0,62082
0,48484	0,72726	0,96968	1,21210	1,45452	1,69694	1,93936	2,18178
0,69565	1,04348	1,39130	1,73913	2,08696	2,43478	2,78261	3,13043
0,20915	0,31373	0,41830	0,52288	0,62745	0,73203	0,83660	0,94118
0,20690	0,31035	0,41380	0,51725	0,62070	0,72415	0,82760	0,93105
0,25000	0,37500	0,50000	0,62500	0,75000	0,87500	1,00000	1,12500
0,57143	0,85714	1,14286	1,42857	1,71429	2,00000	2,28571	2,57143
0,62762	0,94143	1,25524	1,56905	1,88286	2,19667	2,51048	2,82429
0,42667	0,64000	0,85333	1,06667	1,28000	1,49333	1,70667	1,92000
0,40302	0,60433	0,80604	1,00736	1,20907	1,41058	1,61209	1,81360
0,42667	0,64000	0,85333	1,06667	1,28000	1,49333	1,70667	1,92000
0,60000	0,90000	1,20000	1,50000	1,80000	2,10000	2,40000	2,70000
0,44444	0,66667	0,88889	1,11111	1,33333	1,55555	1,77778	2,00000
1,77778	2,66667	3,55556	4,44445	5,33333	6,22222	7,11111	8,00000
0,79939	1,19909	1,59879	1,99849	2,39818	2,79788	3,19758	3,59727
0,45070	0,67606	0,90141	1,12676	1,35211	1,57746	1,80282	2,02817

Éléments.	Composés trouvés.	Corps cherchés.	1	
Oxygène	Manganèse (Oxyde salin de) $MnO + Mn^2O^3$	Oxygène 4O	0,27947	
	Manganèse (Sesquioxyde de) $Mn^2O^3$	Oxygène 3O	0,30380	
	Mercure (Bioxyde de) $HgO$	Oxygène O	0,07407	
	Mercure (Protoxyde de) $Hg^2O$	Oxygène O	0,03846	
	Nickel (Protoxyde de) $NiO$	Oxygène O	0,21333	
	Plomb (Oxyde de) $PbO$	Oxygène O	0,07173	
	Potasse $KO$	Oxygène O	0,16982	
	Silicique (Acide) $SiO^2$	Oxygène 2O	0,53333	
	Soude $NaO$	Oxygène O	0,25810	
	Strontiane $SrO$	Oxygène O	0,15459	
	Zinc (Oxyde de) $ZnO$	Oxygène O	0,19740	
	Phosphore	Acide phosphorique $PhO^3$	Phosphore Ph	0,48602
		Pyrophosphate de magnésie $PhO^3, 2MgO$	Acide phosphorique $PhO^3$	0,63964
		Phosphate de fer $PhO^3, Fe^2O^3$	Acide phosphorique $PhO^3$	0,47020
Phosphate d'argent $PhO^3, 3AgO$		Acide phosphorique $PhO^3$	0,16949	
Phosphate d'urane $PhO^3, 2Ur^2O^3$		Acide phosphorique $PhO^3$	0,19910	
Pyrophosphate d'argent $PhO^3, 2AgO$		Acide phosphorique $PhO^3$	0,23437	
Plomb		Oxyde de plomb $PbO$	Plomb Pb	0,92825
	Sulfate de plomb $PbO, SO^3$	Oxyde de plomb $PbO$	0,73597	
	Sulfate de plomb $PbO, SO^3$	Plomb Pb	0,68317	
	Chlorure de plomb $PbCl$	Oxyde de plomb $PbO$	0,80239	
	Chlorure de plomb $PbCl$	Plomb Pb	0,74482	
	Sulfure de plomb $PbS$	Oxyde de plomb $PbO$	0,93306	
	Potassium $KO$	Potassium K	0,83018	

2	3	4	5	6	7	8	9
0,55895	0,83843	1,11790	1,39738	1,67686	1,95633	2,23581	2,51528
0,60739	0,91139	1,21519	1,51899	1,82278	2,12658	2,43038	2,73417
0,14815	0,22222	0,29630	0,37037	0,44444	0,51852	0,59239	0,66667
0,07692	0,11539	0,15385	0,19231	0,23077	0,26923	0,30770	0,34616
0,42667	0,64000	0,85333	1,06667	1,28000	1,49333	1,70667	1,92000
0,14350	0,21525	0,28700	0,35874	0,43049	0,50224	0,57399	0,64574
0,33964	0,50946	0,67928	0,84910	1,01892	1,18874	1,35856	1,52838
1,06667	1,60000	2,13333	2,66667	3,20000	3,73333	4,26667	4,80000
0,51621	0,77431	1,03242	1,29052	1,54863	1,80673	2,06484	2,32294
0,30918	0,46377	0,61836	0,77295	0,92753	1,08212	1,23671	1,39130
0,39480	0,59220	0,78960	0,98709	1,18440	1,38180	1,57920	1,77660
0,87324	1,30986	1,74648	2,18309	2,61971	3,05633	3,49295	3,92957
1,27928	1,91892	2,55856	3,19820	3,83784	4,47748	5,11712	5,75676
0,94040	1,41060	1,88080	2,35099	2,82119	3,29139	3,76159	4,23179
0,33898	0,50847	0,67796	0,84745	1,01694	1,18643	1,35592	1,52541
0,39831	0,59731	0,79641	0,99551	1,19462	1,39372	1,59282	1,79192
0,46874	0,70311	0,93748	1,17185	1,40622	1,64059	1,87496	2,10933
1,83650	2,78475	3,71300	4,64126	5,56951	6,49776	7,42601	8,35426
1,47195	2,20792	2,94390	3,67987	4,41584	5,15182	5,88779	6,62377
1,36634	2,04950	2,73267	3,41584	4,09901	4,78218	5,46534	6,14851
1,60478	2,40717	3,20956	4,01195	4,81433	5,61672	6,41911	7,22150
1,48964	2,23446	2,97928	3,72409	4,46891	5,21373	5,95855	6,70337
1,86611	2,79916	3,73222	4,66527	5,59832	6,53138	7,46443	8,39749
1,66036	2,49054	3,32072	4,15090	4,98108	5,81126	6,64144	7,47162

Éléments.	Composés trouvés.	Corps cherchés.	1	
Potassium	Sulfate de potasse $KO, SO^3$	Potasse KO	0,54080	
	Azotate de potasse $KO, AzO^3$	Potasse KO	0,46590	
	Chlorure de potassium KCl	Potassium K	0,52445	
	Chlorure de potassium KCl	Potasse KO	0,63173	
	Chlorure double de platine et de potassium $KCl, PtCl^2$	Potasse KO	0,49307	
	Chlorure double de platine et de potassium $KCl, PtCl^2$	Chlorure de potas- sium KCl	0,30557	
	Silicium	Acide silicique $SiO^2$	Silicium Si	0,46667
		Sodium	Soude NaO	Sodium Na
	Sulfate de soude $NaO, SO^3$		Soude NaO	0,48693
	Azotate de soude $NaO, AzO^3$		Soude NaO	0,36465
Chlorure de sodium NaCl	Soude NaO		0,53059	
Chlorure de sodium NaCl	Sodium Na		0,39337	
Carbonate de soude $NaO, CO^2$	Soude NaO		0,58487	
Soufre	Sulfate de baryte $BaO, SO^3$		Soufre S	0,43734
	Trisulfure d'arsenic $AsS^3$		Soufre 3S	0,39024
	Sulfate de baryte $BaO, SO^3$		Acide sulfurique $SO^2$	0,34335
Strontium	Strontiane SrO		Strontiane Sr	0,84544
	Sulfate de strontiane $SrO, SO^3$	Strontiane SrO	0,56403	
	Carbonate de strontiane $SrO, CO^2$	Strontiane SrO	0,70169	
	Zinc	Oxyde de zinc ZnO	Zinc Zn	0,80260
Sulfure de zinc ZnS		Oxyde de zinc ZnO	0,83515	
Sulfure de zinc ZnS		Zinc Zn	0,67031	

2	3	4	5	6	7	8	9
1,08161	1,62241	2,16321	2,70402	3,24482	3,78563	4,32643	4,86723
0,93179	1,39769	1,86359	2,32949	2,79539	3,26129	3,72719	4,19309
1,04890	1,57335	2,09780	2,62225	3,14669	3,67114	4,19559	4,72004
1,26346	1,89519	2,52692	3,15865	3,79037	4,42210	5,05383	5,68556
0,38614	0,57921	0,77228	0,96535	1,15842	1,35149	1,54456	1,73763
0,61114	0,91671	1,22228	1,52785	1,83342	2,13899	2,44456	2,75013
0,93333	1,40001	1,86667	2,33333	2,80000	3,26667	3,73333	4,20000
1,48379	2,22569	2,96758	3,70948	4,45137	5,19327	5,93516	6,67706
0,87386	1,31079	1,74772	2,18465	2,62158	3,05851	3,49544	3,93237
0,72930	1,09395	1,45860	1,82325	2,18789	2,55254	2,91719	3,28184
1,06118	1,59177	2,12236	2,65295	3,18354	3,71413	4,24472	4,77531
0,78673	1,18009	1,57346	1,96683	2,36019	2,75356	3,14692	3,54029
1,16974	1,75460	2,33947	2,93434	3,50921	4,09407	4,67894	5,26381
0,27468	0,41202	0,54936	0,68670	0,82403	0,96137	1,09871	1,23605
0,78049	1,17073	1,56097	1,95122	2,34146	2,73170	3,12194	3,51219
0,68670	1,03004	1,37339	1,71674	2,06009	2,40344	2,74678	3,09013
1,69082	2,53623	3,38164	4,22705	5,07247	5,91788	6,76329	7,60870
1,12807	1,69210	2,25613	2,82017	3,38420	3,94823	4,51226	5,07630
1,40339	2,10508	2,80678	3,50848	4,21017	4,91186	5,61356	6,31526
1,60520	2,40780	3,21040	4,01300	4,81560	5,61820	6,42080	7,22340
1,67031	2,50546	3,34062	4,17577	5,01092	5,84608	6,68123	7,51639
1,34061	2,01092	2,68123	3,35154	4,02184	4,69215	5,36246	6,03276

## DENSITÉS RELATIVES ET DENSITÉS ABSOLUES DE QUELQUES GAZ

GAZ.	POIDS	POIDS
	spécifique Celui de l'air = 1000	spécifique de 1 litre (1,000 cc.) à 0° et 760 <sup>mm</sup> .
Air atmosphérique.....	1,000	1,29366
Oxygène.....	1,10832	1,43979
Hydrogène.....	0,06927	0,08961
Vapeur d'eau.....	0,62343	0,80651
Vapeur de carbone.....	0,83124	1,07534
Acide carbonique.....	1,52394	1,97146
Oxyde de carbone.....	0,96978	1,25456
Gaz des marais.....	0,55416	0,71689
Gaz oléifiant.....	0,96978	1,25456
Vapeur de phosphore.....	4,29574	5,55593
Vapeur de soufre.....	6,64992	8,60273
Acide sulfhydrique.....	1,17759	1,52340
Vapeur d'iode.....	8,78898	11,36995
Vapeur de brome.....	5,53852	7,16625
Chlore.....	2,45631	3,17763
Azote.....	0,96978	1,25456
Ammoniaque.....	0,58879	0,76169
Cyanogène.....	1,80102	2,32991

TABLEAUX  
DES  
PRINCIPALES DONNÉES NUMÉRIQUES

RELATIVES A LA THERMOCHEMIE,

PAR M. BERTHELOT.

---

Dans ces Tableaux, on a désigné le nom des auteurs des expériences par leurs initiales, savoir :

Al = Alluard; A = Andrews; An = André; B = Berthelot;  
Cald = Calderon; Ch = Chroustchoff; Col = Colson; D = Dulong;  
Ds = Desains; Dia = Diakonoff; Dt = Ditte; Dv = Deville; F = Favre;  
Fab = Fabre; Fo = de Forcrand; G = Grassi; Gl = Graham;  
H = Hautefeuille; Ha = Hammerl; Har = Hartog; Hs = Hess;  
Jo = Joannis; J = Joly; L = Louguinine; M = Mitscherlich;  
Og = Ogier; P = Person; Pett = Petterssen; Pf = Pfaundler;  
Pi = Pionchon; R = Regnault; Rec = Recoura; Sa = Sarrau;  
S = Silbermann; Sab = Sabatier; St = Stohmann; T = Thomsen;  
Ts = Tscheltzow; Tr = Troost; Vie = Vieille; Vi = Violle; Wr = Werner;  
W = Woods.

L'auteur préféré est encadré : F et S [T].

Les chiffres des Tableaux qui suivent sont déduits entièrement de données expérimentales.

Les poids équivalents sont exprimés en grammes.

TABLEAU I.

Formation des gaz par l'union des éléments gazeux, les composés étant rapportés à un même volume, 22<sup>lit</sup>, 32. (1 +  $\alpha$  t), sous la pression normale.

Noms.	Éléments.	Équival. composé gazeux.	Chaleur.	Auteurs.
Acide chlorhydrique.....	H + Cl	36,5	+ 22,0	T. B.
Acide bromhydrique.....	H + Br	81	+ 13,5	T. [B.]
Acide iodhydrique.....	H + I	128	— 0,8	T. B.
Eau.....	2(H + O)	9 × 2	+ 29,5 × 2	( <sup>1</sup> ).
Acide sulfhydrique.....	2(H + S)	17 × 2	+ 3,6 × 2	T. H.
Ammoniaque.....	H <sup>3</sup> + Az	17	+ 12,2	B. T.
Protoxyde d'azote.....	2(Az + O)	22 × 2	— 10,3 × 2	F et S [B].
Bioxyde d'azote.....	Az + O <sup>2</sup>	30	— 21,6	[B] T.
Acide azoteux.....	2(Az + O <sup>3</sup> )	38 × 2	— 11,1 × 2	B.
Acide hypoazotique.....	Az + O <sup>4</sup>	46	— 2,6	B.
Acide azotique.....	2(Az + O <sup>5</sup> )	54 × 2	— 0,6 × 2	B.
Acide azotique hydraté.....	Az + O <sup>5</sup> + H	63	+ 34,4	B.
Acide hypochloreux.....	2(Cl + O)	43,5 × 2	— 7,6 × 2	T. [B].
Chlorure de soufre.....	2(S <sup>2</sup> + Cl)	67,5 × 2	+ 8,1 × 2	Og.
Acide sulfureux.....	2(S + O <sup>2</sup> )	32 × 2	+ 35,8 × 2	[B]. F et S
Acide sulfurique.....	2(S + O <sup>3</sup> )	40 × 2	+ 48,2 × 2	B.
Acide sulfurique.....	2(SO <sup>2</sup> + O)	80	+ 12,4 × 2	B.
Oxychlorure.....	2(SO <sup>2</sup> + Cl)	135	+ 6,6 × 2	Og.
Ozone.....	2(O + O <sup>3</sup> )	24 × 2	— 14,8 × 2	B.
Acide carbonique.....	2(CO + O)	22 × 2	+ 34,1 × 2	( <sup>2</sup> ).
Oxychlorure carbonique.....	2(CO + Cl)	49,5 × 2	+ 9,4 × 2	B.
Oxysulfure carbonique.....	2(CO + S)	30 × 2	— 1,8 × 2	B.
Acide cyanhydrique.....	C <sup>2</sup> Az + H	27	+ 7,8	B.
Chlorure de cyanogène.....	C <sup>2</sup> Az + Cl	61,5	+ 1,6	B.

(<sup>1</sup>) D. Hs. F et S. G. A. T. B.

(<sup>2</sup>) D. F et S. G. A. B. T.

TABLEAU I.

Formation des gaz par l'union des éléments gazeux, les composés étant rapportés à un même volume, 22<sup>lit</sup>, 32. (1 +  $\alpha$  t), sous la pression normale (suite et fin).

Noms.	Éléments.	Équival. composé gazeux.	Chaleur.	Auteurs.
Hydruure d'éthylène.....	$C^2H^4 + H^2$	30	+ 21,4	B.
Hydruure de propylène.....	$C^3H^6 + H^2$	44	+ 22,8	B.
Bromure d'éthylène.....	$C^2H^4 + Br^2$	188	+ 29,4	B.
Éther glycolique.....	$C^2H^4 + O^2$	44	+ 33,0	
Aldéhyde.....	$C^2H^4 + O^2$	44	+ 65,9	B.
Acide acétique.....	$C^2H^4 + O^2$	60	+ 126,0	B.
Alcool.....	$C^2H^4 + H^2O^2$	46	+ 16,9	B.
	$C^2O^2 + H^2O^2$	46	+ 3,1	B.
Acide formique.....	$C^2O^2 + H^2$	46	- 5,8	B.
Éther chlorhydrique.....	$C^2H^4 + HCl$	64,5	+ 31,9	B.
Éther bromhydrique.....	$C^2H^4 + HBr$	109	+ 32,9	B.
Éther iodhydrique.....	$C^2H^4 + HI$	156	+ 39,0	B.
Éther acétique.....	$C^2H^4 + C^2H^4O^2$	88	+ 9,1	B.
Chlorure d'éthylène.....	$C^2H^4 + 2HCl$	97	+ 29,0 $\times$ 2	B et Og.
Chlorhydrique d'amylène.....	$C^5H^{10} + HCl$	106,5	+ 16,9	B.
Bromhydrique d'amylène.....	$C^5H^{10} + HBr$	151	+ 13,2	B.
Iodhydrique d'amylène.....	$C^5H^{10} + HI$	198	+ 10,6	B.
Acide azotique.....	$AzO^3 + HO$	63	+ 5,3	B.
Acide acétique.....	$C^2H^4O^2 + HO$	60	+ 10,0	B.
Hydrate de chloral	$C^2HCl^2O^2 + H^2O^2$	»	+ 2,0	B.
Alcoolature de chloral.....	$C^2HCl^2O^2 + C^2H^4O^2$	»	+ 1,6	B.
Diamylène.....	$2C^5H^{10}$	140	+ 15,4	B.
Benzine.....	$3C^2H^4$	78	+ 171	B.
Benzine par le di-propargyle.....	$C^2H^4$	78	+ 70,5	B.
Aldéhyde par l'éther glycolique.....	$C^2H^4O^2$	44	+ 32,9	B.

TABLEAU II.

Formation des sels solides, depuis l'acide et la base anhydres, tous deux solides,  
d'après M. Berthelot.

AZOTATES		SULFATES		AUTRES SELS (phosphates)	
$AzO^5 + HO$ (solide)...	+ 4,1	$SO^3 + HO$ (solide)....	+ 9,9	$\frac{1}{3} PO^5 + HO$ (solide)....	+ 4,9
$AzO^5 + KO$	+ 61,2	$SO^3 + KO$	+ 71,3	Id. + NaO	+ 39,8
$AzO^5 + NaO$	+ 35,4	$SO^3 + NaO$	+ 61,7	Id. + CaO	+ 23,7
$AzO^5 + BaO$	+ 40,7	$SO^3 + BaO$	+ 51,0	(succinates).	
$AzO^5 + SrO$	+ 38,1	$SO^3 + SrO$	+ 47,8	$\frac{1}{2} C^2H^4O^8 + HO$ (solide).	+ 4,1
$AzO^5 + CaO$	+ 29,6	$SO^3 + CaO$	+ 42,0	Id. + NaO	+ 38,1
$AzO^5 + PbO$	+ 21,4	$SO^3 + PbO$	+ 30,4	(carbonates).	
$AzO^5 + AgO$	+ 19,2	$SO^3 + ZnO$	+ 19,7	$CO^2$ (solide) + KO.....	+ 40,3
$IO^5 + KO$	+ 51,6	$SO^3 + CuO$	+ 19,5	Id. + NaO.....	+ 34,9
$IO^5 + BaO$	+ 34,9	$SO^3 + AgO$	+ 28,0	Id. + BaO.....	+ 25,0
				Id. + CaO.....	+ 48,7

TABLEAU III.

Formation des sels solides, depuis l'acide anhydre gazeux et la base solide, d'après M. Berthelot.

Noms.	Éléments.	Chaleur dégagée.
Azotates .....	$AzO^3 + KO$	+ 70,7
	$AzO^3 + NaO$	+ 60,9
	$AzO^3 + BaO$	+ 47,8
Azotite.....	$AzO^3 + BaO$	+ 33,8
	$SO^3 + KO$	+ 76,6
Sulfates.....	$SO^3 + NaO$	+ 67,2
	$SO^3 + BaO$	+ 56,9
	$2SO^3 + KO$	+ 95,7
	$SO^3 (gaz) + SO^3K$	+ 19,0
	$SO^3 + KO$	+ 53,1
Sulfites.....	$2SO^3 + KO$	+ 66,8
	$SO^3 + SO^3K$	+ 13,7
	$SO^3 + NaO$	+ 45,7
	$2SO^3 + NaO$	+ 54,9
	$SO^3Na + SO^3$	+ 9,4
Acétates.....	$C^2H^3O^3 + KO$	+ 55,1
	$C^2H^3O^3 + NaO$	+ 47,0
	$C^2H^3O^3 + BaO$	+ 35,5
	$CO^2 + KO$	+ 43,3
Carbonates.....	$CO^2 + NaO$	+ 37,9
	$CO^2 + BaO$	+ 28,0
	$CO^2 + SrO$	+ 26,7
	$CO^2 + CaO$	+ 21,7
	$CO^2 + PbO$	+ 10,8
	$CO^2 + AgO$	+ 9,8

TABLEAU

Formation des sels solides, depuis  
tous deux solides,

Acide + base = sel + eau solide.

La chaleur dégagée S offre cette propriété de  
contrairement à ce qui arrive pour les

(Annales de Chimie et de

Symbole des métaux.	Azotates AzO <sub>3</sub> N.	Formiates C <sup>+</sup> HNO <sub>2</sub> .	Acétates C <sup>+</sup> H <sub>3</sub> MO <sub>2</sub> .	Benzoates C <sup>+</sup> H <sub>5</sub> MO <sub>2</sub> .	Picrates C <sup>+</sup> H <sub>2</sub> (ArO <sup>+</sup> ) <sub>2</sub> MO <sub>2</sub> .	Phénates.	Iodates.
K.....	+42,6	+25,5	+21,9	+22,5	+30,5	+17,7	+31,5
Na.....	+36,1	+22,3	+18,3	+17,4	+24,3	»	»
Ba.....	+31,7	+18,5	+15,2	»	+15,6	»	+25,6
Sr.....	+29,2	+16,7	+14,7	»	+13,0	»	»
Ca.....	»	+13,5	+10,6	+8,2	+8,5	»	»
Mn.....	»	+7,6	+4,5	»	»	»	»
Zn.....	»	+6,2	+3,3	»	-1,2	»	»
Cu.....	»	+5,4	+4,3	»	+0,5	»	»
Pb.....	+19,7	+9,1	+5,1	»	+4,8	»	»
Ag.....	+18,0	»	+7,6	»	» Ts	»	»

(1) Ce nombre se rapporte au sel précipité, qui renferme de l'eau combinée.

IV.

*l'acide hydraté et la base hydratée,  
d'après M. Berthelot.*

ne pas varier sensiblement avec la température,  
réactions opérées sur les corps dissous.

*Physique, 5<sup>e</sup> série, t. IV, 74.)*

Sulfates SO <sub>4</sub> M.	Oxalates $\frac{1}{2}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_8)$ .	Tartrates $\frac{1}{2}(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)$ .	Succinates (Ch).	Glycolates (Fo).
+40,7	+29,4	+27,1	$\frac{1}{2}\text{K}^+ + 23,2$	K + 26,5
+34,7	+26,5	+22,9	$\frac{1}{2}\text{Na}^+ + 20,0$	Na + 24,6
+33,0	+20,8 (*)	»		Ca + 13,5
+29,5	+21,3 (*)	»	Phtalates (Col).	Pb + 8,4
+24,7	+18,9 (*)	+16,7 (*)		Glycoxyates (Fo).
+15,5	+13,2 (*)	»	$\frac{1}{2}\text{Na}^+$ { ortho + 28,8 méta + 25,2 para + 24,1	
+11,9	+11,5 (*)	»	$\frac{1}{2}\text{Pb}^+$ { ortho + 9,7 méta + 6,8 para + 8,0	Na + 26,8
+10,5	»	»		Ca + 15,6
+19,9	+13,1	»	$\frac{1}{2}\text{Ag}^+$ { ortho + 9,8 méta + 8,8 para + 11,8	
+17,9	+12,5	»		

FORMATION DES SELS AMMONIACaux SOLIDES,  
d'après M. Berthelot.

TABLEAU V.

Depuis l'acide hydraté solide et la base gazeuse.

Azotate.....	$AzO^2H + AzH^3$	+ 34,0
Formiate.....	$C^2H^2O^4 + AzH^3$	+ 21,0
Acétate.....	$C^4H^2O^4 + AzH^3$	+ 18,5
Benzoate.....	$C^6H^2O^4 + AzH^3$	+ 17,0
Glycolate.....	$C^4H^2O^5 + AzH^3$	+ 21,5
Picrate.....	$C^7H^3(AzO^2)^2O^2 + AzH^3$	+ 22,9
Sulfate.....	$SO^2H + AzH^3$	+ 33,8
Oxalate.....	$\frac{1}{2}(C^2H^2O^4) + AzH^3$	+ 24,4
Succinate (Ch.).....	$\frac{1}{2}(C^4H^2O^4) + AzH^3$	+ 19,7

TABLEAU VI.

Acide et base gazeux.

Chlorhydrate.....	$HCl + AzH^3$	+ 42,5
Bromhydrate.....	$HBr + AzH^3$	+ 45,6
Iodhydrate.....	$HI + AzH^3$	+ 44,2
Cyanhydrate.....	$HCy + AzH^3$	+ 20,5
Sulfhydrate.....	$H^2S^2 + AzH^3$	+ 23,0
Sélénhydrate (Fab.).....	$H^2Se^2 + AzH^3$	+ 29,9
Acétate.....	$C^2H^2O^4 + AzH^3$	+ 26,0
Formiate.....	$C^2H^2O^4 + AzH^3$	+ 29,0
Azotate.....	$AzO^2H + AzH^3$	+ 41,9
Chlorh. de triméth.....	$HCl + C^2H^2Az$	+ 39,8

FORMATION DES SELS AMMONIACAUX SOLIDES,  
d'après M. Berthelot (suite).

TABLEAU VII.

Depuis l'oxacide anhydre, l'eau et la base, tous trois gazeux.

Azotate.....	$AzO^3 + HO + AzH^3$	+47,1
Azotite.....	$AzO^2 + HO + AzH^3$	+33,7
Acétate.....	$C^2H^3O^3 + HO + AzH^3$	+41,5
Sulfate.....	$SO^3 + HO + AzH^3$	+53,5
Sulfite (Fo).....	$SO^2 + HO + AzH^3$	+32,4
— méta-.....	$2SO^2 + HO + AzH^3$	+40,0
Bicarbonate.....	$C^2O^4 + H^2O^2 + AzH^3$	+30,4
Formiate.....	$C^2O^2 + H^2O^2 + AzH^3$	+31,6

TABLEAU VIII.

Depuis leurs éléments gazeux.

Chlorhydrate.....	$Cl + H^4 + Az$	+76,7
Bromhydrate.....	$Br(gaz) + H^4 + Az$	+71,2
Iodhydrate.....	$I(gaz) + H^4 + Az$	+56,0
Sulfhydrate.....	$S^2(gaz) + H^2 + Az$	+42,4
Azotite.....	$O^4 + H^4 + Az^4$	+64,8
Azotate.....	$O^3 + H^4 + Az^3$	+87,9
Perchlorate.....	$Cl + O^3 + H^4 + Az$	+79,7
Sulfate.....	$S(gaz) + O^4 + H^4 + Az$	+142,4
Sulfite (Fo).....	$S gaz + O^3 + H^4 + Az$	+109,0
— méta-.....	$S^2gaz + O^2 + H^4 + Az$	+152,6
Chlorh. d'oxyamm.....	$Cl + H^4 + Az + O^2$	+70,8

TABLEAU

Formation des principales combinaisons  
étant pris, dans leur état actuel,

NOMS	COMPOSANTS	COMPOSÉS
HYDRURES.		
Acide chlorhydrique.....	H + Cl	HCl
Id. vers 2000°.....	H + Cl	HCl
Perchlorure d'hydrogène....	HCl conc. + Cl <sup>s</sup>	HCl <sup>s</sup>
Chlorobromure d'hydrogène	HCl conc. + Br <sup>s</sup> gaz	HClBr <sup>s</sup>
Acide bromhydrique.....	H + Br	HBr
Acide iodhydrique.....	H + I	HI
Eau.....	H + O	HO
Id. vers 2000°.....	H + O	HO
Id. vers 4000°.....	H + O	HO
Bioxyde d'hydrogène.....	H + O <sup>s</sup>	HO <sup>s</sup>
Acide sulfhydrique.....	HO + O	HO <sup>s</sup>
Persulfure d'hydrogène.....	H + S	HS
Ac. sélénhydriq. (Se métall.)	HS + S <sup>s</sup>	HS <sup>s</sup>
Ac. tellurhydriq. (Se crist.)	H + Se	HSe
Ammoniaque.....	H + Te	HTe
Oxyammoniaque.....	H <sup>s</sup> + Az	AzH <sup>s</sup>
Hydrogène phosphoré gazeux.	Az + H <sup>s</sup> + O <sup>s</sup>	AzH <sup>s</sup> O <sup>s</sup>
Id. solide.....	H <sup>s</sup> + P	PH <sup>s</sup>
Id. arsénié gazeux....	H + P <sup>s</sup>	P <sup>s</sup> H
Bromh. d'hydr. phosphoré...	H <sup>s</sup> + As	AsH <sup>s</sup>
Iodh. d'hydr. phosphoré...	PH <sup>s</sup> + HBr	PH <sup>s</sup> Br
Protohydure de carbone ou acétylène (C diamant).....	PH <sup>s</sup> + HI	PH <sup>s</sup> I
Bihydure (Éthylène)(C diam.)	C <sup>s</sup> + H	C <sup>s</sup> H
Trihydure (Méthyle) id....	C <sup>s</sup> + H <sup>s</sup>	C <sup>s</sup> H <sup>s</sup>
Quadrihyd. (Formène) id....	C <sup>s</sup> + H <sup>s</sup>	C <sup>s</sup> H <sup>s</sup>
Hydrogène silicé (Si amorphe)	Si + H <sup>s</sup>	SiH <sup>s</sup>
OXYDES.		
Protoxyde d'azote.....	Az + O	AzO
Bioxyde d'azote.....	Az + O <sup>s</sup>	AzO <sup>s</sup>
Acide hypoazoteux.....	Az <sup>s</sup> + O <sup>s</sup>	Az <sup>s</sup> O <sup>s</sup>

IX.

chimiques, les composants et les composés  
à + 15 degrés. — Métalloïdes.

Équival. du composé.	CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ				AUTEURS
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
36,5	+ 22,0	"	"	+ 39,3	T. [B.]
36,5	+ 26,0	"	"	"	B. et Vie.
107,5	"	"	"	+ 9,4	B.
196,5	"	"	"	+ 9,1	B.
81	+ 9,5	"	"	+ 29,5	T. [B.]
128	+ 6,2	"	"	+ 13,2	T. B.
9	+ 29,1	+ 34,5	+ 33,2	"	D. Hs. F. et S. G. A. T. P.
9	+ 25,3	"	"	"	B. et Vie.
9	+ 18,5	"	"	"	B. et Vie.
47	"	"	"	+ 23,7	F. et S. T. [B.]
47	"	"	"	- 10,8	Id.
47	+ 2,3	"	"	+ 4,6	H. T.
"	"	- 2,6	"	"	Sab.
40,5	- 12,3	"	- 7,7	"	H. [Fab.]
65	- 17,5	"	"	"	B. et Fab.
47	+ 12,2	"	"	+ 24,0	[B.] T.
33	"	"	"	+ 19,0	B.
34	+ 11,6	"	"	"	Og.
63	"	"	+ 17,7	"	Og.
115	- 36,7	"	"	"	Og.
162	"	"	+ 23,0	"	Og.
78	"	"	+ 24,2	"	Og.
43	- 30,5	"	"	"	[B.] T.
44	- 7,7	"	"	"	D. F. et S. A. T. [B.]
15	+ 2,85	"	"	"	B.
16	+ 18,5	"	"	"	D. F. et S. A. [B.] T.
32	+ 32,9	"	"	"	Og.
22	- 10,3	- 8,1	"	"	F. et S. T. [B.]
30	- 21,6	"	"	"	B. T.
52	"	"	"	- 38,6	B.

## TABLEAU

Formation des principales combinaisons  
étant pris, dans leur état actuel,

NOMS	COMPOSANTS	COMPOSÉS
Acide azoteux.....	Az + O <sup>3</sup>	AzO <sup>3</sup>
Acide hypoazotique.....	Az + O <sup>4</sup>	AzO <sup>4</sup>
Acide azotique anhydre.....	Az + O <sup>5</sup>	AzO <sup>5</sup>
Acide azotique hydraté.....	Az + O <sup>5</sup> + HO	AzO <sup>5</sup> HO
Ac. azotiq. 2 <sup>e</sup> hydrate.....	Az + O <sup>5</sup> + H	AzO <sup>5</sup> H
Sulfure d'azote.....	AzO <sup>5</sup> H + 2H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	Azo <sup>5</sup> H, 2H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>
Séniure d'azote.....	Az + S <sup>2</sup>	AzS <sup>2</sup>
Acide hyposulfureux.....	Az + Se <sup>2</sup>	AzSe <sup>2</sup>
Acide hydrosulfureux.....	S <sup>2</sup> + O <sup>1</sup> + HO	S <sup>2</sup> O <sup>1</sup> , HO
Acide hyposulfurique.....	S <sup>2</sup> + O <sup>2</sup> + HO	S <sup>2</sup> O <sup>2</sup> , HO
Acide tétrathionique.....	S <sup>2</sup> + O <sup>3</sup> + HO	S <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , HO
Acide sulfureux.....	S <sup>2</sup> + O <sup>3</sup> + HO	S <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , HO
Acide sulfurique anhydre.....	S + O <sup>2</sup>	SO <sup>2</sup>
	S + O <sup>4</sup>	SO <sup>4</sup>
Acide sulfur. monohydraté..	SO <sup>2</sup> + O + HO	SO <sup>2</sup> , HO
	S + O <sup>2</sup> + HO	SO <sup>2</sup> , HO
Acide sulfurique bihydraté..	S + O <sup>4</sup> + H	SO <sup>4</sup> H
	SO <sup>4</sup> H + HO	SO <sup>4</sup> H, HO
Acide persulfurique.....	S <sup>2</sup> + O <sup>7</sup>	S <sup>2</sup> O <sup>7</sup>
	S <sup>2</sup> O <sup>8</sup> diss. + O	S <sup>2</sup> O <sup>7</sup>
Acide sélénieux.....	Se + O <sup>2</sup>	SeO <sup>2</sup>
Acide sélénique.....	Se + O <sup>3</sup> + HO	SeO <sup>3</sup> , HO
Acide tellureux.....	Te + O <sup>2</sup>	TeO <sup>2</sup>
Acide tellurique.....	Te + O <sup>3</sup> + HO	TeO <sup>3</sup> , HO
Acide hypophosphoreux.....	P + O + 3HO	PO, 3HO
Acide phosphoreux.....	P + O <sup>2</sup> + 3HO	PO <sup>2</sup> , 3HO
Ac. phosphorique anhydre...	P + O <sup>3</sup>	PO <sup>3</sup>
PO <sup>3</sup> cristallisé.....	P(O <sup>3</sup> ) amorphe	
Acide carbonique.....	CO + O	CO <sup>2</sup>
Id. vers 3000°.	CO + O	"
Id. vers 4500°.	CO + O	"
Ac. phosphorique hydraté..	P + O <sup>3</sup> + 3HO	PO <sup>3</sup> , 3HO
Acide arsénieux.....	As + O <sup>2</sup>	AsO <sup>2</sup>
Acide arsénique.....	As + O <sup>3</sup>	AsO <sup>3</sup>

(1) Eau solide.

IX.

chimiques, les composants et les composés  
à + 15 degrés. — Métaalloides (suite).

Équival. du composé	CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ				AUTEURS
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
38	- 11,1	"	"	- 4,2	B.
46	- 2,6	+ 1,7	"	"	B.
54	- 0,6	+ 1,8	+ 5,9	+ 14,3	B.
63	- 0,1	+ 7,1	+ 7,7	+ 14,3	B.
63	+ 34,4	+ 41,6	+ 42,2	+ 48,8	B.
99	"	+ 5,0	"	"	B.
46	"	"	- 31,9	"	B. et Vieille.
93	"	"	- 42,3	"	Id.
37	"	"	"	+ 33,6	T.
65	"	"	"	+ 42,9	B.
81	"	"	"	+ 103,3	T.
113	"	"	"	+ 101,3	T.
32	+ 34,6	"	"	+ 38,4	F. et S. T. [B.]
40	+ 45,9	"	+ 51,8	+ 70,5	D. Hs F. et S. A. T. [B]
49	"	+ 27,2	"	+ 36,0	Id.
49	"	+ 62,0	+ 62,4	+ 70,5	Id.
49	"	+ 96,5	+ 96,9	+ 103,0	Id.
58	"	+ 3,1	+ 4,5 (')	"	B.
88	"	"	"	+ 126,6	B.
88	"	"	"	- 13,8	B.
55,5	"	"	+ 28,8	+ 28,4	T.
72,5	"	"	"	+ 38,6	T.
80,5	"	"	"	+ 40,6	T.
97	"	"	"	+ 53,5	T.
66	"	+ 35,0	+ 37,4	+ 37,2	T.
82	"	+ 122,1	+ 125,1	+ 125,0	T.
71	"	"	+ 181,9	+ 202,7	T.
71	"	"	+ 3,3	"	H. et Perrey.
22	34,1	"	"	"	B.
22	18,5	"	"	"	B. et Vie.
22	14,0	"	"	"	B. et Vie.
98	"	+ 197,5	+ 200,0	+ 202,7	T.
99	"	"	+ 77,3	+ 73,5	T.
115	"	"	+ 109,7	+ 112,7	T.

TABLEAU

Formation des principales combinaisons  
étant pris, dans leur état actuel,

NOMS	COMPOSANTS	COMPOSÉS
Ac. borique (B amorphe)...	B + O <sup>3</sup>	BO <sup>3</sup>
Acide hypochloreux.....	Cl + O	ClO
Acide chlorique hydraté...	Cl + O <sup>5</sup> + HO	ClO <sup>5</sup> ,HO
Acide perchlorique hydr. . .	Cl + O <sup>7</sup> + HO	ClO <sup>7</sup> ,HO
Id. 2 <sup>e</sup> hydrate	ClO <sup>8</sup> H + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	ClO <sup>8</sup> H, H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>
Id. 3 <sup>e</sup> hydrate	ClO <sup>8</sup> H + 2H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	ClO <sup>8</sup> H, 2H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>
Acide hypobromeux.....	Br + O	BrO
Acide bromique.....	Br + O <sup>5</sup> + HO	BrO <sup>5</sup> ,HO
Acide hypo-iodeux.....	I + O	IO
Acide iodique anhydre.....	I + O <sup>5</sup>	IO <sup>5</sup>
Acide iodique hydraté. . . .	I + O <sup>5</sup> + HO	IO <sup>5</sup> ,HO
Acide périodique.....	I + O <sup>7</sup> + HO	IO <sup>7</sup> ,HO
Acide } C diamant... carbonique } C amorphe... Oxyde } C diamant... de carbone. } C amorphe... Oxysulfure } C diamant... de carbone. } C amorphe... Id. ....	C + O <sup>2</sup>	CO <sup>2</sup>
Sulfure } C diamant... de carbone. } C amorphe... Acide } Si amorphe... silicique. } Si cristallisé... Sulfure } Si amorphe... silicique. } Si cristallisé...	C + O	CO
	C + O + S	COS
	CO + S	COS
	C + S <sup>2</sup>	CS <sup>2</sup>
	Si + O <sup>2</sup>	SiO <sup>2</sup>
	Si + S <sup>2</sup>	SiS <sup>2</sup>
CHLORURES.		
Chlorure } Br gaz..... de brome. } Br liq..... Chlorure } I solide..... d'iode. } I gazeux.....	Br + Cl	BrCl
	I + Cl	ICl
Perchlorure d'iode.....	ICl + Cl <sup>2</sup>	ICl <sup>2</sup>
Chlorure de soufre.....	S <sup>2</sup> + Cl	S <sup>2</sup> Cl
Oxychlorure sulfureux.....	S + O + Cl	SOCl
Id. sulfurique.....	S + O <sup>2</sup> + Cl	SO <sup>2</sup> Cl
Id. Id. ....	SO <sup>2</sup> + Cl	SO <sup>2</sup> Cl

IX.

chimiques, les composants et les composés  
à + 15 degrés. — Métalloïdes (suite).

Équiv. du composé.	CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ				AUTEURS
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
35	"	"	+ 136,3	+ 159,9	B. Tr. et H.
43,5	- 7,6	"	"	- 2,9	B. T.
84,5	"	"	"	- 12,0	[B.] T.
100,5	"	- 15,4	"	+ 4,9	B.
118,5	"	+ 12,6	+ 8,6	"	B.
136,5	"	"	+ 15,0	"	B.
88	"	"	"	- 6,2	B.
129	"	"	"	- 24,8	T. B.
135	"	"	"	- 5,2	B.
167	"	"	+ 22,8	+ 21,9	T. B.
176	"	"	+ 24,3	+ 21,9	T. B.
192	"	"	"	+ 13,5	T.
22	+ 47	"	+ 50,0	+ 49,8	F et S.
	+ 48,5	"	+ 51,5	+ 51,3	
14	+ 12,9	"	"	"	F et S. G. A. T. [B.]
	+ 14,4	"	"	"	
31	+ 9,8	"	"	"	T. [B.]
	+ 11,3	"	"	"	B.
31	+ 3,1	"	"	"	B.
38	+ 10,55	- 7,7	"	"	F et S. T. [B.]
	+ 9,05	- 5,2	"	"	
60	"	"	+ 219,2	+ 207,4	Tr. et H. B.
	"	"	+ 211,1	"	
92	"	"	+ 40,0	"	Sab.
	"	"	+ 31,9	"	
115,5	"	+ 4,6	"	"	B.
	"	+ 0,6	"	"	
162,5	"	+ 4,4	+ 6,7	"	[B.] T.
	"	+ 9,8	+ 12,1	"	
233,5	"	"	"	+ 15,7	T.
67,5	+ 5,5	+ 8,8	"	"	[Og.] T.
59,5	+ 20,4	+ 23,6	"	"	Og.
67,5	+ 41,3	+ 44,8	"	"	Og.
67,5	+ 6,6	"	"	"	Og.

TABLEAU

Formation des principales combinaisons  
étant pris, dans leur état actuel,

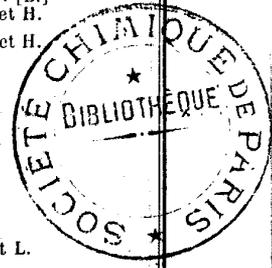
NOMS	COMPOSANTS	COMPOSÉS
Chlorhydrate sulfurique.....	$S^2O^8 \text{ sol.} + HCl$	$S^2O^8 HCl$
Chlorure de sélénium.....	$S^2O^8 \text{ gaz} + HCl$	"
Id. (autre).....	$Se^2 + Cl^2$	$Se^2 Cl^2$
Chlorure de tellure.....	$Te + Cl^2$	$TeCl^2$
Chlorure phosphoreux.....	$P + Cl^2$	$PCl^2$
Chlorure phosphorique.....	$P + Cl^2$	$PCl^2$
Oxychlorure phosphorique..	$PCl^2 + Cl^2 + O^2$	$PCl^2 O^2$
Chlorure d'arsenic.....	$As + Cl^2$	$AsCl^2$
Chlor. de bore (B amorphe).	$B + Cl^2$	$BCl^2$
Chlorure } Si amorphe..	$Si + Cl^2$	$SiCl^2$
de silicium. } Si cristallisé.		
Oxychlorure carbonique....	$C \text{ diam.} + O + Cl$	$COCl$
BROMURES.		
Bromure d'iode } I sol. Br liq.	$I + Br$	$I Br$
Id. } I sol. Br sol.		
Id. } I gaz Br gaz.		
Bromure de soufre.....	$S^2 + Br \text{ gaz.}$	$S^2 Br$
	$S^2 + Br \text{ liq.}$	
Bromure phosphoreux. } Br gaz (1)...	$P + Br^3$	$P Br^3$
Id. } Br liquide...		
Id. } Br solide...		
Bromure phosphorique. } Br gaz.....	$P + Br^5$	$P Br^5$
Id. } Br liquide...		
Id. } Br solide...		
Id.....	$P Br^3 + Br^2 \text{ gaz.}$	$P Br^5$
	$P Br^3 + Br^2 \text{ liq.}$	
Oxybromure de phosphore..	$P + O^2 + Br^2 \text{ gaz.}$	$P Br^3 O^2$
	$P + O^2 + Br^2 \text{ liq.}$	
	$P Br^3 + O^2$	

(1) Les réactions du brome et de l'iode sous leurs trois états ont été réduites

IX.

chimiques, les composants et les composés  
à + 15 degrés. — Métalloïdes (suite).

Équiv. du composé.	CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ				AUTEURS
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
116,5	+ 4,6	+ 14,4	"	"	Og.
"	+ 13,4	+ 26,2	"	"	Og.
114,5	"	+ 11,1	"	"	T.
110,5	"	+ 23,1	"	"	T.
135	"	+ 38,7	"	"	T.
137,5	+ 68,9	+ 75,8	"	"	"
208,5	"	"	+ 107,8	"	"
			+ 32,0	"	F. T. [B. et L.]
153,5	"	+ 142,4	"	"	"
		+ 66,6	"	"	"
181,5	+ 61,0	+ 69,4	"	"	F. T. [B.]
117,5	+ 104,0	+ 108,3	"	"	Tr. et H.
170	+ 151,3	+ 157,6	"	"	Tr. et H.
	+ 143,2	+ 149,5	"	"	"
49,5	+ 22,3	"	"	"	B.
			+ 2,5	"	"
207	"	"	+ 2,35	"	B.
			+ 11,9	"	"
112	"	"	+ 5,0	"	Og.
			+ 1,0	"	"
271	"	+ 54,6	"	"	B. et L.
		+ 42,6	"	"	"
		+ 42,2	"	"	"
431	"	"	+ 83,0	"	Og.
			+ 63,0	"	"
			+ 62,3	"	"
431	"	"	+ 28,4	"	Og.
			+ 20,4	"	"
287	"	+ 120,0	"	"	Og.
		+ 108,0	"	"	"
		+ 65,4	"	"	"



par le calcul à 0 degré.

TABLEAU

Formation des principales combinaisons  
étant pris, dans leur état actuel

NOMS	COMPOSANTS	COMPOSÉS
Bromure d'arsenic { Br gaz ..... { Br liquide . { Br solide ...	As + Br <sup>3</sup>	As Br <sup>3</sup>
Bromure de bore { Br gaz ..... { Br liquide . B. amorphe. { Br solide ...	B + Br <sup>3</sup>	BBr <sup>3</sup>
Bromure de silicium { Br gaz ..... Si amorphe { Br liquide . { Br solide ...	Si + Br <sup>4</sup>	Si Br <sup>4</sup>
IODURES		
Iodure de soufre { I gaz ..... { I solide ...	S <sup>2</sup> + I	S <sup>2</sup> I
Bitodure de phosphore { I gaz ..... { I solide ...	P + I <sup>2</sup>	PI <sup>2</sup>
Triiodure de phosphore { I gaz ..... { I solide ...	P + I <sup>3</sup>	PI <sup>3</sup>
Pentaiod. de phosph. (?) I sol.	PI <sup>5</sup> + I <sup>2</sup>	PI <sup>7</sup> (?)
Iodure d'arsenic { I gaz ..... { I solide ...	As + I <sup>3</sup>	As I <sup>3</sup>
Iodure de silicium { I gaz ..... Si amorphe. { I solide }	Si + I <sup>4</sup>	Si I <sup>4</sup>

IX.

chimiques, les composants et composés  
à +15 degrés. Métaalloïdes. (Suite et fin.)

Équival. du composé	CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ				AUTEURS
	gazeux.	liquide.	solide.	dissous.	
345	"	"	+ 59,1	"	B.
"	"	"	+ 47,1	"	
"	"	"	+ 46,7	"	
251	"	+ 73,1	"	"	B.
"	"	+ 61,1	"	"	
"	"	+ 60,7	"	"	
348	"	+ 120,4	"	"	B.
"	"	+ 104,4	"	"	
"	"	+ 103,9	"	"	
159	"	"	+ 5,4	"	Og.
"	"	"	0,0	"	
285	"	"	+ 20,7	"	Og.
"	"	"	+ 9,9	"	
412	"	"	+ 26,7	+ 23,4 (1)	B. et Loug. Og.
"	"	"	+ 10,5	+ 7,2 (1)	
666	"	"	+ 0,0	"	Og.
456	"	"	+ 28,8	"	B.
"	"	"	+ 12,6	"	
536	"	"	+ 58,0	"	B.
"	"	"	+ 36,4	"	

(1) Dissous dans CS<sub>2</sub>.

TABLEAU X.

Formation des oxydes métalliques, d'après M. Thomsen.

NOMS	COMPOSANTS	EQUIVALENTS	CHALEUR DÉGAGÉE	
			État solide.	État dissout.
Potasse .....	K + O (Bekehoff)	47,1	+ 48,6	+ 82,3
	K + O + HO		+ 69,8	+ 82,3
	K + H + O <sup>e</sup>	56,1	+ 104,3	+ 116,8
Soude. ....	Na + O (Bekehoff)	31	+ 30,1	+ 77,6
	Na + O + HO		+ 67,8	+ 77,6
	Na + H + O <sup>e</sup>	40	+ 102,3	+ 121,1
	Li + O (Bekehoff)	15	+ 70,0	+ 83,3
Lithine.....	Li + O + HO		+ 76,7	+ 83,3
	Li + H + O <sup>e</sup>	24	+ 111,2	+ 117,8
	Az + H <sup>2</sup> + 2HO		"	+ 21,0
Ammoniaque (B.).....	Az + H <sup>e</sup> + O <sup>e</sup>	33		+ 90,0
	Ca + O		+ 66,0	+ 75,05
Chaux.....	Ca + O + HO	37	+ 73,5	+ 73,05
	Ca + H + O <sup>e</sup>	37	+ 108,0	+ 109,35

Strontiane.....					+ 65,7	+ 79,1
					+ 74,3	+ 79,1
					+ 108,8	+ 113,6
					x	x + 44,0
Baryte.....					+ 6,05	"
Bioxyde de baryum (B.).....					+ 5,1	"
Id. et eau oxygénée (B.).....					+ 74,9	"
Magnésie.....					+ 109,4	"
					+ 195,8 ou	"
					+ 65,3 X 3	"
Alumine.....					+ 4,4	"
Protoxyde de manganèse (hydraté).....					+ 58,1	"
Bioxyde id. (hydraté).....					"	+ 89
Acide permanganique (dissous).....					+ 3,1	+ 1,2 m <sup>1</sup> .4 X 1
Acide chromique.....					+ 34,5	"
Protoxyde de fer (hydraté).....					+ 95,6 ou	"
Peroxyde de fer (hydraté).....					+ 31,9 X 3	"

(1) Les chaleurs de dissolution des alcalis sont empruntées à M. Berthelot. Sans modifier les bases expérimentales de M. Thomsen, on a fait subir à ses calculs, dans les Tableaux X et XI, les petits changements nécessaires pour les mettre en harmonie avec les autres données des présents Tableaux, telles que la chaleur de formation de l'eau : + 34,5 au lieu de 34,1, et les chiffres du Tableau XIX.

TABLEAU X (Suite et fin.)  
*Formation des oxydes métalliques, d'après M. Thomsen.*

NOMS	COMPOSANTS	ÉQUIVALENTS	CHALEUR DÉGAGÉE	
			État solide.	État dissous.
Oxyde magnétique (B.).....	$Fe^2+O^2$ $FeO+FeO^2$	116	+134,5 ou + 33,6 X $\frac{1}{4}$	"
Oxyde de nickel (hydraté).....	$Ni+O$	37,5	+ 30,7	"
Sesquioxyde de nickel (hydraté).....	$Ni^2+O^3$	83	+ 61,1	"
Oxyde de cobalt (hydraté).....	$Co+O$	37,5	+ 32,0	"
Sesquioxyde de cobalt (hydraté).....	$Co^2+O^3$	83	+ 75,3	"
Oxyde d'or (hydraté).....	$Au^3+O^3$	221	- 5,6	"
Oxyde de zinc } anhydre.....	$Zn+O$	40,5	+ 43,2	"
} hydraté.....	$Zn+O+HO$	49,5	+ 41,8	"
Oxyde de cadmium (hydraté).....	$Cd+O$	64	+ 33,2	"
Oxyde de plomb } anhydre.....	$Pb+O$	114,5	+ 25,5	"
} hydraté.....	$Pb+O+HO$	120,5	+ 26,7	"
Bioxyde de plomb (Tasc.).....	$Pb+O^2$	119,5	+ 31,6	"
Oxyde de thallium anhydre.....	$Tl+O$	212	+ 21,5	+ 20,0

Oxyde de thallium { anhydre hydraté.....					
Protoxyde de cuivre.....	Cu <sup>+</sup> +O	74,4	+ 21,0		"
Bioxyde de cuivre { anhydre (Jo.).....	Cu <sup>+</sup> +O	39,7	+ 20,2		"
{ hydraté.....	Cu <sup>+</sup> +O+H <sub>2</sub> O	48,7	+ 19,0		"
Protoxyde d'étain (hydraté).....	Sn <sup>+</sup> +O	67	+ 34,9		"
Bioxyde d'étain (hydraté).....	Sn <sup>+</sup> +O <sup>2</sup>	75	+ 67,9		"
Protoxyde de mercure.....	Hg <sup>2</sup> +O	203	+ 24,4		"
Bioxyde de mercure (jaune).....	Hg <sup>+</sup> +O	103	+ 43,3		"
Oxyde d'argent.....	Ag <sup>+</sup> +O	146	+ 3,5		"
Sesquioxyde d'argent (B.).....	Ag <sup>+</sup> +O <sup>3</sup>	240	+ 10,5		"
Protoxyde de platine.....	Pt <sup>+</sup> +O	107	+ 7,5		"
Protoxyde de palladium (hydraté) (Jo.).....	Pd <sup>+</sup> +O	61	+ 10,0		"
Bioxyde de palladium (hydraté).....	Pd <sup>+</sup> +O <sup>2</sup>	69	+ 15,2		"
Oxyde de bismuth.....	Bi <sup>+</sup> +O <sup>3</sup>	234	+ 68,9		"
Oxyde antimoneux.....	Sb <sup>+</sup> +O <sup>3</sup>	144	+ 83,7		"
Oxyde antimoneux prismatique changé en oxyde octaédrique (Gü.).....	SbO <sup>3</sup>	144	+ 0,6		"
Oxyde antimonique (D.).....	Sb <sup>+</sup> +O <sup>4</sup>	152	+ 124,3		"
Acide antimonique.....	Sb <sup>+</sup> +O <sup>5</sup>	160	+ 114,4		"

TABLEAU XI.  
Formation des chlorures métalliques, d'après M. Thomsen (1).

NOMS	COMPOSANTS	ÉQUIVALENTS	CHALEUR DÉGAGÉE	
			État solide.	État dissous.
Chlorure de potassium.....	K+Cl	74,6	+105,0	+100,8
Id. de sodium.....	Na+Cl	58,5	+ 97,3	+ 96,2
Id. d'ammonium (B).....	Az+H <sup>+</sup> +Cl	53,5	+ 76,7	+ 72,7
Id. de lithium.....	Li+Cl	42,5	+ 93,5	+101,9
Id. de calcium.....	Ca+Cl	55,5	+ 85,1	+ 93,8
Id. de strontium.....	St+Cl	79,3	+ 92,3	+ 97,8
Id. de baryum.....	Ba+Cl	104	+134,7	+132,7
Id. de magnésium.....	Mg+Cl	47,5	+ 75,5	+ 93,5
Id. d'aluminium.....	Al <sup>+</sup> +Cl <sup>3</sup>	132,9	+160,9 ou + 53,6 X 3	+237,8 ou + 79,3 X 3
Id. de manganèse.....	Mn+Cl	63	+ 56,0	+ 61,0
Sesquichlorure de chrome (Rec.).....	Cl <sup>3</sup> +Cl <sup>2</sup> +Cl	161,5	+ 39,4	+ 51,4verl

Id.	id.	id.	Cr <sup>2</sup> Cl <sup>3</sup> vert dissous en gris dissous.	161,5	"	+ 9,4
Id.	id.	id.	Cr <sup>2</sup> Cl <sup>3</sup> 43HO cr. gris en vert isom. crist.	161,5	+ 2,7	"
			Oxychlorure de chrome (Rec.)	134	"	+ 50,4
			Chlorure de fer.	63,5	+ 41,0	+ 50,0
Id.	de fer (per)		Fe+Cl	161,5	+ 96,0 ou + 32 X 3	+ 127,7 ou + 42,6 X 3
Id.	de zinc.		Fe <sup>2</sup> +Cl <sup>3</sup>	68	+ 48,6	+ 56,7
Id.	de cadmium.		Zn+Cl	91,5	+ 46,6	+ 48,1
			Cd+Cl	191	+ 20,1	"
			Chlorhydrate de chlorure de Cd (B).	139	+ 42,6	+ 39,2
			Chlorure de plomb.	243,5	+ 3,3	"
			Oxychlorure de plomb (An).	239,5	+ 48,6	+ 38,5
			Chlorure de thallium.	65	+ 37,3	+ 46,8
Id.	de nickel.		Tl+Cl	55	+ 38,2	+ 47,4
Id.	de cobalt.		Ni+Cl			
			Co+Cl			

(1) Même remarque que pour les calculs du Tableau précédent.

TABLEAU XI.  
Formation des chlorures métalliques, d'après M. Thomsen (\*). (Suite et fin.)

NOMS	COMPOSANTS	ÉQUIVALENTS	CHALEUR DÉGAGÉE	
			État solide.	État dissous.
Chlorure d'étain.....	Su+Cl	94,5	+ 40,2	+ 40,6
Id. id. (bi).....	Su+Cl <sup>2</sup>	130	+ 64,6(liq.)	+ 78,7
Id. d'or (proto).....	Au <sup>+</sup> +Cl	232,5	+ 5,8	"
Id. d'or (per).....	Au <sup>3</sup> +Cl <sup>3</sup>	303,5	+ 22,8	+ 27,3
Id. de cuivre (proto) (B).....	Cu <sup>+</sup> +Cl	98,9	+ 35,6	"
Id. de cuivre (bi).....	Cu+Cl	67,2	+ 25,8	+ 31,3
Oxychlorure de cuivre anhydre (B).....	3CuO+CuCl	186,3	+ 0,6	"
Chlorure de cuivre hydraté (atacamite) (B) : 3CuO+CuCl+4HO liq.		222,3	+ 11,5	"
Id. de mercure (proto).....	Hg <sup>2</sup> +Cl	235,5	+ 40,9	"
Id. de mercure (bi).....	Hg+Cl	135,5	+ 31,4	+ 29,8
Id. de Hg et K (B).....	KCl+HgCl	200,1	+ 1,9	+ 0,4(*)

Id. (autre) (B.).....	KC+2HgCl	335,6	+ 2,4	+ 0,4 (2)
Oxychlorure (An.).....	HgCl+HgO	243,5	+ 1,65	»
Chlor. de chl. Hg (B.).....	HgCl <sub>2</sub> +nHCl d.	133,5+n 88,5	»	+ 0,5
Chlorure d'argent.....	Ag+Cl	143,5	+ 29,2	»
Chlorure de bismuth.....	Bi+Cl <sup>3</sup>	316,5	+ 90,6	»
Chlorure d'antimoine.....	Sb+Cl <sup>3</sup>	226,5	+ 91,4	»
Perchlorure id. ....	Sb+Cl <sup>5</sup>	299,5	+104,9(liq)	»
Oxychlorure (Guatz).....	Sb+O+Cl	173,5	+ 90,2	»
Autre id. ....	Sb <sup>3</sup> +O <sup>2</sup> +Cl	319,5	+175,4	»
Chlorure palladeux (Jo).....	Pd+Cl	83,5	+ 20,2	»
Bichlorure de palladium et de potassium....	Pd+Cl <sup>2</sup> +KCl	198,6	+ 39,5	+ 32,0
Protochlorure de platine et de potassium....	Pt+Cl+KCl	209,1	+ 22,6	+ 29,0
Bichlorure de platine et de potassium.....	Pt+Cl <sup>2</sup> +KCl	245,6	+ 44,7	+ 12,3

(1) Même remarque que pour les calculs du Tableau précédent.

(2) Composants et composé dissous.

TABLEAU XII.

Formation des bromures métalliques, d'après M.M. Thomsen et Berthelot (\*).

NOMS	COMPOSANTS	ÉQUIL- VALENTS	CHALEUR DÉGAGÉE					
			Br gazeux.			Br liquide.		
			Sel solide.	Sel dissous.	Sel solide.	Sel dissous.		
Bromure de potassium . . . . .	K + Br	119,1	+ 100,4	+ 95,0	+ 96,4	+ 91,0		
Id. bromuré (B) . . . . .	K Br + Br*	279,1	+ 10,9	+ 11,5	+ 2,7	+ 3,5		
Bromure de sodium . . . . .	Na + Br	103	+ 90,7	+ 90,4	+ 39,1	+ 86,4		
Bromhydr. de brom. de sod. (B) . . . . .	H Br + m Na Br	81 + 103 m	+ 10,8	"	"	"		
Bromure d'ammonium (B) . . . . .	Az + H* + Br	98	+ 71,2	+ 66,9	+ 67,2	+ 62,9		
Id. de calcium . . . . .	Ca + Br	100	+ 75,8	+ 85,0	+ 71,8	+ 81,0		
Id. de strontium . . . . .	Sr + Br	123,8	+ 84,0	+ 92,0	+ 80,0	+ 88,0		
Id. de baryum . . . . .	Ba + Br	148,5	+ 21,9	+ 26,9	+ 20,9	+ 22,0		
Id. bromuré (B) . . . . .	Ba Br + Br*	308,5	"	+ 10,4	"	+ 2,4		
Id. d'aluminium (B) . . . . .	Al* + Br <sup>3</sup>	267,4	+ 132,6 ou + 44,2 X 3	+ 219,5 ou + 73,2 X 3	+ 120,6 ou + 40,2 X 3	+ 207,5 ou + 69,2 X 3		
Id. de zinc . . . . .	Zn + Br	112,5	+ 48,1	+ 50,6	+ 38,1	+ 46,6		
Id. de cadmium . . . . .	Cd + Br	136	+ 42,1	+ 42,3	+ 38,1	+ 38,5		
Id. de plomb . . . . .	Pb + Br	183,7	+ 38,5	+ 33,5	+ 31,5	+ 29,5		
Id. de thallium . . . . .	Tl + Br	284	+ 46,4	"	+ 42,4	"		

Id. de thallium (per).....	444	Tl + Br <sup>s</sup>	+ 35,5	+ 69,3	+ 31,5	+ 57,3
Id. stanneux.....	139	Su + Br	+ 58,7 sol.	+ 67,0	+ 30,7 sol.	+ 59,0
Id. stannique.....	219	Sn + Br <sup>s</sup>	+ 57,2 liq.		+ 49,2 liq.	
Id. cuivreux.....	443,4	Cu + Br	+ 30,0	+ 25,5	+ 26,0	+ 21,5
Id. cuivrique.....	444,7	Cu + Br	+ 21,4		+ 17,4	
Id. mercurieux.....	280	Hg <sup>s</sup> + Br	+ 39,2		+ 33,2	
Id. mercurique (B).....	480	Hg + Br	+ 29,9	+ 28,2	+ 23,9	+ 24,23
Id. Id. Bromhydrate (B.).....	342	Hg Br d. + 2 H Br d.	+ 3,1	+ 2,7		
Id. Id. Brom. double (B.).....	479,1	2 Hg Br + K Br	+ 24,7	+ 0,75 <sup>(1)</sup>	+ 20,7	
Id. d'argent amorphe (B.).....	188	Ag + Br	+ 27,7		+ 23,7	
Id. d'argent cristallin (B.).....			+ 27,7		+ 23,7	
Id. d'antimoine (Güntz).....	360	Sb + Br <sup>s</sup>	+ 76,9		+ 64,9	
Id. aureux.....	277	Au <sup>s</sup> + Br	+ 5,0		+ 1,0	
Id. aurique.....	437	Au <sup>s</sup> + Br <sup>s</sup>	+ 24,1	+ 20,4	+ 12,1	+ 8,4
Id. de Pt et K (proto).....	298,1	Pt + Br + K Br	+ 21,0		+ 17,0	
Id. id. (bi).....	378,1	Pt + Br <sup>s</sup> + K Br	+ 39,8		+ 31,8	+ 30,8
Id. palladeux (Jo).....	133	Pd + Br	+ 46,4		+ 42,4	
Oxybromure de plomb (An.).....	295	Pb Br + Pb O	+ 9,0			
Id. mercure.....	288	Hg Br + Hg O	+ 1,7			

(1) On a admis dans les calculs que H + Br liq. = H Br dissous dégage + 29,5 (B.); et que Br gaz changé en liquide, à zéro, dégage + 4,0 d'après la chaleur de vaporisation, à + 58° et les chaleurs spécifiques de Br liquide et gazeux. La formation d'un bromure au moyen de Br solide dégageait - 0,13 de moins qu'avec Br liquide, différence fort petite. La différence entre les chaleurs de formation d'un chlorure et d'un bromure dissous, est en général la même qu'entre les hydracides correspondants, soit + 39,3 - 33,5 = + 5,8 pour le brome gazeux; + 9,8 pour le brome liquide. Tel est le cas des bromures dissous de Li, Ag, Mn, Fe, Ni, Co, composés qui ne figurent pas au Tableau.

(1) Composés et composé dissous.

TABLEAU XIII.  
Formation des iodures métalliques, d'après M. Thomsen (1).

NOMS	COMPOSANTS	ÉQUIL-VALENTS	CHALEUR DÉGAGÉE			
			I gazeux.		I solide.	
			Sel solide.	Sel dissous.	Sel solide.	Sel dissous.
Iodure de potassium.....	K + I	166,1	+ 85,4	+ 80,1	+ 80,0	+ 74,7
Id. ioduré (B.).....	KI + I <sup>2</sup>	420,4	+ 10,8	+ 10,0	0,0	- 0,8
Iodure de sodium.....	Na + I	150	+ 74,2	+ 75,5	+ 68,8	+ 70,1
Id. d'ammonium (B.).....	Az + H <sup>+</sup> + I	145	+ 56,0	+ 52,5	+ 50,6	+ 47,1
Id. de calcium.....	Ca + I	147	+ 59,3	+ 73,1	+ 53,9	+ 67,7
Id. de baryum.....	Ba + I	195,5	"	x + 12,0	"	x + 6,6
Id. d'aluminium (B.).....	Al <sup>2</sup> + I <sup>2</sup>	408,4	+ 86,3 ou + 175,3 ou + 28,8 X 3	+ 175,3 ou + 58,8 X 3	+ 70,1 ou + 23,4 X 2	+ 159,1 ou + 53,0 X 3
Id. de zinc.....	Zn + I	159,5	+ 30,0	+ 35,7	+ 24,6	+ 30,3
Id. de cadmium.....	Cd + I	183	+ 27,9	+ 27,4	+ 22,5	+ 22,0
Id. de plomb.....	Pb + I	230,5	+ 26,4	"	+ 21,0	"
Iodhydr. d'iod. de plomb (B.).....	HI + 2 Pb I	679	+ 23,3	"	"	"
	+ 40 HO liq.					

Iodure de thallium.....	Tl + I	331	+ 35,6	"	+ 30,2	"
Id. cuivreux.....	Cu <sup>+</sup> + I	190,4	+ 21,9	"	+ 16,5	"
Id. mercurieux.....	Hg <sup>+</sup> + I	327	+ 29,2	"	+ 23,8	"
Id. mercurique rouge (B.).....	Hg + I	227	+ 22,4	"	+ 17,0	"
Id. mercurique jaune (B.).....			+ 20,9	"	+ 15,5	"
Id. double (B.).....	2 HgI rouge + KI	620	+ 5,1	"	"	"
Iodh. d'iod. Hg (B.).....	HgI rouge + 2 HI	481	"	+ 2,8	"	"
			+ 14,1	"	+ 8,7	"
Iodure d'argent amorphe (B.).....	Ag + I	235	puis	"	puis	"
			+ 19,7	"	+ 14,3	"
Id. d'argent cristall. (B.).....	Ag + I	235	+ 19,7	"	+ 14,3	"
Id. d'antimoine (Günitz).....	Sb + I <sup>s</sup>	501	+ 45,4	"	+ 29,2	"
Iodhydrate d'iod. d'argent (B.).....	HI + 3 AgI	958	+ 21,6	"	"	"
	+ 14 HO liq.			"		"
Iodure d'or (proto).....	Au <sup>+</sup> + I	324	- 0,1	"	- 5,5	"
Id. palladeux (précipité).....	Pd + I	180	+ 12,0	"	+ 6,7	"
	[Jo]			"		"

(1) Même remarque que pour le Tableau X. On a admis que le gaz changé en solide à zéro dégage + 5,4; d'après la chaleur de vaporisation à 180 degrés, la chaleur de fusion à 413,6, et les chaleurs spécifiques solide, liquide et gazeuse. La différence entre les chaleurs de formation d'un chlorure et d'un iodure dissous est en général la même qu'entre les hydrides correspondants, soit + 39,3 - 18,5 = + 20,7 pour l gazeux; et + 26,1 pour l solide. Tel est le cas des iodures de Li, Sr, Mg, Mn, Fe, Ni, Co, composés qui ne figurent pas au Tableau.

TABLEAU XIV.  
Formation des fluorures (Güntz).

NOMS	COMPOSANTS	ÉQUI-VALENTS	CHALEUR DÉGAGÉE	
			Composant dissous.	Tous corps séparés de l'eau état actuel.
Fluorure de potassium KF	HF gaz + KHO <sup>2</sup> = KF + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	38,1	+ 16,4	+ 38,2
Id. de sodium Na F	HF gaz + Na HO <sup>2</sup>	42,0	+ 16,3	+ 39,9
Id. d'ammonium Az H <sup>4</sup> F	HF gaz + Az H <sup>3</sup> gaz	37	+ 15,2	+ 37,5
Id. de calcium Ca F	HF gaz + Ca HO <sup>2</sup>	39	+ 18,6	+ 33,3
Id. de strontium Sr F	HF gaz + Sr HO <sup>2</sup>	62,8	+ 17,9	+ 35,9
Id. de baryum Ba F	HF gaz + Ba HO <sup>2</sup>	87,5	+ 17,4	+ 35,7
Id. de magnésium Mg F	HF gaz + MgO, HO	31	+ 15,2	+ 28,4
Id. de plomb PbF	HF gaz + PbO, HO	122,5	+ 11,1	+ 16,4
Id. d'argent AgF	HF gaz + AgO, HO	126,9	+ 7,3	+ 24,3
Id. d'antimoine Sb F <sub>3</sub>	H <sup>2</sup> O <sup>3</sup> prismatique	179	+ 10,1	+ 45,8
Acide hydrofluosilicique Si F <sub>2</sub>	HF gaz + Si F <sub>2</sub> gaz	72	"	+ 28,5 (dis)
Fluosilicate de fluorure Si F <sub>2</sub> , Na F	Si F <sub>2</sub> gaz + Na F solide	94	"	+ 12,9
Fluorhydrate de fluorure KF, HF	HF gaz + KF solide	78,1	- 0,3	+ 21,4
Id. Na F, HF	HF gaz + Na F solide	62	- 0,3	+ 17,1

TABLEAU XV.  
Composés métalliques divers.

NOMS	COMPOSANTS	ÉQUIVALENTS	CHALEUR DÉGAGÉE le composé étant		AUTEURS
			solide.	dissous.	
Hydruure de platine.....	H + mPt	1 + 98,6m	+ 8,7	"	B.
Autre.....	H + nPl	1 + 98,6n	+ 17,4	"	B.
Hydruure de palladium.....	H + mPd	1 + 53m	+ 4,7	"	F.
Amalgame K.....	Hg <sup>2+</sup> + K	2439,1	+ 27,5	+ 23,8 (*)	B.
	Hg solide		+ 34,2		
	Hg liquide		+ 27,1		
	Hg solide		+ 29,3		
Amalgame Na.....	Hg <sup>2+</sup> + K <sup>2</sup>	839,1	+ 16,0	+ 18,8 (*)	B.
	Hg <sup>2+</sup> + Na	4223	+ 18,2		
	Hg solide		+ 21,6		
	Hg liquide		+ 18,9		
Amalgame Na.....	Hg <sup>2+</sup> + Na <sup>2</sup>	323	+ 21,1		
	Hg solide		+ 14,0 X <sup>2</sup>		
	Hg liquide		+ 15,2 X <sup>2</sup>		

(\*) Dissous dans Hg.

TABLEAU XVI.  
Formation des sulfures métalliques (\*).

NOMS	COMPOSANTS	EQUIVALENTS	CHALEUR DÉGAGÉE le composé étant		AUTEURS
			solide.	dissous.	
Sulfure de potassium.....	K+S	51,1	+ 51,1	+ 56,2	T. Sab.
Polysulfure id. ....	KS+S <sup>2</sup>	103,1	+ 6,2	+ 2,6 (*)	Sab.
Sulfhydrate id. ....	KS+HS gaz.	72,1	+ 9,5	+ 3,9 (*)	Sab.
Sulfure de sodium.....	Na+S	39,0	+ 44,2	+ 31,6	T. Sab.
Polysulfure id. ....	NaS+S <sup>2</sup>	87	+ 3,1	+ 2,5 (*)	Sab.
Sulfhydrate de sodium.....	NaS+HS gaz	56	+ 9,3	+ 3,9 (*)	Sab.
Sulfure d'ammonium.....	Az+H <sup>4</sup> +S	34	"	+ 28,4	B.
Polysulfure id. ....	AzH <sup>4</sup> +HS+S <sup>2</sup>	82	+ 20,0	"	Sab.
Id. id. ....	AzH <sup>4</sup> +HS+S <sup>4</sup>	98	+ 20,2	+ 2,0 (*)	Sab.
Id. id. ....	AzH <sup>4</sup> +HS+S <sup>7</sup>	146	+ 20,3	"	Sab.
Sulfhydrate id. ....	AzH <sup>4</sup> S dis. + AS dis.	51	"	+ 3,0 (*)	B.
Id. id. ....	Az+H <sup>2</sup> +S <sup>2</sup>	51	+ 39,8	+ 36,6	B.
Sulfure de lithium.....	Li+S	23	"	+ 57,6	T.
Id. de strontium.....	Sr+S	59,8	+ 47,6	+ 53,0	Sab.
Id. de calcium.....	Ca+S	36	+ 46,0	+ 49,0	Sab.

Id.	de baryum.....	Ba+S	84,5	x— 15,6	"	Sab.
Id.	de magnésium.....	Mg+S	28	+ 39,8	"	Sab.
Id.	d'aluminium.....	Al <sup>3</sup> +S <sup>3</sup>	75	+ 62,2	"	Sab.
Id.	de manganèse.....	Mn+S	43,5	+ 22,6	"	B.
Id.	de fer.....	Fe+S	44	+ 11,9	"	B.
Id.	de zinc.....	Zn+S	48,5	+ 21,5	"	B.
Id.	de cadmium.....	Cd+S	72	+ 17,0	"	T.
Id.	de cobalt.....	Co+S	45,5	+ 10,9	"	T.
Id.	de nickel.....	Ni+S	45,5	+ 9,7	"	T.
Id.	de plomb.....	Pb+S	119,5	+ 8,9	"	B.
Id.	de thallium.....	Tl+S	220	+ 10,8	"	T.
Id.	de cuivre (proto).....	Cu <sup>+</sup> +S	79	+ 10,1	"	T.
Id.	de cuivre.....	Cu+S	47,5	+ 5,4	"	T.
Id.	de mercure.....	Hg+S	116	+ 9,9	"	B.
Id.	d'argent.....	Ag+S	124	+ 4,5	"	B.
Id.	d'antimoine.....	Sb+S <sup>3</sup>	168	+ 17,0	"	B.
Id.	id.....	SbS <sup>3</sup> orangé en noir	168	0,0	"	B.

(1) Ces nombres se rapportent au soufre solide ; pour passer au soufre gazeux, il suffirait d'y ajouter + 1,3. Les sulfures solides métalliques, à partir du manganèse, sont ici les sulfures précipités, aucune expérience n'ayant été faite sur les sulfures cristallisés.

(2) Composants dissous.

TABLEAU XVI bis.  
 Formation des sélénures et tellures métalliques, depuis le sélénium métallique et le tellure cristallisé (Fabre).

NOMS	COMPOSANTS	ÉQUIVALENTS	CHALEUR DÉGAGÉE le composé étant		
			cristallisé.	amorphe.	dissous.
Sélénure de potassium....	K+Se	8,6	+39,7	"	+44,9
Id. de sodium.....	Na+Se	62,5	+29,9	"	+39,2
Id. d'ammonium....	Az+H <sup>+</sup> +Se	57,5	"	"	+16,6
Sélénhydrate d'ammoniaque	Az+H <sup>+</sup> +Se <sup>s</sup>	98	+17,5	"	+12,5
	AzH <sup>+</sup> Se dis. + HSe dis.	98	"	"	+ 3,5
Sélénure de lithium.....	Li+Se	46,5	+39,6	"	+43,0
Id. de calcium.....	Ca+Se	59,5	+29,5	"	"
Id. de strontium....	Sr+Se	83,3	+34,0	"	"
Id. de baryum.....	Ba+Se	168,0	-31,2	"	"
Id. de manganèse....	Mn+Se	67	+15,3	+13,7	"
Id. de fer.....	Fe+Se	67,5	+ 9,2	+ 7,8	"
Id. de zinc.....	Zn+Se	72	+20,2	+17,3 à 16,4	"

Id.	de cadmium.....	Cd+Se	95,5	+ 12,1	+ 11,5 à 10,1	»
Id.	de cobalt.....	Co+Se	69	+ 9,4	+ 7,6	»
Id.	de nickel.....	Ni+Se	69	+ 9,2	+ 7,2	»
Id.	de plomb.....	Pb+Se	143	+ 7,9	+ 6,5	»
Id.	de thallium.....	Tl+Se	243,5	+ 8,9	+ 7,4	»
Id.	de cuivre (proto).	Cu <sup>+</sup> +Se	102,5	+ 10,4	»	»
Id.	de cuivre .....	Cu+Se	71	»	+ 4,8	»
Id.	de mercure.....	Hg+Se	139,5	+ 9,8	+ 8,0	»
Id.	d'argent.....	Ag+Se	147,5	+ 2,6	+ 1,2	»
Tellurure de fer.....		Fe+Te	92	+ 7,8	»	»
Id.	de zinc.....	Zn+Te	96,5	+ 18,6	»	»
Id.	de cadmium.....	Cd+Te	120	+ 10,0	»	»
Id.	cobalt.....	Co+Te	93,5	+ 7,6	»	»
Id.	de nickel.....	Ni+Te	93,5	+ 7,5	»	»
Id.	de plomb.....	Pb+Te	167,5	+ 5,7	»	»
Id.	de thallium.....	Tl+Te	268	+ 6,1	»	»
Id.	de cuivre.....	Cu <sup>+</sup> +Te	127	+ 7,4	»	»

TABLEAU

Formation des composés cyaniques

NOMS	COMPOSANTS
Cyanogène.....	C <sup>2</sup> (diamant) + Az C <sup>2</sup> + Az <sup>2</sup>
Acide cyanhydrique.....	C <sup>2</sup> (diamant) + Az + H Cy gaz + H
Chlorure de cyanogène..	C <sup>2</sup> (diamant) + Az + Cl Cy + Cl
Iodure de cyanogène....	C <sup>2</sup> (diamant) + Az + I solide Cy gaz + I gaz
Cyanure d'ammon.....	C <sup>2</sup> (diamant) + Az <sup>2</sup> + H <sup>4</sup> Cy + Az + H <sup>4</sup>
Cyanure de potassium..	C <sup>2</sup> (diamant) + Az + K Cy + K
Cyanure de sodium.....	Cy + Na
Cyanure de calcium (Jo).....	Cy + Ca
Cyanure de strontium (Jo).....	Cy + Sr
Cyanure de baryum (Jo).....	Cy + Ba
Cyanure de zinc (Jo)....	Cy + Zn
Cyanure de cadmium (Jo).....	Cy + Cd
Cyanure de palladium (Jo).....	Cy + Pd
Cyanure de mercure...	C <sup>2</sup> (diamant) + Az + Hg Cy + Hg
Cyanure d'argent .....	C <sup>2</sup> (diamant) + Az + Ag Cy + Ag
Cyanate de potasse .....	C <sup>2</sup> (diamant) + Az + K + O <sup>2</sup> CyK + O <sup>2</sup>
Acide sulfocyan. (Jo) ...	Cy + S <sup>2</sup> + H
Sulfocyanate K (Jo).....	Cy + S <sup>2</sup> + K
Sulfocyanate Na (Jo)....	Cy + S <sup>2</sup> + Na

XVII.

d'après M. Berthelot.

COMPOSÉS	Équivalent du composé.	CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ			
		gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
C <sup>a</sup> Az	26	-37,3	»	»	-33,9
C <sup>a</sup> Az <sup>2</sup>	52	-74,5	»	»	-67,7
C <sup>a</sup> AzH	27	-29,5	-23,8	»	-23,4
CyH	27	+7,8	+13,5	»	+13,1
					+10,5 (Cyd)
C <sup>a</sup> AzCl	61,5	-35,7	-27,2	»	»
CyCl	61,5	+1,6	+9,9	»	»
C <sup>a</sup> AzI	153	»	»	-38,2	-41,0
CyI	153	»	»	+6,3	»
C <sup>a</sup> AzH <sub>2</sub> AzH <sup>3</sup>	44	»	»	+3,2	-1,2
CyAu	44	»	»	+40,5	+36,1
C <sup>a</sup> AzK	65,1	»	»	+30,3	+27,4
CyK	65,1	»	»	+67,6	+64,7
CyNa	49	»	»	+60,4	+59,9
CyCa	46	»	»	»	+57,7
CySr	69,8	»	»	»	+58,7
CyBa	94,5	»	»	x-4,3	x-3,4
CyZn	58,5	»	»	+29,3	»
CyCd	82	»	»	+20,0	»
CyPd	79	»	»	+11,8	»
C <sup>a</sup> AzHg	126	»	»	-25,4	-26,9
CyHg	126	»	»	+11,9	+10,4
				+19,4 Hg gaz	+17,9
C <sup>a</sup> AzAg	134	»	»	-33,7	»
CyAg	134	»	»	+3,6	»
C <sup>a</sup> AzK <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	81,1	»	»	+102,0	+96,8
CyK <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	81,1	»	»	+72,0	+69,7
CyS <sup>2</sup> H	59	»	»	»	+49,9
CyS <sup>2</sup> K	97,1	»	»	+87,8	+81,7
CyS <sup>2</sup> Na	95	»	»	»	+77,1

TABLEAU

Formation des composés cyaniques

NOMS	COMPOSANTS
Sulfocyanate Am (Jo) . . .	$Cy + S^2 + Az + H^+$
Id. Hg (Jo) . . . . .	$Cy + S^2 + Hg$
Id. Pb (Jo) . . . . .	$Cy + S^2 + Pb$
Id. Ag (Jo) . . . . .	$Cy + S^2 + Ag$
Acide ferrocyanhydrique.	$3HCy\ dissous + FeOpp$
Ferrocyanure de potas-	$Fe + H^+ + 3Cy$
sium . . . . .	$3HCy\ diss. + 2KO\ diss. + FeOpp$
Bleu de Prusse (préci-	$Fe + K^+ + Cy^3$
pité) . . . . .	$9CyH\ diss. + 3FeOpp + 2Fe^3O^3pp$
Acide ferricyanhydrique	$Fe^7 + Cy^3$
(Jo) . . . . .	$Cy^6 + Fe^2 + H^2$
Ferrycyanure K (Jo) . . . . .	$Cy^6 + Fe^2 + K^2$
Cyanure de mercure et	$HgCy + KCy$
de potassium . . . . .	$AgCy + KCy$
Cyanure d'argent et de	$2HgCy + KI$
potassium . . . . .	$2HgCy + KBr$
Iodocyanure . . . . .	$2HgCy + KCl$
Bromocyanure . . . . .	
Chlorocyanure . . . . .	

XVII.

d'après M. Berthelot (suite et fin).

COMPOSÉS	Équivalent du composé.	CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ			
		gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
CyS <sup>2</sup> Am	72	"	"	+ 59,1	+ 53,4
CyS <sup>2</sup> Hg	158	"	"	+ 18,0	"
CyS <sup>2</sup> Pb	161,5	"	"	+ 21,8	"
CyS <sup>2</sup> Ag	166	"	"	+ 16,5	"
Cy <sup>3</sup> FeH <sup>3</sup>	108	"	"	+ 53,4	+ 53,6
Cy <sup>3</sup> FeK <sup>3</sup>	184,2	"	"	+ 182,6	+ 39,3 + 185,3 (K Cyd.)
Cy <sup>3</sup> Fe <sup>7</sup>	430	"	"	+ 24,9 + 278,0	"
Cy <sup>6</sup> Fe <sup>2</sup> H <sup>2</sup>	215	"	"	"	+ 77,4
Cy <sup>6</sup> Fe <sup>2</sup> K <sup>2</sup>	329,3	"	"	+ 278,7	+ 264,3
HgCy, KCy	191,1	"	"	+ 8,8	+ 6,2 (comp. diss.)
AgCy, KCy	191,1	"	"	+ 11,2	"
2HgCy, KI	418,1	"	"	+ 6,5	+ 2,7 (comp. diss.)
2HgCy, KBr	371,1	"	"	+ 3,9	+ 0,5 Id.
2HgCy, KCl	326,6	"	"	+ 1,6	+ 0,15 Id.

TABLEAU XVIII.

Formation des principaux oxydes solides, depuis leurs éléments pris dans leur état actuel, d'après M. Berthelot.

Azotates.....	}	$Az + O^6 + K$	+ 118,7
		$Az + O^6 + Na$	+ 110,6
		$Az^* + O^6 + H^4$	+ 87,9
		$Az + O^6 + Li$	+ 111,2 (T)
		$Az + O^6 + Sr$	+ 109,8
		$Az + O^6 + Ca$	+ 101,2
		$Az + O^6 + Pb$	+ 52,8
		$Az + O^6 + Tl$	+ 58,1 (T)
		$Az + O^6 + Ag$	+ 28,7
Sulfates.....	}	$S + O^4 + K$	+ 171,1
		$S + O^4 + Na$	+ 163,2
		$S + O^4 + H^4 + Az$	+ 141,1
		$S + O^4 + Sr$	+ 164,7
		$S + O^4 + Ca$	+ 160,0
		$S + O^4 + Mg$	+ 150,6
		$S + O^4 + Mn$	+ 123,8
		$S + O^4 + Pb$	+ 107,9
		$S + O^4 + Zn$	+ 114,4
		$S + O^4 + Cu$	+ 90,2
		$S + O^4 + Ag$	+ 82,9
Bisulfate.....		$S^4 + O^7 + K$	+ 236,0
Hyposulfate.....		$S^4 + O^6 + K$	+ 205,7
Sulfites.....	}	$S + O^3 + K$	+ 136,3
		$S^* + O^3 + K$	+ 184,6
Id.....	}	$S + O^3 + Na$	+ 130,5
		$S^* + O^3 + Na$	+ 174,2
		$S + O^3 + Mg$	+ 111,5 (Hart)
Id.....	}	$S + O^3 + Az + H^4$	+ 107,7 (Fo)
		$S^* + O^3 + Az + H^4$	+ 150,0 (Fo)
Hyposulfite.....		$S^* + O^3 + K$	+ 133,4
Chlorates.....	}	$Cl + O^6 + K$	+ 94,6
		$KCl + O^6$	- 11,0
		$Cl + O^6 + Na$	+ 85,4
		$NaCl + O^6$	- 12,3
		$BaCl + O^6$	- 12,6

TABLEAU XVIII.

Formation des principaux oxydes solides, depuis leurs éléments pris dans leur état actuel, d'après M. Berthelot (suite).

Bromate .....	} Br gaz + O <sup>8</sup> + K	+ 87,6							
		} KBr + O <sup>8</sup>	- 11,1						
Iodate.....	} I gaz + O <sup>8</sup> + K		+ 128,4						
		} KI + O <sup>8</sup>	+ 44,1						
Perchlorates.....	} Cl + O <sup>8</sup> + K		+ 112,5						
		} KCl + O <sup>8</sup>	+ 7,5						
			} Cl + O <sup>8</sup> + Na	+ 110,2					
				} NaCl + O <sup>8</sup>	+ 3,0				
					} BaCl + O <sup>8</sup>	+ 1,1			
} Cl + O <sup>8</sup> + Az + H <sup>4</sup>	+ 79,7								
	Phosphates.....	} P + O <sup>8</sup> + Na <sup>3</sup>	+ 451,6						
} P + O <sup>8</sup> + Ca <sup>3</sup>			+ 460,6						
	Carbonates (carbone diamant)	} C + O <sup>8</sup> + K	+ 138,9						
} C + O <sup>8</sup> + Na			+ 135,1						
			} C + O <sup>8</sup> + Sr	+ 139,4					
				} C + O <sup>8</sup> + Ca	+ 134,7				
					} C + O <sup>8</sup> + Mg	+ 133,8			
						} C + O <sup>8</sup> + Mu	+ 104,0		
							} C + O <sup>8</sup> + Pb	+ 83,2	
								} C + O <sup>8</sup> + Zn	+ 97,1
									} C + O <sup>8</sup> + Ag
Bicarbonates.....	} C <sup>2</sup> + O <sup>8</sup> + K + H <sup>4</sup>	+ 232,8							
		} C <sup>2</sup> + O <sup>8</sup> + Na + H	+ 227,0						
			} C <sup>2</sup> + O <sup>8</sup> + Az + H	+ 205,6					
Formiates (même remarque)	} C <sup>2</sup> + H + K + O <sup>4</sup>	+ 154,8							
		} C <sup>2</sup> + H + Na + O <sup>4</sup>	+ 149,6						
Acétates (même remarque)	} C <sup>2</sup> + H <sup>3</sup> + K + O <sup>4</sup>		+ 184,9						
		} C <sup>2</sup> + H <sup>3</sup> + Na + O <sup>4</sup>	+ 179,2						
			} C <sup>2</sup> + H <sup>3</sup> + Az + O <sup>4</sup>	+ 159,6					
Oxalates (même remarque)	} C <sup>2</sup> + K <sup>2</sup> + O <sup>8</sup>	+ 323,6 ou 161,8 × 2							
		} C <sup>2</sup> + Na <sup>2</sup> + O <sup>8</sup>	+ 313,8 ou 156,9 × 2						

TABLEAU XVIII.

Formation des principaux oxydes solides, depuis leurs éléments pris dans leur état actuel, d'après M. Berthelot (suite et fin).

Oxalates (même remarque)	$\left\{ \begin{array}{l} C^{\wedge} + H^{\circ} + Az^{\wedge} + O^{\circ} \\ C^{\wedge} + Ag^{\wedge} + O^{\circ} \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} + 272,4 \text{ ou} \\ 136,2 \times 2 \\ + 158,5 \text{ ou} \\ 79,2 \times 2 \end{array} \right.$
SELS ACIDES.		
Bisulfates .....	$\left\{ \begin{array}{l} SO^{\circ} + SO^{\wedge}K = S^{\circ}O^{\wedge}K \\ SO^{\circ}H \text{ sol.} + SO^{\wedge}K \\ = S^{\circ}O^{\wedge}KH \\ SO^{\circ}H \text{ sol.} + SO^{\wedge}Na \\ = S^{\circ}O^{\wedge}NaH \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} + 13,1 \\ + 7,5 \\ + 8,1 \end{array} \right.$
Bichromate.....	$\left\{ \begin{array}{l} CrO^{\circ} + CrO^{\wedge}K \\ IO^{\circ}H + IO^{\wedge}K \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} + 4,9 \\ + 3,1 \end{array} \right.$
Bioxalate.....	$\left\{ \frac{1}{2} C^{\wedge}H^{\circ}O^{\circ} + \frac{1}{2} C^{\wedge}Na^{\circ}O^{\circ} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} + \\ + 1,9 \end{array} \right.$
Bitartrate .....	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} C^{\wedge}H^{\circ}O^{\circ} \\ + \frac{1}{2} C^{\wedge}H^{\circ}Na^{\circ}O^{\circ} \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} + \\ + 3,3 \end{array} \right.$
Biacétate.....	$\left\{ \begin{array}{l} C^{\wedge}H^{\circ}O^{\circ} \text{ sol.} \\ + C^{\wedge}H^{\circ}NaO^{\circ} \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} + \\ + 0,1 \end{array} \right.$
Triacétate.....	$\left\{ \begin{array}{l} 2C^{\wedge}H^{\circ}O^{\circ} \text{ sol.} \\ + C^{\wedge}H^{\circ}NaO^{\circ} \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} + \\ + 5,5 \end{array} \right.$
SELS DOUBLES.		
Sulfates.....	$\left\{ \begin{array}{l} SO^{\wedge}K + SO^{\wedge}Zn \\ SO^{\wedge}K + SO^{\wedge}Cu \\ SO^{\wedge}K + SO^{\wedge}Mn \\ SO^{\wedge}Na + SO^{\wedge}Zn \\ SO^{\wedge}Na + SO^{\wedge}Mn \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} + 2,1 \\ + 0,3 \\ + 0,5 \\ + 1,5 \\ + 0,9 \end{array} \right.$

TABLEAU XIX.

*Décompositions multiples d'un composé explosif,  
par M. Berthelot.*

AzO <sup>o</sup> H, AzH <sup>o</sup> solide (1) =		
	EAU	
	liquide.	gazeuse.
Az <sup>o</sup> O <sup>o</sup> + 2H <sup>o</sup> O <sup>o</sup> .....	+ 29,5	+ 10,2
Az <sup>o</sup> + O <sup>o</sup> + 2H <sup>o</sup> O <sup>o</sup> .....	+ 50,1	+ 30,7
Az + AzO <sup>o</sup> + 2H <sup>o</sup> O <sup>o</sup> .....	+ 28,5	+ 9,2
$\frac{4}{3}$ Az + $\frac{2}{3}$ AzO <sup>o</sup> + 2H <sup>o</sup> O <sup>o</sup> .....		+ 23,3
$\frac{2}{3}$ Az + $\frac{1}{3}$ AzO <sup>o</sup> + 2H <sup>o</sup> O <sup>o</sup> .....	+ 48,8	+ 29,5
$\frac{2}{5}$ AzO <sup>o</sup> H + $\frac{8}{5}$ Az + $\frac{1}{5}$ HO.....	+ 52,7	+ 33,4
AzO <sup>o</sup> H + AzH <sup>o</sup> (tous gaz).....		- 41,3

(1) Si le sel était fondu, ces nombres devraient être accrus de + 4 environ.

SELS DOUBLES (B).	
KCl + 2MgCl.....	+ 3,0
KCl + (MgCl, 6HO).....	+ 1,1
KCl + CaCl.....	+ 1,3
BaCl + BaBr.....	+ 1,5
CO <sup>o</sup> K + CO <sup>o</sup> Na.....	+ 2,0
SO <sup>o</sup> K + SO <sup>o</sup> Mg.....	+ 4,4
SO <sup>o</sup> Na + SO <sup>o</sup> Mg.....	+ 2,2

TABLEAU

Hydratation des acides

COMPOSANTS	COMPOSÉS
AzO <sup>s</sup> solide + HO.....	AzO <sup>s</sup> .HO solide.....
AzO <sup>s</sup> liquide + HO.....	AzO <sup>s</sup> .HO liquide.....
SO <sup>s</sup> solide + HO.....	SO <sup>s</sup> .HO { liquide.....
	{ cristallisé.....
IO <sup>s</sup> solide + HO.....	IO <sup>s</sup> .HO cristallisé.....
PO <sup>s</sup> solide + 3HO.....	PO <sup>s</sup> .3HO cristallisé.....
Id. + 4HO.....	PO <sup>s</sup> .4HO cristallisé.....
AsO <sup>s</sup> solide + 3HO.....	AsO <sup>s</sup> .3HO cristallisé.....
BO <sup>s</sup> + 3HO.....	BO <sup>s</sup> .3HO cristallisé.....
C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> O <sup>s</sup> liquide + HO.....	C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> O <sup>s</sup> { liquide.....
	{ cristallisé.....
C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> O <sup>s</sup> + H <sup>2</sup> O.....	C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> O <sup>s</sup> solide.....
$\frac{1}{2}$ C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> O <sup>s</sup> solide + HO.....	$\frac{1}{2}$ C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> O <sup>s</sup> cristallisé.....
KO + HO.....	KO.HO solide.....
NaO + HO.....	NaO.HO solide.....
LiO + HO.....	LiO.HO solide.....
BaO + HO.....	BaO.HO solide.....
BaO <sup>s</sup> + HO.....	BaO <sup>s</sup> .HO solide.....
SrO + HO.....	SrO.HO Id. ....
CaO + HO.....	CaO.HO Id. ....
PbO + HO.....	PbO.HO Id. ....
S <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .KO + HO.....	S <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .KO.HO solide.....
C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> Ksbo <sup>s</sup> + H <sup>2</sup> O.....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> Ksbo <sup>s</sup> (émétique).....
C <sup>2</sup> HCl <sup>3</sup> O <sup>s</sup> liq. + H <sup>2</sup> O.....	C <sup>2</sup> HCl <sup>3</sup> O <sup>s</sup> .H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liq. à 46°.....
	Id. id. à 96°,5.....
	Id. sol. à 0°.....
	Id. sol. à 46°.....
C <sup>2</sup> HCl <sup>3</sup> O <sup>s</sup> liq. + C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> O <sup>s</sup> liq.....	C <sup>2</sup> HCl <sup>3</sup> O <sup>s</sup> .C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> O <sup>s</sup> liq. à 115°.....
	Id. liq. à 50°.....
	Id. sol. à 14°.....

XX.

et des bases anhydres.

ÉQUIVAL.	CHALEUR DÉGAGÉE		AUTEURS
	Eau liquide.	Eau solide.	
63	+ 1,8	+ 1,1	B.
63	+ 5,3	+ 4,6	B.
49	+ 10,2	+ 9,5	B.
49	+ 10,6	+ 9,9	B.
176	+ 4,5	+ 0,8	Dt. B.
98	+ 16,9	+ 14,8	T.
107	+ 19,5	+ 16,65	Joly.
142	+ 3,4	+ 1,3	T.
62	+ 8,4	+ 6,3	B.
60	+ 6,95	+ 6,2	B. et L.
»	+ 9,4	+ 8,7	B. et L.
76	+ 1,1	- 0,3	Fo.
$\frac{1}{3}$ 118	+ 4,85	+ 4,15	Ch.
56,1	+ 21,2	+ 20,5	Békétoff.
40	+ 17,8	+ 17,1	Bék.
24	+ 6,5	+ 5,8	Bék.
85,5	+ 8,8	+ 8,1	B.
93,5	+ 1,4	+ 0,7	B.
60,8	+ 8,6	+ 7,9	B.
37	+ 7,55	+ 6,85	B.
120	+ 1,2	+ 0,5	T.
165,5	+ 5,0	+ 4,3	B.
323,7	+ 5,5	+ 4,1	Gp.
136,1	+ 7,3	»	B.
»	+ 6,2	»	B.
»	+ 11,8	+ 10,4	B.
»	+ 12,8	»	B.
193,5	+ 8,5	»	B.
»	+ 9,8	»	B.
»	+ 14,4	»	B.

TABLEAU XXI.

Hydrates secondaires, vers 15 degrés, d'après M. Berthelot.

COMPOSANTS	COMPOSÉS	ÉQUIVALENTS	CHALEUR DÉGAGÉE	
			Eau liquide.	Eau solide.
H Cl gaz + 2 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	H Cl, 2 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> solide.....	72,5	+ 14,1	+ 11,2
H Cl gaz + 6,5 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	H Cl, 2 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	72,5	+ 11,6	+ 8,7
H Cl gaz + n H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> (*).....	H Cl, 6,5 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	153,5	+ 16,5	+ 6,3
H Br gaz + 2 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	H Cl, n H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	36,5 + 18 n	+ 17,4	+ 17,4 n
H Br gaz + 4,5 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	H Br, 2 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	117	+ 4,2	+ 10,3
H Br gaz + n H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> (*).....	H Br, 4,5 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	153	+ 17,5	+ 11,8
H I gaz + 3 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	H Br, n H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	81 + 18 n	+ 20,0	+ 20,0
H I gaz + 4,5 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	H I, 3 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	182	+ 15,6	+ 11,3
H I gaz + 6,5 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	H I, 4,5 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	209	+ 17,0	+ 10,5
H I gaz + n H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> (*).....	H I, 6,5 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	245	+ 18,2	+ 8,9
H F gaz + n H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> (Guntz).....	H I, n H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	128 + 18 n	+ 49,5	+ 19,5
Az O <sup>s</sup> H gaz + 2 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	H F, n H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	19 + 18 n	+ 11,8	+ 11,8
Az O <sup>s</sup> H liq. + 2 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	Az O <sup>s</sup> H, 2 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	99	+ 12,2	+ 12,2
Az O <sup>s</sup> H liq. + 6,5 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> .....	Az O <sup>s</sup> H, 2 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	99	+ 5,0	+ 5,0
	Az O <sup>s</sup> H, 6,5 H <sup>2</sup> O <sup>s</sup> liquide.....	180	+ 7,0	+ 7,0

Az O <sup>6</sup> + n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> (1).....	Az O <sup>4</sup> H, n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> liquide.....	63 + 18 n	+	7,2	+	7,2
SO <sup>2</sup> H sol. + HO sol.....	SO <sup>2</sup> H, HO solide.....	58	+	"	+	1,41 n
SO <sup>2</sup> H liq. + HO liq.....	SO <sup>2</sup> H, HO liquide.....	58	+	3,1	+	3,15
SO <sup>2</sup> H liq. + n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> (1).....	SO <sup>2</sup> H, n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> liquide (1).....	49 + 18 n	+	8,5	+	8,5
C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> + 2 H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> .....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> , 2 H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> solide.....	126	+	6,2	+	1,41 n
C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> (ac. racém.).....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> , H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> solide.....	168	+	1,4	+	3,3
Az H <sup>3</sup> gaz + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> .....	Az H <sup>3</sup> , H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> solide.....	35	+	"	+	0,0
Az H <sup>3</sup> gaz + n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> (1).....	Az H <sup>3</sup> , n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> liquide.....	17 + 18 n	+	7,6	+	6,2
KHO <sup>2</sup> + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> .....	KHO <sup>2</sup> , H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> solide.....	74,1	+	8,8	+	-8,8-1,41 n
KHO <sup>2</sup> + 2 H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> .....	KHO <sup>2</sup> , 2H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> solide.....	92,1	+	9,6	+	7,5
KHO <sup>2</sup> + n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> (1).....	KHO <sup>2</sup> , n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> liquide.....	56,1 + 18 n	+	12,5	+	9,6
Na HO <sup>2</sup> + n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> (1).....	Na HO <sup>2</sup> , n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> liquide.....	40 + 18 n	+	9,8	+	12,5
Ba HO <sup>2</sup> + 9 HO.....	Ba HO <sup>2</sup> , 9 HO cristallisé.....	466,5	+	12,2	+	1,41 n
Ba HO <sup>2</sup> + n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> .....	Ba HO <sup>2</sup> , n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> liquide.....	85,5 + 18 n	+	5,4	+	5,7
Ba O <sup>2</sup> + 40 HO.....	Ba O <sup>2</sup> , 40 HO cristallisé.....	174,5	+	9,1	+	5,4-1,41 n
Sr HO <sup>2</sup> + 9 HO.....	Sr HO <sup>2</sup> , 9 HO cristallisé.....	141,8	+	12,4	+	4,9
(C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> ) <sub>2</sub> Az H <sup>3</sup> gaz + 3,5 H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> .....	Composé liquide.....	422	+	9,0	+	5,9
Id. gaz + n H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> .....	Id.....	59 + 18 n	+	12,9	+	4,0
						+12,9-1,43 n

(1) n est pris ici très grand, c'est-à-dire que l'on envisage les dissolutions étendues. Les hydrates salins devraient prendre place à la suite de ce tableau, mais la multitude en est trop grande pour qu'il ait été possible de transcrire ici leurs chaleurs de formation. (Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 3<sup>e</sup> série, t. V, p. 125.)

TABLEAU XXII.

*Formation des principaux sels, dans l'état dissous ou précipité,  
au moyen des acides dissous (1 équiv. dissous dans 2 litres ou 4 litres de liqueur)  
vers 15 degrés d'après MM. Berthelot et Thomsen.*

BASES.	Chlorures HCl 1 éq. = 2 l.	Azotates AzO <sub>3</sub> H 1 éq. = 2 l.	Acétates C <sup>2</sup> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> 1 éq. = 2 l.	Formiates C <sup>1</sup> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 1 éq. = 2 l.	Oxalates 1/2 C <sup>2</sup> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 1 éq. = 4 l.	Sulfates SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> 1 éq. = 2 l.	Sulfures HS 1 éq. = 8 l.	Cyanures C <sub>2</sub> H 1 éq. = 2 l.	Carbonates CO <sub>2</sub> 1 éq. = 13 l.
NaO (1)	13,7	13,7	13,3	13,4	14,3	15,85	3,85	2,9	10,2
KO	13,7	13,8	13,3	13,4	14,3	15,7	3,85	3,0	10,1
AzH <sub>3</sub>	12,45	12,5	12,0	11,9	12,7	14,5	3,1	4,3	5,3
CaO (2)	14,0	13,9	13,4	13,5	18,5 (2)	15,6	3,9	3,2	9,8 (2)
BaO (2)	13,85	13,9	13,4	13,5	16,7	18,4 (2)	"	3,1	11,1
SiO (4)	14,0	13,9	13,3	13,5	17,6	15,4 (2)	"	"	10,5 (2)
MgO (2)	13,8 (2)	13,8 (2)	"	"	"	15,6	"	"	9,0
MnO (2)	11,8	11,7	11,3 (2)	10,7	14,3	13,5	5,1 (2)	"	6,8 (2)
FeO	10,7	"	9,9	"	"	12,5	7,3	"	5,0
NiO	11,3	"	"	"	"	13,1	"	"	"
CoO	10,6	"	"	"	"	13,3	"	"	"
CdO	10,1	10,1	"	"	"	11,9	"	7,2 (2)	"
ZnO	9,8	9,8	8,9	9,1	12,5	11,7	9,6	7,3 (2)	5,5

PbO	7,7 <sup>(9)</sup>	6,5	12,8	10,7 <sup>(5)</sup>	13,3	"	6,7
"	10,7 <sup>(6)</sup>	"	"	"	"	"	"
CuO	7,5 <sup>(6)</sup>	6,2	7,0	9,2	15,8	"	2,4
HgO <sup>(8)</sup>	9,43 <sup>(6)</sup>	3,0	42,9	7,2	24,35	"	15,5
AgO <sup>(8)</sup>	+20,1 <sup>(4)</sup>	4,7	"	10,5	27,9	"	20,9 <sup>(3)</sup>
$\frac{1}{2}$ Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> <sup>(7)</sup>	9,3	"	"	"	"	"	"
$\frac{1}{2}$ Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> <sup>(7)</sup>	5,9	4,5	"	5,7	"	"	"
$\frac{1}{2}$ Cr <sup>2</sup> O <sup>3</sup> <sup>(7)</sup>	6,9	"	"	8,2	"	"	"

(<sup>1</sup>) 1 équiv. = 2 litres. — (<sup>2</sup>) 1 équiv. = 25 litres. — (<sup>3</sup>) 1 équiv. = 6 litres. — (<sup>4</sup>) 1 équiv. = 10 litres.  
 — (<sup>5</sup>) Précipité : observation qui s'applique aux oxalates et aux carbonates terreux et métalliques, au si-  
 qu'aux oxydes et sulfures métalliques. — (<sup>6</sup>) Cristallisé. — (<sup>7</sup>) Hydraté. — (<sup>8</sup>) 1 équiv. = 4 litres ; ce qui  
 s'applique à tous les sels formés par des oxydes insolubles. — (<sup>9</sup>) Très étendu. — (<sup>10</sup>) HgCl solide + 41,0 ;  
 HBr étendu : HgBr diss. + 13,7 ; solide + 15,4 ; HI étendu, Hgl rouge + 23,2. — (<sup>11</sup>) HBr étendu + AgO :  
 + 22,5 à + 25,5 ; HI étendu + AgO : + 26,5 d'abord, puis : + 32,4. — (<sup>12</sup>) Oxyde des sels violets :  
 Oxyde provenant de CrCl oxydé prend 2HCl : 1,0 X 2 ; Oxyde modifié par NaO, prend 2HCl :  
 + 5,0 X 2 (Rec).

La chaleur, dégagée dans la formation des sels métalliques, varie notablement avec la concentration ; il en est de même pour les sels ammoniacaux formés par les acides faibles et pour les alcoolates alcalins. La formation des bromures et iodures solubles dégage en général la même quantité de chaleur que la formation des chlorures correspondants. Il en est de même des azotates, chlorates, bromates, hyposulfates solubles. La formation des sels solubles de lithium et d'oxyde de thallium dégage la même chaleur que celle des sels de soude correspondants.

**TABLEAU**  
*Formation des sels alcalins des acides polybasiques,*  
*1 équivalent de la base étant dissous dans*  
*dans 1 volume d'eau*

NOMS des acides.	FORMULES	POIDS molécul.	NaO.
Sulfurique .....	$S^2O^6H^2$	98	1 NaO 14,7 2 NaO 15,85 × 2
Oxalique.....	$C^2H^2O^4$	90	1 NaO 13,8 2 NaO 14,3 × 2
Tartrique.....	$C^4H^4O^8$	150	1 NaO 12,9 2 NaO 12,95 × 2
Carboniq. (diss.)	$C^1O^2$	44	1 NaO 11,0 2 NaO 10,1 × 2
Borique.....	$B^2O^3$	70	1 NaO 11,6 2 NaO 9,9 × 2 (?)
Citrique .....	$C^6H^8O^{14}$	192	1 <sup>er</sup> NaO 12,6 2 <sup>o</sup> NaO 12,8 3 <sup>o</sup> NaO 13,2 4 <sup>e</sup> NaO 0,8 à 0,0 (?) 1 <sup>er</sup> NaO 14,7 2 <sup>o</sup> NaO 11,6 3 <sup>o</sup> NaO 7,3 4 <sup>e</sup> NaO 1,6 (?)
Phosphorique...	$PO^5,3HO$	98	" " " "
Périodique.....	$IO^7,5HO$	228	" " "

} = 12,9 × 3

(1) Les expériences relatives aux citrates et aux phosphates ont été faites  
(2) Varie suivant la concentration et l'excès d'alcali.  
(3) 12,8 d'abord ou 9,3 à la longue, par suite de la décomposition spon-  
(4)  $PO^5,3HO + 1,2,3SrO$  diss. dégage : 15,0 + 10,3 + 5 (colloïdal) ;  
+ 3MgO hydr. dégage + 28,9 (amorphe) + 41,5 (crist.) ; + 2MgO diss. :

XXIII.

d'après MM. Berthelot (\*) et Thomsen,  
2 litres de liqueur aqueuse et l'acide  
équivalent, vers 15 degrés.

KO	Az H <sup>3</sup>	BaO (6 lit.)
14,6	13,6	"
15,7×2	14,5×2	"
13,8	"	"
14,3×2	12,7×2	"
"	"	"
"	"	"
11,1	9,7	"
10,2×2	6,2×2 à 5,3×2 (*)	"
"	8	"
"	5,8× (*)	"
"	11,2	1 <sup>er</sup> BaO 13,4
"	11,2 } = 11,3 × 3	2 <sup>o</sup> BaO 14,3
"	11,5	3 <sup>o</sup> BaO { colloïd. + 32,1
"	0,2	{ cristal. + 39,5
"	13,5	15,1
"	12,8 ou 9,3 (*)	10,3 } 10,1 × 3
"	6,8 ou 0,2 (*)	5,4 } (*)
"	"	"
1 <sup>er</sup> KO 5,5b } = 13,3	"	"
2 <sup>o</sup> KO 21,45 } × 2	"	"
3 <sup>o</sup> KO 3,1	"	"
4 <sup>o</sup> , 5 <sup>o</sup> KO 3,1	"	"

en commun avec M. Louguinine.

tanée du sel dissous ; de même 6,8 su 0,2 pour le 3<sup>o</sup> Az H<sup>3</sup>.  
PO<sup>5</sup>. + AzH<sup>3</sup> diss. + 29,3 (amorphe) + 41,9 (crist.) + 1, 2, 3 CaO 3HO  
14,8 + 9,7 + 5,4 ; 2 BaO + NaO : + 50,4 (B. J.).

TABLEAU XXIV.  
Formation des sels dissous. Acides divers, vers 15 degrés.

NOMS DES ACIDES	FORMULES	BASES	CHALFUR dégagés.	AUTEURS
Acide fluorhydrique.....	HF dissous	NaO étendue NaO étendue	+ 16,3 + 13,3	T. T.
Acide fluosilicique.....	2SiF <sub>2</sub> 2HF dissous	2 NaO ét. 3 NaO ét. 6 NaO ét.	+ 26,6 + 35,0 + 64,4	T. T. T.
Acide fluorhydrique et silice ..	6 HF dissous ét.	42 NaO ét. SiO <sub>2</sub> précipité	+ 74,0 + 32,7	T. T. et B.
Acide sulfhydrique .....	H <sup>s</sup> S <sup>s</sup> dissous	NaO ét. 2 NaO ét.	+ 7,7 + 7,8	T. et B. T. et B.
Acide sélénhydrique.....	H <sup>s</sup> Se <sup>s</sup> dissous	NaO ét. 2 NaO ét. 2 KO ét. 2 BaO ét. 2 AzH <sup>3</sup> ét.	+ 7,4 + 7,6 + 13,5 X 2 + 14,0 X 2 + 12,2 X 2	Fab. B. B. Jo.
Acide ferrocyanhydrique.....	Cy <sup>2</sup> FeH <sup>2</sup> dissous	$\frac{2}{3}$ Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> précipité 3 KO ét. KO ét. AzH <sup>3</sup> ét.	+ 6,3 X 2 + 14,5 X 2 + 14,0 + 12,55	B. Jo. Jo. Jo.
Acide ferricyanhydrique.....	Cy <sup>6</sup> Fe <sup>3</sup> H <sup>3</sup> dissous	BaO étendue	+ 9,3	B.
Acide sulfocyanique.....	Cy <sup>2</sup> S <sup>2</sup> H étendu	AzH <sup>3</sup> étendue AgO pr. (sel diss.)	+ 8,8 + 3,4	B. B.
Acide azoteux.....	AzO <sup>2</sup> HO étendu	+ KO étendue + AgO précipité	+ 5,3 + 11,1	B. et Og. B. et Og.
Acide hypoazoteux.....	$\frac{1}{2}$ Az <sup>2</sup> O <sup>3</sup> étendu			

Acide perchlorique.....	ClO <sub>7</sub> , HO étendu	NaO étendu	14,2	B.
Acide hypochloreux.....	ClO, HO étendu	BaO étendu	14,5	B.
Acide iodique .....	IO <sup>5</sup> , HO étendu	AzH <sup>3</sup> étendu	12,9	B.
Acide hyposulfureux.....	S <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , HO étendu	KO étendu	9,6	B.
Acide sulfureux.....	SO <sup>2</sup> dissous	NaO ét.	9,8	B.
Id. ....	Id.	BaO ét.	14,3	B.
Id. ....	Id.	KO ét.	14,7	B.
Id. ....	Id.	NaO ét.	13,5	T.
Id. ....	Id.	KO ét.	15,9	B.
Id. ....	Id.	AzH <sup>3</sup> ét.	12,7	Po.
Id. ....	Id.	BaO ét.	17,3	Po.
Id. ....	Id.	KO ét.	17,9	B.
Id. ....	Id.	BaO ét., + 17,3	19,4	B.
Id. ....	Id.	BaO ét.	17,3	Po.
Id. ....	Id.	AzH <sup>3</sup> ét.	14,8	Po.
Acide sélénieux.....	Se O <sup>2</sup> dissous	NaO ét.	13,7	T.
Acide sélénique .....	2SeO <sup>2</sup> dissous	NaO ét.	14,8	T.
Acide hypophosphoreux.....	Se O <sup>2</sup> étendu	NaO ét.	15,2	T.
Acide phosphoreux.....	2SeO <sup>2</sup> étendu	NaO ét.	14,8	T.
Acide métaphosphorique.....	PO, 3HO étendu	NaO ét.	15,2	T.
Acide pyrophosphorique.....	PO <sup>2</sup> , 3HO étendu	NaO ét.	14,8	T.
Acide hypophosphorique.....	PO <sup>2</sup> , HO étendu	2 NaO ét.	28,4	T.
Acide arsénique.....	PO <sup>2</sup> , 2HO étendu	NaO ét.	14,5	T.
Id. ....	PO <sup>2</sup> , H <sup>2</sup> dissous	NaO ét.	14,8	T.
Id. ....	AsO <sup>2</sup> dissous	2 NaO ét.	26,4	T.
Id. ....	Id.	NaO diss.	15,0	Joly.
Id. ....	Id.	2 NaO diss.	27,1	Joly.
Id. ....	Id.	3 NaO diss.	27,6	Joly.
Id. ....	Id.	NaO ét.	15,	T.
Id. ....	Id.	2 NaO	27,6	T.

TABLEAU XXIV.  
Formation des sels dissous. Acides divers, vers 15 degrés (suite).

NOMS DES ACIDES	FORMULES	BASES	CHALEUR dégagée.	AUTEURS
Acide arsénique .....	Id.	3 NaO	+ 35,9	T.
Id. ....	Id.	6 NaO	+ 37,4	T.
Acide arsénieux .....	AsO <sup>3</sup> dissous	NaO ét.	+ 13,8	T.
.....	Id.	2 NaO ét.	+ 15,1	T.
.....	2AsO <sup>3</sup>	NaO ét.	+ 14,0	T.
.....			+ 4,3	
Acide silicique .....	Si O <sup>2</sup> gélatineuse	NaO ét.	Varie avec les quantités d'eau et de base.	
.....			+ 4,8	
Acide stannique .....	Sn O <sup>2</sup> gélatineux	NaO ét.	+ 13,5	T. T. Sab.
.....	2CrO <sup>3</sup> étendu	KO ét.	+ 23,4	B. T. Sab.
Acide chromique .....	PICl <sup>3</sup> . HCl étendu	NaO ét.	+ 23,4	Jol.
Acide chloroplattinique .....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>4</sup> étendu	BaO dissous	+ 43,6	T.
Acide propionique .....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>2</sup> étendu	NaO diss.	+ 43,4	B.
Acide butyrique .....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>2</sup> étendu	NaO dis.	+ 13,7	B.
Acide valérique .....	C <sup>6</sup> H <sup>10</sup> O <sup>2</sup> dissous	NaO diss.	+ 14,0	B.
.....	C <sup>6</sup> H <sup>10</sup> O <sup>2</sup> dissous	AzH <sup>3</sup> diss.	+ 12,7	B.
.....		2NaO ou 2KO ét.	+ 13,2 X 7	Ch.
Acide succinique .....		KO ét.	+ 43,6	Ch.
.....	Id.	2 AzH <sup>3</sup> ét.	+ 11,3 X 2	Ch.
.....		NaO ét.	+ 12,5	B.
Acide acrylacétique .....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>2</sup> dissous	NaO ét.	+ 13,6	Fo.
Acide glycolique .....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>2</sup> dissous	CaO diss.	+ 13,9	Fo.
Id. ....	Id.			

Id.	Id.	Id.	AzH <sup>3</sup> ét.	+ 13,2	Fo.
Acide glyoxylique.....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>3</sup> dissous	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>3</sup> dissous	NaO ét.	+ 43,2	Fo.
Id.	Id.	Id.	2 NaO ét.	+ 13,3	Fo.
Id.	Id.	Id.	AzH <sup>3</sup> ét.	+ 12,1	Fo.
Acide lactique.....	C <sup>3</sup> H <sup>5</sup> O <sup>3</sup> dissous	C <sup>3</sup> H <sup>5</sup> O <sup>3</sup> dissous	NaO ét.	+ 13,5	B.
Acide tartrique.....	C <sup>4</sup> H <sup>6</sup> O <sup>6</sup> dissous	C <sup>4</sup> H <sup>6</sup> O <sup>6</sup> dissous	NaO ét.	+ 12,7	B.
Acide iséthionique.....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>3</sup> dissous	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>3</sup> dissous	2 NaO ét.	+ 12,6 X 2	B.
Acide éthylsulfurique.....	C <sup>2</sup> H <sup>5</sup> (S <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>6</sup> ) dissous	C <sup>2</sup> H <sup>5</sup> O <sup>6</sup> dissous	NaO ét.	+ 13,7	B.
Acide benzosulfurique.....	C <sup>7</sup> H <sup>5</sup> S <sup>2</sup> O <sup>6</sup> étendu	C <sup>7</sup> H <sup>5</sup> S <sup>2</sup> O <sup>6</sup> étendu	NaO ét.	+ 13,9	B.
Acide glyoxaldisulfureux.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>4</sup> S <sup>2</sup> O <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> dis.	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>4</sup> S <sup>2</sup> O <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> dis.	NaO ét.	+ 13,7	B.
Id.	Id.	Id.	2 NaO ét.	+ 16,6 X 2	Fo.
Id.	Id.	Id.	2 AzH <sup>3</sup> ét.	+ 16,3 X 2	Fo.
Acide orthophthalique.....	C <sup>8</sup> H <sup>6</sup> O <sup>8</sup> dissous	C <sup>8</sup> H <sup>6</sup> O <sup>8</sup> dissous	NaO ét.	+ 14,7	Col.
Id.	Id.	Id.	2 NaO ét.	+ 27,3	Col.
Acide protocatéchique.....	C <sup>6</sup> H <sup>4</sup> O <sup>6</sup> dissous	C <sup>6</sup> H <sup>4</sup> O <sup>6</sup> dissous	NaO ét.	+ 12,9	B.
Id.	Id.	Id.	2 NaO ét.	+ 20,5	B.
Acide gallique.....	C <sup>7</sup> H <sup>4</sup> O <sup>10</sup> dissous	C <sup>7</sup> H <sup>4</sup> O <sup>10</sup> dissous	NaO ét.	+ 13,1	B.
Id.	Id.	Id.	2 NaO ét.	+ 20,4	B.
Id.	Id.	Id.	3 NaO ét.	+ 26,4	B.
Acide méconique.....	C <sup>14</sup> H <sup>8</sup> O <sup>8</sup> dissous	C <sup>14</sup> H <sup>8</sup> O <sup>8</sup> dissous	NaO ét.	+ 14,4	B.
Id.	Id.	Id.	2 NaO ét.	+ 28,0	B.
Id.	Id.	Id.	3 NaO ét.	+ 36,7	B.
Acide quinique.....	C <sup>12</sup> H <sup>8</sup> O <sup>12</sup> dissous	C <sup>12</sup> H <sup>8</sup> O <sup>12</sup> dissous	NaO ét.	+ 13,2	B.
Acide camphorique.....	Id.	Id.	NaO ét.	+ 13,6	B.
Acide mellique.....	C <sup>12</sup> H <sup>10</sup> O <sup>8</sup> dissous	C <sup>12</sup> H <sup>10</sup> O <sup>8</sup> dissous	2 NaO ét.	+ 26,7	B.
Id.	Id.	Id.	1, 2, 3 NaO ét.	+ 44,6 X 1, 2, 3	B.
Acide acétique chloré.....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> ClO <sup>2</sup> ét.	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> ClO <sup>2</sup> ét.	+ 4, 5, 6 NaO ét.	+ 13,0 X 4, 5, 6	B.
				+ 14,4	Loug.

TABLEAU XXIV.  
Formation des sels dissous. Acides divers, vers 15 degrés (Suite et fin).

NOMS DES ACIDES	FORMULES	BASES	CHALEUR dégagée.	AUTEURS
Acide acétique trichloré.....	$C^2HCl^3O^2$ ét.	NaO ét.	+ 14,1	Long.
Acide amidobacétique.....	$C^7H^5AZO^4$	NaO ét.	+ 2,9	Long.
Acide nitrobenzoïque.....	$C^7H^5(AZO^4)O^4$	NaO ét.	+ 12,8	Long.
Acide amidobenzoïque.....	$C^7H^7AZO^4$	NaO ét.	+ 9,3	Long.
Acide benzoïque.....	$C^6H^5O^4$ dissous	NaO ét.	+ 13,5	B. et Wr.
Acide salicylique ou orthoxy- benzoïque.....	$C^6H^4O^5$ dissous	NaO ét.	+ 12,9	B. et Wr.
Acide méta-oxybenzoïque.....	$C^6H^4O^5$ dissous	NaO ét.	+ 13,7	B. et Wr.
Acide para-oxybenzoïque.....	IJ.	NaO ét.	+ 21,7	B. et Wr.
Acide phénique (phénol).....	$C^6H^5O^2$ dissous	NaO ét.	+ 13,0	B. et Wr.
Phénol chloré (méta).....	$C^6H^4ClO^2$ dissous	NaO, ou KO ét.	+ 22,3	B. et Wr.
Phénol bichloré (méta).....	$C^6H^3Cl^2O^2$ dissous	AzH <sup>3</sup> ét.	+ 7,9	B.
Phénol bromé.....	$C^6H^4BrO^2$ dissous	NaO ét.	+ 2,0	Long.
Phénol nitré (ortho).....	$C^6H^4(NO^2)O^2$ diss.	NaO ét.	+ 7,8	Long.
Acide picrique (phénol-trini- tré).....	$C^6H^3(AZO^4)O^5$ dis.	NaO ét.	+ 9,1	Wr.
Crésyol (para et méta).....	$C^8H^7O^2$ dissous	NaO ét.	+ 8,0	Long.
		AzH <sup>3</sup> ét.	+ 9,3	Long.
		NaO ét.	+ 12,7	B.
		BaO ét.	+ 13,7	B.
		NaO ét.	+ 13,8	B.
		NaO ét.	+ 8,2	B. et Wr.
		NaO ét.	+ 7,7	B.

Nachtol (z).....	$C^{23}H^{50}O^2$ crist.	2 NaO ét.	+ 2,8	B.
Id. (z).....	Id.	NaO ét.	+ 2,2	B.
Oxyphénol : Résorcine.....	$C^{12}H^{10}O^4$ dissous	NaO ét.	+ 7,8 X 2	Cald. R. et Wr.
Orcine.....	$H^8O^8$ dissous	NaO ét.	+ 8,2	B. et Wr.
Id.....	Id.	$2 NaO$ ét.	+ 13,3	B. et Wr.
Hydroquinon.....	$C^{12}H^{10}O^4$	2 NaO ét.	+ 8,6	B. et Wr.
Id.....	Id.	2 NaO ét.	+ 14,4	B. et Wr.
Pyrocatechine.....	$C^{12}H^{10}O^4$	NaO ét.	+ 6,3	B. et Wr.
Id.....	Id.	2 NaO ét.	+ 7,7	B. et Wr.
Phloroglucine.....	$C^{12}H^{10}O^5$	NaO ét.	+ 8,3	B. et Wr.
Id.....	Id.	2 NaO ét.	+ 16,7	B. et Wr.
Id.....	Id.	3 NaO ét.	+ 18,3	B. et Wr.
Pyrogallol.....	$C^{12}H^{10}O^6$	2 NaO ét.	+ 6,4	B. et Wr.
Id.....	Id.	2 NaO ét.	+ 12,8	B. et Wr.
Alizarine.....	$C^{22}H^{20}O^8$ crist.	3 NaO ét.	+ 13,8	B. et Wr.
Id.....	Id.	NaO ét.	+ 5,4	B.
Saligénine.....	$C^{14}H^{10}O^4$ dissous	2 NaO ét.	+ 5,8	B.
Aldéhyde salicylique.....	$C^{14}H^{10}O^4$ dissous	NaO ét.	+ 6,2	B.
Aldéhyde para-oxybenzoïque.....	Id.	NaO ét.	+ 8,0	B.
Aldéhyde méthylprotocatéch.....	$C^{16}H^{14}O^6$ dissous	NaO ét.	+ 9,1	B.
Id.....	Id.	NaO ét.	+ 9,3	B.
Mannite.....	$C^{12}H^{22}O^{11}$ dissous (1)	KO ou NaO ét. (1)	+ 1,1	B.
Id.....	Id.	Varie avec les proportions relatives.		
Glycérine.....	$C^3H^8O^3$ dissous (1)	NaO dissoute (1)	+ 0,5	B.
Id.....	Id.	Varie avec les proportions d'eau, de base et de glycérine.		

(1) 1 équivalent = 2 litres.

TABLEAU XXV.

Formation des sels dissous. — Bases diverses, vers 15 degrés.

NOMS DES BASES	FORMULES	ACIDES	CHALEUR dégagée.	AUTEURS
Oxyammoniaque.....	AzH <sub>3</sub> O <sup>+</sup> étendu	HCl étendu	+ 9,2	B.
		SO <sup>+</sup> H étendu	+ 10,8	B.
		+ HCl étendu	+ 43,2	B.
		+ C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> O <sup>+</sup> étendu	+ 12,9	B.
		+ SO <sup>+</sup> H étendu	+ 13,2	B.
		HCl ét.	+ 9,0	B.
		C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> O <sup>+</sup> étendu	+ 8,3	B.
		SO <sup>+</sup> H ét.	+ 10,9	B.
		C <sup>+</sup> O <sup>+</sup> dissous	+ 4,4	B.
		SO <sup>+</sup> H ét.	+ 13,5	T.
		HCl ét.	+ 0,1	T.
		HCl ét.	+ 7,4	T. Loug.
		HCl ét.	+ 8,2	Loug.
		HCl ét.	+ 6,3	Loug.
		HCl ét.	+ 6,6	Loug.
		HCl ét.	+ 7,2	Loug.
		HCl ét.	+ 1,8	Loug.
		SO <sup>+</sup> H ét.	+ 1,8	T.
		HCl ét.	+ 1,1	Loug.
Éthylamine.....	C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> Az diss.			
Triméthylamine.....	(C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> ) <sub>3</sub> Az diss.			
Oxyde de tétraméthylammonium	(C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> ) <sub>4</sub> O <sup>+</sup> .HO diss.			
Urée.....	C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> .Az <sup>+</sup> O <sup>+</sup> diss.			
Aniline.....	C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> .Az diss.			
Toluidine (para).....	C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> .Az diss.			
Aniline chlorée (ortho).....	C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> ClAz diss.			
Aniline chlorée (méta).....	C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> ClAz diss.			
Aniline chlorée (para).....	C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> ClAz diss.			
Aniline nitrée.....	C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> (AzO <sup>+</sup> )Az			
Oxyde de triéthylstibine.....	(C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> ) <sub>3</sub> SbO <sup>+</sup> diss.			
Glycolle (Acide amidocacélique).....	C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> .AzO <sup>+</sup> diss.			

Oxybenzamine (acide amidoben- zoique.....)	C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> AzO <sup>+</sup> diss.	HCl ét.	2,8	Long.
Méthylquinine.....	1/3 Be <sup>+</sup> O <sup>+</sup> précipité	SO <sup>+</sup> H ét.	10,0	T.
Oxyde de glucinium.....	LaO précipité	SO <sup>+</sup> H ét.	8,0	T.
Oxyde de lanthane.....	CeO précip.	SO <sup>+</sup> H ét.	6,8	T.
Oxyde de cérium.....	DiO précip.	HCl ét.	13,7	T.
Oxyde de didyme.....	Y <sub>2</sub> O précip.	SO <sup>+</sup> H ét.	12,5	T.
Oxyde d'yttrium.....	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> précip.	SO <sup>+</sup> H ét.	13,0	T.
Oxyde d'erbium.....	Précip. de Cr <sup>+</sup> Cl <sup>+</sup>	HCl ét.	12,1	T.
Oxyde de chrome.....	Précip. de Cr <sup>+</sup> Cl <sup>+</sup>	SO <sup>+</sup> H ét.	12,8	T.
Id.	Tr. par excès NaO	HCl ét.	12,0	T.
Id.	SnO précip.	SO <sup>+</sup> H ét.	13,5	T.
Oxyde stanneux.....	SnO <sup>+</sup> gélatineux	HCl ét.	11,8	T.
Oxyde stannique.....	Cu <sup>+</sup> O	C <sup>+</sup> H <sup>+</sup> O <sup>+</sup> ét.	9,2	T.
Oxyde cuivreux.....		3HCl ét.	20,7	Rec.
		2 ou 3 HCl ét.	14,2	Rec.
		HCl ét.	10,0	T.
		2HCl ét.	4,4	T.
		HCl ét.	4,5	T.
		HBr ét.	+ 7,5 (c. ins.)	T.
		HI ét.	+ 10,4 id.	T.
		3HBr ét.	+ 16,9 id.	T.
		4HBr ét.	+ 29,1	T.
		3HCl ét.	+ 36,8	T.
		4HCl ét.	+ 18,5	T.
		HCl étendu	+ 23,0	T.
		HBr	+ 3,4 (s. sol.)	Jo.
		HI	+ 7,4 id.	Jo.
		HCl	+ 17,9 (insol.)	Jo.
		H <sub>2</sub> Cy	+ 22,4 id.	Jo.
Oxyde aurique.....	Au <sup>+</sup> O <sup>+</sup> hydraté			
Oxyde palladeux.....	PdO hydraté			

TABLEAU

Chaleur dégagée dans la formation des composés organiques depuis azote gazeux, calculée par M. Berthelot, d'après

NOMS	COMPOSANTS	POIDS moléculaire.
CARBURES		
Carbone amorphe changé en diamant .....	$C^2$	12
Oxyde de carbone.....	$C^2+O^2$	28
Acide carbonique.....	$C^2+O^2$	44
Acétylène.....	$2 (C^2+H)$	26 ou $13 \times 2$
Ethylène.....	$2 (C^2+H^2)$	28 ou $14 \times 2$
Méthyle (hydr. d'éthylène)	$2 (C^2+H^2)$	30 ou $15 \times 2$
Formène.....	$C^2+H^4$	16
Allylène.....	$C^3+H^4$	40
Propylène.....	$C^3+H^6$	42
Hydruure de propylène...	$C^3+H^8$	44
Amylène.....	$C^{10}+H^{10}$	70 ou $14 \times 5$
Diamylène.....	$2 (C^{10}+H^{10})$	140
Benzine.....	$C^{12}+H^8$	78
Dipropargyle.....	$2 (C^3+H^3)$	78
Diallyle.....	$2 (C^3+H^6)$	82
Camphène crist. inactif..	$C^{20}+H^{10}$	136
Citrène.....	$C^{20}+H^{10}$	136
Térébenthène liquide...	$C^{20}+H^{10}$	136
Térébène.....	$C^{20}+H^{10}$	136
Ethalène.....	$C^{32}+H^{32}$	224
Naphtaline.....	$C^{20}+H^8$	128
Diphényle.....	$C^{22}+H^{10}$	154

(1) Les chaleurs de combustion sont connues à 1 ou 2 centièmes près. Les d'erreur égale à la valeur de cette approximation, rapportée au chiffre absolu

XXVI.

leurs éléments : carbone diamant, hydrogène gazeux, oxygène gazeux, les chaleurs de combustion et autres données.

CHALEUR DÉGAGÉE, le composé étant				AUTEURS	CHALEUR de combustion (1) à pression constante (état actuel).
gazeux.	liquide.	solide.	dissous.		
CARBURES					
"	"	+ 3,0	"	F. et S.	97
+ 25,8	"	"	"	B.	68,2
+ 94	"	+100,1	+ 99,6	F. et S.	"
- 61,4	"	"	"	[B.] T.	318,1
- 15,4	"	"	"	[B.] D. F. et S. A. T.	341,4
+ 5,7	"	"	"	[B.] T.	389,3
- 18,5	"	"	"	B. D. F. et S. A. T.	213,3
- 46,5	"	"	"	B.	466,5
- 18,3	"	"	"	[B.] T.	507,3
+ 4,5	"	"	"	[B.] T.	553,5
+ 5,4	+ 10,6	"	"	F. et S.	804,4
+ 26,1	+ 33,0	"	"	B.	1597
- 12,0	- 5,0	- 2,7	"	[B.] T. St.	776
- 82,8	"	"	"	B. et Og.	853,6 (gaz)
+ 4,7	"	"	"	B. et Og.	904,3 (gaz)
"	"	+ 22,8	"	B. et Vie.	1469,2
- 7,5	+ 2,0	"	"	F. et S.	1490
+ 8,6	+ 17	"	"	F. et S. D.	1475
"	+ 42	"	"	F. et S.	1450
"	+ 118	"	"	F. et S.	2490
"	"	- 20,7	"	B. Vie, Rec, L.	1242,7
"	"	- 37,1	"	B. et Vie.	1510,1

chaleurs de formation, qui en sont déduites, sont affectées d'une probabilité de la chaleur de combustion. On admet : C<sup>2</sup> diamant + O<sup>4</sup> = C<sup>2</sup>O<sup>4</sup> : + 94,0.

TABLEAU

Chaleur dégagée dans la formation des composés  
hydrogène gazeux, oxygène gazeux,

NOMS	COMPOSANTS	POIDS moléculaire.	
CARBURES (Suite).			
Acénaphthène.....	$C^{22}+H^{10}$	154	
Dibenzyle.....	$C^{28}+H^{14}$	182	
Stilbène.....	$C^{28}+H^{12}$	180	
Anthracène.....	$C^{28}+H^{10}$	178	
Phénanthrène.....	$C^{28}+H^{10}$	178	
Rétène.....	$C^{30}+H^{18}$	134	
ALCOOLS			
Alcool	méthylique.....	$C^2+H^4+O^2$	32
	ordinaire.....	$C^2+H^4+O^2$	46
	propylique et isopro- pylique.....	$C^3+H^6+O^2$	60
	butylique (fermentat.)	$C^4+H^{10}+O^2$	74
	amylique et isomères	$C^{10}+H^{18}+O^2$	88
	caprylique.....	$C^{16}+H^{28}+O^2$	130
	éthaique.....	$C^{22}+H^{38}+O^2$	242
	allylique.....	$C^3+H^6+O^2$	58
	Éthylvinylcarbinol.....	$C^{10}+H^{18}+O^2$	86
	Allyldiméthylcarbinol...	$C^{12}+H^{22}+O^2$	100
	Allyldipropylcarbinol...	$C^{20}+H^{38}+O^2$	156
	Menthol.....	$C^{10}+H^{20}+O^2$	156
	Diallylméthylcarbinol...	$C^{16}+H^{28}+O^2$	126
	Phénol.....	$C^{12}+H^8+O^2$	94
Hydroquinon.....	$C^{12}+H^8+O^2$	110	
Pyrogallol.....	$C^{12}+H^8+O^3$	126	
Glycol.....	$C^2+H^4+O^2$	62	
Propylglycol et isomères	$C^3+H^6+O^2$	76	
Pinacone.....	$C^{18}+H^{24}+O^2$	118	
Glycérine.....	$C^3+H^6+O^3$	92	
Mannite et dulcite.....	$C^{12}+H^{18}+O^{18}$	182	
Glucose et isomères.....	$C^{12}+H^{18}+O^{18}$	180	

XXVI.

organiques depuis leurs éléments : carbone diamant, azote gazeux, etc. (Suite.)

CHALEUR DÉGAGÉE, le composé étant				AUTEURS	CHALEUR de combustion à pression constante (état actuel).
gazeux.	liquide.	solide.	dissous.		
CARBURES (Suite).					
»	»	- 48,1	»	B. et Vie.	1521,2
»	»	- 31,2	»	B. et Vie.	1830,2
»	»	- 47,3	»	B. et Vie.	1777,3
»	»	- 46,6	»	B. et Vie.	1707,6
»	»	- 39,4	»	B. et Vie.	1700,4
»	»	- 13,1	»	B. et Vie.	2326,1
ALCOOLS					
+ 53,6	+ 62	»	+ 64,0	F. et S.	170
+ 60,7	+ 70,5	»	+ 73	[B.D.A.F.S.]	324,5
»	+ 67	»	+ 70	B. L.	478 à 491
»	+ 84	»	+ 86,5	L.	633 à 637(iso)
+ 82,3	+ 93	»	+ 95,8	F. et S. [L.]	788 à 793
»	+ 111	»	»	L.	1262
»	»	+112	»	F. et S.	2565
»	+ 46	»	+ 48	L.	442,6
»	+ 62	»	»	L.	753
»	+ 64	»	»	L.	914
»	+ 85	»	»	L.	1545
»	+ 121	»	»	L.	1509
»	+ 34	»	»	L.	1201
»	+ 32,7	+ 35,0	+ 33,0	{ F. S. T. St. [B., V., L.] }	736,4 (sol)
»	»	+ 86,1	»	B. et L.	684,9
»	»	+137,7	»	B. et L.	633,3
»	+111,7	»	+113,4	L.	283
»	+127	»	»	L.	431 à 436
»	»	+149	»	L.	898
»	+165,5	+169,4	+164	L.	392,5
»	»	+318,5	+313,5(m)	St. [B. et V.]	728,5
»	»	+305.	+302 (g)	B. et Rec.	673

TABLEAU

Chaleur dégagée dans la formation des composés  
hydrogène gazeux, oxygène gazeux,

NOMS	COMPOSANTS	POIDS moléculaire.
ALCOOLS (Suite).		
Inosite.....	$C^{12}+H^{12}+O^{12}$	180
Quercite.....	$C^{12}+H^{12}+O^{10}$	164
Éther méthylique.....	$C^4+H^8+O^2$	46
Éther ordinaire.....	$C^6+H^{10}+O^2$	74
Éther glycolique.....	$C^2+H^4+O^2$	44
Polyglucosides { amidon } { inuline } { dextrine }	$n(C^{12}+H^{10}+O^{10})$	162 n
Cellulose (coton).....	$C^{12}H^{10}O^{10}$	162
Saccharose et isomères..	$C^{24}+H^{32}+O^{32}$	342
Alcoolate de soude.....	$C^2H^2NaO^2$	68
Alcoolate de potasse...	$C^2H^2KO^2$	84
Méthylate de soude.....	$C^2H^3NaO^2$	54
Méthylate de potasse...	$C^2H^3KO^2$	70
Glycérinate de potasse...	$C^6H^7KO^6$	130
Glycérinate de soude....	$C^6H^7NaO^6$	114
ALDÉHYDES		
Aldéhyde.....	$C^4+H^4+O^2$	44
Aldol.....	$C^8+H^8+O^4$	88
Paraldéhyde.....	$C^{12}+H^{12}+O^6$	132
Acétone.....	$C^6+H^6+O^2$	58
Aldéhyde orthopropylique	$C^6+H^8+O^2$	58
Aldéhyde valérique....	$C^{10}+H^{10}+O^2$	86
Diéthylacétone.....	$C^{10}+H^{10}+O^2$	86
Dipropylacétone.....	$C^{14}+H^{14}+O^2$	100
Disopropylacétone....	$C^{14}+H^{14}+O^2$	100
Méthylhexylacétone...	$C^{18}+H^{18}+O^2$	114
Aldéhyde crotonique...	$C^8+H^8+O^2$	70
œnanthol.....	$C^{14}+H^{14}+O^2$	114
Quinon.....	$C^8+H^4+O^4$	108

XXVI.

organiques depuis leurs éléments : carbone diamant, azote gazeux, etc. (Suite.)

CHALEUR DÉGAGÉE, le composé étant				AUTEURS	CHALEUR de combustion à pression constante (état actuel).
gazeux.	liquide.	solide.	dissous.		
ALCOOLS (Suite).					
"	"	+311,5	"	B. et Rec.	666,5
"	"	+268,9	"	B. et Rec.	709,8
+ 50,8	"	"	+ 59,1	B.	344,2
+ 65,3	+ 72	"	+ 78	[B.]D.F.etS.	619
+ 17,7	+ 23,8	"	+ 25,3	B.	308,4 gaz.
"	"	+224	"	St. [B. et V.]	685
"	"	+231	"	"	678
"	"	+242	"	"	667
"	"	+227	"	St. [B. et V.]	682
"	"	+332	"	St. [B. et V.]	1355
"	"	+102,7	"	Fo.	"
"	"	+106,2	"	Fo.	"
"	"	+ 95,2	"	Fo.	"
"	"	+106,2	"	Fo.	"
"	"	+215,2	"	Fo.	"
"	"	+209,4	"	Fo.	"
ALDÉHYDES					
+ 50,5	+ 56,5	"	+ 60,1	B. et Og.	269,5
"	+103,1	"	"	L.	546,9
"	+164,8	"	"	L.	813,2
+ 57,5	+ 65	"	+ 67,5	F. et S.	424
"	+ 69	"	+ 73	B.	420
"	+ 73	"	"	L.	742
+ 78,1	"	"	"	L.	736,9
+ 87	"	"	"	L.	1053,9
+ 95	"	"	"	L.	1045,7
+ 92	"	"	"	L.	1211,8
"	+ 41	"	"	L.	512,3
"	+ 78	"	"	L.	1063
"	"	+ 45,2	"	B., Rec., L.	656,8

TABLEAU

Chaleur dégagée dans la formation des composés  
hydrogène gazeux, oxygène gazeux,

NOMS	COMPOSANTS	Poids moléculaire.
ALDÉHYDES (Suite).		
Méthylal diméthylque...	$C^2 + H^2 + O^4$	76
Acétal.....	$C^2 + H^4 + O^4$	118
Oxyde de mésityle.....	$C^{12} + H^{10} + O^2$	98
Glyoxal bisulfite.....	$C^4H^2O^4$ d. $+2(S^2O^4, KO)d.$	
Id. ....	$C^4H^2O^4$ diss.	"
Id. ....	$+2(S^2O^4 AzH^4O)$ diss.	"
ACIDES		
Acide formique.....	$C^2 + H^2 + O^4$	46
Id. acétique.....	$C^4 + H^4 + O^4$	60
Id. id. anhydre...	$2(C^4 + H^4 + O^4)$	$51 \times 2$
Id. propionique.....	$C^6 + H^6 + O^4$	74
Id. id. anhy.	$2(C^6 + H^6 + O^4)$	$65 \times 2$
Id. butyrique.....	$C^8 + H^8 + O^4$	88
Id. isobutyrique.....	$C^8 + H^8 + O^4$	88
Id. valérique.....	$C^{10} + H^{10} + O^4$	102
Id. caproïque.....	$C^{12} + H^{12} + O^4$	116
Id. caprylique.....	$C^{14} + H^{14} + O^4$	144
Id. monylique.....	$C^{16} + H^{16} + O^4$	158
Id. laurique.....	$C^{21} + H^{21} + O^4$	200
Id. myristique.....	$C^{28} + H^{28} + O^4$	228
Id. margarique (palmi- tique.....	$C^{33} + H^{33} + O^4$	256
Id. stéarique.....	$C^{36} + H^{36} + O^4$	284
Id. oxalique.....	$C^4 + H^2 + O^8$	90
Id. malonique.....	$C^6 + H^4 + O^8$	104
Id. succinique.....	$C^8 + H^6 + O^8$	118
Id. lactique.....	$C^6 + H^8 + O^8$	90
Id. salicylique.....	$C^{14} + H^8 + O^6$	138
Id. paraoxybenzoïque.	Id.	138
Id. citrique.....	$C^{12} + H^8 + O^{11}$	192

XXVI.

organiques depuis leurs éléments : carbone diamant  
azote gazeux, etc. (Suite.)

CHALEUR DÉGAGÉE. le composé étant				AUTEURS	CHALEUR de combustion à pression constante (état actuel).
gazeux.	liquide.	solide.	dissous.		
ALDÉHYDES (Suite).					
+117,3	+124,4	"	+127,3	B. et Og.	434
"	+128,0	"	"	L.	918,6
"	+ 63	"	"	L.	846,4
"	"	"	+ 45,0	Fo.	"
"	"	"	+ 14,2	Fo.	"
ACIDES					
+ 88,2	+ 93,0	+ 95,5	+ 93,4	B.	70 (liq.)
+110,6	+115,7	+118,2	+116,1	F. et S. B.	210,3 (liq.)
+69,9×2	+74,3×2	"	"	B. et L.	217,2×2
"	+121,4	"	"	[L.] St.	366,9
"	+ 81×2	"	"	L.	273,5×2
+117,3	+127,3	"	+128,3	F. et S., St	524,7
"	+134,2	"	"	L.	517,8
+147,4	+138	+148,8	"	F.,S.[L.]St.	674
"	+148	"	"	[L.] St.	830
"	+165,3	"	"	[L.] St.	1138,7
"	+179,6	"	"	L.	1287,4
"	"	+196,3	"	St. [L.]	1759,7
"	"	+220,2	"	St. [L.]	2061,8
"	"	+236,2	"	F.,S.,St.[L.]	2374,8
"	"	+255	"	F. et S. [L.]	2678,9
"	"	+197	+194,7	[B.]T. St. L.	60
"	"	+220	"	St. [L.]	207,6
"	"	+238,2	+231,8	St. [L.]	354
"	+166,5	"	"	L.	329,5
"	"	+136,9	+140,2	B.,Wr.,Rec.	734
"	"	+138,1	+132,5	B. et Wr.	733
"	"	+275,1	"	L.	480,1

TABLEAU

Chaleur dégagée dans la formation des composés  
hydrogène gazeux, oxygène gazeux,

NOMS	COMPOSANTS	POIDS moléculaire.
ACIDES (Suite).		
Acide benzoïque .....	$C^{14}+H^8+O^4$	+ 122
Id. cuménique .....	$C^{20}+H^{12}+O^4$	+ 164
Id. quinique .....	$C^{14}+H^{12}+O^{12}$	+ 192
ÉTHERS		
Éthers composés formés par les acides organiq.	"	"
Ether méthylformique...	$C^1+H^1+O^1$	60
Id. éthylformique ....	$C^2+H^2+O^1$	74
Id. éthylacétique .....	$C^2+H^2+O^2$	88
Id. méthylxalique .....	$C^2+H^2+O^2$	118
Id. éthylxalique liq.	$C^2+H^2+O^2$	146
Id. méthylcarbonique.	$C^2+H^2+O^2$	90
Id. éthylcarbonique...	$C^2+H^2+O^2$	118
Trilaurine .....	$C^{72}+H^{74}+O^{12}$	628
Trimyristine .....	$C^{90}+H^{90}+O^{12}$	722
Trioléine .....	$C^{114}+H^{104}+O^{12}$	884
Ether azotique .....	$C^2+H^2+Az+O^2$	91
Nitroglycérine .....	$C^3+H^5+Az^2+O^{12}$	227
Nitromannite .....	$C^{12}+H^8+Az^2+O^{30}$	432
Ether acéto-acétique.....	$C^{12}+H^{10}+O^6$	130

XXVI.

organiques depuis leurs éléments : carbone diamant, azote gazeux, etc. (Suite.)

CHALEUR DÉGAGÉE, le composé étant				AUTEURS	CHALEUR de combustion à pression constante (état actuel).		
gazeux.	liquide.	solide.	dissous.				
ACIDES (Suite).							
"	"	+ 93,5	"	B., Rec. et L.	771,5		
"	"	"	"	B. et L.	1237,7		
"	"	+238,3	"	B. et Rec.	833,7		
ETHERS							
	Approxim. = chaleur dégagée dans la formation de l'acide + chaleur de formation de l'alcool - 2,0 pour chaque équiv. d'alcool.				Sommes des chaleurs de combustion de l'acide et de l'alcool + 2,0; approxim.		
"		"	"	"		B.	
+ 87,3		+ 94,2	"	+ 93,3		[B.] F. et S.	232 (liq.)
+101		+108,4	"	+110,5		[B.] F. et S.	330,6 (liq.)
+117,1		+128	"	+128,4		[B.] F. et S.	524
"		"	+185	+182,8		B.	398
+185,4		+196	"	+199,1		B.	570
"		+149	"	"		L.	339,7
"		+173	"	"		L.	642,2
"		"	+479,3	"		L.	5707,7
"		"	+568,1	"		L.	6601,9
"		+228*	"	"		D.	8718*
"		+ 49,3	"	+ 50,3		B.	311
"		+ 98	"	"		B.	356,5
"		"	+149	"		Sa. et Vic.	691
"	+155	"	"	L.	734		

TABLEAU

Chaleur dégagée dans la formation des composés  
hydrogène gazeux, oxygène gazeux,

NOMS	COMPOSANTS	POIDS moléculaire.
COMPOSÉS		
Ether méthylchlorhydriq.	$C^2+H^3+Cl$	50,5
Id. méthylbromhydriq.	$C^2+H^3+Br$ gaz	95
Id. méthylodhydriq.	$C^2+H^3+Br$ liq.	142
Formène bichloré.....	$C^2+H^2+I$ gaz.	85
Ether chlorhydrique.....	$C^2+H^2+I$ sol.	64,5
Id. bromhydrique.....	$C^2+H^2+Cl^2$	109
Id. iodhydrique.....	$C^2+H^2+Cl$	156
Id. bromhydrique.....	$C^2+H^2+Br$ gaz.	269
(bromure.)	$C^2+H^2+Br$ liq.	99
Chlorure d'éthylène.....	$C^4H^2Br$ liq. + $Br^2$ liq.	188
Bromure d'éthylène (Br liquide.).....	$C^2+H^4+Cl^2$	406,5
Bromure d'éthylène (Br gaz.....)	$C^2+H^4+Br^2$	151
Chlorhydrate d'amylène..	$C^{10}+H^{14}+Cl$	198
Bromhydrate id. ..	$C^{10}+H^{14}+Br$ (liq.)	80,5
Iodhydrate id. ..	$C^{10}+H^{14}+I$ (sol)	78,5
Glycol monochlorhydriq	$C^2+H^2+Cl+O^2$	123
Chlorure acétique.....	$C^2+H^2+Cl+O^2$	170
Bromure acétique.....	$C^2+H^2+Br$ liq. + $O^2$	173
Iodure acétique.....	$C^2+H^2+I$ sol. + $O^2$	252
Phénol monobromé.....	$C^6+H^6+Br+O^2$	331
Id. bibromé.....	$C^6+H^6+Br^2+O^2$	
Id. tribromé.....	$C^6+H^6+Br^3+O^2$	

XXVI.

organiques depuis leurs éléments : carbone diamant, azote gazeux, etc. (Suite.)

CHALEUR DÉGAGÉE, le composé étant				AUTEURS	CHALEUR de combustion à pression constante (état actuel).
gazeux.	liquide.	solide.	dissous.		
CHLORES					
+ 28,5	"	"	"	B.	"
+ 17,1	"	"	"	B.	"
+ 13,1	"	"	"	B.	"
+ 14,2	+ 20,7	"	"	B.	"
+ 8,8	+ 15,3	"	"	B.	"
+ 31,2	+ 37,6	"	"	B. et Og.	"
+ 38,5	+ 44,9	"	"	B.	"
+ 31,0	+ 37,7	"	"	B.	"
+ 27,0	+ 33,7	"	"	B.	"
+ 22,8	+ 30,3	"	"	B.	"
+ 17,4	+ 24,9	"	"	B.	"
"	+ 2,3	"	"	B.	"
+ 33,9	+ 40,5	"	"	B. et Og.	"
+ 5,7	+ 13,9	"	"	B.	"
+ 13,7	+ 21,9	"	"	B.	"
+ 44,2	+ 50,2	"	"	B.	"
+ 28,0	+ 35,3	"	"	B.	"
+ 9,8	+ 19,2	"	"	B.	"
"	+ 81,8	"	+ 83,1	B.	"
+ 67,9	+ 74,1	"	"	B.	"
"	+ 64,6	"	"	B.	"
"	+ 49,3	"	"	B.	"
"	"	+ 36,7	"	B. et Wr.	"
"	"	+ 35,8	"	B. et Wr.	"
"	"	+ 36,5	"	B. et Wr.	"

TABLEAU

Chaleur dégagée dans la formation des composés  
hydrogène gazeux, oxygène gazeux.

NOMS	COMPOSANTS	POIDS moléculaire.
ALCALIS		
Ethylamine .....	$C^4 + H^7 + Az$	45
Triméthylamine .....	$C^6 + H^9 + Az$	69
Chlorhydrate de triméthylamine .....	$C^6H^9Az$ gaz + HCl gaz	105,5
COMPOSÉS		
Oxamide solide .....	$C^4 + H^4 + Az^2 + O^4$	88
Fulminate de mercure...	$C^4 + Az^2 + Hg^2 + O^4$	284
Poudre-coton .....	$C^{10} + H^{20} + Az^{11} + O^{21}$	1143
Nitrobenzine .....	$C^{12} + H^6 + Az + O^4$	123
Binitrobenzine .....	$C^{12} + H^4 + Az^2 + O^8$	168
Acide picrique .....	$C^{12} + H^2 + Az^3 + O^{14}$	229
Picrate de potasse .....	$C^{12} + H^2 + K + Az^3 + O^{14}$	267
Id. d'ammoniaque .....	$C^{12} + H^2 + Az^3 + O^{12}$	246
Id. de soude .....	$C^{12} + H^2 + Na + Az^3 + O^{14}$	251
Id. de chaux .....	$C^{12} + H^2 + Ca + Az^3 + O^{14}$	248
Id. de strontiane .....	$C^{12} + H^2 + Sr + Az^3 + O^{14}$	271,8
Id. de baryte .....	$C^{12} + H^2 + Ba + Az^3 + O^{14}$	296,5
Id. de magnésie .....	$C^{12} + H^2 + Mg + Az^3 + O^{14}$	240
Id. de zinc .....	$C^{12} + H^2 + Zn + Az^3 + O^{14}$	260,5
Id. de cuivre .....	$C^{12} + H^2 + Cu + Az^3 + O^{14}$	259,7
Id. de plomb .....	$C^{12} + H^2 + Pb + Az^3 + O^{14}$	331,5
Cyanogène .....	$2(C^2 + Az)$	$26 \times 2$ ou 52
Acide cyanhydrique .....	$C^2 + Az + H$	27
Nitrate de diazobenzol .....	$C^{12} + H^6 + Az^2 + O^6$	167

XXVI.

organiques depuis leurs éléments : carbone diamant, azote gazeux, etc. (Suite.)

CHALEUR DÉGAGÉE le composé étant				AUTEURS	CHALEUR de combustion à pression constante (état actuel).
gazeux.	liquide.	solide.	dissous.		
ALCALIS					
+ 19,8	"	"	+ 32,7	B.	409,7
- 9,5	"	"	+ 3,4	B.	592
"	"	"	+ 29,3	B.	"
AZOTÉS					
"	"	+140	"	B.	286
"	"	+ 62,9	"	B. et Vie.	250,9
"	"	+624	"	Sa. et Vie.	(Hg libre) 2633
"	+ 4,2	+ 6,9	"	B.	732
"	+ 12,7	"	"	B.	689
"	"	+ 49,1	+ 41,0	Sa. et Vie.	618,4
"	"	+113,5	+103,8	Sa. et Vie.	619,7 bic.
"	"	+ 80,1	+ 71,4	Sa. et Vie.	690,9
"	"	+105,3	+ 98,9	B.	
"	"	+ 55,2	+ 96,3	Ts.	
"	"	+100,3	+100,9	Id.	
"	"	+x+38	x+ 38,0	Id.	
"	"	+ 89,0	+ 96,4	Id.	
"	"	+ 53,8	+ 59,6	Id.	
"	"	+ 32,6	+ 34,2	Id.	
"	"	+ 44,7	+ 41,2	Id.	
- 74,5	"	"	- 67,2	B.	262,5
- 29,5	- 23,8	"	- 23,4	B.	158 (gaz)
"	"	- 47,4	"	B. et Vieille	782,9

## TABLEAU

Formation des éthers au moyen des alcools.  
d'après

ALCOOL + ACIDE	
NOMS	FORMULES
Ether méthylechlorhydrique.....	$C^1H^3(HCl)$
Ether méthylbromhydrique.....	$C^1H^3(HBr)$
Ether méthylodhydrique.....	$C^1H^3(HI)$
Ether méthylformique.....	$C^1H^3(C^1H^1O^1)$
Ether chlorhydrique liquide.....	$C^1H^3(HCl)$
Ether bromhydrique liquide.....	$C^1H^3(HBr)$
Ether iodhydrique liquide.....	$C^1H^3(HI)$
Glycol monochlorhydrique.....	$C^2H^4(H^1O^1)(HCl)$
Ether éthylformique.....	$C^2H^4(C^1H^1O^1)$
Ether acétique.....	$C^2H^4(C^2H^3O^2)$
Ether oxalique.....	$[C^2H^4]^2(C^2H^2O^4)$
Acide éthyloxalique dissous.....	$C^2H^4C^2H^2O^4$
Ether méthyloxalique solide.....	$[C^2H^4]^2(C^2H^2O^4)^2$
Ether azotique.....	$C^2H^4(AzO^2H)$
Nitroglycérine (regardée comme insoluble).	$C^3H^5(AzO^2H)^3$
Nitromannite solide (insoluble).....	$C^3H^5(AzO^2H)^6$
Ether ordinaire.....	$C^2H^4(C^2H^5O^2)$
Acide méthylsulfurique.....	$C^2H^4(S^2H^5H^2)$
Acide éthylsulfurique.....	$C^2H^4(S^2O^5H^2)$
Acide iséthionique.....	$C^2H^4O^2, S^2O^6$
Acide propylsulfurique normal.....	$C^3H^6(S^2O^5H^2)$
Acide isopropylsulfurique.....	$C^3H^6(S^2O^5H^2)$
Acide isobutylsulfurique (alcool de fermentation).....	$C^4H^8(S^2O^5H^2)$
Acide amylsulfurique (alcool de fermentation).....	$C^5H^{10}(S^2O^5H^2)$
Acide glycérisulfurique.....	$C^3H^8O^2(S^2O^5H^2)$

(1) Alcool et acide sulfurique purs, acide étheré en solution aqueuse étendue.  
(2) Composants et composés.

XXVII.

État actuel des composants et des composés  
M. Berthelot.

= ETHER + EAU			
Équivalent.	CHALEUR DÉGAGÉE		
	Tous corps gazeux.	Corps isolés et purs.	Corps dissous dans l'eau (2).
50,5	+ 11,9	"	"
95	+ 9,0	"	"
142	+ 19,5	+ 28,4	"
60	- 4,5	- 8,2	- 7,4
64,5	+ 14,8	+ 21,0	"
109	+ 15,8	+ 22,3	"
156	+ 21,0	+ 28,4	"
80,5	"	+ 17,1	- 0,6
74	- 11,1	- 13,9	- 13,5
88	- 6,1	- 2,0	- 1,8
146	"	- 1,9 × 2	- 1,75 × 2
118	"	"	- 3,6
118	"	+ 0,8 × 2	- 1,2 × 2
91	"	+ 6,2	- 2,6
227	"	+ 4,7 × 3	- 2,9 × 3
452	"	+ 3,9 × 6	- 2,5 × 6
74	+ 3,0	- 0,3	+ 0,5
112	"	+ 13,8 (1)	- 5,1
126	"	+ 14,7 (1)	- 4,7
126	"	+ 16,0 (1)	- 3,4
140	"	+ 15,9 (1)	- 4,0
140	"	+ 17,1 (1)	- 3,3
154	"	+ 17,6 (1)	- 2,2
168	"	+ 19,5 (1)	- 0,2
172	"	+ 15,2 (1)	- 3,2

## Formation des éthers et des alcools, dans leur état actuel,

NOMS	COMPOSANTS
Alcool ordinaire.....	$C^2H^4 + H^2O^2$ (gaz)..... $C^2H^4 + H^2O^2$ (liquide).....
Alcool isopropylique.....	$C^3H^6 + H^2O^2$ (gaz)..... $C^3H^6 + H^2O^2$ (liquide).....
Son chang. en alcool propyl. norm	$C^3H^6O^2$ liquide..... $C^2H^4 + C^2H^4O^2$ (gaz).....
Éther ordinaire.....	$C^2H^4 + C^2H^4O^2$ (liquide).....
Éther chlorhydrique.....	$C^2H^4 + HCl$ .....
Éther bromhydrique.....	$C^2H^4 + HBr$ .....
Éther iodhydrique.....	$C^2H^4 + HI$ .....
Chlorhydrate d'amylène.....	$C^5H^{10} + HCl$ .....
Bromhydrate Id.....	$C^5H^{10} + HBr$ .....
Iodhydrate Id.....	$C^5H^{10} + HI$ .....
Glycol monochlorhydrique.....	$C^2H^4O + HCl$ .....
Chlorure d'éthylène.....	$C^2H^4 + 2HCl$ .....
Bromure d'éthylène.....	$C^2H^4 + Br^2$ (liquide)..... $C^2H^4 + Br^2$ (gaz).....
Éther acétique.....	$C^2H^4 + C^2H^4O^2$ (liquide)..... $C^2H^4 + C^2H^4O^2$ (gaz).....
Acide éthylsulfurique.....	$C^2H^4 + 2SO^2H$ (pur)..... $C^2H^4 + 2SO^2H$ (étendu).....
Acide propylsulfurique.....	$C^3H^6 + 2SO^2H$ (pur)..... $C^3H^6 + 2SO^2H$ (étendu).....
Acide iséthionique.....	$C^2H^4 + S^2O^2 + H^2O^2$ ..... $C^2H^4 + 2SO^2H$ (étendu).....
Acide benzino-sulfurique.....	$C^6H^6O^2 + S^2O^2$ ..... $C^6H^6O^2 + 2SO^2H$ (étendu).....
Acide toluéno-sulfurique.....	$C^7H^8O^2 + S^2O^2$ ..... $C^7H^8O^2 + 2SO^2H$ (étendu).....
Benzino-sulfate de soude.....	$C^6H^6O^2 + S^2O^2 + NaHO^2$ .....
Benzino-sulfate de baryte.....	$C^6H^6O^2 + S^2O^2 + BaHO^2$ .....
Ethylsulfate de soude.....	$C^2H^4O^2 + 2SO^2H$ liq. + $NaHO^2$ .....
Ethylsulfate de baryte.....	$C^2H^4O^2 + 2SO^2H$ liq. + $BaHO^2$ .....
Alcoolate de soude (Fo).....	$C^2H^4O^2 + NaHO^2$ .....
Méthylate de soude (Fo).....	$C^2H^4O^2 + NaHO^2$ .....
Alcoolate de baryte (Fo).....	$C^2H^4O^2 + BaHO^2$ .....
Glycolate bisodique (Fo).....	$C^2H^2NaO^2 + NaHO^2$ .....

(1) Ce composé est formé, non avec le carbure, mais avec l'alcool.

XXVIII.

au moyen des carbures d'hydrogène, d'après M. Berthelot.

FORMULE DU COMPOSÉ	Equival.	CHALEUR DÉGAGÉE	
		Carbure liquide.	Carbure gazeux.
$C^2H^4(H^2O^2)$ { gaz.....	46	"	+ 16,9
{ liquide.....	46	"	+ 26,5
$C^2H^4(H^2O^2)$ { liquide.....	46	"	+ 16,9
{ diss. d. l'eau...	46	"	+ 19,4
$C^2H^6(H^2O^2)$ liquide.....	60	"	+ 26,1
$C^2H^6(H^2O^2)$ { liquide.....	60	"	+ 16,6
{ diss. d. l'eau...	60	"	+ 20,0
$C^2H^2O^2$ .....	60	"	0,0
$C^2H^4(C^2H^2O^2)$ , gaz.....	74	"	+ 19,4
$C^2H^4(C^2H^2O^2)$ { liquide.....	74	"	+ 16,1
{ diss. d. l'eau...	74	"	+ 22,0
$C^2H^4(HCl)$ liquide.....	64,5	"	+ 38,4
$C^2H^4(HBr)$ Id. ....	109	"	+ 39,5
$C^2H^4(HI)$ Id. ....	156	"	+ 46,5
$C^2H^2(HCl)$ Id. ....	106,5	+ 17,6	+ 22,9
$C^2H^2(HBr)$ Id. ....	151	+ 15,2	+ 20,5
$C^2H^2(HI)$ Id. ....	198	+ 14,8	+ 20,0
$C^2H^2(H^2O^2)(HCl)$ .....	80,5	+ 29,9	+ 36,0
$C^2H^2(HCl)^2$ liquide.....	97	"	+ 64,8 ou 32,4×2
$C^2H^2Br^2$ Id. ....	188	"	+ 29,3
$C^2H^2Br^2$ Id. ....	188	"	+ 36,8 ou 18,4×2
$C^2H^4(C^2H^2O^2)$ liquide.....	88	"	+ 14,9
$C^2H^4(C^2H^2O^2)$ gaz.....	88	"	+ 9,1
$C^2H^4(S^2O^2H^2)$ dissous.....	126	"	+ 31,6
$C^2H^4(S^2O^2H^2)$ Id. ....	126	"	+ 14,7
$C^2H^6(S^2O^2H^2)$ Id. ....	140	"	+ 33,6
$C^2H^6(S^2O^2H^2)$ Id. ....	140	"	+ 16,7
$C^2H^4H^2O^2(S^2O^2)$ Id. ....	126	"	+ 53,3
$C^2H^4H^2O^2(S^2O^2)$ dissous.....	126	"	+ 16,0
$C^2H^4H^2O^2(S^2O^2)$ Id. ....	126	+ 36,4(1)	+ 46,2(1)
$C^2H^2(S^2O^2)$ dissous.....	158	+ 34,7	+ 41,9
$C^2H^2(S^2O^2)$ Id. ....	158	- 2,6	+ 3,6
$C^2H^2(S^2O^2)$ Id. ....	172	+ 35,9	"
$C^2H^2(S^2O^2)$ Id. ....	172	- 1,4	"
$C^2H^2NaSO^2$ sol. + $H^2O^2$ sol..	"	+ 60,3	"
$C^2H^2BaSO^2$ sol. + $H^2O^2$ sol..	"	+ 53,5	"
$C^2H^2(S^2O^2NaH)$ + $H^2O^2$ sol....	"	+ 40,6(1)	"
$C^2H^2(S^2O^2BaH)$ + $H^2O^2$ sol....	"	+ 33,2(1)	"
$C^2H^2NaO^2$ + $H^2O^2$ solide.....	"	+ 0,2(1)	"
$C^2H^2NaO^2$ + $H^2O^2$ solide.....	"	+ 1,3(1)	"
$C^2H^2BaO^2$ + $H^2O^2$ solide.....	"	- 0,8	"
$C^2H^2NaO^2$ + $H^2O^2$ sol.....	"	+ 0,4(1)	"

## TABLEAU

Formation des aldéhydes et des  
d'après

NOMS	COMPOSANTS
1° AVEC LES CARBURES	
Aldéhyde éthylique.....	$C^2H^4 + O^2$
Aldéhyde orthopropylique.....	$C^3H^6 + O^2$
Aldéhyde isopropylique.....	
Acide acétique.....	$C^2H^4 + O^2$
Acide propionique.....	$C^3H^6 + O^2$
Acide oxalique.....	$C^2H^2 + O^2$
Acide acétique.....	$C^2H^2 + O^2 + H^2O^2$ sol. " " " liq. " " " gaz.
Acide formique.....	
2° AVEC LES	
Acide acétique.....	$C^2H^4O^2 + O^2$
Acide propionique.....	$C^3H^6O^2 + O^2$
3° AVEC LES	
Acide formique liquide.....	$C^2H^4O^2 + O^2$
Acide acétique liquide.....	$C^2H^4O^2 + O^2$
Acide valérique liquide.....	$C^{10}H^{18}O^2 + O^2$
Acide margarique solide.....	$C^{22}H^{38}O^2 + O^2$
Acide oxalique solide.....	$C^2H^2O^2 + O^2$
	$C^2H^4O^2 + O^2$
	$C^2H^4O^2$ liq. + $O^2$

XXIX.

acides organiques par oxydation,

M. Berthelot

COMPOSÉS	CHALEUR dégagée.	ÉTAT PHYSIQUE du composé.
D'HYDROGÈNE		
C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 65,9	gaz.
C <sup>3</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 71,9	liquide.
C <sup>4</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 87,3	liquide.
C <sup>5</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 83,3	liquide.
C <sup>6</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 126 ou + 63 × 2	gaz.
C <sup>7</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 131,1	liquide.
C <sup>8</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 133,6	solide.
C <sup>9</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 141,4	liquide.
C <sup>10</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 258 ou + 64,5 × 4	solide.
C <sup>11</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 108,7	solide.
C <sup>12</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 107,8	liquide.
C <sup>13</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 112,7	gaz.
C <sup>14</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 128,9	gaz.
C <sup>15</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 143,5	liquide.
C <sup>16</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 147,3	solide.
ALDÉHYDES		
C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>4</sup>	+ 60,1	Tous corps gazeux.
C <sup>3</sup> H <sup>2</sup> O <sup>4</sup>	+ 59,2	Etat liquide.
C <sup>4</sup> H <sup>2</sup> O <sup>4</sup>	+ 53,1	Etat actuel.
ALCOOLS		
C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup> + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 100	Etat actuel.
C <sup>3</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup> + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 125,1	Id.
C <sup>4</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup> + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 131	Id.
C <sup>5</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup> + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 133,3	Id.
C <sup>6</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup> + 2H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 261 ou + 130,5 × 2	Id.
C <sup>7</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup> + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup>	+ 139,4	Id.
C <sup>8</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup> + H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> liq.	+ 150,3	Id.

## TABLEAU

Divers composés organiques,

NOMS	COMPOSANTS
FORMATION DES AMIDES PAR	
Amide formique.....	$C^2H^2O^2, AzH^3$ (dissous).....
Nitrile formique ou acide cyanhydrique.....	$C^2H^2O^2, AzH^3$ (dissous).....
Oxamide.....	$C^4H^2O^2, 2AzH^3$ (cristallisé)...
FORMATION DES CORPS	
Diamylène.....	$2C^6H^{10}$ } liquide..... gazeux..... gazeux.....
Benzine.....	$3C^6H^8$ .....
Dipropargyle.....	$3C^4H^2$ (act. théorique)..... } $C^2H^6$ (benzine).....
Ether glycolique changé en aldéhyde.....	$C^4H^4O^2$ .....
Chloral insoluble.....	$(C^2HCl^2O^2)^n$ .....
Acide cyanurique (Tr. et H.).....	$3C^2HAzO^2$ liq.....
Cyamélide (Tr. et H.).....	$nC^2HAzO^2$ liq.....
Glyoxal changé en glycolide (Fo.)..	$C^4H^2O^4$ .....
Acide salicylique changé en acide paraoxybenzoïque.....	$C^8H^8O^4$ (ortho).....

XXX.

d'après M. Berthelot.

COMPOSÉS	ÉQUIVALENT.	Chaleur dégagée.
LES SELS AMMONIACAUX		
$C^2H^3AzO^2$ (dissous) . . . . .	45	- 1,0
$C^2HAz$ (dissous) . . . . .	27	- 10,4
$C^4H^3Az^2O^4$ (solide) . . . . .	83	$1,2 \times 2$
ISOMÈRES ET POLYMÈRES (B.)		
$C^{20}H^{20}$ { liquide . . . . .	140	+ 11,8
{ liquide . . . . .	140	+ 22,3
{ gazeux . . . . .	140	+ 15,4
$C^{12}H^6$ gaz . . . . .	78	+ 171
$C^{12}H^6$ gaz . . . . .	78	+ 100,5
		- 70,5
$C^4H^4O^2$ gaz . . . . .	44	+ 32,9
$nC^4HCl^3O^3$ liquide . . . . .	$n \times 147,5$	+ $8,9 \times n$
$C^6H^3Az^2O^6$ solide . . . . .	$43 \times 3$	+ $14,4 \times 3$
$nC^2HAzO^2$ solide . . . . .	$43 \times n$	+ $17,6 \times n$
$C^4H^4O^4$ solide . . . . .	58	+ 4,9
$C^{14}H^6O^8$ (para) . . . . .	138	+ 1,2

## TABLEAU

*Divers composés organiques,*

FORMATION DES CHLORURES ACIDES AVEC	
Acide pur + HCl gaz = Chlorure	
Chlorure acétique.....	.....
Bromure Id. . . . .	.....
Iodure Id. . . . .	.....
Chlorure butyrique.....	.....
Bromure Id. . . . .	.....
Chlorure valérique . . . . .	.....
Bromure Id. . . . .	.....
FORMATION DES	
Composé organique + AzO <sup>3</sup> H liquide	
Éther nitrique (B.).....	.....
Nitroglycérine (B.).....	.....
Nitromannite (B.).....	.....
Poudre-coton (Sa. et Vie.).....	.....
Nitrobenzine (B.).....	.....
Binthrobenzine (B.).....	.....
Acide picrique (phénol trinitré) (Sa. et Vie.).....	.....
Benzine chloronitrée (B.).....	.....
Acide nitrobenzoïque (B.).....	.....
Naphtaline nitrée (Tr. et H.).....	.....
Toluène nitré (Tr. et H.).....	.....

XXX. (Suite et fin.)

d'après M. Berthelot.

LES ACIDES ORGANIQUES (B. ET L.).  
acide liq. + H<sup>2</sup>O<sup>3</sup> liquide.

C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> ClO <sup>3</sup>	78,5	— 5,5
C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> BrO <sup>7</sup>	123	— 2,9
C <sup>4</sup> H <sup>3</sup> IO <sup>3</sup>	170	— 1,8
C <sup>6</sup> H <sup>7</sup> ClO <sup>3</sup>	106,5	— 3,8
C <sup>6</sup> H <sup>7</sup> BrO <sup>3</sup>	151	— 1,9
C <sup>6</sup> H <sup>9</sup> ClO <sup>3</sup>	120,5	— 2,5
C <sup>6</sup> H <sup>9</sup> BrO <sup>3</sup>	165	— 1,7

DÉRIVÉS NITRIQUES.

≡ Dérivé nitrique + H<sup>2</sup>O<sup>3</sup> liquide.

C <sup>4</sup> H <sup>4</sup> (AzO <sup>3</sup> H)	91	+ 6,2
C <sup>6</sup> H <sup>4</sup> (AzO <sup>3</sup> H) <sup>3</sup>	227	+ 4,7 × 3
C <sup>12</sup> H <sup>4</sup> (AzO <sup>3</sup> H) <sup>6</sup>	453	+ 3,9 × 6
C <sup>18</sup> H <sup>10</sup> O <sup>18</sup> (AzO <sup>3</sup> H) <sup>11</sup>	1143	+ 11,4 × 11
C <sup>12</sup> H <sup>8</sup> AzO <sup>4</sup>	123	+ 36,6
C <sup>12</sup> H <sup>4</sup> (AzO <sup>4</sup> ) <sup>2</sup>	168	+ 36,2 × 2
C <sup>12</sup> H <sup>2</sup> (AzO <sup>4</sup> ) <sup>3</sup> O <sup>3</sup>	229	+ 34,0 × 3
C <sup>12</sup> H <sup>4</sup> ClAzO <sup>4</sup>	157,5	+ 36,4
C <sup>14</sup> H <sup>8</sup> AzO <sup>8</sup>	167	+ 36,6
C <sup>20</sup> H <sup>7</sup> AzO <sup>4</sup>	173	+ 36,5
C <sup>14</sup> H <sup>7</sup> AzO <sup>4</sup>	137	+ 38,0

TABLEAU XXXI.  
Substitutions, d'après M. Berthelot.

NOMS	COMPOSANTS	COMPOSÉS	CHALEUR DÉGAGÉE	
			Tous les corps gazeux.	État actuel (+ 12°).
FORMÈNE (C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> ).				
Formène monochloré (éther méthylchlorhydrique).....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> Cl.....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> Cl + HCl	+ 32,0	"
Formène bichloré (chlorure de méthylène).....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> Cl <sup>2</sup> .....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> Cl <sup>2</sup> + HCl	+ 24,8	+ 31,2
Formène bromé (éther méthylbromhydrique).....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> Br.....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> Br + HBr	+ 42,1	+ 4,1
Formène iodé (éther méthyl-iodhydrique).....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> I.....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> I + HI	- 5,1	- 9,7
HYDREURE D'ÉTHYLÈNE (C <sup>4</sup> H <sup>6</sup> ).				
Hydreure d'éthylène chloré (éther chlorhydrique).....	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> Cl.....	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> Cl + HCl	+ 54,8	+ 61,2
Hydreure d'éthylène bichloré (chlorure d'éthylidène).....	C <sup>4</sup> H <sup>4</sup> Cl <sup>2</sup> .....	C <sup>4</sup> H <sup>4</sup> Cl <sup>2</sup> + HCl	+ 47,4	+ 47,4
Hydreure d'éthylène bromé (éther bromhydrique).....	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> Br.....	C <sup>4</sup> H <sup>5</sup> Br + HBr	+ 38,8	+ 36,7

Hydruie d'éthylène iodé (éther iodhydrique).....	$C^2H^3I$ .....	$C^2H^6 + I^2$	$C^2H^3I + HBr$	+16,3	+13,0
ALCOOL ( $C^2H^5O^2$ ).					
Glycol monochlorhydrique....	$C^2H^3ClO^2$ .....	$C^2H^5O^2 + Cl^2$	$C^2H^3ClO^2 + HCl$	"	+33,3
PHÉNOL ( $C^6H^5O^2$ B. et Wr.), Br et HBr gazeux.					
Phénol monobromé.....	$C^6H^3BrO^2$ .....	$C^6H^5O^2 + Br^2$	$C^6H^3BrO^2 + HBr$	"	+12,1
Phénol dibromé.....	$C^6H^3Br^2O^2$ .....	$C^6H^5O^2 + 2Br^2$	$C^6H^3Br^2O^2 + 2HBr$	"	+20,4
Phénol tribromé.....	$C^6H^3Br^3O^2$ .....	$C^6H^5O^2 + 3Br^2$	$C^6H^3Br^3O^2 + 3HBr$	"	+31,0
Résorcine tribromée.....	$C^6H^3Br^3O^2$ .....	$C^6H^5O^2 + 3Br^2$	$C^6H^3Br^3O^2 + 3HBr$	"	+24,9
Oréine tribromée.....	$C^6H^3Br^3O^2$ .....	$C^6H^5O^2 + 3Br^2$	$C^6H^3Br^3O^2 + 3HBr$	"	+24,4
Phénol quadribromé (Wr).....	$C^6H^3Br^4O^2$ .....	$C^6H^5O^2 + 4Br^2$	$C^6H^3Br^4O^2 + 4HBr$	"	+ 6,4
ALDÉHYDE ( $C^2H^3O^2$ ).					
Aldéhyde chloré (chlorure acétique).....	$C^2H^3ClO^2$ .....	$C^2H^3O^2 + Cl^2$	$C^2H^3ClO^2 + HCl$	+39,4	+39,6
Aldéhyde bromé (bromure acétique).....	$C^2H^3BrO^2$ .....	$C^2H^3O^2 + Br^2$	$C^2H^3BrO^2 + HBr$	"	+17,6
Aldéhyde iodé (iodure acétique).....	$C^2H^3IO^2$ .....	$C^2H^3O^2 + I^2$	$C^2H^3IO^2 + HI$	"	-13,4
ACIDE CYANHYDRIQUE ( $C^2AZH$ ).					
Chlorure de cyanogène.....	$C^2AZCl$ .....	$C^2AZH + Cl^2$	$C^2AZCl + HCl$	+13,8	+18,4
Iodure de cyanogène.....	$C^2AZI$ .....	$C^2AZH + I^2$	$C^2AZI + HI$	"	-20,9

TABLEAU XXXII.

*États isomériques des corps simples.*

NOMS	ÉQUIVAL.	CHALEUR DÉGAGÉE	AUTEURS
Oxygène changé en ozone $3O = O_3$ .....	24	- 14,8	B.
Soufre octaédrique, en soufre insoluble.....	16	0,0 à 18°; < 0 à 112°	B.
Soufre amorphe insoluble, en soufre amorphe soluble.....	16	0,04	B.
Soufre amorphe soluble, en S. octaédrique.....	16	0,04	B. R. (varie).
Soufre mou, en soufre octaédrique.....	16	0,20	M.
Soufre prismatique, en S. octaédrique.....	16	0,04	Fabre.
Sélénium vitreux, en Se métallique.....	39,5	2,8	B. et Fab.
Tellure cristallisé, en Tellure amorphe.....	64	43,4	Tr. et H.
Phosphore blanc, en P. rouge cristallisé.....	31	49,2	
Phosphore blanc, en P. rouge amorphe.....	31	+ 20,7 à + 9,3 et - 1,0 suivant les variétés.	Tr. et H.
C. amorphe (du charbon de bois), en diamant.....	6	+ 4,5	F. S.
Si amorphe, en Si cristallisé.....	28	+ 8,1	Tr. et H.
Au (précipité du bromure) changé en Au, dans l'état physique de l'or précipité du chlorure.....	98,5	+ 4,6	T.
Fer vers 700°.....	28	0,14	Pl.
Fer vers 1000° (nouveau changement).....	28	- 0,17	Pl.

TABLEAU XXXIII.

Chaleur de dissolution, dans l'eau, des principaux corps gazeux, rapportés à un même volume (22<sup>lit</sup>,3, [1 +  $\alpha$  t] ) sous la pression normale.

NOMS	FORMULES	POIDS molécul.	CHALEUR dégagée.	AUTEURS
Chlore .....	Cl <sup>2</sup>	71	3,0	B.
Brome .....	Br <sup>2</sup>	160	8,3	T. et R.
Acide chlorhydrique	HCl	36,5	17,4	B. et L. T.
Acide bromhydrique	HBr	81	20,0	B. T.
Acide iodhydrique..	HI	128	19,4	B. T.
Acide sulfhydrique .	H <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	47×2	4,75	T.
Acide sélénhydrique	H <sup>2</sup> Se <sup>2</sup>	81	+9,2	Fab.
Ammoniaque.....	AzH <sup>3</sup>	17	8,8	F. et S. [B] T.
Acide azoteux.....	2(AzO <sup>2</sup> )	38×2	13,8	B.
Acide azotique.....	2(AzO <sup>3</sup> )	54×2	29,8	B.
Acide azotique hyd.	AzO <sup>2</sup> H	63	14,4	B.
Acide sulfureux....	2(SO <sup>2</sup> )	32×2	7,7	F. et S. T.
Acide sulfurique....	2S <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	40×2	24,6	B.
Acide hypochlorhyd.	2(ClO)	43,5×2	4,7×2	T.
Chlorure de bore...	BCl <sup>3</sup>	117,5	70,3	B.
Fluorure de silicium.	SiF <sup>4</sup>	104	22,3	Ha.
Fluorure de bore...	BF <sup>3</sup>	68	24,5	Ha.
Acide fluorhydrique.	HF	20	11,8	Guntz.
Acide carbonique...	2CO <sup>2</sup>	44	5,6	B. T.
Acide cyanhydrique.	C <sup>2</sup> AzH	27	6,1	B.
Cyanogène .....	C <sup>2</sup> Az <sup>2</sup>	52	6,8	Ha.
Acide formique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>4</sup>	46	4,9	B.
Acide acétique.....	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup>	60	5,5	B. et Og.
Aldéhyde.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	44	8,9	B.
Alcool.....	C <sup>2</sup> H <sup>6</sup> O <sup>3</sup>	46	12,4	B.
Ether .....	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> (C <sup>2</sup> H <sup>6</sup> O <sup>2</sup> )	74	12,6	B.
Ether méthylque...	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> (C <sup>2</sup> H <sup>5</sup> O <sup>2</sup> )	46	8,3	B.
Ether glycolique....	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> O <sup>3</sup>	44	7,6	B.
Ether méthylformiq.	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> (C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> O <sup>4</sup> )	60	8,0	B.
Ether acétique.....	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> (C <sup>2</sup> H <sup>5</sup> O <sup>4</sup> )	88	14,0	B.
Ether oxalique .....	[C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> ] <sup>2</sup> (C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>6</sup> )	146	13,7	A. B.
Chloroforme .....	C <sup>2</sup> HCl <sup>3</sup>	119,5	9,5	B.
Chloral.....	C <sup>2</sup> HCl <sup>3</sup> O <sup>2</sup>	147,5	19,9	B.
Ethylamine.....	C <sup>2</sup> H <sup>7</sup> Az	45	12,9	B.
Triméthylamine ....	C <sup>3</sup> H <sup>9</sup> Az	59	12,9	B.

## TABLEAU

Chaleur de fusion des éléments et

NOMS	FORMULES
Brome.....	Br
Iode.....	I
Soufre.....	S
Phosphore.....	P
Mercure.....	Hg
Plomb.....	Pb
Zinc.....	Zn
Bismuth.....	Bi
Etain.....	Su
Gallium.....	Ga
Cadmium.....	Cd
Argent.....	Ag
Platine.....	Pt
Palladium.....	Pd
Eau.....	HO
Chlorure d'iode.....	ICI
Acide azotique anhydre.....	AzO <sup>3</sup>
Acide azotique monohydraté.....	AzO <sup>3</sup> , HO
Acide sulfurique monohydraté.....	SO <sup>3</sup> , HO
Acide sulfurique bihydraté.....	SO <sup>3</sup> H, HO
Acide hypophosphoreux hydraté.....	PO <sup>3</sup> , 3HO
Acide phosphoreux hydraté.....	PO <sup>3</sup> , 3HO
Acide phosphorique hydraté.....	PO <sup>3</sup> , 3HO
Acide phosphorique hydraté.....	PO <sup>3</sup> , 4HO
Hydrate chlorhydrique.....	HCl, 2H <sup>2</sup> O <sup>3</sup>
Naphtaline.....	C <sup>10</sup> H <sup>8</sup>
Glycérine.....	C <sup>3</sup> H <sup>8</sup> O <sup>3</sup>
Acide formique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>4</sup>
Acide acétique.....	C <sup>4</sup> H <sup>4</sup> O <sup>4</sup>
Hydrate de chloral.....	C <sup>2</sup> HCl <sup>3</sup> O <sup>3</sup> , H <sup>2</sup> O <sup>3</sup>
Alcoolate de chloral.....	C <sup>2</sup> HCl <sup>3</sup> O <sup>3</sup> , C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>3</sup>
Benzine.....	C <sup>6</sup> H <sup>6</sup>
Benzine nitrée.....	C <sup>6</sup> H <sup>5</sup> AzO <sup>4</sup>
Phénol.....	C <sup>6</sup> H <sup>5</sup> O <sup>3</sup>
Phénol bromé, vers 12°.....	C <sup>6</sup> H <sup>5</sup> BrO <sup>3</sup>
Phénol bibromé, vers 12°.....	C <sup>6</sup> H <sup>4</sup> Br <sup>2</sup> O <sup>3</sup>
Toluène bromé (para).....	C <sup>7</sup> H <sup>7</sup> Br
Toluidine (para).....	C <sup>7</sup> H <sup>7</sup> Az
Azotate de soude.....	AzO <sup>3</sup> , NaO
Azotate de potasse.....	AzO <sup>3</sup> , KO
Bromure stannique.....	SuBr <sup>4</sup>
Chlorure de calcium hydraté.....	CaCl, 6HO
Chromate de soude hydraté.....	CrO <sup>4</sup> Na, 10HO
Phosphate de soude hydraté.....	PO <sup>4</sup> Na <sup>3</sup> H, 24HO
Hyposulfite de soude hydraté.....	S <sup>2</sup> O <sup>3</sup> Na, 5HO

XXXIV.

de quelques uns de leurs composés.

ÉQUIV.	TEMPÉRATURE de fusion.	CHALEUR de fusion.	AUTEURS
	°	°	
80	- 7,3	- 0,13	R.
127	- 113,6	- 1,49	R.
16	+ 113,6	- 0,15	P.
31	+ 44,2	- 0,15	P.
100	- 39,5	- 0,28	P.
103	+ 335	- 0,53	P.
32,5	+ 415	- 0,91	P.
210	+ 265	- 2,6	P.
55	+ 232,7	- 0,86	P. [Pi.]
36	+ 30	- 0,66	B.
58	+ 320	- 0,76	P.
109	+ 907	- 2,67	P. [Pi.]
98,6	+ 1775	- 2,68	Vi.
53	+ 500	- 1,9	Vi.
9	0,0	- 0,715	Ds.
162,5	+ 25	- 2,3	B.
54	+ 29,5	- 4,14	B.
63	+ 47	- 0,6	B.
49	+ 8	- 0,43	B.
58	+ 8,8	- 1,84	B.
66	+ 17	- 2,0	T.
82	+ 71	- 3,1	T.
98	+ 42	- 2,5	T.
107	+ 27	- 3,64	Joly.
72,5	- 18	- 2,47	B.
128	+ 79	- 4,6	Al.
92	+ 17	- 3,9	B.
46	+ 8,2	- 2,43	B.
60	+ 17	- 2,5	B.
165,5	+ 46	- 5,5	B.
193,5	+ 46	+ 4,6(?)	B.
78	+ 4,5	- 2,27	Pett.
123	+ 3,0	- 2,74	Pett.
94	+ 42	- 2,34	Pett.
173	+ 64	- 3,0	Werner.
252	+ 40	- 3,5	Werner.
171	+ 28,5	- 3,44	Pett.
107	+ 45	- 3,83	Pett.
85	+ 333,5	- 5,5	P.
101	+ 306	- 4,9	P.
219	+ 25	- 1,57	B.
109,5	+ 28,5	- 4,46	P.
172,5	+ 25	- 6,16	B.
358	+ 36	- 23,9	P.
124	+ 48	- 4,7	Trentinaglia.

TABLEAU XXXV.

Chaleur de volatilisation (chaleur latente) des éléments et de leurs principaux composés, rapportés à un même volume gazeux (22<sup>lit</sup>, 32) sous la pression atmosphérique.

NOMS	FORMULES	POIDS molécul.	CHALEUR latente	AUTEURS
Brome (liquide).....	Br <sup>2</sup>	160	7,2	R.
Iode (liquide).....	I <sup>2</sup>	254	6,0	F.
Soufre (liquide).....	S <sup>2</sup>	64	4,6	F.
Mercure (liquide).....	Hg <sup>2</sup>	200	15,4	F.
Eau.....	H <sup>2</sup> O*	18	9,63	R.
Ammoniaque.....	NH <sup>3</sup>	17	4,4	R.
Acide fluorhydrique.....	HF	20	7,2	Guntz.
Protoxyde d'azote.....	2AzO	44	4,4	F.
Acide hypozotique.....	AzO <sup>4</sup>	46	4,3	B.
Acide azotique anhydre (liquide).....	2AzO <sup>5</sup>	108	4,8	B.
Acide azotique hydraté.....	AzO <sup>3</sup> H	63	7,25	B.
Acide sulfureux.....	2SO <sup>2</sup>	64	6,2	F.
Acide sulfurique anhydre (solide).....	SO <sup>3</sup>	80	11,8	B.
Chlorure stannique.....	2SnCl <sup>4</sup>	260	7,6	R.
Chlorure phosphoreux.....	PCl <sup>3</sup>	137,5	6,9	R.
Chlorure arsénieux.....	AsCl <sup>3</sup>	181,5	8,4	R.
Chlorure de bore.....	BCl <sup>3</sup>	117,5	4,5	B.
Chlorure de silicium.....	SiCl <sup>4</sup>	170	6,25	Og.
Acide carbonique (solide).....	2CO <sup>2</sup>	44	6,1	F.
Chlorure de soufre.....	S <sup>2</sup> Cl <sup>2</sup>	135	6,7	Og.
Oxychlorure sulfureux.....	S <sup>2</sup> O <sup>2</sup> Cl <sup>2</sup>	119	6,3	Og.
Id. Oxychlorure sulfurique.....	S <sup>2</sup> O <sup>4</sup> Cl <sup>2</sup>	135	7,4	Og.

Chlorhydrate sulfurique.....	S <sup>0</sup> O <sup>3</sup> HCl	146,5	Og.
Sulfure de carbone.....	2CS <sub>2</sub>	76,4	R.
Acide cyanhydrique.....	C <sup>2</sup> AzH	5,7	B.
Chlorure de cyanogène.....	C <sup>2</sup> AzCl	8,3	B.
Amylène.....	C <sup>10</sup> H <sup>10</sup>	5,35	B.
Diamylène.....	C <sup>10</sup> H <sup>20</sup>	6,9	B.
Benzène.....	C <sup>6</sup> H <sup>6</sup>	7,2	R.
Thérébenthène.....	C <sup>10</sup> H <sup>16</sup>	9,4	R.
Citrène.....	C <sup>10</sup> H <sup>16</sup>	9,5	R.
Ether méthylodhydrique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> (H)	6,5	A.
Chlorure de méthylène.....	C <sup>2</sup> HCl <sup>2</sup>	6,4	B. et Og.
Chloroforme.....	C <sup>2</sup> HCl <sup>3</sup>	7,3	R.
Formène perchloré.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup>	7,2	R.
Ether chlorhydrique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> (HCl)	6,45	R.
Chlorure d'éthylidène.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> Cl <sup>2</sup>	6,6	B. et Og.
Ether bromhydrique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> (HBr)	99	B.
Ether iodhydrique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> (HI)	6,7	B.
Bromure d'éthylène.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> Br <sup>2</sup>	7,5	B.
Chlorhydrate d'amylène.....	C <sup>10</sup> H <sup>16</sup> (HCl)	8,2	B.
Bromhydrate d'amylène.....	C <sup>10</sup> H <sup>16</sup> (HBr)	6,0	B.
Iodhydrate d'amylène.....	C <sup>10</sup> H <sup>16</sup> (HI)	7,3	B.
Alcool méthylique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> (H <sup>2</sup> O)	9,4	B.
Alcool ordinaire.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> (H <sup>2</sup> O)	8,45	R.
Alcool propylique normal.....	C <sup>3</sup> H <sup>3</sup> (H <sup>2</sup> O)	9,8	R.
Alcool amylique.....	C <sup>4</sup> H <sup>4</sup> (H <sup>2</sup> O)	3,95	Diak.
Diméthyléthylcarbinol.....	C <sup>6</sup> H <sup>6</sup> (H <sup>2</sup> O)	40,7	R.
Alcool éthaique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> Cl <sup>2</sup>	88	Diak.
Aldéhyde.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O	44,1	F. et S.
Chlorure acétique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> ClO	6,0	B.
Méthylal diméthylque.....	C <sup>3</sup> H <sup>3</sup> (CH <sup>3</sup> O)	6,2	B. et Og.
Acétone.....	C <sup>3</sup> H <sup>3</sup> O	78	B. et Og.
		58	R.

TABLEAU XXXV.

Chaleur de volatilisation (chaleur latente) des éléments et de leurs principaux composés, rapportés à un même volume gazeux (22<sup>v</sup>, 32) sous la pression atmosphérique. (Suite et fin.)

NOMS	FORMULES	POIDS molécul.	CHALEUR latente.	AUTEURS
Chloral .....	$C^2HCl^3O^2$	147,5	8,0	B.
Hydrate de chloral.....	$C^2HCl^3O^2 \cdot H^2O^2$	165,5	21,9	B.
Alcoolate de chloral .....	$C^2HCl^3O^2 \cdot C^2H^4O^2$	193,5	22,5	B.
Acide formique .....	$C^2H^4O^4$	46	4,8	B. et Og.
Acide acétique .....	$C^4H^8O^4$	60	5,4	B. et Og.
Acide butyrique .....	$(C^4H^8O^2)^2$	102	6,7	B.
Acide valérique .....	$C^6H^{12}O^4$	88	10,1	F. et S.
Ether méthylformique .....	$C^3H^6O^4$	102	10,6	F. et S.
Ether méthylacétique .....	$C^4H^8O^4$	60	6,9	A. B. et Og.
Ether éthylformique .....	$C^5H^{10}O^4$	74	7,9	A.
Ether éthylacétique .....	$C^6H^{12}O^4$	102	8,9	F. et S.
Ether ordinaire .....	$C^4H^4(C^2H^4O^2)$	74	7,4	B. et Og.
Ether glycolyque .....	$C^4H^4(C^2H^4O^2)$	146	10,9	R.
Ether silicique .....	$C^2H^4O^2$	44	6,7	A.
	$[C^2H^4]^2(SiO^4_2 \cdot H_2O)$	298	6,1	B.
			7,0	Og.

Remarque. — Malgré tous les soins donnés au calcul et à l'impression des nombres contenus dans les tableaux précédents, il est à craindre que des erreurs n'aient échappé à notre attention. Le lecteur qui s'en apercevrait est prié de nous les signaler (*Bertelot*).

# DOCUMENTS PHYSIQUES

.TABLEAU DE CORRESPONDANCE  
des densités avec les degrés de quelques aréomètres.

DEGRÉS sur l'instrument.		POIDS SPÉCIFIQUES CORRESPONDANTS				DEGRÉS sur l'instrument.		
		ARÉOMÈTRE centigrade de Gay-Lussac à + 15°.	ARÉOMÈTRE de Brix à + 15°.	ARÉOMÈTRE de Twaddie.	ARÉOMÈTRE DE BAUMÉ			
					d'après Gerlach, à + 17°,5			d'après Gay-Lussac, à + 15°
0	1,0000	1,0000	1,000	1,0000	1,0060	0		
1	1,0101	1,0025	1,005	1,0068	1,0069	1		
2	1,0204	1,0050	1,010	1,0138	1,0140	2		
3	1,0309	1,0076	1,015	1,0208	1,0212	3		
4	1,0417	1,0101	1,020	1,0280	1,0285	4		
5	1,0526	1,012	1,025	1,0353	1,0358	5		
6	1,0638	1,0152	1,030	1,0426	1,0434	6		
7	1,0753	1,0178	1,035	1,0501	1,0509	7		
8	1,0870	1,0204	1,040	1,0576	1,0587	8		
9	1,0989	1,0230	1,045	1,0653	1,0665	9		
10	1,1111	1,0256	1,050	1,0731	1,0744	10		
11	1,1236	1,0283	1,055	1,0810	1,0825	11		
12	1,1364	1,0309	1,060	1,0890	1,0907	12		
13	1,1494	1,0336	1,065	1,0972	1,0990	13		
14	1,1628	1,0363	1,070	1,1054	1,1074	14		
15	1,1765	1,0390	1,075	1,1138	1,1160	15		
16	1,1905	1,0417	1,080	1,1224	1,1247	16		
17	1,2048	1,0444	1,085	1,1310	1,1335	17		
18	1,2195	1,0471	1,090	1,1398	1,1425	18		
19	1,2346	1,0499	1,095	1,1487	1,1516	19		
20	1,2500	1,0526	1,100	1,1578	1,1608	20		
21	1,2658	1,0554	1,105	1,1670	1,1702	21		
22	1,2821	1,0582	1,110	1,1763	1,1798	22		
23	1,2987	1,0610	1,115	1,1858	1,1896	23		
24	1,3158	1,0638	1,120	1,1955	1,1994	24		
25	1,3333	1,0667	1,125	1,2053	1,2095	25		
26	1,3511	1,0695	1,130	1,2153	1,2198	26		
27	1,3699	1,0724	1,135	1,2254	1,2301	27		
28	1,3889	1,0753	1,140	1,2357	1,2407	28		
29	1,4085	1,0782	1,145	1,2462	1,2515	29		
30	1,4286	1,0811	1,150	1,2569	1,2624	30		
31	1,4493	1,0840	1,155	1,2677	1,2736	31		
32	1,4706	1,0870	1,160	1,2788	1,2849	32		
33	1,4925	1,0899	1,165	1,2901	1,2965	33		
34	1,5152	1,0929	1,170	1,3015	1,3082	34		
35	1,5385	1,0959	1,175	1,3131	1,3202	35		
36	1,5625	1,0989	1,180	1,3250	1,3324	36		
37	1,5873	1,1019	1,185	1,3370	1,3447	37		
38	1,6179	1,1050	1,190	1,3494	1,3574	38		
39	1,6393	1,1080	1,195	1,3610	1,3703	39		

TABLEAU DE CORRESPONDANCE  
des densités avec les degrés de quelques aréomètres (1).

DEGRÉS lus sur l'instrument.	POIDS SPÉCIFIQUES CORRESPONDANTS					DEGRÉS lus sur l'instrument.
	ARÉOMÈTRE et volumètre de Gay-Lussac.	ARÉOMÈTRE de Brix.	ARÉOMÈTRE de Twaddie.	ARÉOMÈTRE BAUMÉ		
				d'après Gerlach.	d'après Gay-Lussac	
40	1,6667	1,1111	1,200	1,3746	1,3834	40
41	1,6949	1,1142	1,205	1,3876	1,3968	41
42	1,7241	1,1173	1,210	1,4009	1,4105	42
43	1,7544	1,1204	1,215	1,4143	1,4244	43
44	1,7857	1,1236	1,220	1,4281	1,4386	44
45	1,8182	1,1268	1,225	1,4421	1,4531	45
46	1,8519	1,1299	1,230	1,4564	1,4678	46
47	1,8868	1,1331	1,235	1,4710	1,4828	47
48	1,9231	1,1364	1,240	1,4860	1,4984	48
49	1,9608	1,1396	1,245	1,5012	1,5144	49
50	2,0000	1,1429	1,250	1,5167	1,5301	50
51	1,9608	1,1451	1,255	1,5325	1,5466	51
52	1,9231	1,1494	1,260	1,5487	1,5633	52
53	1,8868	1,1527	1,265	1,5652	1,5804	53
54	1,8519	1,1561	1,270	1,5820	1,5978	54
55	1,8182	1,1594	1,275	1,5993	1,6158	55
56	1,7857	1,1628	1,280	1,6169	1,6342	56
57	1,7544	1,1662	1,285	1,6349	1,6529	57
58	1,7241	1,1696	1,290	1,6533	1,6720	58
59	1,6949	1,1730	1,295	1,6721	1,6916	59
60	1,6667	1,1765	1,300	1,6914	1,7116	60
61	1,6393	1,1799	1,305	1,7111	1,7322	61
62	1,6129	1,1834	1,310	1,7313	1,7532	62
63	1,5873	1,1869	1,315	1,7520	1,7748	63
64	1,5625	1,1905	1,320	1,7731	1,7969	64
65	1,5385	1,1940	1,325	1,7948	1,8195	65
66	1,5152	1,1976	1,330	1,8171	1,8427	66
67	1,4925	1,2012	1,335	1,8398	1,8667	67
68	1,4706	1,2048	1,340	1,8632	1,8912	68
69	1,4493	1,2085	1,345	1,8871	1,9163	69
70	1,4286	1,2121	1,350	1,9117	1,9421	70
71	1,4085	1,2158	1,355	1,9370	1,9686	71
72	1,3889	1,2195	1,360	1,9629	1,9958	72
73	1,3699	1,2232	1,365	1,9893	2,0238	73
74	1,3514	1,2270	1,370	2,0167	"	74
75	1,3333	1,2308	1,375	2,0449	"	75
76	1,3158	1,2346	1,380	"	"	76
77	1,2987	1,2384	1,385	"	"	77
78	1,2821	1,2422	1,390	"	"	78
79	1,2658	1,2461	1,395	"	"	79

(1) Le degré 50 est commun à l'aréomètre et au volumètre Gay-Lussac.

TABLEAU DE CORRESPONDANCE  
des densités avec les degrés de quelques aréomètres.

DEGRÉS lus sur l'instrument.	POIDS SPÉCIFIQUES CORRESPONDANTS					DEGRÉS lus sur l'instrument.
	VOLUMÈTRE de Gay-Lussac.	ARÉOMÈTRE de Brix.	ARÉOMÈTRE de Twaddle.	ARÉOMÈTRE BAUMÉ		
				d'après Gerlach.	d'après Gay-Lussac.	
80	1,2500	1,2500	1,400	"	"	80
81	1,2346	1,2539	1,405	"	"	81
82	1,2195	1,2579	1,410	"	"	82
83	1,2048	1,2618	1,415	"	"	83
84	1,1905	1,2658	1,420	"	"	84
85	1,1765	1,2698	1,425	"	"	85
86	1,1628	1,2739	1,430	"	"	86
87	1,1494	1,2780	1,435	"	"	87
88	1,1364	1,2824	1,440	"	"	88
89	1,1236	1,2862	1,445	"	"	89
90	1,1111	1,2903	1,450	"	"	90
91	1,0989	1,2945	1,455	"	"	91
92	1,0870	1,2987	1,460	"	"	92
93	1,0753	1,3020	1,465	"	"	93
94	1,0638	1,3072	1,470	"	"	94
95	1,0526	1,3115	1,475	"	"	95
96	1,0417	1,3158	1,480	"	"	96
97	1,0309	1,3201	1,485	"	"	97
98	1,0204	1,3245	1,490	"	"	98
99	1,0101	1,3289	1,495	"	"	99
100	1,0000	1,3333	1,500	"	"	100

DEGRÉS lus sur l'instrument.	POIDS SPÉCIFIQUES CORRESPONDANTS		DEGRÉS lus sur l'instrument.	POIDS SPÉCIFIQUES CORRESPONDANTS	
	Aréomètre de Brix.	Aréomètre de Twaddle.		Aréomètre de Brix.	Aréomètre de Twaddle.
400	1,3333	1,500	111	1,3841	1,555
401	1,3378	1,505	112	1,3889	1,560
402	1,3423	1,510	113	1,3937	1,565
403	1,3468	1,515	114	1,3986	1,570
404	1,3514	1,520	115	1,4035	1,575
405	1,3559	1,525	116	1,4085	1,580
406	1,3605	1,530	117	1,4134	1,585
407	1,3652	1,535	118	1,4184	1,590
408	1,3699	1,540	119	1,4235	1,595
409	1,3746	1,545	120	1,4286	1,600
410	1,3793	1,550	121	1,4337	1,605

TABLEAU DE CORRESPONDANCE  
des densités avec les degrés de quelques aréomètres.

DEGRÉS lus sur l'instrument.	POIDS SPÉCIFIQUES CORRESPONDANTS		DEGRÉS lus sur l'instrument.	POIDS SPÉCIFIQUES CORRESPONDANTS	
	Aréomètre de Brix.	Aréomètre de Twaddle.		Aréomètre de Brix.	Aréomètre de Twaddle.
122	1,4388	1,610	162	1,6807	1,810
123	1,4440	1,615	163	1,6878	1,815
124	1,4493	1,620	164	1,6949	1,820
125	1,4545	1,625	165	1,7021	1,825
126	1,4599	1,630	166	1,7094	1,830
127	1,4652	1,635	167	1,7167	1,835
128	1,4706	1,640	168	1,7241	1,840
129	1,4760	1,645	169	1,7316	1,845
130	1,4815	1,650	170	1,7391	1,850
131	1,4870	1,655	171	1,7467	1,855
132	1,4925	1,660	172	1,7544	1,860
133	1,4981	1,665	173	1,7621	1,865
134	1,5038	1,670	174	1,7699	1,870
135	1,5094	1,675	175	1,7778	1,875
136	1,5152	1,680	176	1,7857	1,880
137	1,5200	1,685	177	1,7937	1,885
138	1,5267	1,690	178	1,8018	1,890
139	1,5326	1,695	179	1,8100	1,895
140	1,5385	1,700	180	1,8182	1,900
141	1,5444	1,705	181	1,8265	1,905
142	1,5504	1,710	182	1,8349	1,910
143	1,5564	1,715	183	1,8433	1,915
144	1,5625	1,720	184	1,8519	1,920
145	1,5686	1,725	185	1,8605	1,925
146	1,5748	1,730	186	1,8692	1,930
147	1,5810	1,735	187	1,8779	1,935
148	1,5873	1,740	188	1,8868	1,940
149	1,5936	1,745	189	1,8957	1,945
150	1,6000	1,750	190	1,9048	1,950
151	1,6064	1,755	191	1,9139	1,955
152	1,6129	1,760	192	1,9231	1,960
153	1,6194	1,765	193	1,9324	1,965
154	1,6260	1,770	194	1,9417	1,970
155	1,6326	1,775	195	1,9512	1,975
156	1,6393	1,780	196	1,9608	1,980
157	1,6461	1,785	197	1,9704	1,985
158	1,6529	1,790	198	1,9802	1,990
159	1,6598	1,795	199	1,9900	1,995
160	1,6667	1,800	200	2,0000	2,000
161	1,6736	1,805			

Comparaison des échelles de Beck et de Baumé pour les liquides plus lourds que l'eau avec les densités.

Degrés Baumé ou Beck.	Densités correspondantes		Degrés Baumé ou Beck.	Densités correspondantes	
	Baumé.	Beck.		Baumé.	Beck.
0	1,0000	1,0000	37	1,3447	1,2782
1	1,0069	1,0059	38	1,3574	1,2879
2	1,0140	1,0119	39	1,3703	1,2977
3	1,0212	1,0180	40	1,3834	1,3077
4	1,0285	1,0241	41	1,3968	1,3178
5	1,0358	1,0303	42	1,4105	1,3281
6	1,0434	1,0366	43	1,4244	1,3386
7	1,0509	1,0429	44	1,4386	1,3492
8	1,0587	1,0494	45	1,4531	1,3600
9	1,0665	1,0559	46	1,4678	1,3710
10	1,0744	1,0625	47	1,4828	1,3821
11	1,0825	1,0692	48	1,4984	1,3934
12	1,0907	1,0759	49	1,5141	1,4050
13	1,0990	1,0828	50	1,5301	1,4167
14	1,1074	1,0897	51	1,5466	1,4286
15	1,1160	1,0968	52	1,5633	1,4407
16	1,1247	1,1039	53	1,5804	1,4530
17	1,1335	1,1111	54	1,5978	1,4655
18	1,1425	1,1184	55	1,6158	1,4783
19	1,1516	1,1258	56	1,6342	1,4912
20	1,1608	1,1333	57	1,6529	1,5044
21	1,1702	1,1409	58	1,6720	1,5179
22	1,1798	1,1486	59	1,6916	1,5315
23	1,1896	1,1563	60	1,7116	1,5454
24	1,1994	1,1644	61	1,7322	1,5596
25	1,2095	1,1724	62	1,7532	1,5741
26	1,2198	1,1806	63	1,7748	1,5888
27	1,2301	1,1888	64	1,7969	1,6038
28	1,2407	1,1972	65	1,8195	1,6190
29	1,2515	1,2057	66	1,8428	1,6346
30	1,2624	1,2143	67	1,869	1,6505
31	1,2736	1,2230	68	1,864	1,6667
32	1,2849	1,2319	69	1,885	1,6832
33	1,2965	1,2409	70	1,909	1,7000
34	1,3082	1,2500	71	1,935	
35	1,3202	1,2593	72	1,960	
36	1,3324	1,2680			

*Comparaison des différents thermomètres.*

Centigrade ou Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit.	Centigrade ou Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit.
+ 260	+ 208	+ 500	225	+ 180	+ 437
259	207.20	498.20	224	179.20	435.20
258	206.40	496.40	223	178.40	433.40
257	205.60	494.60	222	177.60	431.60
256	204.80	492.80	221	176.80	429.80
255	204	491	220	176	428
254	203.20	489.20	219	175.20	426.20
253	202.40	487.40	218	174.40	424.40
252	201.60	485.60	217	174.60	422.60
251	200.80	483.80	216	172.80	420.80
250	200	482	215	172	419
249	199.20	480.20	214	171.20	417.20
248	198.40	478.40	213	170.40	415.40
247	197.60	476.60	212	169.60	413.60
246	196.80	474.80	211	168.80	411.80
245	196	473	210	168	410
244	195.20	471.20	209	167.20	408.20
243	194.40	469.40	208	166.40	406.40
242	193.60	467.70	207	165.60	404.60
241	192.80	465.80	206	164.80	402.80
240	192	464	205	164	401
239	191.20	462.20	204	163.20	399.20
238	190.40	460.40	203	162.40	397.40
237	189.60	458.60	202	161.60	395.60
236	188.80	456.80	201	160.80	393.80
235	188	455	200	160	392
234	187.20	453.20	199	159.20	390.20
233	186.40	451.40	198	158.40	388.40
232	185.60	449.60	197	157.60	386.60
231	184.80	447.80	196	156.80	384.80
230	184	446	195	156	383
229	183.20	444.20	194	155.20	381.20
228	182.40	442.40	193	154.40	379.40
227	181.60	440.60	192	153.60	377.60
226	180.80	438.80	191	152.80	375.80

## Comparaison des différents thermomètres (Suite).

Centigrade ou Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit.	Centigrade ou Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit.
+ 190	+ 152	+ 374	+ 155	+ 124	+ 311
189	151.20	372.20	154	123.20	309.20
188	150.40	370.40	153	122.40	307.40
187	149.60	368.60	152	121.60	305.60
186	148.80	366.80	151	120.80	303.80
185	148	365	150	120	302
184	147.20	363.20	149	119.20	300.20
183	146.40	361.40	148	118.40	298.40
182	145.60	359.60	147	117.60	296.60
181	144.80	357.80	146	116.80	294.80
180	144	356	145	116	293
179	143.20	354.20	144	115.20	291.20
178	142.40	352.40	143	114.40	289.40
177	141.60	350.60	142	113.60	287.60
176	140.80	348.80	141	112.80	285.80
175	140	347	140	112	284
174	139.20	345.20	139	111.20	282.20
173	138.40	343.40	138	110.40	280.40
172	137.60	341.60	137	109.60	278.60
171	136.80	339.80	136	108.80	276.80
170	136	338	135	108	275
169	135.20	336.20	134	107.20	273.20
168	134.40	334.40	133	106.40	271.40
167	133.60	332.60	132	105.60	269.60
166	132.80	330.80	131	104.80	267.80
165	132	329	130	104	266
164	131.20	327.20	129	103.20	264.20
163	130.40	325.40	128	102.40	262.40
162	129.60	323.60	127	101.60	260.60
161	128.80	321.80	126	100.80	258.80
160	128	320	125	100	257
159	127.20	318.20	124	99.20	255.20
158	126.40	316.40	123	98.40	253.40
157	125.60	314.60	122	97.60	251.60
156	124.80	312.80	121	96.80	249.80

## Comparaison des différents thermomètres (Suite).

Centigrade ou Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit.	Centigrade ou Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit.
+ 120	+ 96	+ 248	+ 85	+ 68	+ 165
119	95.20	246.20	84	67.20	163.20
118	94.40	244.40	83	66.40	161.40
117	93.60	242.60	82	65.60	179.60
116	92.80	240.80	81	64.80	177.80
115	92	239	80	64	176
114	91.20	237.20	79	63.20	174.20
113	90.40	235.40	78	62.40	172.40
112	89.60	233.60	77	61.60	170.60
111	88.80	231.80	76	60.80	168.80
110	88	230	75	60	167
109	87.20	228.20	74	59.20	165.20
108	86.40	226.40	73	58.40	163.40
107	85.60	224.60	72	57.60	161.60
106	84.80	222.80	71	56.80	159.80
105	84	221	70	56	158
104	83.20	219.20	69	55.20	156.20
103	82.40	217.40	68	54.40	154.40
102	81.60	215.60	67	53.60	152.60
101	80.80	213.80	66	52.80	150.80
100	80	212	65	52	149
99	79.20	210.20	64	51.20	147.20
98	78.40	208.40	63	50.40	145.40
97	77.60	206.60	62	49.60	143.60
96	76.80	204.80	61	48.80	141.80
95	76	203	60	48	140
94	75.20	201.20	59	47.20	138.20
93	74.40	199.40	58	46.40	136.40
92	73.60	197.60	57	45.60	133.60
91	72.80	195.80	56	44.80	132.80
90	72	194	55	44	131
89	71.20	192.20	54	43.20	129.20
88	70.40	190.40	53	42.40	127.40
87	69.60	188.60	52	41.60	125.60
86	68.80	186.80	51	40.80	123.80

*Comparaison des différents thermomètres (Suite).*

Centigrade ou Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit	Centigrade ou Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit.
+ 50	+ 40	+ 122	+ 20	+ 16	+ 68
49	39.20	120.20	19	15.20	66.20
48	38.40	118.40	18	14.40	64.40
47	37.60	116.60	17	13.60	62.60
46	36.80	114.80	16	12.80	60.80
45	36.	113	15	12	59
44	35.20	111.20	14	11.20	57.20
43	34.40	109.40	13	10.40	55.40
42	33.60	107.60	12	9.60	53.60
41	32.80	105.80	11	8.80	51.80
40	32	104	10	8	50
39	31.20	102.20	9	7.20	48.20
38	30.40	100.40	8	6.40	46.40
37	29.60	98.60	7	5.60	44.60
36	28.80	96.80	6	4.80	42.80
35	28	95	5	4	41
34	27.20	93.20	4	3.20	39.20
33	26.40	91.40	3	2.40	37.40
32	25.60	89.60	2	1.60	35.60
31	24.80	87.80	1	0.80	33.80
30	24	86	0	0	32
29	23.20	84.20	- 1	0.80	30.20
28	22.40	82.40	2	1.60	28.40
27	21.60	80.60	3	2.40	26.60
26	20.80	78.80	4	3.20	24.80
25	20	77	5	4	23
24	19.20	75.20	6	4.80	21.20
23	18.40	73.40	7	5.60	19.40
22	17.60	71.60	8	6.40	17.60
21	16.80	69.80	9	7.20	15.80
			10	8	14

Table des densités de l'eau aux températures ordinaires (ROSSETTI).

Tempé- rature.	Densité.	Tempé- rature.	Densité.	Tempé- rature.	Densité.
0	0,999871	11	0,999655	22	0,997826
1	0,999928	12	0,999549	23	0,997601
2	0,999969	13	0,999430	24	0,997367
3	0,999991	14	0,999299	25	0,997120
4	1,000000	15	0,999160	26	0,996866
5	0,999990	16	0,999002	27	0,996603
6	0,999970	17	0,998841	28	0,996331
7	0,999933	18	0,998654	29	0,996051
8	0,999886	19	0,998460	30	0,995765
9	0,999824	20	0,998259	»	»
10	0,999747	21	0,998047	100	0,938650

## Multiples du coefficient de dilatation cubique du verre (REGNAULT).

de 0° à 100°		de 0° à 150°		de 0° à 200°		de 0° à 250°		de 0° à 300°	
1	0,0000276	1	0,0000284	1	0,0000291	1	0,0000298	1	0,0000306
2	0,0000552	2	0,0000568	2	0,0000582	2	0,0000596	2	0,0000612
3	0,0000828	3	0,0000852	3	0,0000873	3	0,0000894	3	0,0000918
4	0,0001104	4	0,0001136	4	0,0001164	4	0,0001192	4	0,0001224
5	0,0001380	5	0,0001420	5	0,0001455	5	0,0001490	5	0,0001530
6	0,0001656	6	0,0001704	6	0,0001746	6	0,0001788	6	0,0001836
7	0,0001932	7	0,0001988	7	0,0002037	7	0,0002086	7	0,0002142
8	0,0002208	8	0,0002272	8	0,0002328	8	0,0002384	8	0,0002448
9	0,0002484	9	0,0002556	9	0,0002619	9	0,0002682	9	0,0002754

Table des valeurs de  $1 + 0,00367 \cdot t$  et de leurs logarithmes pour la correction des volumes gazeux et le calcul des densités de vapeur.

$t$	$1 + 0,00367 \cdot t$	Log.	$t$	$1 + 0,00367 \cdot t$	Log.
-2	0,99268	1,99681	21	1,07707	0,03224
-1	0,99634	1,99841	22	1,08074	0,03372
0	1,00000	0,00000	23	1,08441	0,03519
1	1,00367	0,00159	24	1,08808	0,03666
2	1,00734	0,00318	25	1,09175	0,03812
3	1,01101	0,00476	26	1,09542	0,03958
4	1,01468	0,00633	27	1,09909	0,04103
5	1,01835	0,00790	28	1,10276	0,04248
6	1,02202	0,00946	29	1,10643	0,04392
7	1,02569	0,01102	30	1,11010	0,04536
8	1,02936	0,01257	31	1,11377	0,04679
9	1,03303	0,01411	32	1,11744	0,04822
10	1,03670	0,01565	33	1,12111	0,04965
11	1,04037	0,01719	34	1,12478	0,05107
12	1,04404	0,01872	35	1,12845	0,05248
13	1,04771	0,02024	36	1,13212	0,05389
14	1,05138	0,02176	37	1,13579	0,05530
15	1,05505	0,02327	38	1,13946	0,05670
16	1,05872	0,02478	39	1,14313	0,05810
17	1,06239	0,02628	40	1,14680	0,05949
18	1,06606	0,02778	41	1,15047	0,06088
19	1,06973	0,02927	42	1,15414	0,06226
20	1,07340	0,03076	43	1,15781	0,06364
			44	1,16148	0,06501

$t$	$1+0,00367.t$	Log.	$t$	$1+0,00367.t$	Log.
45	1,16515	0,06638	93	1,34131	0,12753
46	1,16882	0,06775	94	1,34498	0,12872
47	1,17249	0,06911	95	1,34865	0,12990
48	1,17616	0,07049	96	1,35232	0,13108
49	1,17983	0,07182	97	1,35599	0,13226
50	1,18350	0,07317	98	1,35966	0,13343
51	1,18717	0,07451	99	1,36333	0,13460
52	1,19084	0,07585	100	1,36700	0,13577
53	1,19451	0,07719	101	1,37067	0,13693
54	1,19818	0,07852	102	1,37434	0,13809
55	1,20185	0,07985	103	1,37801	0,13925
56	1,20552	0,08117	104	1,38168	0,14041
57	1,20919	0,08244	105	1,38535	0,14156
58	1,21286	0,08389	106	1,38902	0,14271
59	1,21653	0,08512	107	1,39269	0,14385
60	1,22020	0,08643	108	1,39636	0,14499
61	1,22387	0,08772	109	1,40003	0,14613
62	1,22754	0,08903	110	1,40370	0,14727
63	1,23121	0,09033	111	1,40737	0,14842
64	1,23488	0,09162	112	1,41104	0,14954
65	1,23855	0,09291	113	1,41471	0,15067
66	1,24222	0,09420	114	1,41838	0,15179
67	1,24589	0,09548	115	1,42205	0,15291
68	1,24956	0,09676	116	1,42572	0,15403
69	1,25323	0,09803	117	1,42939	0,15515
70	1,25690	0,09930	118	1,43306	0,15626
71	1,26057	0,10057	119	1,43673	0,15737
72	1,26424	0,10183	120	1,44040	0,15848
73	1,26791	0,10309	121	1,44407	0,15959
74	1,27158	0,10434	122	1,44774	0,16069
75	1,27525	0,10559	123	1,45141	0,16179
76	1,27892	0,10684	124	1,45508	0,16289
77	1,28259	0,10809	125	1,45875	0,16398
78	1,28626	0,10933	126	1,46242	0,16507
79	1,28993	0,11057	127	1,46609	0,16616
80	1,29360	0,11180	128	1,46976	0,16725
81	1,29727	0,11303	129	1,47343	0,16833
82	1,30094	0,11426	130	1,47710	0,16941
83	1,30461	0,11548	131	1,48077	0,17049
84	1,30828	0,11670	132	1,48444	0,17156
85	1,31195	0,11792	133	1,48811	0,17263
86	1,31562	0,11913	134	1,49178	0,17370
87	1,31929	0,12034	135	1,49545	0,17477
88	1,32296	0,12155	136	1,49912	0,17584
89	1,32663	0,12275	137	1,50279	0,17690
90	1,33030	0,12395	138	1,50646	0,17796
91	1,33397	0,12515	139	1,51013	0,17902
92	1,33764	0,12634	140	1,51380	0,18007

$t$	$t + 0,00367.t$	Log.	$t$	$t + 0,00367.t$	Log.
141	1,51747	0,18142	189	1,69363	0,22882
142	1,52114	0,18217	190	1,69730	0,22976
143	1,52481	0,18322	191	1,70097	0,23070
144	1,52848	0,18426	192	1,70464	0,23163
145	1,53215	0,18530	193	1,70831	0,23257
146	1,53582	0,18634	194	1,71198	0,23350
147	1,53949	0,18738	195	1,71565	0,23443
148	1,54316	0,18841	196	1,71932	0,23536
149	1,54683	0,18944	197	1,72299	0,23628
150	1,55050	0,19047	198	1,72666	0,23721
151	1,55417	0,19150	199	1,73033	0,23813
152	1,55784	0,19252	200	1,73400	0,23905
153	1,56151	0,19354	201	1,73767	0,23997
154	1,56518	0,19456	202	1,74134	0,24088
155	1,56885	0,19558	203	1,74501	0,24180
156	1,57252	0,19660	204	1,74868	0,24271
157	1,57619	0,19761	205	1,75235	0,24362
158	1,57986	0,19862	206	1,75602	0,24453
159	1,58353	0,19963	207	1,75969	0,24544
160	1,58720	0,20063	208	1,76336	0,24634
161	1,59087	0,20163	209	1,76703	0,24724
162	1,59454	0,20263	210	1,77070	0,24814
163	1,59821	0,20363	211	1,77437	0,24904
164	1,60188	0,20463	212	1,77804	0,24994
165	1,60555	0,20562	213	1,78171	0,25084
166	1,60922	0,20661	214	1,78538	0,25173
167	1,61289	0,20760	215	1,78905	0,25262
168	1,61656	0,20859	216	1,79272	0,25351
169	1,62023	0,20958	217	1,79639	0,25440
170	1,62390	0,21056	218	1,80006	0,25529
171	1,62757	0,21154	219	1,80373	0,25617
172	1,63124	0,21252	220	1,80740	0,25705
173	1,63491	0,21350	221	1,81107	0,25793
174	1,63858	0,21447	222	1,81474	0,25881
175	1,64225	0,21544	223	1,81841	0,25969
176	1,64592	0,21641	224	1,82208	0,26057
177	1,64959	0,21738	225	1,82575	0,26144
178	1,65326	0,21834	226	1,82942	0,26231
179	1,65693	0,21930	227	1,83309	0,26318
180	1,66060	0,22026	228	1,83676	0,26405
181	1,66427	0,22122	229	1,84043	0,26492
182	1,66794	0,22218	230	1,84410	0,26578
183	1,67161	0,22314	231	1,84777	0,26665
184	1,67528	0,22409	232	1,85144	0,26751
185	1,67895	0,22504	233	1,85511	0,26837
186	1,68262	0,22599	234	1,85878	0,26922
187	1,68629	0,22693	235	1,86245	0,27008
188	1,68996	0,22787	236	1,86612	0,27094

$t$	$1+0,00367.t$	Log.	$t$	$1+0,00367.t$	Log.
237	1,86979	0,27179	285	2,04595	0,31089
238	1,87316	0,27264	286	2,04962	0,31167
239	1,87713	0,27349	287	2,05329	0,31245
240	1,88080	0,27434	288	2,05696	0,31323
241	1,88447	0,27519	289	2,06063	0,31400
242	1,88814	0,27603	290	2,06430	0,31477
243	1,89181	0,27688	291	2,06797	0,31554
244	1,89548	0,27772	292	2,07164	0,31631
245	1,89915	0,27856	293	2,07531	0,31708
246	1,90282	0,27940	294	2,07898	0,31785
247	1,90649	0,28023	295	2,08265	0,31862
248	1,91016	0,28107	296	2,08632	0,31938
249	1,91383	0,28190	297	2,08999	0,32014
250	1,91750	0,28274	298	2,09366	0,32091
251	1,92117	0,28357	299	2,09733	0,32167
252	1,92484	0,28439	300	2,10100	0,32243
253	1,92851	0,28522	301	2,10467	0,32318
254	1,93218	0,28605	302	2,10834	0,32394
255	1,93585	0,28687	303	2,11201	0,32469
256	1,93952	0,28769	304	2,11568	0,32543
257	1,94319	0,28851	305	2,11935	0,32620
258	1,94686	0,28933	306	2,12302	0,32695
259	1,95053	0,29015	307	2,12669	0,32770
260	1,95420	0,29097	308	2,13036	0,32845
261	1,95787	0,29178	309	2,13403	0,32920
262	1,96154	0,29260	310	2,13770	0,32995
263	1,96521	0,29341	311	2,14137	0,33069
264	1,96888	0,29422	312	2,14504	0,33144
265	1,97255	0,29503	313	2,14871	0,33218
266	1,97622	0,29584	314	2,15238	0,33292
267	1,97989	0,29664	315	2,15605	0,33366
268	1,98356	0,29745	316	2,15972	0,33440
269	1,98723	0,29825	317	2,16339	0,33513
270	1,99090	0,29905	318	2,16706	0,33587
271	1,99457	0,29985	319	2,17073	0,33661
272	1,99824	0,30064	320	2,17440	0,33734
273	2,00191	0,30144	321	2,17807	0,33807
274	2,00558	0,30224	322	2,18174	0,33880
275	2,00925	0,30303	323	2,18541	0,33953
276	2,01292	0,30383	324	2,18908	0,34026
277	2,01659	0,30462	325	2,19275	0,34099
278	2,02026	0,30541	326	2,19642	0,34172
279	2,02393	0,30620	327	2,20009	0,34244
280	2,02760	0,30698	328	2,20376	0,34316
281	2,03127	0,30776	329	2,20743	0,34389
282	2,03494	0,30855	330	2,21110	0,34461
283	2,03861	0,30933	331	2,21477	0,34533
284	2,04228	0,31011	332	2,21844	0,34605

$t$	$1 + 0,00367.t$	Log.	$t$	$1 + 0,00367.t$	Log.
333	2,22211	0,34677	346	2,26982	0,35599
334	2,22518	0,34748	347	2,27349	0,35669
335	2,22945	0,34820	348	2,27716	0,35739
336	2,23312	0,34891	349	2,28083	0,35809
337	2,23679	0,34963	350	2,28450	0,35879
338	2,24046	0,35034	...	...	...
339	2,24413	0,35105	357,25	2,31111	0,36382
340	2,24780	0,35176	...	...	...
341	2,25147	0,35247	440	2,61480	0,41744
342	2,25514	0,35317	...	...	...
343	2,25881	0,35388	860	4,15620	0,61870
344	2,26248	0,35458	...	...	...
345	2,26615	0,35529	1040	4,81680	0,68276

*Transformation des colonnes d'eau en colonnes de mercure,  
pour la lecture des volumes gazeux (BUNSEN).*

Millim. d'eau.	Millim. de mercure.						
1	0,074	8	0,59	35	2,58	65	4,80
2	0,15	9	0,66	40	2,95	70	5,17
3	0,22	10	0,74	45	3,36	75	5,54
4	0,30	15	1,12	50	3,63	80	5,90
5	0,37	20	1,48	55	4,02	85	6,27
6	0,44	25	1,84	60	4,49	90	6,64
7	0,52	30	2,21				

Tables comprenant les diverses valeurs de  $\log. \frac{0,0012932}{(1+0,00367.t)^{760}}$   
pour le calcul du poids de l'air et celui des densités de vapeur.

$$\log. \frac{0,0012932}{(1+0,00367.t)^{760}} = \log \alpha.$$

t.	Log. $\alpha$ .	t.	Log. $\alpha$ .	t.	Log. $\alpha$ .	t.	Log. $\alpha$ .
-5	6,23889	31	6,184056	67	6,135372	103	6,092599
-4	23727	32	182627	68	134095	104	090444
-3	23566	33	181203	69	132821	105	089292
-2	23405	34	179784	70	131531	106	088143
-1	23245	35	178369	71	130285	107	086997
0	230852	36	176959	72	129022	108	085854
1	229261	37	175554	73	127763	109	084714
2	227666	38	174153	74	126508	110	083577
3	226096	39	172756	75	125256	111	082444
4	224523	40	171364	76	124008	112	081312
5	222955	41	169976	77	122764	113	080181
6	221392	42	168593	78	121523	114	079059
7	219835	43	167214	79	120286	115	077937
8	218284	44	165840	80	119052	116	076817
9	216739	45	164470	81	117821	117	075704
10	215199	46	163104	82	116594	118	074587
11	213664	47	161742	83	115371	119	073476
12	212135	48	160385	84	114151	120	072369
13	210611	49	159032	85	112934	121	071263
14	209092	50	157683	86	111721	122	070161
15	207579	51	156339	87	110511	123	069062
16	206071	52	154998	88	109305	124	067965
17	204568	53	153664	89	108102	125	066871
18	203070	54	152336	90	106902	126	065780
19	201577	55	151001	91	105706	127	064691
20	200090	56	149677	92	104512	128	063605
21	198608	57	148357	93	103323	129	062522
22	197130	58	147041	94	102136	130	061442
23	195658	59	145729	95	100952	131	060364
24	194191	60	144421	96	99772	132	059289
25	192728	61	143116	97	98595	133	058217
26	191271	62	141816	98	97421	134	057147
27	189818	63	140520	99	96251	135	056080
28	188371	64	139227	100	95083	136	055015
29	186928	65	137938	101	93919	137	053953
30	185490	66	136653	102	92758	138	052894

$$\log. \frac{0,0012932}{(1 + 0,00367 t) 760} = \log \alpha.$$

<i>t.</i>	Log. $\alpha.$						
139	6.051837	180	6.010587	221	7.972916	262	7.938254
140	050783	181	009628	222	972037	263	937443
141	049732	182	008671	223	971160	264	936632
142	048682	183	007717	224	970284	265	935824
143	047636	184	006764	225	969410	266	935016
144	046592	185	005814	226	968538	267	934211
145	045550	186	004866	227	967668	268	933406
146	044511	187	003919	228	966799	269	932604
147	043475	188	002975	229	965932	270	931802
148	042441	189	002033	230	965067	271	931002
149	041409	190	001093	231	964204	272	930204
150	040380	191	000155	232	963342	273	929407
151	039358	192	7.999219	233	962482	274	928612
152	038329	193	998285	234	961624	275	927818
153	037307	194	997353	235	960767	276	927025
154	036287	195	996423	236	959912	277	926234
155	035270	196	995495	237	959059	278	925444
156	034255	197	994569	238	958207	279	924656
157	033243	198	993645	239	957357	280	923869
158	032233	199	992723	240	956509	281	923084
159	031225	200	991803	241	955662	282	922300
160	030220	201	990884	242	954817	283	921518
161	029217	202	989968	243	953974	284	920736
162	028216	203	989054	244	953132	285	919957
163	027218	204	988141	245	952292	286	919178
164	026222	205	987231	246	951454	287	918401
165	025228	206	986322	247	950617	288	917626
166	024236	207	985416	248	949782	289	916852
167	023247	208	984511	249	948948	290	916079
168	022260	209	983608	250	948116	291	915307
169	021275	210	982707	251	947286	292	914537
170	020292	211	981807	252	946457	293	913769
171	019312	212	980910	253	945630	294	913001
172	018334	213	980015	254	944804	295	912235
173	017358	214	979121	255	943980	296	911471
174	016384	215	978229	256	943157	297	910707
175	015412	216	977331	257	942336	298	909945
176	014444	217	976435	258	941517	299	909185
177	013476	218	975539	259	940699	300	908426
178	012510	219	974650	260	939883		
179	011547	220	973797	261	939068		

Table des densités à  $+12^{\circ},5$ , correspondant aux degrés d'un aréomètre Baumé construit d'après les indications de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida.

0	0,999 5	19	1,146	38	1,343	57	1,621
1	1,006	20	1,155	39	1,355	58	1,639
2	1,013	21	1,164	40	1,367	59	1,657 5
3	1,020	22	1,173	41	1,380	60	1,676
4	1,027	23	1,182 5	42	1,393	61	1,695
5	1,034	24	1,192	43	1,406	62	1,715
6	1,041	25	1,201 5	44	1,419 5	63	1,735
7	1,048 5	26	1,211	45	1,433 5	64	1,755 5
8	1,056	27	1,221	46	1,447 5	65	1,776 5
9	1,064	28	1,231	47	1,461 5	66	1,798
10	1,071 5	29	1,241 5	48	1,476	67	1,820
11	1,079	30	1,252	49	1,491	68	1,842 5
12	1,087	31	1,263	50	1,506	69	1,866
13	1,095	32	1,273 5	51	1,521 5	70	1,890
14	1,103	33	1,284	52	1,537	71	1,915
15	1,111 6	34	1,296	53	1,553 5	72	1,939
16	1,120	35	1,307	54	1,570	73	1,965
17	1,128 5	36	1,319	55	1,587	74	1,991
18	1,137	37	1,331	56	1,604	75	2,018

Poids d'un litre de liquide pesé dans l'air à  $+12^{\circ},5$  ou  $+15^{\circ}$  sous la pression de 0,760 avec des poids de laiton, d'après les indications de l'aréomètre ci-dessus.

Multiplier le nombre de la table précédente par 1000 et retrancher une unité.

EXEMPLE. Un liquide, marquant 25 degrés B à  $+15^{\circ}$ , possède une densité de 1,2015. Les poids de laiton qui feront équilibre au litre de ce liquide dans l'air seront 1200<sup>gr</sup>,5.

Un travail récent de MM. Berthelot, Coulier et d'Almeida a fixé avec exactitude le rapport qui *doit* exister, d'après la définition donnée par Baumé, du 15<sup>e</sup> degré de son pèse-sel, entre les densités et les indications de l'aréomètre. La table précédente servira à évaluer les densités d'après les degrés des instruments gradués selon les indications de ces savants.

Comparaison des aréomètres moins lourds que l'eau et densités à + 15° des mélanges d'eau et d'alcool contenant pour 100 volumes n volumes d'alcool absolu (n = degrés Gay-Lussac).

Degrés			Poids spécifique.	Degrés			Poids spécifique.
Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.		Baumé.	Cartier.	Gay-Lussac.	
10	10	0	1,000			35	0,960
		1	0,999			36	0,959
		2	0,997		16	37	0,957
		3	0,996			38	0,956
		4	0,994	17		39	0,954
11	11	5	0,993			40	0,953
		6	0,992		17	41	0,951
		7	0,990			42	0,949
		8	0,989	18		43	0,948
		9	0,988			44	0,946
12	12	10	0,987			45	0,945
		11	0,986		18	46	0,943
		12	0,984	19		47	0,941
		13	0,983			48	0,940
		14	0,982			49	0,938
		15	0,981	20	19	50	0,936
		16	0,980			51	0,934
		17	0,979			52	0,932
13	13	18	0,978	21	20	53	0,930
		19	0,977			54	0,928
		20	0,976			55	0,926
		21	0,975	22	21	56	0,924
		22	0,974			57	0,922
		23	0,973			58	0,920
14	14	24	0,972	23	22	59	0,918
		25	0,971			60	0,915
		26	0,970			61	0,913
		27	0,969	24	23	62	0,911
		28	0,968			63	0,909
15		29	0,967	25		64	0,906
		30	0,966		24	65	0,904
		31	0,965			66	0,902
	15	32	0,964	26		67	0,899
		33	0,963		25	68	0,896
16		34	0,962	27		69	0,893

Baumé.	Degrés		Poids spécifique.	Baumé.	Degrés		Poids spécifique.
	Cartier.	Gay-Lussac.			Cartier.	Gay-Lussac.	
	26	70	0,891	36	34	86	0,848
28		71	0,888			87	0,845
	27	72	0,886	37	35	88	0,842
29		73	0,884	38	36	89	0,838
	28	74	0,881			90	0,835
30		75	0,879	39	37	91	0,832
		76	0,876			92	0,829
31	29	77	0,874	40	38	93	0,826
		78	0,871	41		94	0,822
32	30	79	0,868	42	39	95	0,818
		80	0,865	43	40	96	0,814
33	31	81	0,863	44	41	97	0,810
		82	0,860	45	42	98	0,805
34	32	83	0,857	46	43	99	0,800
		84	0,854	47	44	100	0,795
35	33	85	0,851	48			0,791

Nota. Si la température est de  $15^{\circ} + n$ , il faut retrancher  $(0,4) n$  degrés alcoolométriques pour avoir la richesse alcoolique. Il faut les ajouter au contraire si  $t = 15^{\circ} - n$ .

*Formule des aréomètres.*

Soit  $g$  le degré marqué par un aréomètre,  $d$  la densité de la solution ; on a pour les aréomètres suivants la formule générale  $d = \frac{m}{m \pm g}$  en appelant  $m$  un facteur déterminé ;  $+g$  s'emploie dans le cas des liquides plus légers que l'eau,  $-g$  avec les liquides plus lourds.

Pour l'aréomètre Baumé, plus lourd que l'eau (*pèse-sels*),  $m = 144$  (144,3 d'après Lunge, 145 dans les instruments américains, et 148,5 d'après l'appareil de MM. Berthelot, Coullier et d'Almeida). Le degré doit se prendre à  $12^{\circ},5$  de température centigrade.

Pour l'instrument de Beck,  $m = 170$  ; température  $12^{\circ},5$  C.  
 — Brix, 400 —  $15^{\circ},6$  C.  
 — Balling, 200.

Pour le *pès-liqueur* de Baumé plus léger que l'eau, et marquant  $10^{\circ}$  dans l'eau à  $+ 12^{\circ},5$ , la formule est  $d = \frac{144}{134 + g}$ .

Les fabriques anglaises emploient l'aréomètre de Twaddle, dont la formule est  $d = \frac{0,5g + 100}{400}$ , c'est-à-dire qu'en multipliant le degré par 5 et ajoutant 1000, on a le poids du litre en grammes.

Le densimètre de Fleischer donne l'excédant sur 100 du poids de 100 cc. ou grammes, soit la partie fractionnaire de la densité, multipliée par 100.

Table pour le calcul du poids  
mesuré à 0° et à la

	1000 cc	2000 cc	3000 cc	4000 cc
	gr.	gr.	gr.	gr.
Air.....	1,29366	2,58732	3,88098	5,17464
Acide carbonique.....	1,96664	3,93328	5,89992	7,86656
— chlorhydrique.....	1,63153	3,26306	4,89459	6,52612
— sulfureux.....	2,86056	5,72112	8,58168	11,44224
Ammoniaque.....	0,76271	1,52542	2,28813	3,05084
Azote.....	1,25658	2,51316	3,76974	5,02632
Bioxyde d'azote.....	1,34343	2,68686	4,03029	5,37372
Carbone.....	1,07272	2,14544	3,21816	4,29088
Chlore.....	3,17344	7,34688	9,52032	12,69376
Hydrogène.....	0,08961	0,17922	0,26883	0,35844
— sulfuré.....	1,51991	3,03982	4,55973	6,07964
Oxyde de carbone.....	1,25150	2,50300	3,75450	5,00600
Oxygène.....	1,43028	2,86056	4,29084	5,72112
Protoxyde d'azote.....	1,97172	3,94344	5,91516	7,88688
Soufre.....	17,16336	34,32672	51,49008	68,65344
Vapeur d'eau.....	0,80475	1,60950	2,41425	3,21900

d'un volume donné de gaz  
pression de 760<sup>mm</sup>.

Chaleur spéci-  
fique  
(d'après Regnault)

5000 cc	6000 cc.	7000 cc	8000 cc	9000 cc	en Poids.	en Vol.
gr. 6,46830	gr. 7,76196	gr. 9,05562	gr. 10,34928	gr. 11,64294	»	»
9,83320	11,79984	13,76648	15,73312	17,69976	0,2164	0,3308
8,15765	9,78918	11,42071	13,05224	14,68377	0,1845	0,2302
14,30280	17,16336	20,02392	22,88448	25,74504	0,1553	0,3489
3,81355	4,57626	5,33897	6,10168	6,86439	0,5080	0,2994
6,28290	7,53948	8,79606	10,05264	11,30922	0,2440	0,3700
6,71615	8,06058	9,40301	10,74744	12,09087	0,2315	0,2406
5,36360	6,43632	7,50904	8,58176	9,65448	»	»
15,86720	19,04064	22,21408	25,38752	28,56996	0,1214	0,2962
0,44805	0,53766	0,62727	0,71688	0,80649	3,4046	0,2356
7,59955	9,11946	10,63937	12,15928	13,67919	0,2423	0,2886
6,25750	7,50900	8,76050	10,01200	11,26350	0,2479	0,2399
7,15140	8,58168	10,01196	11,44224	12,87252	0,2182	0,2412
9,85860	11,83032	13,80204	15,77376	17,74548	0,2238	0,3413
85,81080	102,98016	120,14352	137,30688	154,47024	»	»
4,02375	4,82850	5,63325	6,43800	7,24275	0,4750	0,2950

Table des valeurs du coefficient  $1 + 0,00366 t$ .

$\theta$		0		0		0	
- 2	0,99268	19	1,06954	40	1,14640	72	1,26352
1,5	0,99451	19,5	1,07137	40,5	1,14823	73	1,26716
1	0,99634	20	1,07320	41	1,15006	74	1,27084
0,5	0,99817	20,5	1,07503	41,5	1,15189	75	1,27450
0	1,00000	21	1,07686	42	1,15372	76	1,27816
+ 0,5	1,00183	21,5	1,07869	42,5	1,15555	77	1,28182
1	1,00366	22	1,08052	43	1,15738	78	1,28548
1,5	1,00549	22,5	1,08235	43,5	1,15921	79	1,28914
2	1,00732	23	1,08418	44	1,16104	80	1,29280
2,5	1,00915	23,5	1,08601	44,5	1,16287	81	1,29646
3	1,01098	24	1,08784	45	1,16470	82	1,30012
3,5	1,01281	24,5	1,08967	45,5	1,16653	83	1,30378
4	1,01464	25	1,09150	46	1,16836	84	1,30742
4,5	1,01647	25,5	1,09333	46,5	1,17019	85	1,31110
5	1,01830	26	1,09516	47	1,17202	86	1,31476
5,5	1,02013	26,5	1,09699	47,5	1,17385	87	1,31842
6	1,02196	27	1,09882	48	1,17568	88	1,32208
6,5	1,02379	27,5	1,10065	48,5	1,17751	89	1,32574
7	1,02562	28	1,10248	49	1,17934	90	1,32940
7,5	1,02745	28,5	1,10431	49,5	1,18117	91	1,33306
8	1,02928	29	1,10614	50	1,18300	92	1,33672
8,5	1,03111	29,5	1,10797	51	1,18483	93	1,34038
9	1,03294	30	1,10980	52	1,18666	94	1,34404
9,5	1,03477	30,5	1,11163	53	1,18849	95	1,34770
10	2,03660	31	1,11346	54	1,19032	96	1,35136
10,5	1,03843	31,5	1,11529	55	1,20130	97	1,35502
11	1,04026	32	1,11712	56	1,20496	98	1,35868
11,5	1,04209	32,5	1,11895	57	1,20862	99	1,36234
12	1,04392	33	1,12078	58	1,21228	100	1,36600
12,5	1,04575	33,5	1,12261	59	1,21594	125	1,45750
13	1,04758	34	1,12444	60	1,21960	150	1,54717
13,5	1,04941	34,5	1,12627	61	1,22326	175	1,64050
14	1,05124	35	1,12810	62	1,22692	200	1,73200
14,5	1,05307	35,5	1,12993	63	1,23058	250	1,91500
15	1,05490	36	1,13176	64	1,23424	300	2,09800
15,5	1,05673	36,5	1,13359	65	1,23790	350	2,28100
16	1,05856	37	1,13542	66	1,24156	400	2,46400
16,5	1,06039	37,5	1,13725	67	1,24522	450	2,64700
17	1,06222	38	1,13908	68	1,24888	500	2,83000
17,5	1,06405	38,5	1,14091	69	1,25254		
18	1,06588	39	1,14274	70	1,25620		
18,5	1,06771	39,5	1,14457	71	1,25986		

Tableau des forces élastiques de la vapeur d'eau  
d'après Regnault.

Tempé- rature.	Tension.	Tempé- rature.	Tension.	Tempé- rature.	Tension.	Tempé- rature.	Tension.
o	mm	o	mm	o	mm	o	mm
-2,0	3,955	15,5	13,112	33,0	37,440	66,0	195,496
1,5	4,109	16,0	13,536	33,5	38,473	67,0	204,376
1,0	4,267	16,5	13,972	34,0	39,865	68,0	213,596
0,5	4,430	17,0	14,421	34,5	40,680	69,0	223,165
0,0	4,600	17,5	14,882	35,0	41,827	70,0	233,093
+0,5	4,767	18,0	15,357	35,0	44,201	71,0	243,393
1,0	4,940	18,5	15,845	37,0	46,691	72,0	254,073
1,5	5,118	19,0	16,346	38,0	49,302	73,0	265,147
2,0	5,302	19,5	16,861	39,0	52,039	74,0	276,624
2,5	5,491	20,0	17,391	40,0	54,906	75,0	288,517
3,0	5,687	20,5	17,935	41,0	57,910	76,0	300,838
3,5	5,889	21,0	18,495	42,0	61,055	77,0	313,600
4,0	6,097	21,5	19,069	43,0	64,346	78,0	326,811
4,5	6,313	22,0	19,659	44,0	67,790	79,0	340,488
5,0	6,534	22,5	20,265	45,0	71,391	80,0	354,643
5,5	6,763	23,0	20,888	46,0	75,158	81,0	369,287
6,0	6,998	23,5	21,528	47,0	79,093	82,0	384,435
6,5	7,242	24,0	22,184	48,0	83,204	83,0	400,101
7,0	7,492	24,5	22,858	49,0	87,499	84,0	416,298
7,5	7,751	25,0	23,550	50,0	91,982	85,0	433,041
8,0	8,017	25,5	24,261	51,0	96,661	86,0	450,344
8,5	8,291	26,0	24,988	52,0	101,543	87,0	468,221
9,0	8,574	26,5	25,738	53,0	106,636	88,0	486,687
9,5	8,865	27,0	26,505	54,0	111,948	89,0	505,759
10,0	9,165	27,5	27,294	55,0	117,478	90,0	525,450
10,5	9,474	28,0	28,101	56,0	123,244	91,0	545,778
11,0	9,792	28,5	28,931	57,0	129,251	92,0	566,759
11,5	10,120	29,0	29,782	58,0	135,505	93,0	588,406
12,0	10,457	29,5	30,654	59,0	142,015	94,0	610,740
12,5	10,804	30,0	31,548	60,0	148,791	95,0	633,778
13,0	11,162	30,5	32,463	61,0	155,839	96,0	657,535
13,5	11,530	31,0	33,405	62,0	163,170	97,0	682,029
14,0	11,908	31,5	34,368	63,0	170,791	98,0	707,280
14,5	12,298	32,0	35,359	64,0	178,714	99,0	733,305
15,0	12,699	32,5	36,370	65,0	186,945	100,0	760,000

Réduction à 0° des hauteurs du baromètre à échelle gravée sur verre.

Haut.	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
mm.	millim.								
5	0,00085	0,00171	0,00256	0,00342	0,00428	0,00513	0,00599	0,00684	0,00770
10	0,00171	0,00342	0,00513	0,00684	0,00856	0,01027	0,01198	0,01369	0,01540
15	0,00256	0,00513	0,00769	0,01026	0,01284	0,01540	0,01797	0,02053	0,02310
20	0,00342	0,00684	0,01029	0,01368	0,01712	0,02054	0,02396	0,02738	0,03080
25	0,00427	0,00855	0,01283	0,01710	0,02139	0,02567	0,02995	0,03422	0,03850
30	0,00513	0,01026	0,01540	0,02052	0,02567	0,03080	0,03593	0,04107	0,04620
35	0,00598	0,01197	0,01797	0,02394	0,02995	0,03594	0,04192	0,04791	0,05390
40	0,00684	0,01368	0,02053	0,02736	0,03423	0,04107	0,04791	0,05476	0,06160
45	0,00769	0,01539	0,02310	0,03078	0,03850	0,04620	0,05390	0,06160	0,06930
50	0,00855	0,01711	0,02567	0,03422	0,04278	0,05133	0,05989	0,06844	0,07700
55	0,00940	0,01882	0,02824	0,03764	0,04706	0,05646	0,06588	0,07528	0,08470
60	0,01026	0,02053	0,03080	0,04106	0,05134	0,06160	0,07187	0,08212	0,09240
65	0,01111	0,02224	0,03337	0,04449	0,05562	0,06673	0,07786	0,08897	0,10010
70	0,01197	0,02395	0,03593	0,04791	0,05990	0,07187	0,08385	0,09582	0,10780
75	0,01282	0,02567	0,03850	0,05133	0,06417	0,07700	0,08983	0,10266	0,11550
80	0,01368	0,02738	0,04106	0,05476	0,06845	0,08213	0,09582	0,10951	0,12320
85	0,01453	0,02909	0,04363	0,05818	0,07273	0,08727	0,10181	0,11635	0,13090
90	0,01539	0,03080	0,04619	0,06160	0,07701	0,09240	0,10780	0,12320	0,13860
95	0,01625	0,03251	0,04876	0,06502	0,08120	0,09753	0,11378	0,13004	0,14630
100	0,01711	0,03422	0,05133	0,06844	0,08555	0,10266	0,11977	0,13688	0,15399
105	0,01796	0,03593	0,05390	0,07166	0,08983	0,10779	0,12576	0,14372	0,16169
110	0,01882	0,03764	0,05646	0,07528	0,09441	0,11293	0,13175	0,15057	0,16939
115	0,01967	0,03935	0,05903	0,07871	0,09839	0,11806	0,13774	0,15741	0,17709
120	0,02053	0,04106	0,06160	0,08213	0,10266	0,12320	0,14372	0,16426	0,18479
125	0,02138	0,04278	0,06416	0,08555	0,10694	0,12833	0,14971	0,17110	0,19248
130	0,02224	0,04449	0,06673	0,08898	0,11122	0,13346	0,15570	0,17795	0,20018
135	0,02309	0,04620	0,06929	0,09240	0,11549	0,13860	0,16169	0,18479	0,20788
140	0,02395	0,04791	0,07186	0,09582	0,11977	0,14374	0,16767	0,19164	0,21558
145	0,02480	0,04962	0,07442	0,09924	0,12405	0,14887	0,17366	0,19845	0,22328
150	0,02566	0,05133	0,07699	0,10266	0,12832	0,15399	0,17965	0,20532	0,23098
155	0,02652	0,05304	0,07956	0,10608	0,13260	0,15912	0,18564	0,21216	0,23868
160	0,02737	0,05475	0,08212	0,10950	0,13688	0,16426	0,19163	0,21901	0,24638
165	0,02822	0,05646	0,08469	0,11293	0,14116	0,16939	0,19762	0,22585	0,25408
170	0,02908	0,05817	0,08726	0,11635	0,14543	0,17453	0,20361	0,23270	0,26178
175	0,02994	0,05989	0,08982	0,11977	0,14971	0,17966	0,20959	0,23954	0,26948
180	0,03079	0,06160	0,09239	0,12320	0,15399	0,18479	0,21553	0,24639	0,27718
185	0,03165	0,06331	0,09495	0,12662	0,15827	0,18993	0,22157	0,25323	0,28488
190	0,03250	0,06502	0,09752	0,13004	0,16254	0,19506	0,22756	0,26008	0,29258
195	0,03336	0,06673	0,10008	0,13346	0,16682	0,20019	0,23353	0,26692	0,30028
200	0,03422	0,06844	0,10266	0,13688	0,17110	0,20532	0,23854	0,27376	0,30798
205	0,03507	0,07015	0,10523	0,14030	0,17538	0,21043	0,24353	0,28060	0,31568
210	0,03593	0,07186	0,10779	0,14372	0,17966	0,21559	0,24852	0,28745	0,32338
215	0,03678	0,07357	0,11036	0,14715	0,18394	0,22072	0,25351	0,29429	0,33108
220	0,03764	0,07528	0,11293	0,15057	0,18821	0,22586	0,25849	0,30114	0,33878
225	0,03849	0,07700	0,11549	0,15399	0,19249	0,23099	0,26348	0,30798	0,34647
230	0,03935	0,07871	0,11805	0,15742	0,19677	0,23612	0,26847	0,31483	0,35417
235	0,04020	0,08042	0,12062	0,16084	0,20105	0,24126	0,27346	0,32167	0,36187
240	0,04106	0,08213	0,12318	0,16426	0,20532	0,24639	0,27844	0,32852	0,36957
245	0,04191	0,08384	0,12575	0,16768	0,20960	0,25152	0,28343	0,33536	0,37727
250	0,04277	0,08555	0,12832	0,17110	0,21387	0,25665	0,28942	0,34220	0,38497
255	0,04362	0,08726	0,13089	0,17452	0,21815	0,26178	0,30541	0,34904	0,39267
260	0,04448	0,08907	0,13345	0,17793	0,22243	0,26692	0,31140	0,35589	0,40037

Hauteur	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
	millim.								
265	0,04534	0,09068	0,13601	0,18137	0,22671	0,27205	0,31739	0,36273	0,40807
270	0,04619	0,09239	0,13858	0,18470	0,23098	0,27719	0,32338	0,36958	0,41577
275	0,04705	0,09411	0,14115	0,18882	0,23526	0,28232	0,32936	0,37642	0,42347
280	0,04790	0,09582	0,14371	0,19164	0,23954	0,29745	0,33535	0,38327	0,43117
285	0,04876	0,09753	0,14628	0,19506	0,24381	0,29259	0,34134	0,39011	0,43887
290	0,04961	0,09924	0,14884	0,19848	0,24809	0,29772	0,34733	0,39696	0,44657
295	0,05047	0,10095	0,15141	0,20190	0,25237	0,30385	0,35332	0,40380	0,45427
300	0,05133	0,10266	0,15390	0,20532	0,25665	0,30798	0,35931	0,41064	0,46197
305	0,05218	0,10437	0,15656	0,20874	0,26093	0,31311	0,36530	0,41748	0,46977
310	0,05304	0,10608	0,15912	0,21216	0,26521	0,31825	0,37129	0,42433	0,47737
315	0,05389	0,10779	0,16169	0,21559	0,26949	0,32338	0,37728	0,43117	0,48507
320	0,05475	0,10951	0,16426	0,21901	0,27376	0,32852	0,38326	0,43802	0,49277
325	0,05560	0,11122	0,16682	0,22243	0,27804	0,33365	0,38925	0,44486	0,50046
330	0,05646	0,11293	0,16939	0,22586	0,28232	0,33878	0,39524	0,45171	0,50816
335	0,05731	0,11464	0,17193	0,22928	0,28659	0,34392	0,40122	0,45855	0,51586
340	0,05817	0,11635	0,17452	0,23270	0,29087	0,34905	0,40721	0,46540	0,52356
345	0,05902	0,11806	0,17708	0,23612	0,29515	0,35418	0,41320	0,47224	0,53126
350	0,05988	0,11977	0,17965	0,23954	0,29942	0,35931	0,41919	0,47908	0,53896
355	0,06074	0,12148	0,18222	0,24296	0,30370	0,36444	0,42518	0,48592	0,54666
360	0,06159	0,12319	0,18478	0,24638	0,30798	0,36958	0,43117	0,49277	0,55436
365	0,06245	0,12490	0,18735	0,24981	0,31226	0,37471	0,43716	0,49961	0,56206
370	0,06330	0,12662	0,18992	0,25323	0,31653	0,37985	0,44315	0,50646	0,56976
375	0,06416	0,12833	0,19248	0,25665	0,32081	0,38498	0,44913	0,51330	0,57746
380	0,06501	0,13004	0,19505	0,26008	0,32509	0,39011	0,45512	0,52015	0,58516
385	0,06587	0,13175	0,19761	0,26350	0,32937	0,39525	0,46111	0,52699	0,59286
390	0,06672	0,13346	0,20018	0,26692	0,33364	0,40038	0,46710	0,53384	0,60056
395	0,06758	0,13517	0,20274	0,27034	0,33792	0,40552	0,47309	0,54068	0,60826
400	0,06844	0,13688	0,20532	0,27376	0,34220	0,41064	0,47908	0,54752	0,61596
405	0,06929	0,13859	0,20789	0,27718	0,34643	0,41577	0,48507	0,55436	0,62366
410	0,07015	0,14030	0,21045	0,28060	0,35076	0,42091	0,49106	0,56121	0,63136
415	0,07100	0,14201	0,21302	0,28403	0,35504	0,42604	0,49705	0,56805	0,63906
420	0,07186	0,14373	0,21559	0,28745	0,35931	0,43118	0,50303	0,57490	0,64676
425	0,07271	0,14544	0,21815	0,29087	0,36359	0,43631	0,50902	0,58174	0,65445
430	0,07357	0,14715	0,22072	0,29430	0,36787	0,44144	0,51501	0,58859	0,66215
435	0,07442	0,14886	0,22328	0,30144	0,37215	0,44658	0,52099	0,59543	0,66985
440	0,07528	0,15057	0,22585	0,29772	0,37642	0,45171	0,52698	0,60228	0,67755
445	0,07613	0,15228	0,22841	0,30456	0,38070	0,45684	0,53297	0,60912	0,68525
450	0,07699	0,15399	0,23098	0,30798	0,38497	0,46197	0,53896	0,61596	0,69295
455	0,07785	0,15570	0,23355	0,31140	0,38925	0,46710	0,54495	0,62280	0,70065
460	0,07870	0,15741	0,23612	0,31482	0,39353	0,47224	0,55094	0,62965	0,70835
465	0,07956	0,15912	0,23868	0,31823	0,39781	0,47737	0,55693	0,63649	0,71605
470	0,08041	0,16084	0,24125	0,32167	0,40208	0,48251	0,56292	0,64334	0,72375
475	0,08127	0,16255	0,24382	0,32509	0,40636	0,48764	0,56890	0,65018	0,73145
480	0,08212	0,16426	0,24638	0,32852	0,41064	0,49277	0,57489	0,65703	0,73915
485	0,08298	0,16597	0,24895	0,33194	0,41491	0,49791	0,58088	0,66387	0,74685
490	0,08383	0,16768	0,25151	0,33536	0,41917	0,50304	0,58687	0,67072	0,75455
495	0,08469	0,16939	0,25408	0,33878	0,42347	0,50817	0,59286	0,67756	0,76225
500	0,08555	0,17110	0,25665	0,34220	0,42775	0,51330	0,59885	0,68440	0,76995
505	0,08640	0,17281	0,25922	0,34562	0,43203	0,51843	0,60484	0,69124	0,77765
510	0,08726	0,17452	0,26178	0,34904	0,43631	0,52357	0,61083	0,69809	0,78535
515	0,08811	0,17623	0,26435	0,35247	0,44059	0,52870	0,61682	0,70493	0,79305
520	0,08897	0,17795	0,26692	0,35589	0,44486	0,53384	0,62280	0,71178	0,80075
525	0,08982	0,17966	0,26948	0,35931	0,44913	0,53897	0,62879	0,71862	0,80844
530	0,09068	0,18137	0,27205	0,36274	0,45342	0,54410	0,63478	0,72547	0,81614

Haut.	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
	mm. millim.	millim.							
535	0,09153	0,18308	0,27461	0,36616	0,45769	0,54924	0,64076	0,73231	0,82384
540	0,09239	0,18479	0,27718	0,36958	0,46197	0,55437	0,64675	0,73916	0,83154
545	0,09324	0,18650	0,27974	0,37300	0,46625	0,55950	0,65274	0,74600	0,83924
550	0,09410	0,18821	0,28231	0,37642	0,47052	0,56463	0,65873	0,75284	0,84604
555	0,09496	0,18992	0,28488	0,37984	0,47480	0,56976	0,66472	0,75968	0,85464
560	0,09581	0,19163	0,28745	0,38320	0,47908	0,57490	0,67071	0,76653	0,86234
565	0,09667	0,19334	0,29001	0,38669	0,48336	0,58003	0,67670	0,77337	0,87004
570	0,09752	0,19506	0,29258	0,39011	0,48763	0,58517	0,68269	0,78022	0,87774
575	0,09838	0,19677	0,29514	0,39353	0,49191	0,59030	0,68867	0,78706	0,88544
580	0,09923	0,19848	0,29771	0,39696	0,49619	0,59543	0,69466	0,79391	0,89314
585	0,10009	0,20019	0,30027	0,40038	0,50047	0,60057	0,70065	0,80073	0,90084
590	0,10094	0,20190	0,30284	0,40380	0,50474	0,60570	0,70654	0,80760	0,90854
595	0,10180	0,20361	0,30540	0,40722	0,50962	0,61083	0,71263	0,81444	0,91624
600	0,10266	0,20532	0,30798	0,41064	0,51330	0,61596	0,71862	0,82128	0,92394
605	0,10355	0,20703	0,31055	0,41406	0,51758	0,62109	0,72461	0,82812	0,93164
610	0,10437	0,20874	0,31300	0,41748	0,52186	0,62623	0,73069	0,83497	0,93604
615	0,10522	0,21045	0,31568	0,42091	0,52614	0,63136	0,73599	0,84181	0,94704
620	0,10608	0,21217	0,31825	0,42433	0,53041	0,63650	0,74257	0,84860	0,95474
625	0,10693	0,21388	0,32081	0,42775	0,53469	0,64163	0,74856	0,85550	0,96243
630	0,10779	0,21559	0,32337	0,43118	0,53897	0,64676	0,75455	0,86235	0,97013
635	0,10864	0,21730	0,32594	0,43460	0,54324	0,65190	0,76053	0,86919	0,97783
640	0,10950	0,21901	0,32850	0,43802	0,54752	0,65703	0,76652	0,87604	0,98553
645	0,11035	0,22072	0,33107	0,44144	0,55180	0,66216	0,77251	0,88288	0,99323
650	0,11121	0,22243	0,33364	0,44486	0,55607	0,66729	0,77850	0,88972	1,00093
655	0,11207	0,22414	0,33621	0,44828	0,56035	0,67242	0,78449	0,89656	1,00863
660	0,11292	0,22585	0,33877	0,45170	0,56463	0,67756	0,79048	0,90341	1,01633
665	0,11278	0,22756	0,34134	0,45513	0,56891	0,68269	0,79647	0,91025	1,02403
670	0,11463	0,22928	0,34391	0,45855	0,57318	0,68783	0,80246	0,91710	1,03173
675	0,11549	0,23099	0,34647	0,46197	0,57746	0,69296	0,80844	0,92394	1,03943
680	0,11634	0,23270	0,34904	0,46540	0,58174	0,69809	0,81442	0,93079	1,04713
685	0,11720	0,23441	0,35160	0,46882	0,58602	0,70323	0,82042	0,93763	1,05483
690	0,11805	0,23612	0,35417	0,47224	0,59029	0,70836	0,82641	0,94448	1,06253
695	0,11891	0,23783	0,35673	0,47566	0,59457	0,71349	0,83240	0,95132	1,07023
700	0,11977	0,23954	0,35931	0,47908	0,59885	0,71862	0,83839	0,95816	1,07793
705	0,12062	0,24125	0,36188	0,48250	0,60313	0,72375	0,84438	0,96500	1,08563
710	0,12148	0,24296	0,36444	0,48592	0,60741	0,72889	0,85037	0,97185	1,09333
715	0,12233	0,24467	0,36701	0,48935	0,61169	0,73402	0,85636	0,97869	1,10103
720	0,12319	0,24639	0,36958	0,49277	0,61596	0,73916	0,86234	0,98554	1,10873
725	0,12404	0,24810	0,37214	0,49619	0,62024	0,74429	0,86839	0,99238	1,11643
730	0,12490	0,24981	0,37471	0,49962	0,62452	0,74942	0,87432	0,99923	1,12413
735	0,12575	0,25152	0,37727	0,50304	0,62880	0,75456	0,88030	1,00607	1,13183
740	0,12661	0,25323	0,37984	0,50646	0,63307	0,75969	0,88623	1,01292	1,13953
745	0,12746	0,25494	0,38240	0,50998	0,63735	0,76482	0,89228	1,01976	1,14723
750	0,12832	0,25665	0,38497	0,51330	0,64162	0,76995	0,89827	1,02660	1,15493
755	0,12918	0,25836	0,38754	0,51672	0,64590	0,77508	0,90426	1,03344	1,16263
760	0,13003	0,25907	0,39011	0,52014	0,65018	0,78022	0,91025	1,04029	1,17033
765	0,13089	0,26078	0,39267	0,52357	0,65446	0,78535	0,91624	1,04713	1,17803
770	0,13174	0,26250	0,39524	0,52699	0,65873	0,79049	0,92223	1,05398	1,18573
775	0,13260	0,26421	0,39781	0,53041	0,66301	0,79562	0,92821	1,06082	1,19343
780	0,13345	0,26592	0,40037	0,53383	0,66729	0,80075	0,93420	1,06767	1,20113
785	0,13431	0,26763	0,40294	0,53725	0,67157	0,80589	0,94019	1,07451	1,20883
790	0,13516	0,27034	0,40550	0,54067	0,67584	0,81102	0,94618	1,08136	1,21653
795	0,13602	0,27205	0,40707	0,54409	0,68012	0,81615	0,95217	1,08820	1,22423
800	0,13688	0,27376	0,41064	0,54752	0,68440	0,82128	0,95816	1,09504	1,23193

EXEMPLE. — Soit à réduire à 0° une observation ayant donné une hauteur de 556<sup>mm</sup>,7 à la température 17°<sub>4</sub>. On cherche dans la première colonne le nombre immédiatement inférieur à 556<sup>mm</sup>,7, qui est 555, et on additionne les corrections suivantes, prises sur la table :

Pour 10° . . . . .	0,9496
— 7° . . . . .	0,6647
— 0° <sub>4</sub> . . . . .	0,0380
Total. . . . .	<u>1,6523</u> soit 1 <sup>mm</sup> ,65

La hauteur à 0° est 556<sup>mm</sup>,7 — 1<sup>mm</sup>,65 = 555<sup>mm</sup>,05.

### Table des mélanges réfrigérants.

Les substances sont prises à + 10°.

	Température produite.		Température produite.
Eau . . . . .	1 } — 16°.	Sulfate de sodium... 3	3 } — 19°.
Azotate d'ammonium pulvérisé . . . . .	1 } — 16°.	Acide azotique..... 2	2 } — 19°.
Eau . . . . .	1 } — 19°.	Sulfate de sodium... 6	6 } — 20°.
Azotate d'ammonium	1 } — 19°.	Chlorhydrate d'ammoniaque . . . . .	4 } — 20°.
Carbonate de sodium	1 } — 19°.	Azotate de potassium	2 } — 20°.
Eau . . . . .	16 } — 12°.	Acide azotique..... 4	4 } — 29°.
Azotate de potassium	5 } — 12°.	Phosphate de sodium	9 } — 29°.
Chlorhydrate d'ammoniaque . . . . .	5 } — 12°.	Acide azotique..... 4	4 } — 26°.
Eau . . . . .	16 } — 16°.	Sulfate de sodium... 6	6 } — 26°.
Chlorhydrate d'ammoniaque . . . . .	5 } — 16°.	Azotate d'ammonium	5 } — 26°.
Azotate de potassium	5 } — 16°.	Acide azotique..... 4	4 } — 8° <sub>15</sub>
Sulfate de sodium... 8	8 } — 17°.	Sulfate de sodium... 20	20 } — 8° <sub>15</sub>
		Acide sulfurique à 36°	16 } — 17°.
		Sulfate de sodium... 8	8 } — 17°.
		Acide chlorhydrique.	5 } — 17°.

### Mélanges de glace et de sels à zéro.

Neige ou glace pilée. 2	2 } — 20°.	Neige ou glace pilée. 5	5 } — 24°.
Sel marin . . . . . 1	1 } — 20°.	Sel marin . . . . . 2	2 } — 24°.
Neige ou glace pilée. 24	24 } — 28°.	Chlorhydrate d'ammoniaque . . . . . 1	1 } — 31°.
Sel marin . . . . . 10	10 } — 28°.	Neige ou glace pilée. 12	12 } — 31°.
Chlorhydrate d'ammoniaque . . . . . 5	5 } — 28°.	Sel marin . . . . . 5	5 } — 31°.
Azotate de potassium 5	5 } — 48°.	Azotate d'ammonium 5	5 } — 18°.
Neige ou glace pilée. 3	3 } — 48°.	Neige ou glace pilée. 3	3 } — 18°.
Chlorure de calcium cristallisé . . . . . 4	4 } — 48°.	Potasse . . . . . 4	4 } — 18°.

## Poids spécifiques et densités des gaz,

Par M. BERTHELOT.

Le tableau suivant donne à la première colonne les *noms* des gaz simples et composés : on y a compris tous les corps qui prennent l'état gazeux à 20 degrés et au-dessous, c'est-à-dire à la température de l'été. On y a joint tous les corps simples dont on a mesuré la densité gazeuse, ainsi que la vapeur d'eau ; mais on a pris soin de marquer d'un astérisque les corps qui ne sont pas gazeux à la température ordinaire.

La deuxième colonne renferme la *formule* de ces corps.

La troisième colonne contient les *poids équivalents* des corps, E.

La quatrième colonne exprime le *volume gazeux* correspondant, *n* : c'est-à-dire, suivant les conventions adoptées en chimie, le rapport qui existe entre le volume occupé par un certain poids d'oxygène (8 grammes par exemple) et le volume occupé par le poids équivalent du corps simple ou composé (exprimé en grammes).

La cinquième colonne présente les *poids spécifiques* des gaz multipliés par 1000, c'est-à-dire le *poids d'un litre* P de chaque gaz, exprimé en grammes, et supposé ramené à la température de zéro et à la pression de 0<sup>m</sup>,760. Ce poids est calculé théoriquement, dans l'hypothèse que le gaz suive exactement les lois de Mariotte et de Gay-Lussac : on l'obtient en multipliant le poids du litre d'hydrogène, soit 0<sup>m</sup>,089578 (Regnault), par l'équivalent du corps simple ou composé, et en divisant le produit par la moitié du volume gazeux *n* correspondant (3<sup>e</sup> colonne).

On peut simplifier ce calcul en prenant comme multiplicateur le nombre 0,09 et en retranchant du produit final  $\frac{1}{210}$  de sa valeur, le résultat obtenu ne diffère pas du résultat exact d'une quantité appréciable à l'expérience :

$$P = 0,09 \left( 1 - \frac{1}{210} \right) \frac{2E}{n};$$

ou plus exactement, dans la pratique des calculs,

$$(1) \quad P = 0,09 \left( 1 - \frac{1}{200} + \frac{1}{200} \frac{1}{16} \right) \frac{2E}{n}.$$

Pour obtenir le poids d'un litre du gaz, envisagé à une autre température *t* et à une autre pression H, il suffit de multiplier le nombre du tableau par le rapport

$$\frac{1}{1 + 0,00367 t} \times \frac{H}{760}.$$

En définitive, le poids du litre d'un gaz simple ou composé, à une température et à une pression quelconques, peut être calculé par la formule générale

$$(2) \quad P' = 0,09 \left( 1 - \frac{1}{200} + \frac{1}{200} \frac{1}{16} \right) \frac{2E}{n} \frac{1}{1 + 0,00367 t} \frac{H}{760}.$$

L'expérience prouve que cette formule s'applique à tous les gaz et à toutes les vapeurs, *pourvu que ces gaz et vapeurs aient été amenés*

à un état tel qu'ils suivent les lois de Mariotte et de Gay-Lussac ; conditions que les composés chimiques fuissent, en général, par remplir, lorsqu'ils résistent à une température suffisamment élevée. Dans les limites où ils ne suivent pas ces lois, leur poids spécifique et leur densité ne sauraient être exprimés par un chiffre absolu, indépendant de la température et de la pression.

Dans le tableau ci-contre, on donnera seulement les poids spécifiques et densités des corps gazeux à la température ordinaire, ainsi que ceux des éléments ; les données analogues pour les autres corps composés n'offrant pas un intérêt aussi général et étant d'ailleurs susceptibles d'être calculées sans difficulté.

Observons en effet que la formule (2) s'applique à tout corps susceptible de prendre l'état gazeux à une température et à une pression convenables. Pour un tel corps, qui ne serait pas gazeux à zéro et à 0<sup>m</sup>,760, la valeur de P exprimée par la formule (4) est fictive ; mais elle reprend une signification précise, si l'on compare le poids du litre gazeux de ce corps avec le poids du litre gazeux d'un autre corps, dans les mêmes conditions de température et de pression, ces conditions étant telles que les deux corps soient réellement gazeux et obéissent aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac. En effet, ces conditions étant remplies, les deux poids calculés d'après la formule (2)

sont entre eux dans le rapport  $\frac{P}{P'}$ , lequel est indépendant de la température et de la pression, c'est-à-dire qu'il est le même que le rapport  $\frac{P}{P'}$  calculé par la formule plus simple (4). Cette remarque est très importante dans les applications.

Pour nous conformer à un usage très ancien, mais qui pourrait être modifié sans aucun inconvénient scientifique ni pratique, nous donnerons dans la sixième colonne les densités théoriques des gaz, D. Ces densités se calculent en divisant le poids du litre du gaz, P, écrit à la cinquième colonne, par le poids du litre d'air à zéro et 0<sup>m</sup>,760, soit 1<sup>r</sup>,293187, d'après M. Regnault, ou plus simplement, dans la pratique des calculs,

$$1,3 \left( 1 - \frac{1}{200} - \frac{1}{200} \frac{1}{21} \right).$$

On peut encore les calculer directement, au moyen de la densité de l'hydrogène, 0,06926, et de l'équivalent

$$D = 0,06926 \times \frac{2E}{n}.$$

Ce calcul se simplifie, en prenant comme multiplicateur le nombre 0,07, et en retranchant du produit final  $\frac{1}{100}$  de sa valeur ; le résultat obtenu ne diffère pas du résultat exact d'une quantité appréciable à l'expérience :

$$(3) \quad D = 0,07 \left( 1 - \frac{1}{100} \right) \frac{2E}{n}.$$

Enfin, la septième colonne renferme les densités trouvées par expérience, et la huitième colonne les noms des observateurs.

Tableau des poids spécifiques  
Par

NOMS.	FORMULES.	POIDS équivalents E.	VOLUMES gazeux n.
Oxygène.....	O.	8	1
Hydrogène.....	H.	1	2
Azote.....	Az.	14	2
Chlore.....	Cl.	35,5	2
* Brome.....	Br.	80	2
* Iode.....	I.	127	2
Fluor.....	F.	19	2
* Soufre.....	S.	16	1
* Sélénium.....	Se.	39,5	1
* Tellure.....	Te.	64	1
* Phosphore.....	P.	31	1
* Arsenic.....	As.	75	1
* Mercure.....	Hg.	100	2
* Cadmium.....	Cd.	56	2
Acide chlorhydrique.....	HCl.	36,5	4
Acide bromhydrique.....	Hbr.	81	4
Acide iodhydrique.....	HI.	128	4
Acide fluorhydrique.....	HF.	20	4
* Vapeur d'eau.....	H <sub>2</sub> O.	9	2
Acide sulfhydrique.....	H <sub>2</sub> S.	17	2
Acide sélénhydrique.....	H <sub>2</sub> Se.	40,5	2
Acide tellurhydrique.....	H <sub>2</sub> Te.	65	2
Ammoniaque.....	AzH <sub>3</sub> .	17	4
Hydrogène phosphoré.....	PH <sub>3</sub> .	34	4
Hydrogène arsénié.....	AsH <sub>3</sub> .	78	4
Hydrogène antimonié.....	SbH <sub>3</sub> .	125	4
Hydrogène silicé.....	SiH <sub>4</sub> .	32	4
Protoxyde d'azote.....	AzO.	22	2
Bioxyde d'azote.....	AzO <sub>2</sub> .	30	4
Acide azoteux.....	AzO <sub>3</sub> .	38	2
Acide hypozotique.....	AzO <sup>4</sup> .	46	4
Acide sulfureux.....	SO <sub>2</sub> .	32	2
Oxyde de carbone.....	CO.	14	2
Acide carbonique.....	CO <sub>2</sub> .	22	2

et densités des gaz.

M. BERTHELOT.

POIDS DU LITRE P.	DENSITÉS théoriques D.	DENSITÉS trouvées.	OBSERVATEURS.
1,433 (théorie)	1,109	1,036	Regnault.
1,430 (Regnault)			
0,08958	0,06926	0,06926	Regnault.
1,254 (théorie)	0,970	0,9744	Regnault.
1,256 (Regnault)			
3,18	2,46	2,47 temp. ord	Gay-Lussac et Thenard.
7,16	5,54	5,54	Milscherlich.
11,38	8,80	3,72 vers 300°	Dumas.
1,70	4,32	5,7 à 4500°	V. Meyer.
2,87	2,22	»	»
7,03	5,43	6,51 à 506°	Dumas.
11,48	8,93	2,23 à 1040°	Deville et Troost.
2,78	4,29	6,37 à 1040°	Deville et Troost.
13,44	10,40	9,68 à 1390°	Deville et Troost.
8,96	6,93	4,42 à 313°	Dumas.
5,02	3,88	4,5 à 1040°	Deville et Troost.
1,635	1,265	10,6	Milscherlich.
3,63	2,80	6,98	Dumas.
5,73	4,43	3,94 à 1040°	Deville et Troost.
0,896	0,693	1,273	Biot et Gay-Lussac.
0,806	0,6237	2,71	Lowig.
1,523	1,178	4,44	Gay-Lussac.
3,63	2,80	»	»
3,82	4,50	0,6235	Gay-Lussac.
0,761	0,589	1,191	Gay-Lussac et Thenard.
1,52	1,178	2,80	Bineau.
3,49	2,71	2,80	Bineau.
5,60	4,33	4,49	Biot et Arago.
1,43	1,11	0,597	Dumas.
1,971	1,525	1,214	Dumas.
1,343	1,0395	2,695	Dumas.
3,40	2,63	»	»
2,06	1,59	»	»
2,87	2,22	2,65 à 26°	Deville et Troost.
1,254	0,970	1,57 à 183°	Deville et Troost.
1,971 (théorie)	1,525	1,529	Regnault.
1,9774 (Regn.)			

Tableau des poids spécifiques  
Par

NOMS.	FORMULES.	POIDS équivalents E.	VOLUMES gazeux n.
Acide hypochloreux.....	ClO.	43,5	2
Acide chloreux.....	ClO <sup>2</sup> .	59,5	2
Acide hypochlorique.....	ClO <sup>3</sup> .	67,5	4
Oxysulfure de carbone.....	CO S.	30	2
Oxychlorure de carbone.....	CO Cl.	49,5	2
Chlorure de bore.....	B Cl <sup>3</sup> .	117,5	4
Fluorure de bore.....	BF <sup>3</sup> .	68	4
Fluorure de silicium.....	Si F <sup>4</sup> .	104	4
Fluorure phosphoreux.....	PF <sup>2</sup> .	88	4
Fluorure phosphorique.....	PF <sup>3</sup> .	126	4
Oxyfluorure de phosphore.....	P F <sup>3</sup> O <sup>2</sup> .	104	4
Acétylène.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> .	13	2
	ou C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> .	26	4
Éthylène ou gaz oléfiant.....	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> .	14	2
	ou C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> .	28	4
Méthyle ou hydrure d'éthylène.....	C <sup>2</sup> H <sup>6</sup> .	15	2
	ou C <sup>2</sup> H <sup>6</sup> .	30	4
Formène ou gaz des marais.....	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> .	16	4
Cyanogène.....	C <sup>2</sup> Az <sup>2</sup> .	26	2
	ou C <sup>2</sup> Az <sup>2</sup> .	52	4
* Acide cyanhydrique.....	C <sup>2</sup> AzH.	27	4
Chlorure de cyanogène.....	C <sup>2</sup> Az Cl.	61,5	4
Ether méthylchlorhydrique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> Cl.	50,5	4
id. méthylbromhydrique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> Br.	95	4
id. méthylfluorhydrique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> F.	34	4
id. méthylique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O.	23	2
	ou C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> O <sup>2</sup> .	46	4
Méthylamine.....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> Az.	31	4
Méthylphosphine.....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> P.	48	4
Bortriméthyle.....	C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> B.	56	4
	ou (C <sup>2</sup> H <sup>3</sup> ) <sup>2</sup> B.	56	4
Acétylène chloré.....	C <sup>2</sup> H Cl.	60,5	4
Ethylène chloré.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> Cl.	62,5	4
Ether chlorhydrique.....	C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> Cl.	64,5	4
Ethylamine.....	C <sup>2</sup> H <sup>7</sup> Az.	45	4
Allylène.....	C <sup>3</sup> H <sup>4</sup> .	40	4
Propylène.....	C <sup>3</sup> H <sup>6</sup> .	42	4
Hydrure de propylène.....	C <sup>3</sup> H <sup>8</sup> .	44	4
Diacétylène.....	C <sup>4</sup> H <sup>2</sup> .	52	4
Crotonylène.....	C <sup>4</sup> H <sup>6</sup> .	54	4
Butylène.....	C <sup>4</sup> H <sup>8</sup> .	56	4
Ethyle et hydrure de butylène.....	C <sup>4</sup> H <sup>10</sup> .	58	4

et densités des gaz,  
M. BERTHELOT (Suite et fin).

POIDS DU LITRE P.	DENSITÉS théoriques D.	DENSITÉS trouvées.	OBSERVATEURS.
3,90	3,02	"	"
5,33	4,12	4,07 à 9°	Brandau.
3,024	2,34	2,33	Pébal.
2,69	2,08	2,10	Than.
4,43	3,43	3,46	Thomson.
5,26	4,06	3,94	Dumas.
3,05	2,36	2,31	Dumas.
4,66	3,60	3,60	Dumas.
3,94	3,05	3,05	Moissan.
5,64	4,37	4,39	Thorpe.
4,66	3,60	3,71	Moissan.
1,465	0,901	0,92	Berthelot.
1,254	0,970	0,971	Thomson.
1,343	1,039	1,075	Kolbe et Frankland.
0,716	0,554	0,558	Thomson.
2,330	1,802	1,806	Gay-Lussac.
1,210	0,936	0,948	Gay-Lussac.
2,755	2,131	"	"
2,261	1,750	1,73	Dumas et Peligot.
4,255	3,292	3,25	Bunsen.
1,523	1,178	1,186	Dumas et Peligot.
2,060	1,594	1,617	Dumas et Peligot.
1,388	1,074	1,08	Izarn.
2,150	1,663	"	"
2,508	1,940	1,91	Frankland.
2,709	2,096	"	"
2,799	2,165	"	"
2,889	2,234	2,219	Thenard.
2,015	1,559	1,58	Izarn.
1,792	1,385	"	"
1,881	1,455	1,498	Berthelot et de Luca.
1,971	1,525	"	"
2,330	1,802	"	"
2,420	1,872	"	"
2,508	1,940	1,99	Kolbe.
2,596	2,010	2,05	Frankland.

*Rapport du poids de l'air au poids de l'eau.*

Pour établir une liaison entre les Tables de densités qui précèdent et celles qui suivent, nous dirons que, d'après les recherches les plus récentes, le poids de l'air atmosphérique sec à Paris, à la température de la glace fondante et sous la pression de 0<sup>m</sup>,76, est, à volume égal,  $\frac{1}{773,28}$  de celui de l'eau distillée.

*Poids du litre d'air.*

A Paris, à 60 mètres au-dessus du niveau de la mer, à la température zéro et sous la pression 0<sup>m</sup>,76, M. Regnault a trouvé que le litre d'air atmosphérique pèse 1<sup>sr</sup>.293187. On en conclut 1<sup>sr</sup>.292743 pour le poids du litre d'air sous le parallèle de 45 degrés et au niveau de la mer. Mais à la température centigrade  $t$ , sous la pression  $p$ , à la latitude  $L$  et à la hauteur  $h$  au-dessus du niveau de la mer, le rayon de la terre étant  $R$ , le poids du décimètre cube d'air ou du litre d'air est donné par la formule

$$1^{\text{sr}}.292743 \frac{p}{(1 + t.0,00366)76} (1 - 0,00265 \cos 2L) \left(1 - \frac{2h}{R}\right).$$

Densités des solides, celle de l'eau à 4 degrés étant prise pour unité.

NOMS.	DENSITÉS.
CORPS SIMPLES.	
Aluminium Al { fondu.....	2,56 (1)
Aluminium Al { laminé.....	2,67 (1)
Antimoine Sb.....	6,72 (2)
Argent Ag fondu.....	10,512 (3)
Arsenic As.....	5,67 (4)
Barium Ba.....	»
Bismuth Bi.....	9,82 (5)
Bore B cristallin.....	2,69 (6)
Cadmium Cd { fondu.....	8,60 (6)
Cadmium Cd { laminé.....	8,69 (6)
Calcium Ca.....	1,58 (7)
Carbone C { anthracite.....	1,34 à 1,46 (8)
Carbone C { diamant.....	3,50 à 3,53 (9)
Carbone C { graphite.....	2,09 à 2,24 (10)
Cérium Ce.....	5,50 (11)
Chrome Cr.....	5,90 (8)
Cobalt Co fondu.....	7,81 (4)
Césium Cs.....	»
Cuivre Cu { fondu.....	8,85 (4)
Cuivre Cu { laminé.....	8,95 (4)
Dityme Di.....	»
Erbium Er.....	»
Etain Sn.....	7,29 (4)
Fer Fe { fondu.....	7,20 (4)
Fer Fe { forgé.....	7,79 (4)
Gallium Ga.....	5,95 (12)
Glucinium Gl.....	2,40 (13)
Indium In.....	7,40 (6)
Iode I.....	4,95 (14)
Iridium Ir.....	22,40 (15)
Lanthane La.....	»
Lithium Li.....	0,59 (16)
Magnésium Mg.....	1,74 (16)
Manganèse Mn.....	8,01 (4)
Mercure Hg solide à — 40°.....	14,39 (17)
Molybdène Mo.....	8,60 (4)
Nickel Ni { fondu.....	8,28 (4)
Nickel Ni { forgé.....	8,67 (4)

(1) H. Sainte-Claire Deville. (2) D'Elhuyart. (3) Dumas. (4) Héracath. (5) Woehler et H. Deville. (6) Troost. (7) Fernet. (8) Regnault. (9) Dumas. (10) Dutrénoy. (11) Woehler. (12) Debray. (13) Lecoq de Boisbaudran. (14) Gay-Lussac. (15) H. Deville et Debray. (16) Bunsen. (17) Rivot.

## Densité des solides (suite et fin).

NOMS.	DENSITÉS.	
Niobium Nb.....	"	( <sup>8</sup> )
Or Au { fondu.....	19,26	( <sup>8</sup> )
{ laminé.....	19,36	( <sup>8</sup> )
Osmium Os.....	22,47	( <sup>1</sup> )
Palladium Pd.....	12,05	( <sup>1</sup> )
Phosphore P.....	1,77	( <sup>1</sup> )
Platine Pt fondu.....	21,45	( <sup>1</sup> )
Plomb Pb.....	11,35	( <sup>1</sup> )
Potassium K.....	0,86	( <sup>12</sup> )
Rhodium Rh.....	12,41	( <sup>1</sup> )
Rubidium Rb.....	1,52	( <sup>8</sup> )
Ruthénium Ru.....	11,3	( <sup>1</sup> )
Sélénium Se.....	4,30	( <sup>12</sup> )
Silicium Si { cristallin.....	2,65	( <sup>1</sup> )
{ amorphe.....	2,49	( <sup>1</sup> )
Sodium Na.....	0,97	( <sup>1</sup> )
Soufre S { octaédrique.....	2,07	( <sup>1</sup> )
{ prismatique.....	1,96 à 1,99	( <sup>1</sup> )
Strontium Sr.....	2,54	( <sup>1</sup> )
Tantale Ta.....	"	( <sup>1</sup> )
Tellure Te.....	6,24	( <sup>1</sup> )
Thallium Tl.....	11,86	( <sup>1</sup> )
Thorium Th.....	10,099	( <sup>12</sup> )
Titane Ti.....	5,30	( <sup>1</sup> )
Tungstène W.....	17,60	( <sup>1</sup> )
Urane U.....	18,33 à 18,40	( <sup>1</sup> )
Vanadium V.....	"	( <sup>1</sup> )
Yttrium Y.....	"	( <sup>1</sup> )
Zinc Zn.....	7,19	( <sup>1</sup> )
Zirconium Zr.....	4,14	( <sup>10</sup> )

(<sup>1</sup>) H. Delille et Debray. (<sup>2</sup>) Bunsen. (<sup>3</sup>) Children. (<sup>4</sup>) D'Elhuyart. (<sup>5</sup>) Gay-Lussac et Thenard. (<sup>6</sup>) Ch. Deville. (<sup>7</sup>) Lamy. (<sup>8</sup>) Peligot. (<sup>9</sup>) Hérapath. (<sup>10</sup>) Troost. (<sup>11</sup>) Nilson. (<sup>12</sup>) Leroyer et Dumas.

Densités des liquides, celle de l'eau à 4 degrés étant prise pour unité.

Noms des liquides.	Densités.
Mercure (à 0°) . . . . .	13,600
Brome. . . . .	2,966
Acide sulfurique hydraté, $\text{SO}^2.\text{HO}$ . . . . .	1,848
Acide azotique fumant, $\text{AzO}^5.\text{HO}$ . . . . .	1,52
Acide azotique quadrihydraté, $\text{AzO}^5, 4\text{HO}$ . . . . .	1,42
Acide hypo-azotique, $\text{AzO}^4$ . . . . .	1,451
Acide chlorhydrique hydraté, $\text{ClH}, 6\text{HO}$ . . . . .	1,208
Sulfure de carbone, $\text{CS}^2$ . . . . .	1,263
Benzine, $\text{C}^{12}\text{H}^6$ . . . . .	0,89
Essence de térébenthine, $\text{C}^{20}\text{H}^{16}$ . . . . .	0,864
Essence de citron, $\text{C}^{20}\text{H}^{16}$ . . . . .	0,847
Essence d'amandes amères, $\text{C}^{14}\text{H}^8\text{O}^2$ . . . . .	1,050
Alcool absolu, $\text{C}^2\text{H}^6\text{O}^2$ . . . . .	0,795
Mercaptan, $\text{C}^4\text{H}^8\text{S}^2$ . . . . .	0,842
Aldéhyde, $\text{C}^4\text{H}^8\text{O}^2$ . . . . .	0,795
Éther, $\text{C}^8\text{H}^{10}\text{O}^2$ . . . . .	0,730
Éther formique, $\text{C}^2\text{HO}^2.\text{C}^4\text{H}^8\text{O}$ . . . . .	0,915
Éther acétique, $\text{C}^4\text{H}^8\text{O}^2.\text{C}^4\text{H}^8\text{O}$ . . . . .	0,890
Éther benzoïque, $\text{C}^{14}\text{H}^{10}\text{O}^2.\text{C}^4\text{H}^8\text{O}$ . . . . .	1,052
Éther oxalique, $\text{C}^4\text{O}^6.2\text{C}^4\text{H}^8\text{O}$ . . . . .	1,093
Esprit de bois, $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^4$ . . . . .	0,801
Huile de pommes de terre, $\text{C}^{10}\text{H}^{18}\text{O}^2$ . . . . .	0,818
Liqueur des Hollandais, $\text{C}^4\text{H}^4\text{Cl}^3$ . . . . .	1,280
Acide cyanhydrique, $\text{C}^2\text{AzH}$ . . . . .	0,697
Acide formique, $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^4$ . . . . .	1,22
Acide acétique monohydraté, $\text{C}^4\text{H}^8\text{O}^5.\text{HO}$ . . . . .	1,063
Eau de la mer (en moyenne) . . . . .	1,026
Lait. . . . .	1,03
Vin. . . . .	0,99
Huile d'olive. . . . .	0,915

Densités des minéraux, celle de l'eau entre 10 et 16 degrés étant prise pour unité.

NOMS	DENSITÉS
CORPS SIMPLES ET ALLIAGES NATURELS.	
Antimoine.....	6,62 à 6,72 <sup>(1)</sup>
Argent.....	10,10 à 11,10 <sup>(2)</sup>
Arsenic.....	5,67 à 5,93 <sup>(3)</sup>
Bismuth.....	9,73 <sup>(4)</sup>
Carbone { Anthracite.....	1,34 à 1,46 <sup>(4)</sup>
{ Diamant.....	3,50 à 3,53 <sup>(5)</sup>
{ Graphite.....	2,09 à 2,24 <sup>(6)</sup>
Cuivre.....	8,94 <sup>(7)</sup>
Etain.....	7,18 <sup>(7)</sup>
Fer météorique.....	7,30 à 7,80 <sup>(8)</sup>
Iridium osmié.....	21,12 <sup>(8)</sup>
Mercure.....	13,60 à 14
Mercure argental { Amalgame.....	13,75 <sup>(9)</sup>
{ Arquérite.....	10,80 <sup>(10)</sup>
Or.....	18,60 à 19,34 <sup>(6)</sup>
Or argental (electrum) de l'Altai.....	14,55 <sup>(6)</sup>
Or palladié du Brésil.....	18,87 <sup>(11)</sup>
Platine.....	17,11 à 17,86 <sup>(6)</sup>
Platine-iridium.....	22,60 à 23 <sup>(12)</sup>
Plomb.....	11,44 <sup>(8)</sup>
Sélénium du Mexique.....	4,32 <sup>(13)</sup>
Soufre de Sicile.....	2,07 <sup>(14)</sup>
Tellure de Nagyag.....	6,19 <sup>(14)</sup>

(1) Kenngott. (2) Miller. (3) Dana. (4) Regnault. (5) Dumas. (6) Dufrenoy.  
 (7) Phillips. (8) G. Rose. (9) Haidinger. (10) Domeyko. (11) Damour.  
 (12) Swanberg. (13) Del Rio. (14) Ch. Sainte-Claire Deville.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITÉS	
ACIDES ET OXYDES.		
Acide arsénieux $\ddot{A}s$ .....	3,69 à 3,70 <sup>(1)</sup>	
Acide borique $\ddot{B} + 3 H$ .....	1,48 <sup>(2)</sup>	
Acide titanique $\ddot{T}i$ { Anatase.....	3,88 <sup>(3)</sup>	
	Brookite.....	4,14 <sup>(3)</sup>
	Rutile.....	4,28 <sup>(3)</sup>
Alumine (corindon) $\ddot{A}l$ .....	3,99 à 4,02 <sup>(3)</sup>	
Antimoine oxydé $\ddot{S}b$ { Exitèle.....	5,56 <sup>(4)</sup>	
	Senarmonite.....	5,22 à 5,30 <sup>(4)</sup>
Bismuth oxydé $\ddot{B}i$ .....	4,36 <sup>(5)</sup>	
Cuivre oxydé { Mélaconise $\ddot{C}u$ .....	5,14 à 5,39 <sup>(6)</sup>	
	Ziguéline $\ddot{C}u$ .....	5,99 <sup>(7)</sup>
Diaspore $\ddot{A}l + H$ .....	3,37 <sup>(8)</sup>	
Étain oxydé (cassitérite) $\ddot{S}n$ .....	6,30 à 7,10 <sup>(8)</sup>	
Fer oligiste $\ddot{F}e$ .....	5,24 à 5,28 <sup>(8)</sup>	
Fer oxydulé (aimant) $\ddot{F}e + \ddot{F}e$ .....	4,94 à 5,18 <sup>(8)</sup>	
Fer oxydé hydraté { Goethite $\ddot{F}e H$ .....	5,04 à 4,40 <sup>(8)</sup>	
	Limonite $2 \ddot{F}e, 3 H$ .....	3,60 à 4,00 <sup>(8)</sup>
Franklinite ( $\ddot{F}e \ddot{Z}n$ ) ( $\ddot{F}e, \ddot{M}n$ ).....	5,09 <sup>(7)</sup>	
Glace à zéro $H$ .....	0,92 <sup>(9)</sup>	
Magnésie (périclase) $\ddot{M}g$ .....	3,67 <sup>(8)</sup>	
Magnésie hydratée (brucite) $\ddot{M}g H$ .....	2,35 <sup>(7)</sup>	
	Acerdèse $\ddot{M}n H$ .....	4,20 à 4,40 <sup>(10)</sup>
Manganèse oxydé { Braunite $\ddot{M}n$ .....	4,75 <sup>(8)</sup>	
	Hausmannite $Mn^{\circ} O^4$ .....	4,72 <sup>(8)</sup>
	Pyrolusite $\ddot{M}n$ .....	4,82 à 4,97 <sup>(10)</sup>

(1) Dumas. (2) Dana. (3) Dalmour. (4) Rivot. (5) Büsson. (6) Teschemacher.  
 (7) Haidinger. (8) Rammelsberg. (9) Brunner. (10) Turner.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITÉS
Plomb oxydé { Litharge $\text{Pb}$ .....	7,90 (1)
{ Minium $2 \text{Pb} + \text{Pb}$ .....	8,94 (2)
Silice $\text{Si}$ { Agate.....	2,58 à 2,62 (3)
{ Quartz.....	2,65 (3)
Opale (silice hydratée).....	2,03 à 2,09 (1)
Urane oxydé (pechblende) $\text{U} + \text{U}$ .....	6,01 à 8,07 (3)
Zincite $\text{Zn}$ .....	5,57 (3)
ALLUMINATES.	
Cymophane $\text{Al}$ .....	3,72 à 3,74 (3)
Dysluite ( $\text{Zn}, \text{Mn}$ ) $\text{Al}$ .....	4,55 (3)
Gahnite ( $\text{Zn}, \text{Mg}, \text{Fe}$ ) $\text{Al}, \text{Fe}$ .....	4,10 à 4,56 (1)
Pléonasté ( $\text{Fe}, \text{Mg}$ ) $\text{Al}$ .....	3,57 (4)
Spinelle $\text{Mg}$ $\text{Al}$ .....	3,55 à 3,61 (3)
ANTIMONIATES.	
Bleinière $\text{Pb}$ $\text{Sb}$ .....	4,60 à 4,76 (3)
Roméine $\text{Ca}$ $\text{Sb} + \text{Ca}^2 \text{Sb}$ .....	4,71 (3)
ANTIMONIURES.	
Breithauptite $\text{Ni}^2 \text{Sb}$ .....	7,54 (5)
Discrase $n \text{Ag Sb}$ .....	9,40 à 9,80 (7)
ARSÉNATES.	
Chaux arséniatée (pharmacolite) $2 \text{Ca}$ $\text{As}, 6 \text{H}$ .....	2,64 à 2,73 (4)
Cobalt arséniaté (érythrine) $\text{Co}^2 \text{As} + 8 \text{H}$ .....	2,95 (1)

(1) Delafosse. (2) Dufrenoy. (3) Damour. (4) Dana. (5) Hermann. (6) Breithaupt. (7) Pisani.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS		DENSITÉS
Cuivre arséniaté	Aphanèse $6 \text{ Cu } \ddot{\text{As}} + 3 \text{ H} \dots \dots \dots$	4,31 (1)
	Euchroïte $4 \text{ Cu } \ddot{\text{As}} + 7 \text{ H} \dots \dots \dots$	3,39 (2)
	Kupferglimmer $6 \text{ Cu } \ddot{\text{As}} + 12 \text{ H} \dots \dots \dots$	2,66 (3)
	Liroconite $\dots \dots \dots$	2,96 (3)
	Olivénite $4 \text{ Cu } (\ddot{\text{As}}, \ddot{\text{Pb}} + \text{H} \dots \dots \dots$	4,38 (3)
Fer arséniaté	Arséniosidérite $\text{Fe } \ddot{\text{As}} + \text{Ca}^2$ $\ddot{\text{As}} + 6 \text{ H} \dots \dots \dots$	3,52 (4)
	Phormacosidérite $4 \text{ Fe}, 3 \text{ As}$ $+ 15 \text{ H} \dots \dots \dots$	2,90 à 3,00 (6)
	Scorodite, $\text{Fe } \ddot{\text{As}} + 4 \text{ H} \dots \dots \dots$	3,11 à 3,18 (3)
Nickel arséniaté (cabrerite du Laurium) $\text{Ni}, (\text{Mg})^2$ $\ddot{\text{As}} + 8 \text{ H} \dots \dots \dots$	3,11 (3)	
Plomb arséniaté (Mimetèse) $\text{Pb Cl} + 3 \text{ Pb } \ddot{\text{As}} \dots \dots \dots$	7,19 à 7,21 (5)	
Zinc arséniaté (Adamine) $4 \text{ Zn } \ddot{\text{As}} + \text{H} \dots \dots \dots$	4,33 (5)	
ARSÉNIURES.		
Cobalt arsénié (smaltine) $\text{Co As} \dots \dots \dots$	6,41 (4)	
Cuivre arsénié (domeykite) $\text{Cu}^2 \text{ As} \dots \dots \dots$	8,26 (3)	
Fer arsénié $\text{Fe As} \dots \dots \dots$	7,00 à 7,40 (6)	
Nickel arsénié	Chloanthite $\text{Ni As} \dots \dots \dots$	6,40 à 6,50 (3)
	Kupfernickel $\dots \dots \dots$	7,72 (3)
BORATES.		
Boracite $2 \text{ Mg}^2 \ddot{\text{B}} + \text{Mg Cl} \dots \dots \dots$	2,91 à 2,97 (4)	
Borax $\text{Na}, 2 \text{ B} + 10 \text{ H} \dots \dots \dots$	1,72 (6)	
Jérémiewite $(\ddot{\text{Al}}; \ddot{\text{Fe}}) \ddot{\text{B}} \dots \dots \dots$	3,28 (3)	
<small>(1) Rammelsberg. (2) Breithaupt. (3) Damour. (4) Dufrénoy. (5) Friedel. (6) Dana.</small>		

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITÉS
BOROTITANATES.	
Warwickite $2 \text{ Mg B}^3 + \text{Fe Ti}$ .....	3,35 à 3,36 (1)
BROMURES.	
Bromagyre Ag Br .....	5,80 à 6,00 (2)
CARBONATES.	
Aragonite Ca $\text{C}$ .....	2,93 à 2,94 (1)
Azurite $2 \text{ Cu C} + \text{Cu H}$ .....	3,70 à 3,83 (2)
Barytocalcite Ba $\text{C} + \text{Ca C}$ .....	3,66 à 3,68 (1)
Calcaire Ca $\text{C}$ .....	2,70 à 2,73 (1)
Calédonite (Pb, Cu) $\text{C} + \text{Pb S}$ .....	6,40 (4)
Cérusite Pb $\text{C}$ .....	6,57 (1)
Diallogite Mn $\text{C}$ .....	3,55 à 3,66 (1)
Dolomie Ca $\text{C} + \text{Mg C}$ .....	2,83 à 2,94 (2)
Gay-Lussite Na $\text{C} + \text{Ca C} + 5 \text{ H}$ .....	1,92 à 1,99 (2)
Giobertite Mg $\text{C}$ .....	2,99 à 3,15 (1)
Leadhillite $3 \text{ Pb C} + \text{Pb S}$ .....	6,20 à 6,50 (4)
Malachite Cu $\text{C} + \text{Cu H}$ .....	3,93 (1)
Natron Na $\text{C} + 10 \text{ H}$ .....	1,42 (2)
Parisite $2 \text{ Ce C} + (\text{Di, La}) \text{ C} + (\text{Ca, Ce}) \text{ Fl}$ .....	4,35 (2)
Sidérose Fe $\text{C}$ .....	3,83 à 3,88 (1)
Smithsonite Zn $\text{C}$ .....	4,30 à 4,45 (1)
Strontianite Sr $\text{C}$ .....	3,60 à 3,71 (2)
Withérite Ba $\text{C}$ .....	4,28 (1)
Zinconise $3 \text{ Zn C} + 2 \text{ H}$ .....	3,60 (7)

(1) Damour. (2) Dana. (3) Philipps. (4) Brooke. (5) Kobell. (6) Bunsen.  
 (7) Smithson.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITES
CHLORURES.	
Atacamite $\text{Cu Cl} + 3 \text{Cu H}$ .....	3,70 (1)
Calomel $\text{Hg}^* \text{Cl}$ .....	6,48 (2)
Cérargyre $\text{Ag Cl}$ .....	5,31 à 5,43 (3)
Matlockite $\text{Pb Cl} + 2 \text{Pb}$ .....	7,21 (4)
Mendipite $\text{Pb Cl} + \text{Pb}$ .....	7,00 à 7,70 (5)
Phosgénite $\text{Pb Cl} + \text{Pb Cl}_2$ .....	6,00 à 6,10 (1)
Sel gemme $\text{Na Cl}$ .....	2,26 (6)
Sylvine $\text{K Cl}$ .....	1,90 à 2,00 (6)
CHROMATES.	
Crocoïse $\text{Pb Cr}$ .....	5,90 à 6,10 (7)
Sidérochrome $(\text{Fe Mg}) (\text{Cr Al})$ .....	4,32 à 4,50 (8)
FLUORURES.	
Cryolite $3 \text{Na Fl} + \text{Al Fl}_3$ .....	2,96 (9)
Fluocérite $\text{Ce Fl} + \text{Ce}^* \text{Fl}_3$ .....	4,70 (9)
Fluorine $\text{Ca Fl}$ .....	3,14 à 3,19 (6)
Ytrocérite $(\text{Ce, Y, Ca}) \text{Fl}$ .....	3,45 (9)
IODURES.	
Iodite $\text{Ag I}^*$ .....	5,67 (6)
Plombo-iodite $\text{Pb (I, Cl)} + 2 \text{Pb}$ .....	5,70 (9)
MOLYBDATES.	
Mélinose $\text{Pb Mo}$ .....	6,05 (9)
NIOBATES.	
Euxénite $3 \text{R}^* \text{Nb} + 2 \text{R}^* \text{Ti} + 2 \text{H}$ .....	4,61 à 4,76 (10)
Fergusonite $3 \text{R}^* \text{Nb} + \text{Zr Nb}$ .....	5,84 (11)
Niobite $(\text{Fe, Mn}) \text{Nb}$ .....	5,60 à 6,00 (7)
Pyrochlore.....	4,32 (12)
Samarskite $(\text{U, Y, Fe, Ce})^* \text{Nb}$ .....	5,54 (7)

(1) Breithaupt. (2) Haidinger. (3) Domeyko. (4) Rammelsberg. (5) Berzélius.  
(6) Dana. (7) Damour. (8) Kennigott. (9) Smith. (10) Scheerer. (11) Allan.  
(12) G. Rose.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITÉS
NITRATES.	
Nitratine $\text{Na } \ddot{\text{A}}\ddot{\text{z}} \dots \dots \dots$	2,29 (1)
Nitre $\text{K } \ddot{\text{A}}\ddot{\text{z}} \dots \dots \dots$	1,94 (2)
PHOSPHATES	
Apatite $3 \text{ Ca}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + \text{Ca Cl} \dots \dots \dots$	3,23 (3)
Autunite $\text{Ca}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + \ddot{\text{U}}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + 24 \text{ H} \dots \dots \dots$	4,10 à 4,47 (4)
Chalcolite $\text{Cu}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + \ddot{\text{U}}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + 16 \text{ H} \dots \dots \dots$	3,62 (4)
Childrénite $2 (\text{Fe}, \text{Mn})^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + \ddot{\text{Al}}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + 15 \text{ H} \dots \dots \dots$	3,25 (5)
Dihydrate $\text{Cu}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + 2 \text{ H} \dots \dots \dots$	4,00 à 4,40 (5)
Dufrenoyte $3 \text{ Fe}^{\circ} + \text{Fe}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + 9 \text{ H} \dots \dots \dots$	3,20 à 3,40 (6)
Hétérosite $(\text{Fe}, \text{Mn})^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h}^{\circ} 5 \text{ H} \dots \dots \dots$	3,39 à 3,52 (7)
Hureaulite $(\text{Mn}, \text{Fe})^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h}^{\circ} + 5 \text{ H} \dots \dots \dots$	3,18 à 3,20 (4)
Klaprothine $\ddot{\text{Al}}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h}^{\circ} + (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Ca})^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + 3 \text{ H} \dots \dots \dots$	3,06 (8)
Libéthénite $\text{Cu}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + \text{H} \dots \dots \dots$	3,60 à 3,80 (4)
Monazite $(\text{Ce}, \text{La})^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} \dots \dots \dots$	5,00 à 5,09 (4)
Plomb gomme $\text{Pb}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + 6 \text{ Al H}^{\circ} \dots \dots \dots$	3,50 à 3,53 (4)
Pyromorphite $3 \text{ Pb}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + \text{Pb Cl} \dots \dots \dots$	6,59 à 7,05 (8)
Triphylline $3 (\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg}, \text{Li})^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} \dots \dots \dots$	3,56 (9)
Triplite $(\text{Fe}, \text{Mn})^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} \dots \dots \dots$	3,37 à 3,80 (4)
Turquoise de Perse $\ddot{\text{Al}}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + 5 \text{ H} \dots \dots \dots$	2,52 à 2,80 (4)
Vivianite $6 \text{ Fe}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} + \ddot{\text{F}}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h}^{\circ} + 36 \text{ H} \dots \dots \dots$	2,72 (10)
Wagnérite $\text{Mg}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} \text{ Mg Fl} \dots \dots \dots$	2,98 à 3,07 (8)
Wawellite $\ddot{\text{Al}}^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h}^{\circ} + 12 \text{ H} \dots \dots \dots$	2,36 (11)
Xénotime $(\text{Y}, \text{Ce})^{\circ} \ddot{\text{P}}\text{h} \dots \dots \dots$	4,32 (4)

(1) Hayer. (2) Dana. (3) G. Roso. (4) Damour. (5) Rammelsberg. (6) Karsten.  
(7) Dufrenoy. (8) Fuchs. (9) (Ersten. (10) Struve. (11) Haidinger.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITÉS	
SÉLÉNIURES.		
Clausthalie Pb Se.....	7,70 (1)	
Eucairite Ag Se + Cu <sup>2</sup> Se.....	7,48 à 7,51 (2)	
Naumannite Ag Se.....	8,00 (3)	
Onofrite 4 Hg S + Hg Se.....	7,10 à 7,37 (4)	
SILICATES ANHYDRES.		
Achmite 3 (Na Fe) Si + 2 Fe Si <sup>2</sup> .....	3,25 (5)	
Egirine 5 R Si + Fe Si <sup>2</sup> .....	3,44 (5)	
Allanite R <sup>2</sup> R Si <sup>2</sup> .....	3,78 (5)	
Amphibole	{ Actinote (Ma, Ca, Fe) Si.....	3,04 à 3,09 (5)
	{ Arfwedsonite 2 R Si + Fe Si.....	3,43 à 3,59 (5)
	{ Hornblende R Si.....	3,05 à 3,42 (5)
	{ Trémolite Ca Si + 3 Mg Si.....	2,93 à 3,20 (5)
Amphigène K, Al, Si <sup>4</sup> .....	2,48 (5)	
Andalousite Al Si.....	3,13 à 3,16 (5)	
Anthophyllite R <sup>2</sup> Si <sup>2</sup> .....	3,13 (5)	
Cancrinite Na <sup>4</sup> , Al <sup>4</sup> , Si <sup>6</sup> .....	2,46 (5)	
Cérine R <sup>2</sup> , R <sup>4</sup> , Si <sup>6</sup> .....	3,77 à 3,80 (5)	
Cordiérite R <sup>2</sup> , Al <sup>2</sup> , Si <sup>6</sup> .....	2,55 à 2,59 (5)	
Diallage R Si.....	3,26 à 3,34 (5)	
Disthène Al Si.....	3,67 (5)	
Émeraude Gl <sup>2</sup> , Al, Si <sup>6</sup> .....	2,67 à 2,75 (5)	
Enstatite Mg Si.....	3,30 (5)	
Épidote (thallite) Ca <sup>2</sup> , R <sup>2</sup> , Si <sup>6</sup> .....	3,46 (5)	
Eudialyte R (Si, Zr) <sup>2</sup> .....	2,88 à 2,70 (5)	

(1) Stromeyer. (2) Nordenskiöld. (3) G. Rose. (4) H. Rose. (5) Damour.  
(6) Des Cloiseaux.

## Densité des minéraux (suite).

NOMS		DENSITÉS
Feldspath	Orthose $K, \bar{Al}, \bar{Si}^6$ .....	2,50 à 2,59 <sup>(1)</sup>
	Microlite $K, \bar{Al}, \bar{Si}^6$ .....	2,54 à 2,58 <sup>(1)</sup>
	Albite $Na, \bar{Al}, \bar{Si}^6$ .....	2,60 à 2,62 <sup>(1)</sup>
	Oligoclase $R^2, \bar{Al}^2, \bar{Si}^6$ .....	2,61 à 2,64 <sup>(1)</sup>
	Andésine .....	2,67 à 2,68 <sup>(1)</sup>
	Labradorite $R, \bar{Al}, \bar{Si}^6$ .....	2,70 à 2,72 <sup>(1)</sup>
	Anorthite $Ca, \bar{Al}, \bar{Si}^6$ .....	2,75 <sup>(1)</sup>
Fibrolite $\bar{Al}^3, \bar{Si}^6$ .....	3,19 à 3,21 <sup>(1)</sup>	
Gadolinite $(Y, Ce, Fe, Gl)^2, \bar{Si}^6$ .....	4,23 à 4,33 <sup>(1)</sup>	
Gehlénite $R^2, \bar{R}^2, \bar{Si}^6$ .....	2,90 à 3,01 <sup>(2)</sup>	
Grenat	Almandine $Fe^2, \bar{Al}^2, \bar{Si}^6$ .....	3,92 à 4,20 <sup>(1)</sup>
	Grossulaire $Ca^2, \bar{Al}^2, \bar{Si}^6$ .....	3,54 à 3,62 <sup>(1)</sup>
	Mélanite $Ca^2, Fe^2, \bar{Si}^6$ .....	3,83 <sup>(1)</sup>
	Ouwarowite $Ca^2, Cr^2, \bar{Si}^6$ .....	3,42 à 3,51 <sup>(3)</sup>
	Pyrope $R^2, \bar{Al}^2, \bar{Si}^6$ .....	3,66 à 3,75 <sup>(1)</sup>
Spessartine $Mn^2, \bar{Al}, \bar{Si}^6$ .....	4,15 <sup>(1)</sup>	
Haüyne $(Ca, Na, K) \bar{Al}, \bar{Si}^6$ .....	2,49 <sup>(1)</sup>	
Helvine $3 R^2, \bar{Si} + Mn S$ .....	3,16 à 3,17 <sup>(1)</sup>	
Humboldtite $R^2, \bar{R}^2, \bar{Si}^6$ .....	2,94 à 3,00 <sup>(1)</sup>	
Hyperstène $R, \bar{Si}^6$ .....	3,36 à 3,42 <sup>(1)</sup>	
Idocrase $R^2, \bar{R}^2, \bar{Si}^6$ .....	3,29 à 3,43 <sup>(1)</sup>	
Ilvaite $R^2, Fe^2, \bar{Si}^6$ .....	3,95 à 4,02 <sup>(1)</sup>	
Jade néphrite $Ca, \bar{Si} + 3 Mg, \bar{Si}^6$ .....	2,96 à 3,06 <sup>(1)</sup>	
Jadéite $(Na, Ca)^2, \bar{Al}^2, \bar{Si}^6$ .....	3,28 à 3,35 <sup>(1)</sup>	
Lapis-lazuli $8 R + 4 \bar{Al} + 15 \bar{Si} + FS$ .....	2,50 à 3,04 <sup>(1)</sup>	
Néphéline $Na^2, \bar{Al}^2, \bar{Si}^6$ .....	2,56 à 2,64 <sup>(2)</sup>	

(1) Damour. (2) Des Cloizeaux. (3) Erdmann. (4) Gmelin.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITÉS	
Obsidienne R, Al Si <sup>o</sup> .....	2,30 à 2,54 (*)	
Péridot (Mg, Fe) <sup>2</sup> Si .....	3,33 à 3,41 (*)	
Pétalite K <sup>3</sup> , Al <sup>4</sup> , Si <sup>3o</sup> .....	2,40 à 2,58 (*)	
Phénacite Gl <sup>2</sup> Si .....	2,96 (*)	
Pollux (Cs, Na), Al, Si <sup>4</sup> .....	2,90 (*)	
Pyroxène {	Diopside (Ca, Mg) Si .....	3,32 (*)
	Augite (Ca, Mg, Fe) Si .....	3,30 (*)
	Hédenbergite (Ca, Fe) Si .....	3,50 (*)
Rhodonite Mn Si .....	3,64 (*)	
Saphirine Mg <sup>6</sup> , Al <sup>8</sup> , Si <sup>3</sup> .....	3,47 (*)	
Saussurite .....	3,38 à 3,42 (*)	
Sillimanite Al <sup>8</sup> Si <sup>o</sup> .....	3,24 (*)	
Staurotide Fe, Al <sup>2</sup> , Si <sup>3</sup> .....	3,73 (*)	
Triphane R <sup>3</sup> , Al <sup>4</sup> , Si <sup>12</sup> .....	3,14 à 3,18 (*)	
Wernérite {	Dipyre R <sup>3</sup> , Al <sup>2</sup> , Si <sup>o</sup> .....	2,65 (*)
	Mélonite R <sup>6</sup> , Al <sup>4</sup> , Si <sup>o</sup> .....	2,73 (*)
	Paranthine R <sup>3</sup> Al <sup>2</sup> , Si <sup>o</sup> .....	2,68 (*)
Willémitte Zn <sup>2</sup> Si .....	4,01 (*)	
Wollastonite Ca Si .....	2,80 à 2,90 (*)	
Zircon Zr Si .....	4,04 à 4,07 (*)	
Zoizite Ca <sup>2</sup> Al <sup>4</sup> Si <sup>o</sup> .....	3,12 à 3,32 (*)	
SILICATES HYDRATÉS.		
Agalmatolite Al <sup>3</sup> Si <sup>o</sup> + 2 H .....	2,13 à 2,59 (*)	
Allophane Al Si + 5 H .....	1,83 à 2,02 (*)	
Analcime Na Al. Si <sup>4</sup> + 2 H .....	2,25 (*)	

(\*) Damour. (2) Pisani. (3) Des Cloizeaux.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITÉS
Apophyllite (Ca, K) <sup>2</sup> Si <sup>3</sup> + 4 H .....	2,35 à 2,40 (1)
Brewstérite R, Al, Si <sup>3</sup> + 5 H .....	2,45 (1)
Calamine Zn <sup>2</sup> Si + H .....	3,35 à 3,50 (2)
Carpholite R <sup>2</sup> Si <sup>2</sup> + 3 H .....	2,93 (2)
Cérérite (Ce, Di, Ln) <sup>2</sup> Si + H .....	5,01 (1)
Chabasie Ca <sup>2</sup> , Al <sup>2</sup> , Si <sup>3</sup> + 14 H .....	2,09 (1)
Chrysocolle Cu Si + 2 H .....	2,00 à 2,20 (1)
Clinocllore Mg <sup>2</sup> , Al <sup>2</sup> , Si <sup>3</sup> + 5 H .....	2,65 à 2,78 (2)
Cronstedtite Fe <sup>2</sup> , Fe <sup>3</sup> , Si <sup>3</sup> + 6 H .....	3,35 (1)
Damourite R <sup>2</sup> Al <sup>4</sup> , Si <sup>3</sup> + 2 H .....	2,79 (3)
Dioptase Cu Si + H .....	3,28 (2)
Epistilbite Ca, Al, Si <sup>3</sup> .....	2,25 (1)
Euclase Gl, Al, Si <sup>3</sup> + H .....	3,08 (1)
Faujasite (Ca, Na) <sup>2</sup> Al <sup>2</sup> , Si <sup>3</sup> + 18 H .....	1,92 (1)
Gismondine (Ca, K) <sup>4</sup> , Al <sup>4</sup> , Si <sup>3</sup> + 18 H .....	2,26 à 2,27 (4)
Gmélinite R, Al, Si <sup>4</sup> + 6 H .....	2,07 (1)
Halloysite Al Si + n H .....	1,92 à 2,12 (2)
Harmotome Ba, Al, Si <sup>3</sup> + 6 H .....	2,13 (1)
Heulandite Ca, Al, Si <sup>3</sup> + 5 H .....	2,20 (1)
Hisingérite R <sup>2</sup> , Al <sup>4</sup> , Si <sup>3</sup> + 12 H .....	3,04 (2)
Laumonite Ca, Al, Si <sup>4</sup> + 4 H .....	2,28 à 2,41 (5)
Lévyne R, Al, Si <sup>3</sup> + 5 H .....	2,21 (1)
Magnésite Mg <sup>2</sup> , Si <sup>3</sup> + n H .....	1,20 à 1,60 (2)
Malacon 3 Zr Si + H .....	3,96 à 4,05 (1)
Mésotype Na, Al, Si <sup>3</sup> + 2 H .....	2,24 (1)
Okénite Ca, Si + 2 H .....	2,28 (1)
Orthite R <sup>2</sup> , H, Si <sup>3</sup> + n H .....	3,41 à 3,65 (2)

(1) Damour. (2) Des Cloizeaux. (3) Delesse. (4) Marignac. (5) Berzélius.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITÉS
Pectolite $\text{R}^{\text{a}}, \text{Si}^{\text{a}} + \text{H}$ .....	2,74 à 2,88 (1)
Pennine $\text{Mg}^{\text{r}}, \text{Al}, \text{Si}^{\text{a}} + 5\text{H}$ .....	2,66 (1)
Prehnite $\text{Ca}^{\text{a}}, \text{Al}, \text{Si}^{\text{a}} + \text{H}$ .....	2,91 à 2,95 (2)
Pyrophyllite $\text{Al}, \text{Si}^{\text{a}} + \text{H}$ .....	2,78 (1)
Scolésite $\text{Ca}, \text{Al}, \text{Si}^{\text{a}} + 3\text{H}$ .....	2,26 (2)
Stilbite $\text{Ca}, \text{Al}, \text{Si}^{\text{a}} + 6\text{H}$ .....	2,16 (2)
Talc $\text{Mg}^{\text{a}}, \text{Si}^{\text{a}} + \text{H}$ .....	2,71 (2)
Thomsonite $\text{R}, \text{Al}, \text{Si}^{\text{a}} + 5\text{H}$ .....	2,38 (2)
Thorite $3\text{Th}^{\text{a}}\text{Si} + 4\text{H}$ .....	4,19 à 5,22 (2)
Tritomite $(\text{Ca}, \text{La}, \text{Ce})^{\text{a}}\text{Si} + \text{H}$ .....	4,16 à 4,66 (2)
SILICIO-BORATES	
Axinite $\text{Ca}^{\text{a}}, \text{R}^{\text{a}}, \text{Si}^{\text{a}}, \text{B}^{\text{a}}$ .....	3,29 (2)
Botryolite $\text{Ca}^{\text{a}}, \text{Si}^{\text{a}}, \text{B} + 2\text{H}$ .....	2,88 à 2,90 (2)
Danburite $\text{Ca} \text{Si}^{\text{a}} \text{B}$ .....	2,97 (2)
Datholite $\text{Ca}^{\text{a}}, \text{Si}^{\text{a}}, \text{B} + \text{H}$ .....	2,79 à 2,99 (2)
Homilite.....	3,34 (2)
Tourmaline $n\text{R} \text{Si} + n\text{R} \text{B}$ .....	3,04 à 3,20 (2)
SILICIO-CHLORURES.	
Pyrosmalite $3(\text{Fe Mn})^{\text{a}}\text{Si}^{\text{a}} + 2\text{H}^{\text{a}} + \text{Fe Cl}$ .....	3,08 (1)
Sodalite $\text{Na}, \text{Al} \text{Si}^{\text{a}} + \text{Na Cl}$ .....	2,38 à 2,42 (2)
SILICIO FLUORURES	
Chaudrodite $\text{Mg}^{\text{a}}, \text{Si}^{\text{a}} + n \text{Fl}$ .....	2,20 (2)
Leucophane $5\text{R} \text{Si} + \text{Na Fl}$ .....	2,97 (7)
Mélinophane $\text{R}^{\text{a}}, \text{Si}^{\text{a}} + \text{Na Fl}$ .....	3,00 (2)
Mica $\text{R}, \text{R}, \text{Si}^{\text{a}} + n \text{Fl}$ .....	2,71 à 3,13 (1)
Topaze $(\text{Al}^{\text{a}}, \text{Si}^{\text{a}}) + 3 \text{Si Fl}$ .....	3,51 à 3,58 (2)

(1) Des Cloizeaux. (2) Damour. (3) Brush. (4) Bertin. (5) Rammsberg.  
(6) Haidinger. (7) Esmark. (8) Scherer.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITÉS
SILICIO-NIORATES.	
Wöhlerite (Ca, Na) (Si, Nb, Zr).....	3,41 (1)
SILICIO-TITANATES.	
Mosandrite R <sup>2</sup> (Si, Ti) <sup>2</sup> + 4 H. ....	3,02 (2)
Sphène Ca Si <sup>2</sup> + Ca Ti <sup>2</sup> .....	3,51 (3)
Tscheffkinite R (Si, Ti).....	4,51 à 4,55 (4)
Yttrotitanite R <sup>3</sup> (Al <sup>3</sup> , Fe <sup>3</sup> ) + 15 R (Si <sup>2</sup> , Ti <sup>2</sup> ).....	3,53 à 3,73 (5)
SULFATES.	
Alun potassique K S <sup>2</sup> + Al S <sup>3</sup> + 24 H.....	1,90 (6)
Anglésite Pb S <sup>2</sup> .....	6,26 à 6,30 (7)
Anhydrite Ca S <sup>2</sup> .....	2,90 à 2,96 (8)
Carytine Ba S <sup>2</sup> .....	4,48 à 4,72 (9)
Célestine Sr S <sup>2</sup> .....	3,92 à 3,96 (10)
Cyanose Cu S <sup>2</sup> + 5 H. ....	2,21 (11)
Epsomite Mg S <sup>2</sup> + 7 H.....	1,75 (12)
Glaubérite Na S <sup>2</sup> + Ca S <sup>2</sup> .....	2,64 à 2,85 (13)
Gypse Ca S <sup>2</sup> + 2 H.....	2,33 (14)
Lanarkite Pb <sup>2</sup> S <sup>2</sup> .....	6,80 (15)
Mélanterite Fe S <sup>2</sup> + 7 H.....	1,83 (16)
Thénardite Na S <sup>2</sup> .....	2,73 (17)
Webstérite Al S <sup>2</sup> + 9 H.....	1,66 (18)
SULFURES.	
Alabandine Mn S.....	4,04 (19)
Argyrose Ag S.....	7,24 (20)
Bismuthine Bi <sup>3</sup> S <sup>3</sup> .....	6,40 (21)

(1) Scherer. (2) Damour. (3) H. Rose. (4) Des Cloizeaux. (5) Naumann.  
 (6) Dana. (7) G. Rose. (8) Beudant. (9) Dufrenoy. (10) Pisani. (11) Kersten.  
 (12) Stromeyer.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITÉS
Blende Zn S.....	4,09 (1)
Chalcosine Cu <sup>2</sup> S.....	5,78 (1)
Chalcopyrite Cu S + Fe S.....	4,47 (1)
Cinabre Hg S.....	8,12 à 8,20 (1)
Enargite.....	4,36 à 4,47 (2)
Galène Pb S.....	7,26 à 7,60 (1)
Greenockite Cd S.....	4,90 (2)
Hauérite Mn Se <sup>2</sup> .....	3,46 (4)
Kobolnite Co <sup>2</sup> S <sup>2</sup> .....	5,80
Laurite 12 Ru <sup>2</sup> S <sup>3</sup> + OS S <sup>4</sup> .....	6,99 (3)
Millérite Ni S.....	5,65 (6)
Molybdénite Mo S <sup>2</sup> .....	4,94 (1)
Orpiment As S <sup>2</sup> .....	3,48 (7)
Phillipsite 3 Cu <sup>2</sup> S + Fe <sup>2</sup> S <sup>2</sup> .....	5,05 (8)
Pyrite Se F <sup>2</sup> .....	4,85 à 5,04 (1)
Pyrite blanche (Sperkise) Fe S <sup>2</sup> .....	4,77 à 4,86 (1)
Pyrrhotine 6 Fe S + Fe S <sup>2</sup> .....	4,62 (1)
Réalgar As S <sup>2</sup> .....	3,64 (9)
Sperkise (Pyrite blanche) Fe Sn <sup>2</sup> .....	4,77 à 4,86 (1)
Stannine (Sn, Cu, Fe, Zn) S.....	4,47 (1)
Sübine Sb S <sup>2</sup> .....	4,62 (10)
SULFO-ANTIMONIURES.	
Burnonite 2 Pb S + Cu <sup>2</sup> S + 4 Sb S <sup>2</sup> .....	5,75 à 5,83 (1)
Freieslebenite 8 (Ph, Ag) S + 4 Sb S <sup>2</sup> .....	5,92 (1)
Jamesonite 3 Pb S + 2 Sb S <sup>2</sup> .....	5,61 (1)
Miargyrite Ag S + Sb S <sup>2</sup> .....	5,20 à 5,40 (11)
Panabase 4(Cu <sup>2</sup> , Fe, Zn, Ag) S + (Sb, As) S <sup>2</sup> .....	4,62 à 4,93 (1)

(1) Damour. (2) Pisani. (3) Brothaupt. (4) Hauer. (5) Woehler. (6) Rammeisberg. (7) Haidinger. (8) Dana. (9) Dufrenoy. (10) Mohs. (11) H. Rose.

## Densités des minéraux (suite).

NOMS	DENSITÉS
Polybasite $9 \text{ (Ag, Cu) S} + (\text{Sb, As}) \text{S}^2$ .....	6,24 (1)
Psaturose $6 \text{ Ag S} + \text{Sb S}^2$ .....	6,27 (2)
Pyrargyrite $3 \text{ Ag S} + \text{Sb S}^2$ .....	5,86 (2)
Ullmannite $\text{Ni Sb} + \text{Ni S}^2$ .....	6,45 à 6,50 (2)
Zinkénite $\text{Pb S} + \text{Sb S}^2$ .....	5,35 (2)
SULFO-ARSÉNIURES.	
Cobaltine $\text{Co As} + \text{Co S}^2$ .....	6,26 à 6,37 (2)
Disomose $\text{Ni As} + \text{Ni S}^2$ .....	6,09 (4)
Dufrénoysite $2 \text{ Pb S} + \text{As S}^2$ .....	5,55 (4)
Enargite $3 \text{ Cu}^2 \text{ S} + \text{As S}^2$ .....	4,36 (2)
Mispickel $\text{Fe As} + \text{Fe S}^2$ .....	5,22 à 6,07 (4)
Proustite $3 \text{ Ag S} + \text{As S}^2$ .....	5,50 (2)
Tennantite $4 \text{ (Cu}^2, \text{Fe) S} + \text{As S}^2$ .....	4,74 (2)
SULFO-TELLURURES.	
Elasmose (Blattererz) $(\text{Pb, Au) (Te, S)}^2$ .....	6,68 à 7,20 (6)
Joséite $\text{Bi}^2 (\text{Te S})^2$ .....	7,91 à 8,71 (2)
Tétradymite $(\text{Bi Te, S})^2$ .....	7,41 (2)
TANTALATES.	
Tantalite $\text{Fe Ta}$ .....	7,65 (4)
Yttrotantale $(\text{Y, Fe, Ca, U})^2 \text{ Ta} + 2 \text{ H}$ .....	5,88 (7)
TELLURURES.	
Altaïte $\text{Pb Te}$ .....	8,16 (4)
Bornine $\text{Bi Te}^2$ .....	7,55 (2)
Hessite $\text{Ag Te}$ .....	8,30 à 8,90 (4)
Pettzite $4 \text{ Ag Te} + \text{Au Te}$ .....	8,83 (2)

(1) H. Rose. (2) Damour. (3) Rammelsberg. (4) G. Rose. (5) Plattner.  
(6) Folbert. (7) Ekeberg. (8) Petz.

## Densités des minéraux (suite et fin).

NOMS	DENSITÉS
Mullérine (Au, Ag, Pb) (Te Sb) <sup>1</sup> .....	8,33 (1)
Sylvanite (Au, Ag) Te <sup>2</sup> .....	8,28 (1)
TITANATES.	
Eschynite 4 R <sup>3</sup> Nb + 2 R Ti.....	4,90 à 5,14 (2)
Chrichtonite Fe Ti.....	4,73 (3)
Ilménite 6 Fe Ti + Fe.....	4,89 (4)
Pérowskite Ca Ti.....	4,04 (5)
Polymignite R <sup>3</sup> Ti + 2 R Ti <sup>3</sup> .....	4,77 à 4,85 (6)
TUNGSTATES.	
Schéelite Ca W.....	6,07 (7)
Schéelitine Pb W.....	7,90 à 8,13 (7)
Wolfram 5 Fe W + Mn W.....	7,14 à 7,36 (8)
VANADATES.	
Déchénite (Pb <sup>2</sup> Zn) <sup>4</sup> V.....	5,81 (9)
Descloizite Pb <sup>2</sup> V.....	5,84 (9)
Vanadinite 3 Pb <sup>2</sup> V + Pb Cl.....	6,66 à 7,23 (9)
COMBUSTIBLES MINÉRAUX.	
Anthracite.....	1,34 à 1,46 (10)
Bitumes (asphalte, etc.).....	0,83 à 1,16 (10)
Houille.....	1,28 à 1,36 (10)
Lignites.....	1,10 à 1,35 (10)

(1) Petz. (2) Berzélius. (3) Marignac. (4) Breithaupt. (5) Damour. (6) Haidinger. (7) Kerndt. (8) Bergmann. (9) Dana. (10) Regnault).

*Densités de roches diverses, employées pour les constructions, l'ornement et la statuaire (1).*

NOMS	DENSITÉS
Albâtre calcaire.....	2,69 à 2,78
Albâtre gypseux .....	2,26 à 2,62
Anhydrite .....	2,94 à 2,96
Ardoise (schiste) .....	2,64 à 2,90
Basalte .....	2,78 à 3,10
Calcaire lithographique.....	2,67 à 2,70
Calcaire grossier (en morceaux).....	1,94 à 2,06
"                    (en poudre).....	2,60 à 2,68
Diorite .....	2,80 à 3,10
Dolérite .....	2,80 à 2,90
Fluorine.....	3,14 à 3,19
Granite .....	2,63 à 2,75
Grès bigarré des Vosges (en morceaux) .....	2,19 à 2,23
"                    "                    (en poudre).....	2,62 à 2,65
Grès quartzeux .....	2,55 à 2,65
Gypse (pierre à plâtre) en morceaux.....	2,17 à 2,20
Kersanton .....	2,75 à 2,78
Marbres calcaires .....	2,65 à 2,74
Pétrosilex .....	2,55 à 2,77
Marbres magnésiens (dolomie).....	2,82 à 2,85
Pierre ollaire .....	2,55 à 2,60
Porphyre .....	2,61 à 2,94
Quartzite .....	2,65
Serpentine.....	2,49 à 2,66
Syérite.....	2,63 à 2,73
Trachyte .....	2,70 à 2,80

(1) Damour.

## Densités de pierres employées dans la joaillerie (1)

NOMS	DENSITÉS
Agate .....	2,53 à 2,62
Aigue-marine (béryl).....	2,67 à 2,71
Alexandrite (cymophane).....	3,70 à 3,74
Ambre (succin).....	1,06 à 1,11
Améthyste orientale (corindon).....	4,00
Améthyste (quartz violet).....	2,65 à 2,66
Andalousite.....	3,16
Astérie (corindon).....	4,00
Aventurine quartz.....	2,65
Aventurine (oligoclase).....	2,67
Aventurine (orthose).....	2,56
Béryl.....	2,67 à 2,71
Calcedoine.....	2,53 à 2,62
Chrysobéryl (cymophane).....	3,70 à 3,74
Chrysolithe (cymophane).....	3,70 à 3,74
Chrysoprase.....	2,53 à 2,62
Corindon.....	4,00
Cornaline.....	2,88 à 2,60
Cristal de roche (quartz).....	2,65
Cyanite (disthène bleu).....	3,67
Diamant.....	3,52 à 3,53
Émeraude.....	2,66 à 2,74
Euclase.....	3,08
Girasol (quartz).....	2,65
Girasol (silice hydratée).....	2,05 à 2,10
Grenat (spessartine).....	4,16 à 4,20
Grenat pyrope.....	3,66 à 3,75
Grenat syrien (almandin).....	3,81 à 4,20
Grenat vert, de la Sibérie.....	3,84
Héliotrope (jaspe agate).....	2,54 à 2,62
Hyacinthe (grenat essonite).....	3,63
Hyacinthe (zircon).....	4,60 à 4,67
Hypersthène.....	3,37 à 3,42
Idocrase.....	3,37 à 3,39
Iris (quartz irisé).....	2,65
Jade (néphrite).....	2,96 à 3,06
Jadéite.....	3,32 à 3,34
Jargon (zircon).....	4,04 à 4,67
Jaspe.....	2,52 à 2,76
Jayet ou jais (lignite).....	1,30 à 1,32
Labrador. { Labradorite.....	2,72
{ Orthose.....	2,57
Lapis Lazuli (lazulite).....	2,50 à 3,04

(1) Damour.

## Densités de pierres employées dans la joaillerie (1) (suite et fin)

NOMS	DENSITÉS
Lépidolite .....	2,50 à 2,25
Lumachelle opaline.....	2,60 à 2,72
Malachite.....	3,92 à 4,00
Marcassite.....	5,00 à 5,02
Obsidienne.....	2,36
OEil de chat (quartz fibreux).....	2,64 à 2,67
OEil de chat (cymophane).....	3,70 à 3,74
Olivine (Péridot).....	3,33 à 3,45
Olivine (Grenat vert).....	3,84
Onyx (calcédoine).....	2,62
Opale de feu du Mexique.....	2,07 à 2,09
Opale noble { de Hongrie.....	2,08 à 2,09
{ du Mexique.....	2,03
Péridot (olivine).....	3,33 à 3,35
Pierre des Amazones (microcline).....	2,57 à 2,59
Pierre de Lune (orthose).....	2,59
Pierre du Soleil. { Oligoclase.....	2,65
{ Orthose.....	2,56
Plasma (agate).....	2,53 à 2,61
Prase (quartz vert).....	2,65 à 2,67
Prehnite.....	2,63 à 2,65
Rubis balais (spinelle).....	3,55 à 3,61
Rubis du Brésil (topaze rose).....	3,51 à 3,53
Rubis oriental (corindon).....	4,00
Rubis de Sibérie (tourmaline).....	3,04 à 3,06
Rubis de Silésie (quartz rose).....	2,65
Saphir oriental (corindon).....	4,00
Saphir d'eau (cordiérite).....	2,58
Saphirine (calcédoine bleue).....	2,60
Sardoine.....	2,59
Spath satiné (calcaire).....	2,73
Spinelle.....	3,55 à 3,61
Spinelle zincifère (gahnite).....	4,10 à 4,56
Topaze du Brésil (topaze).....	3,51 à 3,55
Topaze d'Espagne (quartz).....	2,65
Topaze orientale (corindon).....	4,00
Tourmaline.....	3,03 à 3,13
Turquoise orientale.....	3,52 à 2,82
Turquoise osseuse.....	3,06 à 3,11
Vermeille (grenat Pyrope).....	3,66 à 3,71
Zircon.....	4,04 à 4,67

(1) Damour.

*Densités de Substances diverses*

NOMS	DENSITÉS
COMPOSÉS MÉTALLIQUES	
Acier doux .....	7,833
Acier fondu étiré .....	7,717
Acier forgé .....	7,840
Acier trempé .....	7,816
Acier Wootz .....	7,665
Argent 90, Cuivre 10 .....	10,424
Bronze antique .....	8,45 à 9,20
Bronze des canons .....	8,44 à 9,24
Bronze des tam-tam .....	8,813
Bronze trempé .....	8,686
Cuivre 90, Aluminium 10 .....	7,700
Cuivre et Zinc (laiton) .....	7,30 à 8,65
Fonte blanche .....	7,44 à 7,84
Fonte grise .....	6,79 à 7,05
Maillechort .....	8,615
VERRES ET PORCELAINES	
Cristal .....	3,330
Crown ordinaire .....	2,447
Crown de Clicby .....	2,637
Email égyptien antique .....	2,25 à 2,64
Flint de Faraday .....	4,358
Flint de Guinand .....	3,589
Flint lourd .....	4,056
Porcelaine de Chine .....	2,384
Porcelaine de Sèvres .....	2,242
Porcelaine de Saxe .....	2,493
Strass .....	4,11
Verre à bouteilles .....	2,64 à 2,70
Verre à glaces .....	2,463
Verre à vitres .....	2,527
Verre antique de Pompéi .....	2,490
BOIS	
Acajou .....	0,56 à 0,85
Bois de fer .....	1,02 à 1,09
Buis de France .....	0,91
Buis de Hollande .....	1,32
Cèdre du Liban .....	0,49 à 0,66
Chêne .....	0,61 à 1,17
Ebène .....	1,12 à 1,21
Ecorce de liège .....	0,24

*Densités de Substances diverses (suite et fin).*

NOMS	DENSITÉS
Frêne.....	0,70 à 0,84
Grenadier.....	1,35
Hêtre.....	0,66 à 0,82
If.....	0,80
Noyer.....	0,68 à 0,92
Olivier.....	0,68
Orme.....	0,55 à 0,76
Peuplier.....	0,39 à 0,51
Pin.....	0,55 à 0,74
Platane.....	0,65
Poirier.....	0,73
Pommier.....	0,73
Prunier.....	0,87
Sapin.....	0,49 à 0,66
Tilleul.....	0,60
SUBSTANCES DIVERSES DU RÈGNE VÉGÉTAL	
Amidon.....	1,53
Caoutchouc.....	0,99
Coton.....	1,95
Gutta-percha.....	0,97
Lin.....	1,79
Résine copal.....	1,05
SUBSTANCES DIVERSES DU RÈGNE ANIMAL	
Blanc de baleine.....	0,91
Cire.....	0,96
Corail.....	2,69
Corne.....	1,31
Corps humain (moyenne).....	1,07
Graisse de mouton.....	0,92
Graisse de porc.....	0,94
Ivoire.....	1,93
Laine.....	1,61
Os.....	1,80 à 2,00
Perles.....	2,68 à 2,75
Nacre de perles.....	2,74 à 2,78

*Evaluation des températures élevées*

suivant M. Pouillet

COULEUR DU PLATINE	TEMPÉRATURE CORRESPONDANTE
Rouge naissant.....	525°
Rouge sombre.....	700
Cerise naissant.....	800
Cerise.....	900
Cerise clair.....	1000
Orangé foncé.....	1100
Orangé clair.....	1200
Blanc.....	1300
Blanc soudant.....	1400
Blanc éblouissant.....	1500

ÉQUIVALENT MÉCANIQUE DE LA CHALEUR  
*d'après les expériences de M. Joule, 1849*  
423,5 kilogrammètres

## Points de fusion et d'ébullition

NOMS DES SUBSTANCES	TEMPÉRATURE (1)	
	de fusion.	d'ébullition (2)
Acide acétique concentré . . . . .	47°	120°
— azotique anhydre . . . . .	29,5	50
— azotique monohydraté . . . . .	-47	86
— azotique quadrihydraté . . . . .		123
— benzoïque . . . . .	120	240*
— butyrique . . . . .	<-9	157
— carbonique . . . . .		-78
— chlorhydrique anhydre . . . . .		-35
— chlorhydrique, p. sp., 1,10 . . . . .		110
— chlorique . . . . .		137,5
— cyanhydrique . . . . .	-13,8	26,2
— fluorhydrique . . . . .	<-40	30
— formique . . . . .	8,2	105,3
— hypoazotique . . . . .	-9	25
— hypochloreux . . . . .		20
— iodhydrique . . . . .		128
— margarique . . . . .	60	
— nitrobenzoïque . . . . .	47	300
— perchlorique concentré . . . . .		200
— périodique . . . . .	130	
— stéarique . . . . .	70	
— succinique . . . . .	185	245
— sulfhydrique . . . . .	-85*	
— sulfocyanhydrique . . . . .	-12	102,5
— sulfureux . . . . .	-78,9	-10
— sulfurique anhydre . . . . .	25	32*
— sulfurique monohydraté . . . . .	34	326
— sulfurique bihydraté . . . . .	7*	
Acier . . . . .	1300 à 1400	
Air atmosphérique . . . . .		-194,4*
Alcool absolu . . . . .	<-90	78,3
— 4 p. et 1 p. d'eau . . . . .	-21	
Alcool { huile de pommes de amylique { terre	-23	134,8
Alcool méthylique (esp.-de-bois) . . . . .		66,3
Aldéhyde . . . . .		20,8

(1) Un astérisque indique un nombre qui ne doit être considéré que comme une valeur approchée; le signe < indique une température inférieure et le signe > une température supérieure à celle qui est inscrite à côté du signe.  
(2) Ébullition sous une pression voisine de la pression normale.

## Points de fusion et d'ébullition (suite).

NOMS DES SUBSTANCES	TEMPÉRATURE	
	de fusion.	d'ébullition
Alliage 3 éq. de plomb 1 éq. d'étain	289°	°
— 1 1	241	
— 1 2	195	
— 1 3	686	
— 1 4	189	
— 1 5	194	
— 2 9 et 1 de zinc.	168	
— 5 p. plomb, 3 étain, 8 bismuth (métal de Darcet).....	94	
Alluminium.....	600*	
Ammoniaque anhydre.....	-80*	- 38,5
Antimoine.....	440	
Argent.....	945	
Arsenic.....	210	
Azote.....	-203	-193*
Azote (protoxyde d')..... r.....		- 88
Azotate d'argent.....	198	
Baume de copahu.....		212
Benzine.....	4,5	80,8
Beurre.....	30	
Bismuth.....	265	
Brome.....	-7,3	63
Bromure (proto) de phosphore.....		175,3
— de silicium.....		153,4
— d'argent.....	380	
Bronze.....	900*	
Cadmium.....	500*	
Camphre de Bornéo.....	195	215
— du Japon.....	175	205
Caoutchouc.....	> 120	
Carbonate de pot. (dissol. saturée).		135
— de soude. Id.		104,6
Chlorhydrate d'ammoniaque Id.		114,2
Chlorate de potasse.....	334	
Chlore liquide.....		- 40
Chlorure d'arsenic.....	< -29	132
— de baryum (dissol. saturée)		104,6
— de calcium Id.		179,5
— de cyanogène (gazeux)....	-16	- 12
— — (solide).....	140	190
— d'étain (liq. des Holland.)		84,9
— (bi) d'étain (liq. de Libavius)		115,4
— d'iode.....	25	22,5*

## Points de fusion et d'ébullition (suite).

NOMS DES SUBSTANCES	TEMPÉRATURE	
	de fusion.	d'ébullition
	°	°
Chlorure de manganèse . . . . .		- 15
— (proto) de phosphore . . . . .	< -36	78,3
— (per) de phosphore . . . . .	148	148
— de potassium (dissolut. du)		102,0
p. sp. 1,048 à 18°,8		104,0
1,096 . . . . .		106,0
1,144 . . . . .		108,1
1,192 . . . . .		59
— de silicium . . . . .		104,4
— de sodium (dissol. saturé)		138
— de soufre (Cl S <sup>2</sup> ) . . . . .		64
— — (Cl S) . . . . .		136
— (bi) de titane . . . . .	250*	
— de zinc . . . . .	350	
— (bi) d'argent . . . . .	76,2	
Cire jaune . . . . .	68,7	
— blanche . . . . .	135	
Colophane . . . . .		203
Créosote . . . . .		
Cuivre . . . . .	1054*	
— jaune . . . . .	1015*	
Cyanogène . . . . .	-40	-18
Eau oxygénée . . . . .	< -30	
— de mer . . . . .	-2,5	103,7
Essence d'amandes amères . . . . .		176
— d'anis . . . . .	18	220*
— de citron . . . . .		267
— de montarde . . . . .		145
— Essence de térébentine . . . . .	-10	156,8
Etain . . . . .	235	
Ether sulfurique . . . . .	< -32	35,5
— acétique . . . . .	< -36	74,1
— benzoïque . . . . .		209
— bromhydrique . . . . .	< -32	40,7
— butyrique . . . . .		115
— chlorhydrique . . . . .	< -32	11
— formique . . . . .	< -32	52,9
— iodhydrique . . . . .	< -32	70
— oxalique . . . . .		183
Ethylène (gaz oléfiant) . . . . .		-103*
Fer doux (français) . . . . .	1500*	
— martelé anglais . . . . .	1600*	

## Points de fusion et d'ébullition (suite et fin).

NOMS DES SUBSTANCES	TEMPÉRATURE	
	de fusion.	d'ébullition.
Fonte de fer.....	1050 à 1500	°
Formène (gaz des marais).....		-157,5°
Gallium.....	30	
Glycol.....	11,5	197,5
Graisse de mouton.....	51	
Huile de lin.....	-20	387,5
— d'olive.....	2,5	
— de palme.....	29	
— de ricin.....	-18	265°
Iode.....	107	176
Iodure d'argent.....	450	
Lithium.....	180	
Mercure.....	-39,5	350
Naphtaline.....	79	210
Nitrobenzine.....	3	213
Or.....	1245°	
— au litre de la Monnaie.....	1180°	-181°
Oxygène.....	1500°	
Palladium.....	43,7	370°
Paraffine.....		106
Pétrole.....	41,2	290
Phosphore.....	1775	
Platine.....	325	
Ploomb.....	55	700°
Potassium.....		175
Potasse caustique (dissol. saturée).....	217	665
Sélénium.....	90	700°
Sodium.....	113,6	440
Soufre.....	49	
Spermaceti.....	61	
Stéarine.....	288	
Succin.....	160	
Sucre de canne.....	100	
— de raisin.....	33	
Snif.....		48
Sulfure de carbone.....	525°	
Tellure.....	430	
Urée.....	431°	1300°
Zinc.....		

*Dilatation linéaire des Solides pour 1 degré dans l'intervalle de zéro  
à 100 degrés.*

NOMS DES SUBSTANCES	Dilatation	AUTEURS
	( <sup>°</sup> ) 0,0000	
Acier.....	10750	Ellicot.
	10791	Laplace et Lavoisier.
	11040	Berthoud.
	11600	De Luc.
	11301	Struve.
Acier { -poule..... de la Styrie..... de Schafhouse..... huntsman.....	11899	Troughton.
	11500	Smeaton.
	11520	Horner.
	11120	Id.
	10740	Id.
Acier trempé.....	12250	Smeaton.
Acier recuit { à 37°,5..... à 81°,2.....	13750	Berthoud.
	13690	Laplace et Lavoisier.
	12396	Id.
Alliage { Zinc 3 p., étain 1 p. (forgé). Plomb 2, étain 1, (sou- dure blanche)..... De miroir de télescope. Des caract. d'imprimerie.	26917	Smeaton.
	25053	Id.
	19333	Id.
Alluminium.....	20352	Daniell.
Antimoine.....	22239	Winnerl.
Argent.....	10833	Smeaton.
	19512	Daniell.
	19780	Ellicot.
Argent { de coupelle..... au titre de Paris.....	20826	Troughton.
	19097	Laplace et Lavoisier.
Bismuth.....	19087	Id.
Bois de sapin.....	13917	Smeaton.
	03520	Struve.
	04959	Kater.
Briques { ordinaires..... dures.....	05502	Adie.
	04928	Id.
Bronze.....	18492	Daniell.
Bronze { Cuivre jaune 16 parties, étain 1 partie..... Cuivre rouge 8 parties, étain 1 partie.....	19083	Smeaton.
	18617	Id.
Cadmium, d'après sa dilatation cu- bique.....	31300	H. Kopp.

(\*) Mettez 0,0000 avant chaque nombre décimal de la colonne : ainsi pour l'acier prenez 0,000010750.

*Dilatation linéaire des Solides pour 1 degré dans l'intervalle de zéro à 100 degrés (suite).*

NOMS DES SUBSTANCES	Dilatation	AUTEURS
	0,0000	
Charbon de bois { de sapin .....	10000	Heinrich.
{ de chêne.....	12000	Id.
Chaux carbonatée { suiv. l'axe principal.	28600	Mitscherlich.
{ perpendiculairement à cet axe .....	-05600	Id.
Ciment romain.....	44349	Adie.
Cuivre jaune.....	48230	Ellicot.
Cuivre jaune.....	47840	Borda.
{ fondu .....	48750	Smeaton.
{ anglais en barre.....	48930	Roy.
{ de Hambourg.....	48530	Id.
Cuivre jaune { du Tyrol, en planche.....	49030	Horner.
{ en fil.....	48850	Herbert.
{ laiton.....	48782	Laplace et Lavoisier.
{ laiton en fil.....	19333	Smeaton.
{ cuivre 2 p., zinc 1, p.....	20583	Id.
{ cuivre 3 p., zinc 1 p.....	21444	Daniell.
Cuivre rouge.....	47173	Laplace et Lavoisier.
{ entre 0 et 300 degrés.....	47100	Ellicot.
{ grés.....	47182	Dulong et Petit.
Cuivre rouge { forgé.....	48832	Id.
{ fin.....	47000	Smeaton.
{ de Falmouth.....	22833	Id.
{ des Indes.....	21730	Laplace et Lavoisier.
{ des Indes.....	49376	Id.
{ des Indes.....	41560	Borda.
Fer.....	41680	Horner.
{ entre 0 et 300 degrés.....	41808	Daniell.
{ doux forgé.....	41821	Dulong et Petit.
{ rond passé à la filière.....	44684	Id.
{ fil de.....	42205	Laplace et Lavoisier.
{ fil de.....	42350	Id.
{ fil de.....	44401	Troughton.
Fonte de fer.....	09880	Navier.
{ entre — 27°,5 et.....	10716	Daniell.
{ — 4°,25.....	11100	Roy.
{ — 4°,25.....	11245	Adie.
Glace { entre — 27°,5 et.....	51270	Pohrt.
{ — 4°,25.....	51813	Moritz.
Glace entre — 20° et — 7°.....	52356	Schumacher.
Granit.....	52833	Plucker et Geissler.
	08685	Bartlett.

*Dilatation linéaire des Solides pour 1 degré dans l'intervalle de zéro  
à 100 degrés (suite).*

NOMS DES SUBSTANCES	Dilatation	AUTEURS
	0,0000	
Granit { rouge de Peterhead.....	08698	Adie.
{ gris d'Aberdeen.....	07894	Id.
Gypse, suivant la longueur du prisme.....	14010	Angström.
Marbre blanc.....	10720	Dunn et Sang.
Marbre blanc de Carrare.....	08407	Destigny.
Marbre noir.....	04260	Dunn et Sang.
Marbre noir { de Galway.....	04452	Id.
{ de Saint-Béat.....	04181	Destigny.
{ de Solst.....	05685	Id.
Or.....	14010	Ellicot.
Or { de départ.....	14661	Laplace et Lavoisier.
{ recuit.....	15136	Id.
{ non recuit.....	15515	Id.
Palladium.....	10000	Wollaston.
Phosphore.....	14245	Ermann.
{ de Vernon-s-Seine.....	01303	Destigny.
{ de Saint-Leu.....	06489	Id.
Pierre { à bâtir { de Caithness.....	08947	Adie.
{ de Arbroath.....	08985	Id.
Pierre { blanche.....	02510	Vicat.
calcaire { verte, de Ratho.....	08089	Adie.
Pierre { schisteuse de Peurhyn...	10376	Id.
{ grès de Liver-Roch.....	11743	Id.
Platine.....	08565	Borda.
Platine entre 0 et 300 degrés.....	08842	Dulong et Petit.
	09183	Id.
	28484	Laplace et Lavoisier.
Plomb.....	28667	Smeaton.
	28820	Ellicot.
	27856	Daniell.
Spath fluor.....	20700	H. Kopp.
Terre cuite.....	04573	Adie.
{ Tubes de baromètre.....	08333	Smeaton.
{ Tubes.....	07755	Roy.
{ Verge pleine.....	08083	Id.
Verre { Tubes (moyenne).....	09170	Horner.
blanc { Verges pleines (moy.).....	09220	Id.
{ Tubes (moyenne).....	08969	Laplace et Lavoisier.
{ Règle de.....	08613	Dulong et Petit.
{ Entre 0 et 200 degrés...	09225	Id.
{ Entre 0 et 300 degrés...	10108	Id.

*Dilatation linéaire des Solides pour 1 degré dans l'intervalle de zéro à 100 degrés (suite et fin).*

NOMS DES SUBSTANCES		Dilatation	AUTEURS
		0,0000	
Verre blanc	Glaces de St-Gobain.....	08909	Laplace et Lavoisier.
	Flint anglais.....	08167	Id.
	Flint français.....	08720	Id.
Zinc fondu.....	29417	Smeaton.	
Zinc	Allongé au marteau de $\frac{1}{12}$ .....	29680	Hornor.
	Règle de.....	31483	Smeaton.
		34066	Struve.

*Dilatation cubique du Verre pour 1 degré dans l'intervalle de zéro à 100 degrés.*

NOMS DES SUBSTANCES		Dilatation	AUTEURS
		0,0000	
Verre blanc	base de soude.....	25839	Dulong et Petit.
	base de potasse.....	25800	Despretz.
	base de soude et potasse..	22850	Rudberg.
	de Wurtzbourg (moyen) ..	25470	Magnus.
	en tube.....	26744	Muncke.
	le même soufflé en boule.	26480	Regnault.
Verre vert	1 <sup>o</sup> de 46 mil. de diam..	25920	Id.
	2 <sup>o</sup> de 33 millim. de diam..	25140	Id.
	en tube.....	22990	Id.
Verre de Suède	le même soufflé en boule		
	de 36 millim. de diam..	21320	Id.
Verre infusible	en tube.....	23630	Id.
	le même soufflé en boule		
Verre de Suède	français en tube.....	24410	Id.
	français en tube.....	21420	Id.
Verre infusible	le même soufflé en boule		
	de 32 millim. de dia- mètre.....	22420	Id.
Verre ordinaire.....		24310	Id.
		27580	Id.

*Dilatation cubique du Verre pour 1 degré dans l'intervalle de zéro à 100 degrés (suite et fin).*

NOMS DES SUBSTANCES	Dilatation	AUTEURS
	0,0000	
Cristal ordinaire { en tube .....	21010	Regnault.
	le même soufflé en boule de 32 millim. de diamètre .....	
Cristal de Choisy-le-Roi.....	23300	Id.
	21440	Id.
	à 24420	Id.
	19026	Isidore Pierre.
	à 26025	Id.

*Dilatation cubique du Verre  
suivant M. Regnault*

NOM DU VERRE	INTERVALLE	DILATATION moyenne pour 1 degré
Cristal de Choisy-le-Roy.....	de 0 à 50°	0,0000227
	0 100	0,0000228
	0 150	0,0000230
	0 200	0,0000231
	0 250	0,0000232
	0 300	0,0000233
	0 350	0,0000234
Verre ordinaire.....	de 0 à 50°	0,00002687
	0 100	0,00002761
	0 150	0,00002835
	0 200	0,00002908
	0 250	0,00002982
	0 300	0,00003056
	0 350	0,00003131

*Dilatation des Gaz sous une pression constante et voisine de la pression normale,*

sivânt M. Regnault.

NOMS DES GAZ	DILATATION MOYENNE pour 1 deg. entre 0 et 100 degrés.
Acide carbonique.....	0,003710
Acide sulfureux.....	0,003903
Air atmosphérique.....	0,003670
Azote.....	0,003670
Cyanogène.....	0,003877
Hydrogène.....	0,003661
Oxyde de carbone.....	0,003669
Protoxyde d'azote.....	0,003719

Tableau des dilatations des Métaux et de divers autres corps solides.

d'après M. H. FIZEAU.

(Voir plus loin la note explicative.)

DÉSIGNATION DES SUBSTANCES	COEFFICIENT de dilatation linéaire $\alpha_0=4,0^\circ$	VARIATION du coefficient pour $t^\circ$		Allongement de l'unité de longueur calculée de $0^\circ$ à $100^\circ$ $100(\alpha_0 - \alpha_{100} + 10 \frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta})$
		$\Delta\alpha$	$\Delta\theta$	
Carbone (diamant).....	0,000			0,00
Charbon métallique (des cornues à gaz).....	00118	1,44 *		0132
Graphite (de Batongol).....	00540	1,10 *		0551
Anthracite (de Pensylvanie).....	00786	1,04 *		0796
Houille (de Charleroy).....	02078	1,15		1996
Paraffine (de Rangoon), fusible vers 56 degrés.....	02782	2,95		2811
Silicium (cristallin).....	27854	99,26		"
Soufre (de Sicile). Dilatation moyenne suivant l'angle $54^\circ 44'$ avec les trois axes du cristal.....	00276	1,16		0291
Sélénium fondu.....	064 3	33,48		6748
Tellure (fondu).....	03680	11,15		3792
Arsenic (sublimé en cristaux confus).....	01675	5,75		1732
Osmium (demi-fondu).....	00559	4,32		0602
Ruthénium { (demi-fondu).....	00657	2,18		0679
{ (poudr. compr.).....	00963	2,81		0991
Palladium (forgé recuit).....	00767	0,90		0776
Rhodium (demi-fondu).....	01176	1,32 *		1189
Iridium (fondu).....	00850	0,81 *		0858
Platine (fondu).....	00683	0,94 *		0693
Platine-iridium (fondu, Ir. = 0,08), métal du trépied à vis employé pour la mesure des dilatations....	00905	1,06 *		0916
Or (fondu).....	00882	0,76 *		0890
Argent (fondu).....	01443	0,83 *		1451
Cuivre rouge { natif (du lac Supérieur).....	01921	1,47 *		1936
{ des arts.....	01690	1,83 *		1708
Cuivre jaune (cuivre = 71,5 ; zinc = 27,7 ; étain = 0,3 ; plomb = 0,5).....	01678	2,05**		1698
Bronze (cuivre = 86,3 ; étain = 9,7 ; zinc = 4,0).....	01859	1,96 *		1879
	01782	2,04 *		1802

Tableau des dilatations des Métaux et de divers autres corps solides  
(suite et fin).

DÉSIGNATION DES SUBSTANCES	COEFFICIENT de dilatation linéaire $\alpha_{0-100}$	VARIATION du coefficient pour 1°		Allongement de l'unité de lon- gueur calculée de 0° à 100° $\frac{\Delta \alpha}{\alpha_0} = \frac{\Delta \alpha}{\alpha_0} + 10 \frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta}$
		$\frac{\Delta \alpha}{\alpha_0}$	$\frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta}$	
	0,000			0,00
Nickel réduit par l'hydrogène et comprimé.....	01279	0,71		1286
Cobalt réduit par l'hydrog. et comp.	01236	0,80		1244
doux, des arts.....	01210	1,85*		1228
Fer { réduit par l'hydrogène et comprimé.....	01188	2,05		1278
métallurgique (de Caille).....	01095	1,75*		1113
Acier fondu { trempé.....	01322	3,99		1362
(français) { recuit.....	01101	1,24*		1113
Acier fondu (anglais), recuit.....	01095	1,52*		1110
Fonte de fer (grise).....	01061	1,37		1075
Bismuth cristallisé (rhom. boédre de 87°40')	01621	2,09		1642
} $\alpha$ .....	01208	3,11		1239
} $\alpha'$ .....				
} dil. moy. calculée.....	01346	2,77		1374
} $\alpha$ .....	01692	0,94		1683
} $\alpha'$ .....	00882	1,34		0895
} dilat. moyen calculée.....	01152	0,58		1158
} $\alpha$ .....	02234	3,51		2259
} $\alpha'$ .....	04170	42,38		4594
} dilat. moyen calculée.....	00924	2,39*		2948
} $\alpha$ .....	03021	11,41		3135
} $\alpha'$ .....	02918	1,27		2905
} dilat. moyen calculée.....	03069	3,26		3102
} $\alpha$ .....	02313	2,29*		2336
} $\alpha'$ .....	02694	6,84*		2762
} dilat. moyen calculée.....	00777	1,58*		0793
} $\alpha$ .....	00484	1,14*		0495
} $\alpha'$ .....	00139	1,40*		0153
} dilat. moyen calculée.....	00137	1,60*		0153
} $\alpha$ .....	02388	19,96		2588
} $\alpha'$ .....	03360	5,84		3418
} dilat. moyen calculée.....	02916	17,47		3091
} $\alpha$ .....	03469	3,83*		3507
} $\alpha'$ .....				
} dilat. moyen calculée.....				



DOCUMENTS MINÉRALOGIQUES

CORRESPONDANCE DES NOTATIONS CRISTALLOGRAPHIQUES

	Notation française.	Weiss.	Naumann.	Miller.
Cube	$p$	$a : \infty a : \infty a$	$\infty O \infty$	100
Octaèdre	$a^1$	$a : a : a$	$O$	111
Dodécaèdre rhomboïdal.	$b^1$	$u : a : \infty a$	$\infty O$	110
Hexaèdres	$b^2$	$a : na : \infty a$	$\infty O n$	$uv0$
Triocèdres	$a^1/m$	$a : a : ma$	$m O$	$uvw$
Icositétraèdres	$a^m$	$a : a : \frac{1}{m} a$	$m O m$	$uvw$
Hexocèdres	$(b^1/u, b^1/v, b^1/w)$	$a : na : ma$	$m O n$	$uvw$

Nota.  $\frac{u}{v} = n, \frac{u}{w} = m, \frac{v}{w} = n$ .

TYPE QUADRATIQUE

Base	$p$	$\infty a : \infty a : c$	$0 P$	001
Octaèdre	$b^{1/2}$	$a : a : c$	$P$	111
Octaèdres sur les arêtes.	$b^{1/2}m$	$a : a : mc$	$m P$	$uvw$
Prisme	$m$	$a : a : \infty c$	$\infty P$	110
Octaèdre	$a^1$	$a : \infty a : c$	$P \infty$	101
Octaèdre sur les angles.	$a^1/m$	$a : \infty a : mc$	$m P \infty$	$uvw$
Second prisme	$h^1$	$a : \infty a : \infty c$	$\infty P \infty$	100
	$\frac{u+v}{u-v}$			
Prismes octogones	$h^{\frac{u-v}{u+v}}$	$a : na : \infty c$	$\infty P n$	$uv0$
Pyramides octogones	$\left( \frac{1}{b^{u-v} \cdot b^{v+v} \cdot h^w} \right)$	$a : na : mc$	$m P n$	$uvw$

Nota.  $\frac{u}{v} = n, \frac{u}{w} = m, \frac{v}{w} = n$ .

TYPE ORTHOMÉRIQUE

	Notation française.	Weiss.	Naumann.	Miller.
Base.	$p$	$\infty a : \infty b : c$	$0 P$	001
Octaèdre	$\delta^{1/2}$	$a : b : c$	$P$	111
Octaèdres sur les arêtes.	$\delta^{1/2m}$	$a : b : mc$	$mP$	$uuv$
Prismes.	$m$	$a : b : \infty c$	$\infty P$	110
Prisme horizontal.	$a'$	$a : \infty b : c$	$P\infty$	011
Prismes horizontaux.	$a'/m$	$a : \infty b : mc$	$mP\infty$	$0uv$
Prisme horizontal.	$e^4$	$\infty a : b : c$	$P\infty$	101
Prismes horizontaux.	$e^{1/m}$	$\infty a : b : mc$	$mP\infty$	$u0w$
Couple de faces verticales	$h'$	$a : \infty b : \infty c$	$\infty P\infty$	010
Couple de faces verticales	$g'$	$\infty a : b : \infty c$	$\infty P\infty$	100
Prismes verticaux.	$\frac{u+v}{h^{u-v}}$	$a : nb : \infty c$	$\infty Pn$	$uv0$
Prismes verticaux.	$g^{u-v}$	$na : b : \infty c$	$\infty Pn$	$u00$
Octaèdres sur les angles.	$\left( \frac{1}{\delta^{u-v}}, \frac{1}{\delta^{u+v}}, \frac{1}{h^w} \right)$	$a : nb : mc$	$mPn$	$uvw$
Octaèdres sur les angles.	$\left( \frac{1}{\delta^{u-v}}, \frac{1}{\delta^{u+v}}, g^w \right)$	$na : b : mc$	$mPn$	$u0w$

Nota.  $\frac{u}{v} = n, \frac{u}{w} = m, \frac{v}{x} = \frac{m}{n} > v$ .

TYPE RHOMBOÉDRIQUE

Notation française

	Système rhomboédrique.	Système hexagonal.	Naumann.	Miller.
Base $a'$ .	$\frac{1}{a}$	$\frac{1}{b}$	0 R	111
Rhomboédres directs sur $a$ :	$\frac{1}{m+1}$	$\frac{1}{b}$	mR ( $m < 1$ )	$\frac{u}{u} > w; u = 2m+1;$ $\frac{w}{w} = 1-m$
Rhomboédres directs sur les $e$ :	$\frac{a}{u} = a \frac{1-m}{m+1}$	$\frac{1}{b}$	mR ( $m > 1$ )	$\frac{u}{u} > w; u = 2m+1;$ $\frac{w}{w} = 1-m$
Rhomboédres inverses sur $a$ :	$\frac{e}{u} = e \frac{1-m}{1-2m}$	$\frac{1}{b}$	-mR ( $m < \frac{1}{2}$ )	$\frac{u}{u} < w; u = 1-2m;$ $\frac{w}{w} = 1+m$
Rhomboédres inverses sur les $e$ :	$\frac{a}{u} = a \frac{1+m}{1-2m}$	$\frac{1}{b}$	-mR ( $m > \frac{1}{2}$ )	$\frac{u}{u} < w; u = 1-2m;$ $\frac{w}{w} = 1+m$
Scalénoédres :	$\frac{e}{u} = e \frac{1+m}{1-2m}$	$\left( \frac{1}{b}, \frac{1}{d}, \frac{1}{\delta} \right)$ ou bien $\frac{1}{d^2} = d^2 \frac{1}{\delta^2}$	+m'Rn'	MNQ $\frac{1}{M} = \frac{2}{2+3m'} + m'$ $\frac{1}{N} = \frac{2}{2(1+m')}$ $\frac{1}{Q} = \frac{2}{2-3m'-m'}$
	$b^2 = b^2 \frac{1}{\delta^2} = 0$	$\left( \frac{1}{b}, \frac{1}{d}, \frac{1}{\delta} \right)$ ou bien $\frac{1}{d^2} = d^2 \frac{1}{\delta^2}$	-m'Rn'	MNQ $\frac{1}{M} = \frac{2}{2+3m'} - m'$ $\frac{1}{N} = \frac{2}{2(1+m')}$ $\frac{1}{Q} = \frac{2}{2-3m'-m'}$
	correspond à +m'Rn' si $x > 2$ et à -m'Rn' si $x < 2$ .			
Scalénoédres	$\left( \frac{1}{b}, \frac{1}{d}, \frac{1}{\delta} \right)$			MNQ

Notation française		
Système rhomboédrique.	Système hexagonal.	Miller.
Prisme hexagonal sur les $e, e^2$	$m$	$2\bar{1}\bar{1}$
Prisme hexagonal sur les $d, d^2$	$h^2$	$10\bar{1}$
Prismes dodécagonaux :	$\left. \begin{matrix} \frac{1+n}{h^{n-1}} \\ \frac{1}{h^{n-1}} \end{matrix} \right\}$	$\left. \begin{matrix} u\bar{v}\bar{w} \\ u = \frac{u}{1+3n}, v = \frac{v}{1-3n}, w = \frac{w}{1-3n} \end{matrix} \right\}$
$= \left( \frac{1}{b^{1+3n}}, d^2, d^{1-3n} \right)$	$\left. \begin{matrix} \frac{1+n}{h^{n-1}} \\ \frac{1}{h^{n-1}} \end{matrix} \right\}$	

SYSTÈME HEXAGONAL  
Weiss.

Notation française.		
Base $p$	$\frac{1}{2}a, \frac{1}{2}a, c$	Axes parallèles aux arêtes du prisme hexagonal.
Rhomboèdres $h^m = b^i$	$\frac{1}{2}a, \frac{1}{2}a, c$	Axes horizontaux $a'$ perpendiculaires aux arêtes de la base.
Scalénoèdres :	$\left( \frac{1}{b^1}, \frac{1}{b^{1+n}}, \frac{1}{h^{\frac{m(n-1)}}{2}} \right)$	$\left. \begin{matrix} \infty a' : \infty a' : c \\ \infty a' : \infty a' : c \\ a' : a' : mc \\ a' : \frac{1}{2}a' : a' : mc \\ a' : \frac{1}{2}a' : a' : mc \end{matrix} \right\}$
$= \left( \frac{1}{b^1}, \frac{1}{b^{n-1}}, \frac{1}{h^{\frac{m(n-1)}}{2}} \right)$	$\left( \frac{1}{b^1}, \frac{1}{b^{n-1}}, \frac{1}{h^{\frac{m(n-1)}}{2}} \right)$	$\left. \begin{matrix} \frac{1}{s}a' : \frac{1}{t}a' : \frac{1}{z}c \\ \left( \frac{t}{2} = m, \frac{y}{2} = n, \right) \\ s = t - y, \frac{y}{2} = \frac{m}{n} \end{matrix} \right\}$
$= \left( \frac{1}{b^1}, \frac{1}{b^s}, \frac{1}{h^{\frac{m(n-1)}}{2}} \right)$	$\left( \frac{1}{b^1}, \frac{1}{b^s}, \frac{1}{h^{\frac{m(n-1)}}{2}} \right)$	$\left. \begin{matrix} \frac{1}{s}a' : \frac{1}{t}a' : \frac{1}{z}c \\ \left( \frac{t}{2} = m, \frac{y}{2} = n, \right) \\ s = t - y, \frac{y}{2} = \frac{m}{n} \end{matrix} \right\}$
$= \left( \frac{1}{b^1}, \frac{1}{b^s}, \frac{1}{h^{\frac{m(n-1)}}{2}} \right)$	$\left( \frac{1}{b^1}, \frac{1}{b^s}, \frac{1}{h^{\frac{m(n-1)}}{2}} \right)$	$\left. \begin{matrix} \frac{1}{s}a' : \frac{1}{t}a' : \frac{1}{z}c \\ \left( \frac{t}{2} = m, \frac{y}{2} = n, \right) \\ s = t - y, \frac{y}{2} = \frac{m}{n} \end{matrix} \right\}$

Naumann.	Wehwell.
0 P . . . . .	0101
mP . . . . .	01k
$\frac{mP}{2}$ . . . . .	$\frac{mP}{2}$
$-\frac{mP}{2}$ . . . . .	$i:ok$

$\pm \frac{mPn}{2}$  . . . . .  $ytz$

$l' = t + y, y' = t - s$

Notation française.		Weiss.		Weiss.		Weiss.	
		Axes parallèles aux arêtes du prisme hexagonal.		Axes horizontaux $a'$ , perpendiculaires aux arêtes de la base.			
Prisme hexagonal $m$ . . . . .		$\infty a : a : a : \infty c$ . . . . .	$2a' : a' : 2a' : \infty c$ . . . . .	$\infty a : a' : 2a' : \infty c$ . . . . .	$\infty P$ . . . . .	Naumann.	Whevell.
Prisme tangent $h'$ . . . . .		$2a : a : 2a : \infty c$ . . . . .	$\infty a' : a' : \infty c$ . . . . .	$\infty a' : a' : \infty c$ . . . . .	$\infty P2$ . . . . .		0410 1100
Prismes dodécagones :		$\frac{1}{s} a : \frac{1}{t} a : \frac{1}{y} a : \infty c$ . . . . .	$\frac{1}{s'} a' : \frac{1}{t'} a' : \frac{1}{y'} a' : \infty c$ . . . . .	$\frac{1}{s'} a' : \frac{1}{t'} a' : \frac{1}{y'} a' : \infty c$ . . . . .	$\infty Pn$ . . . . .		$ys0$
$\frac{1+n'}{h^{n'-1}} = h^{n-1}$ . . . . .		$\left(\frac{t}{y} = n, s = t - y\right)$ . . . . .	$\left(\frac{t'}{y'} = s + t, y' = y - s,\right)$	$\left(\frac{t'}{y'} = s' + y'\right)$ . . . . .			

TYPE CLINORHOMBIQUE

	Notations françaises.	Weiss.	Naumann.	Miller.
Base . . . . .	$p$ . . . . .	$\infty a : \infty b : c$ . . . . .	$0P$ . . . . .	001
Prisme incliné . . . . .	$b^{1/2}$ . . . . .	$a' : b : c$ . . . . .	$+P$ . . . . .	111
Prisme incliné . . . . .	$d^{1/2}$ . . . . .	$a : b : c$ . . . . .	$-P$ . . . . .	$\bar{1}11$
Prismes inclinés . . . . .	$\frac{w}{b^{2n}} = \frac{1}{b^{2m}} \left(\frac{w}{m}\right)$ . . . . .	$a' : b : mc$ . . . . .	$+mP$ . . . . .	$uw$
Prismes inclinés . . . . .	$d^{2u} = d^{2m}$ (id.) . . . . .	$a : b : mc$ . . . . .	$-mP$ . . . . .	$\bar{u}u^w$
Prisme fondamental : . . . . .	$m$ . . . . .	$a : b : \infty c$ . . . . .	$\infty P$ . . . . .	110
Prismes inclinés . . . . .	$\left(\frac{1}{b^{u-v}}, \frac{1}{b^{u+v}}, h^w\right)$ . . . . .	$a' : nb : mc$ . . . . .	$+mPn$ . . . . .	$uvw$

	Notation française.	Weiss.	Naumann.	Miller.
Prismes inclinés . . . . .	$\left(\frac{1}{d^{p+q}}, \frac{1}{d^{p-u}}, \frac{1}{h^w}\right)$	$a : nb : mc$	$-mPn$	$\bar{u}vw$
Prismes inclinés . . . . .	$\left(\frac{1}{b^{p-u}}, \frac{1}{d^{p+u}}, \frac{1}{g^w}\right)$	$na' : b : mc$	$+mPn$	$uvw$
Prismes inclinés . . . . .	$\left(\frac{1}{d^{p+u}}, \frac{1}{b^{p-u}}, \frac{1}{g^w}\right)$	$na : b : mc$	$-mPn$	$\bar{u}vw$
Couples de faces . . . . .	$\frac{1}{w} a^u = c^m$	$a' : \infty b : mc$	$+mP\infty$	$uvw$
Couples de faces . . . . .	$\frac{1}{w} \rho^u = \sigma^m$	$a : \infty b : mc$	$-mP\infty$	$\bar{u}vw$
Prismes inclinés . . . . .	$\frac{1}{w} e^u = e^m$	$\infty a : b : mc$	$mP\infty$	$0uvw$
Prismes verticaux . . . . .	$\frac{u+v}{u-v} \left(\frac{u}{v} = n\right)$	$a : nb : \infty c$	$\infty Pn$	$uv0$
Prismes verticaux . . . . .	$\frac{u+c}{u-v} \left(\frac{u}{v} = n\right)$	$na : b : \infty c$	$\infty Pn$	$vu0$
Couple de faces verticales	$h^1$	$a : \infty b : \infty c$	$\infty P\infty$	$100$
Couple de faces verticales	$g^1$	$\infty a : b : \infty c$	$\infty P\infty$	$010$

NOTA. — On remplace souvent les symboles  $+mPn$ ,  $mP\infty$ , etc. par ceux-ci  $+ [mPn]$ ,  $[mP\infty]$ .

## TYPE ANORTHIQUE

Notation française.	Weiss.		Naumann.	Miller.
	$\infty a : \infty b : c$	$0 P$		
$p$	$\infty a : \infty b : c$	$0 P$	$0 P$	901
$\frac{1}{p} = \frac{w}{a^2 u}$	$a : b : mc$	$m P'$	$m P'$	$\overline{a}uw$
$\frac{1}{a^2 m} = \frac{w}{a^2 u}$	$a : b' : mc$	$m' P$	$m' P$	$\overline{a}u\overline{w}$
$\frac{1}{b^2 m} = \frac{w}{b^2 u}$	$a' : b' : mc$	$m P'$	$m P'$	$\overline{a}u\overline{w}$
$\frac{1}{c^2 m} = \frac{w}{c^2 u}$	$a' : b : mc$	$m' P$	$m' P$	$\overline{a}uw$
$l$	$a : b : \infty c$	$\infty P'$	$\infty P'$	$\overline{1}10$
$m$	$a : b' : \infty c$	$\infty P$	$\infty P$	$\overline{1}10$
$\left( \frac{1}{a^2 + v}, \frac{1}{a^2 - u}, \frac{1}{h_1 v'} \right)$	$a : nb : mc$	$m \overline{P}' n$	$m \overline{P}' n$	$\overline{u}wv$
$\frac{1}{w}$	$a : \infty b : mc$	$m' \overline{P}' \infty$	$m' \overline{P}' \infty$	$\overline{u}0w$
$\frac{1}{\sigma^2 u} = \frac{1}{\rho^2 m}$	$a' : \infty b : mc$	$n' \overline{P}' \infty$	$n' \overline{P}' \infty$	$\overline{u}0w$
$\frac{1}{a^2 u} = \frac{1}{a^2 m}$	$a : b : mc$	$m \overline{P}' n$	$m \overline{P}' n$	$\overline{a}u\overline{w}$
$\left( \frac{1}{a^2 + v}, \frac{1}{c^2 - u}, \frac{1}{g^2 w} \right)$	$\infty a : b : \infty c$	$\infty \overline{P}' \infty$	$\infty \overline{P}' \infty$	$010$
$g$	$a : \infty b : \infty c$	$\infty \overline{P}' \infty$	$\infty \overline{P}' \infty$	$100$
$h$				

TABLEAU

donnant la composition et les caractères

(d'après l'Agenda

Noms. (1)	Composition et caractères extérieurs. (2)	
Acerdèse .....	$Mn^2O^3 \cdot H^2O$ — Gris d'acier foncé. N.	a
Actinote .....	Amphibole verte. $RO, SiO^2 (R=Mg, Ca, Fe)$ .	b
Adulaire .....	Orthose. $K^2O, Al^2O^3, 6SiO^2$ — Tp, Tl; I, gris.	c
Agate .....	$SiO^2$ . Concrétionnée — Tl; R, N, I, gris, V.	d
Aimant .....	Magnétite. $Fe^3O^4$ — N. Métallique.	e
Albâtre .....	Gypse ou calcaire translucide.	f
Albite .....	$Na^2O, Al^2O^3, 6SiO^2$ — Tl; I, gris.	g
Almandin .....	$3FeO, Al^2O^3, 3SiO^2$ — Tp; R, RBr.	h
Alun .....	$K^2O, Al^2O^3, 4SO^3, 24H^2O$ — Tp; I.	i
Alunite .....	$3Al^2O^3, K^2O, 4SO^3, 6H^2O$ — Tl; I, J, K.	j
Alunogène .....	$Al^2O^3, SO^3, 18H^2O$ — Tl; I, J.	k
Ambre .....	Voyez <i>Succin</i> .	l
Amiante .....	Amphibole blanche souvent altérée — I, J, V.	m
Amphibole blanc	$RO, SiO^2 (R=Ca, Mg, Fe)$ — Tl; I, gris V.	n
— noir	Hornblende. $R=(Fe, Ca, Mg)$ . — N, V foncé.	o
Amphigène .....	$K^2O, Al^2O^3, 4SiO^2$ — Tl, I, gris J.	p
Analcime .....	$Na^2O, Al^2O^3, 4SiO^2, 2H^2O$ — Tp, Tl; I, Rose.	q
Anatase .....	$TiO^2$ — Br, Bl, Métallique; parfois Tp, I.	r
Andalousite .....	$Al^2O^3, SiO^2$ — Gris, Rosé, Br, parfois Tp; V.	s
Andésine .....	$(CaNa^2)O, Al^2O^3, 4SiO^2$ — Tl; I, J, V.	t
Anglésite .....	$PbO, SO^3$ — Tp, I très vif éclat; J, V.	u
Anhydrite .....	$CaO, SO^3$ — Tp, Tl, I, gris Bl, R.	v

(1) Nomenclature française (Dufrénoy, Delafosse, Descloizeaux).

(2) Poids atomiques modernes. Formules dualistiques. Tp = Transparent, Tl = Translucide, N = Noir, I = Incolore ou blanc, R = Rouge, Bl = Bleu, J = Jaune, Br = Brun, V = Vert.

(3) L'échelle de dureté comprend 10 termes, dont chacun raye tous les précédents. Ce sont: 1 Talc, 2 Gypse, 3 Calcite, 4 Fluorine, 5 Apatite, 6 Orthose, 7 Quartz, 8 Topaze, 9 Corindon, 10 Diamant.

(4) L'échelle de fusibilité comprend 6 termes, qui sont: 1 Stibine, 2 Méso-type (fondent dans la flamme de la bougie en assez gros morceaux); 3 Grenat almandin (fond en assez gros éclats à la flamme du chalumeau), 4 Amphibole actinote, 5 Orthose adulaire (ne fondent qu'en écailles très minces et à la par-

## MINÉRALOGIQUE

des principales espèces minérales.

du Chimiste).

	Densité.	Dureté. (3)	Fusibilité. (4)	Solubilité. (4)	forme cristalline (6)
a	4,2—4,34	3,5—4	I	S	III <i>mg</i> <sup>t</sup>
b	3—3,3	5—5,5	4b	I	IV
c	2,5—2,59	6	5	I	IV <i>mg</i> <sup>t</sup> <i>p</i>
d	2,5—2,8	7	1	I	VI O
e	5—5,2	5,5—6,5	6	S	I <i>a</i> <sup>t</sup>
f					
g	2,5—2,64	6—6,5	4b	I	V, <i>g</i> <sup>t</sup> <i>p</i> <i>mta</i> <sup>s</sup>
h	2,5—4,3	7—7,5	3	diff. S	I <i>b</i> <sup>t</sup> <i>a</i> <sup>s</sup>
i	4,9	2—2,5	1 puis I	SS	T <i>a</i> <sup>t</sup> <i>p</i>
j	2,77—2,80	3,5—4	I	très peu S	Vi r
k	1,06—1,8	4,5—2	2 puis I	SS	?
l					
m	2,9—2,3	5,5	4	I	IV
n	2,9—3,2	5,5	4	I	IV, <i>mg</i> <sup>t</sup> <i>p</i>
o	3—3,4	5,5	4	très peu S	IV <i>mg</i> <sup>t</sup> <i>pb</i> <sup>1/2</sup>
p	2,45—2,5	5,5—6	I	S	I <i>a</i> <sup>s</sup>
q	2—2,9	5,5	2,5	S Gél.	I <i>a</i> <sup>t</sup> <i>p</i>
r	3,8—3,95	5,5—6	1	I	II <i>b</i> <sup>t</sup> <i>p</i>
s	3,2	7,5	1	I	III, <i>mp</i>
t	2,65—2,74	5—6	4	Inc. et dif. S	V <i>pg</i> <sup>t</sup> <i>m</i>
u	6,3	3	3	I	III <i>mpa</i> <sup>s</sup>
v	2,98	3—3,5	3	S	III <i>pg</i> <sup>t</sup> <i>h</i> <sup>t</sup>

tie la plus chaude du dard du chalumeau), 6 *Bronzite* (le bord des écailles les plus minces ne fait que s'arrondir). I = Infusible, b = en bouillonnant, Inc = Incomplètement, F = Fusible, C = Sur le charbon.

(5) I = Insoluble et inattaquable dans les acides (HCl), S = Soluble ou attaquant dans les acides, Gél = fait gelée, Nitr = Acide nitrique, SS = Soluble dans l'eau.

(6) I = Cubique, II = Quadratique, III = Orthorhombique, O = Amorphe. Quelques faces importantes sont indiquées, avec la notation française; les faces en italique sont celles de clivage. Forme primitive *p*, *m*, *t* (*r* = Rhomboédre); modification sur les angles, *a*<sup>s</sup>, *e*<sup>s</sup>, *i*<sup>s</sup>, *o*<sup>s</sup>; sur les arêtes *b*<sup>s</sup>, *a*<sup>s</sup>, *g*<sup>s</sup>, *h*<sup>s</sup>, *e*<sup>s</sup>, *f*<sup>s</sup>.

Tableau

Noms.	Composition et caractères supérieurs.	
Anorthite.....	$\text{CaO}, \text{Al}^2\text{O}^3, 2\text{SiO}^2$ —Tp, Tl; l.	a
Anthracite.....	C 90 % N. Eclat semi-métallique.	b
Antimoine.....	— sulfure, voyez <i>Stibine</i>	c
Apatite.....	$\text{P}^3\text{Ca}^4\text{FIO}^{12}$ —Tl; l, V, Bl, J; parfois Tp.	d
Apophyllite.....	$\text{Ca}^4\text{KH}^6\text{Si}^6\text{FIO}^{22}$ —Tp; l parfois rosé.	e
Aragonite.....	$\text{CaO}, \text{CO}^2$ —Tp, Tl, l, J, V, rosé.	f
Argent.....	Ag — Gris, Jaunâtre, Métallique.	g
	Argent rouge = <i>Arggyrithrose</i> .	
	— muriaté = <i>Cérargyre</i> .	
Argiles.....	$\text{Al}^2\text{O}^3$ : 25 à 39 %; $\text{SiO}^2$ : 25 à 65, $\text{H}^2\text{O}$ : 10 à 30.	h
Argyrose.....	$\text{Ag}^2\text{S}$ — N gris métallique.	i
Arggyrithrose.....	Argent rouge. $\text{As}^3\text{SbS}^3$ — R foncé métallique. Tp	j
Arsenic.....	— sulfure J = <i>Orpiment</i> ; — R = <i>Réalgar</i> .	k
Arsenolite.....	$\text{As}^2\text{O}^3$ — Tl. l. jaune.	l
Asphalte.....	C: 76 % — Brun noir.	m
Augite.....	Pyroxène. (Ca, Mg, Fe) $\text{O SiO}^2$ —Op, Tl; N, V foncé	n
Axinite.....	Silicoborate de Ca, Al etc. — Tp; l, Br, Violet	o
Azurite.....	$3\text{CuO}, 2\text{CO}^2, \text{H}^2\text{O}$ —Tl; B;	p
Barytine.....	$\text{BaO}, \text{SO}^2$ —Tp, Tl; l, J, Br.	q
Béryl.....	Voyez <i>Émeraude</i> .	r
Binnite.....	Tennantite de Binnen.	s
Biotite.....	$2(\text{Mg}, \text{K}^2\text{Al}^{1/2})\text{O}, \text{SiO}^2$ —Tp, V, J de miel, N.	t
Bismuth.....	Bi. — Gris, Blanc d'argent rougeâtre.	u
Bitume.....	Voyez <i>Asphalte</i> .	v
Blende.....	$\text{ZnS}$ —Tp, Tl, J, Br. Verdâtre.	x
Bol.....	Argile très ferrugineuse — Br, J.	y
Boracite.....	$\text{Mg}^2\text{Bo}^{12}\text{O}^{20}\text{Cl}^2$ —Tp, Tl; l, gris.	z
Borax.....	$\text{Bo}^4\text{Na}^2\text{O}^7, 10 \text{H}^2\text{O}$ —Tp, l.	a
Boulangérite.....	$3\text{PbS}, \text{Sb}^3\text{S}^3$ —Gris de plomb.	b
Bournonite.....	$\text{Sb}^3\text{S}^3, 2\text{PbS}, \text{Cu}^2\text{S}$ —Gris métallique.	c
Braunite.....	$\text{Mn}^2\text{O}^3$ —Gris noirâtre	d
Brochantite.....	$4\text{CuO}, \text{SO}^2, 3\text{H}^2\text{O}$ —Tl; V.	e
Brouzite.....	$\text{MgO}, \text{SiO}^2$ —Tl, Br. J. verdâtre.	f
Brookite.....	$\text{TiO}^2$ —Tl ou Op, Br. vif éclat.	g
Brucite.....	$\text{MgO}, \text{H}^2\text{O}$ —Tp, Tl; l, Gris, Verdâtre.	h
Caluite.....	Voyez <i>Turquoise</i> .	i
Calamine.....	$\text{SiO}^2, 2\text{ZnO}, \text{H}^2\text{O}$ —Tp, Tl; l, J, Bl.	j
	Calamine (Delafosse), voyez <i>Smithsonite</i> .	k
Calcite.....	Calcaire. $\text{CaO}, \text{CO}^2$ —Tp, Tl; l, J, Br, N etc.	l
Cancrinite.....	Voyez <i>Néphéline</i> .	m

## minéralogique (suite).

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	2,7-2,75	6	3	S	V <i>pmg'</i>
b	1,14-1,75	2-2,5	I	I	O
c	3,2-3,25	5	4-5	S	VI <i>mp</i>
d	2,3-2,4	4,5-5	4,5	S; SiO <sup>2</sup> pulv	II <i>a' pm</i>
e	2,95	3,05	I	S	III <i>mg'e'</i>
f	10-11,1	2,5-3	Fus.	S Nitr.	I <i>pa'</i>
g					
h	1,7-2,2	—	I	diff. S. Gél	O
i	7,36	2	3	S. Nitr.	I <i>pa'</i>
j	5,7-5,85	2-2,5	2	S. Nitr.	VI <i>rd'b'</i>
k					
l	3,07	3	Volat.	S	I <i>a'</i>
m	1 à 1,7	1-2	vers 100°	I	O
n	3,3-3,4	6	3	à peine S	VI <i>mh'g'h'z'</i>
o	3,3	6,5-7	2, se gonfle	I	V <i>pmt</i>
p	3,5-3,8	3,5-4	2	S	IV <i>pme'z'</i>
q	4,35-4,71	3-3,5	3	I	III <i>mpa'</i>
r					
s					
t	2,7 3,1	2,5-3	5	S. Suf.	III <i>p</i>
u	9,73	2-2,5	1	S Nitr.	VI <i>ra'e'</i>
v					
w	3,9-4,2	3,5	5-6	S	I <i>a'b'</i>
x	1,6-2,2	—	I	S en partie	O
y	2,9-2,97	6,5-7	2; Crist.	S Nitr.	I <i>b'pa'</i>
z	1,71	2-2,5	2	SS	VI <i>mh'p</i>
a	5,8-6	3	Fus. C	S Nitr.	—
b	5,7-5,87	2,5-3	Fus. C	S Nitr.	III <i>g'h'p</i>
c	4,7- 4,82	6,5	I	S	II <i>b'p</i>
d	3,90	3,5-4	Fus.	S	III <i>pma'</i>
e	3,12-3,75	5-6	6	I	III <i>g'mh'</i>
f	4,12-4,17	5,5-6	1	I	III <i>mb'</i>
g	2,35	1,5	1	S	VI <i>ra'</i>
h					
i	3,3-3,5	3	6	S Gél.	III <i>mg'p</i>
j					
k	2,723	3	1	S	VI <i>re'd'</i>
l					
m					

Tableau

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Carnallite.....	$KCl, MgCl^2, 6H^2O$ — Tl, Tp; l. R.	a
Cassitérite.....	$SnO^2$ — Tp, Tl, Op; Brun clair à N.	b
Célestine.....	$SrO, SO^2$ — Tp, Tl; l. Bl. R.	c
Cérargyre.....	Kérargyre. $AgCl$ — Gris violacé.	d
Cérite.....	$SiO^2, 2(Ce, La, Di) O, H^2O$ — Sub-Tl; Br R.	e
Cérusite.....	$PbO, CO^2$ — Tp; l. Tl: J, V, Bl. N;	f
Chabasie.....	$CaO, Al^2O^3, 4SiO^2, 6H^2O$ — Tp; l. Rosé.	g
Chalcopryrite.....	Pyrite de cuivre. $Cu FeS^2$ — J d'or foncé.	h
Chalcosine.....	$Cu^2S$ — Noir de fer, éclat métallique faible.	i
Chaux.....	Chaux carbonatée = <i>Calcite</i> . — fluatée = <i>Fluorine</i> . — phosphatée = <i>Apatite</i> . — sulfatée = <i>Gypse</i> .	
Chessylite.....	Voyez <i>Azurite</i> .	j
Chiasolite.....	Voyez <i>Andalousite</i> .	k
Cloanthite.....	$NiAs^2$ — Gris Mét. — Enduit vert.	l
Chlorite.....	Voyez <i>Pennine, Clinocllore, Ripidolithe</i> .	m
Chromite.....	Fer chromé. $FeCr^2O^4$ — N métallique.	n
Christianite.....	$Al^2O^3, (CaK^2) O, 4SiO^2, 5H^2O$ — Tl; l. J Gris.	o
Cinabre.....	$HgS$ — Tp; R foncé.	p
Clinocllore.....	$8MgO, Al^2O^3, 5SiO^2, 7H^2O$ — Tp, Tl; V.	q
Cobaltine.....	Cobalt gris. $CoAsS$ — Gris métallique rose	r
Cordiérite.....	$2MgO, 2Al^2O^3, 5SiO^2$ — Tp, Tl; gris, Bl, Br.	s
Corindon.....	Saphir. $Al^2O^3$ — Tp, Tl; Bl, J, R, V, Br.	t
Couzéranite.....	$(CaK^2Na^2) O, Al^2O^3, 2SiO^2$ — Tl; Gr. V, N.	u
Coveline.....	$CuS$ — Bl. foncé.	v
Crocoïse.....	$PbO, CrO^3$ — Tp, R.	x
Cronstedtite.....	Chlorométane. Hydrosilicate de Fe, Mg, Mn. — N.	y
Cryolithe.....	$Al^2F_6, 6NaF$ — Tp, Tl; l gris.	z
Cuivre.....	$Cu$ — Br métallique.	a
	Cuivre gris = <i>Panabase</i> . — gris arsenical = <i>Tennantite</i> . — oxydulé = <i>Cuprite</i> . — panaché = <i>Phillipsite</i> . — pyriteux = <i>Chalcopryrite</i> .	
Cuprite.....	$Cu^2O$ — Tl; R foncé.	b
Datholite.....	$2CaO, 2SiO^2, Bo^2O^3, H^2O$ — Tp, Tl; l, V.	c
Diallage.....	Pyroxène. $(Ca, Mg, Fe) O, SiO^2$ — Tl, gris Br.	d
Diallogite.....	$MnO, CO^2$ — Tl; Rose Br.	e

## minéralogique (suite).

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	1,618	°	2	SS	III p
b	6,96	6-7	1	I	II h <sup>1</sup> b <sup>1</sup> a <sup>1</sup>
c	3,96	3-3,5	3	I	III me <sup>1</sup> p
d	5,36	4	4	I	I pa <sup>1</sup>
e	4,9-5	5,5	1	S Gél.	I ?
f	6,5	3,5	Fus.	S Nitr.	III mg <sup>1</sup> p
g	2,08-2,17	4-4,5	3b	S	VI ra <sup>1</sup>
h	4,1-4,3	3,5-4	Fus. C	S Nitr.	II a <sup>1</sup> b <sup>1</sup>
i	5,5-5,8	2,5-3	2 b	S Nitr.	III mg <sup>1</sup> p
j					
k					
l	6,4-6,5	5,5-6	Fus. C	S Nitr.	
m					
n	4,3-4,5	5,5	1	I	I a <sup>1</sup>
o	2,17-2,20	4,5	3	S Gél.	III g <sup>1</sup> pa <sup>1</sup>
p	8-8,2	2-2,5	Volat.	I	VI ra <sup>1</sup>
q	2,65-2,77	2-3	5	diff. S	IV pmg <sup>1</sup>
r	2,6-6,3	5,5	Fus. C	S Nitr.	I pb <sup>2</sup>
s	2,6-2,69	7-7,5	5	presque I	III g <sup>1</sup> mp
t	3,9-4,46	9	I	I	VI pd <sup>1</sup> a <sup>1</sup>
u	2,20-2,76	5,5-6	3	S	II
v	4,6	1,5-2	Fb. brûlé	S Nitr.	VI
x	5,9-9,1	2,5-2	Fus.	S Nitr.	IV mg <sup>2</sup> d <sup>2</sup>
y	2,35	2,5	4	S Nitr.	VI a <sup>1</sup>
z	2,9-3,07	2,5	1	S Sulf.	V pmt
a	8,94	2,5-3	2-3	S Nitr.	I a <sup>1</sup>
b	5,85-6,15	3,5-4	Fus.	S Nitr.	I a <sup>1</sup> b <sup>1</sup>
c	2,8-3	5-5,5	2	S	IV pmh <sup>1</sup>
d	3,2-3,3	4	3-4	I	IV pmh <sup>1</sup>
e	3,4-3,7	3,5-4	1	S	VI

Tableau

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Diamant .....	C — Tp, I, Rose, J. N.	a
Diaspore.....	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , H <sup>2</sup> O — Tl; Gris V. J. Rosé.	b
Diopside.....	Pyroxène. (CaMg) O, SiO <sup>2</sup> — Tp, Tl; I, V, J.	c
Dioptase.....	CuO, SiO <sup>2</sup> , H <sup>2</sup> O — Tp, V.	d
Dipyre.....	(CaNa) O, 2 (Al <sup>1/2</sup> ) O, SiO <sup>2</sup> — Tp, Tl; I, J, V	e
Disthène.....	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , SiO <sup>2</sup> — Tp, Tl; T, Gris Bl.	f
Dolomie.....	CaO, MgO, 2CO <sup>2</sup> — Tl; I, Gris, J, rosé.	g
Dufrenoyite.....	2PbS, As <sup>2</sup> S <sup>3</sup> — Gris métallique.	h
Émeraude.....	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 3G1O, 6SiO <sup>2</sup> — Tp, Tl; V, gris, Bl, J, Rosé.	i
Émeri.....	Voyez <i>Corindon</i>	j
Epidote.....	6SiO <sup>2</sup> , 3Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 4CaO H <sup>2</sup> O — Tp, Tl; V Br.	k
Étain.....	Et. oxydé = <i>Cassitérite</i> ; — sulfuré = <i>Stannine</i> .	l
Euclase.....	2G1O, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 2SiO <sup>2</sup> , H <sup>2</sup> O. — Tp, Tl; V Bl.	m
Fahlunite.....	Voyez <i>Cordiérite</i> .	n
Feldspaths.....	Voyez <i>Anorthite, Labrador, Andésine, Oligoclase, Albite, Orthose</i> .	o
Fer.....	Fe Gris métallique.	p
	Fer arsenical = <i>Mispickel</i> ; — carbonaté = <i>Sidérose</i> ; — hydroxydé = <i>Limonite</i> et <i>Gaëthite</i> ; — magnétique ou oxydulé = <i>Magnétite, Aimant</i> ; — oligiste spéculaire = <i>Hématite rouge</i> ; — sulfuré = <i>Pyrite</i> et <i>Marcassite</i> .	
Fluorine.....	CaF <sup>2</sup> — Tp, Tl; I, Violet J, V, etc.	q
Franklinite.....	(Fe, Zn, Mn) Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> — N Submétal.	r
Freieslebenite.....	5 (Ag <sup>2</sup> , Pb) S, 2Sb <sup>2</sup> S <sup>3</sup> — Gris d'acier.	s
Gadolinite.....	3 (Y, La, Fe, Gl) O, SiO <sup>2</sup> — Tl; N, V.	t
Galène.....	PbS — Noir Bleuâtre métallique.	u
Gay-Lussite.....	Na <sup>2</sup> O.CO <sup>2</sup> .CaO.CO <sup>2</sup> .5H <sup>2</sup> O — Tp, Tl, I.	v
Giobertite.....	MgO.CO <sup>2</sup> — Tl; I, J, Br.	x
Glasérite.....	K <sup>2</sup> O.SO <sup>2</sup> — Tp, Tl; I.	y
Glaubérite.....	Na <sup>2</sup> O.SO <sup>2</sup> .CaO SO <sup>2</sup> — Tp, Tl, I, R.	z
Glaucodot.....	(Co, Fe) S <sup>2</sup> . (Co, Fe) As <sup>2</sup> — Blanc d'étain.	a
Gaëthite.....	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , H <sup>2</sup> O — Br, Sub Tl R.	b
Graphite.....	C — Noir métallique.	c
Greenockite.....	CdS — Tl; J.	d
Grenats.....	Voyez <i>Grossulaire, Almandin, Spessartine, Mélanite, Ouwarovite</i> .	e
Grossulaire.....	Ca <sup>3</sup> Al <sup>2</sup> Si <sup>2</sup> O <sup>12</sup> — Tl; I, J, V, Br.	f
Gypse.....	CaO.SO <sup>2</sup> .2H <sup>2</sup> O — Tp, Tl; I, J, Br.	g

## minéralogique (suite).

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	3,5-3,55	40	1	1	I a', etc.
b	3,3-3,5	6,5-7	1	1	III mg <sup>t</sup>
c	3,3	5-6	3-4	1	IV h <sup>t</sup> g <sup>t</sup> pm
d	3,27-3,35	5	1	S Gél.	VI r
e	2,646	5-5,5	3-6	S part.	II mh <sup>t</sup> b'
f	3,58-3,68	5 et 6	1	1	V pmt
g	2,8-2,9	3,5-4	1	S	VI r
h	3,57	3	Fus. C	S Nitr.	III pma <sup>t</sup>
i	2,67-2,75	7,5-8	5,5	1	VI mp
j					
k	3,25-3,5	6-7	3,5	1	IV ph'
l					
m	3,1	7,5	5,5	1	IV mh <sup>t</sup> g <sup>t</sup>
n					
o					
p	7,3-78	4,5	—	S	I a'
q	3,18	4	3	S	I pa <sup>t</sup>
r	5,6-5,9	5,5-6,5	1	S	I a'
s	6-6,4	2-2,5	Fus. C	S Nitr.	IV pm
t	4,2-4,35	6,5-7	1	S Gél.	IV pm
u	7,4-7,6	2,5-2,75	Fus. C	S Nitr.	I pa <sup>t</sup> b <sup>t</sup>
v	1,99	2-3	3	S	IV pm
x	3,1	4,5	1	S	VI pr
y	1,73	3-3,5	2	SS	III g <sup>t</sup> pm
z	2,64-2,85	2,5-3	1,5	S	IV b <sup>t</sup> p
a	6	5	Fus. C	S Nitr.	III pm
b	4,4	5-5,5	1	S	III mg <sup>t</sup>
c	2,1-2,2	4-2	1	1	VI a <sup>t</sup>
d	4,8-4,9	3-3,5	1	S	VI pm
e					
f	3,4-3,7	6,5-7	3	S en partie	I b'
g	2,33	4,5-2	2,5-3	S	IV g <sup>t</sup> mn <sup>t</sup> p

Tableau

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Harmotome.....	BaO, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 6SiO <sup>2</sup> + 6H <sup>2</sup> O — Tl, I, gr, R.	a
Hausmannite. . .	Mn <sup>2</sup> O <sup>3</sup> — N Brunâtre semi-métallique.	b
Hayne . . . . .	Lapis Lazuli. Silico-sulfate d'Al, Ca, Na — Bl.	c
Hayésine. . . . .	CuO, B <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 4H <sup>2</sup> O — Tp, Tl, I.	d
Hedenbergite . .	(CaFe)O, SiO <sup>2</sup> — Sub-Tl, V, N.	e
Hématite rouge.	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> — NR métallique ou compacte.	f
Hématite brune.	Voyez <i>Limonite</i> .	g
Heulandite.....	CaO, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 6SiO <sup>2</sup> , 5H <sup>2</sup> O — Tp, Tl; I, R.	h
Humite . . . . .	Chondrodite. 6MgO, 3SiO <sup>2</sup> , MgF <sup>2</sup> . — Tp; I, J, R.	i
Hyalosidérite....	Péridot Brun à surface irrisée.	j
Idocrase . . . . .	3SiO <sup>2</sup> , 2(Al <sup>3</sup> , Ca <sup>2</sup> )O <sup>3</sup> — Tp, V, Br, Bl.	k
Ilménite . . . . .	Fe Titané (FeTi)O <sup>3</sup> — N semi métallique.	l
Iodargyre. . . . .	AgI — Tl, J, V.	m
Isérine. . . . .	(FeTi)O <sup>3</sup> — N.	n
Jade. . . . .	Variétés compactes de <i>Trémolite</i> , de <i>Zoisite</i> , de <i>Labrador</i> et de <i>Jadéite</i> .	o
Jadéite . . . . .	3(Na <sup>+</sup> , Ca, Mg)O, 2Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 9SiO <sup>2</sup> — Tl; I, V.	p
Jamesonite. . . .	Pb <sup>2</sup> Sb <sup>3</sup> S <sup>2</sup> — Gris de fer.	q
Kaolin . . . . .	Argile blanc-jaunâtre.	r
Karsténite . . . .	Syn. <i>Anhydrite</i> .	s
Kermésite. . . . .	Sb <sup>2</sup> OS <sup>2</sup> — R.	t
Klaprothine. . . .	Lazulite (Mg, Ca Fe)O, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> , H <sup>2</sup> O — Bl.	u
Labrador . . . . .	Feldspath, CaOAl <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 3SiO <sup>2</sup> — Tl, I, Bl, V.	v
Laumonite. . . . .	CuO, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 4SiO <sup>2</sup> , 4H <sup>2</sup> O — Tl; I Rosé.	x
Lazulite. . . . .	Voyez <i>Klaprothine</i> .	y
Lépidolithe . . . .	Fluo-Silicate de Al <sup>3</sup> , K, Li — H rosé.	z
Lépidomélane. . .	2(Fe, Mg, K <sup>+</sup> Al <sup>3</sup> ).SiO <sup>2</sup> — Tl; N verdâtre.	
Leucite. . . . .	Syn. <i>Amphigène</i> .	a
Leucophane. . . .	3(Ca, Gl)O, 5SiO <sup>2</sup> , 2NaFl — Tl, Br, J, V, Tl.	b
Lévyne. . . . .	CaO, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 3SiO <sup>2</sup> , 5H <sup>2</sup> O, — Tp, I.	c
Libéthénite . . . .	3CaO, P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> , H <sup>2</sup> O. Tl. V sombre.	d
Leucopyrite. . . .	FeAs <sup>2</sup> — Blanc d'argent.	e
Liévrîte. . . . .	Ilvaïte. Silicate de Fe et Ca — N.	f
Limonite . . . . .	Hématite Br. 2 Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 3H <sup>2</sup> O — Br, J.	g
Linnéite . . . . .	Cobaldine (Co, Ni) <sup>2</sup> S <sup>2</sup> — Gr métal. rougeâtre.	h
Lunnite . . . . .	5 CuO, P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> , 2 H <sup>2</sup> O — Sub-Tl; V.	i
Magnésite . . . . .	Écume de mer. 2MgO, 3SiO <sup>2</sup> , 2 à 4 H <sup>2</sup> O — Op.; I.	j
Magnétite. . . . .	Syn. <i>Aimant</i> .	
Malachite . . . . .	2CuO, CO <sup>2</sup> , H <sup>2</sup> O — Sub-Tl; V.	

minéralogique (suite).

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	2,44—2,49	4,5	3,5	S	III <i>pm</i>
b	4,7	5—5,5	I	S	II <i>a'h'p</i>
c	2,2—2,8	5,5—6	4,5	S	I <i>a'b'</i>
d	4,65	4	4	S géol.	
e	3,5	5,5	2,5	I	IV <i>mh'g'</i>
f	5,3	5,5—6,5	6 ou I	S	VI <i>ra'</i>
g					IV <i>mg'</i>
h	2,2	3,5—4	2,5 se gonf.	S	IV <i>mp</i> , etc.
i	3,12—3,24	6—6,5	I	S géol.	
j					
k	3,35—3,45	6,5	36	Dif. S	II <i>mg'a'</i>
l	4,5—5	5—6	6 ou I	Dif. S	VI <i>r</i>
m	5,7	flex.	Fus C	S Nitr.	VI <i>pb'</i>
n	5,10	6—6,5	6 ou I	Dif. S	I <i>a'</i>
o					
p	3,32—3,35	6,5—7	3	I	O
q	5,5—5,7	2—3	Volat.	S	III <i>mg'p</i>
r	2,24—2,26	Friable	I	S Suff. ch.	O
s	4,5—4,6	4—4,5	4—2	S	IV <i>h'p</i>
t	3,12	5—6	I	I	IV <i>a'd'm</i>
u	2,67—2,76	5—6	3	Dif. S	V <i>pmt</i>
v	2,25—2,36	3,5	3b	S. Géol.	IV <i>g'mp</i>
x					
y	2,84—3	2,5—4	2—2,5	S Inc.	III <i>p</i>
z	3	2,5—3	4	Dif. S	III <i>p</i>
a	2,97	3,5—4	3	S	III <i>p</i>
b	2,1—2,2	4	4	S Géol.	VI <i>ra'e'</i>
c	3,6—3,8	4	2	S Nitr.	III <i>a'p</i>
d	8,6—8,7	5—5,5	Fus C	S Nitr.	III <i>mp</i>
e	3,9—4,1	5,5—6	2,5	S Géol.	III <i>mg'p</i>
f	3,6—4	5—5,5	I	S	O
g	4,8—5	5,5	Fus C	S Nitr.	I
h	4—4,4	4,5—5	5	S Nitr.	III <i>mg'</i>
i		2—2,5	5	S	O
j	3,9—4	3,5—4	Fus C	S	IV <i>pg'm</i>

Tableau

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Manganèse.....	Voyez <i>Pyrolusite</i> .	a
Marbre.....	Voyez <i>Calcite</i> .	b
Marcassite.....	Pyrite blanche — $\text{FeS}^2$ .	c
Méionite.....	$2[\text{Ca}, \text{Mg}, \text{K}^2, \text{Al}^{2/3}] \text{O SiO}^2$ — Tp. Op; I.	d
Mellite.....	$\text{C}^2(\text{CO}^2)^2\text{Al}^2 + 48\text{H}^2\text{O}$ — Tp. Tl; J, R.	e
Mendipite.....	$\text{Pb}^2\text{O}^2\text{C}^2$ — Tl, I, J Rosé.	f
Mésotype.....	$3\text{SiO}^2, \text{Al}^2\text{O}^2, \text{Na}^2\text{O}, 2\text{H}^2\text{O}$ Tp, Tl; I, J, R.	g
Miargyrite.....	$\text{AgSbS}^2$ — Gris d'acier — Sub-T. R.	h
Micas.....	Voyez <i>Biotite</i> , <i>Lepidométhane</i> , <i>Mascovite</i> , <i>Lepidolithe</i> .	i
Mimetèse.....	$\text{Pb}^2\text{As}^2\text{ClO}^2$ . — Tl, J orangé, Br.	j
Mispickel.....	$\text{FeAsS}$ — Blanc d'argent.	k
Molybdénite.....	$\text{MoS}^2$ — Gr de plomb bleuâtre éclatant.	l
Muscovite.....	Mica vulg. $2(\text{K}^2\text{Al}^{2/3})\text{O}, \text{SiO}^2, 4\text{H}^2\text{O}, \text{mFl-Tp}; \text{I}, \text{Br}, \text{V}$	m
Natron.....	$\text{Na}^2\text{O}, \text{CO}^2, 10\text{H}^2\text{O}$ .	n
Naphéline.....	$4\text{Na}^2\text{O}, 4\text{Al}^2\text{O}^2, 9\text{SiO}^2$ — Tl, I Grisâtre.	o
Nickéline.....	Kupfernickel. $\text{NiAs}$ — R de cuivre.	p
Obsidienne.....	Silico-Aluminat de $\text{Fe}, \text{K}, \text{Na}$ — Tl; N, Br, V.	q
Ocre.....	Ocre J = <i>Limonite</i> . Ocre R = <i>Hématite</i> .	r
Oligiste.....	Syn. <i>Hématite</i> (Rouge).	s
Oligoclase.....	$\text{Na}^2\text{O}, \text{Al}^2\text{O}^2, 3\text{SiO}^2$ — Tl; I, V.	t
Olivénite.....	$\text{AsO}^2\text{Cu}(\text{CuOH})$ — SubTl. V.	u
Olivine.....	Voyez <i>Peridot</i> .	v
Onyx.....	Agathe ou marbre rubanés.	w
Opalé.....	$\text{SiO}^2 + 3 \text{ à } 10 \%$ $\text{H}^2\text{O}$ . Tp, Tl; I, J, etc.	x
Or.....	Au+quant. variables $\text{Ag}, \text{Cu}, \text{Fe}, \text{Pd}$ — J Mét.	y
Orpiment.....	$\text{As}^2\text{S}^3$ — Tl; J d'or.	z
Orthose.....	$\text{K}^2\text{O}, \text{Al}^2\text{O}^2, 6\text{SiO}^2$ . Tl; I Rosé etc.	a
Outremer.....	Lapis-Lazuli. Voyez <i>Häüyne</i> .	b
Ouvarowite.....	Granat chromico-calcique — Tp; V.	c
Ozocérite.....	Paraffines lourdes, fus. de 40 à 90°.	d
Panabase.....	Tétraédrite, Cuivre gris. $4\text{Cu}^2\text{S}, \text{Sb}^2\text{S}^2$ — Gr mét.	e
Paraulthine.....	$(\text{Ca}, \text{Na}^2, \text{Mg}) \text{O}, 2\text{Al}^{2/3}\text{O}, 2\text{SiO}^2$ — Tl; Gr V.	f
Pechblende.....	Syn. <i>Uranite</i> .	g
Pennine.....	$\text{Al}^2\text{O}^2, 7\text{MgO}, 4\text{SiO}^2, 5\text{H}^2\text{O}$ — Tp, Tl; V, Br, R.	h
Péridot.....	$2\text{MgO}, \text{SiO}^2$ — TP. Tl. — V, J, Noirâtre Bronzé.	i
Pérowskite.....	$\text{CaO}, \text{TiO}^2$ — Tp, Op; Br, J.	j
Pharmacolithe.....	$\text{As}^2\text{O}^2, 2\text{CuO}, \text{H}^2\text{O} + 5\text{H}^2\text{O}$ . — Sl; I Rosé.	k
Pharmacosidérit.....	$2\text{As}^2\text{O}^2, 3\text{Fe}^2\text{O}^2, 12\text{H}^2\text{O}$ . — Tl; V, Br.	l

## minéralogique (suite).

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a					
b					
c	4,6—4,8	6—6,5	3 Brûle	S Nitr.	III me'
d	2,74	5—6	3 b	S, SiO <sup>2</sup> Floc	II mh'b'
e	1,55—1,65	2—2,5	I	S Nitr.	II a'
f	7—7,1	2,5—3	Fus. C	S Nitr.	III mh'g'
g	2,47—2,25	5—5,5	1	S Gél.	III mh'b'
h	5—5,4	2—2,5	Fus. C	S Nitr.	IV ma'p
i	2,78—3	2,5—3	2—5,5	peu S ou I	III pm(m=120env.)
j	7,18—7,28	3,5—4	Fus. C	S Nitr.	VI pb'm
k	6—6,4	5,5—6	Fus. C	S Nitr.	III me'
l	4,4—4,8	1—1,5	I	Dif. S Nitr.	III, IV ou VI? ou pa'
m	2,75—3,1	2,5—3	5,5—6	I	III p
n	1,423	1—1,5	1	SS	IV pmg'
o	2,56—2,64	5,5	3,5	S Gél.	VI pm
p	7,33—7,67	5—5,5	Fus. C	S Nitr.	VI pmb'
q	2,2—2,5	6—7	3	I	O
r	2,63—2,73	6	3,5	presq. I	V pg'm
s	4,1—4,4	3	2	S Nitr.	III p'mg'
t					
u					
v	1,9—2,3	3,5—6,5	I	I	O
x	15,6—19,5	2,5—3	Fus.	I	I pa'b'
y	3,48	1,5—2	Fus. Vol.	I	IV mp'g'
z	2,44—2,69	6—6,5	5	I	IV pg'm
a					
b	3,4—3,5	7,5—8	I	I	I b'a*
c	0,9—0,95	1	FF; brûle	I	O
d	4,5—5,11	3—4,5	2—3	S Nitr.	I a', a <sup>2</sup> /s etc.
e	2,7—2,85	5,5	3	S	II mh'b'
f	2,66	2—3	5	S dif.	VI ra'
g	3,1—3,5	6—7	I	S Gél.	III g'pma'
h	4,04	5,5	1	S Sulf.	VI r
i	3,64—2,74	2—2,5	Fus.	S	IV pmg'
j	2,9—3	2,5	Fus. C	S	

Tableau

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Phénacite.....	$2\text{SiO}_2, \text{SiO}_2$ — Tp. Tl. I, J, Br R.	a
Phillipsite.....	Bornite, Cu panaché ( $\text{Cu}^*\text{Fe}$ ) S — R br. Bl superf.	b
Phillipsite.....	Voyez <i>Christianite</i> .	c
Pholérite.....	$2\text{Al}^*\text{O}_3, 3 \text{SiO}_2, 4\text{H}_2\text{O}$ . SubTp: I, J, V.	d
Phosgénite.....	$\text{CO}^*(\text{PbCl})^2$ — Tp; O, J..	e
Pickéringite.....	$\text{MgO}, \text{Al}^*\text{O}_3, 4\text{SO}_3 + 22\text{H}_2\text{O}$ — Tl; I.	f
Pinite.....	Silicaté d'Al, avec Fe, K, $\text{H}_2\text{O}$ — Tl; Gr Br.	g
Plomb.....	Plomb antimonio-sulfuré = <i>Bournonite</i> , <i>Boulangérite</i> , <i>Jamesonite</i> .	h
	— arsenaté = <i>Mimetése</i> .	
	— carbonaté = <i>Cérusite</i> .	
	— sulfaté = <i>Anglésite</i> .	
	— sulfuré = <i>Galène</i> .	
	— chromaté = <i>Crocoïse</i> .	
Plombagine.....	Syn. <i>Graphite</i> .	
Polyhalite.....	$(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{K}^*)\text{O}, \text{SO}_3 + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ — Tl; R, J.	i
Préhnite.....	$3\text{SiO}_2, \text{Al}^*\text{O}_3, 2\text{CaO}, \text{H}_2\text{O}$ — Tl; V pâle.	j
Proustite.....	Argent rouge arsenical. $\text{Ag}^*\text{AsS}_2$ — Tp, Tl; R.	k
Psaturose.....	$\text{Ag}^*\text{SbS}_2$ — Gris de fer.	l
Psilomélane.....	$\text{BaMnO}_3$ + divers oxydes de Mn — GrN.	m
Pyrite.....	$\text{FeS}_2$ — Jaune d'or.	n
	Pyrite magnétique = <i>Pyrrhotine</i> .	
	— arsenicale = <i>Mispickel</i> .	
	— de cuivre = <i>Chalcopyrite</i> .	
Pyrolusite.....	$\text{MnO}_2$ — Op; N Submétallique.	o
Pyromorphite.....	$\text{P}^*\text{Pb}^*\text{O}_3\text{Cl}$ — Tl, : V. Br.	p
Pyroxènes.....	Voyez <i>Diopside</i> , <i>Augite</i> , <i>Diallage</i> , <i>Hedenbergite</i> .	q
Pyrrhotine.....	Pyrite magnétique. $\text{Fe}^*\text{S}_2$ . J Laiton.	r
Quartz.....	$\text{SiO}_2$ — Tp; I, J, Violet, Fumé.	s
Réalgar.....	$\text{AsS}_2$ — Tp, Tl; R orangé.	t
Rhodonite.....	$\text{MnO}, \text{SiO}_2$ — Tl; Rose Fleur de Pâcher.	u
Ripidolite.....	$9(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O}, 2\text{Al}^*\text{O}_3, 5\text{SiO}_2, 7\text{H}_2\text{O}$ — Tl, V Br.	v
Rubis.....	Voyez <i>Spinel</i> .	x
Rubis oriental.....	Voyez <i>Corindon</i> .	y
Rutile.....	$\text{TiO}_2$ SubTl; Br N Submétall.	z
Sanidine.....	Orthose vitreux des volcans.	a
Saphir.....	Voyez <i>Corindon</i> .	b
Sassoline.....	$\text{BO}^*\text{O}_3, 3^*\text{HO}$ — Tl; I.	c
Scapolite.....	Voyez <i>Wernerite</i> .	d

## minéralogique (suite).

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	2,96-3	7,5-8	I	I	VI rd'e <sup>2</sup>
b	4,4-5,5	3	Fus. C.	S Nitr.	I pa'
c	2,34-2,57	4-2,5		I	III
d	6-6,31	2,75-3	3	S Nitr.	IIpmh'
e	"	1	Fus.	SS	IV?
f	2,7-2,9	2-3	4-5	S dif.	—
g					
h					
i	2,77	2,5-3	3	SS part.	III ou IV
j	2,8-2,95	6-6,5	2	dif. S	III pm
k	5,42-5,56	2-2,5	Fus. C	S Nitr.	VI r
l	6,27	2-2,5	Fus.	S Nitr.	III pmg'
m	3,7-4,7	5-6	I	S	O
n	4,83-5,2	6-6,5	3 Brûle	S Nitr.	I pb <sup>2</sup>
o	4,82	2-5,5	I	S	III mpg'
p	6,5-7,1	3,5-4	2 Crist.	S Nitr.	VI pmb'
q	4,4-4,7	3,5-4,5	Fus. Brûle	S	VI pb'm
r	2,64-2,66	7	I	I	VI re'/se <sup>2</sup>
s	2,4	1,5-2	F. Volat.	S Alcal.	IV pm
t	3,4-3,68	5,5-6,5	2,5	dif. S	Vph'mt
u	2,78-2,96	4-2	5	S	IV p
v					
w					
x					
y	4,18-4,25	6-6,5	I	I	II ma'h'h <sup>2</sup>
z					
a					
b	1,48	1	2	SS	Vpmt
c					
d					

Tableau

Noms.	Composition et caractères extérieures.	
Schéelite.....	CaO, WO <sup>3</sup> — Tp, Tl; I, J, R, Br.	a
Schëellitine.....	PbO, WO <sup>3</sup> — Tl; J, Br.	b
Scléroclase.....	PbS, As <sup>2</sup> S <sup>3</sup> — Gris de plomb foncé métallique.	c
Scorodite.....	CaO, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 3SiO <sup>2</sup> , 3H <sup>2</sup> O — Tp, Tl; I.	d
Sel gemme.....	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , As <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 4H <sup>2</sup> O — Tp, Tl; V, Bl, Br.	e
Sénarmonite.....	NaCl — Tp; I, Gr, R.	f
Sidërose.....	Sb <sup>2</sup> O <sup>3</sup> — Tl; I.	g
Smaltine.....	FeO, CO <sup>2</sup> — Tl, Op; I, grisâtre R.	h
Smithsonite.....	CoAs <sup>3</sup> — Blanc d'Étain.	i
Sodalithe.....	Calamine, ZnO, CO <sup>2</sup> — Tp, Tl, Gr, J, V, Br.	j
Soufre.....	12SiO <sup>2</sup> , 3Na <sup>2</sup> O, 3Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 2NaCl — Tp, Tl; I, V, Rosé	k
Spath d'Islande.....	S — Tp, Tl; J.	l
Spath Fluor.....	Syn. <i>Calcite</i> .	
Sphène.....	Syn. <i>Fluorite</i> .	
Spinel.....	CaO, SiO <sup>2</sup> , TiO <sup>2</sup> — Tp, Tl; I, J, Br.	m
Spodumène.....	MgO, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> — Tp; R Rose.	n
Stannine.....	Voyez <i>Triphane</i> .	o
Staurotide.....	2(Cu <sup>2</sup> , Fe, Zn)S, SnS <sup>2</sup> — Gris d'acier jauuâtre.	p
Stéatite.....	4(FeMg)O, 8Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 7SiO <sup>2</sup>	q
Stibine.....	Voyez <i>Talc</i> .	r
Stilbite.....	Sb <sup>2</sup> S <sup>3</sup> — Gris de plomb métallique.	s
Stromeyérine.....	CaO, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 6SiG <sup>2</sup> , 6H <sup>2</sup> O — Tp, Tl; I, J, R.	t
Strontianite.....	Ag <sup>2</sup> S, Cu <sup>2</sup> S — Gris d'acier foncé.	u
Strontiane sulfatée.....	SrO, CO <sup>2</sup> — Tp, Tl; I, J.	v
Succin.....	Syn. <i>Célestine</i> .	
Sylvane.....	C <sup>40</sup> H <sup>40</sup> O et ac. succinique. — Tp; J.	x
Sylvine.....	Tellure d'au et Ag — Gris d'acier J.	y
Tachydrite.....	KCl — Tp, I.	z
Talc.....	CaCl <sup>2</sup> , 2MgCl <sup>2</sup> , 12H <sup>2</sup> O — Tp, Tl; I, J.	a
Tantalite.....	3MgO, 4SiO <sup>2</sup> , H <sup>2</sup> O — Tl Nacré.	b
Tellure.....	FeO, Ta <sup>2</sup> O <sup>5</sup> — N de fer submét.	c
Tennantite.....	Tellure avec Au et Fe — Gris de fer.	d
Tétradymite.....	4Cu <sup>2</sup> As <sup>2</sup> S <sup>3</sup> — Gris de fer.	e
Tétraédrite.....	BiTe <sup>2</sup> — Gris d'acier.	f
Thomsonite.....	Syn. <i>Panabase</i> .	
Tiëmannite.....	(CaNa) <sup>2</sup> O, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 2SiO <sup>2</sup> , 5/2H <sup>2</sup> O — Tp, Tl; I, Rosé.	g
Titannite.....	HgSe — Gris d'acier.	h
	Syn. <i>Sphène</i> .	

## minéralogique (suite).

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline.
a	3,9—6,07	4,5—5	5	S	II <i>b'a</i> <sup>2</sup>
b	7,87—8,1	2,75—3	2	S Nitr.	II <i>b'a</i> <sup>2</sup>
c	5,39	3	2	S Nitr.	III <i>pb'</i> / <sub>2</sub> <i>g'</i>
d	2,2—2,3	5—5,5	2—2,5	S Géol.	IV <i>mg'h'</i> / <sub>2</sub>
e	3,1—3,3	3,5—4	2—3	S	III <i>h'g'h'</i> / <sub>2</sub>
f	2,25	2		SS	I <i>pa</i> <sup>2</sup>
g	5,22—5,30	3	Fus. Vol.	S	Ia <sup>1</sup>
h	3,83—3,88	3,5—4,5	4,5	S	VI <i>r</i>
i	6,3—7,2	5,5	Fus. C	S Nitr.	I <i>pa</i> <sup>1</sup>
j	4,4—4,5	5	I	S	VI <i>ra</i> <sup>1</sup>
k	2,27—2,29	5,5—6	3,5	S	I <i>pa'b'</i>
l	2,072	1,5—2,5	F111° brûl.	I	III <i>h'p</i>
m	3,4—3,56	5—5,5	3	S Sulf.	IV <i>pe'</i> / <sub>2</sub> <i>m</i> , etc.
n	3,52—3,57	8	II	I	I <i>a'</i>
o					
p	4,4—4,6	4	Fus. C	S Nitr.	I, II? <i>pb'</i>
q	3,4—3,8	7—7,5	I	I	III <i>mg'p</i>
r					
s	4,62	2	1	S	III <i>mp'g'</i>
t	2,1—2,2	3,5—4	2—2,5	S	III <i>g'ub'</i>
u	6,2—6,3	2,5—3	F	S Nitr.	III <i>pg'h'</i>
v	3,6—3,7	3,5—4	5	S	III <i>mpg'</i> , etc.
x	1,06—1,11	2—2,5	F287° brûle	I	O
y	7,5—8,3	1,5—2	Fus. C		III <i>mpa'</i>
z	1,9—2	2	2	SS	I <i>pa</i> <sup>1</sup>
a	"	"	1	SS	O
b	2,5—2,8	1—1,5	5	I	?
c	7—8	6—6,5	I	I	III <i>pg'm</i>
d	6,1—6,3	2—2,5	F Brûle	S Nitr.	VI <i>re'a'</i>
e	4,3—4,53	4	Fus. C. b	S Nitr.	I <i>b'a'</i>
f	7,4—8,2	1,5—2	Fus. C	S Nitr.	VI <i>ra'</i>
g	2,3—2,4	5—5,5	2b	S Géol.	III <i>mpg'</i>
h	7,1—7,37	2,5	Vol	"	?

Tableau

Noms.	Composition et caractères extérieurs.	
Topaze . . . . .	$\text{SiO}^4(\text{A}^2\text{F}^2)$ — Tp; J, Br, I, R.	a
Torbernite . . . . .	$2\text{PO}^4(\text{U}^6\text{O})^2\text{Cu} + 8\text{H}^2\text{O}$ — Tp, Tl; V.	b
Tourmaline . . . . .	Silicoborate d'Al avec Fe, Mg, Mn — NBrR, Tp, Tl.	c
Trémolite . . . . .	Syn. <i>Amphibole blanche</i> .	
Triphane . . . . .	$3(\text{Li}^2, \text{Na}^2, \text{Ca})\text{O}, 4\text{Al}^2\text{O}^3, 15\text{SiO}^2$ — Tl, Gr, V.	d
Triphylite . . . . .	(Mn, Fe) $\text{LiPO}^4$ — SubTl; Gr, V, Br.	e
Triplite . . . . .	(Mn, Fe) (MnFl) $\text{PO}^4$ — SubTl; Gr, V, Br.	f
Tripoli . . . . .	Silice hydratée (terre d'infusoires).	g
Turquoise . . . . .	$2\text{Al}^2\text{O}^3, \text{P}^2\text{O}^5 + 5\text{H}^2\text{O}$ — Op; Bl, BIV.	g
Ulexite . . . . .	Voyez <i>Hayésine</i> .	i
Ulmannite . . . . .	$\text{NiSSb}$ — Gris d'acier.	j
Uranite . . . . .	$\text{U}^6\text{O}^4$ — N Gris métallique.	k
Urao . . . . .	Trona $(\text{Na}^2\text{O})^2(\text{CO}^2)^2\text{O}^3$ ou $4\text{H}^2\text{O}$ — Tl; I.	l
Valentinite . . . . .	Exitèle. $\text{Sb}^2\text{O}^3$ — Tp, I, J.	m
Vauquelinite . . . . .	$3(\text{Pb}, \text{Cu})\text{O}, \text{Cr}^2\text{O}^3$ — SubTl; V, Br.	n
Vivianite . . . . .	$2\text{P}^2\text{O}^5, 3\text{FeO}, 8\text{H}^2\text{O}$ — Tl; indigo.	o
Volborthite . . . . .	Vanadate de Cu, Ca, $\text{H}^2\text{O}$ . — V.	p
Wad . . . . .	Oxydes de Mn avec Co et Cu. — N, Br.	q
Wagnérite . . . . .	$\text{PO}^4 \text{Mg}(\text{MgFl})$ — Tl, J.	r
Wavellite . . . . .	Hydrofluophosphate d'Al. — Tl, I, V, J.	s
Webstérite . . . . .	$\text{Al}^2\text{O}^3, \text{SO}^2, 9\text{H}^2\text{O}$ — Op, I.	t
Wernérite . . . . .	V. <i>Méionite, Paranthine, Dipyre, Couzéranite</i> .	u
Willémité . . . . .	$2\text{ZnO}, \text{SiO}^2$ — Tp, Op; J, V, I, Gr.	v
Wilhérite . . . . .	$\text{BaO}, \text{CO}^2$ . Tp, Tl; I, J.	x
Wolfram . . . . .	(Fe, Mn)O, $\text{WO}^3$ — Gris de Fer N.	y
Wolfsbergite . . . . .	$\text{CuSb}^2\text{S}^4$ — Gris de Plomb N.	z
Wollastonite . . . . .	$\text{CaO}, \text{SiO}^2$ — Tl; I, Gr, J.	a
Wulfénite . . . . .	$\text{PbO}, \text{MoO}^3$ — Tp, Tl; J Orangé.	b
Yttrotantalite . . . . .	Tantalate d'Y, Ca, Fe, UO — N.	c
Zéolithes . . . . .	Voyez <i>Mésotype, Scolésite, Analcime, Chabasie, Philipsite, Harmotome, Stilbite, Heulandite</i> .	d
Ziguéline . . . . .	Syn. <i>Cuprite</i> .	
Zinc carbonaté . . . . .	Syn. <i>Smithsonite</i> .	
Zincite . . . . .	Zinc silicaté = <i>Calamine</i> .	e
Zinckénite . . . . .	$\text{ZnO}$ — SubTl; R.	f
Zircon . . . . .	$\text{PbS}, \text{Sb}^2\text{S}^3$ — Gris d'acier.	g
Zoisite . . . . .	$\text{ZrO}^2, \text{SiO}^2$ . Tp, Tl, Op; R, Br, J, I.	h
Zorgite . . . . .	Composition de l'épidote — Tl; I, V, Gr, J. (Pb, Cu, $\text{Cu}^2$ ) Se — Gris de plomb rougeâtre.	i

minéralogique (suite et fin).

	Densité.	Dureté.	Fusibilité.	Solubilité.	Forme cristalline
a	3,4—3,65	8	1	I	III mg <sup>2</sup> b <sup>2</sup> p
b	3,4—3,6	2—2,5	2,5	S Nitr.	II pb <sup>2</sup> b <sup>1</sup>
c	2,94—3,3	7—7,5	3—6	I	VI r <sup>6</sup> d <sup>2</sup> e <sup>2</sup>
d	3,13—3,19	6,5—7	3 5	I	IV mh <sup>1</sup> g <sup>1</sup>
e	3,5—3,6	5	1,5	S	III mpg <sup>1</sup>
f	3,44—3,8	5—5,5	1,5	S	III ?
g					
h	2,6—2,83	6	I	S	
i					
j	6,3—6,5	5—5,5	Fus. C	S Nitr.	I pa <sup>1</sup>
k	6,4—8	5,5	6 à 1	S Nitr.	I pa <sup>1</sup> b <sup>1</sup>
l	2,11	2,5—3	1	SS	IV pma <sup>1</sup>
m	5,56	2,5—3	F Vol.	S	III g <sup>1</sup> me <sup>1</sup>
n	5,5—5,78	2,5—3	Fus. C	S Nitr.	IV
o	2,6—6,68	1,5—2	1,5	S	IV pmg <sup>1</sup>
p	3,55	3—3,5	Fus. C	S Nitr.	?
q	3—4,26	1—6	"	S	—
r	2,98—3,0	5—5,5	4	S	IV mph <sup>1</sup>
s	2,33	3—5	1	S	III ma <sup>1</sup> g <sup>1</sup>
t	1,66	1—2	1	S	O
u					
v	3,89—4,18	5,5	5	S Gél.	VI re <sup>1</sup> a <sup>1</sup>
x	4,29—4,35	3—3,75	2	S	III b <sup>1</sup> / <sub>2</sub> e <sup>1</sup> / <sub>2</sub> m
y	7,1—7,55	5—5,5	2 5—3	très peu S	IV mp <sup>1</sup> e <sup>1</sup> h <sup>1</sup>
z	4,75—5	3—4	Fus. C	S Nitr.	III mg <sup>1</sup>
a	2,8—2,9	4,5—5	4	S Gél.	IV mph <sup>1</sup>
b	6,3—6,9	3	1,5—2	S part.	II pb <sup>1</sup> mh <sup>2</sup>
c	5,4—5,9	5—5,5	I	I	III mpg <sup>1</sup>
d					
e	5,43—5,53	4—4,5	I	S Nitr.	VI pmb <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
f	5,3—5,35	3—3,5	2	S	III ma <sup>1</sup>
g	4,05—4,75	7,5	1	I	II mph <sup>1</sup> b <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
h	3,11—3,38	6—6,5	Fb	I	III mh <sup>1</sup> h <sup>2</sup> g <sup>1</sup>
i	7—7,5	2,5	Part. Fus. C	S Nitr.	?

## Principes dichotomiques

POUR LA RECONNAISSANCE DES SUBSTANCES MINÉRALES.

(Méthode de Dufrenoy).

« M. Lamarck, dit Dufrenoy, a introduit dans la botanique une méthode qui permet aux personnes les moins versées dans cette science de déterminer, presque immédiatement, les plantes dont les caractères sont bien tranchés ; cette méthode, à laquelle il a donné le nom de *dichotomique*, consiste à mettre en regard deux caractères contradictoires et à choisir entre ces deux caractères ; il dira, par exemple, en parlant des feuilles, *feuilles aiguës, feuilles rondes, feuilles dentées, feuilles unies en leurs bords*. En parlant des tiges : *tige rude au toucher, tige lisse au toucher*. L'examen et le choix de ces divers caractères sont faciles et laissent peu de doute à l'esprit. En étudiant ainsi chaque partie apparente d'une plante, l'élève arrive par l'analyse au nom qu'il cherche.

« J'ai pensé que l'application de ces principes dichotomiques à la minéralogie faciliterait beaucoup la détermination des espèces. L'étude des minéraux offre en effet des difficultés qui n'existent ni dans la botanique ni dans la zoologie, et qui tiennent à la différence de texture que présente une même substance, et surtout à l'inconstance des caractères propres à une même espèce, j'ai tâché de surmonter les obstacles que la minéralogie présente à la méthode analytique, en isolant les variétés principales et en considérant chacune séparément. La détermination des variétés compactes, surtout parmi les substances métalliques, nécessite souvent l'emploi d'essais chimiques : mais pour conserver à la minéralogie son caractère de science naturelle, j'ai toujours mis en première ligne les caractères extérieurs qui sont les plus faciles et les plus apparents ; je n'ai eu recours aux caractères chimiques que lorsque les premiers ont été insuffisants, et qu'il a été indispensable de chercher la nature d'un des éléments constitutifs du minéral que l'on veut déterminer,

« Ce mélange de caractères de natures diverses pourra peut-être être blâmé, j'en sens tout l'inconvénient ; mais il tient à la science même, et je prie les personnes qui se serviront de ma méthode, de se rappeler que les minéralogistes les plus distingués éprouvent souvent de l'embarras pour la détermination de certaines espèces, et qu'aucune méthode ne peut rendre le travail plus facile aux élèves qu'il ne l'est aux maîtres.

« J'ajouterai que l'emploi des caractères dichotomiques est en outre

plus difficile dans la minéralogie que dans la botanique, par la nature même des caractères; ainsi, l'un des principaux, la *crystallisation*, exige quelques connaissances en géométrie et l'*appréciation des formes*. On ne peut donc pas entreprendre la détermination des minéraux dès les premiers jours, comme cela a lieu pour les plantes. Il faut nécessairement faire précéder cet exercice par l'étude des principes de cristallographie.

« Quand on aura trouvé le nom d'un minéral par la méthode dichotomique, il faudra bien se garder de regarder la détermination comme complète; la fausse appréciation d'un caractère peut avoir fait dévier de la véritable route; il faudra alors chercher l'espèce, dans la partie descriptive de cet ouvrage, et comparer l'ensemble de ses caractères à ceux de l'échantillon que l'on vient de déterminer; ce sera seulement lorsque la description donnera une idée complète des caractères, que l'on pourra regarder le nom auquel la méthode a conduit comme exact. Dans le cas contraire, il sera nécessaire d'étudier à nouveau l'échantillon, pour en rectifier la détermination.

« Un exemple fera comprendre l'esprit de cette méthode, et en montrera en même temps l'application.

« Je supposerai qu'on ait à déterminer un échantillon de *plomb sulfuré* en masse lamelleuse: cette substance présente un éclat métallique, elle est d'un gris bleuâtre, clair; elle possède trois clivages faciles, égaux et perpendiculaires entre eux; sa pesanteur spécifique est considérable.

	<i>Le n° 1 de la méthode porte :</i>	
	Substances se présentant à l'état solide. . . . .	2
	— — — — — liquide . . . . .	1 253
	— — — — — visqueux. . . . .	1 255
	<i>Le plomb sulfuré étant à l'état solide, je cherche le n° 2.</i>	
3.	Minéraux cristallisés, ou cristallins . . . . .	4
	— — — — — amorphes. . . . .	5
	<i>Ce minéral appartient à la première catégorie.</i>	
4.	En cristaux déterminables. . . . .	8
	En masses cristallines. . . . .	2
	<i>L'échantillon est supposé cristallin.</i>	
9.	En masse lamelleuse, lamellaire, saccharoïde ou grenue. . . . .	403
	Lamellaire, fibreuse, droite ou rayonnée, réticulée ou croisée. . . . .	639
	<i>Il est en masse lamelleuse.</i>	
403.	Distinctement lamelleuse. . . . .	405
	Lamellaire, saccharoïde ou grenue. . . . .	404
	<i>Le plomb sulfuré est distinctement lamelleux.</i>	
405.	Substance ayant un éclat métallique, demi-métallique ou métalloïde. . . . .	406
	Substance ayant l'aspect pierreux. . . . .	446
	<i>Son éclat est métallique.</i>	

406.	Éclat métallique prononcé. . . . .	407
	Éclat simplement métalloïde. . . . .	436
	<i>L'éclat métallique est très prononcé.</i>	
407.	Couleur gris d'étain, de plomb ou de fer . . . . .	408
	— de bronze, attirable à l'aimant.	
	<b>Pyrite magnétique.</b>	
	<i>La couleur est gris de plomb.</i>	
408.	Substance très lamelleuse, du moins dans une direction, et de laquelle on peut extraire un solide de clivage, ou lever des plaques. . . . .	409
	Lamelleuse avec difficulté. . . . .	429
	<i>Le plomb sulfuré donne par la plus légère percussion de petits fragments cubiques.</i>	
409.	Tendre, tachant les doigts, ou laissant au moins des traces sur le papier. . . . .	410
	Ne laissant aucune trace sur le papier, quand on la passe légèrement dessus. . . . .	412
	<i>Le plomb sulfuré ne tache pas les doigts.</i>	
412.	Couleur gris de plomb, gris d'étain ou blanc d'argent. . . . .	413
	Gris de fer, ou gris d'acier, foncé. . . . .	421
	<i>Il est gris de plomb.</i>	
413.	Gris très-clair, analogue à l'argent, ou s'en rapprochant par sa couleur. . . . .	414
	Gris bleuâtre, analogue à la couleur du plomb. . . . .	415
415.	Possédant plusieurs clivages très faciles. . . . .	416
	Un seul clivage facile. . . . .	419
416.	Trois clivages menant au cube. . . . .	417
	Plus de trois clivages, substance très fusible, donnant une odeur d'antimoine. . . . .	417
	<b>Antimoine natif.</b>	

« J'ai annoncé que le *plomb sulfuré* possédait trois clivages faciles, c'est donc la première partie des caractères dichotomiques du n° 416 qu'il faut choisir. Pour s'assurer si l'on ne s'est pas trompé dans le choix des caractères, il est nécessaire, ainsi que je l'ai déjà indiqué, de revenir à la description de cette espèce, et de la comparer à l'échantillon.

« Je remarque que le n° 416 porte **plomb sulfuré** ou 417. Cette double indication tient à ce que les deux autres espèces, le *plomb séléniuré* et le *séléniure de plomb et de mercure* ont également des clivages cubiques, et que, sous ce rapport, elles pourraient se confondre avec le *plomb sulfuré* : le n° 417 rappelle l'essai au chalumeau qui permet de distinguer ces différentes substances entre elles ; mais les deux dernières espèces étant très rares, on peut presque toujours se dispenser de l'essai au chalumeau. C'est par cette raison que j'ai indiqué de suite le *plomb sulfuré* qui correspond à presque tous les échantillons, ayant l'éclat métallique d'un gris de plomb, et dont les clivages, au nombre de trois, sont tous perpendiculaires entre eux. »

## Principes Dichotomiques

POUR LA RECONNAISSANCE DES SUBSTANCES MINÉRALES.

( Méthode Dufrenoy ).

1.	Substances se présentant à l'état solide. . . . .	2
	— — — liquide. . . . .	1.253
	— — — visqueux. . . . .	1.255
2.	En fragments plus ou moins considérables. . . . .	3
	En rognons, en nodules, en grains cristallins, en grains arrondis, en sables ou en matières pulvérulentes. . . . .	1.207
3.	Minéraux cristallisés ou cristallins . . . . .	4
	— amorphes. . . . .	5
4.	En cristaux déterminables . . . . .	8
5.	En masses cristallines . . . . .	9
5.	Assez durs et à texture compacte . . . . .	6
	En masses tendres et terreuses . . . . .	7
6.	Possédant un éclat métallique ou métalloïde. . . . .	867
	Sans éclat métallique . . . . .	933
7.	Terreuses, tachant les doigts, s'écrasant par la plus légère pression, ou formant une poussière adhérente à la sur- face d'autres minéraux qui l'on produite par leur décom- position . . . . .	1.114
	En morceaux solides mais tendres, ne tachant cependant pas les doigts, et ne laissant aucune trace sur le papier. . . . .	1.126
8.	Cristaux en formes régulières de la géométrie ou déri- vant du système régulier . . . . .	10
	— En octaèdre à base carrée, ou dérivant de ce système. . . . .	106
	— En rhomboèdres, ou se rapportant au système rhom- boédrique. . . . .	150
	En octaèdre à base rectangle, ou dérivant de ce système. . . . .	225
	En cristaux se rapportant au prisme oblique symétrique. . . . .	316
	En cristaux appartenant au système du prisme oblique non symétrique. . . . .	392
9.	En masses lamelleuses, lamellaires, saccharoïdes ou gre- nues — Concrétionnées, fibreuses, droites, rayonnées, ré- ticulées ou croisées, baccillaires . . . . .	403 636
MINÉRAUX CRISTALLISÉS DANS LE SYSTÈME RÉGULIER		
10.	Possédant l'éclat métallique, demi-métallique ou métal- loïde. . . . .	11

	Sans éclat métallique, aspect pierrenx. . . . .	55
11.	En tétraèdre . . . . .	12
	En octaèdre. . . . .	15
	En cube. . . . .	32
	En dodécaèdre rhomboïdal régulier. . . . .	38
	En dodécaèdre pentagonal. . . . .	46
	En icosaèdre. . . . .	46
	En cristaux réguliers, diversement modifiés. . . . .	48
12.	Substance d'un jaune de laiton. <b>Pyrite cuivreuse</b>	
	Le tétraèdre de la pyrite cuivreuse n'appartient pas au système régulier. Je l'ai néanmoins mis à cette place, parce que sa forme paraît régulière à l'œil et qu'on pourrait être induit en erreur pour sa détermination. Voir la description de cette espèce.	
	—Grise. . . . .	13
13.	Gris: éclat métallique très prononcé. . . . .	14
	D'un gris foncé: éclat demi-métallique, ou métalloïde, avec reflets jaunâtres ou brun-rougeâtre, cassure lamelleuse. . . . .	<b>Blende</b>
14.	Gris très clair; cassure conchoïde, éclatante.	
	<b>Cuivre gris.</b>	
	Gris noirâtre, cassure grenue. . . . .	<b>Tenantite</b>
	Blanc d'argent. . . . .	<b>Argent natif</b>
15.	Substance jaune. . . . .	16
	— rouge de cuivre. . . . .	<b>Cuivre natif.</b>
	— grise. . . . .	13
	— verte. . . . .	<b>Cuivre oxydulé</b>
	La couleur verte que présentent certains cristaux de cuivre oxydulé est due à du cuivre carbonaté vert, qui forme une couche sur leur surface.	
16.	Ductile et jaune d'or . . . . .	<b>Or natif</b>
	Non ductile. . . . .	17
17.	Jaune de laiton pâle, faisant feu au briquet. <b>Pyrite de fer</b>	
	Jaune verdâtre, ne faisant pas feu au briquet.	
	<b>Pyrite cuivreuse</b>	
	L'octaèdre de cette dernière substance n'appartient pas au système régulier; on l'a cependant classé ici dans ce système pour être conséquent avec ce qui a été dit n° 12.	
18.	Grise, avec des reflets rouge-cochenille, et présentant une cassure lamelleuse. . . . .	<b>Cuivre oxydulé</b>
	Gris plus ou moins foncé. . . . .	19
19.	Possédant un éclat métallique prononcé. . . . .	20
	Demi-métallique, ou métalloïde, avec reflet jaune-verdâtre, et cassure lamelleuse. . . . .	<b>Blende</b>
20.	Ductile. . . . .	
	Aigre, s'égrenant quand on le raye . . . . .	22

	Dur . . . . .	24
21.	Se laissant couper au couteau . . . . . <b>Argent sulfuré.</b> S'étendant sous le marteau mais en se gerçant ; pesant- leur spécifique considérable. . . . . <b>Platine natif.</b>	
22.	A cassure lamelleuse. . . . .	23
	A cassure conchoïde, ou grenue. . . . .	26
23.	Gris clair, très brillant, se séparant facilement par le clivage en petits cubes. . . . . <b>Plomb sulfuré.</b> Gris bleuâtre, indistinctement lamelleux, donnant au cha- lumeau la réaction du sélénium. <b>Séniure de plomb.</b>	
24.	Attirable à l'aimant. . . . .	25
	Non attirable. . . . .	28
25.	Légèrement attirable, poussière brune. <b>Franklinite.</b>	

Cette substance est ordinairement accompagnée de zinc oxydé manganésifère, remarquable par sa couleur rouge.

**Fortement attirable, poussière noire. . Fer oxydulé.**

Le fer oxydulé contient, dans certains cas, du titane. Pour distinguer avec certitude la variété titanifère, il faut faire un essai au chalumeau. Le gisement donne cependant une forte présomption : les amas de fer oxydulé sont ordinairement purs, ainsi que les cristaux disséminés dans les roches talqueuses. Le fer oxydulé en sable des côtes de la Bretagne est titanifère ; il en est de même de celui des volcans.

26.	Donnant au chalumeau des fumées blanches abondantes, et une odeur arsenicale. . . . .	27
	<i>Id.</i> pas de fumée, une odeur sulfureuse. . . . .	31

Les deux substances auxquelles se rapportent les caractères sous le n° 31 étant très rares, on peut presque toujours se dispenser de l'essai indiqué par le n° 26.

27.	Gris très clair, à cassure conchoïde. . . . . <b>Cuivre gris.</b> Gris foncé, presque noire, à cassure grenue. <b>Tenantite.</b>	
28.	Lamelleux : donnant une odeur arsenicale par l'action du chalumeau. . . . . <b>Cobalt gris.</b> Non lamelleux. . . . .	29
29.	Fusible ou donnant des fumées blanches par l'action du chalumeau . . . . .	30
30.	Inaltérable au chalumeau sans addition. <b>Fer chromé.</b> Fondu avec le borax donne un verre bleu.	

**Cobalt arsenical.**  
*Id.* donne un verre rouge sombre . . . . **Nickel gris.**

Le nickel contient fréquemment du cobalt ; la couleur du verre de borax ne suffit pas alors pour distinguer le *nickel gris* du *cobalt arsenical* ; il faut faire un essai par l'acide nitrique. Du reste, dans la plupart des cas, l'aspect seul de l'échantillon indique sa nature. Le nickel gris est fort rare à l'état cristallin.

31.	Minéral donnant avec le borax un verre bleu. <b>Cobalt sulfuré.</b>	
-----	--	--

	Minéral donnant un verre violet et gris.	
	<b>Manganèse sulfuré.</b>	
32.	Substance d'un jaune de laiton. . . . .	<b>Pyrite de fer.</b>
	— grise. . . . .	33
33.	Grise avec des reflets et poussière rouge cochenille.	
	<b>Cuivre oxydulé.</b>	
	<i>Id.</i> sans reflet, poussière grise. . . . .	34
34.	Lamelleuse. . . . .	35
	Cassure grenue ou conchoïde. . . . .	36
35.	Très lamelleuse, donnant par le clivage des cubes distincts ; peu dur. . . . .	<b>Plomb sulfuré.</b>
	Lamelleuse ; dure, ne donnant que très difficilement des fragments cubiques. . . . .	<b>Cobalt gris.</b>
36.	Ductile, prenant de l'éclat par la raclure. . . . .	37
	Aigre, faisant feu au briquet. . . . .	<b>Cobalt arsenical.</b>
37.	Formant des copeaux, quand on la coupe avec un couteau.	
	<b>Argent sulfuré.</b>	
	S'égrenant, mais ductile. . . . .	<b>Phillipsite.</b>
38.	Blanc d'argent, tendre, mais non ductile.	
	<b>Mercure argenté.</b>	
	Jaune de laiton. . . . .	<b>Pyrite de fer.</b>
	Gris plus ou moins foncé. . . . .	39
39.	Éclat métallique très-prononcé. . . . .	40
	Éclat demi-métallique. . . . .	45
40.	Gris d'étain, ou gris bleuâtre clair . . . . .	41
	Gris d'acier, gris de fer. . . . .	42
41.	Gris bleuâtre, cassure lamelleuse. . . . .	<b>Plomb sulfuré.</b>
	Gris d'étain, cassure grenue. . . . .	<b>Cobalt arsenical.</b>
42.	Substance dure, rayant le verre avec difficulté ; attirable à l'aimant . . . . .	<b>Fer oxydulé.</b>
	— Peu dure, non attirable. . . . .	43
43.	Ductile, se laissant couper au couteau. . . . .	44
	Aigre et cassant. . . . .	<b>Cuivregris u Argent sulfuré.</b>
44.	Donnant l'odeur d'arsenic par la percussion. <b>Tenantite.</b>	
	Point d'odeur arsenicale par la percussion. <b>Cuivre gris.</b>	
45.	Très lamelleux, avec reflets jaunes, verdâtres ou bruns.	
	<b>Zinc sulfuré.</b>	
	<i>Id.</i> , avec reflets et poussière rouge cochenille.	
	<b>Cuivre oxydulé.</b>	
46.	Jaune de laiton. . . . .	<b>Pyrite.</b>
	Gris d'acier. . . . .	<b>Cobalt gris.</b>
48.	Jaune. . . . .	49
	Gris plus ou moins foncé. . . . .	50
	Jaune d'or . . . . .	<b>Or natif.</b>
49.	Jaune de laiton pâle ; faisant feu au briquet. <b>Pyrite.</b>	

Jaune verdâtre, ne faisant pas feu au briquet.

**Pyrite de cuivre.**

Nous rappellerons encore ici que la pyrite de cuivre ne cristallise pas dans le système régulier; mais le peu de différence dans l'angle de l'octaèdre de cette substance et de l'octaèdre régulier pourrait faire naître une confusion, et nous avons cru devoir l'indiquer à cette place.

50.	Minéral ayant un éclat métallique prononcé. . . . .	51
	Simplement métalloïde, avec reflets verdâtres, jaunâtres, et clivages faciles . . . . . <b>Zinc sulfuré.</b>	
51.	Lamelleux. . . . .	52
	Non lamelleux. . . . .	53
52.	Très lamelleux, suivant trois faces, et donnant par la cassure des fragments cubiques. . . . . <b>Plomb sulfuré.</b>	
	Difficilement lamelleux. . . . . <b>Cobalt gris.</b>	
53.	Donnant par le choc du marteau une odeur arsenicale prononcée. . . . .	54
	Pas d'odeur arsenicale par la percussion. <b>Cuivre gris.</b>	
54.	Donne avec le borax un verre bleu. <b>Cobalt arsenical.</b>	
	<i>Id.</i> , un verre coloré en vert émeraude ou en rouge brique, suivant le degré d'oxydation. . . <b>Tenantite.</b>	
L'essai par l'acide nitrique est également concluant : dans le premier cas, la liqueur est colorée en rose; dans le second, en vert.		
55.	Cristallisant en tétraèdre. . . . .	56
	— en octaèdre. . . . .	58
	— en cube . . . . .	69
	— en dodécaèdre rhomboïdal. . . . .	76
	— en trapézoèdre. . . . .	90
	— en formes régulières, diversement modifiées. . . . .	98
56.	Cristaux transparents, incolores, ou d'un blanc laiteux. <b>Boracite.</b>	
	Opaques. . . . .	57
57.	D'un jaune de miel, à faces légèrement courbes, et d'un éclat résineux. . . . . <b>Helvine.</b>	
	D'un brun de girofle, ou brun rouge. <b>Silicate de bismuth.</b>	
58.	Minéraux durs et rayant le verre. . . . .	59
	Ne rayant pas le verre. . . . .	63
59.	Cristaux diaphanes. . . . .	60
	Cristaux opaques. . . . .	61
60.	Incolores, ou légèrement colorés en jaune; à faces souvent courbes: éclat adamantin. . . . . <b>Diamant.</b>	
	Colorés en rose violet; faces planes et très brillantes. <b>Spinelle.</b>	
61.	D'un noir foncé, faces brillantes. <b>Pléonaste.</b>	
	<i>Spinelle noir.</i> . . . . .	62
	D'un vert plus ou moins prononcé . . . . .	

62. D'un vert bouteille ; faces brillantes ; cristaux atteignant quelquefois plus d'un pouce de diamètre. *Spinelle vert.*  
**Ceylanite.**  
D'un vert grisâtre, faces ternes ; ayant un éclat légèrement métalloïde. *Spinelle zincifère.* **Gahnite.**
63. Soluble dans l'eau, ayant un goût astringent. **Alun.**  
Insoluble. . . . . 64
64. Minéraux diaphanes, ou du moins complètement translucides. . . . . 65  
Opaques ou légèrement translucides. . . . . 66
65. Présentant des clivages très nets parallèlement aux faces de l'octaèdre. . . . . **Chaux fluatée.**  
Cassure vitreuse. . . . . **Glottalite.**  
Cette dernière substance n'a été trouvée que dans un seul gisement, à Glotta, sur les bords de la Clyde. Sa grande rareté fait présumer que presque tous les cristaux remplissant les caractères indiqués par le n° 64 appartiennent à la chaux fluatée.
66. Légèrement translucide, donnant des reflets et une poussière rouge cochenille. . . . . **Cuivre oxydulé.**  
Opaques. . . . . 67
67. Cristaux verts, du moins extérieurement.  
**Cuivre oxydulé.**  
D'un brun plus ou moins foncé, quelquefois ayant l'aspect résineux. . . . . 68  
Les cristaux de cuivre oxydulé présentant le caractère indiqué dans le n° 61 ont été altérés, et leur surface est passée à l'état de cuivre carbonaté ; mais, dans leur cassure, ils possèdent la couleur rouge cochenille caractéristique de cette espèce.
68. Cristaux engagés, dans de la chaux carbonatée. **Dysluite.**  
Disséminés dans la siénite zirconienne. **Pyrochlore.**  
Lorsque ces deux substances sont en cristaux isolés, et qu'elles sont pures, la couleur de la poussière suffit pour les distinguer. Celle de la *dysluite* est d'un jaune ferrugineux, tandis que le *pyrochlore* donne une raclure d'un brun clair. Lorsqu'elles sont impures, il faut avoir recours à la cassure ; la première de ces deux substances possède un clivage prononcé ; la cassure de la seconde est conchoïde.
69. Soluble dans l'eau, donnant sur la langue la saveur du sel.  
**Sel gemme.**  
Insoluble dans l'eau. . . . . 70
70. Diaphanes ou fortement translucides. . . . . 71  
Opaques . . . . . 75  
Cristaux assez volumineux, donnant une poussière blanche par la raclure . . . . . 72  
Presque microscopiques, prenant l'éclat par la raclure, et se laissant couper au couteau. . . . . 74  
Tronqués sur leurs angles d'une manière non symétrique toujours très petits . . . . . **Boracte.**  
Sans troncature, ou modifiés régulièrement. . . . . 73

73. Incolore, jaune de miel, violet ou vert avec reflets violets ;  
clivage facile sur les angles du cube. **Chaux fluatée.**  
Vert bouteille, point de clivage. **Fer arséniaté.**
74. Très fusible, colorant la flamme du chalumeau en rouge  
pourpre. . . . . **Iodure d'argent.**  
Très infusible, ne colorant pas la flamme.  
**Chlorure d'argent.**
75. Cristaux assez volumineux, d'un blanc mat ou rosé,  
portant ordinairement une troncation triple sur les  
angles ; adhérant à une roche porphyrique.  
**Analcime.**  
Cristaux très petits, d'un bleu violet, adhérents sur du  
quartz hyalin. . . . . **Yttrocérite.**
76. Cristaux d'un beau bleu. . . . . 77  
Incolores ou diversement colorés. . . . . 78
77. Substance vitreuse hyaline, en petits cristaux engagés  
dans une roche volcanique. . . . . **Hauyne.**  
Substance pierreuse, opaque, ordinairement associée  
à du carbonate de chaux. . . . . **Ötremmer.**
78. Cristaux rayant le verre avec facilité. . . . . 79  
Ne rayant pas le verre, ou du moins très difficilement.  
**Silicate de bismuth.**
79. Cristaux nets et brillants, couleur vive. . . . . 80  
Cristaux de couleur claire, d'un gris sale, blanc verdâ-  
tre, ou bleu grisâtre, rarement nets, et souvent mats. 88
80. D'un noir foncé . . . . . 81  
Diversement colorés . . . . . 82
81. Infusible ; très dur, raye le grenat.  
*Spinelle noir, Pléonaste.*  
Fusible. *Grenat ferrugineux, Mélanite* ou *Pyrénéite.*
82. Violet, ou rouge plus ou moins foncé . . . . . 83  
Brun, vert, verdâtre, ou vert jaunâtre . . . . . 85
83. D'un beau violet grenat . . . . . **Grenat almadin.**  
D'un rouge assez clair. . . . . 84
84. Donnant avec la soude, une réaction très marquée de  
manganèse. *Grenat manganésien, Spessartine.*  
Ne donnant pas la réaction du manganèse.  
**Grenat ferro-calcâtre**
85. Brun, ou de couleur hyacinthe . . . . . 86  
Vert, verdâtre, ou vert jaunâtre . . . . . 87
86. Avec des stries suivant les petites diagonales des rhombes.  
(**Aplôme**, variété de *grossulatre*.)  
Sans stries ; cristaux demi transparents.  
(**Essonité**, variété de *grossulatre*.)
87. D'un vert groseille ou d'un jaune verdâtre.  
**Grenat grossulatre.**

- D'un vert émeraude. Grenat cuprifère. **Ouwarovite.**
88. Substance verdâtre ne donnant pas d'eau par la calcination . . . . . **Sodalite** 89
89. Substance d'un gris clair, gris de perle. . . . .
- Donnant par la calcination une forte proportion d'eau, environ 10 p. 0/0 . . . . . **Ittnérite.**
- Donnant difficilement une faible proportion d'eau par la calcination, au plus 2 p. 0/0 . . . . . **Spinellane.**
90. Soluble dans l'eau; goût urinaire.
- Ammoniaque chloruré.**
- Insoluble . . . . . 91
91. Cristaux diaphanes et incolores, ou d'un blanc laiteux et d'un gris clair . . . . . 92
- Simplement translucides, opaques et de couleur vive plus ou moins foncée . . . . . **Grenats.** 93
- Les caractères indiqués par le n° 91 conduisent à la détermination du nom de l'espèce, ce qui suffit dans la plupart des cas; mais lorsqu'on veut reconnaître la variété de *grenats* à laquelle appartient l'échantillon qu'on étudie, il faut pousser plus loin l'analyse au moyen du n° 93.
92. Ne donnant pas d'eau par la calcination, infusible au chalumeau . . . . . **Amphigène.**
- Donnant de l'eau, et fusible au chalumeau. **Analcime.**
93. Noir, violet ou rouge, ou moins foncé . . . . . 94
- Vert, verdâtre, vert jaunâtre . . . . . 97
94. Noir ou presque noir . . . . . **Mélanite.**
- Violet ou rouge plus ou moins foncé. . . . . 95
95. D'un beau violet. . . . . **Grenat almandin ou syrien.**
- Rouge assez clair. . . . . 96
96. Donnant avec la soude une réaction très marquée de manganèse. *Spessartine* ou **Grenat manganésien.**
- Ne donnant pas la réaction du manganèse.
- Grenat ferro-calcaire.**
97. Vert groseille, ou d'un vert jaunâtre, quelquefois teinté de rouge. . . . . **Grenat grossulaire.**
- D'un beau vert émeraude. *Grenat cuprifère*; **Ouwarovite.**
98. Soluble dans l'eau; goût fortement astringent. **Alun.**
- Insoluble. . . . . 99
99. Cristaux irrégulièrement modifiés. . . . . **Boracite.**
- Régulièrement modifiés. . . . . 100
100. Diaphane, au moins en partie. . . . . 101
- Opagues, ou simplement translucides. . . . . 104
101. Rayant le verre. . . . . 102
- Rayé par une pointe d'acier. . . . . 103
102. Affectant la forme générale d'un octaèdre très modifié, et dont les faces sont arrondies. . . . . **Diamant.**
- Cristaux très petits, sous la forme de dodécaèdres rom-

boïdaux, tronqués sur les angles correspondant au cube.

- Rhodizite.**
103. Cristaux d'apparence cubique, possédant des clivages faciles. . . . . **Chaux fluatée.**  
Se rapprochant du trapézoèdre, et ayant une cassure conchoïde. . . . . **Analcime.**
104. Cristaux de couleur claire, blanc laiteux, ou gris verdâtre. 405  
De couleur vive plus ou moins foncée. . . **Grenats.** 9

Voir la remarque du n° 91.

105. Blanc laiteux, cristaux bien déterminés. . **Analcime.**  
Gris verdâtre, cristaux ordinairement peu nets. **Sodalite.**

MINÉRAUX CRISTALLISÉS DANS LE SYSTÈME DU PRISME A BASE CARRÉE

106. Ayant l'éclat métallique. . . . . 107  
Présentant l'aspect d'une substance pierreuse. . . . 112
107. Ayant la forme d'un octaèdre . . . . . 108  
— d'un prisme à base carrée, surmonté d'un pointement à quatre faces. . . . . 110
108. Cristaux complets isolés, ou disséminés sur la surface d'une roche ancienne, avec des cristaux de quartz et de feldspath . . . . . **Anatase.** 109  
Adhérent à une masse métalloïde. . . . .
109. Dure, rayant le verre, et donnant une poussière brune. **Braunite.**  
Rayant la chaux fluatée, mais non le verre ; donnant une poussière d'un rouge brunâtre. . . **Hausmanite.**
110. En cristaux aciculaires, mais dont la forme est cependant visible. . . . . **New kirchite.**  
En cristaux distincts. . . . . 111
111. Adhérents à une masse métalloïde. . . . . 109  
Associés à du manganèse carbonaté rose et du zinc sulfuré. Cristaux lamelleux. **Tellure natif auro-plombifère.**
112. En cristaux octaèdres. . . . . 113  
En prismes à 4 ou 8 faces, surmontés d'un pointement à 4 ou 8 faces, quelquefois tronqué au sommet. . . . 120
113. Hyalin blanc laiteux, d'un gris verdâtre ou jaunâtre sale. 114  
Jaune, rouge orangé, ou rouge hyacinthe. . . . . 115  
Noir, brun, ou brun jaunâtre . . . . . 119
114. Cristaux en octaèdres, très brillants, ayant une pesanteur spécifique égale au plus à 30 . . . . **Faujasite.**  
Pesanteur spécifique égale au moins à 60. . . . . 149
115. Jaune ou rouge orangé. . . . . 116  
Rouge hyacinthe, tirant sur le brun. . . . . 118
116. Jaune. . . . . 117  
Rouge orangé. . . . . **Plomb molybdaté.**

Cette variété contient de l'acide chromique.

117. Substance ayant une pesanteur spécifique faible et brûlant avec flamme et résidu. . . . . **Mellite.**  
— Pesanteur spécifique considérable; fusible, donnant du plomb. . . . . **Plomb molybdaté.**
118. Infusible; cristaux mal conformés, lamelleux, associés à une roche feldspathique. . . . . **Ytria phosphatée.**  
Petits cristaux, engagés dans une masse grenue de même nature; fusibles; associés au manganèse. **Roméline.**
119. En cristaux assez nets, quoique fort petits, ordinairement tronqués au sommet; associés à du quartz et à du feldspath: infusibles au chalumeau. . . . . **Fergusonite.**  
En cristaux imparfaits, cassure grenue; décrépite sans se fondre. . . . . **Yttrotantalite.**

Ces deux dernières espèces sont très difficiles à distinguer l'une de l'autre; pour y parvenir, il faut étudier à la fois l'ensemble de leurs caractères. Elles sont du reste toutes deux fort rares.

120. Minéraux hyalins d'un blanc laiteux, ou d'un gris très clair; ayant un éclat assez vif. . . . . 124  
Cristaux de couleur plus ou moins vive, mais jamais blancs. 136
121. Pesanteur spécifique moyenne de 22 à 30 au plus; éclat souvent nacré; cristallisation bien distincte. . . . . 122  
Pesanteur spécifique considérable, au moins 66; éclat vif et adamantin; substance en général mal cristallisée. . . . . 135
122. Cristaux hyalins, ou du moins fortement transparents . . . . . 123  
— d'un blanc laiteux. . . . . 126
123. Très brillants, presque toujours époinés; quelquefois même ayant la forme d'un prisme carré, sans modifications. Clivage très facile, suivant la base. . . . .  
**Apophyllite.** 124  
En prismes avec pointement à quatre faces non époinées.
124. Faces du prisme, brillantes et lisses. . . . . **Mélonite.** 125  
Faces du prisme striées parallèlement à l'axe. . . . .
125. Cristaux assez nets, dans lesquels on distingue facilement les faces. . . . . **Mésotype.**  
Cristaux aciculaires. . . . . **Scolézite.**

La différence indiquée sous ce numéro, quoique générale, n'est pas absolue. Il existe de la mésotype en aiguilles, et réciproquement, on connaît quelques échantillons de scolézite en cristaux discernables. Pour être plus sûr de la détermination de l'échantillon qu'on examine, il faut donc consulter, autant que possible, la localité d'où il provient et la nature de la roche qui lui sert de gangue; enfin, ces deux substances étant solubles dans les acides, on pourra constater facilement la présence de la chaux, caractère sur lequel a été basée la séparation de la scolézite et de la mésotype.

Des travaux récents ont appris que les formes primitives de la mésotype et de la scolézite sont des prismes rhomboïdaux obliques; mais leurs angles sont tellement

rapprochés de l'angle droit, que nous avons cru devoir laisser figurer ces deux espèces dans cette partie de la méthode.

126. Substance rayant le verre . . . . . 127  
 Ne rayant pas le verre. . . . . 128
127. Petits cristaux octogones, fusibles, en verre bulleux, disséminés dans une roche talqueuse . . . . . **Dipyre.**  
 Infusibles au chalumeau. . . . . **Géhlénite.**
128. Prisme à quatre faces, sans modification; clivage facile, suivant la base . . . . . **Apophyllite.**

Variété connue sous la nom d'*albine*.

- Prisme à quatre ou à huit faces, avec un pointement à quatre faces . . . . . 129
129. Présentant des angles rentrants, par suite du croisement de deux cristaux, suivant l'axe . . . . . 133  
 Sans angles rentrants . . . . . 130
130. Rayant l'apatite . . . . . 131  
 Rayée par l'apatite . . . . . 134
131. Éclat nacré, couleur d'un blanc laiteux . . . . . 132  
 Éclat gras très prononcé; difficilement lamelleux, suivant les faces du prisme; cassure esquilleuse. **Paranthine.**
132. Cristaux nets; prisme à quatre faces surmonté d'un pointement placé sur les angles . . . . . 133  
 Cristaux rarement nets; deux clivages faciles, suivant les faces du prisme. . . . . **Nuttalite.**
133. Substance soluble dans les acides, donnant un précipité de baryte par l'acide sulfurique. **Harmotôme.**  
 Soluble dans les acides; pas de précipité par l'acide sulfurique . . . . . **Gismondine.**

La *gismondine* est beaucoup moins abondante que l'*harmotôme*. On pourra donc fréquemment s'exempter de ce dernier essai, surtout si la localité de l'échantillon que l'on détermine est connue.

134. Cristaux bien nets, terminés par un pointement fort obtus, tapissant un petit filon dans le gneiss . . . . . **Beaumontite.**  
 Petits cristaux à huit pans, agglomérés, tapissant les cavités d'une roche chloriteuse . . . . . **Margarite.**
135. Entièrement volatil sur le charbon. **Mercure chloruré.**  
 Fusible et donnant un bouton de plomb métallique. . . . . **Plomb chloro-carbonaté.**
136. Cristaux présentant dans leur intérieur des lignes ou des dessins parallèles aux faces du prisme, ou aux lignes diagonales, tantôt plus foncées, tantôt plus claires que la masse du cristal. . . . . **Macle.**  
 Cristaux homogènes et sans dessins. . . . . 137

Les *maclés* cristallisent dans un prisme rhomboïdal sous l'angle de 91° environ; mais leur forme étant carrée à l'œil, on les a mises à cette place pour qu'il ne puisse y avoir d'erreur dans leur détermination.

137. Cristaux aplatis . . . . . 133  
Cristaux plus ou moins allongés . . . . . 141
138. Très aplatis, presque lamellaires, comme le mica . . . . . 139  
Ayant une certaine épaisseur, et dans lesquels on distingue facilement les faces du pointement . . . . . 141
139. D'un beau vert émeraude . . . . . **Chalcolite.**  
D'un jaune de soufre doré . . . . . **Uranite.**
140. Cristaux jaunes . . . . . **Plomb molybdaté.**  
*Id.*, orangé rouge. **Plomb molybdaté chromifère.**
141. Substances ayant une pesanteur spécifique considérable, au moins 60 . . . . . 142  
Pesanteur spécifique moyenne, de 30 à 36 . . . . . 143
142. Cristaux fort brillants, d'un brun plus ou moins foncé, maclés, et souvent très dur . . . . . **Étain oxydé**  
Cristaux d'un rouge brunâtre, donnant une poussière rouge: peu durs et lamelleux . . . . . **Titane oxydé.**
143. Petits cristaux jaune de miel, disséminés dans une roche volcanique . . . . . **Mellitite.**  
Rouge ou rose . . . . . 144  
Brun, brun rougeâtre, vert jaunâtre, vert olive, quelquefois d'un beau bleu . . . . . 145
144. Rouge. Cristaux allongés, rarement terminés; associés avec de l'amphibole; cassure lamelleuse; éclat gras **Parenthine rouge.**  
Rose clair; cassure esquilleuse; surface des cristaux ordinairement recouverte d'un enduit de mica. Substance très dure. . . . . **Andalousite.**
- L'andalousite* cristallise sous la forme du prisme rhomboïdal droit dont l'angle est de 91°; sa grande analogie avec le prisme à base carrée l'a fait admettre à cette place dans la méthode dichotomique.
145. Substance très dure, rayant le verre avec facilité . . . . . 146  
Pen dure, ne rayant pas le verre. . . . . 148
146. Cristaux cylindroïdes, allongés, portant une large base; très brillants et d'un beau bleu. **Idocrase cuprifère.**  
Brun, brun rougeâtre, vert olive, vert jaunâtre . . . . . 147
147. Cristaux terminés par un pointement obtus, presque toujours basés, et quelquefois surchargés de facettes. Fusibles au chalumeau . . . . . **Idocrase**  
Pointement plus ou moins aigu, jamais basé. Substance infusible . . . . . **Zircon.**

148. Petits cristaux bruns, tirant sur le brun jaunâtre, assez nets, ayant presque toujours huit faces et sans pointement; engagés dans une roche du Vésuve.  
**Humboldtite.**  
En cristaux imparfaits, allongés, disséminés dans une roche ancienne . . . . . **Pyrrargyllite.**
149. En cristaux blancs; éclat très vif, difficilement fusible.  
**Schéelin calcaire.**  
En cristaux très-petits, gris jaunâtre ou verdâtre: très fusible, donnant du plomb sur le charbon  
**Tungstate de plomb.**
- MINÉRAUX CRISTALLISÉS DANS LE SYSTÈME RHOMBOÉDRIQUE
150. Substances cristallisant en rhomboédres, en métastatiques, ou en prisme à six faces, avec pointement rhomboédrique . . . . . 151  
*Id.*, en prisme à six faces, basé ou terminé par un pointement à six faces . . . . . 184
151. Substances ayant l'éclat métallique ou métalloïde . . . . . 152  
Substances sans éclat métallique. . . . . 152
- Pour ce dernier caractère, il faut prendre le second n° de renvoi, indiqué aux trois alinéas du n° 152.
152. Cristallisant en rhomboédres, en rhomboédres basés, ou sous la forme de plusieurs rhomboédres réunis. . 153—157  
En prismes à six faces, surmontés d'un pointement rhomboédrique. . . . . 156—176  
En métastatiques. . . . . 155—175
153. Éclat métallique prononcé. . . . . 154  
Éclat métallique faible, plutôt semi-métallique; poussière rouge . . . . . **Mercure sulfuré.**
154. En très petits cristaux, d'un gris d'acier, adhérent à des cristaux de quartz, et donnant une poussière noire.  
**Crichtonite.**  
En cristaux, souvent striés sur les faces du rhomboédre, donnant une poussière rouge brun. . **Fer oligiste.**
155. Avec reflets rouges, poussière rouge, cochenille; réaction de l'antimoine . . . . . **Argent rouge.**  
Sans reflets; poussière rouge clair; réaction de l'arsenic.  
**Proustite argent noir.**
156. Cristaux très éclatants, presque toujours basés, assez durs; poussière rouge-brun, difficile à obtenir. **Fer oligiste.**  
Tendre, donnant une poussière rouge par la simple raclure 155
157. Minéraux hyalins, d'un blanc laiteux, ou très faiblement colorés en jaune pâle. . . . . 158  
De couleurs variées. . . . . 168
158. Substances présentant un clivage triple, parallèlement aux

	faces du rhomboédre. . . . .	161
	Sans clivage apparent. . . . .	159
159.	Ayant une pesanteur spécifique considérable, supérieure à 60, flottant du plomb sur le charbon. <i>Léadhillite</i> , <b>Plomb sulfato-tricarbonaté.</b>	
	Pesanteur spécifique moyenne, atteignant rarement 40. . . . .	160
160.	Dureté considérable, supérieure à celle du quartz. <b>Corindon.</b>	
	Peu dure ne rayant pas le verre. . . . .	165
161.	Clivages très faciles, s'obtenant par la simple percussion. Clivage difficile, substance d'un blanc nacré. . . . .	163
162.	Soluble dans les acides avec effervescence. <b>Zinc carbonaté.</b>	
	Id. sans effervescence apparente. . . . .	<b>Drééllite.</b>
163.	Faisant une effervescence très vive avec les acides. <b>Chaux carbonatée.</b>	
	Effervescence lente, n'ayant pas lieu immédiatement. . . . .	161
164.	Solution contenant de la chaux. . . . . Ne contenant pas de chaux. <b>Carbonate de magnésie.</b>	<b>Dolomie.</b>
	Le carbonate de magnésie étant rare et ses gisements étant assez bien connus, il sera presque toujours inutile de faire l'essai indiqué par le n° 164 ; les échantillons présentant le second caractère du n° 163 appartiendront pour la plupart à la dolomie.	
165.	Cristaux tapissant les cavités d'une amygdaloïde, ordinairement à noyaux d'agate ; substance fusible avec facilité, sans boursoufflement . . . . .	166
	Décrépitant par l'action du chalumeau. . . . .	167
166.	Soluble avec facilité dans l'acide muriatique. <b>Chabasie.</b> Insoluble ; ou du moins très difficilement soluble. <b>Lévyne.</b>	
	La lévyne est fort rare. On pourra donc se dispenser le plus ordinairement de cet essai ; du reste, la nature de la roche suffit pour séparer ces deux espèces. Voir leur description.	
167.	Décrépité, émet une flamme verte par l'action du chalumeau, mais ne fond pas. <i>Silicate de zinc</i> ; <b>Willemite.</b> Décrépité, forme une masse terreuse, ayant le goût très prononcé d'alun. . . . .	<b>Alunite.</b>
168.	Minéraux d'un beau vert. . . . . — de couleurs variées, le blanc laiteux et le vert exceptés . . . . .	169
169.	Cristaux en rhomboédres obtus, à pointements distincts. <b>Dioptase.</b> Cristaux tabulaires, minces, presque micacés, portant une tronçature large suivant la base rhomboédrique. <b>Cuivre arséniaté.</b>	170

170. Substance rouge rose, ou violette. . . . . 171  
D'un jaune brunâtre, d'un brun plus ou moins foncé quel-  
quefois avec des reflets rouges. . . . . 172
171. Rayant le verre avec facilité. *Covindon rouge*; **Rubis**.  
Ne rayant pas le verre, clivage triple, très facile.  
**Manganèse carbonaté.**
172. Brun avec reflets rouges, structure foliacée.  
**Silicate de manganèse ferrugineux.**  
Brun jaunâtre, ou brun plus ou moins foncé. . . . . 173
173. Clivage triple très-facile, parallèlement aux faces du  
rhomboèdre. . . . . 174  
Pas de clivage. . . . . **Bendantite.**
174. Substance faisant facilement effervescence, contenant beau-  
coup de fer. . . . . **Fer carbonaté.**  
— Id. — avec difficulté, contenant beaucoup de magnésie.  
**Dolomie à fer, Mésintinspath.**
- Cette dernière variété de dolomie est fort rare; elle n'a été trouvée jusqu'à pré-  
sent qu'à Traversello, en Piémont, de sorte qu'on pourra presque toujours se bor-  
ner à l'étude du clivage n° 173.
175. Substance généralement transparente, ou du moins for-  
tement translucide, clivage facile. **Chaux carbonatée.**  
Opaque, blanc laiteux, ou de couleur ocreuse, point de  
clivage . . . . . **Zinc carbonaté.**
176. Substance dure rayant le verre avec facilité. . . . . 177  
Substance peu dure, ne rayant pas le verre. . . . . 179
177. Faces du prisme très inégales, coupe triangulaire.  
**Tourmaline.**  
Ne présentant pas de coupes triangulaires. . . . . 178
178. Cristaux hyalins très éclatants . . . . . **Phénakite.**  
Cristaux opaques d'un violet lie de vin. . . . . **Eudialite.**
179. D'un beau vert émeraude. . . . . **Diopase.**  
Hyalins, blanc laiteux, blanc un peu verdâtre, ou jaunâtre;  
brun plus ou moins foncé. . . . . 180
180. Pesanteur spécifique moyenne. . . . . 181  
Pesanteur spécifique égale ou supérieure à 60.  
**Léadhillite, Plomb sulfato-tricarbonaté.**
181. Hyalin, blanc laiteux, ordinairement translucide, quel-  
quefois cependant opaque; en cristaux mal formés. . . . . 182  
Brun jaunâtre, brun plus ou moins foncé, et donnant  
une scorie ferrugineuse par l'action du chalumeau.  
**Fer carbonaté.**
182. Faisant facilement effervescence avec les acides.  
**Chaux carbonatée.**  
Effervescence lente et difficile . . . . . **Dolomie.**
183. Dur et rayant le verre. . . . . 219  
Ne rayant pas le verre. . . . . 221

La dolomie est fort rare sous cette forme ; dans la plupart des cas, on pourrait dispenser de l'essai aux acides.

184. Substances présentant l'éclat métallique ou métalloïde. 185  
 Sans éclat métallique. . . . . 186
185. Eclat métallique prononcé . . . . . 187  
 Simplement métalloïde. . . . . 186
186. Se levant parallèlement à la base, en lames minces et élastiques . . . . . **Mica.**  
 Se levant en lames minces, mais molles et non élastiques  
 . . . . . **Talc.**
187. Ayant une couleur bronzée ou rougeâtre, assez analogue au cuivre métallique. . . . . 188  
 Blanc d'argent, ou gris plus ou moins foncé. . . . . 189
188. Légèrement magnétique ; donnant une scorie ferrugineuse par le chalumeau. . . . . **Pyrite magnétique.**  
 Non magnétique ; fumée blanche abondante ; odeur antimoniale au chalumeau. . . . . **Nickel antimonial.**
189. Blanc d'argent ; cristaux peu nets. **Argent antimonial.**  
 Gris bleuâtre ou gris de fer. . . . . 190
190. Gris bleuâtre clair ; cristaux en tables très minces ; clivage suivant la base . . . . . 191  
 Gris d'acier . . . . . 192
191. Infusible au chalumeau ; brûle très difficilement, donne une fumée blanche et une odeur sulfureuse.  
 . . . . . **Molybdène sulfuré.**  
 Fusible avec facilité. . . . . **Tellure de Bismuth.**
- Cette dernière substance est quelquefois d'un blanc d'argent. Dans ce cas, on pourrait la ranger sous le n° 189 ; sa disposition lamelleuse la distinguerait de suite de l'argent antimonial.
- Le tellure de bismuth est rare ; on pourra, dans la plupart des cas, négliger l'essai indiqué dans le n° 191.
192. Cristaux allongés, cannelés parallèlement à l'axe ; réaction du tellure . . . . . **Tellure natif auro-ferrifère.**  
 Cristaux basés, ou terminés par un pointement à six faces, mais fortement basé . . . . . 193  
 Cristaux terminés par un pointement à six faces . . . . . 194
193. Ductile, fusible à la simple flamme d'une bougie.  
 . . . . . **Cuivre sulfuré.**  
 Non ductile donnant un globule de plomb métallique sur le charbon . . . . . **Zinkénite.**
194. Prenant de l'éclat par la raclure, fusible à la simple flamme d'une bougie . . . . . **Cuivre sulfuré.**  
 Fragile, s'égrenant par la raclure . . . . . 195
195. Donnant au chalumeau un bouton d'argent, et des fumées antimoniales . . . . . **Argent sulfuré brillant.**

— un bouton d'argent cuprifère, avec une odeur arsenicale. . . . . **Polybasite.**

Les caractères de ces deux espèces sont presque identiques, ce qui rend leur distinction très difficile. Toutefois, comme la *polybasite* contient environ 9 p. 0/0 de cuivre, on distinguera ces deux espèces en dissolvant un fragment de l'échantillon qu'on étudie dans l'acide nitrique, et en versant dans la liqueur de l'ammoniaque qui dénotera la présence du cuivre.

196. Substance ayant une pesanteur spécifique considérable. 197  
 Pesanteur spécifique moyenne . . . . . 202
197. Très-lourde, pesanteur spécifique de 60 environ; minéral coloré en jaune, en vert ou en brun . . . . . 198  
 Lourde, pesanteur spécifique de 40, substance d'un blanc laiteux, demi-transparente, quelquefois avec une légère teinte de vert . . . . . 200
198. Jaune. . . . . 199  
 Verte ou brune. . . . . **Phosphate de plomb**  
 — surmontées de pointements à 6 faces, non basés. . . . . 183
199. Cristaux tabulaires très petits. . . **Plomb vanadaté.**  
 Cristaux assez allongés, ordinairement annulaires.  
**Plomb arsénaté.**
200. En cristaux blancs laiteux assez gros, et dans lesquels les facettes sont facilement discernables. . . . . 201  
 En cristaux minces, défilés, ayant l'apparence de fibres, et presque toujours légèrement colorés en vert.  
**Strontiane carbonatée.**
201. Soluble avec effervescence dans l'acide nitrique et sans résidu appréciable. . . . . **Baryte carbonatée.**  
 — Avec un résidu considérable.

**Sulfato-carbonate de baryte.**

Cette dernière substance, qui vient d'Alstoo-Moor, dans le Cumberland, est très rare; on pourra donc s'exempter presque toujours de l'essai indiqué dans le n° 201.

Les cristaux de baryte carbonatée et de strontiane carbonatée sont en prismes à six faces symétriques, mais ils se rapprochent tellement du prisme régulier à six faces, qu'il est impossible de les distinguer à l'œil; cette raison nous a conduit à les indiquer à cette place.

La strontiane carbonatée est plutôt en fibres qu'en cristaux prononcés, elle est ordinairement verdâtre. Ces caractères suffisent presque toujours pour la distinguer de la baryte carbonatée; s'il y avait de l'indécision, on emploierait la couleur de la flamme. La baryte la colore en jaune orangé, et la strontiane en pourpre.

202. Substances cristallisant en prismes à 6 faces, avec ou sans modifications sur les arêtes, mais toujours basés. 203  
 — surmontés de pointements à 6 faces, non basés. . . . . 183
203. Dur et rayant le verre avec facilité. . . . . 204

	Ne rayant pas le verre. . . . .	206
204.	Cristaux transparents ou translucides. . . . .	205
	— opaques, gris sale, gris brunâtre, présentant des clivages sur trois angles en alternant. . . . . <b>Corindon.</b>	
205.	Hyalins, transparents, ou fortement translucides; d'un beau vert émeraude, vert d'eau ou bleu de ciel. . . . .	
	<b>Émeraude.</b>	
	— bleus dans un sens, gris brunâtres dans le sens perpendiculaire. . . . . <b>Dichroïte.</b>	
206.	Cristaux translucides, blanc laiteux, ou de couleur très claire. . . . .	207
	Cristaux colorés en vert, vert bleuâtre, ou même en brun noirâtre. . . . .	213
207.	Clivage triple, très facile, suivant trois angles du prisme. . . . .	
	<b>Chaux carbonatée.</b>	
	Pas de clivage. . . . .	208
208.	Rayant la chaux carbonatée. . . . .	209
	Ne rayant pas la chaux carbonatée. . . . .	210
209.	Cristaux transparents, blancs gris clair, gris violacés, ou verdâtres toujours très clairs. <b>Chaux phosphatée.</b>	
	D'un gris très foncé, presque noir. . . . . <b>Perouwkite.</b>	
210.	Ne donnant pas d'eau par la calcination; associés à une roche du Vésuve ou à une roche des bords du Rhin. . . . .	
	<b>Néphéline.</b>	
	La nature des roches à néphéline fournit une indication presque certaine pour la détermination de cette espèce. Son examen dispensera, dans la plupart des cas, des essais indiqués sous les nos 211 et 212.	
	Donnant une forte proportion d'eau par la calcination, au moins 15 p. 0/0 . . . . .	211
211.	Donnant au chalumeau un émail blanc; disséminés dans une amygdaloïde. . . . . <b>Hydroïte.</b>	
	Infusibles. . . . .	212
212.	Soluble dans les acides, l'ammoniaque précipite une grande quantité d'alumine, au moins 60 p. 0/0. <b>Hydrargillite.</b>	
Id.	Point d'alumine, mais de la magnésie. . . . . <b>Brucite.</b>	
213.	Coloré en vert, ordinairement clair, quelquefois cependant foncé comme le verre à bouteille. . . . .	214
	Brun, brun noirâtre et même noir. . . . .	216
214.	Cassure lamelleuse parallèlement à la base. . . . .	215
	Cassure conchoïde ou grenue. . . . . <b>Giesckite.</b>	
215.	Fusible, donnant au chalumeau une odeur d'acide muriatique. . . . . <b>Pyrosmalite.</b>	
	Ne donnant pas d'acide muriatique par le chalumeau. . . . . <b>Bonsdorffite.</b>	
216.	Cristaux possédant un clivage parallèle à l'axe. . . . .	217
	Point de clivages. . . . .	218

217. En prismes allongés à douze faces sans modification sur la base; très tendre, se laissant rayer à l'ongle, donnant une poussière brune. . . . **Gigantolite.**  
— ayant la dureté de la chaux carbonatée: poussière verte . . . . **Cronstedtite.**
218. Noir de velours, très fusible au chalumeau.  
**Sidéroschistolite.**  
Jaune brunâtre, passant au noir brunâtre, infusible au chalumeau. . . . **Cérum fluaté.**
219. Très dur, cristaux en général petits, roses ou bleus, au moins blenâtres. . . . **Corindon, rubis ou saphir.**  
Rayant seulement le verre. . . . 220
220. Cristaux en général assez gros, portant des stries horizontales sur les faces du prisme; faces de la pyramide très éclatantes et inégales . . . . **Quartz.**  
Cristaux compliqués, assez petits, presque toujours maclés, faces également brillantes, pas de stries.  
**Humite.**
221. Dureté un peu supérieure à celle de la chaux carbonatée. . . . 222
222. Dureté au plus égale à celle de la chaux carbonatée . . . . 223  
Cristaux jaunés, ou jaunes verdâtres, solubles dans les acides. . . . **Chaux phosphatée.**  
Cristaux hyalins, blanc laiteux, insolubles dans les acides.  
**Herschellite.**
- Cette dernière substance étant fort rare, il sera inutile, dans la plupart des cas de faire l'essai par les acides.
223. Clivage triple, très facile, suivant trois angles du prisme en alternant. . . . **Chaux carbonatée.**  
Ne présentant pas de clivages faciles. . . . 224
224. Donnant par la calcination de l'eau acide, et un résidu de sulfate de fer. . . . **Coquimbite.**  
Donnant de l'eau pure, sans changement dans les caractères extérieurs de la substance. . . . **Lédererite.**
- MINÉRAUX CRISTALISÉS DANS LE SYSTÈME DU PRISME A BASE RECTANGLE.
225. Substance soluble dans l'eau. . . . 226  
Insoluble. . . . 229
226. Transparente, incolore et d'un blanc laiteux. . . . 227  
Légèrement colorée en jaune.  
**Johannite, Sulfate d'urane.**
227. Fusant sur le charbon. . . . **Nitre.**  
Ne fusant pas, mais décrépitant. . . . 228
228. Sel ayant un goût amer très prononcé.  
**Sulfate de magnésie.**  
Sel ayant un goût salé, mais cependant moins prononcé que le sel marin. . . . **Sulfate de soude.**

Ces sels sont bien rarement en cristaux nets ; leurs réactions chimiques sont très prononcées, et on les reconnaîtra facilement par quelques essais docimastiques.

239. Substance ayant l'éclat métallique ou demi-métallique. . . . . 230  
 Sans éclat métallique. . . . . 249
230. Ayant un éclat métallique prononcé. . . . . 231  
 Ayant simplement l'éclat demi-métallique. . . . . 312
231. De couleur jaune verdâtre ou de couleur bronze. . . . . 232  
 Blanc d'argent, gris, ou gris de fer. . . . . 231
232. Jaune ou jaune verdâtre. . . . . 233  
 De couleur bronze. . . . . **Sternbergite.**
233. Jaune de laiton clair. . . . . **Pyrite blanche.**  
 Jaune verdâtre assez foncé. . . . . **Pyrite de cuivre.**
234. D'un blanc d'argent. . . . . 235  
 Grise, ou gris de fer. . . . . 236
235. En prisme striés parallèlement aux faces, surmontés le plus ordinairement d'un biseau très obtus, donnant une odeur arsenicale par la percussion. **Fer arsenical.**  
 En prismes assez indistincts, donnant fréquemment une odeur de rave. . . . . **Tellure plumbo-aurifère.**
236. Gris bleuâtre assez clair, éclat métallique, vif et très prononcé. . . . . 237  
 Gris d'acier tirant sur le noir. . . . . 241
237. Cristaux plus ou moins allongés dans lesquels les faces du prisme sont dominantes. . . . . 238  
 Cristaux courts, ayant la forme générale d'un octaèdre fortement tronqué au sommet. . . . . 240
238. Substance lamelleuse. . . . . 239  
 — Non lamelleuse, donnant une poussière noire quand on la raye ; fusible avec facilité ; réaction du cuivre avec le borax. . . . . **Antimoine sulfuré cuprifère.**
239. Très lamelleuse, suivant le plan diagonal du prisme ; fusible avec une grande facilité ; odeur et fumée antimoniales. . . . . **Antimoine sulfuré.**  
 Lamelleuse ; fusible avec facilité ; odeur de rave. . . . . **Tellure auro-argentifère**
240. Gris clair, presque blanc d'étain ; cassure conchoïde très éclatante ; donnant les réactions du cuivre. . . . . **Bournonite.**  
 Gris de plomb ; cassure difficilement, lamelleuse dans deux sens ; ne contient pas de cuivre. . . . . **Plagionite.**
241. Gris d'acier, éclat métallique très prononcé. . . . . 242  
 Noir, plutôt métalloïde que métallique. . . . . 247
242. Ayant la forme d'un octaèdre ; dur, rayant le verre. . . . . **Silicate de manganèse.**  
 En prismes ordinairement allongés, quelquefois cependant courts, mais dans lesquels la forme prismatique

- est toujours prononcée ; peu dure, ne rayant pas le verre. . . . . 243
243. Substance ayant une pesanteur spécifique de 60 environ ; très facilement fusible et donnant des vapeurs antimoniales . . . . . 244  
— Dont la pesanteur spécifique est environ de 40 ; infusible au chalumeau, et ne donnant ni odeur ni vapeur antimoniales. . . . . 246
244. Cristaux en prismes à 6 faces, d'apparence presque régulière (angles de 122 et de 116°), ne possédant pas de clivages distincts. . . . **Argent sulfuré fragile.**  
— En prismes rhomboïdaux de 101° à 102° au plus, ou en prismes à six faces dont les angles sont très notablement distincts, d'environ 100 à 135 degrés. . . . . 245
245. Possédant deux clivages faciles, parallèlement aux faces du prisme rhomboïdal de 100° ; donnant à l'essai un bouton d'argent.  
**Argent sulfuré, antimonifère et cuprifère.**  
Point de clivage ; contenant une forte proportion de plomb . . . . . **Jamesonite.**
246. En prismes allongés, striés parallèlement à l'axe ; donnant, quand on la raye, une poussière brune.  
**Manganite.**  
— Donnant une poussière noire . . . . **Pyrolusite.**
247. Substance dure, rayant le verre, et en cristaux assez allongés. . . . . **Tantalite**
248. Substance tendre, ne rayant pas le verre . . . . . 248  
En cristaux tabulaires très minces, flexibles et mous ; ne donnant pas de fumée antimoniale.  
**Argent sulfuré flexible.**  
En cristaux allongés, mais peu nets ; donnant des fumées et une odeur antimoniale.  
*Sprödglasserz.* (**Argent antimonisé sulf. noir.**)
249. Cristallisant en octaèdre . . . . . 250  
En prisme basé ou surmonté d'un pointement. . . . . 258
250. Cristaux blancs, transparents ou laiteux. . . . . 251  
Jaunes, jaunâtres, ou jaunes orangés, verts ou bleus. . . . . 252
251. Cristaux très petits, blancs, transparents, ne s'altérant pas à l'air . . . . . **Fluellite.**  
Cristaux et masse cristalline gris sale, s'effleurissant à l'air avec facilité. . . . . **Thénardite.**
252. Jaunes, jaunâtres, ou jaunes orangés. . . . . 253  
Verts, olives ou bleus . . . . . 257
253. Substance dure, rayant le verre avec facilité . . . . . 254  
Substance tendre, ne rayant pas le verre . . . . . 255
254. Cristaux jaune de topaze, très nets, hyalins et fort éclatants . . . . .

- tants, ayant la forme d'un prisme allongé, clivage facile suivant la base . . . . . **Topaze.**  
 Cristaux jaunes verdâtres, roulés, presque toujours nuageux, ou en prismes aplatis, présentant des stries. Dans ce dernier cas, ils sont engagés dans une roche feldspathique avec grenats . . . . . **Cymophane.**
255. Jaune de soufre, cristaux fragiles et éclatants. **Soufre.** 256  
 Jaunâtres ou jaune orange . . . . .
256. Cassure lamelleuse, substance faisant effervescence avec les acides. . . . . **Junkérite.**  
 Jaune orangé, passant au rouge brunâtre. Cristaux dont la dureté est représentée par (5,5). **Hyalosidérite.**
257. Bleu, cristaux obtus.  
**Cuivre arséniaté en octaèdre aigu.**  
 Vert olive, cristaux en octaèdres aigus.  
**Cuivre arséniaté en octaèdre aigu.**
258. Cristaux hyalins, incolores, avec une légère teinte bleuâtre ou verdâtre, ou légèrement transparents et blancs laiteux . . . . . 259  
 Cristaux différemment colorés, plus ou moins transparents . . . . . 263
259. Substance ayant une pesanteur spécifique assez grande. 270  
 Id. ayant une pesanteur spécifique moyenne égale au plus à 35. . . . . 261
260. Pesanteur spécifique très grande, égale ou supérieure à 60. . . . . 261  
 Pesanteur spécifique variant de 40 à 46. . . . . 261
261. Cristaux aplatis ayant l'éclat nacré et une structure lamelleuse prononcée . . . . . **Antimoine oxydé.**  
 Cristaux non aplatis. . . . . 262
262. Cristaux hyalins, quelquefois blancs laiteux, très éclatants. . . . . 263  
 Cristaux légèrement bleuâtres.  
**Sulfate de plomb cuprifère.**
263. Cristaux ayant la forme d'un octaèdre cunéiforme plus ou moins modifié; substance insoluble dans les acides.  
**Plomb sulfaté.**  
 Cristaux ayant ordinairement la forme prismatique à 4, à 6 ou à 8 faces, avec pointement à 4 faces, se dissolvant avec effervescence dans les acides.  
**Plomb carbonaté.**
264. Substance affectant la forme d'un prisme à 6 faces, presque régulier, tantôt annulaire, tantôt terminé par une pyramide à 6 faces. . . . . 265  
 En prisme rhomboïdal bien distinct. . . . . 266

265. Cristaux bien nets, d'un blanc laiteux, ou hyalins et gris clair. . . . . **Baryte carbonatée.**  
Cristaux peu nets, légèrement verdâtres. . . . .  
**Strontiane carbonatée.**

La dernière de ces substances est fort rare; les cristaux en sont presque toujours cannelés et verdâtres; si l'on avait des doutes sur la détermination par suite de la seule inspection de la forme il faudrait essayer la couleur de la flamme. Voir la note du n° 269.

266. Prisme rhomboïdal droit, sans modifications . . . . . 267  
Prisme plus ou moins modifié . . . . . 268
267. Cristaux bleuâtres . . . . . }  
Cristaux blancs laiteux. . . . . } **Strontiane sulfatée.**  
Avec soufre. . . . . }
- Cristaux presque toujours translucides, associés avec des minéraux de filons. . . . . **Baryte sulfatée.**
268. Cristaux aplatis, fortement basés, affectant souvent la forme trapéziennne. . . . . 269  
Cristaux allongés. . . . . **Baryte sulfatée.**
269. Cristaux allongés dans le sens d'une des diagonales de la base, et terminés par un biseau aigu.  
**Baryte sulfatée.**

— Terminés par un biseau obtus.

**Strontiane sulfatée.**

La différence dans l'angle du biseau, quoique bien légère, sert dans la plupart des cas pour distinguer la *baryte sulfatée* de la *strontiane sulfatée*; cependant, elle n'est pas absolue: le caractère tiré des associations guide presque toujours exactement. Dans le cas, bien rare, où il y aurait doute, il faut avoir recours à la mesure des angles du prisme, et comme les formes primitives de la *baryte sulfatée* et de la *strontiane sulfatée* diffèrent de plus de trois degrés entre elles, cette mesure les distinguera avec certitude. La coloration de la flamme de l'alcool dans lequel on aurait mis de la poussière du minéral, ou mieux encore une certaine quantité d'un sel formé avec la substance à essayer, fournira également un caractère qui ne laissera aucun doute sur la nature de l'échantillon.

270. Cristaux aplatis présentant un clivage facile parallèlement à la face large. . . . . 271  
Cristaux plus ou moins allongés . . . . . 313
271. Cristaux durs et rayant le verre.  
— Un peu courbes sur la grande face, et accolés sous forme d'éventail . . . . . **Préhnite.**  
Ne rayant pas le verre. . . . . 227

Les cristaux de préhnite, ordinairement accolés, sont souvent courbes et affectent la forme d'un éventail. La variété des Pyrénées, qui a reçu le nom de *coupholite*, est en très petits cristaux micacés: elle est associée avec de l'épidote grise.

272. Cristaux très minces, affectant la forme trapéziennne; substance infusible au chalumeau.

**Silicate de zinc.**

- Cristaux surmontés d'un pointement à quatre faces placés sur les angles; fusible avec facilité . . . **Stilbite.**
273. Rayant le verre . . . **Topaze.**  
Ne rayant pas le verre. . . . . 274
274. Cristaux ayant des clivages faciles et perpendiculaires entre eux . . . **Anhydrite.**  
— Point de clivages. . . . . 275
275. Cristaux en prismes rhomboïdaux, ou en prismes à six faces, souvent maclés, faisant effervescence.  
**Aragonite.**  
Cristaux en prismes rectangulaires, ou en prismes à 6 faces, sans macle, point d'effervescence.  
**Thomsonite.**
276. Cristaux verdâtres, ayant une cassure vitreuse, adhérents à une roche amphibolique. . . . **Datholite.**  
— Blancs laiteux, ou hyalins. . . . . 277
277. Rayant le verre avec facilité. . . . . 278  
Ne rayant pas le verre. . . . . 279
278. Rayant le quartz, cristaux assez gros, limpides et brillants; infusibles . . . . . **Topaze.**  
Ne rayant pas le quartz, cristaux peu nets; infusibles.  
**Forstérite.**
279. Rayant l'apatite . . . . . 280  
Ne rayant pas l'apatite. . . . . 282
280. Cristaux en prismes presque carrés, surmontés d'un biseau obtus. . . . . **Comptonite.**  
En prismes rhomboïdaux obtus de 115 à 122 degrés environ . . . . . 281
281. En cristaux de 121°40', accompagnés de spath calcaire et d'harmotôme. . . . . **Édingtonite.**  
— De 115°7', associés à de la chaux fluatée et de l'apatite . . . . . **Herdérite.**
282. Cristaux en prismes obtus à 4 faces sous l'angle de 135°.  
**Épistilbite.**  
— En prismes à 4 faces, presque carrés, ou à 8 faces, dont les quatre rectangulaires dominent beaucoup, et surmontées d'un pointement à 4 faces obtus.  
**Mésotype.**  
— En prismes à 4 ou à 6 faces surmontés d'un pointement à 6 faces. . . . . **Hopéite.**
- Cette dernière substance est très rare; on l'a trouvée en Belgique sur du silicate de zinc. Cette association fournit un moyen presque certain pour distinguer l'hopéite des zéolithes, avec lesquelles elle présente de l'analogie.
283. Substance bleue ou verte, de teinte plus ou moins foncée, mais toujours prononcée. . . . . 284  
— Jaune ou jaunâtre . . . . . 300

	— Rouge, d'un brun rougeâtre, brune ou noire. . . . .	296
284.	Bleue, ou vert bleuâtre. . . . .	285
	Verte . . . . .	286
285.	D'un beau bleu, rayant le verre.	
	<b>Lazulithe de Werner.</b>	
	Vert bleuâtre, ne rayant pas le verre. . . <b>Scorodite.</b>	
286.	D'un vert clair, ou simplement verdâtre . . . . .	291
	Vert émeraude ou vert olive foncé . . . . .	287
287.	Vert émeraude plus ou moins foncé . . . . .	288
	Vert olive . . . . . <b>Cuivre arséniaté prismatique.</b>	
288.	Vert émeraude très foncé, tirant un peu sur le noir . . . . .	290
	Vert émeraude. . . . .	289
289.	Petits cristaux en prismes rectangulaires trouqués sur les arêtes, avec cuivre carbonaté mameloné.	
	<b>Brochantite.</b>	
	Cristaux prismatiques à faces légèrement courbes, donnant une odeur arsenicale au chalumeau. <b>Euchroïte.</b>	
290.	Substance donnant du cuivre métallique par le chalumeau, et contenant du chlore. <b>Chlorure de cuivre.</b>	
	— Fusible au chalumeau en un globule brunâtre, et contenant de l'acide phosphorique.	
	<b>Cuivre phosphaté.</b>	
291.	Substance dure, rayant le verre . . . . .	292
	Ne rayant pas le verre. . . . .	293
292.	Cristaux isolés, en prismes rectangulaires, cannelés, portant toujours une base. . . . . <b>Péridot.</b>	
	Cristaux peu nets, affectant la forme d'un prisme rectangulaire, ou d'un prisme à 8 faces, engagés dans une roche de la Somma. . . . . <b>Zurilite.</b>	
293.	Substance fusible au chalumeau . . . . <b>Pyrosklérite.</b>	
	Infusible. . . . .	294
294.	Substance en octaèdre rhomboïdal simple, ou octaèdre basé, associé avec de la chaux carbonatée. <b>Villarsite.</b>	
	En prismes plus ou moins bien déterminés. . . . .	295
295.	Substance en prismes à 4 ou 6 faces surmontées d'un biseau, cassure vitreuse. . . . . <b>Picrosmine.</b>	
	En prismes cylindroïdes; très lamelleuse, parallèlement à la base. . . . . <b>Iolite hydratée.</b>	
296.	Rose, rouge, ou rouge olive. . . . .	297
	D'un brun rougeâtre, brun noir, ou noir . . . . .	301
297.	Substance rose, en prisme sans modifications, presque toujours enduite de mica; très dure. <b>Andalousite.</b>	
	Ronge, ou rougeâtre . . . . .	298
298.	Rouge. . . . .	299
	Rougeâtre, avec une teinte de jaune, cristaux très minces, presque micacés, infusibles et solubles dans l'acide . . . . . <b>Brookite.</b>	

299. Cristaux très petits, allongés, ayant une grande pesanteur spécifique (51, 5) . . . . . **Mélanochroïte.**  
Cristaux aplatis, surmontés d'un pointement à 4 faces, et lamelleux parallèlement à la face large.
- Sülbite rouge.**
300. Substance d'un jaune assez foncé, en petits cristaux prismatiques, présentant un clivage facile parallèlement à la base; fusible en un globule coloré en gris; substance disséminée dans une scorie du Vésuve.
- Sommervillite.**
- Brun jaunâtre, en petits cristaux, à 6 ou à 8 faces, assez durs pour rayer le verre; fondant avec effervescence; disséminés dans une lave du Vésuve.
- Humboldillite.**
301. — Brun rougeâtre, plus ou moins foncé . . . . . 302  
Noir, ayant souvent la poussière brune. . . . . 307
302. Brun rougeâtre prononcé, surtout dans la cassure . . . 303  
Brun de girofle avec une teinte de jaune . . . . . 306
303. Cristaux en prismes rhomboïdaux basés. . . . . 304  
Cristaux en prismes surmontés d'un pointement à 4 faces, ou aciculaires . . . . . 305
304. Prisme presque droit (94°) : avec petites modifications au sommet, comme le périclote.  
(*Mangano-chrysolithe*) **Silicate de manganèse.**  
Prisme très obtus de 129 à 130 degrés; souvent prisme à 6 faces, portant une troncature sur l'angle aigu. Cristaux croisés. . . . . **Staurotite.**
305. Cristaux prismatiques assez nets, avec pointement à 4 faces, paraissant formés de cristaux juxtaposés.
- Fer hydroxydé.**
- Petits cristaux aciculaires . . . . . **Goëthite.**
- Ces deux espèces sont souvent difficiles à distinguer par les caractères extérieurs mais on y parvient facilement par la recherche de la quantité d'eau.
306. Substance en cristaux nets, opaques, d'une dureté comparable à la chaux carbonatée. . . . . **Killénite.**  
— Dure; rayant le verre; infusible au chalumeau; mat-laquable aux acides . . . . . **Ostranite.**
307. Noir grisâtre, gris de fer, quelquefois plus foncé . . . 308  
Noir, souvent un peu rougeâtre, du moins dans la poussière; quelquefois complètement noir, et ayant alors un éclat demi-métallique . . . . . 309
308. Prisme cannelé; opaque, souvent mat; homogène dans sa cassure . . . . . **Pinite.**  
Prismes ordinairement presque carrés, quelquefois obtus, présentant dans leur cassure des dessins réguliers parallèles aux faces, de couleur différente de la pâte, ce qui

- donne à cette substance l'apparence de cristaux jengagés l'un dans l'autre suivant l'axe . . . . . **Macle.**
309. Substance peu dure, ne rayant pas le verre . . . . . 310  
 Substance dure et rayant le verre . . . . . 312
310. Substance en cristaux nets et bien déterminés . . . . . 314  
 Substance en prismes cannelés allongés, prenant feu quand on l'essaye au chalumeau . . . **Pyrorrhite.**
311. Substance bien cristallisée en prismes à 4 ou à 6 faces, surmontés d'un pointement dans lequel est un biseau dominant; facilement fusible en émail noir. **Yénite.**  
 En prisme à 4 faces croisées, souvent décomposés, et ayant alors l'aspect d'oxyde de fer hydraté, dû à l'altération de pyrites . . . . . **Crucite.**
312. Substance noire, ayant un éclat demi-métallique et une poussière brune; en cristaux assez nets disséminés dans la syénite zirconienne . . . . . **Polymignite.**  
 — Ayant une poussière noire, en cristaux peu nets. **Æschinite.**  
 Terminés par un pointement . . . . . 276

Ces deux substances, contenant l'une et l'autre de la zirconie et de l'acide titanique, sont très difficiles à distinguer. La spécification de cette dernière n'est pas même encore bien certaine; il faut, pour s'assurer de la nature des échantillons, consulter la gangue et faire des essais docimastiques.

313. Cristaux avec ou sans pointement, mais ayant une base assez large . . . . . 273

MINÉRAUX CRISTALLISÉS DANS LE SYSTÈME DU PRISME OBLIQUE RHOMBOÏDAL.

316. Substance soluble dans l'eau en tout ou en partie . . . 317  
 Substance insoluble . . . . . 321
317. Soluble avec facilité, et complètement . . . . . 318  
 Soluble avec difficulté, se couvrant simplement d'une croûte blanche par l'action prolongée de l'eau. **Glaubérite.**
318. Ayant un goût styptique analogue à l'encre . . . . . 319.  
 Ayant un goût légèrement alcalin . . . . . 320
319. Substance verte, précipitant en vert par l'ammoniaque. **Fer sulfaté vert, Mélanterie.** Beud.  
 Substance jaune rougeâtre, précipitant en brun par l'ammoniaque. **Fer sulfaté rouge; Neoplase.** Beud. **Coquimbite.**
320. Faisant effervescence par les acides. **Soude carbonatée.**

Il existe deux carbonates de soude, l'*urao* et le *carbonate ordinaire*. Le premier est rarement cristallisé. Cependant on ne peut assurer avec certitude à laquelle des deux espèces appartient un échantillon que lorsque l'on connaît la localité d'où il provient, ou qu'un essai a fait connaître la proportion de soude qu'il contient.

- Ne faisant pas effervescence . . . . . **Borax.**
321. Minéraux ayant l'éclat métallique ou métalloïde. . . . . 322  
Ayant l'aspect pierreux. . . . . 323
322. Gris de fer plus ou moins foncé . . . . . 324  
Brun marron passant au gris de fer, avec des reflets  
rouges de cuivre sur les faces parallèles au clivage,  
éclat perlé sur les autres . . . . . **Warwickite.**
323. Gris de fer très foncé, poussière grise, substance très  
lamelleuse. . . . . **Wolfram.**  
Gris assez clair, poussière rouge foncé, pas de clivages  
faciles. . . . . **Myargirite.**
324. Minéraux hyalins, blancs, ou de couleurs peu foncées,  
telles que gris clair, gris bleuâtre ou verdâtre . . . . . 325  
Minéraux dont la couleur est vive et prononcée. . . . . 324
325. Ayant une pesanteur spécifique considérable, supérieure  
à 60. . . . . 326  
Pesanteur spécifique comprise entre 25 et 36. . . . . 327
326. Cristaux assez brillants, colorés plus ou moins fortement  
en bleu. . . . . (*Calédonite*.) **Plomb sulfaté cuprifère.**  
Gris jaunâtre, gris verdâtre, clivage très facile, parallèle-  
ment à un plan diagonal.  
(*Lanarkite*.) **Plomb sulfato-carbonaté.**
327. Minéraux complètement hyalins . . . . . 328  
Minéraux légèrement transparents, simplement translu-  
cides, d'un blanc laiteux ou de couleur claire, quel-  
quefois cependant gris et opaque . . . . . 333
328. Durs et rayant le verre. . . . . 329  
Ne rayant pas le verre. . . . . 332
329. Cristaux très brillants, terminés par un pointement assez  
complicé, avec une légère teinte vert d'eau, comme  
l'aigüe-marine, clivage très facile, suivant le plan dia-  
gonal . . . . . **Euclase.**  
Cristaux dont les faces sont plus ou moins brillantes,  
souvent striées; nuageux par places. . . . . 330
330. Dureté égale au feldspath; pesanteur spécifique com-  
prise entre 24 ou 26, trois clivages, dont deux très faciles.  
**Feldspath.**  
Moins dur que le feldspath; pesanteur spécifique com-  
prise entre 32 et 35. . . . . 331
331. Cristaux dont les faces sont rectangulaires ou presque  
rectangulaires; allongés, striés verticalement; deux  
clivages faciles et à angle droit; fusible avec facilité.  
**Dioptase.**  
Cristaux affectant la forme d'un prisme rhomboïdal très  
obtus, environ 130 degrés; substance difficilement

fusible, donnant avec le borax la réaction du titane.

**Sphène.**

332. Éclat nacré, clivage très facile, parallèlement à la base, fusible au chalumeau. . . . . **Heulandite.**  
Éclat vitreux, clivage très facile, parallèlement au plan diagonal, s'exfoliant au chalumeau sans se fondre.

**Chaux sulfatée.**

333. Substance d'un gris prononcé . . . . . 334  
Substance d'un blanc laiteux, blanc grisâtre et jaunâtre, ou d'un vert clair . . . . . 335
334. Cristaux allongés très obtus (environ de 124°), striés en longuet, éminemment lamelleux suivant les faces verticales; engagés dans de la dolomie et fusible sans boursoufflement. . . . . **Trémolite.**  
— Légèrement obtus (environ de 116°), un clivage facile, parallèlement au plan diagonal, fusible avec bouillonnement . . . . . **Zoisite.**

Le zoisite en cristaux nets l'est très rare; cette substance est ordinairement en masses lamelleuses ou bacillaires.

335. Substance rayant le verre. . . . . 336  
Tendre, rayée facilement par une pointe d'acier. . . . . 346
336. Cristaux allongés. . . . . 337  
Cristaux dont les faces ont des dimensions à peu près analogues. . . . . 345
337. Striés verticalement; fusibles avec facilité. . . . . 338  
Fusibles en émail blanc, avec difficulté. . . . . 339
338. Terminés par un biseau dont l'arête est parallèle à la petite diagonale; deux clivages faciles sous l'angle de 124°. . . . . **Trémolite.**  
Terminé ordinairement par un pointement assez complexe; deux clivages, soit rectangulaires, soit sous l'angle de 87° environ . . . . . **Diopside.**
339. Soluble dans les acides. . . . . **Labradorite.**  
Insoluble dans les acides. . . . . 340
340. Cristaux présentant une hémitropie de la face M. . . . . 341  
Cristaux non maclés. . . . . 343
341. Hémitropie sans angle rentrant. . . . . **Feldspath.** 342  
— ou avec angle rentrant. . . . . 344

Dans le plus grand nombre des cas, le caractère tiré de l'hémitropie conduit directement à la détermination. Toutefois, il n'est pas absolu. La *murchisonite* qui a été séparée du feldspath par M. Lévy et le *riacolithe* peuvent présenter des hémitropies sans angle rentrant, tandis que l'*anorthite* peut, d'après sa forme, donner des cristaux avec angle rentrant. Pour cette dernière substance, qui paraît appartenir exclusivement au Vésuve, la gangue devient une indication suffisante. Pour les autres cas, il faudra recourir aux caractères indiqués par les n° 342, 343 et 344.

342. Éclat nacré. . . . . 343

- Ayant un éclat vitreux et fendillé dans tous les sens.  
**Riacolithe.**  
 343. Angles de PM =  $112^{\circ}35'$ ; de M sur M =  $118^{\circ}38'$ .  
**Feldspath.**  
 Angles de P sur  $h'$  =  $106^{\circ}50'$ , de P sur  $g'$  =  $90^{\circ}$ .  
**Murchisonite.**  
 344. Éclat nacré, semi-opalin, angle du prisme de  $119^{\circ}30'$   
**Albite**

On a comparé les cristaux d'*albite* et de *labradorite* à ceux de *feldspath*, de *riacolithe* et de *murchisonite*, quoi qu'ils n'appartiennent pas au même système cristallin : la grande analogie entre ces substances et les faibles différences d'angle qui les séparent ne permettant pas de connaître la nature du système cristallin, quand il n'y a pas d'hémitropie, on a dû opposer ces différentes substances entre elles. Toutefois, la véritable difficulté existe entre le *feldspath* et l'*albite*, qui ont des Gisements analogues; l'examen de la nature des roches guidera, dans la plupart des cas, pour la reconnaissance du *labradorite* et du *riacolithe*

- Éclat vitreux, cristaux hyalins très brillants, angle du prisme  $117^{\circ}28'$ . . . . . **Anortithe.**  
 345. Couleur un peu verdâtre; fusible avec difficulté en un verre sombre, donnant, avec le borax, la réaction du titane . . . . . **Sphène.**  
 Fusible en émail blanc, ne donnant pas la réaction du titane. **Feldspath.** . . . . ou 348

La plupart des cristaux de cette nature appartiennent au *feldspath* : comme il se pourrait néanmoins qu'il y eût de l'*albite* ou du *labradorite* affectant cette forme, on a dû les indiquer dans la discussion dichotomique.

346. Substance lourde, dont la pesanteur spécifique est égale à 36. . . . . **Baryto-calcite.**  
 Substance ayant une pesanteur spécifique faible, moyennement de 26 . . . . . 347  
 347. Cristaux brillants, éclat vif, quelquefois nacré . . . . 348  
 Cristaux généralement peu brillants, éclat nacré mais laiteux, quelquefois gris sale. . . . . 35  
 348. S'altérant à l'air, et se recouvrant, à la longue, d'une croûte blanche, mais brillants dans leur cassure qui est conchoïde . . . . . **Gay-lussite.**  
 Ne s'altérant point à l'air, cassure lamelleuse . . . . 349  
 349. Cristaux ayant un clivage vertical, facile. Substance très tendre, insoluble dans les acides . **Chaux sulfatée.**  
 — Parallèlement à la base. Substance un peu plus dure que la chaux sulfatée, soluble dans les acides. . **Heulandite.**  
 350. Substance se délitant par l'action de l'air, et ayant un clivage facile, vertical et parallèle au plan diagonal  
**Laumonite.**  
 Ne s'altérant pas à l'air. . . . . 351

351. Fusible au chalumeau avec une odeur arsenicale  
**Pharmacolite.**  
 Fusible plus ou moins facilement, mais sans odeur. . . . . 352
352. Cristaux aciculaires, souvent rayonnés, mais dont la forme est discernable. Substance fusible très facilement en un émail blanc . . . . . **Stellite.**  
 Cristaux à 6 faces assez nets, terminés soit par un pointement, soit par un biseau . . . . . 353
353. Par un pointement à 4 faces, substance devenant d'abord opaque au chalumeau et se fondant ensuite avec une forme vermiculée . . . . . **Scolézite.**  
 — Par un biseau ; au chalumeau perd son eau, devient opaque, est ensuite difficilement fusible. **Brewstérite.**
354. Substance rouge, rose, brune rougeâtre, brun de girofle ou jaune . . . . . 355  
 — Verte, bleue ou noire . . . . . 371
355. Rouge ou rose . . . . . 356  
 Brun rougeâtre, brun de girofle ou jaune . . . . . 361
356. Rouge . . . . . 357  
 Rose ou rosacé . . . . . 359
357. Ayant une pesanteur spécifique considérable.  
**Plomb chromaté.**  
 Pesanteur spécifique comprise entre 26 et 35 . . . . . 358
358. Substance friable, ayant un éclat adamantin, donnant une odeur d'arsenic au chalumeau . . . . . **Réalgar.**  
 Ne s'écrasant pas sous les doigts, éclat nacré, fusible sans odeur. . . . . **Heulandite.**
359. Substance friable, s'écrasant entre les doigts, en cristaux cannelés, d'un rose fleur de pêcher.  
**Cobalt arsénaté.**  
 Substance assez dure . . . . . 360
360. Substance rayant le verre, d'un rose vif, ayant deux clivages faciles. . . . . **Thulite.**  
 — Rayée par une pointe d'acier, dureté analogue à celle de la chaux floatée, d'un rouge clair ; cristaux analogues à ceux du feldspath . . . . . **Amphodélite.**
361. Jaune de cire ou jaune de vin . . . . . 362  
 Brun rougeâtre, jaune brunâtre et brun de girofle . . . . . 363
362. Jaune de cire, opaque ; cristaux possédant deux clivages faciles, engagés dans de la chaux carbonatée.  
**Condrodite**  
 Jaune de vin passant au jaune orangé ; cassure conchoïde ; sur du quartz avec schiste argileux.  
**Wagnérite.**
363. Brun rougeâtre . . . . . 364  
 Jaune brunâtre et brun de girofle . . . . . 368

364. Rouge brunâtre analogue au zircon . . . . . 365  
 Brun rougeâtre foncé, analogue au grenat ; opaque . . . 366
365. Minéral en cristaux brillants, possédant deux clivages fa-  
 ciles ; fusible au chalumeau avec difficulté, y perd sa  
 couleur et devient gris par son action, adhérent à du  
 gneiss. . . . . **Edwardsite.**  
 — De couleur peu foncée, très facilement fusible en un  
 émail noir associé à de la *dufrénite* . . . **Huraultite.**
366. Substance dure, rayant le verre . . . . . 367  
 De dureté comparable à l'apatite. . . . . **Ærstedtite.**
367. Cristaux analogues au pyroxène . . . . . **Monazite.**  
 Cristaux très allongés, prismatoïdes . . . **Sillimanite.**  
 Cristaux très obtus (136 degrés environ), terminés par  
 un biseau, engagés dans une roche amphibolique, et  
 souvent accompagnés d'épidote. . . . . **Sphène.**
368. Cristaux ayant l'apparence d'un rhomboèdre un peu  
 obtus . . . . . 369  
 Cristaux dont les angles des faces verticales et de la  
 base sur les faces sont assez différents . . . . . 370
369. Cristaux dont les angles  $MM = 96^{\circ} 10'$ ,  $PM = 99^{\circ} 40'$ .  
**Turnérite.**  
 Cristaux dont les angles  $MM = 98^{\circ} 22'$ ,  $PM = 95^{\circ} 5'$ .  
**Haydénite.**
370. Cristaux sous les angles  $MM = 109^{\circ} 30'$ ,  $PM = 101^{\circ} 30'$ ,  
 devenant blancs au chalumeau, fondant sur les bords  
 en verre transparent, et donnant de l'eau par la calci-  
 nation. . . . . **Triklasite.**  
 Cristaux sous les angles de M sur T =  $140^{\circ} 30'$  ; P sur M  
 ou sur T =  $90^{\circ}$  ; devenant transparents par l'action du  
 chalumeau, sans se fondre ni se ramollir. Avec l'acide  
 sulfurique, donnent des vapeurs qui attaquent le verre.  
**Érémitte.**
371. Substance colorée en noir, donnant une poussière noire,  
 d'un gris foncé, quelquefois verdâtre . . . . . 372  
 Substance colorée en bleu ou en vert . . . . . 372
372. D'un bleu prononcé. . . . . 373  
 Vert-bouteille ou vert-émeraude . . . . . 376
373. Substance dure, rayant le verre . . . **Feldspath bleu.**  
 Ne rayant pas le verre . . . . . 374
374. Substance lourde, ayant une pesanteur spécifique supé-  
 rieure à 50. . . *Plomb sulfaté cuprifère* ; **Calédonite.**  
 Pesanteur spécifique comprise entre 25 et 34 . . . . . 375
375. Cristaux allongés, présentant un clivage facile et vertical,  
 parallèle au plan diagonal ; fusible en émail noir ; so-  
 luble dans les acides sans effervescence . . **Vivianit.**  
 Cristaux ayant l'apparence d'un rhomboèdre, d'une belle  
 couleur d'outremer ; noircissant par la calcination et

- soluble avec effervescence. **Culvres carbonaté bleu.**
376. Substance dure, rayant le verre . . . . . 379  
 Ne rayant pas le verre . . . . . 377
377. D'un vert-émeraude ou vert-malachite . . . . . 378  
 D'un vert-bouteille plus ou moins foncé ; substance donnant, au chalumeau, une odeur arsenicale et un émail noir . . . . . *Cuivre arséniaté* ; **Olivénite.**
378. Cristaux mats, presque toujours fibreux, solubles avec effervescence dans les acides.  
*Cuivre carbonaté vert* ; **Malachite.**  
 — Assez brillants, d'un vert très foncé, solubles sans effervescence ; très fusibles.
- Cuivre hydro-phosphaté.**
379. Cristaux terminés par un biseau plus ou moins modifié, dont l'arête supérieure est gauche ; substance fusible avec boursoufflement. . . . . **Épidote.**  
 Cristaux dont l'arête du biseau est perpendiculaire au plan diagonal . . . . . 380
380. Cristaux dont les faces verticales sont rectangulaires, ou presque rectangulaires (92 degrés environ), terminés par un pointement double ou quadruple sur les faces verticales . . . . . **Diopside.**  
 Cristaux dont les faces verticales font un angle très obtus, terminées par un biseau ou par un pointement triple . . . . . 381
381. Angles des faces verticales de 124° à 125°, deux clivages faciles, suivant les faces verticales.  
**Amphibole, actinote.**  
 Angle des faces verticales de 140°, point de clivages faciles . . . . . **Ligurite.**
- La *ligurite*, décrite par Viviani seul, paraît très rare ; sauf l'absence de clivage, les caractères de cette substance sont tellement rapprochés de ceux de l'amphibole, qu'il faut faire la mesure des angles pour s'assurer de sa véritable détermination.
382. Noir, éclat un peu résineux, poussière brune ; raye le verre avec facilité ; pesanteur spécifique égale ou supérieure à 40 . . . . . 383  
 Noir tirant sur le bleu ardoise . . . . . 384
383. Fusible au chalumeau avec boursoufflement, donnant de l'eau par la calcination. . . . . **Gadolinite.**  
 Très difficilement fusible sans boursoufflement, ne donne pas d'eau par la calcination . . . . . **Allanite.**

Il serait nécessaire, pour s'assurer de la différence de ces deux espèces, du reste très rares l'une et l'autre, de rechercher l'yttria dans la première, et le cérium dans la seconde. Un simple essai suffit, la *gadolinite* et l'*allanite* étant solubles dans les acides.

384. Cristaux en prismes allongés, presque droits ( $92^\circ$ ); sans aucune modification, et dont les faces verticales font un angle de  $84$  à  $85^\circ$ ; cassure vitreuse, inégale; donnant une poussière grise; fusible en émail blanc. . . . . **Couseranite.**  
Cristaux surmontés d'un biseau ou d'un pointement; fusibles en émail noir . . . . . 385
385. Terminés par un pointement ayant au moins 3 faces . . . . . 386  
Terminés par un biseau, qui présente souvent des faces additionnelles, mais les faces du biseau sont dominantes; et donnent la forme générale à la terminaison du cristal. . . . .
386. Pointement surbaissé, généralement à 3 faces; l'une d'elles, qui appartient à la base, forme un rhombe placé sur l'angle obtus ( $124^\circ 30'$ ); . . . . . 387  
**Amphibole, hornblende.**  
Pointement à 4 faces aiguës, quelquefois aussi à 3 faces; dans ce dernier cas, la face qui représente la base est un rectangle, dont les arêtes sont parallèles aux plans diagonaux . . . . . **Achmite.**
- Dans les cas douteux, il faut mesurer l'angle du prisme; il est de  $124^\circ 30'$  pour l'*amphibole*, et de  $86^\circ 50'$  pour l'*achmite*. Le gisement sera également très utile à consulter pour les cristaux surgangue. Cette dernière espèce n'a, jusqu'à présent, été trouvée qu'à Rundemyr, en Norvège; elle y est engagée dans du quartz hyalin enfumé.
387. Biseau dont l'arête est parallèle à la grande diagonale. . . . . **Pyroxène.**  
Biseau très surbaissé et dont l'arête est parallèle à la petite diagonale. . . . . 388
388. Angle du prisme de  $123^\circ 30'$ , deux clivages verticaux faciles . . . . . **Arferdsonite.**  
Angle du prisme de  $109^\circ 11'$ , point de clivage. . . . .  
**Bucklandite.**  
Angle du prisme de  $112^\circ 30'$ ; deux clivages faciles, l'un suivant la base, l'autre vertical. . . . . **Babingtonite.**

L'*babingtonite* appartient au sixième système cristallin; son apparence de symétrie lui donne la plus grande analogie avec l'*amphibole* et le *pyroxène*; on a dû, en conséquence, la mettre en opposition avec ces substances.

L'*amphibole* et le *pyroxène* sont, depuis le n° 385, les seuls minéraux abondants; c'est donc surtout ces deux substances qu'il faut comparer entre elles: la grande facilité des deux clivages de la première substance, son angle fortement obtus, sont deux caractères distinctifs prononcés.

MINÉRAUX CRISTALLISÉS DANS LE SYSTÈME DU PRISME OBLIQUE NON SYMÉTRIQUE.

392.	Substance soluble dans l'eau, goût très astringent.	
	<b>Sulfate de cuivre.</b>	
	Insoluble.	393
393.	Substance hyaline, incolore, d'un blanc laiteux, quelquefois un peu grisâtre ou verdâtre.	394
	Couleur prononcée.	397
394.	Rayant le verre.	395
	Ne rayant pas le verre.	<b>Pyralolite.</b>
395.	Cristaux plats et très allongés, ayant ordinairement une légère teinte bleue, quelquefois cependant tout à fait incolores; clivage très facile suivant la face large; infusible au chalumeau.	<b>Disthène.</b>
	Substance fusible au chalumeau en émail blanc, du moins sur les bords des fragments.	396
396.	Substance soluble dans les acides.	<b>Labradorite.</b>
	Insoluble dans les acides.	344
397.	Cristaux d'une belle couleur bleue, plats et très allongés, possédant un clivage très facile suivant la face large.	<b>Disthène.</b>
	Roses rougeâtres, violets, ou noirs.	398
398.	Cristaux d'un beau violet, dont les faces, plates et coupantes à la manière d'une hache, sont très brillantes.	<b>Axinite.</b>
	Cristaux roses, ou rougeâtres.	399
	Cristaux d'un noir foncé.	400
399.	Cristaux roses dont les faces sont légèrement courbes, présentant un clivage triple et facile, infusible au chalumeau, associé avec de la chaux carbonatée.	<b>Greenovite.</b>
	Rougeâtre, ayant un clivage triple, substance dure rayant le verre, fusible en émail blanc, associé avec du mica.	<b>Latrobite.</b>
400.	Cristaux minces, allongés, brillants, terminés par un biseau, possédant deux clivages; fusibles facilement en émail noir.	<b>Babingtonite.</b>
	Cristaux mats, dont les faces, ordinairement un peu courbes, ne réfléchissent pas la lumière; substance ayant un éclat métalloïde, une cassure compacte; difficilement fusible au chalumeau, s'arrondit seulement sur les bords.	<b>Ilménite.</b>

MINÉRAUX EN MASSES LAMELLEUSES.

403.	Distinctement lamelleuses.	405
	Lamellaires, saccharoïdes ou grenues.	404

404.	Lamellaires . . . . .	558
	Saccharoïdes ou grenues . . . . .	591
405.	Substance ayant un éclat métallique, demi-métallique, ou métalloïde . . . . .	406
	Substance ayant l'aspect pierreux . . . . .	446
406.	Éclat métallique prononcé . . . . .	407
	Éclat simplement métalloïde. . . . .	436
407.	Couleur de gris d'étain, de plomb ou de fer. . . . .	408
	Couleur de bronze; substance attirable à l'aimant.	
	<b>Pyrite magnétique.</b>	
408.	Substance très lamelleuse, au moins dans une direction, et de laquelle on peut extraire un solide de clivage, ou lever des plaques. . . . .	409
	Substance lamelleuse avec difficulté. . . . .	429
409.	Tendre, tachant les doigts, ou laissant au moins des traces sur le papier . . . . .	410
	Né laisse aucune trace quand on le passe légèrement sur le papier. . . . .	412
410.	Trace noire ou gris de fer; substance légère, infusible, brûlant sous un feu ardent. . . . . <b>Graphite.</b>	411
	Trace bleuâtre, pesanteur spécifique assez considérable.	
411.	Fusible à la simple flamme d'une bougie.	
	<b>Antimoine sulfuré.</b>	
	Infusible au chalumeau. . . . . <b>Molybdène sulfuré.</b>	
412.	Couleur gris de plomb, gris d'étain, ou blanc d'argent.	413
	Gris de fer, ou gris d'acier foncé. . . . .	421
413.	Gris extrêmement clair, analogue à la couleur de l'ar- gent, ou s'en rapprochant beaucoup . . . . .	414
	Gris bleuâtre, clair analogue à la couleur du plomb. . . . .	415
414.	Blanc d'argent, substance ductile, donnant un bouton d'argent au chalumeau. . . . . <b>Argent natif.</b>	
	Blanc d'étain, substance très lamelleuse dans plusieurs sens, aigre et cassante. . . . . <b>Antimoine natif.</b>	
415.	Plusieurs clivages très faciles . . . . .	416
	Un seul clivage facile . . . . .	419
416.	Trois clivages menant au cube.	
	<b>Plomb sulfuré.</b> ou 417	
	Plus de trois clivages, substance très fusible, donnant une odeur d'antimoine . . . . . <b>Antimoine natif.</b>	
417.	Fusible au chalumeau, avec vapeurs sulfureuses; facile- ment réductible . . . . . <b>Plomb sulfuré.</b>	
	— Avec odeur de sélénium. . . . .	418
418.	Donnant dans le tube du sélénium. <b>Plomb séléniuré.</b>	
	— Avec des globules de mercure.	
	<b>Séléniure de plomb et mercure.</b>	

Le plomb sulfuré est très fréquent ; les séléniures de plomb et de mercure sont au contraire, extrêmement rares. On pourra s'abstenir presque toujours des essais indiqués aux nos 417 et 418. C'est par cette raison qu'on a mis à la suite du no 416 *plomb sulfuré*.. ou 417.

419. Masse lamelleuse très allongée, formant une espèce de plaque disposée dans le sens de la longueur du prisme. Pesanteur spécifique 46 environ.  
**Antimoine sulfuré.**  
 Masse composée de lames courtes, passant à la structure lamellaire, pesanteur spécifique comprise entre 70 et 100 . . . . . 420
420. Fusible à la simple flamme d'une bougie, sans dégagement d'odeur . . . . . **Bismuth natif.**  
 Fusible, avec odeur de tellure et formation d'oxyde de plomb. . . . . **Tellurure plombo-aurifère.**
421. Minéraux ayant un ou plusieurs clivages très faciles. . . . . 422  
 — Dont les clivages seulement indiqués par la direction des cassures sont peu nets. . . . . 429
422. Ayant plusieurs clivages faciles. . . . . 423  
 Un seul clivage facile . . . . . 426
423. Ayant des reflets rouges, ou rougeâtres. . . . . 424  
 Gris foncé sans reflets . . . . . 425
424. Reflets rouges très prononcés ; substance tendre, donnant une poussière d'un beau rouge cochenille.  
**Cuivre oxydulé.**  
 Reflets simplement rougeâtres ; substance dure, s'égrenant sous la pointe d'acier, en grains gris métalloïdes.  
**Cobalt gris.**
425. Fusible au chalumeau avec facilité, et s'y volatilise presque complètement, avec une odeur de rave.  
**Tellure natif.**  
 Fusible au chalumeau, avec une odeur sulfureuse, et donnant sur le charbon un bouton d'argent.  
**Argent sulfuré cuprifère.**
426. Gris de fer foncé, presque noir ; clivage net et très facile.  
**Wolfram.**  
 Gris d'acier assez clair . . . . . 427
427. Fusible, avec l'odeur particulière du tellure . . . . . 428  
 Fusible, avec odeur de soufre et d'antimoine ; donnant une masse métallique scoriacée attirable à l'aimant.  
**Haldingérite.**
428. Donnant au chalumeau un bouton jaune très riche en or.  
**Tellure auro-argentifère.**  
 Fusible très facilement, et presque entièrement volatil.  
**Tellurure de bismuth.**
429. Pesanteur spécifique considérable, au moins 60. . . . . 432  
 Pesanteur spécifique au plus de 40, moyennement de 36. . . . . 430

430. Tendre, s'écrasant entre les doigts, et donnant une poussière noire, ou d'un gris foncé . . . **Pyrolusite.**  
Ne s'écrasant pas entre les doigts . . . 431
431. Dur, se rayant difficilement avec une pointe d'acier, donnant une poussière d'un rouge brun.  
**Fer oligiste.**  
— Donnant une poussière noire . . . **Crichtonite.**
432. Donnant au chalumeau l'odeur de rave, et un bouton jaunâtre . . . **Tellure auro-plombifère.**  
Donnant une odeur d'ail, et un bouton d'argent.  
**Argent sulfuré fragile.**  
Une odeur sulfureuse, et un émail bleu avec le borax.  
**Cobalt sulfuré.**
- Le *cobalt sulfuré* n'a été trouvé qu'à Bastanès, près de Riddarhytta, en Suède; il est accompagné de silicate de manganèse, circonstance qui le fait facilement distinguer.
433. Soluble dans l'eau, ou du moins s'altérant à la surface, par un séjour un peu prolongé . . . 434  
Insoluble et inaltérable par l'eau.
434. Substance en petites lames nacrées et friables.  
**Acide borique.**  
En masses laminaires, ou lamelleuses plus ou moins considérables . . . 435
435. Clivage tripla très facile, menant au cube.  
**Sel gemme.**  
Clivage assez difficile, menant à un prisme rhomboïdal oblique . . . **Glaubérite.**
436. Pesanteur spécifique assez considérable . . . 437  
Pesanteur spécifique faible, inférieure à 30. . . 441
437. Substance ayant une cassure éminemment lamelleuse dans plusieurs directions, et dont les surfaces de clivage sont très miroitantes . . . 438  
Dont la cassure lamelleuse, quoique prononcée, n'est pas très nette . . . 440
438. Donnant une poussière grise quand on la raye; infusible au chalumeau . . . **Blende.**  
Donnant une poussière d'un beau rouge . . . 439
439. Substance ayant une pesanteur spécifique considérable, 80 environ; entièrement volatile au chalumeau.  
**Mercure sulfuré.**  
Pesanteur spécifique 56 environ; fusible au chalumeau, en matière noire, donnant au feu de réduction un bouton de cuivre métallique. . . **Cuivre oxydulé.**
440. Deux clivages à angles droit; substance donnant une poussière rouge; infusible au chalumeau, et insoluble dans les acides . . . **Titane rutile.**

- Clivage courbe, peu net, substance donnant une poussière d'un rouge brun; fusible au chalumeau et soluble dans les acides . . . . . **Zinc oxydé rouge.**
441. Substance ayant un reflet bronzé, très marqué. . . . . 442  
 Sans reflet . . . . . 443
442. D'un vert sombre; un clivage très facile; minéral ordinairement engagé dans de la serpentine.  
**Diallage bronzite.**  
 Noir, ou d'un noir brunâtre, possédant deux clivages; substance associée avec l'albite. . . . **Hyperstène.**
443. Substance éminemment lamelleuse, éclat vif sur la surface des lames qui sont très miroitantes et élastiques. 444  
 Facilement lamelleuse; éclat gras et peu vif sur la surface de cassure, peu ou point miroitante, douce au toucher. . . . . 445
444. Substance ne donnant pas d'eau quand on l'essaye dans le tube. . . . . **Mica.**  
 Donnant au moins douze pour cent d'eau par la calcination . . . . . **Pénine.**
- La *Pénine* est l'ancien talc cristallisé des Alpes; sa couleur et son éclat gras sont caractéristiques; on ne sera donc obligé de faire l'essai indiqué par le n° 441, que lorsqu'on aura lieu de présumer que l'échantillon que l'on examine n'est pas un mica ordinaire.
- Cet essai peut donner, dans quelques cas, une légère proportion d'eau, attendu que plusieurs analyses ont indiqué de 1 à 2 pour 100 d'eau dans des minéraux qui appartiennent au groupe habituel des micas.
445. Cassure unie et luisante; infusible et inaltérable au chalumeau. . . . . **Talc.**  
 Cassure striée, comme fibreuse; infusible au chalumeau, mais augmentant considérablement de volume, vingt fois environ, par l'action de la chaleur. **Pyrophyllite.**
- La *pyrophyllite* est presque identique avec le talc par ses caractères extérieurs mais sa composition est essentiellement différente; elle contient environ 30 p. 100 d'alumine, et seulement 4 de magnésie. Jusqu'à présent cette substance est assez rare; peut-être doit-on y ranger la plupart des talcs qui ont une texture fibreuse.
446. Substances très lamelleuses, au moins dans une direction, et desquelles on peut extraire un solide de clivage ou des plaques. . . . . 447  
 Substances lamelleuses avec difficulté, et dont la cassure est à la fois lamelleuse et esquilleuse. . . . . 537
447. Substances hyalines, blanches, d'un blanc laiteux, d'un blanc grisâtre, ou jaunâtre, ou légèrement colorées en vert. . . . . 448  
 Substances ayant une couleur prononcée . . . . . 480
448. Substances ayant un éclat nacré très marqué. . . . . 433

- Dont l'éclat plus ou moins vif est pierreux . . . . . 449
449. Rayant le verre avec facilité. . . . . 450  
Étant rayé par une pointe d'acier. . . . . 464
450. Plusieurs clivages . . . . . 451  
Un seul clivage. . . . . 460
451. Quatre clivages. . . . . 453  
Deux ou trois clivages. . . . . 453
452. Quatre clivages égaux et donnant, par leur réunion, un octaèdre régulier; éclat adamantin; surface de cassure très miroitante; infusible, substance la plus dure que l'on connaisse. . . . . **Diamant.**  
Quatre clivages verticaux, dont deux sont perpendiculaires entre eux. . . . . **Diopside.**
453. Trois clivages égaux et également faciles, menant au rhomboèdre. . . . . **Corindon.**  
Trois clivages inégaux, ou deux clivages seulement. . . . . 454
454. Deux clivages. . . . . 455  
Trois clivages. . . . . 456
455. Deux clivages rectangulaires entre eux, ou presque rectangulaires; substance fusible en émail gris verdâtre. **Diopside.**  
Deux clivages sous l'angle de 86 degrés, substance infusible. . . . . **Davidsonite.**
- Cette dernière substance est très rare; on l'a trouvée seulement engagée dans du granit de Rubislaw, près Aberdeen. Cette gangue, différente de celle qui accompagne le diopside, suffira pour distinguer ces deux minéraux.
456. Deux clivages faciles et rectangulaires entre eux, le troisième généralement peu net. . . . . 457  
Aucun clivage rectangulaire. . . . . 459
457. Substance facilement fusible en émail gris verdâtre. **Diopside.**  
— Difficilement fusible en émail blanc. . . . . 458
458. Cassure très lamelleuse; éclat vif suivant les lames, un peu gras dans les autres sens; couleur souvent laiteuse, excepté dans l'adulaire qui est tout à fait hyaline. **Feldspath.**  
Cassure lamelleuse, éclat vitreux, lames très fendillées, et comme étonnées, couleur rarement laiteuse. **Riacolite.**  
Cassure lamelleuse, avec reflet jaune d'or; troisième clivage perpendiculaire sur l'une des faces et faisant avec l'autre l'angle de 106°50'. . . **Murchisonite.**

Le *riacolithe* est essentiel au terrain de trachyte; le *feldspath* est au contraire disséminé dans les granits et les porphyres. La *murchisonite* est en cristaux engagés dans le grès rouge d'Heavitree, près Exeter. La nature des roches sera donc un

guide pour les échantillons sur gangue. Dans le cas où ces minéraux seront isolés, il faudra nécessairement mesurer les angles pour être sûr de leur détermination.

459. Substance soluble dans les acides, et associée soit aux roches volcaniques, soit aux roches hypersthéniques.

**Labradorite.**

Insoluble dans les acides, substance associée aux roches amphiboliques, ou aux roches dites primitives.

**Albite.**

Lorsque les clivages sont miroitants, la mesure des angles est le meilleur moyen à employer ; il est à la fois facile et exact ; mais lorsque les lames sont un peu esquillées et qu'elles ne donnent pas de réflexion, il faut alors avoir recours aux essais indiqués n° 359.

460. Clivage difficile quoique net. Minéraux complètement hyalins, très durs, rayant le quartz et le feldspath ; difficilement fusibles, mais dont les bords s'arrondissent au chalumeau . . . . . 463

Clivage facile, minéraux dont on peut lever des lames avec un canif ; rarement hyalins ; rayés par le quartz, infusibles au chalumeau, s'y dispersant quelquefois. . . . . 461

461. Lames un peu courbes, éclat nacré . . . . . 462  
Lames planes, très brillantes, hyalines, ayant souvent une légère teinte de bleu . . . . . **Disthène.**

Le *disthène* est engagé constamment dans du schiste talqueux ; il est souvent associé avec de la staurotide.

462. Substance décrépitant au chalumeau avec violence et donnant de petits fragments blanchâtres et nacrés analogues par leurs caractères extérieurs à l'acide borique.

**Diaspore.**

Ne décrépitant pas au chalumeau, mais donnant une légère quantité d'eau quand on la chauffe dans le tube.

**Worthite.**

463. Pesanteur spécifique 34 à 35. . . . . **Topaze.**

— — 27. . . . . **Émeraude.**

Il n'existe de difficulté que pour les échantillons n'ayant plus aucune trace de la forme cristalline, circonstance très rare, même dans les fragments roulés. Toutes les fois que ce caractère important pourra être consulté, on déterminera de suite la *topaze* et l'*émeraude*, après l'examen de la dureté, n° 449.

464. Minéraux hyalins, transparents, translucides, blancs, blancs laiteux ou légèrement colorés. . . . . 465

Minéraux ayant un éclat nacré très prononcé. . . . . 479

465. Substances lourdes dont la pesanteur spécifique est au moins de 35. . . . . 466

Substances dont la pesanteur spécifique est moyennement de 25 à 28. . . . . 470

466. Substance très lourde, pesanteur spécifique 70, éclat  
penlé un peu adamantin. *Berzélite*; chlorure de plomb.  
Pesanteur spécifique comprise entre 35 et 45, substance  
lamelleuse. . . . . 467
467. Trois clivages faciles. . . . . 468  
Deux clivages assez difficiles, substance soluble dans les  
acides avec effervescence . . . . . **Baryto-calcite.**
468. Trois clivages, également faciles et également inclinés;  
substance soluble dans les acides, de couleur jaune  
sale, quelquefois brunâtre. . . . . **Fer carbonaté.**  
Trois clivages, faciles, dont un est perpendiculaire sur  
les deux autres. . . . . 469
469. Angle compris entre les deux clivages verticaux =  $101^{\circ}42'$ ;  
pesanteur spécifique = 44; donnant à la flamme du  
chalumeau une couleur orangée. **Baryte sulfatée.**  
Angle de  $104^{\circ}$ ; pesanteur spécifique = 39; colorant la  
flamme du chalumeau en pourpre. . . . .  
**Strontiane sulfatée.**

La *Baryte sulfatée* est plus franchement lamelleuse que la *strontiane sulfatée*; celle-ci est très fragile, et il est difficile d'en extraire un solide de clivage; souvent aussi une légère teinte bleuâtre dénote sa nature. Enfin, ses gisements sont particuliers, de sorte que dans le plus grand nombre de cas il ne sera pas nécessaire de faire l'essai au chalumeau.

La baryte sulfatée et la strontiane sulfatée sont fréquemment mélangées, d'une manière intime, de chaux sulfatée; les angles de ces deux substances ne varient pas par ce mélange; ce qui m'empêche d'admettre les deux espèces de M. Thomson sous le nom de *calcaréo-sulfate de baryte* et *calcaréo-sulfate de strontiane*; mais la pesanteur spécifique indique ces mélanges; elle est de 41,9 pour la première, et de 38,1 pour la seconde. L'aspect laiteux de quelques échantillons de baryte sulfatée dénote la présence de la chaux sulfatée.

M. Shepard a également décrit, sous le nom de *calstron-baryte*, une substance composée de sulfate de baryte, carb. de chaux et carbonate de strontiane; elle est soluble avec effervescence dans les acides, caractère qui la distingue de la baryte sulfatée, de laquelle elle se rapproche par son angle de  $102^{\circ}30'$  à  $103^{\circ}$ . Le *calstron-baryte* est indistinctement lamelleux.

470. Minéraux ayant un seul clivage facile. . . . . 471  
Possédant plusieurs clivages faciles. . . . . 471
471. Substance éminemment lamelleuse, de laquelle on enlève  
de grandes plaques avec la pointe d'un canif; ces  
plaques présentent deux clivages difficiles, perpendi-  
culaires à leur surface large, très tendre, rayée par  
l'ongle. . . . . **Chaux sulfatée.**  
Ne pouvant se séparer en lames de quelque étendue. . . . . 472
472. Très tendre, rayée par l'ongle; composée de lames super-  
posées les unes sur les autres d'une manière irrégu-  
lière; insoluble dans les acides. . . . . **Gilbarite.**

- Dureté comparable à celle de la chaux carbonatée, substance distinctement lamelleuse, et dont le clivage est uni et miroitant . . . . . 473
473. Substance hyaline, d'un blanc laiteux, en lames souvent fort minces, soluble en gelée dans les acides, infusible au chalumeau, et donnant de l'eau dans le tube.  
**Zinc oxydé silicifère.**  
 En masse lamelleuse, dans laquelle le clivage est bien indiqué, mais non en lames minces; blanche, ou d'un blanc jaunâtre, quelquefois un peu grisâtre; insoluble dans les acides; fusible avec difficulté en une perle blanche, ne donnant pas d'eau.
474. Quatre clivages égaux, et également faciles, menant à l'octaèdre régulier; fusible au chalumeau en une perle opaque; donnant par l'acide sulfurique des vapeurs qui attaquent le verre . . . . . **Chaux fluatée.** 475
475. Trois clivages perpendiculaires entre eux . . . . . 476
476. Trois clivages inclinés et menant à un rhomboèdre . . . . . 477
476. Substance présentant presque toujours une légère teinte de bleu ou de violet; lames très miroitantes, ordinairement hyalines; difficilement fusible au chalumeau.  
**Chaux anhydro-sulfatée.**  
 Substance d'un blanc laiteux, un peu nacrée; opaque; fusible au chalumeau avec une grande facilité.
477. Soluble lentement à froid dans l'acide nitrique, et avec une effervescence peu vive . . . . . **Cryolithe.** 478  
 — Avec une effervescence très vive.
478. Angle du clivage de  $106^{\circ}15'$ , solution contenant de la chaux . . . . . **Dolomie.**  
 Angle de  $107^{\circ}5'$ , solution ne contenant pas de chaux . . . . . **Magnésie carbonatée.**
- La dolomie et la magnésie carbonatée lamelleuse sont ordinairement associée avec le talc. Cette réunion est un caractère qui guide pour reconnaître ces minéraux quand ils sont accompagnés de gangue. Le carbonate de magnésie est souvent en outre coloré par une légère teinte jaunâtre.
479. Substances très tendres, presque friables, s'écrasant entre les doigts, ou du moins rayées par l'ongle: . . . . . 480  
 Substances plus ou moins dures, ne s'écrasant pas entre les doigts. . . . . 482
480. Pesanteur spécifique très grande (55 environ); fusible au chalumeau avec facilité et donnant une odeur d'antimoine . . . . . **Antimoine oxydé.**

- Pesanteur spécifique faible, 25 au plus; infusible au chalumeau, donnant de l'eau par la calcination . . . . . 481
481. Minéral composé de lames larges, un peu courbes; testacé à la manière des coquilles; soluble dans les acides et donnant de l'alumine par l'ammoniaque.
- Pholélite.**
- En petites lames brillantes; attaquable par les acides, solution donnant de la magnésie . . . . . **Brucite.**
482. Pesanteur spécifique considérable, 70 environ.
- Berzélite.**
- Pesanteur spécifique comprise entre 25 et 35 . . . . . 483
483. Clivage courbe, facile; substance dure et rayant le verre.
- Diaspore.**
- Rayé par une pointe d'acier . . . . . 484
484. Minéraux possédant un seul clivage facile. . . . . 485
- Plusieurs clivages faciles . . . . . 489
485. Clivage dont on peut séparer les lames avec la pointe d'un canif; substances solubles dans les acides. . . . . 486
- Clivage très prononcé, mais qu'il est difficile d'obtenir par la simple interposition d'une lame de canif; substance insoluble dans les acides.
- Tafelspath; wollastonite.*
486. Clivage très facile, lames larges, brillantes, et parfaitement unies . . . . . 487
- Clivage facile, lames étroites et comme striées, un peu fibreuses . . . . . 488
487. Substance s'exfoliant au chalumeau et donnant ensuite un émail blanc. . . . . **Apophyllite.**
- Ne s'exfoliant pas et donnant un émail bulleux par l'action du chalumeau. . . . . **Heulandite.**
488. Fusible au chalumeau . . . . . **Sulbite.**
- Infusible . . . . . **Zinc oxydi-silicifère.**
489. Trois clivages égaux, inclinés de 93 degrés environ; substance insoluble dans l'acide nitrique. **Dréellite.**
- Trois clivages égaux, mais courbes, sous l'angle de 105° à 106°; soluble avec effervescence dans l'acide nitrique.
- Chaux carbonatée perlée.**
490. Minéraux ayant une couleur jaune, de nuances différentes et plus ou moins foncées. . . . . 491
- Gris foncé, bleus, verts plus ou moins foncés, et même noirs . . . . . 497
- Rouges, roses, violets, brun et ferrugineux . . . . . 524
491. Pesanteur spécifique considérable, supérieure à 60.
- Plomb molybdaté.**
- Pesanteur spécifique comprises entre 25 et 30, . . . . . 492
492. Très tendre, rayé facilement par l'ongle, souvent friable. . . . . 493

	Résistant à la pression de l'ongle . . . . .	494
493.	Lames larges, un peu fibreuses, flexibles et molles à la manière du plomb; substance entièrement volatile au chalumeau, avec odeur d'arsenic . . . . . <b>Orpiment.</b> Lames assez petites; substance friable entre les doigts; fusible en un globule noir . . . . . <b>Uranite.</b>	
494.	Minéral possédant un grand nombre de clivages faciles, lames très miroitantes, ayant un éclat demi-métallique. <b>Blende.</b> Deux, trois ou quatre clivages . . . . .	495
495.	Deux clivages, substance soluble avec effervescence dans l'acide nitrique . . . . . <b>Junckérite.</b> Quatre clivages égaux et donnant un noyau octaèdre; insoluble dans l'acide nitrique . . . . . <b>Chaux fluatée.</b> Trois clivages égaux et également faciles. . . . .	496
496.	Substance soluble dans l'acide nitrique avec effervescence; liqueur donnant les réactions du fer. Pes. sp. 35 à 38. . . . . <b>Fer carbonaté.</b> — Liqueur contenant de la magnésie, pes. sp. 27 à 28. <b>Magnésie carbonatée.</b>	
497.	Gris foncé, couleur quelquefois un peu sale . . . . .	498
	Bleu, vert plus ou moins foncé et même noir . . . . .	500
498.	Substance ayant trois clivages menant au rhomboèdre; rayant le quartz avec facilité . . . . . <b>Corindon.</b> — Un seul clivage facile . . . . .	499
499.	Gris clair, clivage très facile, substance fusible en émail gris avec houxoufflement. . . . . <b>Zoisite.</b> Gris jaunâtre, clivage facile, substance donnant d'abord de l'eau par la calcination, puis une matière jaune ( <i>chlorure de fer</i> ) qui se dissout dans cet eau. <b>Pyrosmalite.</b>	
500.	Substance bleue . . . . .	501
	D'un vert plus ou moins foncé et même noire . . . . .	504
501.	Trois clivages . . . . .	502
	Un seul clivage . . . . .	503
502.	Sous l'angle de 101°. . . . . <b>Hétérozite.</b> Sous l'angle de 90 . . . . . <b>Triplite.</b> Sous l'angle de 132 . . . . . <b>Triphyline.</b>	

Ces trois substances sont des phosphates de fer et de manganèse, dont les proportions varient avec l'angle; elles ont des caractères communs qui rendent impossible leur détermination exacte sans le secours du goniomètre. La première présente ordinairement une teinte de violet qui la caractérise alors facilement.

503. Substance dure, rayant le verre, infusible au chalumeau.  
**Disthène.**  
Ne rayant pas le verre; fusible avec facilité.  
**Vivianite.**

504.	D'un vert plus ou moins foncé . . . . .	505
	Noire . . . . .	521
505.	Vert émeraude . . . . .	506
	Vert clair ou vert bouteille . . . . .	508
506.	Substance tendre, s'écrasant entre les doigts . . . . .	507
	Dure, rayant facilement la chaux carbonatée.	
	<b>Diallage vert.</b>	
507.	Au chalumeau brunit, donne une fumée blanche et une odeur de rave . . . . .	
	<b>Tellure carbonaté.</b>	
	Au chalumeau brunit, donne un globule noir et une odeur arsenicale prononcée . . . . .	
	<b>Cuivre arsénaté.</b>	
	Vert jaunâtre, clivages très miroitants . . . . .	
	<b>Blende.</b>	
508.	Vert clair, substances en grande partie hyalines . . . . .	509
	Vert bouteille . . . . .	516
509.	Possédant un clivage quadruple . . . . .	515
	Possédant un, deux ou trois clivages . . . . .	510
510.	Substance rayant le verre . . . . .	511
	Ne rayant pas le verre . . . . .	
	<b>Killinite.</b>	
511.	Un ou deux clivages . . . . .	512
	Trois clivages, dont deux sous l'angle de $92^{\circ} 50'$ , le troisième incliné sur les deux autres de $106^{\circ} 30'$ .	
	<b>Diopside.</b>	
512.	Un seul clivage; substance donnant une odeur de chlore au chalumeau, et de l'eau acide dans le tube . . . . .	
	<b>Pyrosmalite.</b>	
	Deux clivages . . . . .	513
513.	Substance fusible au chalumeau . . . . .	514
	Infusible au chalumeau, mais blanchissant par l'action du feu . . . . .	
	<b>Davidstonite.</b>	
514.	Deux clivages sous l'angle de $106^{\circ} 40'$ , fusible en émail blanc . . . . .	
	<b>Amblygonite.</b>	
	— <i>Id.</i> sous l'angle de $92^{\circ} 50'$ , fusible en émail noir . . . . .	
	<b>Diopside.</b>	
	Deux clivages obtus sous l'angle de $124^{\circ} 30'$ , fusible en émail noir . . . . .	
	<b>Anphibole.</b>	
515.	Quatre clivages passant par l'axe, deux rectangulaires entre eux; les deux autres sous l'angle de $92^{\circ} 50'$ . . . . .	
	<b>Diopside.</b>	
	Quatre clivages égaux, donnant par leur réunion un octaèdre régulier . . . . .	
	<b>Chaux fluatée.</b>	
516.	Substance présentant un clivage extrêmement facile, et dont on peut lever des lames avec un couteau . . . . .	517
517.	Lames très miroitantes, flexibles et élastiques; substance fusible en émail noir . . . . .	
	<b>Mica.</b>	
	Facilement clivable par la percussion, mais dont on ne	

	peut lever de plaques par l'interposition d'une lame de caillif . . . . .	518
	Lames flexibles et molles; substance douce au toucher; infusible . . . . .	445
518.	Un seul clivage facile . . . . .	519
	Plusieurs clivages faciles . . . . .	520
519.	Vert foncé, mais sans mélange, fusible en émail noir avec bouillonnement. . . . . <b>Apidote.</b>	
	Vert olivâtre, vert noirâtre, quelquefois un peu jaunâtre, fusible en une scorie grise . . . . . <b>Diallage.</b>	
520.	Deux clivages très faciles sous un angle obtus (124° 30'), <b>Amphibole.</b>	
	Deux ou plusieurs clivages, moins faciles que les précédents . . . . . <b>Pyroxène.</b>	
<p>Dans cette dernière substance, le nombre des clivages est ordinairement de deux, quelquefois de trois, enfin dans certaines variétés il est de quatre. Les clivages verticaux sont rectangulaires, ou presque rectangulaires; l'appréciation de l'angle droit, qu'il est facile de faire à l'œil, est le caractère le plus saillant pour distinguer l'amphibole du pyroxène.</p>		
521.	Rayée facilement par une pointe d'acier . . . . .	522
	Rayant le verre avec difficulté . . . . .	523
522.	Soluble dans l'acide nitrique, avec une effervescence vive, même à froid. . . . . <b>Chaux carbonatée.</b>	
	— <i>Id.</i> , avec une effervescence très lente. . . . . <b>Magnésie carbonatée.</b>	
<p>La couleur noire de ces deux minéraux est due à des mélanges. La substance qu'on appelle <i>madréporite</i> est une chaux carbonatée mélangée de bitume et complètement noire; le <i>carbonate de magnésie</i>, qui existe dans le gypse du Salzbourg, est également coloré par du charbon.</p>		
523.	Deux clivages faciles sous l'angle de 124° 30'. . . . . <b>Hornblende; Amphibole.</b>	
	Clivages rectangulaires ou presque rectangulaires. . . . . <b>Pyroxène.</b>	
524.	Rouge, brun et ferrugineux . . . . .	529
	Violet et rose . . . . .	525
525.	Rose . . . . . <b>Manganèse carbonaté.</b>	
	Violet . . . . .	526
526.	Dur, rayant le verre . . . . .	528
	Ne rayant pas le verre . . . . .	527
527.	Quatre clivages égaux et également faciles, menant à l'octaèdre régulier; substance hyaline. . . . . <b>Chaux fluatée.</b>	
	Trois clivages, menant à un prisme oblique de 191° environ; substance opaque et luisante. . . . . <b>Hétérozite.</b>	
528.	Deux clivages; substance fusible au chalumeau, avec boursoufflement, en un verre sombre. . . . . <b>Axinite.</b>	

- Trois clivages; substance difficilement fusible au chalumeau, se frittant seulement sur les bords. **Latrobite.**
529. Brun . . . . . 530  
Rouge. . . . . 531
530. Substance possédant un grand nombre de clivages très brillants; éclat légèrement métalloïde. . . **Blende.**  
Trois clivages égaux, donnant un rhomboèdre; substance mate, paraissant décomposée, soluble avec effervescence dans l'acide . . . . . **Fer carbonaté.**
531. Ferrugineuse . . . . . 532  
Rouge. . . . . 533
532. Un seul clivage; substance dure, insoluble dans les acides.  
**Diaspore.**  
Trois clivages conduisant au rhomboèdre; substance soluble avec effervescence. . . **Calcaire ferrugineux.**
533. Rouge vermillon, ou rouge cochenille; couleur très marquée par la raclure, quand elle ne l'est pas sur la surface des échantillons. . . . . 534  
Rouge tirant sur le brun . . . . . 536
534. Éclat très vif, demi-métallique. . . . . 535  
Ne rappelant en rien l'éclat métallique; un clivage facile.  
**Plomb molybdaté chromifère.**
535. Pesanteur spécifique considérable, 80 environ; clivage rhomboédrique; substance entièrement volatile au chalumeau. . . . . **Mercure sulfuré.**  
Pesanteur spécifique de 56; clivage cubique; donnant un bouton de cuivre au feu de réduction.  
**Cuivre oxydulé.**
536. Deux clivages faciles, perpendiculaires entre eux; substance infusible au chalumeau, donnant avec le borax les réactions du titane . . . . . **Titane rutile.**  
Un seul clivage, courbe et peu net; substance infusible au chalumeau; donnant avec le borax un verre transparent.  
**Zinc oxydé rouge.**
537. Substances hyalines, blanches, d'un blanc laiteux, ou légèrement colorées en vert ou en gris . . . . . 538  
Ayant une couleur prononcée . . . . . 546
538. Très tendre, rayée par la pression de l'ongle.  
**Hydroboracite.**  
Plus ou moins dur, rayant la chaux carbonatée . . . . . 539
539. Très dur, rayant le feldspath et le quartz . . . . . 540  
Ne rayant pas le feldspath . . . . . 542
540. Trois clivages, substance rayant même l'émeraude.  
**Corindon.**  
Un seul clivage . . . . . 541

541.	Pesanteur spécifique, 35 . . . . .	<b>Topaze.</b>	
	<i>Id.</i> , 27 . . . . .	<b>Émeraude.</b>	
542.	Éclat gras, prononcé; substance d'un blanc grisâtre, quelquefois un peu verdâtre, cassure lamelleuse, en même temps que très esquilleuse . . . . .		543
	Éclat nacré, un peu vitreux; cassure plus décidément lamelleuse . . . . .		545
543.	Deux clivages rectangulaires entre eux; substance ne rayant pas le verre; fusible avec facilité en émail blanc.	<b>Paranthine.</b>	
	Deux clivages non rectangulaires; substance rayant le verre; difficilement fusible au chalumeau . . . . .		544
544.	Deux clivages sous l'angle de 80°, colorant la flamme du chalumeau en rouge. . . . .	<b>Spodumène ou Triphane.</b>	
	— <i>Id.</i> de 93°, ne colorant pas la flamme en rouge.	<b>Spodumène à soude; Oligoklas.</b>	
545.	Trois clivages, dont deux faciles (P sur M) sous l'angle de 65°; difficilement fusible en émail blanc . . . . .	<b>Albite.</b>	
	Deux clivages assez faciles (M sur M) sous l'angle de 106°; difficilement fusible en émail blanc; colorant la flamme du chalumeau en pourpre . . . . .	<b>Pétalite.</b>	
546.	Rouge, brun rouge, brun de girofle . . . . .		547
	Bleu violet, vert de nuances différentes . . . . .		549
	Jaune . . . . .	<b>Topaze.</b>	
547.	Substance rouge; ayant un éclat gras prononcé; deux clivages peu nets. . . . .	<b>Paranthine.</b>	
	Substance d'un brun rouge, imparfaitement lamelleuse; dont l'éclat a une tendance à être demi-métallique; soluble avec effervescence dans l'acide muriatique.	<b>Silicate ferrugineux de manganèse.</b>	
	Brun de girofle . . . . .		548
548.	Plusieurs clivages, dont un surtout est assez facile; éclat perlé, quelquefois métalloïde sur la surface du clivage; inaltérable au chalumeau . . . . .	<b>Antophyllite.</b>	
	Un seul clivage, présentant une cassure fibro-lamelleuse; couleur tirant sur le vert jaunâtre, fusible en émail noir. . . . .	<b>Gédrite.</b>	
549.	Substance bleue ou d'un vert plus ou moins foncé. . . . .		551
	— Violette . . . . .		550
550.	— D'un violet foncé, passant quelquefois au brun; fusible au chalumeau, avec bouillonnement; rayé facilement le verre . . . . .	<b>Axinite.</b>	
	Violet clair, rougeâtre; opaque; fusible en un verre coloré d'un vert foncé, sans bouillonnement; rayée par une pointe d'acier . . . . .	<b>Eudyalite.</b>	
551.	Substance bleue . . . . .		552
	— Verte . . . . .		555

552. Bleu lavande; deux clivages sous l'angle de  $43^{\circ} 30'$ .  
Glaucoïte.
- Bleu lapis, bleu indigo . . . . . 553
553. Minéral bleu clair, hyalin, très dur, rayant le quartz.  
Émeraude.
- Ne rayant pas le verre ou ne le rayant qu'avec difficulté. 554
554. Rayée par une pointe d'acier, soluble dans les acides avec effervescence. . . . . Cuivre carbonaté
- Rayant légèrement le verre; difficilement fusible au chalumeau. . . . . Sodalite bleue, Cancrinite.
555. Substance d'un vert émeraude. . . . . Émeraude.
- Vert pistache. . . . . Epidote.
- Vert clair. . . . . Epidote.
556. Éclat gras très prononcé; substance ne rayant pas le verre; fusible en émail ou en verre. . . . . Paranthine.
- Éclat perlé; substance rayant le verre, fondant difficilement sur les bords. . . . . Weissite.

## MINÉRAUX EN MASSES LAMELLAIRES.

557. Substance d'un gris bleuâtre prononcé; très douce au toucher, tendre, tachant les doigts, ou du moins laissant une trace quand on la frotte sur du papier. . . . . Molybdène sulfuré.
- N'étant pas douce au toucher; substance assez dure. 565
558. Ayant un éclat métallique ou métalloïde. . . . . 559
- Présentant un éclat pierreux ou vitreux. . . . . 573
559. Éclat métallique prononcé. . . . . 560
- Simplement métalloïde. . . . . 570
560. Minéral de couleur gris de fer très foncé, presque noir. 561
- Gris de plomb, gris bleuâtre clair, gris jaunâtre. 567
561. Peu dur, facilement rayé par une pointe d'acier, et prenant alors de l'éclat. . . . . 562
- Assez dur, difficilement rayé par une pointe d'acier, donnant une poussière rouge quand on l'écrase. . . . . Fer oligiste.
562. Se laissant couper au couteau à la manière du plomb, présentant au moins de l'éclat par la raclure. . . . . Cuivre sulfuré.
- S'égrenant sous le couteau. . . . . 563
563. Donnant au chalumeau une odeur d'arsenic. . . . . 561
- Point d'odeur d'arsenic par l'action du chalumeau. . . . . Cobalt sulfuré.
- Cette substance, trouvée jusqu'ici seulement à Bastnaäs, près de Riddaryta, en Suède, et à Musen, dans le pays de Stégen, est facile à reconnaître, par la gaugue qui l'accompagne.

564. Odeur arsenicale très forte ; substance entièrement soluble dans l'acide nitrique. . . . . **Arsenic natif.**  
 Odeur arsenicale assez faible ; substance soluble seulement en partie dans l'acide nitrique. . . . . **Antimoine natif arsenifère.**
565. Minéral donnant une poussière rouge quand on l'écrase. . . . . **Fer oligiste.**  
 — Poussière grise, conservant fréquemment l'aspect métallique. . . . . 566
566. Couleur d'un gris d'étain, quelquefois un peu jaunâtre ou rougeâtre. . . . . 567
567. Gris d'étain un peu jaunâtre ou rougeâtre ; substance fusible à la flamme d'une bougie sans brûler ; exposée à l'action du chalumeau, se volatilise en partie en donnant une poussière jaune ; soluble dans l'acide nitrique, avec dégagement de gaz nitreux. . . . . **Bismuth natif.**  
 Gris d'étain, passant au blanc d'argent ; fusible au chalumeau avec odeur antimoniale ; attaqué par l'acide nitrique, avec précipité immédiat jaunâtre. . . . . **Antimoine natif.**
568. Pesanteur spécifique considérable 75 au moins ; fusible au chalumeau, mais non à la flamme d'une bougie. . . . . 569  
 Pesanteur spécifique de 46 au plus ; fusible à la flamme d'une bougie ; lames fréquemment allongées, dénotant une structure bacillaire. . . . . **Antimoine sulfuré.**
569. Fusible au chalumeau ; avec bouton de plomb métallique et odeur sulfureuse. . . . . **Plomb sulfuré.**  
 — Id. avec odeur de sélénium. . . . . **Plomb séléniuré.**
570. Substance noire, douce au toucher, tendre, salissant les doigts, et laissant une empreinte noire sur le papier. . . . . **Graphite.**  
 Ne tachant pas les doigts. . . . . 571
571. Éminemment lamellaire, avec des reflets jaunâtres, verdâtres, ou brunâtres ; lames très éclatantes. . . . . **Blende.**  
 Plus ou moins lamellaire, mais dans une seule direction et sans reflets. . . . . 572
572. De couleur violette, gris verdâtre ; substance très lamellaire, âpre au toucher, et fusible en émail noir. . . . . **Lépidolithe.**  
 Verte, verdâtre ou quelquefois d'un blanc nacré ; lames d'un éclat gras, substance douce au toucher et infusible au chalumeau. . . . . **Talc.**
573. Substance plus ou moins dure, rayant le verre. . . . . 574  
 — Ne rayant pas le verre ; rayée avec facilité par une pointe d'acier. . . . . 579

574. Blanche, d'un blanc grisâtre, blanc verdâtre ou rosâtre, de couleurs toujours très claires. . . . . 575

**Minéraux feldspathiques.**

- Minéraux colorés assez fortement en violet, en brun violacé, en vert ou même en noir. . . . . 577
575. Attaquable par les acides. . . . . **Labradorite.**
- Inaltérable par l'action des acides. . . . . 576

Le *labrador* étant moins riche en silice que le *feldspath* et l'*albite*, ne se trouve pas associé à du quartz, et par suite il ne forme pas de granites; il est, au contraire, fort abondant dans les roches volcaniques. L'étude de la nature de la roche servira dans la plupart des cas à distinguer ce minéral, et dispensera de l'essai par les acides.

576. Donnant la réaction de la potasse par le chlorure de platine. . . . . **Feldspath.**
- Ne donnant pas la réaction de la potasse. . . . . **Albite.**

La distinction du *feldspath* et de l'*albite*, déjà très difficile pour les cristaux, l'est encore davantage pour les masses lamellaires; et, dans ce cas, il est indispensable de faire un essai dans le but de constater la présence de la potasse. On broiera dans un mortier d'agate deux centigrammes environ de la substance à essayer, avec dix ou douze centigrammes d'un mélange formé de parties égales de nitrate et de carbonate de baryte. On exposera le tout sur une capsule de platine à la flamme d'une lampe à l'alcool; on délayera la masse sèche qui en résultera avec quelques gouttes d'acide sulfurique qu'on évaporerait ensuite à siccité; puis on ajoutera de l'eau pure et l'on décantera avec soin la liqueur éclaircie. Le résidu insoluble sera formé de sulfate de baryte et de la silice du *feldspath*; la liqueur claire renfermera de l'alun à base de potasse ou à base de soude, selon qu'on aura opéré sur du *feldspath* ou sur de l'*albite*. On reconnaîtra la présence de la potasse en concentrant cette liqueur et en y ajoutant une goutte de chlorure de platine dissous dans l'alcool. Ce réactif déterminera sur-le-champ la formation d'un précipité jaune de chlorure platinico-potassique très peu soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. La dissolution concentrée d'alun à base de soude est à la vérité légèrement troublée par l'addition de chlorure platinique; mais ce trouble, dû à la présence de l'alcool, ne ressemble pas à celui que détermine la potasse, et une très petite quantité d'eau, ajoutée à la liqueur, suffit pour lui rendre sa limpidité.

Cet essai, que j'ai renouvelé sur l'*adulaire* du Saint-Gothard, sur l'*orthose* chatoyant de Norvège, sur l'*albite* laminaire qui accompagne la tourmaline verte des États-Unis, m'a toujours donné des résultats satisfaisants; il a sans doute l'inconvénient d'être un peu compliqué, mais je n'ai pu en trouver d'autres: dans tous les cas, on peut facilement, en une heure, faire un essai de cette nature; et comme il n'exige aucune pesée, il n'exige pas non plus beaucoup d'habitude pour l'exécuter.

- 577 Substance violette ou brun violacé; fusible avec bouillonnement. . . . . **Axinite.**
- D'un vert plus ou moins foncé, et même noire. . . . . 578
578. Lamellaire dans deux directions; très miroitante à cause de la facilité des clivages qui ont lieu sous l'angle de 42° environ. Couleur très foncée; fusible en émail noir. **Amphibole.**
- Difficilement lamellaire; couleur vert bouteille plus ou moins foncé. . . . . **Pyroxène.**

579. Soluble dans l'eau. . . . .	<b>Sel gemme.</b>	
Insoluble. . . . .		580
580. Très tendre, rayée par l'impression de l'ongle.	<b>Chaux sulfatée.</b>	
N'étant point rayée par l'ongle. . . . .		581
581. Substances colorées en rose, en brun, en brun jaunâtre, et quelquefois même en noir. . . . .		587
Substances blanches, d'un blanc laiteux, ou très légèrement colorées en gris ou en rouille. . . . .		582
582. Pesanteur spécifique assez considérable, 42 au moins. . . . .		583
Pesanteur spécifique faible, 27 à 29. . . . .		584
583. Pesanteur spécifique, 44. Colorant la flamme du chalumeau en jaune orangé. . . . .	<b>Baryte sulfatée.</b>	
Pesanteur spécifique 38, 5 à 39 Colorant la flamme du chalumeau en pourpre. . . . .	<b>Strontiane sulfatée.</b>	
584. Rayant la chaux carbonatée, insoluble dans les acides.	<b>Anhydrite.</b>	
Dureté comparable à celle de la chaux carbonatée; soluble avec effervescence dans les acides. . . . .		585
585. Effervescence très vive, même à froid.	<b>Chaux carbonatée.</b>	
Effervescence très lente, même à chaud. . . . .		586
586. Solution contenant de la chaux. . . . .	<b>Dolomie.</b>	
<p>Cette substance a souvent un éclat nacré qui la fait distinguer au premier coup d'œil; il y a même une variété de <i>dolomie</i> qui a reçu le nom de chaux <i>carbonatée nacrée</i> ou <i>perlée</i>. Souvent aussi cette roche est comme persillée de petits trous, circonstance qui tient à la manière dont les cristaux de dolomie s'associent.</p>		
<p>Solution ne contenant pas de chaux.</p>		
	<b>Magnésie carbonatée.</b>	
587. Substance colorée en rose . . . . .	<b>Manganèse carbonaté.</b>	
— En brun, brun jaunâtre, ou noir . . . . .		588
588. Brun jaunâtre, ou brun . . . . .		589
En noir . . . . .	<b>Chaux carbonatée bituminifère.</b>	
589. En brun . . . . .	<b>Fer carbonaté.</b>	
En brun jaunâtre. . . . .		590
590. Pesanteur spécifique de 36 à 38; soluble dans les acides avec une effervescence lente . . . . .	<b>Fer carbonaté.</b>	
Pesanteur spécifique de 28 à 30. Effervescence vive et rapide même à froid.	<b>Chaux carbonatée ferrugineuse.</b>	
<p>MINÉRAUX EN MASSES SACCHAROÏDES OU GRENUES.</p>		
591. Substance ayant l'éclat métallique, ou métalloïde . . . . .		592
Éclat vitreux ou pierreux . . . . .		615
592. Éclat métallique . . . . .		597

	Métalloïde, ou demi-métallique . . . . .	593
593.	Gris de fer très foncé, tachant les doigts . . . . .	<b>Graphite.</b>
	Verdâtre, brunâtre, ou violacé . . . . .	594
594.	Violacé . . . . .	<b>Lépidolithe.</b>
	Verdâtre ou brunâtre . . . . .	595
595.	Verdâtre, vert jaunâtre . . . . .	596
	Brunâtre, donnant une poussière grise, infusible au chalumeau, mais y développant une odeur sulfureuse . . . . .	<b>Zinc sulfuré.</b>
596.	Vert jaunâtre, poussière grise, infusible au chalumeau, odeur sulfureuse . . . . .	<b>Zinc sulfuré.</b>
	Verdâtre, reflets argentés, fusible au chalumeau en émail noir, point d'odeur . . . . .	<b>Lépidolithe.</b>
597.	Couleur gris de fer, du gris d'acier . . . . .	598
	Gris clair, gris bleuâtre, et blanc d'étain . . . . .	600
598.	Dur, rayant le verre . . . . .	600
	Né rayant pas le verre . . . . .	603
600.	Portement attirable à l'aimant . . . . .	<b>Fer oxydulé.</b>
	Action nulle, ou presque nulle sur le barreau aimanté . . . . .	601
601.	Donnant une poussière rouge quand on l'écrase . . . . .	<b>Fer oligiste.</b>
	Donnant une poussière grise . . . . .	602
602.	Légerement attirable à l'aimant, donnant avec le borax un verre de couleur émeraude . . . . .	<b>Fer chromé.</b>
	Aucune action sur le barreau aimanté; colorant le borax en violet . . . . .	<b>Braunite.</b>
603.	Pesanteur spécifique considérable, 60 au moins, odeur d'arsenic au chalumeau . . . . .	604
	Pesanteur spécifique n'atteignant pas 50, point d'odeur arsenicale . . . . .	605
604.	Entièrement volatil au chalumeau avec fumées très épaisses; soluble dans l'acide nitrique sans résidu . . . . .	<b>Arsenic natif.</b>
	Difficilement volatil au chalumeau, donnant souvent un bouton d'argent; attaqué par l'acide nitrique, avec dépôt jaunâtre très abondant . . . . .	<b>Antimoine natif arsenifère.</b>
605.	Poussière brune ou d'un brun rouge . . . . .	606
	Poussière noire . . . . .	607
606.	Poussière brune; donnant de 9 à 10 0/0 d'eau dans le tube . . . . .	<b>Manganite.</b>
	Poussière d'un brun rouge, peu ou point d'eau au plus 1 pour 100 . . . . .	<b>Hausmanite.</b>
607.	Gris d'acier, rayant difficilement le calcaire, pesanteur spécifique, 48, solution dans les acides, ne précipitant pas par l'acide sulfurique . . . . .	<b>Pyrolusite.</b>

Gris bleuâtre très foncé, rayant le fluo: pesanteur spécifique, 41; solution précipitant par l'acide sulfurique.

**Psiloméline.**

La couleur de la *psiloméline* suffit pour la distinguer de la *pyrolusite*; on ajoutera qu'elle est souvent associée à de la chaux fluatée qui lui donne une teinte violacée.

- 608. Gris très clair . . . . . 609
- Gris bleuâtre et blanc d'étain . . . . . 611
- 609. Pesanteur spécifique considérable, 80 environ; odeur arsenicale par l'action du chalumeau; **Arsenic natif**; pesanteur spécifique n'atteignant pas 80; ne donne pas d'odeur arsenicale par le chalumeau . . . . . 610
- 610. Poussière brune; substance donnant 10 pour 100 d'eau environ par la distillation dans le tube. **Manganite**. Poussière noire, ne donnant qu'un pour cent d'eau dans le tube . . . . . **Pyrolusite**.

Quelques variétés de manganèse sont d'un gris d'acier très clair; il en est de même de l'arsenic quand sa cassure est fraîche; on a dû, par conséquent, donner à ces minéraux une double place dans la méthode.

- 611. Gris bleuâtre . . . . . 612
- Blanc d'étain et blanc jaunâtre . . . . . 614
- 612. Très tendre; fusible à la simple flamme d'une bougie; odeur antimoniale au chalumeau; substance entièrement volatile. . . . . **Antimoine sulfuré**, infusible à la flamme d'une bougie, fond au chalumeau, en donnant un bouton de plomb . . . . . 613
- 613. Fusible, avec odeur de soufre. . . . . **Plomb sulfuré**. *Id.*, avec odeur de sélénium. . . . . **Plomb séléniure**.
- 614. Blanc d'étain très brillant; donnant au chalumeau une odeur d'antimoine; attaqué par l'acide nitrique, avec précipité immédiat, jaunâtre: **Antimoine natif**. Blanc jaunâtre, quelquefois un peu rougeâtre, souvent terne; point d'odeur au chalumeau, soluble sans résidu, dans l'acide nitrique concentré. . . . . **Bismuth natif**.
- 615. Minéraux blancs, blancs laiteux, blancs grisâtres, blancs rosés, et dont la couleur blanche n'est que légèrement altérée. . . . . 616
- Minéraux ayant une couleur propre . . . . . 624
- 616. Ayant une pesanteur spécifique assez considérable, d'environ 40 . . . . . 617
- Pesanteur spécifique faible, ordinairement 27 à 28, quelquefois cependant 32 à 33. . . . . 619
- 617. Soluble dans l'acide nitrique. . . . . **Williamsite**. Insoluble dans les acides . . . . . 618



	Verte, d'un vert jaunâtre ou jaune . . . . .	635
635.	Verte, de nuances différentes . . . . .	636
	Verte, jaunâtre ou jaune . . . . .	637
636.	D'un vert très foncé . . . . . <b>Chlorite.</b>	
	D'un vert assez clair; substance plutôt pailletée que saccharoïde . . . . . <b>Lépidolithe.</b>	
637.	Infusible, donnant au chalumeau une légère odeur de soufre . . . . . <b>Zinc sulfuré.</b>	
	Difficilement fusible, point d'odeur au chalumeau. <b>Chaux phosphatée.</b>	
638.	Pesanteur spécifique 36; brûlant sous l'action du chalumeau avec odeur d'ail . . <b>Arsenic sulfuré rouge.</b>	
	Pesanteur spécifique, 80 environ; exhalant au chalumeau une légère odeur de soufre; complètement volatile, et donnant du mercure dans le tube. <b>Mercure sulfuré.</b>	

## MINÉRAUX EN MASSES CONCRÉTIONNÉES.

639.	Minéraux, concrétionnés sous formes de stalactites, de stalagmites, de mamelons ou de rognons, ayant une cassure fibreuse, testacée, compacte ou terreuse . . .	640
	En masses fibreuses, droites ou rayonnées; à fibres croisées, réticulées ou tricotées; enfin, présentant une structure bacillaire . . . . .	715
640.	Substances solubles dans l'eau . . . . .	641
	— Insolubles dans l'eau . . . . .	644
641.	Sels colorés. . . . .	642
	Sels blancs, ou blancs grisâtres. . . . .	643
642.	D'un beau bleu. . . . . <b>Cuivre sulfate.</b>	
	Vert assez clair. . . . . <b>Fer sulfate.</b>	
643.	Très astringent. . . . . <b>Alun.</b>	
	Amer au goût. . . . . <b>Magnésie sulfatee.</b>	
644.	Substances ayant un éclat métallique ou métalloïde. . .	645
	Ne possédant pas d'éclat métallique. . . . .	653
645.	Jaune d'or, jaune de laiton, ou jaune un peu verdâtre .	646
	Gris d'acier, gris de fer, ou noir. . . . .	647
646.	Jaune d'or ou jaune de laiton; substance faisant feu au briquet et donnant au chalumeau une masse scoriacée, attirable au barreau aimanté. . . . <b>Fer sulfuré.</b>	
	Jaune un peu verdâtre, ne faisant pas feu au briquet. Non attirable à l'aimant après le grillage. <b>Pyrite de cuivre.</b>	
647.	Pesanteur spécifique considérable, 65 au moins. . . . .	648
	Pesanteur spécifique dépassant rarement 40 à 50. . . . .	649
648.	Substance d'un noir brunâtre, dont l'éclat simplement	

- métalloïde est résineux dans la cassure; présentant à sa surface une disposition mamelonnée; infusible au chalumeau. . . . . **Urane oxydulé.**  
Noire sur les surfaces ternies; grise, brillante dans les cassures fraîches; structure testacée. Substance donnant au chalumeau une forte odeur d'arsenic.
- Arsenic natif.**
649. Substances en stalactites, ou en masses réniformes, d'un noir plus ou moins foncé; état plutôt métalloïde que métallique, tantôt terne, tantôt luisant. . . . . 650  
Éclat métalloïde s'approchant beaucoup de l'éclat métallique; structure concrétionnée et fibreuse, passant quelquefois à la structure baccillaire. . . . . 651
650. Éclat métalloïde, seulement à la surface; brun jaunâtre dans la cassure; poussière jaune. **Hématite brune.**  
Éclat métalloïde extérieurement et intérieurement; poussière noire. . . . . **Pyrolusite.**
651. Substance donnant une poussière brune ou rougeâtre quand on l'écrase. . . . . 652  
— Poussière noire. . . . . **Pyrolusite.**
652. Poussière rougeâtre, donnant au chalumeau une masse attirable à l'aimant.  
(*Fer oligiste en rognons.*) **Sphéro-sidérite.**  
Poussière brune. Substance donnant de l'eau par la calcination; au chalumeau, masse métalloïde non attirable. . . . . **Manganite.**
653. Substance dure rayant le verre. . . . . 654  
Ne rayant pas le verre. . . . . 655
654. Substances de couleurs variées, présentant une structure réniforme ou une disposition par couches testacées distinctes; à cassure unie, ou esquilleuse, mais non fibreuse. . . . . 656  
Substance d'un vert clair, à cassure fibreuse, composée de mamelons plus ou moins distincts. . . **Préhnite.**
655. Par couches testacées, d'un rose sale, se détachant sur les parties d'un blanc grisâtre. . . **Mangankiesel.**  
Substance dont la structure réniforme et la cassure esquilleuse sont prononcées. . . . . 656
656. Substance hyaline, quelquefois d'un blanc laiteux, à cassure vitreuse, et dont la surface est formée de mamelons bien distincts; recouvrant ordinairement des roches volcaniques. (*Quartz hyalin concrétionné.*) . **Hyalite.**  
Substance hyaline translucide, compacte, à cassure esquilleuse, quelquefois fibreuse, et même rayonnante. 657
657. En grains arrondis, soudés les uns aux autres, et ayant une structure assez analogue à une grappe de raisin;

- cassure fibreuse, dans laquelle les fibres convergent vers un centre. . . . . **Quartz botriode.**  
 En rognons distincts, plus ou moins volumineux; de couleurs variées, le plus ordinairement rouge cornaline, ou gris cendré. Cassure esquilleuse, fortement translucide, mais présentant toujours des nuages dans les plaques polies. . . . . **Agate.**
658. Substances hyalines, d'un blanc laiteux, ou très légèrement colorées par des mélanges en gris, en vert d'eau ou en jaune sale. . . . . 659  
 Substances ayant une couleur propre plus ou moins foncée. . . . . 680
659. En mamelons, en général très petits, simulant quelquefois des grains, isolés ou soudés ensemble, mais toujours adhérent sur une gangue, et dont la cassure est tantôt compacte, tantôt fibreuse. . . . . 660  
 En mamelons plus ou moins considérables, ayant une cassure radiée; en masses testacées dont les couches sont distinctes; en stalactites, ou en rognons à couches concentriques. . . . . 663
660. Cassure compacte et terreuse. . . . . 661  
 Cassure testacée ayant l'éclat de la gomme, ou étant fibreuse et soyeuse. . . . . 662
661. Substance un peu verdâtre, fusible avec bouillonnement; adhérent à une roche amphibolique,  
 (*Datholite concrétionnée.*) **Botriolite.**  
 Substance d'un blanc terreux; à structure ondulée; infusible, donnant beaucoup d'eau par la calcination, au moins 30 0/0. . . . . **Gipsite.**
662. Cassure testacée, mamelons ayant l'éclat et l'apparence de la gomme, jaune verdâtre, ou vert clair.  
**Plomb gomme.**  
 Cassure fibreuse et soyeuse. . . . . 664
663. Masse blanche terreuse, composée de petits grains arrondis, soudés ensemble et donnant au minéral l'apparence d'une oolite; cassure fibreuse rayonnée, s'apercevant facilement à la loupe; substance tachant les doigts. . . . . **Webstérite.**  
 En mamelons, ou plutôt en houppes soyeuses distinctes, dans lesquelles la cassure fibreuse est prononcée; tendres, quelquefois même friables, s'écrasant sous les doigts, donnant au chalumeau une odeur d'arsenic.  
**Chaux arséniatée.**
664. En mamelons plus ou moins considérables, ayant une structure radiée; en masses testacées; en rognons ou en boules à structure concentrique. . . . . 665

- En stalactites, ou en stalagmites. **Chaux carbonatée.**
665. En mamelous ou en masses réniformes à structure radiée, rognons, etc . . . . . 672  
 En masses testacées, à couches distinctes, dont la cassure est tantôt fibreuse, tantôt unie et terreuse. . . . . 666
666. Masse contournée, repliée plusieurs fois dans le sens de sa longueur, compacte et d'un blanc grisâtre dans sa cassure. . . . . (Pierre de tripes.) **Anhydrite.**  
 Plus ou moins fortement ondulée, mais non plissée. . . . . 667
667. Masse testacée blanche, se levant par couches concentriques, luisantes à leur surface; tendre, à cassure unie et terreuse; donnant de l'eau par la calcination.  
**Zinc hydro-carbonaté.**  
 Masse testacée, dont les couches, quoique distinctes, ne se séparent pas, ou du moins que très difficilement; cassure fibreuse. . . . . 668
668. Substance rayée facilement par la pression de l'ongle.  
**Chaux sulfatée.**  
 Résistant facilement à la pression de l'ongle. . . . . 669
669. — dont les fibres bien distinctes se terminent par des pointes cristallines, en sorte que la surface des mamelons est hérissée d'aspérités. . . . . **Aragonite.**  
 — A fibres plus ou moins distinctes; surface extérieure des masses mamelonnées, lisse. . . . . 670
670. A fibres généralement déliées; masses plus ou moins translucides, faisant effervescence dans les acides. . . . . 671  
 Soluble sans effervescence dans les acides.  
**Zinc oxydé silicifère.**
671. Solution contenant de la chaux; substance devenant caustique par le chalumeau. . . **Chaux carbonatée.**  
 Ne contenant pas de chaux; donnant au chalumeau et à la flamme désoxydante des vapeurs blanches de zinc.  
**Zinc carbonaté.**
- La chaux carbonatée est facile à distinguer des minerais de zinc par ses caractères extérieurs: elle n'est point fibreuse à leur manière; son éclat est également moins vif; mais ces caractères, faciles à reconnaître, sont difficiles à décrire, de sorte que l'élève le moins exercé ne saurait faire de confusion.
- Ces trois dernières substances sont souvent légèrement colorées par du fer; le zinc carbonaté et le zinc oxydé silicifère sont quelquefois bleuâtres ou verdâtres par le mélange d'une certaine quantité de cuivre; mais ces couleurs n'étant pas uniformément répandues dans les échantillons dont la surface est toujours plus fortement colorée, nous les avons supposés blancs pour la détermination dichotomique.
672. Substance en rognons, ou en boules à cassures concentriques. . . . . 673  
 Substance composée de mamelons, ou de rognons à cassure fibreuse radiée. . . . . 675

673. Pesanteur spécifique assez considérable, 38 environ; boules compactes, un peu verdâtres, ne faisant pas effervescence avec les acides. . . **Strontiane sulfatée.**  
 Pesanteur spécifique de 27 ou 28 au plus; couches concentriques très prononcées, texture fibreuse. . . . . 674
674. Boules creuses, recouvertes presque toujours extérieurement d'une couche ferrugineuse, tachant les doigts. Soluble dans les acides sans effervescence.  
**Wavellite du Brésil.**  
 Rognons presque toujours allongés, pleins; dont le centre est quelquefois spatique; faisant effervescence avec les acides. . . . . **Chaux carbonatée.**
675. Pesanteur spécifique assez considérable, 42 environ; cassure fibreuse, rayonnée et esquilleuse.  
**Baryte carbonatée.**  
 Pesanteur spécifique de 28 au plus. . . . . 676
676. Rayée par l'ongle. . . . . **Chaux sulfatée.**  
 Résistant à la pression de l'ongle. . . . . 677
677. Petits rognons complets de 6 à 8 millim. de diamètre, gris sale à l'extérieur, et dont la cassure fibreuse est rayonnée. Les fibres, en partie hyalines, brillantes et de couleur vert d'eau, sont adhérentes à du schiste argileux. . . . . **Wavellite.**  
 Rognons plus ou moins considérables, ayant quelquefois un décimètre de diamètre, à cassure fibreuse rayonnée; les fibres en partie hyalines, en partie d'un blanc laiteux, passent à l'état bacillaire. . . . . 678
678. Fibres très brillantes avec éclat nacré, ayant, quand leur grosseur le permet, un clivage dans le sens de leur longueur. Substance soluble sans effervescence et sans gelée dans les acides; solution donnant de la chaux par l'oxalate d'ammoniaque. . . . . **Stilbite.**  
 Fibres ayant l'éclat vitreux, sans clivage; substance soluble dans l'acide nitrique avec gelée, ou avec effervescence. . . . . 679
679. Soluble avec gelée dans l'acide nitrique; liqueur ne précipitant pas par l'oxalate d'ammoniaque. . . **Mésotype.**  
 Soluble avec effervescence dans l'acide nitrique.  
**Aragonite.**
680. Substance rose, violette, bleue ou verte, de nuances différentes, plus ou moins foncées. . . . . 681  
 Jaune, gris, gris jaunâtre, gris brunâtre, brun, brun jaunâtre, rougeâtre ou noir. . . . . 682
681. Rose. . . . . 682  
 Violette, bleue et verte, de nuances différentes. . . . . 683
682. Rose très tendre, rose blanchâtre, substance en petits mamelons soyeux. **Chaux arséniatée cobaltifère.**

- Rose rouge, couleur fleur de pêcher, substance en mamelons ou en houppes, composée de fibres soyeuses ordinairement rayonnées. . . . **Cobalt arséniaté.**
683. Violette, quelquefois bleuâtre; masse concrétionnée, présentant des bandes différemment colorées, dont la cassure est à la fois fibreuse et lamellaire.
- Chaux fluatée.**
- Bleue. . . . . 684
- Verte, de nuances et de teintes différentes. . . . . 685
684. Bleu clair, substance fibreuse et en partie hyaline.
- Strontiane sulfatée.**
- Bleu foncé couleur d'indigo, substance formant des mamelons adhérent les uns aux autres, ou des rognons isolés. . . . . **Cuivre carbonaté bleu.**
685. Vert clair, presque vert d'eau; substance en petits mamelons analogues à la gomme pour l'éclat et la cassure.
- Plomb gomme.**
- Vert, de nuances et de teintes différentes. . . . . 686
686. Vert jaunâtre, ou vert bleuâtre; substance en mamelons distincts, dont la cassure est compacte. . . . . 687
- Vert olive, vert bouteille, ou vert émeraude; substance dont la structure est fibreuse. . . . . 688
687. Vert jaunâtre, mamelons semi-translucides, à cassure unie; pesanteur spécifique considérable, 60 environ; fusible avec facilité. . . . . **Plomb phosphaté.**
- Vert bleuâtre, cassure testacée, dans laquelle les couches présentent des nuances différentes. Pesanteur spécifique, 24 au plus; minéral noircissant au chalumeau sans se fondre. . . . . **Cuivre hydro-siliceux.**
688. Vert olive plus ou moins foncé; fusible au chalumeau, avec odeur arsenicale. . . . . **Cuivre arséniaté.**
- Vert bouteille ou vert émeraude. . . . . 689
689. Vert bouteille très foncé; substance en mamelons, présentant une cassure fibreuse rayonnée; fusible au chalumeau avec odeur d'arsenic, et donnant après le grillage une masse attirable à l'aimant. . . . **Dufrenôite.**
- Vert émeraude. . . . . 690
690. Mamelons à structure concentrique prononcée, dont les couches présentent des nuances différentes de vert; substance faisant effervescence avec les acides.
- (*Malachite.*) **Cuivre carbonaté vert.**
- Ne présentant pas de zones différemment colorées; soluble dans les acides sans effervescence. . . . . 691
691. Vert foncé; surface extérieure des mamelons veloutée de noir; au chalumeau noircit et se fond en un globule noir bruni, au centre duquel on trouve un bouton

	de cuivre métallique. . . <b>Cuivre hydro-phosphaté.</b>	
	Vert assez clair, non velouté; au chalumeau colore la flamme en vert, et donne un bouton de cuivre métallique. . . . . <b>Cuivre chloruré.</b>	
692.	Jaune, jaunâtre ou jaune rougeâtre. . . . .	693
	Gris, gris jaunâtre ou brunâtre; brun, brun jaunâtre, rouge brun, noir. . . . .	696
693.	Mamelons d'un jaune orangé, ayant une tendance cristalline, manifestée par des aspérités à leur surface. Pesant spécifique considérable, 60 au moins; fusible avec odeur arsenicale. . . . . <b>Plomb arséniaté.</b>	
	Pesanteur spécifique ne dépassant pas 35; substance ne donnant pas d'odeur arsenicale par le chalumeau. . . . .	694
694.	Jaune isabelle, mamelons à structure fibreuse rayonnée, présentant des couches concentriques de nuances différentes. . . . . <b>Natrolite.</b>	
	Jaune de soufre, jaune rougeâtre, mamelons à structure concrétionnée, mais non fibreuse. . . . .	695
695.	Jaune de soufre, jaune blanchâtre; substance très tendre, brûlant en répandant une odeur de soufre. <b>Soufre.</b>	
	Jaune rougeâtre; tubercules divisibles par couches minces, dont la cassure est compacte; infusibles; donnant les réactions du zinc. ( <i>Oxysulfure de zinc</i> ). <b>Voltzine.</b>	
696.	Gris, gris jaunâtre ou brunâtre, brun jaunâtre ou brun. Rouge brun, noir. . . . .	701 697
697.	Rouge brun; substance en rognons ou en stalactites, ayant une cassure fibreuse droite ou radiée, éclat soyeux; poussière rouge brique. <b>Hématite rouge.</b>	
	Noir, noir bleuâtre ou brun noirâtre, presque noir. . . . .	698
698.	Substance en stalactite ou en rognons d'un brun noirâtre, d'un noir luisant à la surface; cassure fibreuse, droite ou radiée, poussière jaune d'ocre.	
	<b>Hématite brune.</b>	
	Noir bleuâtre ou noir. . . . .	699
699.	Substance en rognons ou en stalactites, plus ou moins volumineux, d'un noir bleuâtre, à couches concentriques, donnant une poussière noire. . . . . <b>Pyrolusite.</b>	
	Noire. . . . .	700
700.	Noire tachant les doigts, donnant du cuivre au feu de réduction. . . . . <b>Cuivre oxydé noir.</b>	
	En petits mamelons superficiels, formant une couche sur du minéral de fer; tendre, prenant de l'éclat par la réduction; colorant le borax en bleu foncé.	
	<b>Cobalt oxydé noir.</b>	
701.	Brun, ou brun jaunâtre . . . . .	702
	Gris, gris jaunâtre, ou brunâtre. . . . .	709

702. Substance mamelonnée, ayant une cassure fibreuse, pres-  
que toujours rayonnée . . . . . 703  
Mamelons à cassure compacte et terreuse . . . . . 706
703. Pesanteur spécifique considérable, environ 70; dur et  
rayant le verre . . . . . **Étain oxydé.**  
Pesanteur spécifique ne dépassant pas 40 . . . . . 704
704. Poussière jaune . . . . . **Hématite brune.**  
Poussière grise . . . . . 705
705. Substance ayant beaucoup d'éclat dans la cassure; don-  
nant au chalumeau une légère odeur de soufre et une  
matière infusible . . . . . **Zinc sulfuré.**  
Au chalumeau, scorie attirable à l'aimant; soluble dans  
les acides avec effervescence . . . . . **Fer carbonaté.**
706. Brun clair, substance terreuse tachant les doigts.  
**Peroxyde de Manganèse hydraté.**  
À cassure compacte, assez brillante . . . . . 707  
Pesanteur spécifique considérable, 60 au moins . . . . . 708  
Pesanteur spécifique d'environ 33; substance donnant au  
chalumeau une scorie attirable . . . . . **Cronstédite.**
708. Brun foncé; fusible au chalumeau, donnant un bouton  
qui cristallise par le refroidissement.  
**Plomb phosphaté.**  
Brun jaunâtre, fusible avec bouillonnement en une scorie  
noire; donnant avec le borax un émail, bleu foncé si  
la proportion de matière est considérable, et vert éme-  
raude si elle est faible . . . . . **Plomb vanadiaté.**
709. Gris clair, présentant des zones plus ou moins foncées;  
pesanteur spécifique supérieure à 60 . . . . . 710  
Gris sale, gris brunâtre ou jaunâtre; pesanteur spécifique  
de 35 à 44 . . . . . 711
710. Insoluble dans les acides . . . . . **Plomb sulfuré.**  
Soluble avec effervescence . . . . . **Plomb carbonaté.**
711. Donnant de l'eau par la calcination, et devenant en  
partie soluble par cette opération . . . . . **Alunite.**  
Ne donnant pas d'eau . . . . . 712
712. Infusible au chalumeau . . . . . 713  
Fusible en une scorie noire, attirable à l'aimant.  
**Fer carbonaté.**
713. Colorant la flamme du chalumeau en une belle couleur  
orangé . . . . . **Baryte sulfurée.**  
Infusible au chalumeau, ne donnant à la flamme aucune  
couleur particulière . . . . . **Zinc sulfuré.**

Les essais par les acides donnent également un moyen facile de distinguer les quatre dernières substances.

La *baryte sulfurée* et l'*alunite* sont insolubles dans l'acide nitrique; ce minéral, réduit en poudre, est soluble dans l'acide sulfurique; le *fer carbonaté* s'y dissout facilement et avec effervescence.

Le zinc sulfuré se dissout difficilement dans l'acide nitrique, en donnant des globules de soufre et des bulles très fines.

MINÉRAUX EN MASSES FIBREUSES:

715.	Substances solubles dans l'eau, en tout ou en partie . . .	716
	Substances insolubles . . . . .	735
716.	Donnant un résidu abondant . . . . . <b>Polyhallite.</b>	
	Soluble sans résidu . . . . .	717
717.	Solution colorée . . . . .	718
	Solution limpide et incolore . . . . .	721
718.	Colorée en rose . . . . . <b>Cobalt sulfaté.</b>	
	En vert, vert jaunâtre ou rougeâtre . . . . .	719
	En beau bleu . . . . . <b>Cuivre sulfaté.</b>	
719.	Substance verte . . . . .	720
	Substance rouge, saveur styptique d'encre.	
	<b>Per-sulfate de fer.</b>	
720.	Saveur d'encre; précipitant en vert bleuâtre ou en blanc verdâtre, par l'hydro-cyanate ferruginé de potasse.	
	<b>Proto-sulfate de fer.</b>	
	Solution précipitant en rouge brun, par l'hydro-cyanate ferruginé de potasse . . . . . <b>Urané sulfaté.</b>	
721.	Solution donnant une effervescence vive quand on y verse un acide . . . . . <b>Soude carbonatée.</b>	
	Point d'effervescence par les acides . . . . .	722
722.	Liqueur précipitant par un sel de baryte . . . . .	723
	Ne précipitant pas par un sel de baryte. . . . .	732
723.	Très amer au goût. ( <i>Sel d'Epson</i> ) <b>Magnésie sulfatée.</b>	
	Plus ou moins salée, astringente ou styptique . . . . .	724
724.	Salée . . . . .	726
	Astringente ou styptique . . . . .	725
725.	Styptique. . . . .	727
	Astringente. . . . .	728
726.	Très salée, ne contenant pas de magnésie.	
	( <i>Sel de Glaubert</i> ) <b>Soude sulfatée.</b>	
	Salée et amère à la fois, contenant de la magnésie.	
	( <i>Sulfate de soude et de magnésie</i> ) <b>Reissite.</b>	
727.	Solution donnant par l'ammoniaque un précipité blanc gélatineux, qui se redissout dans un excès d'alcali.	
	<b>Zinc sulfaté.</b>	
	<i>Idem</i> un précipité d'un vert bleuâtre, rougissant par l'action de l'air. . . . . <b>Alun de plume.</b>	
728.	Solution cristallisant facilement quand on la rapproche, et donnant des cristaux appartenant au système régulier . . . . . <b>Alun.</b>	729

L'alun ordinaire est le seul qu'on trouve avec une certaine abondance dans la nature; l'alun sodifère existe dans quelques terrains trachitiques où l'albite fournit l'alcali; il en est de même de l'alun magnésien. Quant à l'alun ammoniacal, on n'en connaît que dans les dépôts de lignite de Tschermig, en Bohême. On pourra donc dans la plupart des cas, se borner à l'essai du n° 728.

Ne pouvant pas donner de cristaux.

- Alumine sulfatée.**  
 729. Solution donnant une odeur ammoniacale, par l'addition d'un alcali caustique . . . . . **Alun ammoniacal.**  
 Point d'odeur ammoniacale . . . . . 730  
 730. Solution contenant de la magnésie.  
**Alun magnésien.**  
 Point de magnésie . . . . . 731  
 731. Solution contenant de la potasse . . . . . **Alun.**  
 — Contenant de la soude. . . . . **Alun sodique.**

Pour rechercher la *magnésie*, on précipitera l'*alumine* par l'acide sulfurique; on évaporera ensuite la liqueur à siccité, puis on y ajoutera une dissolution de carbonate d'ammoniaque, qui précipitera la *magnésie*.

Pour reconnaître la *soude* de la *potasse*, il faut, après avoir précipité l'*alumine*, transformer les sulfates en chlorures par l'addition de chlorure de baryte. Il se formera alors du sulfate de baryte, qu'on séparera en filtrant la liqueur; la baryte en excès sera ensuite enlevée par l'addition de carbonate d'ammoniaque. Après avoir filtré une seconde fois, on évaporera la liqueur à siccité et on calcinera les sels, afin de chasser le carbonate d'ammoniaque; il restera alors, soit du chlorure de potassium, soit du chlorure de sodium. Le premier de ces sels forme, avec le chlorure de platine, un sel double insoluble dans l'alcool à trente-six degrés, reconnaissable à sa couleur jaune orangé; le sel double de platine et de soude, également d'un beau jaune, est soluble dans le même liquide.

732. Sel se volatilissant sur les charbons.  
**Ammoniaque muriaté.**  
 Fusant ou décrépitant sur les charbons. . . . . 733  
 733. Décrépitant sur les charbons. . . . . **Sel gemme.**  
 Fusant sur les charbons . . . . . 734  
 734. Solution précipitant en blanc par le carbonate d'ammoniaque . . . . . **Chaux nitratée.**  
 Point de précipité par le carbonate d'ammoniaque.  
 (*Potasse nitratée*) Nitre.  
 735. Minéraux ayant l'éclat métallique, et se présentant en masses baccillaires ou en fibres déliées . . . . . 736  
 Sans éclat métallique, *id.* . . . . . 752  
 736. Blanc d'argent ou d'étain, rouge de cuivre . . . . . 737  
 Verdâtre, gris d'acier, gris de fer, gris noirâtre et noir . . . . . 739  
 737. Blanc d'argent; souvent terne et noirci. Blanc d'étain toujours brillant . . . . . 738  
 Rouge de cuivre; substance plutôt baccillaire que fibreuse, souvent ramuleuse, extrémités des rameaux cristallines.  
**Cuivre natif.**

738. Blanc d'argent; substance en filaments grossiers, souvent crochus, quelquefois réticulés; malléables, s'étendant sous le marteau . . . . . **Argent natif.**  
Blanc d'étain; brillant; non malléable; fusible avec une grande facilité . . . . . **Bismuth sulfuré.**
739. Substance en filaments très déliés, isolés les uns des autres, s'écrasant sous les doigts, et même s'agitant par le souffle . . . . . 740  
Baccillaires, en aiguilles isolées, ou en fibres déliées, soudées ensemble, et formant des masses plus ou moins solides . . . . . 741
740. Gris verdâtre, réductible sur le charbon en une masse magnétique . . . . . **Nickel sulfuré.**  
Gris d'acier, gris bleuâtre, substance très fusible.  
**Antimoine en plumes.**
741. En aiguilles plus ou moins déliées, en masses fibreuses, droites ou rayonnées . . . . . 742  
En masses baccillaires . . . . . 750
742. En aiguilles non adhérentes . . . . . 743  
En aiguilles soudées ensemble et formant des masses fibreuses, droites ou rayonnées . . . . . 747
743. Présentant quelques indices de clivage . . . . . 744  
Sans indice de clivage . . . . . 745
744. Substance fusible à la simple flamme d'une bougie; entièrement volatile au chalumeau, avec odeur d'antimoine . . . . . **Antimoine sulfuré.**  
Fusible avec facilité au chalumeau; volatile avec odeur d'antimoine, et donnant après le grillage une masse scorifiée attirable . . . . . **Haidingerite.**
- Cette dernière substance n'a été trouvée jusqu'à présent qu'à la mine des Martourets, près de Chazelle, dans le département de l'Ardèche.
745. Gris jaunâtre, fusible avec facilité.  
**(Nadelerz) Bismuth sulfuré plombo-cuprifère.**
- Il existe, en outre, un bismuth sulfuré-plumbo-argentifère (*wismuth silber*) des Allemands, ainsi qu'un bismuth sulfuré cuprifère (*wismuth kupfererz*). Les caractères extérieurs de ces deux minéraux sont presque identiques: ils sont en aiguilles d'un gris d'acier, passant au blanc d'étain; les essais seuls peuvent les différencier entre eux.
- Le premier contient 15 p. 100 d'argent; le second 35 de cuivre, sans plomb ni argent.
- Infusible . . . . . 746
746. Poussière noire, ne donnant pas d'eau dans le tube d'essai, ou seulement une très faible proportion.  
**Pyrolusite.**  
Poussière brune, donnant environ 10 pour cent d'eau dans le tube . . . . . **Manganite.**

747. Substance d'un gris bleuâtre, facilement fusible. . . . . 748  
 D'un gris noirâtre, infusible. . . . . 746
748. Pesanteur spécifique 45 à 46; donnant par le grillage dans un tube, des vapeurs blanches très abondantes, et finissant par disparaître entièrement. Attaquée complètement par l'acide nitrique qui la transforme en un précipité jaune . . . . . **Antimoine sulfuré.**  
 Pesanteur spécifique 53 à 57; substance donnant un résidu dans le tube. La liqueur nitrique contient du plomb, précipitable en blanc par l'acide sulfurique. . . . . 749
749. Pesanteur spécifique 53; substance contenant 32 pour cent de plomb . . . . . **Zinkénite.**  
 Pesanteur spécifique 35,6; substance contenant environ 41 pour cent de plomb . . . . . **Jamesonite.**
- Ces deux dernières substances sont assez rares; il en résulte que dans la plupart des cas les essais indiqués par les nos 748 et 749 seront inutiles.
750. En baguettes prismatiques rectangulaires, simples ou réunies en faisceaux, entremêlées de chaux carbonatée; noires sur leur surface, et gris clair avec éclat métallique dans leurs cassures fraîches. Vapeurs blanches arsenicales au chalumeau. . . . . **Arsenic natif.**  
 Gris bleuâtre, gris d'acier, structure cannelée et prismatique . . . . . 751
751. Baguettes présentant un clivage facile dans le sens de leur longueur; substance très facilement fusible. . . . . **Antimoine sulfuré.**  
 Baguettes ne présentant point de clivage; substance infusible . . . . . 746
752. Substances bacillaires, fibreuses, droites ou radiées, d'un blanc laiteux, ou avec une nuance légère de vert ou de gris. . . . . 753  
*Idem*, ayant une couleur propre . . . . . 797
753. Substances dont les fibres droites ou radiées sont soudées ensemble, et donnent lieu à une masse fibreuse conjointe . . . . . 770  
 Substances en fibres bacillaires ou aciculaires non soudées ensemble . . . . . 754
754. Substance ayant une pesanteur spécifique assez considérable, ordinairement supérieure à 40, quelquefois cependant seulement de 36 . . . . . 755  
 Substances dont la pesanteur spécifique atteint rarement 30 . . . . . 759
755. Substances très lourdes; pesanteur spécifique supérieure à 60; très facilement fusible au chalumeau; donnant du plomb sur le charbon . . . . . 756

	Pesanteur spécifique de 36 à 45. Substance infusible ou difficilement fusible en émail blanc . . . . .	758
756.	Baguettes irrégulières d'un blanc jaunâtre, ou d'un jaune orangé, ressemblant à des cristaux imparfaits. Solution nitrique contenant du chlore. <b>Plomb chloro-carbonaté.</b>	
	Baguettes cannelées, passant à la structure aciculaire; éclat adamantin plus ou moins vif. . . . .	757
757.	Eclat adamantin très vif; substance d'un beau blanc, du moins dans la cassure; se dissolvant dans l'acide nitrique avec effervescence et sans résidu. <b>Plomb carbonaté.</b>	
	Eclat adamantin dans la cassure, un peu terne à la surface; blanc grisâtre, blanc verdâtre; résidu blanc dans l'acide nitrique . . . . . <b>Plomb sulfato-carbonaté.</b>	
758.	Blanc nacré; substance insoluble dans les acides. Pesanteur spécifique 44 à 45. . . . . <b>Baryte sulfatée.</b>	
	Blanc verdâtre, cristaux aciculaires imparfaits, soluble avec effervescence dans les acides. Pesanteur spécifique 36 à 37 . . . . . <b>Strontiane carbonatée.</b>	
759.	Ayant la forme et la disposition de coraux, et présentant à la fois la structure bacillaire et fibreuse. <b>Aragonite.</b>	
	Structure bacillaire droite ou aciculaire . . . . .	760
760.	Aciculaire. . . . .	761
	Bacillaire prononcée . . . . .	765
761.	Substance soluble dans les acides . . . . .	762
	Insoluble dans les acides . . . . . <b>Chaux sulfatée.</b>	
762.	Avec effervescence . . . . .	763
	Sans effervescence . . . . .	764
763.	Donnant de la chaux au chalumeau sans se disperser. Vue au microscope : clivage rhomboédrique. <b>Chaux carbonatée.</b>	
	Se dispersant au chalumeau : point de clivage sous le microscope . . . . . <b>Aragonite.</b>	
764.	Fusible au chalumeau avec facilité . . . . . <b>Mésotype.</b>	
	Infusible au chalumeau . . . . . <b>Zinc oxydé silicifère.</b>	
765.	Baguettes donnant facilement un ou plusieurs clivages . . . . .	766
	Point de clivages . . . . .	768
766.	Plusieurs clivages, inclinés à l'axe. <b>Chaux carbonatée.</b>	
	Un seul clivage, dans le sens de l'axe . . . . .	767
767.	Substance ayant un éclat assez vif et vitreux; dure, rayant le verre et complètement infusible. <b>Disthène.</b>	
	Substance ayant un éclat nacré; d'un blanc laiteux, ne	

- rayant pas le verre, et facilement fusible au chalumeau.  
**Sulbite.**
768. Rayant facilement la chaux carbonatée; insoluble dans les acides. . . . . **Trémolite.**  
 Dureté à peu près comparable à celle de la chaux carbonatée, cependant un peu plus grande; soluble dans les acides. . . . . 769
769. Substance hyaline, ou du moins fortement translucide, à cassure droite ou radiée; soluble avec effervescence dans les acides. . . . . **Aragonite.**  
 Substance à cassure radiée; translucide dans les parties où les rayons s'élargissent, d'un blanc laiteux vers le centre; soluble sans effervescence. . . . . **Mésotype.**
770. Cassure fibreuse droite. . . . . 771  
 Cassure fibreuse et radiée. . . . . 786
771. Substance dure, rayant le verre . . . . . 772  
 Ne rayant pas le verre . . . . . 774
772. Fusible au chalumeau en un verre transparent.  
**Edelforsite.**  
 Infusible. . . . . 773
773. Substance blanche ayant une légère teinte de gris.  
**Fibrolite.**  
*Id.* Blanche, jaunâtre; fibres plates, cristallines sous une forte loupe. . . . . **Bucholzite.**
774. Substances ayant une pesanteur spécifique considérable, 60 au moins. . . . . 775  
 D'une pesanteur spécifique généralement faible, s'élevant cependant dans quelques cas jusqu'à 44. . . . . 776
775. Soluble dans l'acide nitrique avec effervescence, et sans résidu. . . . . **Plomb carbonaté.**  
 Soluble avec résidu de sulfate de plomb.  
**Plomb sulfato-carbonaté.**
776. Substances solubles dans les acides . . . . . 777  
 — Insolubles . . . . . 783
777. Avec effervescence . . . . . 763  
 Sans effervescence . . . . . 778
778. Fusible avec facilité au chalumeau . . . . . 779  
 Infusible, ou seulement frittible . . . . . 781
779. Fusible avec bouillonnement. . . . . 780  
 Fusible sans bouillonnement, mais en se contournant comme un ver . . . . . **Scolézite.**
780. Perdant de 9 à 10 pour cent d'eau par la calcination.  
**Mésotype.**  
 Perdant jusqu'à 25 pour cent d'eau par la calcination.  
**Hydro-boracite.**
781. Au chalumeau, conserve sa structure fibreuse, devient

brillant et perd environ 25 pour cent par la calcination; substance associée à de la serpentine.

**Némalite.**

782. Décrépité, ou se réduit en une masse terreuse . . . . . 782  
 Décrépité; solution nitrique précipitant en blanc par l'acide nitrique, mais dont le précipité se redissout dans un excès d'alcali. . . . . **Zinc oxydé silicifère.**  
 Tombant en poussière par l'action du chalumeau; solution nitrique précipitant en blanc par l'ammoniaque; précipité insoluble dans un excès d'alcali.

**Dysclasite.**

La *dysclasite*, la *némalite* et l'*hydroboracite*, sont des substances fort rares, et pour la détermination desquelles il faut nécessairement faire des essais; toutefois, dans le plus grand nombre des cas, le poids, l'action des acides ou la fusibilité, suffisent pour la détermination des substances fibreuses: ainsi, le poids indiquera les minéraux plombeux. L'action des acides partagera les substances fibreuses en trois classes: savoir, les unes sont insolubles, les autres solubles appartiennent aux carbonates ou aux zéolithes, suivant qu'elles se dissolvent avec ou sans effervescence. Lorsque les minéraux fibreux sont accompagnés de gangue, leur examen fournira souvent une raison déterminante; on distinguera, par exemple, de suite les zéolithes, par leur association à des roches volcaniques.

783. Substances ayant un éclat nacré assez vif. Pesanteur spécifique, variant de 36 à 44. Fusibles en un émail blanc qui se délite. . . . . 784  
 Substances ayant un éclat soyeux. Pesanteur spécifique atteignant rarement 30. Fusibles avec facilité en un verre transparent. . . . . 785  
 784. Éclat nacré très vif; fibres groupées confusément; substance colorant la flamme du chalumeau en jaune orangé. . . . . **Baryte sulfatée.**  
 Substance présentant une cassure fibreuse conjointe, ayant un éclat plutôt vitreux que nacré; colorant la flamme du chalumeau en pourpre.

**Strontiane sulfate.**

785. Fibres se détachant les unes des autres, et pouvant subir une certaine flexion sans se rompre.

**Asbeste; Amiante.**

Le nom d'*asbeste* se donne quand les fibres ont une certaine grosseur, et qu'elles sont soudées ensemble; celui d'*amiante*, lorsque les fibres sont très déliées et qu'elles ne sont pas adhérentes: souvent l'*asbeste* est coloré en vert clair ou en couleur fauve.

Fibres soudées ensemble et se détachant difficilement, ni flexibles, ni élastiques; substance associée avec de la dolomie . . . . . **Trémolite.**

786. Fibres ayant au moins 0<sup>m</sup>,005 de rayon, souvent plus de 0<sup>m</sup>,03, et dont l'apparence est cristalline. . . . . 789

- Substances en espèces de houppes fibreuses, ou en petits mamelons agglutinés, analogues à des grains dont la cassure est fibreuse . . . . . 787
787. En mamelons agglutinés. Substance tendre tachant les doigts . . . . . **Webstérite.**  
En petites houppes soyeuses, quelquefois aussi en petits rognons à cassure fibreuse radiée . . . . . 788
788. Adhérent à une roche volcanique . . . . . **Cotunnit.**  
Substance de filon donnant au chalumeau une odeur d'arsenic . . . . . **Chaux arsénatée.**
789. Rayant facilement le verre . . . . . **Quartz.**  
Ne rayant pas le verre, ou du moins avec difficulté, s'écrasant quand on fait cet essai . . . . . 790
790. Ayant une pesanteur spécifique assez considérable, 42 environ; rognons volumineux d'un blanc grisâtre; cassure à la fois esquilleuse et fibreuse radiée.  
**Baryte carbonatée.**  
Pesanteur spécifique assez faible, atteignant rarement 30. 791
791. Fibres ayant au moins 0<sup>m</sup>,01 de rayon, et présentant l'aspect de cristaux allongés groupés comme les rayons d'un cercle . . . . . 792  
Fibres de petites dimensions, généralement peu distinctes; substance ayant un éclat soyeux. . . . . 793
792. Fibres présentant un clivage facile et très éclatant, dans le sens de leur longueur; substance se rayant par la pression de l'ongle . . . . . **Chaux sulfatée.**  
Ne présentant point de clivages . . . . . 793
793. Fibres un peu hyalines, ou du moins fortement translucides dans les parties où les rayons prennent plus de grosseur; éclat vitreux . . . . . **Mésotype.**
794. Fibres ayant l'éclat soyeux; substance rayant facilement la chaux carbonatée; fusible en verre transparent; insoluble dans les acides; associée à de la dolomie.  
**Trémolite.**  
Substances ayant l'éclat nacré, dont la cassure est un peu esquilleuse. Ne rayant pas la chaux carbonatée; soluble dans les acides, et fusible en émail blanc laiteux. 795
795. Fibres plates, rendant la cassure légèrement esquilleuse, dont l'éclat nacré est prononcé; substance fusible avec bouillonnement en un émail opaque . . . . . **Stilbite.**  
Fibres déliées, à cassure mate, et ayant peu d'éclat; substance fusible avec quelque difficulté.  
**Mésolyte; Brévicite.**

Il est difficile d'indiquer, par des caractères certains, la différence entre la *stilbite* radiée et la *mésolyte*; elle est cependant assez prononcée. Si l'on a de l'incertitude, il faudra comparer le minéral que l'on étudie avec des échantillons connus. Dans

quelques cas, il sera nécessaire de chercher la proportion d'alumine pour être sûr de la détermination; elle est de 15 à 16 pour la stibite, et de 25 à 28 pour la méso-lyte. Pour cette recherche, il suffit, après avoir enlevé de la dissolution du minéral à essayer, la silice par l'évaporation à siccité, de précipiter l'alumine par de l'ammoniaque.

796. Ne donnant pas d'eau dans le tube . . . **Raphilite.**  
Donnant de 8 à 9 pour cent d'eau . . . **Pecktolite.**
797. Substance rose, rouge, d'un roux brunâtre ou brun . . . 798  
Grise, d'un gris jaunâtre, jaune, bleue, verte ou noire . . . 818
798. Rose plus ou moins foncé, passant au violet ou de couleur violette . . . . . 799  
Rouge, rouge brunâtre ou brune . . . . . 803
799. Substance rayant le verre . . . . . 800  
Ne rayant pas le verre. . . . . 801
800. Cristaux bacillaires isolés, droits ou radiés, colorés et dont les extrémités présentent souvent des indications de rhomboèdre; fusible au chalumeau; engagés quelquefois dans du calc. saccharoïde . . . **Tourmaline.**  
Masse fibreuse conjointe violette, dont l'éclat est un peu nacré; inaltérable par l'action du chalumeau.  
**Quartz.**
801. En masse fibreuse conjointe; soluble avec effervescence dans les acides . . . **Manganèse carbonaté.**  
En cristaux allongés, en petits cristaux aciculaires, en mamelons ou en houppes soyeuses, dont la cassure est fibreuse radiée; substances solubles sans effervescence dans les acides, et donnant une odeur d'arsenic au chalumeau . . . . . 802
802. Minéral d'un rose très clair, passant en partie au blanc.  
**Chaux arsénatée cobaltifère.**  
Rose fleur de pêcher . . . . . **Cobalt arsénaté.**
803. Minéral de couleur rouge ou rouge brunâtre. . . . . 804  
— Brun . . . . . 808
804. Rouge cochenille très vif; fibres extrêmement déliées et soyeuses . . . . . 805  
Rouge brunâtre; substances en baguettes, en masses aciculaires, en mamelons, ou en stalactites, dont la cassure est fibreuse et radiée . . . . . 806
805. Noircissant au chalumeau, donnant du cuivre métallique sur le charbon. . . . . **Cuivre oxydulé.**  
Inaltérable par l'action du chalumeau. **Titane oxydé.**
806. Substance d'un rouge brun foncé en masse tuberculeuse mamelonnée, à cassure fibreuse rayonnée, possédant un éclat soyeux; poussière rouge.  
**Hématite rouge.**  
En faisceaux aciculaires, droits ou radiés; en aiguilles

- isolées se croisant dans différents sens . . . . . 807
807. Faisceaux aciculaires d'un rouge morluré, tendres, s'écrasant entre les doigts. Fusible à la flamme d'une bougie . . . . . **Antimoine oxydé sulfuré.**  
Aiguilles isolées, ou groupées confusément, souvent disséminées dans l'intérieur des cristaux de quartz hyalin. Substance infusible. . . . . **Titane oxydé.**
808. Substance en cristaux aciculaires, en masses bacillaires ou mamelonnées, ou en stalactites, dont la cassure est fibreuse rayonnée . . . . . 810  
— En filaments capillaires et soyeux. . . . . 809
809. Engagés dans les cavités d'une lave; fusible au chalumeau en une scorie noire attirable à l'aimant.  
**Breislakite.**  
Adhérents à une roche ancienne, sur laquelle ils forment une petite couche d'un brun fauve; fusible en émail gris . . . . . **Amiante.**  
Formant de petites houppes soyeuses sur du fer hématite; donnant une poussière jaune. **Fer hydroxydé.**
810. En rognons, ou en stalactites, dont la cassure est fibreuse rayonnée . . . . . 811  
En aiguilles, isolées ou groupées confusément, en masses aciculaires ou bacillaires, présentant la structure fibreuse conjointe. . . . . 813
811. Roguons, mamelons ou stalactites, dont la cassure est soyeuse ou sans éclat . . . . . 812  
Roguons dont la cassure, quoique fibreuse, est également un peu lamelleuse: fibres miroitantes, ayant un éclat demi-métallique; poussière grise.  
**Zinc sulfuré.**
812. Donnant une poussière jaune . . . **Hématite brune.**  
Donnant une poussière grise . . . . **Zinc sulfuré.**
813. Substance rayée facilement par une pointe d'acier. . . 814  
Rayant le verre . . . . . 816
814. Masse fibreuse conjointe . . . . . 815  
Cristaux cylindroïdes, accolés latéralement ou croisés.  
Masse aciculaire, composée de mamelons irréguliers; substance fusible au chalumeau avec facilité, et dont la pesanteur spécifique est considérable, 70 environ.  
**Plomb phosphaté.**
815. Fibres grossières, qu'on peut séparer en partie; structure du bois; pesanteur spécifique très faible. Substance brûlant au feu. . . . . **Lignite.**  
Substance ayant une pesanteur spécifique assez considérable; donnant au chalumeau une masse scorifiée at-

- tirable à l'aimant ; soluble avec effervescence dans les acides. . . . . **Fer carbonaté.**
816. Cristaux imparfaits très allongés, analogues à de longues aiguilles ; infusible au chalumeau. . . . . **Sillimanite.**  
Fusible avec plus ou moins de facilité. . . . . 817
817. Cristaux cylindroïdes isolés, quelquefois réunis et formant des masses baccillaires : coupe des baguettes presque toujours triangulaire. Substance fusible en émail noir bulleux. Électrique par la chaleur. **Tourmaline.**  
Cristaux cylindroïdes groupés, formant des masses baccillaires, dans lesquelles on voit fréquemment quelques angles droits ; substance fusible avec bouillonnement.  
**Idocrase.**
818. Substance grise, ou d'un gris jaunâtre. . . . . 819  
Jaune, bleue, verte ou noire. . . . . 825
819. Formant des masses concrétionnées, disposées en mamelons ou en stalactites, dont la cassure est fibreuse radiée. . . . . 820  
— des cristaux cylindroïdes, isolés ou groupés, des masses, aciculaires ou baccillaires, ayant la structure fibreuse conjointe. . . . . 822
820. Donnant de l'eau par la calcination dans le tube.  
**Alunite.**  
— point d'eau dans le tube. . . . . 821
821. Difficilement fusible au chalumeau, en émail blanc, colorant sa flamme en jaune orangé. Pesanté spécifique, 44. . . . . **Baryte sulfatée.**  
Infusible au chalumeau, colorant la flamme en vert. Pesanté spécifique, 41. . . . . **Zinc sulfuré.**
822. Substance dure et rayant le verre. . . . . 823  
Ne rayant pas le verre. . . . . 824
823. Masse baccillaire, admettant un clivage longitudinal, quand les baguettes qui la composent sont assez grosses. Fusible avec bouillonnement. **Epidote zoïsite.**  
Cristaux cylindroïdes allongés, engagés dans du quartz ou dans du gneiss, ne possédant pas de clivage et infusibles. . . . . **Sillimanite.**
824. Masse plate, composée de fibres parallèles, qui lui communiquent la structure fibreuse conjointe : soluble avec effervescence dans les acides. . . . **Fer carbonaté.**  
Masse composée de cristaux aciculaires imparfaits, légèrement divergents, soluble avec difficulté et sans effervescence. . . . . **Commingtonite.**
825. Jaune, ou jaune rougeâtre. . . . . 826  
Bleue, verte ou noire. . . . . 833
826. Substance dure rayant le verre ; cristaux baccillaires im-

- parfaits, accolés suivant leur longueur; jaune un peu rougeâtre. . . . . **Pycnite.**
- Ne rayant pas le verre. . . . . 827
827. Substance en filaments soyeux, sans adhérence entre eux, quelquefois réticulés, se séparant facilement les uns des autres, et qui peuvent céder à l'action du vent. . . . . 828
- En masse baccillaire, en fibres ou en filaments plus ou moins déliés, mais soudés ensemble. . . . . 829
828. Minéral d'un jaune terne, fusible, donnant une odeur d'ail. . . . . **Plomb arséniaté.**
- jaune d'or, jaune mordoré, infusible au chalumeau. **Titane oxydé.**
829. Masse baccillaire, ayant une pesanteur spécifique considérable; fusible, avec odeur d'ail. **Plomb arséniaté ou phosphaté arsénifère.**
- En fibres, en filaments plus ou moins déliés, soudés ensemble. . . . . 830
830. Masse fibreuse conjointe, dans laquelle les fibres sont plates: substance qui se lève par plaques fibreuses, pouvant se plier sans se casser; couleur d'un jaune d'or assez vif. Fusible avec odeur arsenicale. **Orpiment.**
- Fibres qu'on ne peut séparer par plaques; ne donnant pas d'odeur d'arsenic au chalumeau. . . . . 831
831. Masse radiée, complètement circulaire, présentant dans sa cassure des zones concentriques avec des nuances différentes. . . . . **Natrolite.**
- Fibres droites, ou divergentes. . . . . 832
832. De couleur jaune de paille; cassure soyeuse; au chalumeau se gonfle, blanchit, et donne par une fusion lente un verre brun et opaque, disséminé sur du quartz amorphe, souvent avec de la chaux fluatée. **Karpholite.**
- Jaune tendre; aiguilles cristallines, formant de petites masses fibreuses, à fibres divergentes, ayant un certain éclat, soluble dans l'acide sulfurique, et dégageant des vapeurs qui corrodent le verre; disséminées dans les fissures d'un fer argileux. . . . . **Kakoxen.**
833. Substance bleue. . . . . 834
- verte ou noire. . . . . 840
834. Substances formant des masses baccillaires, ou des cristaux cylindriques très allongés. . . . . 835
- En masses fibreuses conjointes, dont les fibres sont plus ou moins déliées. . . . . 838
835. Rayant le verre. . . . . 836
- Rayés facilement par une pointe d'acier. . . . . 837
836. Masse baccillaire, tantôt droite, tantôt radiée; d'un bleu

- d'indigo clair et vif. Baguettes ordinairement plates et présentant un clivage facile sur le côté ; infusible au chalumeau. . . . . **Disthène.**
- Cristaux allongés cylindriques et triangulaires, bleuâtres plutôt que bleus, avec des intensités variables de couleur ; dichroïtes, quand on les regarde dans le sens de l'axe, et perpendiculairement à cette direction. Fusibles en émail noir. . . . . **Tourmaline.**
837. D'un bleu foncé ; cristaux accolés ensemble, très tendres, rayés par l'ongle, fusibles en émail noir avec facilité, donnant de 25 à 30 pour cent d'eau dans le tube. **Anglarite.**
- Baguettes, ou filaments grossiers, informes, de couleur bleu lavande, dont la dureté est comparable à celle de la chaux fluatée ; fondant en émail noir, et donnant au plus 5 pour cent d'eau dans le tube. **Krokydolite.**
838. Masse fibreuse conjointe, terminée par des plans parallèles, annonçant qu'elle appartient à un filon ; fibres grossières de couleur bleu clair, soudées ensemble ; substance ayant une pesanteur spécifique assez considérable ; insoluble dans les acides. **Strontiane sulfatée.**
- *Id.* Dont les fibres sont déliées ; surface supérieure souvent mamelonnée, annonçant qu'elle est le résultat d'une concrétion ; la coloration en bleu est généralement plus forte à la surface des mamelons. Soluble dans les acides. . . . . 839
839. Substance soluble avec effervescence ; fusible en émail blanc. . . . . **Zinc carbonaté.**
- Soluble sans effervescence ; substance infusible. **Zinc oxydé-silicifère.**
840. Substance verte, de nuances différentes, et plus ou moins foncées. . . . . 841
- Noire, ou d'un noir brunâtre. . . . . 862
841. Cristaux cylindriques allongés, isolés ou accolés ; masses bacillaires, droites ou rayonnées. . . . . 842
- Masses aciculaires, ayant la cassure fibreuse conjointe droite, ou radiée. . . . . 848
842. Substance dure et rayant le verre. . . . . 843
- Rayée par une pointe d'acier. . . . . 846
843. Présentant un ou plusieurs clivages faciles. . . . . 844
- Point de clivages faciles. . . . . 845
844. Deux clivages faciles, suivant l'axe des baguettes ; couleur d'un vert d'herbe assez foncé ; lames transparentes . . . . . **Amphibole. Var. Actinote.**
- Un clivage facile incliné à l'axe, et parallèle à la base ;

- couleur d'un vert blanchâtre. Substance simplement translucide . . . . . **Pyroxène**. Var. *Diopside*.
845. Substance en masse baccillaire, d'un vert pistache, dont les baguettes cylindroïdes sont groupées parallèlement entre elles : souvent leurs extrémités sont terminées par une face brillante. Fusible avec bouillonnement.
- Épidote.**
- Cristaux cylindroïdes isolés, ou groupés d'une manière irrégulière, ayant fréquemment la forme triangulaire. Fusibles avec difficulté en émail noir : électriques par la chaleur. . . . . **Tourmaline**.
846. D'un beau vert émeraude, tendre et s'écrasant entre les doigts ; odeur de rave au chalumeau.
- Tellure carbonatée.**
- D'un vert clair ou vert jaunâtre, ne s'écrasant pas entre les doigts. . . . .
847. Masses cylindroïdes plus ou moins allongées, d'un vert jaunâtre ou vert d'herbe ; à cassure conchoïde. Dont la pesanteur spécifique est considérable, environ 70. Fusible au chalumeau en donnant un bouton métalloïde cristallin. . . . . **Plomb phosphaté.**
- Masse baccillaire vert d'eau, composée de fibres grossières dont la cassure est fibreuse conjointe, ou fibreuse radiée. Pesanteur spécifique faible, 29 à 30. Substance décrépitant au chalumeau, infusible et donnant de la chaux. . . . . **Aragonite.**
848. Vert clair, vert d'eau ; substances transparentes ou très fortement translucides. . . . . 849
- Vert foncé de nuances variées ; substances opaques ou faiblement translucides. . . . . 857
849. Substance composée de cristaux aciculaires accolés, de fibres soudées ensemble, mais non radiées, ou de filaments soyeux . . . . . 852
- Ayant la cassure radiée. . . . . 850
850. Dure, rayant le verre ; couleur d'un vert prononcé quoique clair ; substance fusible avec facilité ; formant des mamelons ou des rognons, dont la surface est souvent cristalline. . . . . **Préhnite.**
- Ne rayant pas le verre, et de couleur vert d'eau très clair. 851
851. Formant de petits rognons, dont la cassure fibreuse radiée est complète ; fibres cristallines ; substance fusible au chalumeau. . . . . **Wavellite.**
- Rognons assez considérables, dont la cassure radiée, n'embrasse ordinairement qu'un segment ; substance souvent esquilleuse en même temps que fibreuse, dé-

- crépitant au chalumeau ; soluble avec effervescence dans les acides . . . . . **Aragonite.**
852. Fibres accolées ou soudées ensemble. . . . . 854
- Cristaux aciculaires, ou filaments non soudés ensemble. . . . . 853
853. Substance ayant une pesanteur spécifique considérable, 70 environ ; fusible avec facilité, et donnant un globule noir hérissé d'aspérités . . . **Plomb phosphaté.**  
Substance dont la pesanteur spécifique ne dépasse pas 37 ; infusible, ou fusible en émail gris clair. . . . . 855
854. Substance, en cristaux aciculaires, dont la pesanteur spécifique est de 36 à 37. Soluble dans les acides avec effervescence. . . . . **Strontiane carbonatée.**  
Filaments soyeux non adhérents, pouvant se plier par la simple impression du souffle, fusible en émail gris.  
**Amiante.**
855. Fibres raides, soyeuses, brillantes ; fusible en émail gris clair. . . . . **Asbeste.**  
Fibres se détachant difficilement les unes des autres, douces au toucher ; infusible au chalumeau. . . . . 856
856. Infusible et inaltérable au chalumeau. . . . . **Talc.**  
Infusible, mais augmente considérablement de volume, vingt fois au moins. . . . . **Pyrophyllite.**
- Voir la note du 445.
857. Minéraux d'un vert émeraude plus ou moins foncé. . . . . 858  
— D'un vert olive foncé ou clair . . . . . 860
858. Fibreux et soyeux ; présentant souvent des nuances de tons différents ; soluble avec effervescence dans les acides . . . . . **Cuivre carbonaté.**  
Fibres assez brillantes, ayant l'aspect de petits cristaux aciculaires ; substance soluble sans effervescence dans les acides. . . . . 859
859. Fibres soudées ensemble et formant des masses radiées, dont la surface, ordinairement cristalline, est souvent d'un noir velouté ; substance fusible avec facilité en émail noir ; souvent on trouve au centre du globule un bouton de cuivre métallique.  
**Cuivre hydro-phosphaté.**  
Cristaux aciculaires très petits, groupés souvent irrégulièrement, quelquefois cependant de manière que la masse présente une cassure fibreuse conjointe. Substance donnant un bouton de cuivre métallique, et colorant fortement la flamme du chalumeau en vert.  
**Cuivre chloruré.**
860. Vert jaunâtre plus ou moins foncé ; fusible au chalumeau avec odeur d'arsenic, en un émail noir non attirable. . . . . **Cuivre arséniaté**

- Vert bouteille très foncé, vert noirâtre. . . . . 861
861. Formant des rognons dans lesquels la cassure fibreuse radiée est très prononcée; minéral donnant au chalumeau des vapeurs blanches avec odeur d'arsenic, et produisant après le grillage une scorie noire attirable.
- Dufrenite.**
- En fibres divergentes à la manière d'une brosse; substance fusible en partie avec difficulté, en une scorie attirable; ne donne ni vapeurs, ni odeur arsenicale. Disséminé dans les cavités d'un basalte. . . **Kirwanite.**
862. Minéraux rayant le verre. . . . . 863  
Ne rayant pas le verre. . . . . 863
863. Masse bacillaire présentant ordinairement deux clivages faciles dans le sens de la longueur, en sorte que la cassure est lamelleuse. . . . . **Amphibole.**
- Masse bacillaire sans clivages, en baguettes isolées, et engagées soit dans du quartz, soit dans du feldspath. 864
864. [Masse bacillaire, ou baguettes soit isolées, soit engagées dans une roche; dont la coupe est triangulaire; fusible au chalumeau avec difficulté. . . . **Tourmaline.**
- Baguettes sans aucune forme, à cassure conchoïde, et éclat vitreux, disséminées dans du feldspath lamelleux. Se boursouffant et donnant au chalumeau un globule noirâtre; soluble dans les acides avec gelée; la liqueur donne les réactions du cérium. . . . **Orthite.**
865. [Masse bacillaire, ayant le tissu fibreux du bois, et brûlant avec une odeur bitumineuse et empyreumatique.
- Lignite.**
- Baguettes prismatiques informes, disséminées dans une roche de feldspath laminaire et de quartz. Prenant feu au chalumeau, brûlant sans flamme ni fumée, et laissant un résidu fusible en émail noir. Se dissolvant dans les acides, en déposant une poudre noire: la liqueur contient du cérium. . . . **Pyrrorthite.**

*L'orthite et la pyrrorthite sont fort rares, elles ont été trouvées seulement à Fahlun, en Suède: la nature de la gangue suffit pour les reconnaître.*

MINÉRAUX EN MASSES COMPACTES.

867. Minéraux ayant l'éclat métallique et de couleur jaune d'or, jaune de laiton, jaune verdâtre, ou rouge de cuivre ou de bronze. . . . . 868  
*Idem*, blanc d'argent, blanc d'étain, gris bleuâtre clair, gris d'acier ou noir de fer. . . . . 876
868. Jaune d'or, ou jaune de laiton, jaune verdâtre. . . . . 869  
Rouge de cuivre ou de bronze. . . . . 872
869. Jaune d'or; substance ordinairement en plaques, dissé-

- minées dans du quartz; malléable, s'étendant sous le marteau . . . . . **Or natif.**  
 Jaune de laiton, ou jaune verdâtre . . . . . 870  
 870. Jaune de laiton; éclat très vif, faisant feu au briquet, donnant après le grillage une masse scoriacée noire; attirable à l'aimant. . . . . **Pyrites de fer.**  
 Jaune verdâtre. . . . . 871

Il existe deux *pyrites de fer*, l'une appelée simplement *pyrite*, l'autre *pyrite blanche*. La couleur de cette dernière est beaucoup plus pâle, c'est la seule distinction qu'on puisse indiquer: elle est, du reste, assez prononcée, quand on compare des échantillons bien déterminés.

871. Nuance verdâtre très faible, jaune prononcée; substance donnant avec le borax, et après grillage, un émail vert ou un émail rouge brique, suivant qu'on l'expose à la flamme réductrice ou à la flamme oxydante.

**Pyrite cuivreuse.**

- Nuance verte très prononcée, donnant avec le borax un émail blanc . . . . . **Étain sulfuré.**

L'*étain sulfuré* est fréquemment mélangé de fer arsenical; l'odeur d'arsenic, sans être essentielle à cette substance, fournit alors un caractère empirique très utile; ce minéral est fort rare, tandis que la *pyrite cuivreuse* est abondante.

872. Rouge de cuivre, quelquefois un peu pâle. . . . . 874  
 Brun rougeâtre, couleur de tabac, couleur de bronze, quelquefois irisé . . . . . 873  
 873. Substance dure, rayée difficilement par une pointe d'acier; magnétique . . . . . **Pyrite magnétique.**  
 — Tendre, se laissant couper au couteau; souvent irisée; non magnétique, donnant les réactions du cuivre.

*Cuivre panache; Phillipsite.*

874. Malléable, s'étendant sous le marteau, donnant au chalumeau un bouton de cuivre. . . . . **Cuivre natif.**  
 Dur et aigre, donnant au chalumeau des fumées blanches, avec odeur d'arsenic ou d'antimoine . . . . . 875  
 875. Odeur d'arsenic . . . . . **Nickel arsenical.**  
 Odeur d'antimoine. . . . . **Nickel antimonial.**

Le *nickel antimonial* n'a été trouvé que dans deux localités; la couleur est moins foncée, et surtout l'éclat est moins vif que pour le *nickel arsenical*: la distinction est néanmoins difficile à l'œil. L'acide nitrique fournit un moyen facile de les distinguer: le *nickel arsenical* est soluble sans résidu dans cet acide; le *nickel antimonial* donne, au contraire, un résidu abondant d'*acide antimoniaux*.

876. Blanc d'argent, blanc d'étain, gris de plomb . . . . . 877  
 Gris bleuâtre clair, gris d'acier, noir de fer . . . . . 890  
 877. Blanc d'argent, mat ou un peu grisâtre . . . . . 878  
 Blanc d'étain et gris de plomb . . . . . 881

878. Minéral mou et peu résistant, s'étendant sous le marteau; donnant du mercure quand on le distille.

**Mercure argenté.**

— Dur, faisant feu au briquet, ou du moins aigre et cassant. . . . . 879

879. Substance d'un blanc d'argent mat, donnant au chalumeau des fumées blanches, arsenicales ou antimoniales, et un bouton d'argent métallique. Ne faisant pas feu au briquet . . . . . 880

— Blanc d'argent grisâtre, faisant feu au briquet; donnant au chalumeau des vapeurs arsenicales, et une masse scoriacée attirable à l'aimant. **Fer arsenical.**

880. Soluble dans l'acide nitrique, avec dépôt blanc d'acide antimonieux. . . . . **Argent antimonial.**  
*Idem*, sans dépôt blanc; odeur arsenicale très forte.

**Argent arsenical.**

*L'argent arsenical est fort rare; il n'a été trouvé que dans la mine d'Andréasberg au Hartz, où il est accompagné d'arsenic natif.*

881. Blanc d'étain . . . . . 882  
Gris de plomb. . . . . 886

882. Cassure conchoïde, éclat vif, mais un peu gras.

**Bournonite.**

Cassure unie, quelquefois un peu grenue, mais non conchoïde. . . . . 883

883. Éclat très vif; substance fusible à la flamme d'une bougie, sans odeur arsenicale; offrant presque toujours une indication d'aiguilles . . . **Bismuth sulfuré.**

Peu d'éclat; fusible au chalumeau, avec des fumées blanches abondantes et une odeur arsenicale . . . . . 884

884. Blanc d'étain, quelquefois grisâtre. Pesanteur spécifique, 60 environ; substance donnant les réactions du nickel. Blanc d'étain jaunâtre. Pesanteur spécifique 45: au chalumeau, vapeur arsenicale. Avec le borax, donne, après un grillage prolongé, un émail vert dans la flamme réductrice, et rouge dans la flamme oxydante. . . . . 885

**Cuivre arsenical.**

885. Blanc d'étain; soluble dans l'acide nitrique, avec dépôt d'acide antimonieux.

**Sulfo-antimoniure de nickel.**

Blanc grisâtre; soluble sans dépôt dans l'acide nitrique.

**Biarséniure de nickel.**

886. Malléable, se laissant couper au couteau, ou prenant de l'éclat par la raclure. . . . . 887

Aigre et cassant . . . . . 889

887. Substance dont la surface est ordinairement terne, s'é-

tendant sous le marteau; fusible avec facilité, sans odeur; donnant un bouton de plomb et une poussière jaune qui se dépose sur le charbon.

**Plomb natif.**

— Surface assez brillante, ne s'étendant pas sous le marteau, mais prenant de l'éclat par la raclure, et pouvant se laisser couper au couteau; au chalumeau, fond avec facilité, en donnant des vapeurs abondantes de sélénium ou de tellure . . . . . 888

888. Donne dans le tube un sublimé rouge caractéristique du sélénium; au chalumeau, du plomb riche en argent.

*Idem*, une poudre blanche, susceptible de se fondre ensuite en gouttelettes limpides quand on la chauffe; au chalumeau, bouton d'argent. **Tellurure d'argent.**

889. Faisant feu au briquet avec une odeur arsenicale très prononcée; colorant le borax en bleu.

**Cobalt arsenical.**

Aigre, mais ne faisant pas feu au briquet; au chalumeau, odeur propre au tellure . . . **Tellurure de plomb.**

890. Gris bleuâtre clair . . . . . 891

Gris d'acier plus ou moins foncé, gris ou noir de fer . . . 899

891. Très tendre, rayé par l'ongle, souvent même tachant les doigts. Pesantéur spécifique comprise entre 43 et 50 . . . 892

Résistant à la pression de l'ongle, ne tachant pas les doigts; un peu aigre, s'égrenant par une raclure légère, donnant une poussière grise quand on imprime fortement une pointe d'acier. Pesantéur spécifique comprise entre 68 et 78 . . . . . 893

892. Infusible au chalumeau, s'y changeant en une poudre jaune . . . . . **Molybdène sulfuré.**

Fusible à la simple flamme d'une bougie.

**Antimoine sulfuré.**

La première de ces substances a presque toujours une tendance lamelleuse; la seconde est lamelleuse et fibreuse à la fois, de sorte qu'il est rare de voir des échantillons sans aucune indication d'aiguilles.

893. Donnant au chalumeau une odeur de soufre et un bouton de plomb métallique . . . . . **Plomb sulfuré.**

Donnant au chalumeau une odeur de sélénium.

**Séléniures. 894**

Les *séléniures* sont tous fort rares; le moins rare est celui de plomb, qui a la plus grande analogie avec le sulfure de plomb. C'est donc principalement le séléniure de plomb qu'on a opposé à ce minéral. Les n<sup>os</sup> 894 à 898 indiquent les essais qui peuvent servir à distinguer les différents séléniures les uns des autres.

894. Donnant dans le tube des gouttelettes de mercure.

**Séléniure de plomb et de mercure.**

	Point de mercure . . . . .	895
895.	Produisant au chalumeau un oxyde jaune de plomb sur le charbon, et des grains de plomb métallique . . . . .	896
	Point de plomb au chalumeau, mais donnant une poussière blanche et un bouton d'argent.	
	<b>Sélénure de zinc et argent.</b>	
896.	Plomb doux, s'étendant sous le marteau; colorant le borax en jaune sale, et ne donnant pas de bouton d'argent quand on volatilise tout le plomb.	
	<b>Sélénure de plomb.</b>	
	Plomb plus ou moins aigre, s'étendant mal sous le marteau. . . . .	897
897.	Bouton d'argent assez considérable.	
	<b>Sélénure de plomb argentifère.</b>	
	Point de bouton d'argent. . . . .	898
898.	Plomb qui, après un grillage prolongé, donne un résidu colorant le borax en bleu.	
	<b>Sélénure de plomb et cobalt.</b>	
	Plomb donnant, après le grillage, un bouton métallique, colorant le borax en vert dans la flamme réductrice, en rouge brique dans la flamme oxydante.	
	<b>Sélénure de plomb et de cuivre.</b>	
899.	Gris d'acier. . . . .	900
	Noir de fer . . . . .	907
900.	Gris d'acier avec des reflets rouges; tendre, et dont la rayure produit une poussière rouge cochenille.	
	<b>Argents rouges.</b>	
	Il existe trois combinaisons d'argent, l' <i>argent rouge</i> , la <i>myargirite</i> et la <i>proustite</i> , qui donnent une poussière rouge et des reflets couleur cochenille. J'ai donc indiqué les différentes espèces ensemble, sous le nom d' <i>argents rouges</i> . Le n° 924 énonce les essais nécessaires pour distinguer entre elles ces trois espèces.	
	— Poussière grise ou noire; point de reflets rouges . . . . .	901
901.	Donnant au chalumeau une odeur d'ail très prononcée . . . . .	902
	— Odeur de sélénium et de soufre, point d'odeur arsenicale . . . . .	905
902.	Substance entièrement volatile au chalumeau, avec fumées blanches. . . . . <b>Antimoine natif arsenifère.</b>	
	Volatile seulement en partie. . . . .	903
903.	Produisant, par le grillage, un bouton métallique scoriacé, qui, fondu avec la soude, donne du cuivre métallique, et, avec le borax, un émail vert ou rouge brique, suivant la partie de la flamme dans laquelle l'essai a lieu . . . . . <b>Cuivre gris.</b>	
	— Point de cuivre avec la soude; donnant avec le borax un verre violet, ou jaunâtre presque incolore . . . . .	904

904. Substance produisant par le grillage un résidu pulvé-  
rulent qui colore le borax en violet. Solution rose dans  
l'acide nitrique. . . . . **Manganèse arsenical.**  
— Une espèce de speiss, qui, fondu avec le borax, donne  
un émail jaune rougeâtre à chaud, et presque incolore  
à froid. Solution verte dans l'acide nitrique.  
**Nickel gris.**
905. Odeur de sélénium par le chalumeau, sublimé rouge dans  
le tube. . . . . **Sélénure de zinc.**  
Odeur de soufre par le chalumeau, sublimé jaune dans  
le tube. . . . . 906
906. Résidu du grillage, colorant le borax en bleu.  
**Cobalt sulfuré.**  
Après le grillage, cuivre noir argentifère, donnant au  
chalumeau et aux acides la réaction du cuivre et de  
l'argent. *Cuivre sulfuré argentifère*; **Stromeyerine.**
- M. Beauvant donne pour caractère de distinction de la *stromeyerine* de plonger  
successivement dans une dissolution nitrique de cette substance, une lame de fer  
et une lame de cuivre : la première se couvre d'une couche de cuivre, la seconde  
d'une couche d'argent.
907. Tendre, tachant les doigts. . . . . 908  
Plus ou moins dur, ne tachant pas les doigts. . . . . 909
908. Pesanteur spécifique très faible, 18 à 24 ; brûlant sous le  
chalumeau. . . . . **Graphite.**  
Pesanteur spécifique, 45 à 50, rougissant par l'action du  
chalumeau. . . . . **Pyrolusite.**
- Certaines variétés de manganèse, tendres et donnant une poussière noire, contien-  
nent de la potasse, tel que celui de Gy, dans la Haute-Saône, analysé par M. Ebel-  
menn. L'essai seul peut les faire reconnaître ; il faut alors les dissoudre dans l'acide  
nitrique, précipiter le tout par l'hydrosulfate d'ammoniaque, et chercher l'alcali.
909. Dureté supérieure, ou à peu près égale à celle du verre,  
comprise entre 5,5 et 7. . . . . 910  
Ne rayant pas le verre, et rayé facilement par une pointe  
d'acier . . . . . 918
910. Attritable à l'aimant . . . . . 911  
N'ayant point d'action sensible sur le barreau aimanté. 912
911. Donne avec le borax, un émail coloré en jaune par la  
présence du titane. . . . . **Nigrine.**  
*Id.* un verre, d'un vert bouteille. . . . . **Fer oxydulé.**

La *nigrine* étant fort rare, et le *fer oxydulé* très abondant, l'essai n° 911 est pres-  
que toujours inutile ; de plus, la couleur de la *nigrine* est beaucoup plus noire que  
celle du *fer oxydulé* : l'éclat de cette première substance est, en outre, un peu  
résineux, caractères qui suffisent pour distinguer, même à l'œil, la *nigrine* du *fer*  
*oxydulé*. Enfin l'action du barreau aimanté sur la *nigrine* est très faible.  
Quelques variétés de *fer oligiste* sont attirables. La poussière rouge, propre à  
cette espèce minérale, suffit pour la distinguer du *fer oxydulé*.

912. Donnant, quand on l'écrase, une poussière rouge ou brune . . . . . 914  
 — une poussière noire ou grise. . . . . 915
913. Poussière rouge . . . . . **Fer oligiste.**  
 Poussière brune . . . . . **Hausmanite.**
914. Noir bleuâtre, cassure unie et terne, structure testacée, analogue à une masse concrétionnée.  
**Manganèse alumineux.**  
 Noir de fer très foncé, cassure un peu grenue . . . . . 915
915. Substance inaltérable par l'action du chalumeau. . . . . 916  
 Rougissant ou devenant attirable quand on l'expose au chalumeau. . . . . 917
916. Pesanteur spécifique considérable, de 72 à 80. **Tantalite.**  
 Pesanteur spécifique de 48 à 50 au plus . . . **Ilménite.**
917. Devenant attirable; fondu avec le borax donne un verre de couleur émeraude. . . . . **Fer chromaté.**  
 Rougissant par l'action du chalumeau; changement surtout sensible quand on écrase la substance essayée; donnant avec le borax un verre violet. . **Braunite.**
918. Substances malléables, se laissant couper au couteau, ou donnant de l'éclat par la raclure . . . . . 919  
 Substances aigres, ou plus ou moins tendres, se laissant rayer par une pointe d'acier, mais ne prenant pas d'éclat par la raclure . . . . . 922
919. Fusible avec facilité, et donnant au chalumeau des vapeurs blanches, avec une odeur de sélénium ou de tellure. . . . . 920  
 Fusible à la simple flamme d'une bougie; ne donnant d'odeur ni de sélénium, ni de tellure, mais une légère odeur de soufre . . . . . 921
920. Donnant dans le tube un sublimé rouge de sélénium.  
**Sélénure d'argent.**  
*Idem* un dépôt blanc. . . . . **Tellurure d'argent.**
921. Donnant sur le charbon un bouton d'argent.  
**Argent sulfuré.**  
*Idem* un bouton de cuivre . . . . . **Cuivre sulfuré.**
- L'action des acides serait un excellent caractère pour distinguer les deux dernières espèces. Le *sulfure d'argent* donnerait une liqueur incolore; le *sulfure de cuivre*, une colorée en vert.  
 Le *sélénure* et le *tellurure* d'argent sont extrêmement rares; il sera donc presque toujours inutile de faire les essais indiqués par les nos 919 et 920.
922. Donnant une poussière rouge . . . . . 923  
 — une poussière grise ou noire . . . . . 925
923. Pesanteur spécifique, 52 à 54. Poussière rouge sombre.  
**Miargyrite.**

Pesanteur spécifique, de 56 à 60. Poussière rouge cochenille . . . . . **Argents rouges.** 924

La *miargyrite* ne contient que 35 à 37 p. 100 d'argent, tandis que les *argents rouges* en renferment de 59 à 65. La recherche de l'argent fournit un moyen certain de distinguer ces deux espèces, si la couleur de la poussière laissait quelques doutes.

924. Donnant au chalumeau une odeur prononcée d'arsenic.  
*Sulfo-arséniure d'argent*; **Proustite.**  
Fumées blanches, sans odeur d'arsenic.

**Argent antimonisé sulfuré.**

La dissolution dans l'acide nitrique distingue d'une manière nette ces deux espèces confondues si longtemps ensemble : la première est soluble, sans résidu ; la seconde donne un précipité abondant d'acide antimonieux.

925. Cassure compacte bleuâtre, éclat demi-métallique . . . 926  
Cassure légèrement grenue, inégale et fortement métallique . . . . . 928

926. Donnant une poussière noire. . . . . 927  
Donnant une poussière brune, et 10 pour cent d'eau dans le tube . . . . . **Manganite.**

927. Rayant la chaux fluatée ; solution précipitant par l'acide sulfurique, ou par un sulfate. Pesanteur spécifique, 41 à 42. . . . . **Psilomélane.**

Rayée par la chaux fluatée ; solution ne précipitant pas l'acide sulfurique. Pesanteur spécifique, 48 à 49.

**Pyrolusite.**

Voir la note du n° 908.

928. Substance noire à sa surface, mais d'un gris d'acier très brillant, dans les cassures fraîches. Donnant une odeur arsenicale par le choc ; volatile entièrement ou presque entièrement par le chalumeau, avec des vapeurs arsenicales très abondantes . . . . . **Arsenic natif.** 929  
Ne noircissant pas au contact de l'air. . . . .

929. Poussière noire, s'écrasant très facilement. **Pyrolusite.**

Voir la note du n° 908.

Poussière grise ; substance aigre, s'écrasant difficilement. 930

930. Fusible au chalumeau avec des vapeurs blanches et une odeur arsenicale plus ou moins prononcée. . . . . 931  
Infusible au chalumeau ; colorant le borax en violet.

**Manganèse sulfuré.**

931. Pesanteur spécifique, 62 ; fusible au chalumeau avec vapeurs blanches, une odeur arsenicale très faible, en donnant un bouton d'argent considérable, pesant au moins 60 pour cent. . . . . **Polybasite.**  
Pesanteur spécifique, 43 à 44 ; minéral brûlant sous l'ac-

tion du chalumeau en dégageant une forte odeur d'ail, et en laissant une scorie magnétique qui donne du cuivre avec la soude . . . . . **Tennantite.**

La couleur gris d'acier, quoique beaucoup plus claire que le noir de fer, pourrait laisser de l'incertitude dans l'esprit de quelques personnes; mais le nombre de substances que nous avons rangées dans la première catégorie étant très faible, on arrivera facilement à leur détermination en étudiant successivement: 1° la dureté; 2° la malléabilité; 3° la présence de l'arsenic; 4° enfin, la coloration du borax propre à ces minéraux.

932. Cassure conchoïdale prononcée; substance fusible en émail blanc, et donnant de l'eau dans le tube.  
*Rétinite, Feldspath résinite.*  
Cassure grossièrement granulaire en même temps que conchoïde; substance fusible en émail gris, ne donnant pas d'eau dans le tube. **Grenat colophonite.**
933. Soluble dans l'eau en tout ou en partie. . . . . 934  
Substance complètement insoluble. . . . . 944
934. Soluble en totalité. . . . . 935  
Sel soluble seulement en partie, et dont la surface se recouvre d'une pellicule blanche, par l'action prolongée de l'eau. . . . . 943
935. Sel coloré en bleu ou en vert . . . . . 936  
Sel hyalin, incolore, ou d'un blanc laiteux. . . . . 937
936. Coloré en vert. . . . . **Sulfate de fer.**  
En bleu. . . . . **Sulfate de cuivre.**
937. Se recouvrant à l'air d'une croûte blanche, et tombant en efflorescence. . . . . 938  
Ne s'altérant pas, ou que fort légèrement, par son exposition à l'air. . . . . 940
938. Sel anhydre. . . . . **Thénardite.**  
Sel contenant de l'eau. . . . . 939
939. Solution faisant effervescence avec un acide.  
**Soude carbonatée.**  
Ne faisant pas effervescence. . . . . **Soude sulfatée.**
940. Volatile en totalité dans le tube d'essai  
**Ammoniaque murlatée.**  
Décrépité ou se fond, mais non volatile, perd son eau de cristallisation. . . . . 941
941. Fortement astringent, contenant de l'acide sulfurique,  
**Alun.**  
Salé, ou douceâtre au goût; point d'acide sulfurique. . . . . 942
942. Salé, sel contenant de l'acide muriatique. **Sel gemme.**  
Douceâtre, dissolution saturée, précipitant des cristaux d'acide borique, par l'addition d'un acide. . **Borax.**
943. Sel hyalin gris clair, gris jaunâtre, quelquefois coloré en rouge par de l'oxyde de fer; contenant du sulfate de

soude et du sulfate de chaux . . . . **Glaubérite.**  
 Sel opaque, blanc laiteux, quelquefois un peu coloré en  
 rouge; composé de sulfate de potasse, de sulfate de  
 chaux et de sulfate de magnésie . . . . **Polyhalite.**

La *glaubérite* est fréquente dans les mines de sel; la *polyhalite* a été seulement  
 trouvée à Ischel, en basse Autriche.

944. Substance dureraçant le verre avec plus ou moins de fa-  
 cilité, quelquefois très faiblement . . . . . 945  
 Ne rayant pas le verre . . . . . 1041
945. Substance très poreuse. . . . . 954  
 Substance compacte. . . . . 946
946. Cassure conchoïde . . . . . 947  
 Cassure esquilleuse, inégale ou grenue . . . . . 986
947. Éclat vitreux . . . . . 948  
 Éclat résineux. . . . . 983  
 Mat ou pierreux. . . . . 984
948. Substance hyaline, fortement transparente, incolore, ou  
 de teintes verdâtres, jaunâtres fort claires, simplement  
 translucide et d'un blanc laiteux. . . . . 949  
 Substances quelquefois transparentes, le plus ordinaire-  
 ment translucides, et ayant une couleur prononcée. . . . . 955
949. Très dure, rayant le quartz avec facilité. . . . . 950  
 Dureté égale ou moindre que celle du quartz. . . . . 951
950. Infusible. Pesanteur spécifique, 34 à 35. . . . **Topaze.**  
 Très difficilement fusible sur les bords. Pesanteur spécifi-  
 que, 26 à 27. . . . . **Émeraude.**
951. Complètement hyaline, cassure largement conchoïde;  
 inaltérable par le chalumeau . . . **Quartz hyalin.**  
 Transparent, ou translucide, d'un blanc laiteux, avec ou  
 sans reflets. . . . . 952
952. Transparent; de couleur vert d'eau, substance rayant  
 très difficilement le verre ( $d = 5,5$ ), fusible avec bouil-  
 lonnement. . . . . **Datholite.**  
 Substance d'un blanc laiteux, avec ou sans reflets. . . . 953
953. Blanc laiteux, sans reflets; inaltérable par le chalumeau.  
**Quartz.**  
*Idem*, avec des reflets diversement colorés. Fragile, don-  
 nant de l'eau dans le tube d'essai. . . . **Opale.**
954. Très caverneuse, présentant cependant quelques parties  
 pleines, qui lui donnent un aspect carié: substance d'un  
 blanc sale, opaque, infusible au chalumeau.  
**Silex meulier.**  
 Cavités allongées, très rapprochées les unes des autres;  
 substance d'un aspect irrégulièrement fibreux et soyeux,  
 d'un gris un peu verdâtre; fusible au chalumeau en  
 émail blanc. . . . . **Ponce.**

955. Jaune ou jaunâtre, bleue, verte ou d'un gris verdâtre. . . . . 956  
 Rose, violette, brune, d'un brun rougeâtre, rouge brunâtre, enfumée ou noire. . . . . 967
956. Jaune ou jaunâtre. . . . . 961  
 Bleue, verte, ou d'un gris verdâtre . . . . . 967
957. Rayant fortement le quartz . . . . . 958  
 Dureté égale ou peu différente de celle du quartz . . . . . 959
958. Rayant la topaze. Pesanteur spécifique, 37 à 38; infusible, inaltérable par les acides . . . . . **Cymophane**.  
 Dureté de la topaze. Pesanteur spécifique, 35 à 36; infusible, inaltérable, électrique par la chaleur et par le frottement. . . . . **Topaze**.

La *cymophane* du Brésil, la seule qui ait une grande analogie avec la *topaze*, est d'un jaune pâle, et presque toujours elle possède un reflet opalin très distinct : la *cymophane* de Hadden, dans le Connecticut, est verdâtre, elle est, en outre, opaque : il est rare d'en avoir des morceaux isolés; sa gangue, qui est de feldspath et de grenat, fournit un caractère empirique très utile à consulter.

959. Substance complètement hyaline; cassure largement conchoïde; dureté du quartz. Pesanteur spécifique, = 26,5; inaltérable au chalumeau.  
*Couleur de topaze; Quartz hyalin.*  
 Opaque, ou simplement translucide sur les bords; dureté peu différente de celle du quartz; inaltérable par le chalumeau . . . . . 960
960. Un peu plus dur que le quartz ( $d = 6,5$ ); fusible en émail gris verdâtre. Pesanteur spécifique, 38.  
**Grenat grossulaire.**  
 Un peu moins dur que le quartz ( $d = 5,5$ ); rayant difficilement le verre; rayé par une pointe d'acier; décrépite au chalumeau; chauffé au rouge, il blanchit, mais ne fond pas. Pesanteur spécifique, 54 à 58.  
**Yttrotantalite.**
961. Substance bleue; hyaline ou fortement translucide; très difficilement fusible . . . . . **Dichroïte**.  
 Verte, d'un gris brunâtre ou gris verdâtre. . . . . 962
962. Gris brunâtre, quelquefois un peu jaunâtre, ou gris verdâtre . . . . . 963  
 D'un vert, plus ou moins foncé. . . . . 964
963. D'un gris verdâtre; fusible avec facilité, donne une scorie attirable . . . . . **Erian**.  
 Gris brunâtre, quelquefois jaunâtre; substance infusible au chalumeau, et ayant une pesanteur spécifique considérable . . . . . **Étain oxydé**.
964. Substances d'un vert clair, quelquefois d'un vert émeraude, ordinairement hyalines . . . . . 965

	<i>Idem</i> d'un vert foncé, vert bouteille, opaques ou simplement translucides. . . . .	366
965.	En petits fragments d'un vert émeraude, ou en masse assez considérable d'un vert clair, rayant très fortement le quartz ( $d = 7,3$ ). Pesanteur spécifique, 26 à 27. <b>Émeraude.</b> En petits fragments d'un vert clair, rayant légèrement le quartz ( $d = 7$ ). Pesanteur spécifique, 34 à 36. <b>Péridot.</b>	
966.	Substance évidemment cristalline; fragments plus ou moins considérables de cristaux d'un vert très foncé; rayant fortement le quartz ( $d = 8$ ). Pesanteur spécifique, 34 à 36; infusible et inaltérable au feu. <i>Ceylanite</i> ; <b>Spinelle vert.</b> Substance à cassure largement conchoïde, possédant tous les caractères d'une substance fondue; rayant difficilement le verre; fusible au chalumeau en émail blanc. Pesanteur spécifique, 22 à 23 . . . . . <b>Obsidienne.</b>	
967.	Rose ou violette . . . . .	968
	Brune, d'un brun rougeâtre, rouge brunâtre, enfumée ou noire . . . . .	969
968.	Substance rose claire, hyaline, à cassure largement conchoïde, d'un blanc laiteux dans la cassure; en morceaux assez considérables. Pesanteur spécifique. . . . . <b>Quartz rose.</b> Substance violette; complètement hyaline, à cassure conchoïde prononcée; on voit quelquefois, dans la cassure, des stries qui se croisent, et lui communiquent une apparence chagrinée. . . . . <b>Quartz améthiste.</b>	
969.	Rouge brunâtre, brune, ou d'un brun rougeâtre. . . . .	970
	Enfumée ou noire . . . . .	975
970.	Rayant difficilement le verre, et étant rayé par une pointe d'acier . . . . .	971
	Rayant facilement le verre . . . . .	972
971.	Substance d'un brun de cannelle; opaque; très lourde. Pesanteur spécifique, 55 à 56. Décrépite au chalumeau, et devient jaune par son action . . . <b>Yttrotantafite.</b> Rouge brunâtre assez clair; fortement translucide. Pesanteur spécifique, 41; devient opaque par le chalumeau. <b>Willémité.</b>	
972.	Pesanteur spécifique considérable, 66 à 67. <b>Étain oxydé.</b>	
	Pesanteur spécifique, comprise entre 32 à 41 . . . . .	973
973.	Substance fusible au chalumeau . . . . .	974
	Infusible . . . . . <b>Staurotide.</b>	

974. Substance d'un brun rougeâtre; fusible en émail noir avec facilité. Pesanteur spécifique, 36.

**Grenat almandin.**

Fusible en scorie, attirable à l'aimant. Pesanteur spécifique, 41; substance formant des rognons dans une amygdaloïde . . . . . *Péridot ferrugé; Gœkumite.*

975. Substance en masse vitreuse ou compacte, à cassure largement conchoïde . . . . . 976

Substances d'un noir foncé; opaques; formant rarement des échantillons un peu considérables, et ordinairement associées à des roches anciennes . . . . . 979

976. Substance vitreuse, hyaline, ou fortement translucide sur les bords . . . . . 977

Opaque . . . . . 978

977. Hyaline, ou fortement transparente, simplement enfumée; substance inaltérable par le chalumeau.

**Quartz enfumé.**

Translucide sur les bords, ayant complètement l'apparence d'un verre; fusible en émail blanc.

**Obsidienne.**

*L'obsidienne présente quelquefois des veines claires, même blanches; d'autres fois elle est mouchetée de parties blanches, qui sont des nodules cristallins.*

978. Infusible . . . . . **Quartz lydien.**

Fusible au chalumeau en un émail noir, donnant de l'eau dans le tube d'essai . . . . . **Sordawalite.**

979. Substance rayant le quartz avec facilité; infusible au chalumeau, et inaltérable par les acides.

*Spinelle noir; Pléonaste.*

Ne rayant pas le quartz: fusible, ou du moins altérable par l'action du chalumeau: soluble avec plus ou moins de difficulté dans les acides . . . . . 980

980. Substance ayant une pesanteur spécifique considérable, 55; rayant difficilement le verre; décrépite au chalumeau, y acquiert une couleur jaune, sans éprouver de fusion . . . . . **Yttéotalite.**

Substances dont la pesanteur spécifique est comprise entre 32 et 42. Rayant le verre avec facilité; fusibles plus ou moins facilement au chalumeau . . . . . 981

981. Substance en petite masse allongée, presque bacillaire, fusible avec boursoufflement. Pesanteur spécifique, 32; donnant de l'eau par la calcination, 6 à 8 pour cent.

**Orthite.**

Substances ne donnant pas d'eau par la calcination, ou du moins une quantité inappréciable . . . . . 982

982. Pesanteur spécifique, 42,3, fusible au chalumeau, quelquefois avec boursoufflement en un verre opaque gris

foncé, attaquant par les acides; solution donnant, par la soude caustique en excès, un précipité qui se redissout en partie dans le carbonate d'ammoniaque.

**Gadolinite.**

Pesanteur spécifique, 37; fusible difficilement en une scorie brune . . . . . **Allanite.**

983. Substance fusible au chalumeau . . . . . 932  
 Infusible . . . . . *Pecteststein*; **Quartz résinite.**

984. Cassure largement conchoïde, à bords tranchants; couleur blanc sale, gris de fumée, quelquefois noir, translucide sur les bords et en fragments minces . . . . . 985  
 Cassure conchoïde peu distincte; substance d'un noir foncé; mate, opaque: infusible . . . **Quartz lydien.**

985. Cassure à bords très tranchants, gris de fumée ou noir, faisant facilement feu au briquet . . **Quartz silex.**  
 Cassure un peu conique; substance d'un blanc sale, d'un blanc grisâtre; texture légèrement grenue.

**Grès lustré.**

986. Cassure esquilleuse . . . . . 987  
 Cassure grenue, inégale ou unie . . . . . 1002

987. Cassure à esquilles larges et bien déterminées . . . . . 988  
 Cassure à petites esquilles, et passant à la cassure inégale . . . . . 993

988. Substance fusible au chalumeau . . . . . 989  
 Infusible . . . . . 991

989. Cassure schisteuse en même temps qu'esquilleuse; substance fréquemment maculée, et soluble en partie dans les acides . . . . . **Phonolite.**  
 Non schisteuse . . . . . 990

990. De couleurs variées; facilement fusible . . **Pétrosilex.**  
 Gris jaunâtre, gris clair, offrant dans la cassure un mélange de petites et grandes esquilles; éclat mat un peu gras . . . . . **Saussurite.**

991. Rayant facilement le quartz; substance d'un rose grisâtre clair, dont les surfaces sont ordinairement enduites de mica. . . . . **Andalousite.**  
 Ne rayant pas le quartz . . . . . 992

992. Substance fortement translucide, mais nuageuse, comme onduleuse; disposition due à sa texture concrétionnée.

**Agate.**

Translucide, seulement sur les bords; ni nuageuse, ni ondulée. . . *Hornstein*, *infusible*; **Quartz néoprète.**

993. Rayant le quartz avec facilité . . . . . 994  
 Ne rayant pas le quartz, ou du moins très difficilement. . . . . 995

994. Transparent, ou du moins fortement translucide; d'un vert clair, vert d'eau . . . . . **Émeraude.**  
 Opaque; translucide seulement dans les esquilles; sub-

- stance d'un rose clair, ou rose grisâtre, presque toujours enduite extérieurement de mica.
- Andalousite.**
995. Éclat gras et huileux . . . . . 1001  
Éclat plus ou moins vif, mais ni gras, ni huileux . . . . . 996
996. Pesanteur spécifique considérable, de 49 à 50; substance d'un rose violet, mêlé de gris; donnant de 8 à 9 pour cent d'eau dans le tube; rayant à peine le verre.  
*Cérite; Crimé oxydé.*
- Pesanteur spécifique s'élevant quelquefois à 42, mais ordinairement moindre. . . . . 997
997. Substance noire, fusible avec facilité en émail noir; très résistante au choc. . . . . **Cornéenne dure.**
- D'un brun rougeâtre, et d'un vert plus ou moins foncé . . . . . 998
998. D'un brun rougeâtre . . . . . 999  
D'un vert plus ou moins foncé. . . . . 1000
999. Fusible avec facilité en émail noir . . . . . **Grenat.**  
Infusible . . . . . **Staurotite.**
1000. D'un vert bouteille assez foncé; structure esquilleuse prononcée; fusible en émail noir, très tenace, mais rayant le verre difficilement. . . . . **Lherzolite.**
- Vert clair, vert jaunâtre, cassure esquilleuse passant à l'inégale; fusible en émail gris foncé, passant au noir, rayant le verre avec facilité . **Grenat grossulaire.**
1001. Ayant ordinairement une légère disposition lamelleuse; fusible en un émail blanc ou peu coloré; rayant difficilement le verre ( $d = 3,5$ ) . . . . . **Paranthine.**
- Quelques personnes distinguent l'*ékébergite* par son tissu un peu fibreux. Je ne saurais indiquer de moyens certains de la reconnaître autrement que par l'analyse.
- Difficilement fusible en émail blanc, seulement sur les bords; colorant la flamme du chalumeau en un beau pourpre. . . . . **Pétalite.**
1002. Grenue . . . . . 1003  
Inégale ou unie . . . . . 1005
1003. Rayant le quartz avec facilité; roche un peu micacée, tantôt rougeâtre, tantôt grisâtre.
- Corindon émeri.**
- Dureté comparable à celle du quartz, ou un peu inférieure . . . . . 1004
1004. Substance verte, en masse granuleuse, ordinairement engagée dans du basalte . . . . . **Péridot olivine.**  
D'un blanc verdâtre, vert d'eau; cristaux imparfaits ayant la forme de grains arrondis, disséminés dans une lave

- poreuse; substance fusible sur les bords des fragments; soluble dans les acides . . . . . **Sodalite**.  
Blanc laiteux, quelquefois un peu grisâtre.  
*Quartzite; Quartz compacte.*
1005. Rayant facilement le quartz . . . . . **Spinelle vert**.  
Dureté égale ou inférieure à celle du quartz. . . . . 1006
1006. Pesanteur spécifique considérable, de 49 à 50. Substance d'un rose violet, mêlé de gris; donnant 8 à 9 pour cent d'eau dans le tube; rayant le verre avec difficulté.  
*Cérite; Cérium oxydé.*
- Pesanteur spécifique variant de 25 à 35 . . . . . 1007
1007. Inaltérable par le chalumeau . . . . . 1008  
Fusible, ou du moins altérable par l'action du chalumeau. 1010
1008. Blanc laiteux, blanc sale ou gris clair.  
**Quartz compacte.**  
Rouge, rougeâtre, vert foncé, avec ou sans zones de couleurs différentes; noir ou presque noir . . . . . 1009
1009. Noir, ou presque noir; . . . . . **Quartz lydien**.  
Rouge, rougeâtre, vert foncé, quelquefois avec des bandes de nuances ou de couleurs différentes; cassure unie . . . . . **Jaspe**.
1010. Substance d'un rose foncé passant au rouge cerise. Minéral associé avec de l'idocrase bleue et du quartz.  
**Thulite.**  
Gris de fumée, gris bleuâtre, passant au bleu; fusible avec bouillonnement, donne 40 pour cent d'eau dans le tube d'essai . . . . . **Ittnéalte**.
1011. Substance tendre, friable, s'écrasant entre les doigts, se laissant rayer par l'ongle, ou se comportant, sous ce rapport, comme les argiles . . . . . 1012  
Plus ou moins dure, mais ne rayant pas le verre . . . . . 1025
1012. Minéraux ayant une couleur prononcée. . . . . 1013  
Minéraux d'un blanc laiteux, blanc grisâtre, rougeâtre ou d'un vert clair, couleurs dues évidemment à des mélanges . . . . . 1020
1013. Substance rose, rouge ou hyacinthe . . . . . 1014  
Jaune serin ou verte, d'un brun foncé, ou noire. . . . . 1016
1014. D'un beau rouge cochenille; donnant une poussière orange quand on l'écrase; odeur d'arsenic à la simple flamme d'une bougie . . . . . **Réalgar**.  
Rose, ou d'un brun hyacinthe; point d'odeur arsenicale . 1015
1015. Substance rose; disséminée en veinules et en noyaux dans un calcaire compacte blanc; perd sa couleur par la plus légère température . . . . . **Quincite**.  
Substance d'un rouge hyacinthe, passant au brun rou-

- géâtre, à cassure un peu résineuse; fusible en émail noir: réaction de l'oxyde d'urane.  
*Gummiers*; **Urane hydraté.**
1016. Jaune serin, ou verte . . . . . **Nontronite.**  
 Brune, ou noire . . . . . 1017
1017. Substance brune, ayant un éclat résineux; translucide sur les bords; donnant dans le tube une eau acide, avec résidu rouge de fer . . . . . **Pittizite.**  
 Noire . . . . . 1018
1018. Cassure largement conchoïde; éclat résineux; fusible à une température très faible; substance brûlant complètement et avec odeur bitumineuse . . . **Asphalte.**  
 Tachant presque toujours les doigts; ne fondant pas par l'action du feu, mais pouvant se ramollir; brûlant avec un résidu très faible . . . . . 1019
1019. Souvent un peu schisteuse; noire et brillante par parties; s'éteint aussitôt qu'on cesse de souffler, et que l'échantillon se recouvre de cendres . . . . . **Houille.**  
 Se délite par l'action de l'air, donne dans le tube une eau acide; continue de brûler quand l'échantillon se recouvre de cendres. . . . . **Lignite.**
- Quelques *houilles* et certains *lignites* contiennent jusqu'à 25 p. 100 de cendres; ces combustibles sont alors terreux, friables, et rentrent dans la division des substances terreuses.
1020. Substance ayant une cassure esquilleuse prononcée; rayée par l'ongle, mais ne se laissant pas couper à la manière des argiles. . . . . **Gypse.**  
 Substances douces au toucher, un peu savonneuses, se laissant facilement couper à la manière des argiles ou du savon . . . . . 1021
1021. Substance fusible au chalumeau, ou s'y réduisant en une matière incohérente. Cassure conchoïdale prononcée; contenant de 25 à 40 pour cent d'eau . . . . 1022  
 Substance à cassure esquilleuse, contenant seulement 6 à 7 pour cent d'eau; infusible, mais prenant de la dureté au feu, à la manière de la porcelaine. . . . **Stéatite.**
1022. Donnant de 36 à 40 pour cent d'eau dans le tube d'essai; substance opaline demi-transparente, colorée accidentellement en bleu par du carbonate de cuivre. . . . .  
**Allophane.**  
 Ne contenant pas au-delà de 25 pour cent d'eau; substance tantôt opaline, tantôt compacte . . . . . 1023
1023. Substance à cassure conchoïde, à éclat opalin ou cireux; contenant de 35 à 42 pour cent de silice. . . . . 1024  
 Cassure inégale; substance opaque, ou simplement trans-

lucide sur les bords; contenant au moins 50 pour cent de silice, et de 24 à 25 pour cent d'eau.

**Terre à foulon.**

1024. Opaline, d'un blanc laiteux, contenant de 35 à 37 pour cent de silice . . . . . **Lenzinite.**  
Éclat cireux, gris bleuâtre, gris sale; substances quelquefois colorées en vert clair par du silicate de fer, s'altérant et devenant opaques par l'exposition à l'air.

**Halloysites.**

Ces derniers hydro-silicates alumineux sont fréquemment mélangés de petites veines ou de mouches de manganèse, qui fournissent un excellent moyen pour les reconnaître.

Les substances comprises entre les n<sup>os</sup> 1022 et 1024 ont une grande analogie. Avec quelque habitude, on parvient cependant assez facilement à les distinguer: elles sont toutes solubles dans l'acide hydrochlorique, même à froid; on peut donc constater en peu d'heures la quantité de silice qu'elles contiennent.

La difficulté de trouver des caractères extérieurs qui puissent conduire à la détermination des minéraux compacts, m'a engagé à mettre la couleur immédiatement après la dureté et la cassure, quoique souvent les mélanges l'altèrent beaucoup. Pour obvier à cet inconvénient, j'ai répété dans la méthode plusieurs fois la même substance, suivant les colorations qu'elle présente. On doit, en outre, rappeler que la texture compacte est très différente de la texture terreuse: des échantillons compacts appartiennent souvent à des masses cristallines imparfaites, et par conséquent assez pures. Un calcaire esquilleux est presque un calcaire cristallin, et l'on sait que l'acte de la cristallisation opère un départ entre les substances mélangées; d'où il résulte que les altérations profondes de couleur ne sont pas aussi fréquentes qu'on pourrait le penser au premier aperçu.

1025. Minéraux ayant une cassure esquilleuse prononcée. . . . 1026

Prendre les premiers numéros de renvoi.

Dont la cassure est conchoïde, inégale ou granulaire. . . 1034

1026. Substances blanches, d'un gris clair, d'un blanc verdâtre, etc., en général peu colorées, et dont la couleur paraît être le résultat d'un mélange . . . 1027; 1035; 1059

Substances de couleurs plus ou moins foncées, mais paraissant propres à la nature même du minéral.

1031; 1042; 1071

1027. Lourde. Pesanteur spécifique, 47. Difficilement fusible en émail blanc, et seulement sur les bords; insoluble dans les acides . . . . . **Baryte sulfatée.**

Pesanteur spécifique comprise entre 27 et 32. . . . . 1028

1028. Soluble dans les acides nitrique et muriatique. . . . . 1029

Insoluble dans les acides, ou du moins très légèrement attaquable. . . . . 1030

1029. Avec effervescence. . . . . **Chaux carbonatée.**

Sans effervescence. . . . . **Chaux phosphatée.**

1030. Substance presque toujours violacée, attaquable par l'acide sulfurique, et donnant des vapeurs qui corrodent

le verre ; fusible au chalumeau en une perle opaque.

**Chaux fluatée.**

Substance très douce au toucher ; éclat gras et cireux ; légèrement attaquable par l'acide sulfurique, sans dégagement de vapeurs fluoriques : infusible au chalumeau. . . . . **Agalmatolite.**

1031. Rouge, ou violacée . . . . . 1032  
Verte, verdâtre, d'un vert jaunâtre, d'un vert pomme, ou d'un jaune verdâtre . . . . . 1033

1032. Pesanteur spécifique, 27 à 28 ; substance soluble avec effervescence dans les acides ; donnant au chalumeau de la chaux caustique. . . . . **Calcaire ferrugineux.**

Substance violacée ; soluble, sans effervescence, dans les acides ; perdant sa couleur au feu. Pesanteur spécifique, 34 à 36 . . . . . **Yttrocérite.**

1033. D'un vert pomme, ou d'un vert émeraude ; fusible au chalumeau. . . . . **Pyrosklérite.**

Couleur vert foncé, vert jaunâtre, jaune verdâtre. Les minéraux d'un vert foncé présentent ordinairement deux nuances de vert, comme la peau des serpents ; les échantillons d'un jaune verdâtre sont très fortement translucides. Substance infusible, donne de 10 à 12 pour cent dans le tube d'essai . . . . . **Serpentine.**

Brun jaunâtre, éclat résineux prononcé ; donne 20 pour cent d'eau dans le tube. . . . . **Rétinalite.**

1034. Cassure conchoïdale bien déterminée . . . . . 1026  
Prendre les seconds numéros de renvoi.

Cassure imparfaitement conchoïde, inégale, granulaire et cellulaire . . . . . 1058

1035. Pesanteur spécifique considérable, égale ou supérieure à 60 ; éclat vitreux . . . . . 1036

Pesanteur spécifique comprise entre 27 et 40 ; . . . . .

Eclat pierreux . . . . . 1038

1036. Soluble dans l'acide nitrique. . . . . 1037  
Insoluble . . . . . **Plomb sulfaté.**

1037. Soluble avec effervescence vive. . . . . **Plomb carbonaté.**

Attaquable par l'acide nitrique, qui convertit la substance en une poudre jaune . . . . . **Schéelin calcaire.**

1038. Soluble avec effervescence dans les acides. . . . . 1039

Insoluble, ou soluble en tout ou en partie, mais sans effervescence . . . . . 1041

1039. Avec une effervescence très vive . . . . . 1040

Avec une effervescence lente, et qui ne se montre que quelques instants après l'immersion dans l'acide.

*Guroffian* ; **Doiomic**

1040. Sans résidu, ou avec un très léger résidu d'argile.  
**Chaux carbonatée.**  
 Avec résidu abondant, lequel, mêlé à l'alcool, en colore la flamme en rouge pourpre.
- Strontiane sulfatée calcarifère.**
1041. Soluble dans l'acide, entièrement ou avec un léger résidu siliceux, pesant spécifique, 31 à 32; difficilement fusible sur les bords.  
**Chaux phosphatée silicifère.**  
 Insoluble dans les acides. Pesant spécifique, 27 environ; infusible au chalumeau: devient par son action en partie soluble, et donne sur la langue un goût prononcé d'alun. . . . . **Alunite.**
1042. Substances ayant une couleur rouge, d'un brun rouge ou noire. . . . . 1043  
*Idem* de couleur jaune, jaune verdâtre, gris jaunâtre, grises ou vertes. . . . . 1053
1043. Substance rouge . . . . . 1044  
 Brun rouge, ou noire . . . . . 1047
1044. Poussière d'un beau rouge cochenille . . . . . 1045  
 Poussière d'un jaune orangé. . . . . 1046
1045. Fusible avec facilité, en donnant une forte odeur d'arsenic . . . . . **Proustite.**  
 Point d'odeur d'arsenic, ou du moins très légère.  
**Argent rouge.**
- Si l'odeur arséniale n'était pas assez caractéristique, on pourrait rechercher la présence de l'antimoine; il suffira de dissoudre dans l'acide nitrique la substance à essayer. On aura pour l'*argent rouge* un précipité abondant d'acide antimoniéux, tandis que la *proustite* se dissoudra à peu près entièrement dans l'acide.
1046. Substance très facilement fusible, donnant des fumées abondantes d'acide arsénieux, et se volatilissant complètement. . . . . **Réalgar**  
 Sur le charbon, se fond, s'étale, et donne un globule de plomb, avec fumées plombeuses, mais non arsenicales.  
**Plomb chromaté.**
1047. Substance d'un brun rouge . . . . . 1048  
 Noire . . . . . 1049
1048. Substance très légère, fragile, transparente ou translucide; brûlant à la flamme d'une bougie. . . . . 1052  
 Substance pesante (pesant spécifique, 42); dure; ne brûlant pas; infusible, mais devenant jaune par l'action du feu. . . . . **Pyrochlore.**
1049. Substance légère. Pesant spécifique, 16 au plus, brûlant sous l'action du chalumeau. . . . . 1050  
 Substance dont la pesant spécifique est considérable,

- 42 environ; éclat résineux. infusible au chalumeau, mais devenant jaune par son action. . . **Pyrochlore.**
1050. Substance fondant au feu, et brûlant avec une odeur bitumineuse très forte. . . . . **Bitume asphalte.**  
Substance brûlant au chalumeau en laissant un résidu de cendres très faible, mais ne fondant pas. . . . . 1051
1051. Avec une flamme vive un peu bleuâtre. **Cannel coal.**  
Sans flamme, et seulement lorsque la température trop élevée est presque rouge blanc. . . . . **Anthracite.**
1052. Avec odeur de soufre . . . . . **Soufre.**  
Avec odeur aromatique . . . . . 1111
1053. Substance jaune, jaune verdâtre, ou un peu rougeâtre . . . . . 1054  
Verte, d'un vert jaunâtre, d'un vert grisâtre, d'un gris jaunâtre, ou d'un gris sale. . . . . 1055
1054. Jaune de soufre; substance brûlant avec odeur sulfureuse. . . . . **Soufre.**  
Jaune d'ambre, brûlant avec odeur de succin. **Succin.**
1055. Pesanteur spécifique considérable, de 61 à 66. **Plomb carbonaté.**  
Pesanteur spécifique moyenne, variant de 27 à 34. . . . . 1056
1056. Substance verte ou verdâtre. . . . . 1057  
Grise, ou grisâtre; soluble dans les acides avec effervescence . . . . . 1094
1057. Texture à la fois conchoïde et granulaire; éclat gras, un peu huileux; substance cristalline. **Chaux phosphatée.**  
Largement conchoïde; substance ayant l'éclat résineux, et analogue par ses caractères au quartz résinite.  
*Chrysocole*; **Cuivre hydrosiliceux.**
1058. Imparfaitement conchoïde, ou inégale. . . . . 1026  
Prendre les troisièmes numéros de renvoi.
- Granulaire, cellulaire, ou caverneuse. . . . . 1068
1059. Éclat vitreux, vif, tirant sur l'éclat adamantin. . . . . 1060  
Éclat gras, éclat pierreux. . . . . 1065
1060. Substance tendre et ductible, se laissant couper au couteau. . . . . 1061  
Fragile, s'égrenant sous le couteau. . . . . 1062
1061. Fusible à la flamme d'une bougie, et complètement volatile au chalumeau . . . . . **Mercure chloruré.**  
*Idem*, se décomposant par l'action du chalumeau, et donnant de l'argent métallique. **Argent chloruré.**

Le mercure chloruré ne forme que des plaques; on le trouve habituellement sur des minerais de fer hydraté qui existent dans les mines du Palatinat. L'argent chloruré forme quelquefois aussi des plaques superficielles; mais il est plus fréquemment en masse vitreuse. Cette substance, s'altérant par l'action de l'air, est souvent

violâtre : enfin, l'argent chloruré est associé avec de l'argent métallique, provenant de la décomposition du minéral même. Ces deux circonstances donnent des moyens faciles de reconnaître l'argent chloruré, du peu de minéraux avec lesquels il a de l'analogie.

1062. Pesanteur spécifique considérable, égale ou supérieure à 60. . . . . 1063  
 Pesanteur spécifique, de 29 à 30 ; substance soluble avec effervescence dans les acides. . . . . **Aragonite.**
1063. Insoluble dans les acides, donnant du plomb au chalu-  
 meau . . . . . **Plomb sulfaté.**
1064. Soluble en tout ou en partie dans les acides. . . . . 1064  
 Soluble avec effervescence . . . . . **Plomb carbonaté.**  
 Soluble en partie, avec précipité d'une poudre jaunâtre,  
 due à de l'acide molybdique. . . . . **Schéelin calcaire.**
1065. Éclat gras, un peu huileux . . . . . 1066  
 Éclat pierreux, éclat nul . . . . . 1067
1066. Soluble dans les acides. . . . . **Chaux phosphatée.**  
 Insoluble dans les acides. L'acide sulfurique la décom-  
 pose, et donne des vapeurs qui corrodent le verre.  
 . . . . . **Chaux fluatée.**
1067. Insoluble dans les acides. . . . . **Anhydrite.**  
 Soluble avec effervescence. . . . . 1039
1068. Granulaire . . . . . **Chaux phosphatée.**  
 Cellulaire, caverneuse, ou poreuse. . . . . 1069
1069. Soluble dans les acides avec effervescence. . . . . 1070  
 Insoluble : substance donnant après calcination de l'alun  
 par le simple lavage. . . . . **Alunite.**
1070. Avec effervescence lente et difficile à se manifester.  
 . . . . . **Dolomie.**  
*Idem vive* ; solution donnant par l'ammoniaque un précé-  
 pité qui se redissout dans cet alcali . . . . . **Calamine.**
1071. Substance rose, rouge, rougeâtre, rouge jaunâtre, d'un  
 brun jaunâtre ou rougeâtre, brune et noire. . . . . 1072  
 Jaune, jaune verdâtre, d'un vert jaunâtre, bleue et bleuâ-  
 tre. . . . . 1100
1072. Rose . . . . . 1073  
 Rouge, rougeâtre, rouge jaunâtre, d'un brun jaunâtre ou  
 rougeâtre, brune et noire . . . . . 1074
1073. Soluble avec effervescence dans les acides.  
 . . . . . **Manganèse carbonaté.**  
 Soluble avec gelée, ou insoluble dans les acides.  
 . . . . . **Manganèse silicaté.**
1074. Substance rouge, de nuances différentes. . . . . 1075  
*Id.* rougeâtre, jaune rougeâtre, d'un brun jaunâtre ou  
 rougeâtre, brune ou noire. . . . . 1079
1075. Rouge de fer plus ou moins foncé ; substance infu-

- sible au chalumeau, et donnant une scorie attirable à l'aimant . . . . . **Fer oxydé rouge.**  
 Rouge cochenille; substance fusible au chalumeau, résidu non attirable à l'aimant. . . . . 1076
1076. Donnant une poussière rouge cochenille. . . . . 1077  
 Donnant une poussière rouge orangé. . . . . 1046
1077. Entièrement volatil au chalumeau; donnant des gouttelettes de mercure dans le tube d'essai.
- Mercure sulfuré.**  
 N'étant pas entièrement volatile, et ne donnant pas de mercure. . . . . 1078
- On peut distinguer le *mercure sulfuré*, en le frottant sur une lame de cuivre rouge il se décompose et blanchit la lame.
1078. Donnant au chalumeau des vapeurs blanches abondantes, avec ou sans odeur d'arsenic, et un globule d'argent. Point de vapeurs par le chalumeau, mais se fondant en émail noir au feu d'oxydation, et donnant du cuivre métallique au feu de réduction. . **Cuivre oxydulé.** 1043
1079. Substance jaune rougeâtre, rougeâtre, d'un brun jaunâtre ou rougeâtre . . . . . 1080  
 Substance brune, d'un brun noirâtre ou noire. . . . . 1086
1080. Jaune brunâtre, mais donnant une poussière jaune: substance fusible, en une masse scoriacée, attirable à l'aimant. . . . . **Fer oxydé hydraté.**  
 Jaune rougeâtre, jaune brunâtre, brun jaunâtre ou rougeâtre; substances ne donnant point au chalumeau de scorie attirable à l'aimant . . . . . 1081
1081. Donnant de l'eau par la calcination . . . . . 1082  
 Ne donnant que peu ou point d'eau par la calcination . . . . . 1083
1082. Substance à cassure terne et creuse, donnant de 9 à 10 pour cent d'eau. Pesanteur spécifique, 26 à 27: blanchit au chalumeau, et fond sur les bords avec un peu d'effervescence, en un verre légèrement coloré.
- Fahlunite.**  
 Substance à cassure plutôt brillante que terne, donnant seulement de 4 à 5 pour cent d'eau. Pesanteur spécifique, environ 42; infusible au chalumeau, noircissant par la chaleur, et passant au rouge et à l'orangé par refroidissement. *Basicérine*; **Cérium fluaté basique.**
1083. Éclat résineux très-prononcé: substance fusible avec facilité en émail noir.
- Manganèse phosphaté ferrifère.**
- Éclat pierreux; substance fusible au chalumeau. . . . . 1084  
 1084. Pesanteur spécifique, 45 à 47. . . . . 1085  
 Pesanteur spécifique, 34 à 40 au plus: substance d'un rouge violacé. . . . . **Yttrocérite.**

1085. Substance rougeâtre, dont la pesanteur spécifique est 47; noircissant au feu, soluble dans les acides.  
**Cérium fluaté.**  
 Substance d'un jaune brunâtre, analogue au zircon. Pesanteur spécifique, 45,57; insoluble dans les acides.
1086. Substance brune . . . . . 1087  
*Id.* d'un brun noirâtre et noire. . . . . 1089
1087. Pesanteur spécifique considérable, 60 au moins; substance fusible avec facilité, et donnant un globule noir cristallin.  
**Yttria phosphate.**
1088. Pesanteur spécifique, de 36 à 38; infusible au chalumeau, ou donnant une scorie noire attirable. . . . . 1088
1088. Infusible, pouvant se décomposer, et donnant alors une odeur sulfureuse . . . . . **Zinc sulfuré.**  
 Donnant une scorie noire attirable à l'aimant.  
**Fer carbonaté.**
1089. Substance noire . . . . . 1090  
 D'un noir brunâtre plus ou moins foncé, mais dans lequel on distingue la nuance brune. . . . . 1097
1090. Brûlant au feu en partie ou presque en totalité. . . . . 1091  
 Ne brûlant pas au feu; infusible ou presque infusible au chalumeau . . . . . 1094
1091. Substance ayant un éclat résineux prononcé. Pesanteur spécifique, 27; laissant après la combustion un résidu d'environ 45 pour cent, qui est fusible en émail blanc avec difficulté. . . . . **Pyrrorthite.**
- Quelques houilles et certains lignites laissent jusqu'à 30 et 40 p. 100 de cendres; dans ce cas, ils sont terreux et ne présentent aucune analogie avec la *pyrrorthite*. On fera, en outre, remarquer que cette dernière substance, fort rare, n'est jamais qu'en morceaux peu considérables, et que presque toujours elle est engagée dans le granit qui lui sert de gangue; son éclat résineux est, en outre, fort caractéristique.
- Beaucoup d'argiles contiennent une forte proportion de sels; elles s'effleurissent alors à l'air, et deviennent pulvérolentes. Il faut dissoudre ces sels dans l'eau et en étudier les propriétés, par les essais indiqués nos 716, 934 et suivants.
- Substance dont la pesanteur spécifique ne dépasse pas 1,60; ordinairement friables, quelquefois cependant assez résistantes, brûlant avec un léger résidu de cendres. . . . . 1092
1092. Substance solide, à cassure brillante, dont l'éclat résineux est légèrement demi-métallique. . . . . 1093  
 Substance friable, tachant presque toujours les doigts, ne fondant pas par l'action du feu, mais pouvant se ramollir en brûlant. . . . . 1019
1093. Brûlant avec difficulté, et seulement avec un fort courant d'air; ne fondant pas . . . . . **Anthracite.**

Se fondant à une température très faible, et brûlant avec une flamme vive et une odeur bitumineuse.

**Bitume Asphalte.**

1094. Soluble avec effervescence dans les acides . . . . . 1095  
 Insoluble ou difficilement attaquant par les acides. . . . . 1096  
 1095. Effervescence très vive; au chalumeau, blanchit et donne une poudre caustique.

**Chaux carbonatée bitumineuse.**

Effervescence lente; au chalumeau, scorie noire attirable.

**Fer carbonaté des houillères.**

1096. Difficilement fusible au chalumeau, devient une matière scoriacée attirable; donne 20 pour cent dans le tube l'essai . . . . . **Thraulite.**  
 Infusible, devient d'un brun rouge pâle, donne seulement 9 à 10 pour cent d'eau . . . . . **Thorite.**

1097. Substance ayant une pesanteur spécifique considérable, 64 environ; infusible, soluble dans les acides avec dégagement de gaz nitreux. . . . . **Pechblende.**  
 — Pesanteur spécifique comprise entre 27 et 42, mais plus ordinairement de 34 à 36; soluble ou insoluble dans les acides, mais sans dégagement de gaz nitreux. . . . . 1098

1098. Éclat et cassure résineuse très prononcés; substance en morceaux plus ou moins considérables, ordinairement sans gangue, et dont la couleur est plus foncée dans certaines parties que dans d'autres; fusible avec facilité.

**Manganèse phosphaté ferrifère.**

Mat et sans éclat; substance difficilement fusible au chalumeau. . . . . 1099

1099. Substance ayant l'éclat de la cire; engagée dans du schiste talqueux; difficilement fusible sur les bords des fragments en émail blanc grisâtre: pesanteur spécifique, 26 à 27. . . . . **Fahlunite.**

Donnant au chalumeau une masse scoriacée, attirable à l'aimant. Pesanteur spécifique, 33. . . . . **Cronstédite.**

1100. Substance jaune, ou d'un jaune verdâtre . . . . . 1101

Verte, verdâtre, bleue et bleuâtre. . . . . 1107

1101. Substances ayant une pesanteur spécifique comprise entre 11 à 34. . . . . 1102

Pesanteur spécifique considérable, de 55 à 65; simplement translucides, souvent opaques. . . . . 1105

1102. Pesanteur spécifique, de 32 à 34; substance difficilement fusible, et ne brûlant pas . . . . . 1103

Très légères. Pesanteur spécifique comprise entre 11 et 20; friable, brûlant à la flamme d'une bougie, . . . . . 1104

1103. Jaune d'ocre; substance opaque, peu dure, donnant au chalumeau une masse scoriacée attirable à l'aimant.  
**Fer oxydé hydraté.**  
 Plus dure que la chaux carbonatée; difficilement fusible, en émail blanc; éclat gras. . . **Chaux phosphatée.**
1104. Jaune d'ambre, cassure résineuse, brûlant avec une odeur agréable . . . . . **Succin.**  
 Jaune de soufre, quelquefois un peu rougeâtre, fusible avec odeur sulfureuse très vive. . . . . **Soufre.**
1105. Substance vert jaunâtre, ayant un éclat assez vif; très fusible, donnant au chalumeau un globule noir métalloïde et cristallin. . . . . **Plomb phosphaté.**  
 — jaune sale, jaune orangé . . . . . 1106
1106. Fusible, avec des vapeurs et une odeur arsenicales très prononcées. . . . . **Hédiphan**; **Plomb arséniaté.**  
 Sans odeur arsenicale; donnant sur le charbon un bouton de plomb et une poussière jaunâtre.  
**Plomb molybdaté.**
1107. Verte, ou verdâtre. . . . . 1108  
 Bleue, ou bleuâtre, d'un bleu verdâtre, ou d'un vert bleuâtre. . . . . 1109
1108. Substance en masse, à cassure unie, un peu granulaire; douce au toucher, infusible au chalumeau, se laissant couper et tourner avec facilité. . . . . **Pierre ollaire.**  
 A cassure fibreuse, disséminé avec les mines d'argent chloruré; fusible au chalumeau, donnant un bouton métallique et les caractères de l'iode . . . **Argent ioduré.**
1109. Bleu verdâtre, ou vert bleuâtre; substance fusible au chalumeau en émail noir, avec odeur arsenicale.  
**Scorodite.**  
 Bleu lavande. . . . . 1110
1110. Associé à du feldspath et à de la chaux carbonatée granulaire; substance fusible assez difficilement en émail blanc; pesanteur spécifique, 27 à 29. . . **Glaucolite.**  
 Pesanteur spécifique, 32 à 33; fusible facilement en un émail noir, quelquefois scoriacé, et toujours attirable à l'aimant. . . . . **Krokidolite.**
1111. Avec une odeur d'ambre très prononcée, et donnant à la distillation beaucoup d'acide succinique . . **Succin.**  
 Avec une faible odeur aromatique, mêlée d'une odeur bitumineuse, donnant peu ou point d'acide succinique à la distillation. . . **Résine de Higtgate**; **Copal fossile.**

MINÉRAUX EN MASSES TERREUSES

1113. Substances d'un blanc pur, ou d'un blanc légèrement altéré par les mélanges . . . . . 1116

- Substances ayant une couleur propre plus ou moins foncée . . . . . 1149
1144. Substances solubles en totalité, ou du moins en forte proportion dans l'eau . . . . . **Sels.**
- Beaucoup d'argiles contiennent une forte proportion de sels; elles s'effleurissent alors à l'air, et deviennent pulvérulentes. Il faut dissoudre ces sels dans l'eau et en étudier les propriétés, par les essais indiqués n<sup>os</sup> 716, 934 et suivants.
- Insoluble ou presque insoluble dans l'eau. . . . . 1113
1115. Substances d'un blanc pur ou très légèrement colorées par des mélanges . . . . . 1136
- Substances ayant une couleur propre plus ou moins foncée . . . . . 1180
1116. Donnant sur le charbon enflammé une odeur prononcée de soufre ou d'arsenic . . . . . 1117
- Point d'odeur particulière sur les charbons. . . . . 1118
1117. Odeur sulfureuse . . . . . **Soufre.**
- Odeur arsenicale . . . . . **Acide arsénieux.**
1118. Pesanteur spécifique assez considérable, de 40 à 44. **Baryte sulfatée.**
- Pesanteur spécifique faible, ne dépassant jamais 30, et ordinairement au-dessous . . . . . 1119
1119. Soluble avec effervescence dans les acides . . . . . 1120
- Insoluble, ou soluble sans effervescence. . . . . 1123
- 1120 Avec effervescence très vive. **Chaux carbonatée terreuse; Craie.**
- Avec effervescence lente . . . . . 1121
1121. Substance donnant pour 16 à 18 pour cent d'eau dans le tube d'essai . . **Hydro-carbonate de magnésie.**
- Ne donnant point d'eau dans le tube d'essai. . . . . 1122
1122. Solution précipitant peu ou point par l'oxalate d'ammoniac. . . . . **Magnésie carbonatée.**
- Précipitant abondamment par l'oxalate d'ammoniac; substance souvent pulvérulente et un peu jaunâtre. . . . . **Dolomie terreuse.**
1123. Insoluble dans les acides. **Chaux sulfatée terreuse.**
- Soluble. . . . . 1123
1124. Soluble avec gelée, en rapprochant légèrement la liqueur. 1125
- Sans gelée, fusible au chalumeau, avec une odeur arsenicale. . . . . **Chaux arséniatée.**
1125. Au chalumeau, fusible avec bouillonnement en un émail blanc . . . . . **Stilbite farineuse.**
- Infusible, s'y frittant légèrement. . . . . **Magnésite.**
1126. Douce au toucher, faisant plus ou moins fortement pâte avec l'eau, et présentant les différents caractères de l'argile. . . . . 1127

- Ne se délitant pas dans l'eau, ne pouvant pas se pétrir et  
différant des argiles . . . . . 1115
1127. Blanches, ou grises. . . . . 1128  
Colorées par de l'oxyde de fer.  
*Argiles ocreuses ; Argiles communes.*
1128. Fusible avec facilité. . . . . 1129  
Infusible, ou seulement fritable à la manière de la porce-  
laine. . . . . 1130
1129. Fusible en émail noir. . . . . **Wacke.**  
En masse scoriacée, ou en émail légèrement coloré en  
vert . . . . . **Argile à foulon.**
1130. Donnant dans le tube de 20 à 25 pour cent d'eau. . . . 1131  
Donnant au plus 12 à 15 pour cent d'eau . . . . . 1132
1131. Substance très blanche. . . . . **Lenzinite.**  
Verdâtre, quelquefois ocracée. . . . **Argile à foulon.**
1132. 12 à 15 pour cent d'eau. . . . . 1133  
6 pour cent d'eau au plus. . . . . 1135
1133. Substance faisant une pâte très ductile avec l'eau, très  
grasse au toucher . . . . . **Argile à poterie.**  
Faisant difficilement pâte avec l'eau, s'y fondant mal, et  
présentant les caractères d'une argile maigre. . . . 1134
1134. Substance ordinairement très compacte, presque toujours  
veinée de nuances différentes, sans mélange de grains  
quartzéux. . . . . **Lithomarge.**  
Substance tout à fait terreuse, blanche, ou colorée en  
partie par de l'oxyde de fer, mais ne présentant pas de  
veines, presque toujours mélangée de grains de quartz  
et souvent de feldspath . . . . . **Kaolin.**
1135. Peu ou point d'eau, 1 pour cent au plus; difficilement  
attaquable par les acides. . . . . **Lectite.**  
4 à 6 pour cent d'eau. Très douce au toucher, pouvant  
servir à la fabrication de la poterie fine, prenant beaucoup  
de dureté au feu, et contenant jusqu'à 12 pour cent de  
soude . . . . . **Pipestone.**
1136. Substance légère, en rognons surnageant sur l'eau, mais  
très solides . . . . . **Quartz nectique.**  
Ne formant point de rognons et ne surnageant pas sur  
l'eau. . . . . 1137
1137. Douce et onctueuse au toucher comme le savon; donnant  
quand on la coupe des copeaux à la manière des miné-  
raux ductiles. . . . . 1138  
Apre au toucher, ou du moins ne possédant rien de re-  
marquable sous le rapport de l'onctuosité . . . . . 1139
1138. Substance fusible au chalumeau, donnant un bouton mé-  
tallique. . . . . **Bismuth carbonaté.**

- Infusible, se fritant par une forte chaleur à la manière de la porcelaine. . . . . **Stéatite.**
1139. Formant ordinairement des plaques solides, très résistantes quoique molles, et analogues à du carton.  
*Asbeste tressée* **Carton de montagne**  
En fragments plus ou moins irréguliers ou volumineux, mais ni schisteux, ni tressés . . . . . 1140
1140. Prenant de l'éclat par la raclure; se laissant couper au couteau à la manière des minéraux ductiles.  
**Scarbroïte.**  
S'égrenant sous le couteau, s'y laissant couper, mais ne prenant pas d'éclat. . . . . 1141
1141. Donnant sur le charbon, ou au feu de réduction, une odeur d'ail très prononcée.  
*Arsenic oxydé; Acide arsénieux.*  
Point d'odeur arsenicale au chalumeau. . . . . 1142
1142. Soluble avec effervescence dans les acides. . . . . 1143  
Insoluble, ou soluble sans effervescence. . . . . 1147
1143. Avec effervescence très vive; substance souvent un peu grise, exhalant une odeur argileuse.  
**Chaux carbonatée argileuse.**  
Avec effervescence lente . . . . . 1144
1144. Substance donnant 15 à 18 pour cent d'eau dans le tube d'essai. . . . . 1145  
Ne donnant point d'eau dans le tube d'essai. . . . . 1146
1145. Pesanteur spécifique, 35; solution donnant par l'ammoniaque un précipité blanc, qui se redissout dans un excès d'alcali. . . . . **Hydro-carbonate de zinc.**  
Pesanteur spécifique, de 27 à 28. Précipité par l'ammoniaque, ne se redissolvant pas, par l'addition d'un excès d'alcali. . . . . **Hydro-carbonate de magnésie.**
1146. Solution ne précipitant point par l'oxalate d'ammoniaque, quand on a rendu la liqueur ammoniacale.  
**Magnésie carbonatée.**  
Précipitant abondamment par l'oxalate d'ammoniaque; substance d'un blanc sale, toujours un peu jaunâtre.  
**Dolomie.**
1147. Donnant de l'eau par la calcination, et laissant après cette opération une matière boursouflée et légère, qui a un goût prononcé d'alun . . . . . **Alunite.**  
*Idem*; la matière qui provient de cette opération est insipide et adhère fortement à la langue . . . . . 1148
1148. Substance contenant au moins 85 pour cent de silice.  
**Randanite**  
Substance assez résistante; âpre au toucher; légère, quelquefois schisteuse; ne contenant pas au delà de 55

pour cent de silice, et donnant de 25 à 30 pour cent de magnésie. . . . . **Magnésite.**

La *randanite* est fort rare. Les caractères extérieurs de la *magnésite* sont assez prononcés pour qu'on la distingue même sans essais, quand on a quelque habitude des minéraux : ce n'est donc que dans des cas particuliers qu'on sera obligé de faire l'essai indiqué n° 1138.

M. Thomson décrit deux silicates de magnésie : l'un sous le nom de *magnésite*, l'autre sous celui d'*hydro-silicate de magnésie*, analogues par leurs caractères extérieurs, et ne différant que par leurs proportions : il faudrait donc faire un essai quantitatif pour les distinguer. Du reste la magnésie, comme beaucoup de silicates, est susceptible de s'allier à des quantités plus ou moins grandes de silice gélatineuse. Je crois donc qu'à moins de proportions bien définies, et retrouvées dans plusieurs circonstances, il faut se garder de faire des divisions dans les silicates. Nous n'indiquerons, quant à présent, que la *magnésite*.

- 1149. Substance bleue, verte ou verdâtre . . . . . 1150
- Jaune, rose, rouge, brune ou noire . . . . . 1155
- 1150. Bleue . . . . . **Fer phosphaté.**
- Verte, ou verdâtre . . . . . 1151
- 1151. En poussière ou en croûtes adhérentes à la surface d'autres minéraux . . . . . 1152
- En fragments plus ou moins considérables, quelquefois en petits amas, ou petits noyaux terreux. . . . . 1153
- 1152. D'un vert assez foncé, vert de chrome; disséminé sur du granite contenant ordinairement du plomb chromaté; substance fusible avec production d'écume et de petits grains de plomb. . . . . **Vauquellinite.**
- Substance d'un vert blanchâtre, pulvérante; recouvrant ordinairement la surface du nickel arsenical; donnant de l'eau par la calcination; fusible sur le charbon avec dégagement de vapeur arsenicale, en un globule cassant. . . . . **Nickel arséniaté.**
- 1153. Vert pré, en petits rognons terreux, isolés ou associés à une roche trachitique; infusible au chalumeau, y devient noir et opaque . . . . . **Chloropale.**
- Vert olivé, vert sale; substance fusible au chalumeau avec odeur arsenicale . . . . . 1154
- 1154. Vert olive blanchâtre; au chalumeau, fond, en émettant des vapeurs blanches, en un émail noir, qui se réduit et donne un bouton métallique blanc et cassant. **Cuivre arséniaté.**
- Vert sale, espèces de rognons d'argile terreuse, colorés en vert; au chalumeau, vapeurs arsenicales, et masse scorifiée attirable à l'aimant. **Arsniaté de fer de Loaysa.**
- 1155. Substance rose, ou rouge . . . . . 1156
- Substance jaune, brune et noire. . . . . 1162

1156. Rose . . . . . 1157  
Rouge. . . . . 1158
1157. Rose très clair, donnant au chalumeau un émail blanc légèrement coloré. **Chaux arséniatée cobaltifère.**  
D'un rose violet, donnant au chalumeau des vapeurs arsenicales abondantes, et un bouton métallique cassant.  
**Cobalt arséniaté.**
1158. Substance rouge brique, rouge de mars, ou rouge brun. . . . . 1159  
— Rouge de minium, rouge de vermillon, ou rouge orangé.  
**Fer oxydé rouge.**
1159. Rouge brun, rouge mordoré; fondant facilement au chalumeau, en donnant des vapeurs abondantes d'antimoine; ordinairement en petites croûtes, ou en poussière sur le sulfure d'antimoine.  
**Antimoine oxydé sulfuré**  
Rouge de brique, rouge de mars, ne donnant point de vapeurs au chalumeau. . . . . 1160
1160. Masse pulvérulente, fusible avec facilité, en un verre peu coloré. . . . . **Stilbite rouge farineuse.**  
Masse terreuse tachant les doigts, mais non pulvérulente, donnant au chalumeau une scorie attirable à l'aimant.
1161. Rouge vermillon; substance entièrement volatile au chalumeau, sans odeur arsenicale, et donnant dans le tube des globules de mercure. . . **Mercure sulfuré.**  
Couleur de minium, donnant sur le charbon du plomb métallique. . . *Minium natif*; **Plomb oxydé rouge.**  
Rouge orangé, volatile au chalumeau avec des fumées blanches abondantes, et une odeur arsenicale très vive.  
*Réalgar*; **Arsenic sulfuré rouge**
1162. Substance jaune. . . . . 1163  
Brune ou noire. . . . . 1172
1163. En poussière, ou en croûtes superficielles, recouvrant d'autres minéraux. . . . . 1164  
En fragments plus ou moins considérables, composés exclusivement, ou presque exclusivement du minéral qu'on étudie. . . . . 1168
1164. Sur le charbon, se réduit avec plus ou moins de facilité. 1165  
Ne se réduit pas, change de couleur et fond dans la plupart des cas. . . . . 1166
1165. Substance d'un jaune isabelle, donnant des fumées blanches, une odeur d'antimoine et des grenailles métalliques; adhérente à la surface du sulfure d'antimoine, sur laquelle elle forme quelquefois des croûtes dures et épaisses. . . . . **Acide antimonieux.**  
Substance d'un jaune verdâtre, un peu blanchâtre, se ré-

- • • • • duisant avec facilité en un globule métallique brillant;
  - • • • • fusible à la simple flamme d'une bougie; recouvrant les minerais de bismuth, et principalement le bismuth natif . . . . . **Bismuth oxydé.**
- 1166. Substances d'un jaune citron, ou d'un jaune brun; donnant de l'eau dans le tube, et verdissant sans se fondre. . . . . 1167
  - Ne donne pas d'eau; substance d'un jaune assez vif, adhérente à la surface du molybdène sulfuré et du schéelin ferrugineux. Fusible au chalumeau, avec fumée blanche; mélangé de sel de phosphore et sur le fil de platine, donne au feu de réduction un vert presque aussi beau que l'oxyde de chrome. . . **Acide molybdique.**
- 1167. Soluble dans les acides; solution contenant de l'acide sulfurique, et précipitant en brun par l'hydrocyanate ferruginé de potasse . . . **Sous-sulfate d'urane.**
  - Id.*, solution ne contenant pas d'acide sulfurique, et précipitant en brun par l'hydrocyanate ferruginé de potasse. . . . . **Urane oxydé hydraté.**
- 1168. Pesanté spécifique considérable, 60 au moins, donnant du plomb au chalumeau.
  - Massicot natif*; **Plomb oxydé jaune.**
  - Pesanté spécifique faible ou moyenne. . . . . 1166
- 1169. Jaune d'ocre, jaune sale; substance donnant au chalumeau une scorie attirable . . . . . 1170
  - Jaune de soufre très clair, blanchâtre et jaune d'orpiment; substances très facilement fusibles au chalumeau, avec odeur de soufre ou d'arsenic. . . . . 1171
- 1170. Jaune d'ocre. . . . . **Fer oxydé hydraté.**
  - Jaune sale, donnant une odeur végétale sur le charbon. *Humboldtite*; **Fer oxalaté.**
- 1171. Jaune clair, donnant sur le charbon une odeur sulfureuse. **Soufre.**
  - Jaune d'orpiment, donnant sur le charbon des fumées blanches très abondantes, et une odeur arsenicale prononcée. . . . **Orpiment**; **Arsenic sulfuré jaune.**
- 1172. Substance brune. . . . . 1173
  - Noire. . . . . 1174
- 1173. Pesanté spécifique très faible, 11 à 13; substance combustible. . . . **Terre de Cologne, terre d'Ombre**
  - Pesanté spécifique, de 33 à 46; tenant au feu une couleur noire et un éclat métallique. *Granolithe*; **Peroxyde de manganèse hydrate**
- 1174. Brûlant entièrement, ou du moins en grande partie, au chalumeau . . . . . 1175
  - Ne brûlant pas. . . . . 1178

1175. Tissus ligneux prononcé . . . . . 1176  
 Ne présentant aucune trace d'organisation . . . . . 1177
1176. Fibres allongées. . . . . **Lignite fibreux.**  
 Tissus analogues à celui du charbon, **Charbon minéral.**
1177. S'enflammant difficilement, s'éteignant aussitôt qu'elle se  
 couvre de cendre, et donnant une odeur analogue à  
 celle de la houille . . . . . **Houille terreuse.**  
 S'enflammant facilement, continuant à brûler sous la cen-  
 dre, et donnant une odeur bitumineuse et acide.  
**Lignite terreux.**
1178. Fusible au chalumeau; se réduisant sur le charbon, et  
 donnant un bouton de cuivre; adhérente ordinairement  
 sur des pyrites de cuivre, ou sur du cuivre carbonaté  
 bleu. . . . . **Cuivre oxydé noir.**  
 Infusible. . . . . 1179
1179. Colorant le borax en violet, . . . . . **Pyrolusite.**  
 — — en bleu. . . . . **Cobalt oxydé noir.**  
 — — en vert. . . . . **Nickel oxydé noir.**
1180. Substances ayant une couleur bleue verte, ou verdâtre. 1181  
 Rouge, rougeâtre, jaune, jaunâtre, brune et noire. . . . 1186
1181. Bleue, ou bleuâtre . . . . . 1182  
 Verte, ou verdâtre . . . . . 1183
1182. En petits morceaux assez solides, susceptibles de poli,  
 d'un bleu clair. . . . . **Turquoise.**  
 En morceaux plus ou moins volumineux, à cassure unie,  
 d'un bleu indigo. . . . . **Fer phosphaté.**
1183. D'un vert foncé, vert bouteille; substance en fragment à  
 cassure unie un peu grenue, donnant au chalumeau  
 une scorie attirable.  
**Terre de Vérone, talc zoographique.**  
 Vert émeraude plus ou moins foncé, vert pré. . . . . 1184
1184. Formant une croûte sur une roche quartzreuse, et péné-  
 trant cette roche, qui devient alors d'un beau vert; au  
 chalumeau perd sa couleur. . . . **Chrome oxydé.**  
 Substance à cassure compacte unie, ayant l'apparence  
 d'une argile coloré en vert. . . . . 1185
1185. Infusible au chalumeau, devient noir opaque; avec le  
 borax donne un verre couleur bouteille. **Chloropale.**  
 Prend de l'éclat par la raclure; au chalumeau devient de  
 couleur café brûlé; avec le borax donne un verre cou-  
 leur émeraude. . . . . **Wolkonskite.**
1186. Rouge, ou rougeâtre. . . . . 1183  
 Jaune, jaunâtre, brun, ou d'un noir rougeâtre. . . . . 1189
1187. Se dissolvant dans les acides avec une effervescence vive  
 et rapide. . . . . **Chaux carbonatée ferrifère.**  
 Rouge foncé; substance se dissolvant lentement, et dans

- certain cas avec dégagement de gaz acide nitreux . . . 1188
1188. Rouge de mars, rouge de fer; substance se dissolvant sans dégagement de gaz acide nitreux, liqueur colorée en rouge orangé . . . . . **Fer oxydé rouge.**  
Rouge brique, rouge terne, substance donnant souvent un dégagement de gaz acide nitreux; liqueur colorée en vert . . . . . **Cuivre oxydulé ferrifère.**
- La belle couleur du *fer oxydé rouge*, qui fournit le rouge de Mars, suffit presque toujours pour reconnaître ce minéral, d'ailleurs beaucoup plus abondant que les autres minéraux rouges et terreux.
1189. Substance jaune, ou jaunâtre. . . . . 1190  
— Brune, brunâtre ou noire. . . . . 1193
1190. Pesanteur spécifique considérable, égale ou supérieure à 60 . . . . . **Plomb carbonaté.**  
Pesanteur spécifique comprise entre 28 et 36 . . . . . 1191
1191. Soluble dans les acides avec effervescence.  
**Chaux carbonatée ferrifère.**  
*Id.* sans effervescence, avec un résidu très abondant ou sans résidu.
1192. Sans ou avec très peu de résidu.  
**Fer oxydé hydraté terreux.**  
Avec un résidu abondant . . . . . **Argile ocreuse.**
1193. Brune ou brunâtre . . . . . 1194  
Noire plus ou moins foncée . . . . . 1203
1194. Pesanteur spécifique très faible, 16 au plus, substances brûlant avec une odeur bitumineuse . . . . . 1195  
Pesanteur spécifique variable, mais au moins égale à celle de la chaux carbonatée, 27 . . . . . 1202
1195. Substance schisteuse papyracée . . . . . **Dusodyle.**  
En masse plus ou moins considérable, ne présentant point de fissilité. . . . . 1196
1196. Ayant encore le tissu ligneux, ou contenant des plantes non entièrement décomposées . . . . . 1197  
Ne présentant pas le tissu ligneux, mat et terne comme la cire . . . . . **Bitumes.** 1198
1197. Tissus ligneux assez prononcé. . . . . **Lignites.**  
Contenant encore des plantes non complètement altérées.  
**Tourbes.**
1198. Substance d'un brun assez foncé . . . . . 1199  
Brunâtre, jaunâtre ou grisâtre, tirant sur le blanc sale. . . 1200
1199. Brun assez foncé, minéral cédant à la pression du doigt.  
*Caoutchouc fossile*; **Bitume élastique.**  
Brun sale, jaunâtre, terne à l'extérieur, présentant un peu d'éclat résineux dans la cassure.  
**Retin-asphalte.**

1200. Plus lourde que l'eau . . . . . **Schéérite.**  
Surnageant sur l'eau. . . . . 1201
1201. Jaunâtre, ou gris blanchâtre; substance se fondant à 76 degrés environ . . . . . **Hatchétine.**  
Substance d'un brun jaunâtre, avec des reflets verdâtres; se fondant à 60 degrés . . . . . **Ozokérite.**
1202. Substance d'un brun terreux; à cassure unie; homogène; faisant une effervescence lente avec les acides; donnant, au chalumeau, une masse scoriacée attirable.  
**Fer carbonaté terreux.**  
Brun tirant sur le noir, présentant des parties verdâtres et rougeâtres; fusible en émail noir . . . **Mysorine.**
1203. Pesanteur spécifique, 15 au plus; brûlant en grande partie ou en totalité par l'action du chalumeau, tissu ligneux plus ou moins marqué . . . . . **Lignites.**  
Pesanteur spécifique égale ou supérieure à la chaux carbonatée; minéraux, ne brûlant pas au feu . . . . . 1204
1204. Donnant une poussière noire quand on les écrase. . . . . 1205
1205. Colorant le borax en violet. . . . . **Pyrolusite.**  
*Idem* en bleu . . . . . **Cobalt oxydé noir.**
1206. Formant de petits rognons terreux dont le centre est plus dur que la surface; soluble en partie dans les acides avec effervescence.  
**Chaux carbonatée bitumineuse.**
- MINÉRAUX EN ROGNONS, EN GRAINS ISOLÉS OU AGGLUTINÉS EN CRISTAUX GRANULAIRES OU EN SABLES.
1207. Substances solubles dans l'eau. . . . . 1208  
Insolubles. . . . . 1211
1208. Volatiles sur les charbons. . . . . 1209  
Perdant de l'eau par l'action de la chaleur, mais fixes. . . . . 1210
1209. Solution précipitant par les sels de baryte.  
**Ammoniaque sulfatée.**  
— Id. par le nitrate d'argent. **Ammoniaque muriatée.**
1210. Faisant effervescence par les acides; sel contenant de la soude. . . . . **Urao, soude carbonatée.**  
Point d'effervescence, sel déflagrant sur les charbons.  
**Soude nitratée.**
1211. Substances ayant l'aspect métallique, ou métalloïde . . . . . 1212  
— Aspect pierreux ou terreux. . . . . 1224
1212. En grains isolés . . . . . 1213  
En grains agglutinés. . . . . 1216
1213. En pépites, ou en paillettes jaune d'or. . . . . **Or natif.**  
Gris de fer, d'acier ou de plomb. . . . . 1214
1214. Grains arrondis, souvent roulés . . . . . 1215  
Grains cristallisés, ou sable très fin . . . . . 1218

1215. Pesanteur spécifique considérable, de 170 à 175. Substance non magnétique . . . . . **Platine.**  
 Pesanteur spécifique comprise entre 44 et 54. Substances attirables à l'aimant ou du moins le devenant par la calcination. . . . . 1216
1216. Donnant une poussière rouge quand on la porphyrise.  
**Fer oligiste.**  
 Poussière grise plus ou moins foncée. . . . . 1217
1217. Fortement attirable à l'aimant; poussière noire.  
**Fer oxydulé.**  
 Légèrement attirable; souvent même cette action est si peu sensible, qu'il faut, pour la constater, employer l'appareil indiqué par Haüy. Substance donnant du chlore par sa dissolution dans l'acide muriatique; l'ammoniaque détermine dans la liqueur un précipité floconneux qui se redissout en partie . . . . . **Franklinite.**
1218. D'un gris de fer, gris d'acier . . . . . 1219  
 Gris de plomb, gris d'étain . . . . . 1223
1219. Donnant une poussière rouge quand on la porphyrise.  
**Fer oligiste.**  
 Poussière noire, ou grise. . . . . 1220
1220. Fortement attirable à l'aimant; s'attachant au barreau.  
 Faiblement attirable, ne s'attachant pas au barreau. . . . . 1222
1221. Pesanteur spécifique, 50; substance insoluble au chalumeau, et donnant avec le borax et le sel de phosphore des verres transparents, dont la couleur vert bouteille indique seulement la présence du fer.  
**Fer oxydulé.**  
 Pesanteur spécifique, 44 à 45; infusible au chalumeau; avec le sel de phosphore donne un verre rouge.  
**Isérine.**
1222. Pesanteur spécifique, 47; donne, en se dissolvant dans l'acide muriatique, une odeur de chlore; cette substance réduite en poudre et mêlée intimement avec de la soude, donne au feu de réduction une auréole sensible de zinc. . . . . **Franklinite.**  
 Pesanteur spécifique, 44 à 45; infusible; point d'auréole de zinc avec la soude; avec le sel de phosphore donne un verre rouge.

**Ménachanite ; Fer oxydulé titanifère.**

Si l'on consulte les gisements de ces sables ferrifères, on découvrira de suite leur nature; ceux des volcans sont constamment titanifères; il en est de même des sables qui proviennent de la destruction des schistes micacés.  
 La franklinite est exclusive aux États-Unis.

1223. Lames cristallines d'un gris clair; pesanteur spécifique, 192; inattaquable par les acides.  
**Osmiure d'iridium.**  
Paillettes d'un blanc d'argent, dont la pesanteur est de 410 à 420, attaquable par l'acide nitrique. **Palladium.**
1224. Substance en rognons ou en grains isolés. . . . . 1225  
*Id.* agglutinés. . . . . 1223
1225. En rognons, ou nodules plus ou moins considérables, de la grosseur au moins d'une noisette, souvent même supérieure à celle du poing. . . . . 1226  
En grains arrondis ou en sable. . . . . 1229
1226. Pesanteur spécifique très faible, 12 à 15, substances brûlant entièrement par l'action du chalumeau. . . . . 1111  
Pesanteur spécifique variable, mais de 27 ou moins; substances ne brûlant pas sous l'action du chalumeau. . . . . 1227
1227. Rognons presque toujours creux, de couleur ocreuse, ayant souvent au centre un noyau mobile.  
**Cérite, minéral de fer géodique.**  
Rognons ou nodules pleins, n'ayant pas la couleur ocreuse. . . . . 1228
1228. Masse arrondie, présentant à sa surface une croûte noire vitrifiée, et dont l'intérieur, de couleur grise, est formée de parties distinctes cristallines qui lui donnent une apparence granitique. . . . . **Météorite.**  
Rognons presque toujours ovoïdes, allongés, présentant intérieurement une structure concrétionnée; substance d'un gris sale, gris jaunâtre, faisant effervescence dans les acides. . . . . **Pisolite.**
1229. Sable d'un beau vert émeraude. . . **Cuivre chloruré.**  
Grains arrondis et anguleux, blancs, jaunes ferrugineux ou orangé. . . . . 1230
1230. Grains anguleux; substance rouge orangé; rayant le verre avec facilité. . . . . **Grenat essonite.**  
Grains arrondis, dont les dimensions sont au moins égales à du gros plomb de chasse. . . . . 1231
1231. Blancs, d'un blanc sale, grisâtres ou jaunâtres. . . . . 1232  
De couleur ferrugineuse, donnant une poussière jaune quand on les écrase. . . **Minéral de fer en grains.**
1232. Éclat analogue à celui de la perle, substance rayant le verre et fusible en émail blanc. . . . . **Perlite.**  
Surface des grains souvent luisante, cassure sans éclat, grains ou nodules composés de couches concentriques; rayés par une pointe d'acier, infusible et soluble dans les acides avec effervescence. . . . . **Pisolites.**
1233. Blancs, blancs grisâtres, jaunâtres, ou légèrement verdâtres. . . . . 1234

- Jaunes, d'un jaune rougeâtre, rougeâtres, rouges, bruns, verts, d'un vert bleuâtre, ou noirs. . . . . 1238
1234. Substance dure, rayant le verre. . . . . 1235
- Plus ou moins tendre, toujours rayée par une pointe d'acier . . . . . 1236
1235. Grains arrondis, d'un blanc grisâtre, ayant l'éclat résineux et l'aspect de la perle, réunis par une matière de même nature ; fusible avec facilité. . . . **Perlite.**  
Cristaux imparfaits, arrondis, ayant l'éclat vitreux, et de couleur blanc verdâtre, fusible seulement sur les bords des fragments ; soluble dans l'acide nitrique ; solution donnant un précipité par le nitrate d'argent. Substance associée à une roche volcanique. . . . **Sodalite.**
1236. Substance tendre, tachant les doigts, d'un blanc terreux : les grains, quoique très petits, présentent souvent une texture fibreuse radiée ; insoluble dans les acides.  
**Webstérite.**  
Grains, ou nodules solides, ne tachant pas les doigts ; soluble avec effervescence dans les acides . . . . 1237
1237. Grains de la grosseur, au moins, du gros plomb de chasse ; souvent beaucoup plus gros, luisant à leur surface, composés de couches concentriques. **Pisolite.** Rarement de la grosseur du gros plomb, souvent beaucoup plus petits, mats, cassure non concentrique.  
**Oolite.**  
Souvent l'*oolite* est légèrement ferrugineuse ; elle prend alors une teinte ocracée d'autant plus forte que les grains sont plus chargés de fer ; elle présente alors un passage insensible à l'*oolite* ferrugineuse.
1238. Jaunes, d'un jaune rougeâtre, rougeâtres, rouges ou bruns . . . . . 1239
- Verts, d'un vert bleuâtre, ou noirs. . . . . 1246
1239. Grains anguleux, un peu cristallins, ayant dans quelques circonstances un éclat résineux ou une teinte irisée. . . 1240
- Grains arrondis à la manière des grains de plomb, ou de millet, non cristallins, ayant l'apparence de concrétions ou de nodules, sans éclat, pouvant cependant être luisants à leur surface. . . . . 1244
1240. Rayant le verre plus ou moins facilement . . . . . 1241
- Ne rayant pas le verre. . . . . 1242
1241. D'un jaune orangé, ou d'un rouge hyacinthe ; grains très anguleux, fortement transparents, et souvent translucides ; fusible en émail gris verdâtre. **Grenat essonite.**  
D'un jaune verdâtre, jaune de topaze, grains arrondis, opaques, à éclat résineux : fusible.  
**Grenat colophonite.**

Grains anguleux, rougeâtres, presque toujours irisés, éclat vitreux; substance infusible. . . . **Péridot.**

Le *péridot* est ordinairement associé à du basalte; lorsque les échantillons examinés sont adhérents à de la gangue, cette association suffit pour le distinguer.

1242. Substance rouge et brillante, donnant une poussière orangée. Pesanteur spécifique 54; infusible.

**Zinc oxydé manganésifère.**

Jaune de vin, jaune grisâtre. . . . .

1243. Jaune de vin; substance ayant un éclat résineux, infusible au chalumeau; elle noircit par son action, et prend l'aspect d'un minerai de fer attirable.

**Polyadelphite.**

Jaune grisâtre, grains cristallins; vitreux, admettant deux clivages; fusibles en un verre transparent, vert bouteille peu foncé. . . . .

1244. Grains brun rougeâtre, au moins de la grosseur du gros plomb; réunis soit par une pâte argileuse qui se délite à l'air, soit par une pâte calcaire beaucoup plus claire que la masse. . . . **Fer en grains agglutinés.**

Grains plus ou moins fins, rouge brun, rouge jaunâtre, ou jaunâtres, soudés ensemble, ou réunis par un ciment de même matière que les grains, ordinairement très peu abondant, quelquefois calcaires. . . . .

1245. Couleur foncée, donnant au chalumeau une scorie attirable; soluble sans effervescence, ou du moins qui ne se prolonge pas longtemps. . . . **Fer oolitique.**

Couleur simplement ocreuse, peu foncée; grains infusibles, donnant au chalumeau une matière terreuse alcaline, soluble avec une effervescence vive, et qui se prolonge pendant tout le temps de la dissolution.

**Oolite ferrugineuse.**

Le *fer oolitique* et l'*oolite ferrugineuse* passent souvent l'un à l'autre par des degrés insensibles.

1246. Verts, ou d'un vert bleuâtre. . . . .

Noirs. . . . .

1247. Rayant le verre. . . . .

Rayé par une pointe d'acier. . . . .

1248. Grains soudés ensemble sans interposition de gangue, et formant plutôt une substance granulaire que des grains isolés et agglomérés. . . . .

Grains soudés ensemble et disséminés dans une roche calcaire blanche. *Pyroxène granulaire*; **Coccolithe.**

1249. Infusibles. . . . . **Péridot.**

Fusibles. . . . .

1250. D'un jaune vert pâle. . . . . **Wolbertite.**

D'un vert bouteille foncé, ressemblant à la gahnite; fusible en une scorie attirable . . . . . **Goëkumite.**

1251. Substance d'un gris verdâtre terreux; terne; composée de grains très petits, à peine visibles et mats; très faiblement magnétique, le devenant davantage par la calcination. . . . . **Chamoisite.**

Le minéral exploité en Bretagne pour la forge du Pas, près Quentin, celui de Hayange dans la Lorraine, se rapportent à la *chamoisite*.

D'un bleu verdâtre; ayant un éclat vitreux, donnant une poussière blanche; au chalumeau, devient d'un blanc de neige, et tombe en poussière.

**Hydro-bucholzite, pyrargillite.**

1252. Grains aplatis, de la grosseur d'une noisette au plus; ayant quelque trace de cristallisation; d'un noir de velours, donnant une poussière brun rouge, fondant au chalumeau en un émail noir; avec le sel de phosphore donne un verre émeraude . . . . . **Urano-tantale.**

En nodules d'un pouce de diamètre, et plus, sans aucun indice de cristallisation; donnant une poussière d'un brun jaunâtre; au chalumeau, s'arrondit seulement sur les bords, et devient fortement magnétique.

**Thraulite, hisingérite.**

MINÉRAUX LIQUIDES ET VISQUEUX.

1253. Substances d'un blanc d'argent, ayant l'éclat métallique. Pesanteur spécifique considérable. **Mercure natif.**  
— Colorée en jaune ou en brun. Pesanteur spécifique très faible; odeur de bitume . . . . . 1254

1254. En jaune, jaune rougeâtre; substance très liquide.

**Naphte.**

En brun, brun rougeâtre très foncé, liquide un peu épais, quelquefois visqueux. . . . . **Huile de pétrole.**

1255. Glutineux, collant aux doigts, se durcissant par l'action de l'air. . . . . **Malthe, bitume glutineux.**

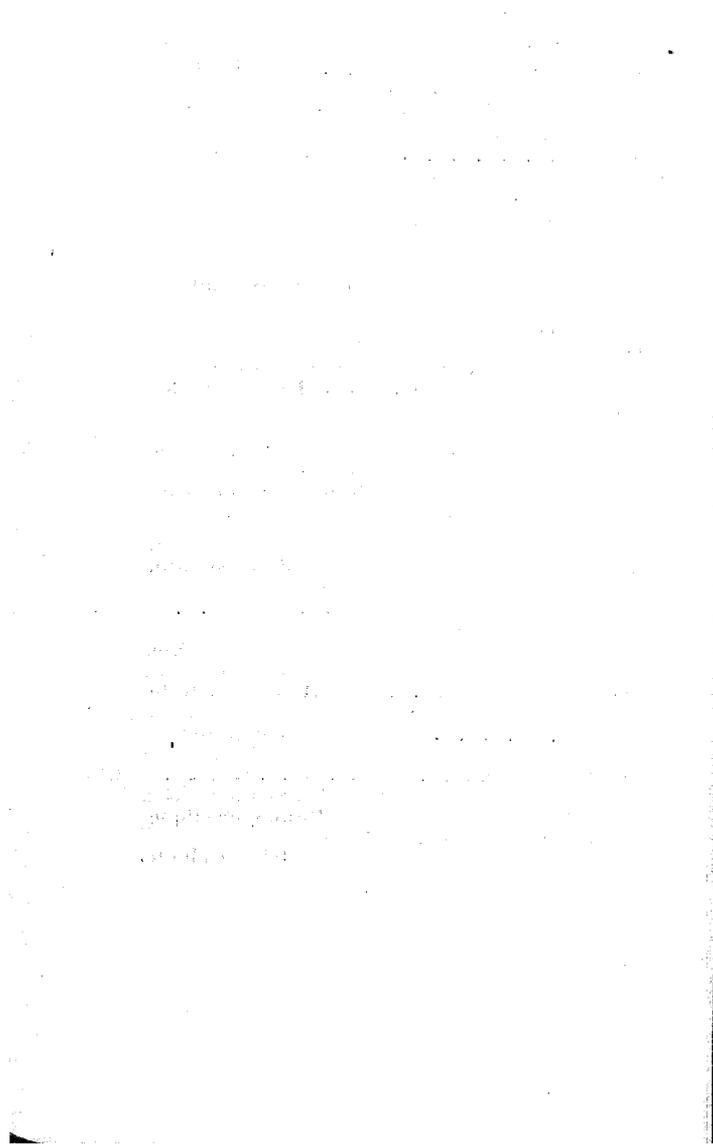
Gras au toucher, recevant l'empreinte des doigts, mais ne s'y attachant pas. . . . . 1256

1256. Brun assez foncé; minéral cédant à la pression du doigt.

**Bitume élastique.**

Brun sale, brun jaunâtre, ordinairement terne.

**Rétin-asphalte.**



# DOCUMENTS MATHÉMATIQUES

## I. TABLES

A. Table des puissances, racines, logarithmes vulgaires (ou de Briggs), valeurs réciproques, circonférences et surfaces de cercles.

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\frac{1}{\pi n}$	$\frac{\pi n^2}{4}$
1	1	1	1,0000	1,0000	0,00000	1000,000	3,142	0,7854
2	4	8	1,4142	1,2599	0,30103	500,000	6,283	3,1416
3	9	27	1,7321	1,4422	0,47712	333,333	9,425	7,0686
4	16	64	2,0000	1,5874	0,60206	250,000	12,566	12,5664
5	25	125	2,2361	1,7100	0,69897	200,000	15,708	19,6350
6	36	216	2,4495	1,8171	0,77815	166,667	18,850	28,2743
7	49	343	2,6458	1,9129	0,84510	142,857	21,991	38,4846
8	64	512	2,8284	2,0000	0,90309	125,000	25,133	50,2655
9	81	729	3,0000	2,0801	0,95424	111,111	28,274	63,6173
10	100	1000	3,1623	2,1544	1,00000	100,000	31,416	78,5398
11	121	1331	3,3166	2,2240	1,04139	90,909	34,558	95,0332
12	144	1728	3,4641	2,2894	1,07918	83,333	37,699	113,097
13	169	2197	3,6056	2,3513	1,11394	76,923	40,841	132,732
14	196	2744	3,7417	2,4101	1,14613	71,4286	43,982	153,938
15	225	3375	3,8730	2,4662	1,17609	66,6667	47,124	176,715
16	256	4096	4,0000	2,5198	1,20412	62,5000	50,265	201,062
17	289	4913	4,1231	2,5713	1,23045	58,8235	53,407	226,980
18	324	5832	4,2426	2,6207	1,25527	55,5556	56,549	254,469
19	361	6859	4,3589	2,6684	1,27875	52,6316	59,690	283,529
20	400	8000	4,4721	2,7144	1,30103	50,0000	62,832	314,159
21	441	9261	4,5826	2,7589	1,32222	47,6190	65,973	346,361
22	484	10648	4,6904	2,8020	1,34242	45,4545	69,115	380,133
23	529	12167	4,7958	2,8439	1,36173	43,4783	72,257	415,476
24	576	13824	4,8990	2,8845	1,38021	41,6667	75,398	452,389
25	625	15625	5,0000	2,9240	1,39794	40,0000	78,540	490,874
26	676	17576	5,0990	2,9625	1,41497	38,4615	81,681	530,929
27	729	19683	5,1962	3,0000	1,43136	37,0370	84,823	572,555
28	784	21952	5,2915	3,0366	1,44716	35,7143	87,965	615,752
29	841	24389	5,3852	3,0723	1,46240	34,4828	91,106	660,520
30	900	27000	5,4772	3,1072	1,47712	33,3333	94,248	706,858
31	961	29791	5,5678	3,1414	1,49136	32,2581	97,389	754,768
32	1024	32768	5,6569	3,1748	1,50515	31,2500	100,531	804,248
33	1089	35937	5,7446	3,2075	1,51851	30,3030	103,673	855,399
34	1156	39304	5,8310	3,2396	1,53148	29,4118	106,814	907,920
35	1225	42875	5,9161	3,2711	1,54407	28,5714	109,956	962,113
36	1296	46656	6,0000	3,3019	1,55630	27,7778	113,097	1017,88
37	1369	50653	6,0828	3,3322	1,56820	27,0270	116,239	1075,21
38	1444	54872	6,1644	3,3620	1,57978	26,3158	119,381	1134,11
39	1521	59319	6,2450	3,3912	1,59106	25,6410	122,522	1194,59

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
40	1600	64000	6,3246	3,4200	1,60206	25,0000	125,66	1256,64
41	1681	68921	6,4031	3,4482	1,61278	24,3902	128,81	1320,25
42	1764	74088	6,4807	3,4760	1,62325	23,8095	131,95	1385,44
43	1849	79507	6,5574	3,5034	1,63347	23,2558	135,09	1452,20
44	1936	85184	6,6332	3,5303	1,64345	22,7273	138,23	1520,53
45	2025	91125	6,7082	3,5569	1,65321	22,2222	141,37	1590,43
46	2116	97336	6,7823	3,5830	1,66276	21,7391	144,51	1661,90
47	2209	103823	6,8557	3,6088	1,67210	21,2766	147,65	1734,94
48	2304	110592	6,9282	3,6342	1,68124	20,8333	150,80	1809,56
49	2401	117649	7,0000	3,6593	1,69020	20,4082	153,94	1885,74
50	2500	125000	7,0711	3,6840	1,69897	20,0000	157,08	1963,50
51	2601	132651	7,1414	3,7084	1,70757	19,6078	160,22	2042,82
52	2704	140608	7,2111	3,7325	1,71600	19,2308	163,36	2123,79
53	2809	148877	7,2801	3,7563	1,72428	18,8679	166,50	2206,31
54	2916	157464	7,3485	3,7798	1,73239	18,5185	169,65	2290,22
55	3025	166375	7,4162	3,8030	1,74036	18,1818	172,79	2375,53
56	3136	175616	7,4833	3,8259	1,74810	17,8571	175,93	2462,24
57	3249	185193	7,5498	3,8485	1,75567	17,5439	179,07	2550,25
58	3364	195112	7,6158	3,8709	1,76308	17,2414	182,21	2639,46
59	3481	205379	7,6811	3,8930	1,77035	16,9492	185,35	2730,87
60	3600	216000	7,7460	3,9149	1,77745	16,6667	188,50	2823,48
61	3721	226981	7,8102	3,9365	1,78438	16,3934	191,64	2917,29
62	3844	238328	7,8740	3,9579	1,79115	16,1290	194,78	3012,30
63	3969	250047	7,9373	3,9791	1,79776	15,8730	197,92	3108,51
64	4096	262144	8,0000	4,0000	1,80421	15,6250	201,06	3205,92
65	4225	274625	8,0623	4,0207	1,81151	15,3846	204,20	3304,53
66	4356	287496	8,1240	4,0412	1,81864	15,1515	207,35	3404,34
67	4489	300763	8,1854	4,0615	1,82560	14,9254	210,49	3505,35
68	4624	314432	8,2462	4,0817	1,83251	14,7059	213,63	3607,56
69	4761	328509	8,3066	4,1016	1,83928	14,4922	216,77	3710,97
70	4900	343000	8,3666	4,1213	1,84601	14,2857	219,91	3815,58
71	5041	357911	8,4261	4,1408	1,85266	14,0845	223,05	3921,39
72	5184	373248	8,4853	4,1602	1,85923	13,8889	226,19	4028,40
73	5329	389017	8,5440	4,1793	1,86573	13,6986	229,34	4136,61
74	5476	405224	8,6023	4,1983	1,87215	13,5135	232,48	4246,12
75	5625	421875	8,6603	4,2172	1,87850	13,3333	235,62	4356,93
76	5776	438976	8,7178	4,2358	1,88478	13,1579	238,76	4469,14
77	5929	456533	8,7750	4,2543	1,89100	12,9870	241,90	4582,75
78	6084	474552	8,8318	4,2727	1,89715	12,8205	245,04	4697,76
79	6241	493039	8,8882	4,2908	1,90323	12,6583	248,19	4814,17
80	6400	512000	8,9443	4,3089	1,90924	12,5000	251,33	4931,98
81	6561	531441	9,0000	4,3267	1,91518	12,3457	254,47	5051,19
82	6724	551368	9,0554	4,3445	1,92105	12,1951	257,61	5171,80
83	6889	571787	9,1104	4,3621	1,92685	12,0482	260,75	5293,81
84	7056	592704	9,1652	4,3795	1,93258	11,9046	263,89	5417,32

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
85	7225	614125	9,2105	4,3968	1,99942	11,7647	267,04	5674,50
86	7396	636056	9,2736	4,4140	1,93450	11,6279	270,18	5803,80
87	7569	658603	9,3274	4,4310	1,93952	11,4943	273,32	5944,68
88	7744	681472	9,3808	4,4480	1,94448	11,3636	276,46	6082,12
89	7921	704969	9,4340	4,4647	1,94939	11,2360	279,60	6221,14
90	8100	729000	9,4868	4,4814	1,95424	11,1111	282,74	6361,73
91	8281	753571	9,5394	4,4979	1,95904	10,9890	285,88	6503,88
92	8464	778688	9,5917	4,5144	1,96379	10,8696	289,03	6647,61
93	8649	804357	9,6437	4,5307	1,96848	10,7527	292,17	6792,91
94	8836	830584	9,6954	4,5468	1,97313	10,6383	295,31	6939,78
95	9025	857375	9,7468	4,5629	1,97772	10,5263	298,45	7088,22
96	9216	884736	9,7980	4,5789	1,98227	10,4167	301,59	7238,23
97	9409	912673	9,8489	4,5947	1,98677	10,3093	304,73	7389,81
98	9604	941192	9,8995	4,6104	1,99123	10,2041	307,88	7542,96
99	9801	970299	9,9499	4,6261	1,99564	10,1010	311,02	7697,69
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	2,00000	10,0000	314,16	7853,98
101	10201	1030301	10,0499	4,6570	2,00432	9,90099	317,30	8011,85
102	10404	1061208	10,0995	4,6723	2,00860	9,80392	320,44	8171,28
103	10609	1092727	10,1489	4,6875	2,01284	9,70874	323,58	8332,29
104	10816	1124864	10,1980	4,7027	2,01703	9,61538	326,73	8494,87
105	11025	1157625	10,2470	4,7177	2,02119	9,52381	329,87	8659,01
106	11236	1191016	10,2956	4,7326	2,02531	9,43396	333,01	8824,73
107	11449	1225043	10,3441	4,7475	2,02938	9,34579	336,15	8992,02
108	11664	1259712	10,3923	4,7623	2,03342	9,25926	339,29	9160,88
109	11881	1295029	10,4403	4,7769	2,03743	9,17431	342,43	9331,32
110	12100	1331000	10,4881	4,7914	2,04139	9,09091	345,58	9503,32
111	12321	1367631	10,5357	4,8059	2,04532	9,00901	348,72	9676,89
112	12544	1404928	10,5830	4,8203	2,04922	8,92857	351,86	9852,03
113	12769	1442897	10,6301	4,8346	2,05308	8,84956	355,00	10028,7
114	12996	1481544	10,6771	4,8488	2,05690	8,77193	358,14	10207,0
115	13225	1520875	10,7238	4,8629	2,06070	8,69565	361,28	10386,9
116	13456	1560896	10,7703	4,8770	2,06446	8,62069	364,42	10568,3
117	13689	1601613	10,8167	4,8910	2,06819	8,54701	367,57	10751,3
118	13924	1643032	10,8628	4,9049	2,07188	8,47458	370,71	10935,9
119	14161	1685199	10,9087	4,9187	2,07555	8,40336	373,85	11122,0
120	14400	1728000	10,9545	4,9324	2,07918	8,33333	376,99	11309,7
121	14641	1771561	11,0000	4,9461	2,08279	8,26446	380,13	11499,0
122	14884	1815888	11,0454	4,9597	2,08638	8,19672	383,27	11689,9
123	15129	1860887	11,0905	4,9732	2,08991	8,13008	386,42	11882,3
124	15376	1906564	11,1355	4,9866	2,09342	8,06452	389,56	12076,3
125	15625	1953125	11,1803	5,0000	2,09691	8,00000	392,70	12271,8
126	15876	2000376	11,2250	5,0133	2,10037	7,93651	395,84	12469,0
127	16129	2048383	11,2694	5,0265	2,10380	7,87402	398,98	12667,7
128	16384	2097152	11,3137	5,0397	2,10721	7,81255	402,12	12868,0
129	16641	2146689	11,3578	5,0528	2,11059	7,75194	405,27	13069,8

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
130	16900	2197000	11,4018	5,0658	2,11394	7,69231	408,41	13273,8
131	17161	2248001	11,4455	5,0788	2,11727	7,68359	411,56	13478,8
132	17424	2299968	11,4891	5,0916	2,12057	7,57576	414,69	13684,8
133	17689	2352637	11,5326	5,1045	2,12385	7,51880	417,83	13892,8
134	17956	2406104	11,5758	5,1172	2,12710	7,46269	420,97	14102,8
135	18225	2460375	11,6190	5,1299	2,13033	7,40741	424,12	14313,8
136	18496	2515456	11,6619	5,1426	2,13354	7,35294	427,26	14526,8
137	18769	2571353	11,7047	5,1551	2,13672	7,29927	430,40	14741,8
138	19044	2628072	11,7473	5,1676	2,13988	7,24638	433,54	14957,8
139	19321	2685619	11,7898	5,1801	2,14301	7,19424	436,68	15175,8
140	19600	2744000	11,8322	5,1925	2,14613	7,14286	439,82	15393,8
141	19881	2803221	11,8743	5,2048	2,14922	7,09220	442,96	15613,8
142	20164	2863288	11,9164	5,2171	2,15229	7,04225	446,11	15835,8
143	20449	2924207	11,9583	5,2293	2,15534	6,99301	449,25	16060,8
144	20736	2985984	12,0000	5,2415	2,15836	6,94444	452,39	16288,8
145	21025	3048625	12,0416	5,2536	2,16137	6,89655	455,53	16519,8
146	21316	3112136	12,0830	5,2656	2,16435	6,84932	458,67	16753,8
147	21609	3176523	12,1244	5,2776	2,16732	6,80272	461,81	16990,8
148	21904	3241792	12,1655	5,2896	2,17026	6,75676	464,96	17230,8
149	22201	3307949	12,2066	5,3015	2,17319	6,71141	468,10	17473,8
150	22500	3375000	12,2474	5,3133	2,17609	6,66667	471,24	17720,8
151	22801	3442951	12,2882	5,3251	2,17898	6,62252	474,38	17970,8
152	23104	3511808	12,3288	5,3368	2,18184	6,57893	477,52	18223,8
153	23409	3581577	12,3693	5,3485	2,18469	6,53595	480,66	18479,8
154	23716	3652264	12,4097	5,3601	2,18752	6,49351	483,81	18739,8
155	24025	3723875	12,4499	5,3717	2,19033	6,45161	486,95	18999,8
156	24336	3796416	12,4900	5,3832	2,19312	6,41026	490,09	19262,8
157	24649	3869893	12,5300	5,3947	2,19590	6,36943	493,23	19528,8
158	24964	3944312	12,5698	5,4061	2,19866	6,32911	496,37	19797,8
159	25281	4019679	12,6095	5,4175	2,20140	6,28931	499,51	20069,8
160	25600	4096000	12,6491	5,4288	2,20412	6,25000	502,65	20344,8
161	25921	4173281	12,6886	5,4401	2,20683	6,21118	505,80	20622,8
162	26244	4251528	12,7279	5,4514	2,20952	6,17284	508,94	20903,8
163	26569	4330747	12,7671	5,4626	2,21219	6,13497	512,08	21187,8
164	26896	4410944	12,8062	5,4737	2,21484	6,09756	515,22	21474,8
165	27225	4492125	12,8452	5,4848	2,21748	6,06061	518,36	21764,8
166	27556	4574296	12,8841	5,4959	2,22011	6,02410	521,50	22057,8
167	27889	4657463	12,9228	5,5069	2,22272	6,98802	524,65	22353,8
168	28224	4741632	12,9615	5,5178	2,22531	6,95238	527,79	22652,8
169	28561	4826809	13,0000	5,5288	2,22789	6,91716	530,93	22954,8
170	28900	4913000	13,0384	5,5397	2,23045	6,88235	534,07	23259,8
171	29241	5000211	13,0767	5,5505	2,23300	6,84795	537,21	23567,8
172	29584	5088448	13,1149	5,5613	2,23553	6,81395	540,35	23878,8
173	29929	5177717	13,1529	5,5721	2,23805	6,78035	543,50	24192,8
174	30276	5268024	13,1909	5,5828	2,24056	6,74713	546,64	24509,8

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
75	30625	5359375	13,2288	5,5934	2,24304	5,71429	549,78	24052,8
76	30976	5491776	13,2665	5,6041	2,24551	5,68182	552,92	24328,5
77	31329	5635233	13,3041	5,6147	2,24797	5,64972	556,06	24605,7
78	31684	5780752	13,3417	5,6252	2,25042	5,61798	559,20	24884,6
79	32041	5928339	13,3791	5,6357	2,25285	5,58659	562,35	25164,9
80	32400	5832000	13,4164	5,6462	2,25527	5,55556	565,49	25446,9
81	32761	5929741	13,4536	5,6567	2,25768	5,52486	568,63	25730,4
82	33124	6028568	13,4907	5,6671	2,26007	5,49451	571,77	26015,5
83	33489	6128487	13,5277	5,6774	2,26245	5,46448	574,91	26302,2
84	33856	6229504	13,5647	5,6877	2,26482	5,43478	578,05	26590,4
85	34225	6331625	13,6015	5,6980	2,26717	5,40541	581,19	26880,3
86	34596	6434856	13,6382	5,7083	2,26951	5,37634	584,34	27171,6
87	34969	6539203	13,6748	5,7185	2,27184	5,34759	587,48	27464,6
88	35344	6644672	13,7113	5,7287	2,27416	5,31915	590,62	27759,1
89	35721	6751269	13,7477	5,7388	2,27646	5,29101	593,76	28055,2
90	36100	6859000	13,7840	5,7489	2,27875	5,26316	596,90	28352,9
91	36481	6967871	13,8203	5,7590	2,28103	5,23560	600,04	28652,1
92	36864	7077888	13,8564	5,7690	2,28330	5,20833	603,19	28952,9
93	37249	7189057	13,8924	5,7790	2,28556	5,18135	606,33	29255,3
94	37636	7301384	13,9284	5,7890	2,28780	5,15464	609,47	29559,2
95	38025	7414875	13,9642	5,7989	2,29003	5,12821	612,61	29864,8
96	38416	7529536	14,0000	5,8088	2,29226	5,10204	615,75	30171,9
97	38809	7645373	14,0357	5,8186	2,29447	5,07614	618,89	30480,5
98	39204	7762392	14,0712	5,8285	2,29667	5,05051	622,04	30790,7
99	39601	7880599	14,1067	5,8383	2,29885	5,02513	625,18	31102,6
200	40000	8000000	14,1421	5,8480	2,30103	5,00000	628,32	31415,9
201	40401	8120601	14,1774	5,8578	2,30320	4,97512	631,46	31730,9
202	40804	8242408	14,2127	5,8675	2,30535	4,95050	634,60	32047,4
203	41209	8365427	14,2478	5,8771	2,30750	4,92611	637,74	32365,5
204	41616	8489664	14,2829	5,8868	2,30963	4,90196	640,88	32685,1
205	42025	8615125	14,3178	5,8964	2,31175	4,87805	644,03	33006,4
206	42436	8741816	14,3527	5,9059	2,31387	4,85437	647,17	33329,2
207	42849	8869743	14,3875	5,9155	2,31597	4,83092	650,31	33653,5
208	43264	8998912	14,4222	5,9250	2,31806	4,80769	653,45	33979,5
209	43681	9129329	14,4568	5,9345	2,32015	4,78469	656,59	34307,0
210	44100	9261000	14,4914	5,9439	2,32222	4,76190	659,73	34636,1
211	44521	9393931	14,5258	5,9533	2,32428	4,73934	662,88	34966,7
212	44944	9528128	14,5602	5,9627	2,32634	4,71698	666,02	35298,9
213	45369	9663597	14,5945	5,9721	2,32838	4,69484	669,16	35632,7
214	45796	9800344	14,6287	5,9814	2,33041	4,67290	672,30	35968,1
215	46225	9938375	14,6629	5,9907	2,33244	4,65116	675,44	36305,0
216	46656	10077696	14,6969	6,0000	2,33445	4,62963	678,58	36643,5
217	47089	10218313	14,7309	6,0092	2,33646	4,60829	681,73	36983,6
218	47524	10360232	14,7648	6,0185	2,33846	4,58716	684,87	37325,3
219	47961	10503459	14,7986	6,0277	2,34044	4,56621	688,01	37668,5

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
220	48400	10648000	14,8324	6,0368	2,34242	4,54545	691,15	3801,33
221	48841	10793861	14,8661	6,0459	2,34439	4,54489	694,29	38359,6
222	49284	10941048	14,8997	6,0550	2,34635	4,54430	697,43	38707,6
223	49729	11089567	14,9332	6,0641	2,34830	4,48431	700,58	39057,1
224	50176	11239424	14,9666	6,0732	2,35025	4,46429	703,72	39408,1
225	50625	11390625	15,0000	6,0822	2,35218	4,44444	706,86	39760,8
226	51076	11543176	15,0333	6,0912	2,35411	4,42478	710,00	40115,6
227	51529	11697083	15,0665	6,1002	2,35603	4,40529	713,14	40470,8
228	51984	11852352	15,0997	6,1091	2,35793	4,38596	716,28	40828,1
229	52441	12008989	15,1327	6,1180	2,35984	4,36681	719,42	41187,1
230	52900	12167000	15,1658	6,1269	2,36173	4,34783	722,57	41547,6
231	53361	12326391	15,1987	6,1358	2,36361	4,32900	725,71	41909,6
232	53824	12487168	15,2315	6,1446	2,36549	4,31034	728,85	42273,3
233	54289	12649337	15,2643	6,1534	2,36736	4,29185	731,99	42638,5
234	54756	12812904	15,2971	6,1622	2,36922	4,27350	735,13	43005,3
235	55225	12977875	15,3297	6,1710	2,37107	4,25532	738,27	43373,6
236	55696	13144256	15,3623	6,1797	2,37291	4,23729	741,42	43743,5
237	56169	13312053	15,3948	6,1885	2,37475	4,21941	744,56	44115,0
238	56644	13481272	15,4272	6,1972	2,37658	4,20168	747,70	44488,1
239	57121	13651919	15,4596	6,2058	2,37840	4,18410	750,84	44862,7
240	57600	13824000	15,4919	6,2145	2,38021	4,16667	753,98	45238,9
241	58081	13997521	15,5242	6,2231	2,38202	4,14938	757,12	45616,7
242	58564	14172488	15,5563	6,2317	2,38382	4,13223	760,27	45996,1
243	59049	14348907	15,5885	6,2403	2,38561	4,11523	763,41	46377,0
244	59536	14526784	15,6205	6,2488	2,38739	4,09836	766,55	46759,5
245	60025	14706125	15,6525	6,2573	2,38917	4,08163	769,69	47143,5
246	60516	14886936	15,6844	6,2658	2,39094	4,06504	772,83	47529,2
247	61009	15069223	15,7162	6,2743	2,39270	4,04858	775,97	47916,4
248	61504	15252992	15,7480	6,2828	2,39445	4,03226	779,11	48305,1
249	62001	15438249	15,7797	6,2912	2,39620	4,01606	782,26	48695,5
250	62500	15625000	15,8114	6,2996	2,39794	4,00000	785,40	49087,4
251	63001	15813251	15,8430	6,3080	2,39967	3,98406	788,54	49480,9
252	63504	16003008	15,8745	6,3164	2,40140	3,96825	791,68	49875,9
253	64009	16194277	15,9060	6,3247	2,40312	3,95257	794,82	50272,6
254	64516	16387064	15,9374	6,3330	2,40483	3,93701	797,96	50670,7
255	65025	16581375	15,9687	6,3413	2,40654	3,92157	801,11	51070,5
256	65536	16777216	16,0000	6,3496	2,40824	3,90625	804,25	51471,9
257	66049	16974593	16,0312	6,3579	2,40993	3,89105	807,39	51874,8
258	66564	17173512	16,0624	6,3661	2,41162	3,87597	810,53	52279,2
259	67081	17373979	16,0935	6,3743	2,41330	3,86100	813,67	52685,3
260	67600	17576000	16,1245	6,3825	2,41497	3,84615	816,81	53092,9
261	68121	17779581	16,1555	6,3907	2,41664	3,83142	819,96	53502,1
262	68644	17984728	16,1864	6,3988	2,41830	3,81679	823,10	53912,9
263	69169	18191447	16,2173	6,4070	2,41996	3,80228	826,24	54325,2
264	69696	18399744	16,2481	6,4151	2,42160	3,78788	829,38	54739,1

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
265	70225	18609625	16,2788	6,4232	2,42325	3,77358	832,52	55154,6
266	70756	18821096	16,3095	6,4312	2,42488	3,75940	835,66	55571,6
267	71289	19034163	16,3401	6,4393	2,42651	3,74532	838,81	55990,2
268	71824	19248832	16,3707	6,4473	2,42813	3,73134	841,95	56410,4
269	72361	19465109	16,4012	6,4553	2,42975	3,71747	845,09	56832,2
270	72900	19683000	16,4317	6,4633	2,43136	3,70370	848,23	57255,5
271	73441	19902511	16,4621	6,4713	2,43297	3,69004	851,37	57680,4
272	73984	20123648	16,4924	6,4792	2,43457	3,67647	854,51	58106,9
273	74529	20346417	16,5227	6,4872	2,43616	3,66300	857,65	58534,9
274	75076	20570824	16,5529	6,4951	2,43775	3,64964	860,80	58964,6
275	75625	20796875	16,5831	6,5030	2,43933	3,63636	863,94	59395,7
276	76176	21024576	16,6132	6,5108	2,44091	3,62319	867,08	59828,5
277	76729	21253933	16,6433	6,5187	2,44248	3,61011	870,22	60262,8
278	77284	21484952	16,6733	6,5265	2,44404	3,59712	873,36	60698,7
279	77841	21717639	16,7033	6,5343	2,44560	3,58423	876,50	61136,2
280	78400	21952000	16,7332	6,5421	2,44716	3,57143	879,65	61575,2
281	78961	22188041	16,7631	6,5499	2,44871	3,55872	882,79	62015,8
282	79524	22425768	16,7929	6,5577	2,45025	3,54610	885,93	62458,0
283	80089	22665187	16,8226	6,5654	2,45179	3,53357	889,07	62901,8
284	80656	22906304	16,8523	6,5731	2,45332	3,52113	892,21	63347,1
285	81225	23149125	16,8819	6,5808	2,45484	3,50877	895,35	63794,0
286	81796	23393656	16,9115	6,5885	2,45637	3,49650	898,50	64242,4
287	82369	23639903	16,9411	6,5962	2,45788	3,48432	901,64	64692,5
288	82944	23887872	16,9706	6,6039	2,45939	3,47222	904,78	65144,1
289	83521	24137569	17,0000	6,6115	2,46090	3,46021	907,92	65597,2
290	84100	24389000	17,0294	6,6191	2,46240	3,44828	911,06	66052,0
291	84681	24642171	17,0587	6,6267	2,46389	3,43643	914,20	66508,3
292	85264	24897088	17,0880	6,6343	2,46538	3,42466	917,35	66966,2
293	85849	25153757	17,1172	6,6419	2,46687	3,41297	920,49	67426,6
294	86436	25412184	17,1464	6,6494	2,46835	3,40136	923,63	67888,7
295	87025	25672375	17,1756	6,6569	2,46982	3,38983	926,77	68349,3
296	87616	25934336	17,2047	6,6644	2,47129	3,37838	929,91	68813,4
297	88209	26198073	17,2337	6,6719	2,47276	3,36700	933,05	69279,2
298	88804	26463592	17,2627	6,6794	2,47422	3,35570	936,19	69746,5
299	89401	26730899	17,2916	6,6869	2,47567	3,34448	939,34	70215,4
300	90000	27000000	17,3205	6,6943	2,47712	3,33333	942,48	70685,8
301	90601	27270901	17,3494	6,7018	2,47857	3,32226	945,62	71157,9
302	91204	27543608	17,3781	6,7092	2,48001	3,31126	948,76	71631,5
303	91809	27818127	17,4069	6,7166	2,48144	3,30033	951,90	72106,6
304	92416	28094464	17,4356	6,7240	2,48287	3,28947	955,04	72583,4
305	93025	28372625	17,4642	6,7313	2,48430	3,27869	958,19	73061,7
306	93636	28652616	17,4929	6,7387	2,48572	3,26797	961,33	73541,5
307	94249	28934443	17,5214	6,7460	2,48714	3,25733	964,47	74022,0
308	94864	29218112	17,5499	6,7533	2,48855	3,24675	967,61	74506,0
309	95481	29503629	17,5784	6,7606	2,48996	3,23625	970,75	74990,6

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
310	96100	29791000	17,6068	6,7679	2,49136	3,22581	973,89	75476,8
311	96721	30080931	17,6352	6,7752	2,49276	3,21543	977,04	75964,5
312	97344	30371328	17,6635	6,7824	2,49415	3,20513	980,18	76453,8
313	97969	30664297	17,6918	6,7897	2,49554	3,19489	983,32	76944,7
314	98596	30959144	17,7200	6,7969	2,49693	3,18471	986,46	77437,1
315	99225	31255875	17,7482	6,8041	2,49831	3,17460	989,60	77931,1
316	99856	31554496	17,7764	6,8113	2,49969	3,16456	992,74	78426,7
317	100489	31855013	17,8045	6,8185	2,50106	3,15457	995,88	78923,9
318	101124	32157432	17,8326	6,8256	2,50243	3,14465	999,03	79422,6
319	101761	32461759	17,8606	6,8328	2,50379	3,13480	1002,2	79922,9
320	102400	32768000	17,8885	6,8399	2,50515	3,12500	1005,3	80424,8
321	103041	33076161	17,9165	6,8470	2,50651	3,11527	1008,5	80928,2
322	103684	33386248	17,9444	6,8541	2,50786	3,10559	1011,6	81433,2
323	104329	33698267	17,9722	6,8612	2,50920	3,09598	1014,7	81939,8
324	104976	34012224	18,0000	6,8683	2,51055	3,08642	1017,9	82448,0
325	105625	34328125	18,0278	6,8753	2,51188	3,07692	1021,0	82957,7
326	106276	34645976	18,0555	6,8824	2,51322	3,06748	1024,2	83469,0
327	106929	34965783	18,0831	6,8894	2,51455	3,05810	1027,3	83981,8
328	107584	35287552	18,1108	6,8964	2,51587	3,04878	1030,4	84496,3
329	108241	35611289	18,1384	6,9034	2,51720	3,03951	1033,6	85012,3
330	108900	35937000	18,1659	6,9104	2,51851	3,03030	1036,7	85529,9
331	109561	36264691	18,1934	6,9174	2,51983	3,02115	1039,9	86049,0
332	110224	36594368	18,2209	6,9244	2,52114	3,01205	1043,0	86569,7
333	110889	36926037	18,2483	6,9313	2,52244	3,00300	1046,2	87092,0
334	111556	37259704	18,2757	6,9382	2,52375	2,99401	1049,3	87615,9
335	112225	37595375	18,3030	6,9451	2,52504	2,98507	1052,4	88141,3
336	112896	37933056	18,3303	6,9521	2,52634	2,97619	1055,6	88668,3
337	113569	38272753	18,3576	6,9589	2,52763	2,96736	1058,7	89196,9
338	114244	38614472	18,3848	6,9658	2,52892	2,95858	1061,9	89727,0
339	114921	38958219	18,4120	6,9727	2,53020	2,94985	1065,0	90258,7
340	115600	39304000	18,4391	6,9795	2,53148	2,94118	1068,1	90792,0
341	116281	39651821	18,4662	6,9864	2,53275	2,93255	1071,3	91326,9
342	116964	40001688	18,4932	6,9932	2,53403	2,92398	1074,4	91863,3
343	117649	40353607	18,5203	7,0000	2,53529	2,91545	1077,6	92401,3
344	118336	40707584	18,5472	7,0068	2,53656	2,90698	1080,7	92940,9
345	119025	41063625	18,5742	7,0136	2,53782	2,89855	1083,8	93482,0
346	119716	41421736	18,6011	7,0203	2,53908	2,89017	1087,0	94024,7
347	120409	41781923	18,6279	7,0271	2,54033	2,88184	1090,1	94569,0
348	121104	42144192	18,6548	7,0338	2,54158	2,87356	1093,3	95114,9
349	121801	42508549	18,6815	7,0406	2,54283	2,86533	1096,4	95662,3
350	122500	42875000	18,7083	7,0473	2,54407	2,85714	1099,6	96211,3
351	123201	43243551	18,7350	7,0540	2,54531	2,84900	1102,7	96761,8
352	123904	43614208	18,7617	7,0607	2,54654	2,84091	1105,8	97314,0
353	124609	43986977	18,7883	7,0674	2,54777	2,83286	1109,0	97867,7
354	125316	44361864	18,8149	7,0740	2,54900	2,82486	1112,1	98423,0

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
355	126025	44738875	18,8414	7,0807	2,55023	2,81690	1115,3	98979,8
356	126736	45118016	18,8680	7,0873	2,55146	2,80899	1118,4	99538,2
357	127449	45499203	18,8944	7,0940	2,55267	2,80112	1121,5	100098
358	128164	45882712	18,9209	7,1006	2,55388	2,79330	1124,7	100660
359	128881	46268279	18,9473	7,1072	2,55509	2,78552	1127,8	101223
360	129600	46656000	18,9737	7,1138	2,55630	2,77778	1131,0	101788
361	130321	47045881	19,0000	7,1204	2,55751	2,77008	1134,1	102354
362	131044	47437928	19,0263	7,1269	2,55871	2,76243	1137,3	102922
363	131769	47832147	19,0526	7,1335	2,55991	2,75482	1140,4	103491
364	132496	48228544	19,0788	7,1400	2,56110	2,74725	1143,5	104062
365	133225	48627125	19,1050	7,1466	2,56229	2,73973	1146,7	104635
366	133956	49027896	19,1311	7,1531	2,56348	2,73224	1149,8	105209
367	134689	49430863	19,1572	7,1596	2,56467	2,72480	1153,0	105784
368	135424	49836032	19,1833	7,1661	2,56585	2,71739	1156,1	106362
369	136161	50243409	19,2094	7,1726	2,56703	2,71003	1159,2	106941
370	136900	50653000	19,2354	7,1791	2,56820	2,70270	1162,4	107521
371	137641	51064811	19,2614	7,1855	2,56937	2,69542	1165,5	108103
372	138384	51478848	19,2873	7,1920	2,57054	2,68817	1168,7	108687
373	139129	51895117	19,3132	7,1984	2,57171	2,68097	1171,8	109272
374	139876	52313624	19,3391	7,2048	2,57287	2,67380	1175,0	109858
375	140625	52734375	19,3649	7,2112	2,57403	2,66667	1178,1	110447
376	141376	53157376	19,3907	7,2177	2,57519	2,65957	1181,2	111036
377	142129	53582633	19,4165	7,2240	2,57634	2,65252	1184,4	111628
378	142884	54010152	19,4422	7,2304	2,57749	2,64550	1187,5	112221
379	143641	54439939	19,4679	7,2368	2,57864	2,63852	1190,7	112815
380	144400	54872000	19,4936	7,2432	2,57978	2,63158	1193,8	113411
381	145161	55306341	19,5192	7,2495	2,58092	2,62467	1196,9	114009
382	145924	55742968	19,5448	7,2558	2,58206	2,61780	1200,1	114608
383	146689	56181887	19,5704	7,2622	2,58320	2,61097	1203,2	115209
384	147456	56623104	19,5959	7,2685	2,58433	2,60417	1206,4	115812
385	148225	57066625	19,6214	7,2748	2,58546	2,59740	1209,5	116416
386	148996	57512456	19,6469	7,2811	2,58659	2,59067	1212,7	117021
387	149769	57960603	19,6723	7,2874	2,58771	2,58398	1215,8	117628
388	150544	58411072	19,6977	7,2936	2,58883	2,57732	1218,9	118237
389	151321	58863869	19,7231	7,2999	2,58995	2,57069	1222,1	118847
390	152100	59319000	19,7484	7,3061	2,59106	2,56410	1225,2	119459
391	152881	59776471	19,7737	7,3124	2,59218	2,55754	1228,4	120072
392	153664	60236288	19,7990	7,3186	2,59329	2,55102	1231,5	120687
393	154449	60698457	19,8242	7,3248	2,59439	2,54453	1234,6	121304
394	155236	61162984	19,8494	7,3310	2,59550	2,53807	1237,8	121922
395	156025	61629875	19,8746	7,3372	2,59660	2,53165	1240,9	122542
396	156816	62099136	19,8997	7,3434	2,59770	2,52525	1244,1	123163
397	157609	62570773	19,9249	7,3496	2,59879	2,51889	1247,2	123786
398	158404	63044792	19,9499	7,3558	2,59988	2,51256	1250,4	124410
399	159201	63521199	19,9750	7,3619	2,60097	2,50627	1253,5	125036

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
400	160000	64000000	20,0000	7,3681	2,60206	2,50000	1256,6	125664
401	160801	64481201	20,0250	7,3742	2,60314	2,49377	1259,8	126293
402	161604	64964808	20,0499	7,3803	2,60423	2,48756	1263,9	126923
403	162409	65450827	20,0749	7,3864	2,60531	2,48139	1268,1	127556
404	163216	65939264	20,0998	7,3925	2,60638	2,47525	1272,2	128190
405	164025	66430125	20,1246	7,3986	2,60746	2,46914	1276,3	128825
406	164836	66923416	20,1494	7,4047	2,60853	2,46305	1280,5	129462
407	165649	67419143	20,1742	7,4108	2,60959	2,45697	1284,6	130100
408	166464	67917312	20,1990	7,4169	2,61066	2,45098	1288,8	130741
409	167281	68417929	20,2237	7,4229	2,61172	2,44499	1292,9	131382
410	168100	68921000	20,2485	7,4290	2,61278	2,43902	1297,1	132025
411	168921	69426531	20,2731	7,4350	2,61384	2,43309	1301,2	132670
412	169744	69934528	20,2978	7,4410	2,61490	2,42718	1305,3	133317
413	170569	70444997	20,3224	7,4470	2,61595	2,42131	1309,5	133965
414	171396	70957944	20,3470	7,4530	2,61700	2,41546	1313,6	134614
415	172225	71473375	20,3715	7,4590	2,61805	2,40964	1317,8	135265
416	173056	71991296	20,3961	7,4650	2,61909	2,40385	1321,9	135918
417	173889	72511713	20,4206	7,4710	2,62014	2,39808	1326,0	136572
418	174724	73034632	20,4450	7,4770	2,62118	2,39234	1330,2	137228
419	175561	73560059	20,4695	7,4829	2,62221	2,38663	1334,3	137885
420	176400	74088000	20,4939	7,4889	2,62325	2,38095	1338,5	138544
421	177241	74618461	20,5183	7,4948	2,62428	2,37530	1342,6	139205
422	178084	75151448	20,5426	7,5007	2,62531	2,36967	1346,8	139867
423	178929	75686967	20,5670	7,5067	2,62634	2,36407	1350,9	140531
424	179776	76225024	20,5913	7,5126	2,62737	2,35849	1355,0	141196
425	180625	76765625	20,6155	7,5185	2,62839	2,35294	1359,2	141863
426	181476	77308776	20,6398	7,5244	2,62941	2,34742	1363,3	142531
427	182329	77854483	20,6640	7,5302	2,63043	2,34192	1367,5	143201
428	183184	78402752	20,6882	7,5361	2,63144	2,33645	1371,6	143872
429	184041	78953589	20,7123	7,5420	2,63246	2,33100	1375,7	144545
430	184900	79507000	20,7364	7,5478	2,63347	2,32558	1379,9	145220
431	185761	80063091	20,7605	7,5537	2,63448	2,32019	1384,0	145896
432	186624	80621868	20,7846	7,5595	2,63548	2,31481	1388,2	146574
433	187489	81183237	20,8087	7,5654	2,63649	2,30947	1392,3	147254
434	188356	81747204	20,8327	7,5712	2,63749	2,30415	1396,5	147934
435	189225	82313875	20,8567	7,5770	2,63849	2,29885	1400,6	148617
436	190096	82883256	20,8806	7,5828	2,63949	2,29358	1404,7	149301
437	190969	83455353	20,9045	7,5886	2,64048	2,28833	1408,9	149987
438	191844	84029172	20,9284	7,5944	2,64147	2,28311	1413,0	150674
439	192721	84604719	20,9523	7,6001	2,64246	2,27790	1417,2	151363
440	193600	85182000	20,9762	7,6059	2,64345	2,27273	1421,3	152053
441	194481	85761021	21,0000	7,6117	2,64444	2,26757	1425,4	152745
442	195364	86341788	21,0238	7,6174	2,64542	2,26244	1429,6	153439
443	196249	86924307	21,0476	7,6232	2,64640	2,25734	1433,7	154134
444	197136	87508584	21,0713	7,6289	2,64738	2,25225	1437,9	154830

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
445	198025	88121125	21,0950	7,6346	2,64836	2,24719	1398,0	155528
446	198916	88716536	21,1187	7,6403	2,64933	2,24215	1401,2	156228
447	199809	89314623	21,1424	7,6460	2,65031	2,23714	1404,3	156930
448	200704	89915392	21,1660	7,6517	2,65128	2,23214	1407,4	157633
449	201601	90518849	21,1896	7,6574	2,65225	2,22717	1410,6	158337
450	202500	91125000	21,2132	7,6631	2,65321	2,22222	1413,7	159043
451	203401	91733851	21,2368	7,6688	2,65418	2,21730	1416,9	159751
452	204304	92345408	21,2603	7,6744	2,65514	2,21239	1420,0	160460
453	205209	92959677	21,2838	7,6801	2,65610	2,20751	1423,1	161171
454	206116	93576664	21,3073	7,6857	2,65706	2,20264	1426,3	161883
455	207025	94196375	21,3307	7,6914	2,65801	2,19780	1429,4	162597
456	207936	94818816	21,3542	7,6970	2,65896	2,19298	1432,6	163313
457	208849	95443993	21,3776	7,7026	2,65992	2,18818	1435,7	164030
458	209764	96071912	21,4009	7,7082	2,66087	2,18341	1438,8	164748
459	210681	96702579	21,4243	7,7138	2,66181	2,17865	1442,0	165468
460	211600	97336000	21,4476	7,7194	2,66276	2,17391	1445,1	166190
461	212521	97972181	21,4709	7,7250	2,66370	2,16920	1448,3	166914
462	213444	98611128	21,4942	7,7306	2,66464	2,16450	1451,4	167639
463	214369	99252847	21,5174	7,7362	2,66558	2,15983	1454,6	168365
464	215296	99897344	21,5407	7,7418	2,66652	2,15517	1457,7	169093
465	216225	100544625	21,5639	7,7473	2,66746	2,15054	1460,8	169823
466	217156	101194696	21,5870	7,7529	2,66839	2,14592	1464,0	170554
467	218089	101847563	21,6102	7,7584	2,66932	2,14133	1467,1	171287
468	219024	102503232	21,6333	7,7639	2,67026	2,13675	1470,3	172021
469	219961	103161799	21,6564	7,7695	2,67117	2,13220	1473,4	172757
470	220900	103823000	21,6795	7,7750	2,67210	2,12765	1476,5	173494
471	221841	104487111	21,7025	7,7805	2,67302	2,12314	1479,7	174234
472	222784	105154048	21,7256	7,7860	2,67394	2,11864	1482,8	174974
473	223729	105823817	21,7486	7,7915	2,67486	2,11416	1486,0	175716
474	224676	106496424	21,7715	7,7970	2,67578	2,10970	1489,1	176460
475	225625	107171875	21,7945	7,8025	2,67669	2,10526	1492,3	177205
476	226576	107850176	21,8174	7,8079	2,67761	2,10084	1495,4	177952
477	227529	108531333	21,8403	7,8134	2,67852	2,09644	1498,5	178701
478	228484	109215352	21,8632	7,8188	2,67943	2,09205	1501,7	179451
479	229441	109902239	21,8861	7,8243	2,68034	2,08768	1504,8	180203
480	230400	110592000	21,9089	7,8297	2,68124	2,08333	1508,0	180956
481	231361	111284661	21,9317	7,8352	2,68215	2,07900	1511,1	181711
482	232324	111980168	21,9545	7,8406	2,68305	2,07469	1514,2	182467
483	233289	112678557	21,9773	7,8460	2,68395	2,07039	1517,4	183225
484	234256	113379904	22,0000	7,8514	2,68485	2,06612	1520,5	183984
485	235225	114084125	22,0227	7,8568	2,68574	2,06186	1523,7	184745
486	236196	114791256	22,0454	7,8622	2,68664	2,05761	1526,8	185508
487	237169	115501303	22,0681	7,8676	2,68753	2,05339	1530,0	186272
488	238144	116214272	22,0907	7,8730	2,68842	2,04918	1533,1	187038
489	239121	116930169	22,1133	7,8784	2,68931	2,04499	1536,2	187805

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^3}{4}$
490	240100	117649000	22,1359	7,8837	2,69021	2,04082	1539,4	188574
491	241081	118370771	22,1585	7,8891	2,69108	2,03666	1542,5	189345
492	242064	119095488	22,1811	7,8944	2,69197	2,03252	1545,7	190117
493	243049	119823157	22,2036	7,8998	2,69285	2,02840	1548,8	190890
494	244036	120553784	22,2261	7,9051	2,69373	2,02429	1551,9	191665
495	245025	121287375	22,2486	7,9105	2,69461	2,02020	1555,1	192442
496	246016	122023936	22,2711	7,9158	2,69548	2,01613	1558,2	193221
497	247009	122763473	22,2935	7,9211	2,69636	2,01207	1561,4	194000
498	248004	123505992	22,3159	7,9264	2,69723	2,00803	1564,5	194782
499	249001	124251499	22,3383	7,9317	2,69810	2,00401	1567,7	195565
500	250000	125000000	22,3607	7,9370	2,69897	2,00000	1570,8	196350
501	251001	125751501	22,3830	7,9423	2,69984	1,99601	1573,9	197136
502	252004	126506008	22,4054	7,9476	2,70070	1,99203	1577,1	197923
503	253009	127263527	22,4277	7,9528	2,70157	1,98807	1580,2	198713
504	254016	128024064	22,4499	7,9581	2,70243	1,98413	1583,4	199504
505	255025	128787625	22,4722	7,9634	2,70329	1,98020	1586,5	200296
506	256036	129554216	22,4944	7,9686	2,70415	1,97628	1589,6	201090
507	257049	130323843	22,5167	7,9739	2,70501	1,97239	1592,8	201886
508	258064	131096512	22,5389	7,9791	2,70586	1,96850	1595,9	202683
509	259081	131872229	22,5610	7,9843	2,70672	1,96464	1599,1	203482
510	260100	132651000	22,5832	7,9896	2,70757	1,96078	1602,2	204282
511	261121	133432831	22,6053	7,9948	2,70842	1,95695	1605,4	205084
512	262144	134217728	22,6274	8,0000	2,70927	1,95312	1608,5	205887
513	263169	135005697	22,6495	8,0052	2,71012	1,94932	1611,6	206692
514	264196	135796744	22,6716	8,0104	2,71096	1,94553	1614,8	207499
515	265225	136590875	22,6936	8,0156	2,71181	1,94175	1617,9	208307
516	266256	137388096	22,7156	8,0208	2,71265	1,93798	1621,1	209117
517	267289	138188413	22,7376	8,0260	2,71349	1,93424	1624,2	209928
518	268324	138991832	22,7596	8,0311	2,71433	1,93050	1627,3	210741
519	269361	139798359	22,7816	8,0363	2,71517	1,92678	1630,5	211556
520	270400	140608000	22,8035	8,0415	2,71600	1,92308	1633,6	212372
521	271441	141420761	22,8254	8,0466	2,71684	1,91939	1636,8	213189
522	272484	142236648	22,8473	8,0517	2,71767	1,91571	1639,9	214008
523	273529	143055667	22,8692	8,0569	2,71850	1,91205	1643,1	214829
524	274576	143877824	22,8910	8,0620	2,71933	1,90840	1646,2	215651
525	275625	144703125	22,9129	8,0671	2,72016	1,90476	1649,3	216475
526	276676	145531576	22,9347	8,0723	2,72099	1,90114	1652,5	217301
527	277729	146363183	22,9565	8,0774	2,72181	1,89753	1655,6	218128
528	278784	147197952	22,9783	8,0825	2,72263	1,89394	1658,8	218956
529	279841	148035889	23,0000	8,0876	2,72346	1,89036	1661,9	219787
530	280900	148877000	23,0217	8,0927	2,72428	1,88679	1665,0	220618
531	281961	149721291	23,0434	8,0978	2,72509	1,88324	1668,2	221452
532	283024	150568768	23,0651	8,1028	2,72591	1,87970	1671,3	222287
533	284089	151419437	23,0868	8,1079	2,72673	1,87617	1674,5	223123
534	285156	152273304	23,1084	8,1130	2,72754	1,87266	1677,6	223961

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
535	286225	153130375	23,1301	8,1180	2,72835	1,86916	1680,8	224801
536	287296	153990656	23,1517	8,1231	2,72916	1,86567	1683,9	225642
537	288369	154854153	23,1733	8,1281	2,72997	1,86220	1687,0	226484
538	289444	155720872	23,1948	8,1332	2,73078	1,85874	1690,2	227329
539	290521	156590819	23,2164	8,1382	2,73159	1,85529	1693,3	228175
540	291600	157464000	23,2379	8,1433	2,73239	1,85185	1696,5	229022
541	292681	158340421	23,2594	8,1483	2,73320	1,84843	1699,6	229871
542	293764	159220088	23,2809	8,1533	2,73400	1,84502	1702,7	230722
543	294849	160103007	23,3024	8,1583	2,73480	1,84162	1705,9	231574
544	295936	160989184	23,3238	8,1633	2,73560	1,83824	1709,0	232428
545	297025	161878625	23,3452	8,1683	2,73640	1,83486	1712,2	233283
546	298116	162771336	23,3666	8,1733	2,73719	1,83150	1715,3	234140
547	299209	163667323	23,3880	8,1783	2,73799	1,82815	1718,5	235008
548	300304	164566592	23,4094	8,1833	2,73878	1,82482	1721,6	235878
549	301401	165469149	23,4307	8,1882	2,73957	1,82149	1724,7	236750
550	302500	166375000	23,4521	8,1932	2,74036	1,81818	1727,9	237623
551	303601	167284151	23,4734	8,1982	2,74115	1,81488	1731,0	238498
552	304704	168196608	23,4947	8,2031	2,74194	1,81159	1734,2	239374
553	305809	169112377	23,5160	8,2081	2,74273	1,80832	1737,3	240252
554	306916	170031464	23,5372	8,2130	2,74351	1,80505	1740,4	241131
555	308025	170953875	23,5584	8,2180	2,74429	1,80180	1743,6	242012
556	309136	171879616	23,5797	8,2229	2,74507	1,79856	1746,7	242895
557	310249	172808693	23,6008	8,2278	2,74586	1,79533	1749,9	243780
558	311364	173741112	23,6220	8,2327	2,74663	1,79211	1753,0	244667
559	312481	174676879	23,6432	8,2377	2,74741	1,78891	1756,2	245556
560	313600	175616000	23,6643	8,2426	2,74819	1,78571	1759,3	246448
561	314721	176558481	23,6854	8,2475	2,74896	1,78253	1762,4	247342
562	315844	177504328	23,7065	8,2524	2,74974	1,77936	1765,6	248238
563	316969	178453547	23,7276	8,2573	2,75051	1,77620	1768,7	249136
564	318096	179406144	23,7487	8,2621	2,75128	1,77305	1771,9	250036
565	319225	180362125	23,7697	8,2670	2,75205	1,76991	1775,0	250938
566	320356	181321496	23,7908	8,2719	2,75282	1,76678	1778,1	251842
567	321489	182284263	23,8118	8,2768	2,75358	1,76367	1781,3	252748
568	322624	183250432	23,8328	8,2816	2,75435	1,76056	1784,4	253656
569	323761	184220009	23,8537	8,2865	2,75511	1,75747	1787,6	254566
570	324900	185193000	23,8747	8,2913	2,75587	1,75439	1790,7	255478
571	326041	186169411	23,8956	8,2962	2,75664	1,75131	1793,8	256392
572	327184	187149248	23,9165	8,3010	2,75740	1,74825	1797,0	257308
573	328329	188132517	23,9374	8,3059	2,75815	1,74520	1800,1	258226
574	329476	189119224	23,9583	8,3107	2,75891	1,74216	1803,3	259146
575	330625	190109375	23,9792	8,3155	2,75967	1,73913	1806,4	260068
576	331776	191102976	24,0000	8,3203	2,76042	1,73611	1809,6	260992
577	332929	192100033	24,0208	8,3251	2,76118	1,73310	1812,7	261918
578	334084	193100552	24,0416	8,3300	2,76193	1,73010	1815,8	262846
579	335241	194104539	24,0624	8,3348	2,76268	1,72712	1819,0	263776

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
580	336400	195112000	24,0832	8,3396	2,76343	1,72414	1822,1	264208
581	337561	196122041	24,1039	8,3443	2,76418	1,72117	1825,3	265120
582	338724	197137368	24,1247	8,3491	2,76492	1,71821	1828,4	266033
583	339889	198155287	24,1454	8,3539	2,76567	1,71527	1831,5	266946
584	341056	199176704	24,1661	8,3587	2,76641	1,71233	1834,7	267865
585	342225	200201625	24,1868	8,3634	2,76716	1,70940	1837,8	268781
586	343396	201230056	24,2074	8,3682	2,76790	1,70648	1841,0	269703
587	344569	202262003	24,2281	8,3730	2,76864	1,70358	1844,1	270624
588	345744	203297472	24,2487	8,3777	2,76938	1,70068	1847,3	271547
589	346921	204336469	24,2693	8,3825	2,77012	1,69779	1850,4	272471
590	348100	205379000	24,2899	8,3872	2,77085	1,69492	1853,5	273397
591	349281	206425071	24,3105	8,3919	2,77159	1,69206	1856,7	274325
592	350464	207474688	24,3311	8,3967	2,77232	1,68921	1859,8	275255
593	351649	208527857	24,3516	8,4014	2,77305	1,68634	1863,0	276186
594	352836	209584584	24,3721	8,4061	2,77379	1,68350	1866,1	277117
595	354025	210644875	24,3926	8,4108	2,77452	1,68067	1869,2	278051
596	355216	211708736	24,4131	8,4155	2,77525	1,67785	1872,4	278986
597	356409	212776173	24,4336	8,4202	2,77597	1,67504	1875,5	279923
598	357604	213847192	24,4540	8,4249	2,77670	1,67224	1878,7	280861
599	358801	214921799	24,4745	8,4296	2,77743	1,66945	1881,8	281802
600	360000	216000000	24,4949	8,4343	2,77816	1,66667	1885,0	282743
601	361201	217081801	24,5153	8,4390	2,77887	1,66389	1888,1	283686
602	362404	218167208	24,5357	8,4437	2,77959	1,66113	1891,2	284631
603	363609	219256227	24,5561	8,4484	2,78032	1,65837	1894,4	285578
604	364816	220348864	24,5764	8,4530	2,78104	1,65563	1897,5	286526
605	366025	221445125	24,5967	8,4577	2,78176	1,65289	1900,7	287475
606	367236	222545016	24,6171	8,4623	2,78247	1,65017	1903,8	288426
607	368449	223648543	24,6374	8,4670	2,78319	1,64745	1906,9	289379
608	369664	224755712	24,6577	8,4716	2,78390	1,64474	1910,1	290333
609	370881	225866529	24,6779	8,4763	2,78462	1,64204	1913,2	291289
610	372100	226980900	24,6982	8,4809	2,78533	1,63934	1916,4	292247
611	373321	228099931	24,7184	8,4856	2,78604	1,63666	1919,5	293206
612	374544	229222628	24,7386	8,4902	2,78675	1,63399	1922,7	294166
613	375769	230349997	24,7588	8,4948	2,78746	1,63132	1925,8	295128
614	376996	231482044	24,7790	8,4994	2,78817	1,62866	1928,9	296091
615	378225	232618775	24,7992	8,5040	2,78888	1,62602	1932,1	297057
616	379456	233749196	24,8193	8,5086	2,78958	1,62338	1935,2	298024
617	380689	234883313	24,8395	8,5132	2,79029	1,62075	1938,4	298992
618	381924	236021132	24,8596	8,5178	2,79099	1,61812	1941,5	299962
619	383161	237162659	24,8797	8,5224	2,79169	1,61551	1944,6	300934
620	384400	238307800	24,8998	8,5270	2,79239	1,61290	1947,8	301907
621	385641	239456561	24,9199	8,5316	2,79309	1,61031	1950,9	302882
622	386884	240608948	24,9399	8,5362	2,79379	1,60772	1954,1	303858
623	388129	241764967	24,9600	8,5408	2,79449	1,60514	1957,2	304836
624	389376	242924624	24,9800	8,5453	2,79518	1,60256	1960,4	305815

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
625	390625	244140625	25,0000	8,5499	2,79588	1,60000	1963,5	306796
626	391876	245314376	25,0200	8,5544	2,79657	1,59744	1966,6	307779
627	393129	246491883	25,0400	8,5590	2,79727	1,59490	1969,8	308763
628	394384	247673152	25,0600	8,5635	2,79797	1,59236	1972,9	309748
629	395641	248858189	25,0799	8,5681	2,79865	1,58983	1976,1	310736
630	396900	250047000	25,0998	8,5726	2,79934	1,58730	1979,4	311725
631	398161	251239591	25,1197	8,5772	2,80003	1,58479	1982,3	312715
632	399424	252435968	25,1396	8,5817	2,80072	1,58228	1985,5	313707
633	400689	253636137	25,1595	8,5862	2,80140	1,57978	1988,6	314700
634	401956	254840104	25,1794	8,5907	2,80209	1,57729	1991,8	315696
635	403225	256047875	25,1992	8,5952	2,80277	1,57480	1994,9	316692
636	404496	257259456	25,2190	8,5997	2,80346	1,57233	1998,1	317690
637	405769	258474853	25,2389	8,6043	2,80414	1,56986	2001,2	318690
638	407044	259694072	25,2587	8,6088	2,80482	1,56740	2004,3	319692
639	408321	260917119	25,2784	8,6132	2,80550	1,56495	2007,5	320695
640	409600	262144000	25,2982	8,6177	2,80618	1,56250	2010,6	321699
641	410881	263374721	25,3180	8,6222	2,80686	1,56006	2013,8	322705
642	412164	264609288	25,3377	8,6267	2,80754	1,55763	2016,9	323713
643	413449	265847707	25,3574	8,6312	2,80821	1,55521	2020,0	324722
644	414736	267089984	25,3772	8,6357	2,80889	1,55280	2023,2	325733
645	416025	268336125	25,3969	8,6401	2,80956	1,55039	2026,3	326745
646	417316	269586136	25,4165	8,6446	2,81023	1,54799	2029,5	327759
647	418609	270840023	25,4362	8,6490	2,81090	1,54560	2032,6	328775
648	419904	272097792	25,4558	8,6535	2,81158	1,54321	2035,8	329792
649	421201	273359449	25,4755	8,6579	2,81224	1,54083	2038,9	330810
650	422500	274625000	25,4951	8,6624	2,81291	1,53846	2042,0	331831
651	423801	275894451	25,5147	8,6668	2,81358	1,53610	2045,2	332853
652	425104	277167808	25,5343	8,6713	2,81425	1,53374	2048,3	333876
653	426409	278445077	25,5539	8,6757	2,81491	1,53139	2051,5	334901
654	427716	279726264	25,5734	8,6801	2,81558	1,52905	2054,6	335927
655	429025	281011375	25,5930	8,6845	2,81624	1,52672	2057,7	336955
656	430336	282300416	25,6125	8,6890	2,81690	1,52439	2060,9	337985
657	431649	283593393	25,6320	8,6934	2,81757	1,52207	2064,0	339016
658	432964	284890312	25,6515	8,6978	2,81823	1,51976	2067,2	340049
659	434281	286191179	25,6710	8,7022	2,81889	1,51745	2070,3	341083
660	435600	287496000	25,6905	8,7066	2,81954	1,51515	2073,5	342119
661	436921	288804781	25,7099	8,7110	2,82020	1,51286	2076,6	343157
662	438244	290117528	25,7294	8,7154	2,82086	1,51057	2079,7	344196
663	439569	291434247	25,7488	8,7198	2,82151	1,50830	2082,9	345237
664	440896	292754944	25,7682	8,7241	2,82217	1,50602	2086,0	346279
665	442225	294079625	25,7876	8,7285	2,82282	1,50376	2089,2	347323
666	443556	295408296	25,8070	8,7329	2,82347	1,50150	2092,3	348368
667	444889	296740963	25,8263	8,7373	2,82413	1,49925	2095,4	349415
668	446224	298077632	25,8457	8,7416	2,82478	1,49701	2098,6	350464
669	447561	299418309	25,8650	8,7460	2,82543	1,49477	2101,7	351514

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
670	448900	300763000	25,8844	8,7503	2,82607	1,49254	2104,9	352568
671	450241	302111711	25,9037	8,7547	2,82672	1,49031	2108,0	353618
672	451584	303464448	25,9230	8,7590	2,82737	1,48810	2111,2	354668
673	452929	304821217	25,9422	8,7634	2,82802	1,48588	2114,3	355718
674	454276	306182024	25,9615	8,7677	2,82866	1,48368	2117,4	356768
675	455625	307546875	25,9808	8,7721	2,82930	1,48148	2120,6	357817
676	456976	308915776	26,0000	8,7764	2,82995	1,47929	2123,7	358868
677	458329	310288733	26,0192	8,7807	2,83059	1,47710	2126,9	359917
678	459684	311665752	26,0384	8,7850	2,83123	1,47493	2130,0	360965
679	461041	313046839	26,0576	8,7893	2,83187	1,47275	2133,1	362011
680	462400	314432000	26,0768	8,7937	2,83251	1,47059	2136,3	363058
681	463761	315821241	26,0960	8,7980	2,83315	1,46843	2139,4	364103
682	465124	317214568	26,1151	8,8023	2,83378	1,46628	2142,6	365148
683	466489	318611987	26,1343	8,8066	2,83442	1,46413	2145,7	366193
684	467856	320013504	26,1534	8,8109	2,83506	1,46199	2148,8	367238
685	469225	321419125	26,1725	8,8152	2,83569	1,45985	2152,0	368283
686	470596	322828856	26,1916	8,8194	2,83633	1,45773	2155,1	369328
687	471969	324242703	26,2107	8,8237	2,83696	1,45560	2158,3	370373
688	473344	325660672	26,2298	8,8280	2,83759	1,45349	2161,4	371418
689	474721	327082769	26,2488	8,8323	2,83822	1,45138	2164,6	372463
690	476100	328509000	26,2679	8,8366	2,83885	1,44928	2167,7	373508
691	477481	329939371	26,2869	8,8408	2,83948	1,44718	2170,8	374553
692	478864	331373888	26,3059	8,8451	2,84011	1,44509	2174,0	375598
693	480249	332812557	26,3249	8,8493	2,84073	1,44300	2177,1	376643
694	481636	334255384	26,3439	8,8536	2,84136	1,44092	2180,3	377688
695	483025	335702375	26,3629	8,8578	2,84198	1,43885	2183,4	378733
696	484416	337153536	26,3818	8,8621	2,84261	1,43678	2186,5	379778
697	485809	338608873	26,4008	8,8663	2,84323	1,43472	2189,7	380823
698	487204	340068392	26,4197	8,8706	2,84386	1,43266	2192,8	381868
699	488601	341532099	26,4386	8,8748	2,84448	1,43062	2196,0	382913
700	490000	343000000	26,4575	8,8790	2,84510	1,42857	2199,1	383958
701	491401	344472101	26,4764	8,8833	2,84572	1,42653	2202,3	385003
702	492804	345948408	26,4953	8,8875	2,84634	1,42450	2205,4	386048
703	494209	347428927	26,5141	8,8917	2,84696	1,42248	2208,5	387093
704	495616	348913664	26,5330	8,8959	2,84757	1,42045	2211,7	388138
705	497025	350402625	26,5518	8,9001	2,84819	1,41844	2214,8	389183
706	498436	351895816	26,5707	8,9043	2,84880	1,41643	2218,0	390228
707	499849	353393243	26,5895	8,9085	2,84942	1,41443	2221,1	391273
708	501264	354894912	26,6083	8,9127	2,85003	1,41243	2224,2	392318
709	502681	356400829	26,6271	8,9169	2,85065	1,41044	2227,4	393363
710	504100	357911000	26,6458	8,9211	2,85126	1,40845	2230,5	394408
711	505521	359425431	26,6646	8,9253	2,85187	1,40647	2233,7	395453
712	506944	360944128	26,6833	8,9295	2,85248	1,40449	2236,8	396498
713	508369	362467097	26,7021	8,9337	2,85309	1,40252	2240,0	397543
714	509796	363994344	26,7208	8,9378	2,85370	1,40056	2243,1	398588

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
715	511225	365525875	26,7395	8,9420	2,85431	1,39860	2246,2	401515
716	512656	367061696	26,7582	8,9462	2,85491	1,39665	2249,4	402639
717	514089	368601813	26,7769	8,9503	2,85552	1,39470	2252,5	403765
718	515524	370146237	26,7955	8,9545	2,85612	1,39276	2255,7	404892
719	516961	371694959	26,8142	8,9587	2,85673	1,39082	2258,8	406020
720	518400	373248000	26,8328	8,9628	2,85733	1,38889	2261,9	407150
721	519841	3748065361	26,8514	8,9670	2,85794	1,38696	2265,1	408282
722	521284	376367048	26,8701	8,9711	2,85854	1,38504	2268,2	409415
723	522729	377933067	26,8887	8,9752	2,85914	1,38313	2271,4	410550
724	524176	379503424	26,9072	8,9794	2,85974	1,38122	2274,5	411687
725	525625	381078125	26,9258	8,9835	2,86034	1,37931	2277,7	412825
726	527076	382657176	26,9444	8,9876	2,86094	1,37741	2280,8	413965
727	528529	384240583	26,9629	8,9918	2,86153	1,37552	2283,9	415106
728	529984	385828352	26,9815	8,9959	2,86213	1,37363	2287,1	416248
729	531441	387420489	27,0000	9,0000	2,86273	1,37174	2290,2	417393
730	532900	389017000	27,0185	9,0041	2,86332	1,36986	2293,4	418539
731	534361	390617891	27,0370	9,0082	2,86392	1,36799	2296,5	419686
732	535824	392223168	27,0555	9,0123	2,86451	1,36612	2299,6	420835
733	537289	393832837	27,0740	9,0164	2,86510	1,36426	2302,8	421986
734	538756	395446904	27,0924	9,0205	2,86570	1,36240	2305,9	423138
735	540225	397065375	27,1109	9,0246	2,86629	1,36054	2309,1	424292
736	541696	398688256	27,1293	9,0287	2,86688	1,35870	2312,2	425447
737	543169	400315553	27,1477	9,0328	2,86747	1,35685	2315,4	426604
738	544644	401947272	27,1662	9,0369	2,86806	1,35501	2318,5	427762
739	546121	403583419	27,1846	9,0410	2,86864	1,35318	2321,6	428922
740	547600	405224000	27,2029	9,0450	2,86923	1,35135	2324,8	430084
741	549081	406869021	27,2213	9,0491	2,86982	1,34953	2327,9	431247
742	550564	408518488	27,2397	9,0532	2,87040	1,34771	2331,1	432412
743	552049	410172407	27,2580	9,0572	2,87099	1,34590	2334,2	433578
744	553536	411830784	27,2764	9,0613	2,87157	1,34409	2337,3	434745
745	555025	413493625	27,2947	9,0654	2,87216	1,34228	2340,5	435916
746	556516	415160936	27,3130	9,0694	2,87274	1,34048	2343,6	437087
747	558009	416832723	27,3313	9,0735	2,87332	1,33869	2346,8	438259
748	559504	418508992	27,3496	9,0775	2,87390	1,33690	2349,9	439433
749	561001	420189749	27,3679	9,0816	2,87448	1,33511	2353,1	440609
750	562500	421875000	27,3861	9,0856	2,87506	1,33333	2356,2	441786
751	564001	423564751	27,4044	9,0896	2,87564	1,33156	2359,3	442965
752	565504	425259008	27,4226	9,0937	2,87622	1,32979	2362,5	444146
753	567009	426957777	27,4408	9,0977	2,87679	1,32802	2365,6	445328
754	568516	428661064	27,4591	9,1017	2,87737	1,32626	2368,8	446511
755	570025	430368875	27,4773	9,1057	2,87795	1,32450	2371,9	447697
756	571536	432081216	27,4955	9,1098	2,87852	1,32275	2375,0	448883
757	573049	433798093	27,5136	9,1138	2,87910	1,32100	2378,2	450072
758	574564	435519512	27,5318	9,1178	2,87967	1,31926	2381,3	451262
759	576081	437245479	27,5500	9,1218	2,88024	1,31752	2384,5	452453

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
760	577600	438976000	27,5681	9,1258	2,88081	1,31579	2387,6	453666
761	579121	440711081	27,5862	9,1298	2,88138	1,31406	2390,8	454841
762	580644	442450728	27,6043	9,1338	2,88195	1,31234	2393,9	456037
763	582169	444194947	27,6225	9,1378	2,88252	1,31062	2397,0	457234
764	583696	445943744	27,6405	9,1418	2,88309	1,30890	2400,2	458431
765	585225	447697125	27,6586	9,1458	2,88366	1,30719	2403,3	459635
766	586756	449455096	27,6767	9,1498	2,88423	1,30548	2406,5	460837
767	588289	451217663	27,6948	9,1537	2,88480	1,30378	2409,6	462041
768	589824	452984832	27,7128	9,1577	2,88536	1,30208	2412,7	463247
769	591361	454756609	27,7308	9,1617	2,88593	1,30039	2415,9	464453
770	592900	456533000	27,7489	9,1657	2,88649	1,29870	2419,0	465663
771	594441	458314011	27,7669	9,1696	2,88705	1,29702	2422,2	466873
772	595984	460099648	27,7849	9,1736	2,88762	1,29534	2425,3	468085
773	597529	461889917	27,8029	9,1775	2,88818	1,29366	2428,5	469298
774	599076	463684824	27,8209	9,1815	2,88874	1,29199	2431,6	470513
775	600625	465484375	27,8388	9,1855	2,88930	1,29032	2434,7	471730
776	602176	467288576	27,8568	9,1894	2,88986	1,28866	2437,9	472948
777	603729	469097433	27,8747	9,1933	2,89042	1,28700	2441,0	474168
778	605284	470910952	27,8927	9,1973	2,89098	1,28535	2444,2	475389
779	606841	472729139	27,9106	9,2012	2,89154	1,28370	2447,3	476612
780	608400	474552000	27,9285	9,2052	2,89210	1,28205	2450,4	477836
781	609961	476379541	27,9464	9,2091	2,89265	1,28041	2453,6	479062
782	611524	478211768	27,9643	9,2130	2,89321	1,27877	2456,7	480290
783	613089	480048687	27,9821	9,2170	2,89376	1,27714	2459,9	481519
784	614656	481890304	28,0000	9,2209	2,89432	1,27551	2463,0	482750
785	616225	483736625	28,0179	9,2248	2,89487	1,27389	2466,2	483982
786	617796	485587656	28,0357	9,2287	2,89542	1,27226	2469,3	485216
787	619369	487443403	28,0535	9,2326	2,89597	1,27065	2472,4	486451
788	620944	489303872	28,0713	9,2365	2,89653	1,26904	2475,6	487688
789	622521	491169069	28,0891	9,2404	2,89708	1,26743	2478,7	488927
790	624100	493039000	28,1069	9,2443	2,89763	1,26582	2481,9	490167
791	625681	494913671	28,1247	9,2482	2,89818	1,26422	2485,0	491409
792	627264	496793088	28,1425	9,2521	2,89873	1,26263	2488,1	492652
793	628849	498677257	28,1603	9,2560	2,89927	1,26103	2491,3	493897
794	630436	500566184	28,1780	9,2599	2,89982	1,25945	2494,4	495143
795	632025	502459875	28,1957	9,2638	2,90037	1,25786	2497,6	496391
796	633616	504358336	28,2135	9,2677	2,90091	1,25628	2500,7	497641
797	635209	506261573	28,2312	9,2716	2,90146	1,25471	2503,8	498892
798	636804	508169592	28,2489	9,2754	2,90200	1,25313	2507,0	500145
799	638401	510082399	28,2666	9,2793	2,90255	1,25156	2510,1	501399
800	640000	512000000	28,2843	9,2832	2,90309	1,25000	2513,3	502655
801	641601	513922401	28,3019	9,2870	2,90363	1,24844	2516,4	503912
802	643204	515849608	28,3196	9,2909	2,90417	1,24688	2519,6	505171
803	644809	517781627	28,3373	9,2948	2,90472	1,24533	2522,7	506432
804	646416	519718464	28,3549	9,2986	2,90526	1,24378	2525,8	507694

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
805	648025	521660125	28,3725	9,3025	2,90580	1,24224	2529,0	508958
806	649636	523606616	28,3901	9,3063	2,90634	1,24069	2532,1	510223
807	651249	525557943	28,4077	9,3102	2,90687	1,23916	2535,3	511490
808	652864	527514112	28,4253	9,3140	2,90741	1,23762	2538,4	512758
809	654481	529475129	28,4429	9,3179	2,90795	1,23609	2541,5	514028
810	656100	531441000	28,4605	9,3217	2,90849	1,23457	2544,7	515300
811	657721	533411731	28,4781	9,3255	2,90902	1,23305	2547,8	516573
812	659344	535387328	28,4956	9,3294	2,90956	1,23153	2551,0	517848
813	660969	537367797	28,5132	9,3332	2,91009	1,23001	2554,1	519124
814	662596	539353144	28,5307	9,3370	2,91062	1,22850	2557,3	520402
815	664225	541343375	28,5482	9,3408	2,91116	1,22699	2560,4	521681
816	665856	543338496	28,5657	9,3447	2,91169	1,22549	2563,5	522962
817	667489	545338513	28,5832	9,3485	2,91222	1,22399	2566,7	524245
818	669124	547343432	28,6007	9,3523	2,91275	1,22249	2569,8	525529
819	670761	549353259	28,6182	9,3561	2,91328	1,22100	2573,0	526814
820	672400	551368000	28,6356	9,3599	2,91381	1,21951	2576,1	528102
821	674041	553387661	28,6531	9,3637	2,91434	1,21803	2579,2	529391
822	675684	555412248	28,6705	9,3675	2,91487	1,21655	2582,4	530681
823	677329	557441767	28,6880	9,3713	2,91540	1,21507	2585,5	531973
824	678976	559476224	28,7054	9,3751	2,91593	1,21359	2588,7	533267
825	680625	561515625	28,7228	9,3789	2,91645	1,21212	2591,8	534562
826	682276	563559976	28,7402	9,3827	2,91698	1,21065	2595,0	535858
827	683929	565609283	28,7576	9,3865	2,91751	1,20919	2598,1	537157
828	685584	567663552	28,7750	9,3902	2,91803	1,20773	2601,2	538456
829	687241	569722789	28,7924	9,3940	2,91855	1,20627	2604,4	539758
830	688900	571787000	28,8097	9,3978	2,91908	1,20482	2607,5	541061
831	690561	573856191	28,8271	9,4016	2,91960	1,20337	2610,7	542365
832	692224	575930368	28,8444	9,4053	2,92012	1,20192	2613,8	543671
833	693889	578009537	28,8617	9,4091	2,92065	1,20048	2616,9	544979
834	695556	580093704	28,8791	9,4129	2,92117	1,19904	2620,1	546288
835	697225	582182875	28,8964	9,4166	2,92169	1,19760	2623,2	547599
836	698896	584277056	28,9137	9,4204	2,92221	1,19617	2626,4	548912
837	700569	586376253	28,9310	9,4241	2,92273	1,19474	2629,5	550226
838	702244	588480472	28,9482	9,4279	2,92324	1,19332	2632,7	551541
839	703921	590589719	28,9655	9,4316	2,92376	1,19190	2635,8	552858
840	705600	592704000	28,9828	9,4354	2,92428	1,19048	2638,9	554177
841	707281	594823321	29,0000	9,4391	2,92480	1,18906	2642,1	555497
842	708964	596947688	29,0172	9,4429	2,92531	1,18765	2645,2	556819
843	710649	599077107	29,0345	9,4466	2,92583	1,18624	2648,4	558142
844	712336	601211584	29,0517	9,4503	2,92634	1,18483	2651,5	559467
845	714025	603351125	29,0689	9,4541	2,92686	1,18343	2654,6	560794
846	715716	605495736	29,0861	9,4578	2,92737	1,18203	2657,8	562122
847	717409	607645423	29,1033	9,4615	2,92788	1,18064	2660,9	563452
848	719104	609800192	29,1204	9,4652	2,92840	1,17925	2664,1	564783
849	720801	611960049	29,1376	9,4690	2,92891	1,17786	2667,2	566116

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
850	722500	614125000	29,1548	9,4727	2,92942	1,17647	2670,4	667450
851	724901	616295051	29,1719	9,4764	2,92993	1,17509	2673,5	668786
852	727304	618470208	29,1890	9,4801	2,93044	1,17371	2676,6	670124
853	729709	620650477	29,2062	9,4838	2,93095	1,17233	2679,8	671463
854	732116	622835864	29,2233	9,4875	2,93146	1,17096	2682,9	672803
855	734525	625026375	29,2404	9,4912	2,93197	1,16959	2686,1	674146
856	736936	627222016	29,2575	9,4949	2,93247	1,16822	2689,2	675490
857	739349	629422793	29,2746	9,4986	2,93298	1,16686	2692,3	676835
858	741764	631628712	29,2916	9,5023	2,93349	1,16550	2695,5	678182
859	744181	633839779	29,3087	9,5060	2,93399	1,16414	2698,6	679530
860	746600	636056000	29,3258	9,5097	2,93450	1,16279	2701,8	680880
861	749021	638277381	29,3428	9,5134	2,93500	1,16144	2704,9	682232
862	751444	640503928	29,3598	9,5171	2,93551	1,16009	2708,1	683585
863	753869	642735647	29,3769	9,5207	2,93601	1,15875	2711,2	684940
864	756296	644972544	29,3939	9,5244	2,93651	1,15741	2714,3	686297
865	758725	647214625	29,4109	9,5281	2,93702	1,15607	2717,5	687655
866	761156	649461896	29,4279	9,5317	2,93752	1,15473	2720,6	689014
867	763589	651714363	29,4449	9,5354	2,93802	1,15340	2723,8	690375
868	766024	653972032	29,4618	9,5391	2,93852	1,15207	2726,9	691738
869	768461	656234909	29,4788	9,5427	2,93902	1,15075	2730,0	693102
870	770900	658503000	29,4958	9,5464	2,93952	1,14943	2733,2	694468
871	773341	660776311	29,5127	9,5501	2,94002	1,14811	2736,3	695835
872	775784	663054848	29,5296	9,5537	2,94052	1,14679	2739,5	697203
873	778229	665338617	29,5466	9,5574	2,94101	1,14548	2742,6	698573
874	780676	667627624	29,5635	9,5610	2,94151	1,14416	2745,8	699947
875	783125	669921875	29,5804	9,5647	2,94201	1,14286	2748,9	701320
876	785576	672221376	29,5973	9,5683	2,94250	1,14155	2752,0	702696
877	788029	674526133	29,6142	9,5719	2,94300	1,14025	2755,2	704073
878	790484	676836152	29,6311	9,5756	2,94349	1,13895	2758,3	705451
879	792941	679151439	29,6479	9,5792	2,94399	1,13766	2761,5	706831
880	795400	681472000	29,6648	9,5828	2,94448	1,13636	2764,6	708212
881	797861	683797841	29,6816	9,5865	2,94498	1,13507	2767,7	709595
882	799324	686128968	29,6985	9,5901	2,94547	1,13379	2770,9	710980
883	801789	688465387	29,7153	9,5937	2,94596	1,13250	2774,0	712366
884	804256	690807104	29,7321	9,5973	2,94645	1,13122	2777,2	713754
885	806725	693154125	29,7489	9,6010	2,94694	1,12994	2780,3	715143
886	809196	695506456	29,7658	9,6046	2,94743	1,12867	2783,5	716534
887	811669	697864103	29,7825	9,6082	2,94792	1,12740	2786,6	717927
888	814144	700227072	29,7993	9,6118	2,94841	1,12613	2789,7	719321
889	816621	702595369	29,8161	9,6154	2,94890	1,12486	2792,9	720717
890	819100	704969000	29,8329	9,6190	2,94939	1,12360	2796,0	722114
891	821581	707347971	29,8496	9,6226	2,94988	1,12233	2799,2	723513
892	824064	709732288	29,8664	9,6262	2,95036	1,12108	2802,3	724913
893	826549	712121957	29,8831	9,6298	2,95085	1,11982	2805,4	726315
894	829036	714516984	29,8998	9,6334	2,95134	1,11857	2808,6	727718

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
865	801025	716917375	29.9166	9.6370	2.95182	1.11732	2811.7	6291.24
866	802816	719323136	29.9333	9.6406	2.95231	1.11607	2814.9	630530
867	804609	721734273	29.9500	9.6442	2.95279	1.11483	2818.0	631938
868	806404	724150792	29.9666	9.6477	2.95326	1.11359	2821.2	633348
869	808201	726572699	29.9833	9.6513	2.95376	1.11235	2824.3	634760
900	810000	729000000	30.0000	9.6549	2.95424	1.11111	2827.4	636173
901	811801	731432701	30.0167	9.6585	2.95472	1.10988	2830.6	637587
902	813604	733870808	30.0333	9.6620	2.95521	1.10865	2833.7	639003
903	815409	736314327	30.0500	9.6656	2.95569	1.10742	2836.9	640421
904	817216	738763264	30.0666	9.6692	2.95617	1.10619	2840.0	641840
905	819025	741217625	30.0832	9.6727	2.95665	1.10497	2843.1	643261
906	820836	743677416	30.0998	9.6763	2.95713	1.10375	2846.3	644683
907	822649	746142643	30.1164	9.6799	2.95761	1.10254	2849.4	646107
908	824464	748613312	30.1330	9.6834	2.95809	1.10132	2852.6	647533
909	826281	751089429	30.1496	9.6870	2.95856	1.10011	2855.7	648960
910	828100	753571000	30.1662	9.6905	2.95904	1.09890	2858.8	650388
911	829921	756058031	30.1828	9.6941	2.95952	1.09769	2862.0	651818
912	831744	758550528	30.1993	9.6976	2.96000	1.09649	2865.1	653250
913	833569	761048497	30.2159	9.7012	2.96047	1.09529	2868.3	654684
914	835396	763551944	30.2324	9.7047	2.96095	1.09409	2871.4	656118
915	837225	766060875	30.2490	9.7082	2.96142	1.09290	2874.6	657555
916	839056	768575296	30.2655	9.7118	2.96190	1.09170	2877.7	658993
917	840889	771095213	30.2820	9.7153	2.96237	1.09051	2880.8	660433
918	842724	773620632	30.2985	9.7188	2.96284	1.08932	2884.0	661874
919	844561	776151559	30.3150	9.7224	2.96332	1.08814	2887.1	663317
920	846400	778688000	30.3315	9.7259	2.96379	1.08696	2890.3	664761
921	848241	781229961	30.3480	9.7294	2.96426	1.08578	2893.4	666207
922	850084	783777448	30.3645	9.7329	2.96473	1.08460	2896.5	667654
923	851929	786330467	30.3809	9.7364	2.96520	1.08342	2899.7	669103
924	853776	788889024	30.3974	9.7400	2.96567	1.08225	2902.8	670554
925	855625	791453125	30.4138	9.7435	2.96614	1.08108	2906.0	672006
926	857476	794022776	30.4302	9.7470	2.96661	1.07991	2909.1	673460
927	859329	796597983	30.4467	9.7505	2.96708	1.07875	2912.3	674915
928	861184	799178752	30.4631	9.7540	2.96755	1.07759	2915.4	676372
929	863041	801765089	30.4795	9.7575	2.96802	1.07643	2918.6	677831
930	864900	804357000	30.4959	9.7610	2.96849	1.07527	2921.7	679291
931	866761	806954491	30.5123	9.7645	2.96895	1.07411	2924.8	680752
932	868624	809557568	30.5287	9.7680	2.96942	1.07296	2928.0	682216
933	870489	812166237	30.5450	9.7715	2.96988	1.07181	2931.1	683680
934	872356	814780504	30.5614	9.7750	2.97035	1.07066	2934.2	685147
935	874225	817400375	30.5778	9.7785	2.97081	1.06952	2937.4	686615
936	876096	820025856	30.5941	9.7819	2.97128	1.06838	2940.5	688084
937	877969	822656963	30.6105	9.7854	2.97174	1.06724	2943.7	689555
938	879844	825293672	30.6268	9.7889	2.97220	1.06610	2946.8	691028
939	881721	827936019	30.6431	9.7924	2.97267	1.06496	2950.0	692502

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
940	883600	830584000	30,6594	9,7959	2,97313	1,06383	2953,1	6939,8
941	885481	832237621	30,6757	9,7993	2,97359	1,06270	2956,2	6954,5
942	887364	833896888	30,6920	9,8028	2,97405	1,06157	2959,4	6969,3
943	889249	835561807	30,7083	9,8063	2,97451	1,06045	2962,5	6984,1
944	891136	841232384	30,7246	9,8097	2,97497	1,05932	2965,7	6998,9
945	893025	843908865	30,7409	9,8132	2,97543	1,05820	2968,8	7013,8
946	894916	846590536	30,7571	9,8167	2,97589	1,05708	2971,9	7028,6
947	896809	849278123	30,7734	9,8201	2,97635	1,05597	2975,1	7043,5
948	898704	851971392	30,7896	9,8236	2,97681	1,05485	2978,2	7058,4
949	900601	854670349	30,8058	9,8270	2,97727	1,05374	2981,4	7073,3
950	902500	857375000	30,8221	9,8305	2,97772	1,05263	2984,5	7088,2
951	904401	860085351	30,8383	9,8339	2,97818	1,05152	2987,7	7103,1
952	906304	862801408	30,8545	9,8374	2,97864	1,05042	2990,8	7118,0
953	908209	865523177	30,8707	9,8408	2,97909	1,04932	2993,9	7133,0
954	910116	868250664	30,8869	9,8443	2,97955	1,04822	2997,1	7148,0
955	912025	870983875	30,9031	9,8477	2,98000	1,04712	3000,2	7163,0
956	913936	873722816	30,9192	9,8511	2,98046	1,04603	3003,4	7178,0
957	915849	876467493	30,9354	9,8546	2,98091	1,04493	3006,5	7193,0
958	917764	879217912	30,9516	9,8580	2,98137	1,04384	3009,6	7208,0
959	919681	881974079	30,9677	9,8614	2,98182	1,04275	3012,8	7223,0
960	921600	884736000	30,9839	9,8648	2,98227	1,04167	3015,9	7238,0
961	923521	887503681	31,0000	9,8683	2,98272	1,04058	3019,1	7253,0
962	925444	890277128	31,0161	9,8717	2,98318	1,03950	3022,2	7268,0
963	927369	893056347	31,0322	9,8751	2,98363	1,03842	3025,4	7283,0
964	929296	895841344	31,0483	9,8785	2,98408	1,03734	3028,5	7298,0
965	931225	898632125	31,0644	9,8819	2,98453	1,03627	3031,6	7313,0
966	933156	901428696	31,0805	9,8854	2,98498	1,03520	3034,8	7328,0
967	935089	904231063	31,0966	9,8888	2,98543	1,03413	3037,9	7343,0
968	937024	907039232	31,1127	9,8922	2,98588	1,03306	3041,1	7358,0
969	938961	909853209	31,1288	9,8956	2,98633	1,03199	3044,2	7373,0
970	940900	912673000	31,1448	9,8990	2,98677	1,03093	3047,3	7388,0
971	942841	915498611	31,1609	9,9024	2,98722	1,02987	3050,5	7403,0
972	944784	918330048	31,1769	9,9058	2,98767	1,02881	3053,6	7418,0
973	946729	921167317	31,1929	9,9092	2,98811	1,02775	3056,8	7433,0
974	948676	924010424	31,2090	9,9126	2,98856	1,02669	3059,9	7448,0
975	950625	926859375	31,2250	9,9160	2,98900	1,02564	3063,1	7463,0
976	952576	929714176	31,2410	9,9194	2,98945	1,02459	3066,2	7478,0
977	954529	932574833	31,2570	9,9227	2,98989	1,02354	3069,3	7493,0
978	956484	935441352	31,2730	9,9261	2,99034	1,02249	3072,5	7508,0
979	958441	938313739	31,2890	9,9295	2,99078	1,02145	3075,6	7523,0
980	960400	941192000	31,3050	9,9329	2,99123	1,02041	3078,8	7538,0
981	962361	944076141	31,3209	9,9363	2,99167	1,01937	3081,9	7553,0
982	964324	946966168	31,3369	9,9396	2,99211	1,01833	3085,0	7568,0
983	966289	949862087	31,3528	9,9430	2,99255	1,01729	3088,2	7583,0
984	968256	952763904	31,3688	9,9464	2,99300	1,01626	3091,3	7604,0

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	$\pi n$	$\frac{\pi n^2}{4}$
985	970225	955671625	31,384	9,9497	2,99344	1,01523	3094,5	762013
986	972196	958585256	31,4006	9,9531	2,99388	1,01420	3097,6	763561
987	974169	961504803	31,4166	9,9565	2,99432	1,01317	3100,8	765111
988	976144	964430272	31,4325	9,9598	2,99476	1,01215	3103,9	766662
989	978121	967361669	31,4484	9,9632	2,99520	1,01112	3107,0	768214
990	980100	970299000	31,4643	9,9666	2,99564	1,01010	3110,2	769769
991	982081	973242271	31,4802	9,9699	2,99607	1,00908	3113,3	771325
992	984064	976191488	31,4960	9,9733	2,99651	1,00806	3116,5	772882
993	986049	979146657	31,5119	9,9766	2,99695	1,00705	3119,6	774441
994	988036	982107784	31,5278	9,9800	2,99739	1,00604	3122,7	776002
995	990025	985074875	31,5436	9,9833	2,99782	1,00503	3125,9	777564
996	992016	988047936	31,5595	9,9866	2,99826	1,00402	3129,0	779128
997	994009	991026973	31,5753	9,9900	2,99870	1,00301	3132,2	780693
998	996004	994011992	31,5911	9,9933	2,99913	1,00200	3135,3	782260
999	998001	997002999	31,6070	9,9967	2,99957	1,00100	3138,5	783828

Voir remarque page 32.

**B. Logarithmes naturels.**

En général, on a :  $\ln x = \log(a) x \ln a$   
 Lorsque la base  $a = 10$ , c-à-d. lorsque  $\log x$  représente le logarithme vulgaire de  $x$ , on  
 $\ln x = \ln 10 \cdot \log x = 2,302585093 \cdot \log x$ .  
 $\log(\ln 10) = \log 2,30258... = 0,362216$ .  
 $\frac{1}{\ln 10} = \log e = \log 2,718281828 = 0,434294482$ .

$N$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—∞	0,0000	0,8091	1,0986	1,3863	1,6004	1,7918	1,9450	2,0794	2,1972
1	2,3026	2,3979	2,4840	2,5649	2,6391	2,7081	2,7726	2,8332	2,8904	2,9444
2	2,9957	3,0445	3,0910	3,1355	3,1781	3,2189	3,2581	3,2958	3,3322	3,3673
3	3,4012	3,4340	3,4657	3,4965	3,5264	3,5553	3,5835	3,6109	3,6376	3,6636
4	3,6889	3,7136	3,7377	3,7612	3,7842	3,8067	3,8286	3,8501	3,8712	3,8918
5	3,9120	3,9318	3,9512	3,9703	3,9890	4,0073	4,0254	4,0431	4,0604	4,0775
6	4,0943	4,1109	4,1271	4,1431	4,1589	4,1744	4,1897	4,2047	4,2195	4,2341
7	2485	2627	2767	2905	3041	3175	3307	3438	3567	3694
8	3820	3944	4067	4188	4308	4427	4543	4658	4773	4886
9	4998	5109	5218	5326	5433	5539	5643	5747	5850	5951
10	6052	6151	6250	6347	6444	6540	6634	6728	6821	6913
11	7005	7095	7185	7274	7362	7449	7536	7622	7707	7791
12	7875	7958	8040	8122	8203	8283	8363	8442	8520	8598
13	8675	8752	8828	8903	8978	9053	9127	9200	9273	9345
14	4,9416	4,9488	4,9558	4,9628	4,9698	4,9767	4,9836	4,9904	4,9972	5,0039
15	5,0106	5,0173	5,0239	5,0304	5,0370	5,0434	5,0499	5,0562	5,0626	0,689
16	0752	0814	0876	0938	0999	1059	1120	1180	1240	1299
17	1358	1417	1475	1533	1591	1648	1705	1761	1818	1874
18	1930	1985	2040	2095	2149	2204	2257	2311	2364	2417
19	2470	2523	2575	2627	2679	2730	2781	2832	2883	2933
20	2983	3033	3083	3132	3181	3230	3279	3327	3375	3423
21	3471	3519	3566	3613	3660	3706	3753	3799	3845	3891
22	3936	3982	4027	4072	4116	4161	4205	4250	4293	4337
23	4381	4424	4467	4510	4553	4596	4638	4681	4723	4765
24	4806	4848	4889	4931	4972	5013	5053	5094	5134	5175

P. ex. :  $\ln 7 = 1,9459$  ;  $\ln 82 = 4,4067$  ;  $\ln 185 = 5,2204$ .  
 $n 436 = \ln 10 \cdot \log 436 = 2,30258... \cdot 2,63949... = 6,07763...$

## G. Remarques relatives aux tables précédentes.

Table A. 1). Soit p. ex. à chercher le logarithme de 0,032252.

- a) On a  $\log 322 = 50786$  (p. 8).
  - b) Différence des logarithmes :  $50920 - 50786 = 134$ .
  - c) Multiplication de cette différence par 0,52 :  $134 \cdot 0,52 = 69,68$ .
  - d) Addition des nombres dans a) et c) :  $50786 + 69,68 = 50856$ .
  - e) Par suite :  $\log 32252 = 50856$  et  $\log 0,032252 = 0,50856 - 2$ .
- 2) Chercher le nombre dont le logarithme est égal à 1,49145.
- a) Page 8, on lit : nombre correspondant à  $\log 49136 = 310 \dots$
  - b) Divisant la différence  $49145 - 49136 = 9$  entre le log donné et celui de la table immédiatement au-dessous, par la différence  $49276 - 49136 = 140$  entre les log consécutifs de la table comprenant entre eux le log donné, on a :  $9 : 140 = 0,06 \dots$
  - c) Addition des nombres dans a) et b) :  $310 + 0,06 \dots = 31006 \dots$
  - d) Par suite le nombre dont le log = 1,49145 est 31006.

## APPENDICE

*Conversion des toises, pieds, pouces en mètres et décimales du mètre.*

Toises.	Mètres.	Pieds.	Mètres.	Pouces.	Mètres.
1	1,94904	1	0,32484	1	0,02707
2	3,89807	2	0,64968	2	0,05414
3	5,84711	3	0,97452	3	0,08121
4	7,79615	4	1,29936	4	0,10828
5	9,74518	5	1,62420	5	0,13535
6	11,69422	6	1,94904	6	0,16242
7	13,64326	7	2,27388	7	0,18949
8	15,59229	8	2,59872	8	0,21656
9	17,54133	9	2,92355	9	0,24363
10	19,49037	10	3,24839	10	0,27070
20	38,98073	20	6,49679	11	0,29777
30	58,47110	30	9,74518	12	0,32484
40	77,96146	40	12,99358	13	0,35191
50	97,45183	50	16,24197	14	0,37898
60	116,94220	60	19,49037	15	0,40605
70	136,43256	70	22,73876	16	0,43312
80	155,92293	80	25,98715	17	0,46019
90	175,41329	90	29,23555	18	0,48726
100	194,90366	100	32,48394	19	0,51433
200	389,80732	200	64,96789	20	0,54140
300	584,71098	300	97,45183	30	0,81210
400	779,61464	400	129,93577	40	1,08280
500	974,51830	500	162,41972	50	1,35350
600	1169,42195	600	194,90366	60	1,62420
700	1364,32561	700	227,38760	70	1,89490
800	1559,22927	800	259,87155	80	2,16560
900	1754,13293	900	292,35549	90	2,43630
1000	1949,03659	1000	324,83943	100	2,70700
2000	3898,07318	2000	649,67886	200	5,41399
3000	5847,10977	3000	974,51830	300	8,12099
4000	7796,14636	4000	1299,35773	400	10,82798
5000	9745,18296	5000	1624,19716	500	13,53498
10000	19490,36591	10000	3248,39432	1000	27,06995

## Conversion des lignes en millimètres.

Lign.	Millim.	Lign.	Millim.	Lign.	Millim.	Lignes.	Millim.
1	2,256	90	203,025	260	586,516	430	970,007
2	4,512	100	225,583	270	609,074	440	992,565
3	6,767	110	248,141	280	631,632	450	1015,123
4	9,023	120	270,700	290	654,191	460	1037,682
5	11,279	130	293,258	300	676,749	470	1060,240
6	13,535	140	315,816	310	699,307	480	1082,798
7	15,791	150	338,374	320	721,865	490	1105,356
8	18,047	160	360,933	330	744,424	500	1127,915
9	20,302	170	383,491	340	766,982	510	1150,473
10	22,558	180	406,049	350	789,540	520	1173,031
20	45,117	190	428,608	360	812,099	530	1195,590
30	67,675	200	451,166	370	834,657	540	1218,148
40	90,233	210	473,724	380	857,215	550	1240,706
50	112,791	220	496,282	390	879,773	560	1263,264
60	135,350	230	518,841	400	902,332	570	1285,823
70	157,908	240	541,399	410	924,890	1000	2255,829
80	180,466	250	563,957	420	947,448		

## Conversion des millimètres en lignes.

Millim.	Lignes.	Millim.	Lignes.	Millim.	Lignes.	Millim.	Lignes.
1	0,443	90	39,697	420	186,184	740	323,039
2	0,887	100	44,330	440	195,050	750	332,472
3	1,330	120	53,196	460	203,916	760	336,905
4	1,773	140	62,061	480	212,782	770	341,338
5	2,216	160	70,927	500	221,648	780	345,771
6	2,660	180	79,793	520	230,514	800	354,637
7	3,103	200	88,659	540	239,380	820	363,503
8	3,546	220	97,525	560	248,246	840	372,369
9	3,990	240	106,391	580	257,112	860	381,235
10	4,433	260	115,257	600	265,978	880	390,100
20	8,866	280	124,123	620	274,843	900	398,966
30	13,299	300	132,989	640	283,709	920	407,832
40	17,732	320	141,855	660	292,575	940	416,698
50	22,165	340	150,721	680	301,441	960	425,564
60	26,598	360	159,587	700	310,307	980	434,430
70	31,031	380	168,452	720	319,173	1000	443,296
80	35,464	400	177,318	730	323,606		

Conversion des centimètres et des décimètres en pieds, pouces et lignes.

Centimètres.	Pieds.	Pouces.	Lignes.	Centimètres.	Pieds.	Pouces.	Lignes.
1	0.	0.	4,433	39	1.	2.	4,885
2	0.	0.	8,866	40	1.	2.	9,318
3	0.	1.	1,299	41	1.	3.	1,751
4	0.	1.	5,732	42	1.	3.	6,184
5	0.	1.	10,165	43	1.	3.	10,617
6	0.	2.	2,598	44	1.	4.	3,050
7	0.	2.	7,031	45	1.	4.	7,483
8	0.	2.	11,464	46	1.	4.	11,916
9	0.	3.	3,897	47	1.	5.	4,349
10	0.	3.	8,330	48	1.	5.	8,782
11	0.	4.	0,763	49	1.	6.	1,215
12	0.	4.	5,196	50	1.	6.	5,648
13	0.	4.	9,628	60	1.	10.	1,978
14	0.	5.	2,061	70	2.	1.	10,307
15	0.	5.	6,494	80	2.	5.	6,637
16	0.	5.	10,927	90	2.	9.	2,966
17	0.	6.	3,360				
18	0.	6.	7,793				
19	0.	7.	0,226				
20	0.	7.	4,659				
21	0.	7.	9,092				
22	0.	8.	1,525				
23	0.	8.	5,958				
24	0.	8.	10,391				
25	0.	9.	2,824				
26	0.	9.	7,257				
27	0.	9.	11,690				
28	0.	10.	4,123				
29	0.	10.	8,556				
30	0.	11.	0,989				
31	0.	11.	5,422				
32	0.	11.	9,855				
33	1.	0.	2,288				
34	1.	0.	6,721				
35	1.	0.	11,154				
36	1.	1.	3,587				
37	1.	1.	8,020				
38	1.	2.	0,452				

Décimètres.	Pieds.	Pouces.	Lignes.
1	0.	3.	8,330
2	0.	7.	4,659
3	0.	11.	0,989
4	1.	2.	9,318
5	1.	6.	5,648
6	1.	10.	1,978
7	2.	1.	10,307
8	2.	5.	6,637
9	2.	9.	2,966
10	3.	0.	11,296

Conversion des mètres en toises, et en toises, pieds, pouces et lignes.

Mètres.	Toises.	Mètres.	Toises.	Pieds.	Pouces.	Lignes.
1	0,513074	1	0.	3.	0	11,296
2	1,026148	2	1.	0.	1	10,592
3	1,539222	3	1.	3.	2	9,888
4	2,052296	4	2.	0.	3	9,184
5	2,565370	5	2.	3.	4	8,480
6	3,078444	6	3.	0.	5	7,776
7	3,591518	7	3.	3.	6	7,072
8	4,104592	8	4.	0.	7	6,368
9	4,617666	9	4.	3.	8	5,664
10	5,13074	10	5.	0.	9	4,960
20	10,26148	20	10.	1.	6	9,919
30	15,39222	30	15.	2.	4	2,88
40	20,52296	40	20.	3.	1	7,84
50	25,65370	50	25.	3.	11	0,80
60	30,78444	60	30.	4.	8	5,76
70	35,91518	70	35.	5.	5	10,72
80	41,04592	80	41.	0.	3	3,67
90	46,17666	90	46.	1.	0	3,63
100	51,3074	100	51.	1.	10	1,6
200	102,6148	200	102.	3.	8	3,2
300	153,9222	300	153.	5.	6	4,8
400	205,2296	400	205.	1.	4	6,4
500	256,5370	500	256.	3.	2	8,0
600	307,8444	600	307.	5.	0	9,6
700	359,1518	700	359.	0.	10	11,2
800	410,4592	800	410.	2.	9	0,7
900	461,7666	900	461.	4.	7	2,3
1000	513,074	1000	513.	0.	5	3,936
2000	1026,148	2000	1026.	0.	10	7,872
3000	1539,222	3000	1539.	1.	3	11,808
4000	2052,296	4000	2052.	1.	9	3,744
5000	2565,37	5000	2565.	2.	2	7,680
10000	5130,74	10000	5130.	4.	5	3,360

*Conversion des mètres en pieds, pouces, lignes et décimale de ligne.*

Mètres.	Pieds. Pouces. Lignes.	Mètres.	Pieds. Pouces. Lignes.
1	3. 0. 11,296	50	153. 11. 0,80
2	6. 1. 10,592	55	169. 3. 9,28
3	9. 2. 9,888	60	184. 8. 5,76
4	12. 3. 9,184	65	200. 1. 2,24
5	15. 4. 8,480	70	215. 5. 10,72
6	18. 5. 7,776	75	230. 10. 7,20
7	21. 6. 7,072	80	246. 3. 3,67
8	24. 7. 6,367	85	261. 8. 0,15
9	27. 8. 5,663	90	277. 0. 8,63
10	30. 9. 4,959	95	292. 5. 5,11
11	33. 10. 4,255	100	307. 10. 1,6
12	36. 11. 3,551	200	615. 8. 3,2
13	40. 0. 2,847	300	923. 6. 4,8
14	43. 1. 2,143	400	1231. 4. 6,4
15	46. 2. 1,439	500	1539. 2. 8,0
16	49. 3. 0,735	600	1847. 0. 9,6
17	52. 4. 0,031	700	2154. 10. 11,2
18	55. 4. 11,327	900	2462. 9. 0,7
19	58. 5. 10,623	900	2770. 7. 2,3
20	61. 6. 9,919	1000	3078. 5. 3,9
21	64. 7. 9,215	2000	6156. 10. 7,9
22	67. 8. 8,511	3000	9235. 3. 11,8
23	70. 9. 7,807	4000	12315. 9. 3,7
24	73. 10. 7,102	5000	15392. 2. 7,7
25	76. 11. 6,398	6000	18470. 7. 11,6
30	92. 4. 2,88	7000	21549. 1. 3,6
35	107. 8. 11,36	8000	24627. 6. 7,6
40	123. 1. 7,84	9000	27705. 1. 11,4
45	138. 6. 4,32	10000	30784. 5. 3,4

## Conversion des toises carrées et cubes en mètres carrés et cubes.

Toises car.	Mèt. car.	Toises car.	Mèt. car.	Toises cub.	Mèt. cub.	Toises cub.	Mèt. cub.
1	3,7987	17	64,5786	1	7,4039	17	125,8661
2	7,5975	18	68,3774	2	14,8078	18	133,2700
3	11,3962	19	72,1761	3	22,2117	19	140,6739
4	15,1950	20	75,9749	4	29,6156	20	148,0778
5	18,9937	30	113,9623	5	37,0195	30	222,1167
6	22,7925	40	151,9497	6	44,4233	40	296,1556
7	26,5912	50	189,9372	7	51,8272	50	370,1945
8	30,3899	60	227,9246	8	59,2311	60	444,2334
9	34,1887	70	265,9120	9	66,6350	70	518,2723
10	37,9874	80	303,8995	10	74,0389	80	592,3112
11	41,7862	90	341,8869	11	81,4428	90	666,3501
12	45,5849	100	379,8744	12	88,8467	100	740,3890
13	49,3837	150	569,8115	13	96,2506	150	1140,5836
14	53,1824	200	759,7487	14	103,6545	200	1480,7781
15	56,9812	250	949,6859	15	111,0584	250	1850,9726
16	60,7799			16	118,4622		

## Conversion des mètres carrés et cubes en toises carrées et cubes.

Mèt. car.	Tois. car.	Mèt. car.	Tois. car.	Mèt. cub.	Tois. cub.	Mèt. cub.	Tois. cub.
1	0,2632	80	21,0596	1	0,1351	80	10,8051
2	0,5265	90	23,6920	2	0,2701	90	12,1558
3	0,7897	100	26,3245	3	0,4052	100	13,5064
4	1,0530	150	39,4867	4	0,5403	150	20,2596
5	1,3162	200	52,6490	5	0,6753	200	27,0128
6	1,5795	250	65,8112	6	0,8104	250	33,7660
7	1,8427	300	78,9735	7	0,9454	300	40,5192
8	2,1060	350	92,1357	8	1,0805	350	47,2724
9	2,3692	400	105,2979	9	1,2156	400	54,0256
10	2,6324	450	118,4602	10	1,3506	450	60,7789
20	5,2649	500	131,6225	20	2,7013	500	67,5321
30	7,8973	600	157,9470	30	4,0519	600	81,0385
40	10,5298	700	184,2715	40	5,4026	700	94,5449
50	13,1622	800	210,5959	50	6,7532	800	108,0513
60	15,7947	900	234,9204	60	8,1038	900	121,5577
70	18,4271			70	9,4545		

*Conversion des pieds carrés et cubes en mètres carrés et cubes.*

Pieds carr.	Mètres carrés.	Pieds carr.	Mètres carr.	Pieds cub.	Mètres cub.	Pieds cub.	Mètres cub.
1	0,1055	20	2,1104	1	0,03428	20	0,68555
2	0,2110	30	3,1656	2	0,06855	30	1,02832
3	0,3166	40	4,2208	3	0,10283	40	1,37109
4	0,4221	50	5,2760	4	0,13711	50	1,71386
5	0,5276	60	6,3312	5	0,17139	60	2,05664
6	0,6331	70	7,3864	6	0,20566	70	2,39941
7	0,7386	80	8,4417	7	0,23994	80	2,74218
8	0,8442	90	9,4969	8	0,27422	90	3,08495
9	0,9497	100	10,5521	9	0,30850	100	3,42773
10	1,0552			10	0,34277		

*Conversion des mètres carrés et cubes en pieds carrés et cubes.*

Mètres carrés.	Pieds carrés.	Mètres carrés.	Pieds carrés.	Mètres cub.	Pieds cub.	Mètres cub.	Pieds cub.
1	9,48	20	189,54	1	29,17	20	583,48
2	18,95	30	284,30	2	58,35	30	875,22
3	28,43	40	379,07	3	87,52	40	1166,95
4	37,91	50	473,84	4	116,70	50	1458,69
5	47,38	60	568,61	5	145,87	60	1750,43
6	56,86	70	663,38	6	175,04	70	2042,17
7	66,34	80	758,15	7	204,22	80	2333,91
8	75,81	90	852,91	8	233,39	90	2625,65
9	85,29	100	947,68	9	262,56	100	2917,39
10	94,77			10	291,74		

Dans la construction des Tables de réduction qui précèdent, on a employé les valeurs suivantes :

Mètre.....	0,513 074 de toise (*).
Mètre carré.....	0,263 244 929 476 de toise carrée.
Mètre cube.....	0,438 064 428 946 de toise cube.
Toise.....	1,949 036 8912 mètre.
Toise carrée.....	3,798 743 6338 mètres carrés.
Toise cube.....	7,403 890 3430 mètres cubes.

(\*) Base du Système métrique, t. III, p. 237.

*Conversion des hectolitres en setiers, et des setiers en hectolitres, le setier étant de 12 boisseaux anciens, et le boisseau de 13 litres.*

Hectolitres.	Setiers	Setiers	Hectolitres.
1	0,641	1	1,560
2	1,282	2	3,12
3	1,923	3	4,68
4	2,564	4	6,24
5	3,205	5	7,80
6	3,846	6	9,36
7	4,487	7	10,92
8	5,128	8	12,48
9	5,769	9	14,04
10	6,410	10	15,6
20	12,820	20	31,2
30	19,231	30	46,8
40	25,641	40	62,4
50	32,051	50	78,0
60	38,462	60	93,6
70	44,872	70	109,2
80	51,282	80	124,8
90	57,692	90	140,4
100	64,102	100	156,0

Le poids moyen de l'hectolitre de froment est de 76 kilogrammes; de l'hectolitre d'orge, de 64 kilogrammes; de l'hectolitre d'avoine, de 47 kilogrammes.

## Conversion des anciens poids en nouveaux.

Grains.	Grammes.	Livres.	Kilogr.
1	0,053	1	0,48951
10	0,531	2	0,97901
20	1,062	3	1,46852
30	1,593	4	1,95802
40	2,123	5	2,44753
50	2,656	6	2,93703
60	3,187	7	3,42654
70	3,718	8	3,91605
72	3,824	9	4,40555
		10	4,89506
		20	9,7901
		30	14,6852
		40	19,5802
		50	24,4753
		60	29,3704
		70	34,2654
		80	39,1605
		90	44,0555
		100	48,9506
		200	97,9012
		300	146,8518
		400	195,8023
		500	244,7529
		600	293,7035
		700	342,6541
		800	391,6047
		900	440,5553
		1000	489,5058
Gros			
1	3,82		
2	7,65		
3	11,47		
4	15,30		
5	19,12		
6	22,94		
7	26,77		
8	30,59		
Onces.			
1	30,59		
2	61,19		
3	91,78		
4	122,38		
5	152,97		
6	183,56		
7	214,16		
8	244,75		
9	275,35		
10	305,94		
11	336,53		
12	367,13		
13	397,72		
14	428,32		
15	458,91		
16	489,51		
		Marc.	Kilogr.
		1	0,244753
		2	0,489506
		3	0,734259
		4	0,979012
		5	1,223765
		6	1,468518
		7	1,713270
		8	1,958023

## Conversion des nouveaux poids en anciens.

Gramm.	Liv.	Onc.	Gr.	Grains.	Kilog.	Liv.	Onc.	Gr.	Grains.
1	0.	0.	0.	49	1	2.	0.	5.	35,45
2	0.	0.	0.	38	2	4.	1.	2.	70,30
3	0.	0.	0.	56	3	6.	2.	0.	83,45
4	0.	0.	1.	3	4	8.	2.	5.	68,60
5	0.	0.	1.	22	5	10.	3.	3.	31,75
6	0.	0.	1.	41	6	12.	4.	0.	66,90
7	0.	0.	1.	60	7	14.	4.	6.	30,05
8	0.	0.	2.	7	8	16.	5.	3.	65,20
9	0.	0.	2.	25	9	18.	6.	1.	28,35
10	0.	0.	2.	44	10	20.	6.	6.	63,50
20	0.	0.	5.	17	20	40.	13.	5.	55
30	0.	0.	7.	61	30	61.	4.	4.	47
40	0.	1.	2.	33	40	81.	11.	3.	38
50	0.	1.	5.	5	50	102.	2.	2.	30
60	0.	1.	7.	50	60	122.	9.	1.	21
70	0.	2.	2.	22	70	143.	0.	0.	13
80	0.	2.	4.	66	80	163.	6.	7.	4
90	0.	2.	7.	38	90	183.	13.	5.	68
100	0.	3.	2.	11	100	204.	4.	4.	59
200	0.	6.	4.	21					
250	0.	8.	1.	27					
300	0.	9.	6.	32					
400	0.	13.	0.	43					
500	1.	0.	2.	34					
600	1.	3.	4.	64					
700	1.	6.	7.	3					
800	1.	10.	1.	14					
900	1.	13.	3.	24					
1000	2.	0.	5.	35					

Multipliez le prix du kilogramme par 0,4895, vous aurez le prix de la livre.

Multipliez le prix de la livre par 2,0429, vous aurez le prix du kilogramme.

Le kilogramme, ou le poids d'un décimètre cube d'eau distillée, considérée au maximum de densité et dans le vide, vaut..... 18827,15 grains.

La livre vaut..... 9216 grains.

Donc, livre..... 0,489505847 kilogram.

Et kilogramme ..... { 2,042876519 livres.

4,085753038 marcs.

*Conversion des kilogrammes en livres et décimales de la livre.*

Kilogr.	Livres.	Kilogr.	Livres.
1	2,0429	60	22,3726
2	4,0858	70	143,0014
3	6,1286	80	163,4301
4	8,1715	90	183,8589
5	10,2144	100	204,2877
6	12,2573	200	408,5753
7	14,3001	300	612,8630
8	16,3430	400	817,1506
9	18,3859	500	1021,4383
10	20,4288	600	1225,7259
20	40,8575	700	1430,0136
30	61,2863	800	1634,3012
40	81,7151	900	1838,5889
50	102,1428	1000	2042,8765

*Conversion des grammes en grains et décimales de grain.*

<i>Des grammes en grains.</i>		<i>Des décigrammes en grains.</i>	
Grammes.	Grains.	Décigrammes.	Grains.
1	18,83	1	1,88
2	37,65	2	3,77
3	56,48	3	5,65
4	75,31	4	7,53
5	94,14	5	9,41
6	112,96	6	11,30
7	131,79	7	13,18
8	150,62	8	15,06
9	169,44	9	16,94
10	188,27	10	18,83
100	1882,71		
		<i>Des grains en centigrammes.</i>	
		Grains.	Centigrammes.
		1	5,3
		2	10,6
		3	15,9
		4	21,2
		5	26,6

## Mesures anglaises

Abbréviations usuelles.	NOMS SYSTÉMATIQUES	Valeurs relatives.	Valeurs en mesures françaises.
MESURES DE LONGUEUR			Mètres.
In.	Inch ou pouce.....	"	0.02540
Ft.	Foot ou pied.....	12 In.....	0.30479
Yd.	YARD.....	3 Ft.....	0.91438
Fth.	Fathom (brasse).....	2 Yds.....	1.82877
"	Pole ou perch.....	5.5 Yds.....	5.02911
"	Furlong.....	220 Yds.....	201.16437
Mi.	Mile (Statute mile).....	1760 Yds.....	1609.3149
	Lieue marine.....	3,454 mi.....	5558
MESURES DE SUPERFICIE.			Mètres carrés.
"	Square inch ou pouce car.	"	0.00 06 45
"	Square foot ou pied car.	144 pouces carrés.	0.09 29
"	YARD CARRÉ.....	9 pieds carrés.....	0.83 61
			Ares.
"	Pole carré.....	30 1/4 yards carr.	0.25 50
"	Rood.....	1210 yards carrés.	10 11 68
			Hectare.
"	Acre.....	4840 yards carrés..	0.40 47
MESURES DE CAPACITÉ.			Litres.
"	Gill.....	"	0.1420
Pt.	Pint.....	4 Gills.....	0.5679
Qt.	Quart.....	2 Pts.....	1.1359
Gal.	GALLON.....	4 Qts.....	4.5435
Peck.	Peck.....	2 Gals.....	9.0869
Bu	Bushel.....	4 Pcks.....	36.3477
"	Sack.....	3 Bus.....	109.0430
"	Quarter.....	8 Bus.....	290.7813
"	Chaldron.....	12 Sacks.....	1308.5160
MESURES DE SOLIDITÉ.			Mètres cubes.
"	Cubic inch, pouce cube.	"	0.000 016
"	Cubic foot, pied cube....	1728 pouces cubes.	0.028 315
"	CUBIC YARD.....	27 pieds cubes....	0.764 513
"	Tonneau de mer.....	40 pieds cubes....	1.132
"	Load (last de bois).....	50 pieds cubes....	1.415
"	Cubic fathom.....	216 pieds cubes....	6.116

Mesures anglaises (Suite).

Abréviations usuelles.	NOMS SYSTÉMATIQUES.	Valeurs relatives.	Valeurs en mesures françaises.
<b>POIDS</b>			
1 <sup>o</sup> Mesures dites <i>Troy Weight</i> (non usitées) sauf pour les métaux précieux et la pharmacie). Grammes.			
»	Grain.....	»	0.065
»	Penny weight.....	24 Grains.....	1.555
»	Ounce.....	20 Penny weights.....	31.103
»	TROY POUND.....	12 ounces.....	373.242
2 <sup>o</sup> Mesures dites <i>Avoir du poids Weight</i> (mesures usuelles). Grammes.			
Dr.	Dram.....	»	1.772
Oz.	Ounce.....	16 Dr.....	28.350
Lb.	AVOIR DU POIDS POUND	16 Oz.....	453.593
St.	Stone.....	14 Lb.....	6 350 297
Qr.	Quarter.....	2 St.....	17 700.594
Cwt.	Hundred weight.....	4 Qr.....	50 802.577
Ton.	Tan.....	29 Cwt.....	1 046 047.541

Conversion des pouces et fractions de pouces anglais en millimètres.

Pouces et fractions de pouces.	Millimètr.	Pouces et fractions de pouce.	Millimètr.	Pouces et fractions de pouce.	Millimètr.	Pouces et fractions de pouce.	Millimètr.
11	279	1	25.4	5/6	21.2	11/12	23.3
10	254	1/2	12.7				
9	229			1/8	3.2	1/16	1.6
8	204	1/3	8.5	3/8	9.5	3/16	4.8
7	178	2/3	16.9	5/8	15.9	5/16	7.9
6	152			7/8	22.2	7/16	11.4
6	127	1/4	6.3			9/16	14.3
4	102	3/4	19.0	1/12	2.1	11/16	17.5
3	76			5/12	10.6	13/16	20.6
2	51	1/6	4.2	7/12	14.8	15/16	23.8

*Conversion des pieds anglais en mètres.*

Pieds.	Mètres.	Pieds.	Mètres.	Pieds.	Mètres.	Pieds.	Mètres.
1	0.305	14	4.267	27	8.229	40	12.192
2	0.610	15	4.572	28	8.534	41	12.497
3	0.914	16	4.877	29	8.839	42	12.801
4	1.219	17	5.181	30	9.144	43	13.106
5	1.524	18	5.486	31	9.449	44	13.411
6	1.829	19	5.791	32	9.753	45	13.716
7	2.134	20	6.096	33	10.058	46	14.020
8	2.438	21	6.401	34	10.363	47	14.325
9	2.743	22	6.705	35	10.668	48	14.630
10	3.048	23	7.010	36	10.973	49	14.935
11	3.353	24	7.315	37	11.277	50	15.240
12	3.657	25	7.620	38	11.582		
13	3.962	26	7.925	39	11.887		

*Conversion des livres anglaises par pouce carré en kilogrammes par centimètre carré, et réciproquement.*

Livres par pouce carré.	Kilogr. par centimètre carré.	Livres par pouce carré.	Kilogr. par centimètre carré.	Livres par pouce carré.	Kilogr. par centimètre carré.	Livres par pouce carré.	Kilogr. par centimètre carré.
10	0.703	110	7.734	1	14.223	6	85.337
20	1.406	120	8.437	1.5	21.334	6.5	92.448
30	2.109	130	9.140	2	28.446	7	99.560
40	2.812	140	9.843	2.5	35.557	7.5	106.671
50	3.515	150	10.546	3	42.668	8	113.783
60	4.219	160	11.249	3.5	49.780	8.5	120.894
70	4.922	170	11.953	3	56.891	9	128.005
80	5.625	180	12.656	4.5	64.003	9.5	135.117
90	6.328	190	13.359	5	71.114	10	142.228
100	7.031	200	14.062	5.5	78.225		

Mesures de divers pays étrangers.

ALLEMAGNE

L'Allemagne a adopté le système métrique en 1872. Une décision de 1877 a rendu obligatoire l'emploi d'abréviations déterminées.

*Longueur.*

Stab.....	mètre.
Neuzoll.....	centimètre.
Strich.....	millimètre.
Kette.....	décamètre.
Mille.....	7,500 m.

*Abréviations.*

Kilometer.....	km.
Meter.....	m.
Centimeter.....	cm.
Millimeter.....	mm.

*Superficie.*

Quadratstab.....	mètr. car.
------------------	------------

*Abréviations.*

Quadrat kilometer.....	qkm.
Hectar.....	ha.
Ar.....	a.
Quadrat meter.....	qm.
Quadrat centimeter.....	qcm.
Quadrat millimeter.....	qmm.

*Volume.*

Kubikstad.....	mètre cube
Kaane.....	litre.
Schoppen.....	demi-litre.
Scheffel.....	50 litres.
Fass.....	hectolitre.

*Abréviations.*

Kubikmeter.....	cbm.
Hectoliter.....	hl.
Liter.....	l.
Kubic centimeter.....	ccm.
Kubic millimeter.....	cmm.

*Poids.*

Neuloth.....	décagr.
Pfund.....	demi-kilog.
Centner.....	50 kilogr.
Tonne.....	1000 kilog.

*Abréviations.*

Tonne.....	t.
Kilogramm.....	kg.
Gramm.....	g.
Milligramm.....	mg.

Les abréviations ci-dessus indiquées doivent être placées à la fin du nombre complet et non au-dessus de la virgule

qui sépare les unités indiquées par l'abréviation et les décimales.

*Anciennes mesures de longueur.*

	mètres.
Linie (ligne).....	0.00218
Zoll (pouce) 12 lignes.....	0.02615
Fuss (pied) 12 pouces.....	0.31685
Pas 2, 4 pieds.....	0.75325
Faden (brasse) 6 pieds.....	1.88312
Ruthe (perche) 12 pieds.....	3.76624
Mille (mille) 2000 perches.....	7532.48303
Nouveau mille.....	7500.00000
Anc. pied de Carlsruhe.....	0.30
Anc. pied de Hambourg.....	0.2878
Anc. pied de Munich.....	0.2918
Anc. pied de Nuremberg.....	0.3038

*Anciennes mesures de superficie.*

	mètr. carré.
Pouce carré.....	0.000684
Pied carré.....	0.098501

*Anciennes mesures de poids.*

	gram.
Quentchen, 10 zents.....	1.6667
Loth, 10 quentchen.....	16.667
Pfund, 30 loths.....	500.000
	kilogr.
Centner.....	50.000
Tonne.....	150.000
Schiffslast.....	200.000

AUTRICHE-HONGRIE

L'Autriche-Hongrie a adopté le système métrique français depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1876.

*Anciennes mesures de longueur.*

	mètres.
Linie (ligne).....	0.002103
Zoll (pouce) 12 lignes.....	0.026340
Fuss (pied) 12 pouces.....	0.316081
Pas 2, 4 pieds.....	0.758503
Klafter (toise) 6 pieds.....	1.896484
Aune, 2,405 pieds.....	0.7792
Faust (poing) 4 pouces.....	0.1054
Mille, 10,000 pas.....	7585.9372

1 poste = 2 milles.  
1 Ingenieur-ruthe (perche) = 10 pieds à 10 pouces décimaux, à 10 lignes décimales.

*Anciennes mesures de superficie.*

	mètr. carré.
Pied carré.....	0.0999
Joch.....	5755.44
Rabel (vignobles).....	1438.68

<i>Anciennes mesures de volume.</i>		<i>Brasses des cartes marines</i>	
	litres.	(3 aunes).....	1.883
Toise cube.....	6822.4	Perche (5 aunes).....	3.138
Metze (boisseau).....	61.496	Mül (lieue)..... kilom.	7.532
Mass impérial.....	1.415	<i>Superficie.</i>	
Eimer (seau) = 40 mass, à 4 seidel, à 2 piff.		Perche carrée..... m. q.	9.8504
Fass (tonneau).....	10 eimer.	<i>Volume.</i>	
Dreilling.....	30 eimer.	Pied cube.....	0.030920
Fuder (char).....	32 eimer.	Pot..... litres	0.96503
Eimer de bière.....	42,5 mass.	Tonne (blé) (8 skieppo)....	139.11
Tonneau de bière.....	85 mass.	Laste (22 tonnes).....	3060.0
<i>Anciennes mesures de poids.</i>		Corde forestière (84 pieds cubes)..... st.	2.61239
Pfenning (sechzehntel) . . gr.	1.1	Kanne de vin..... litre	1.93224
Achtel.....	2.2	Anker.....	36 6871
Quentchen.....	4.4	Fass (tonneau) = 2 pipes = 24 ankers	
Loth.....	17.5	Ohm de vin (4 ankers).....	146.7486
Pfund (livre).....	560.012	Tonne (bière).....	131.3923
Centner (quintal) . . . kilogr.	56	Laste de harengs..... = 12 t. de bière	
<b>BELGIQUE</b>		<i>Poids.</i>	
La Belgique a le même système de poids et mesures que la France.		Livre de commerce . . . kil.	0.500
<b>CHINE</b>		Ounce.....	1/16 livre
<i>Longueur.</i>		Loth.....	1/2 once.
Tsun, 10 fen..... mètres	0.035	Quentin.....	1/2 loth.
Chih, 10 tsun.....	0.358	Ort.....	1/4 quintin
Tchang, 10 chih.....	3.581	Es.....	1/16 ort.
10 Li (env. 3 mille ang.) kil.	4.827	Grain.....	1/18 es.
<i>Superficie.</i>		Quintal.....	50 kil.
Mau ou acre (2/13 de l'acre anglais)..... hect.	0 062262	Schiffpund (liv. de nav.)....	160 —
<i>Capacité.</i>		Last.....	2000 —
1 ching (10 hoh).....		Last de navire (52 qx).....	2600 —
1 tau (10 ching ou 10 cat-ties).....		<b>ÉGYPTE</b>	
1 hoh (8 tau).....		<i>Système métrique français.</i>	
1 chih ou 1 picul (2 hoh)....		Coudée ancienne..... mètr.	0.525922
1 fu (8 tau, 4 ching).....		<i>Superficie.</i>	
1 ya (16 tau).....		Fedan..... ares	58.9821
1 ping (16 hoh).....		<b>ESPAGNE</b>	
<i>Poids.</i>		L'Espagne a adopté le système métrique français depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 1859.	
1 li ou sapèque (cash) . . gr.	0.0378	<i>Anciennes mesures de longueur.</i>	
1 fen ou candarine (10 li)	0.378	Pied de Burgos ou Bur-gales..... mètr.	0.27834
1 tsien ou mace (10 fen).....	3.7796	Palmo.....	0.20875
1 liang ou tael (10 tsien).....	37.796	Aune de Castille.....	0.8359
1 kin ou katty (16 liang).....	604.736	Aune ou vara (3 pieds de Burgos).....	0.83499
1 tau ou picul (100 kin) kilg	60.473	Estada (toisa ou brasse) . .	1 672
1 chih (120 kin).....	72.568	Legua (lieue).....	6080.000
<b>DANEMARK</b>		Lieue géographique.....	6348.000
<i>Longueur.</i>		Lieue marine.....	5553.000
Pied à 12 pouces, à 12 lignes..... mètres	0.31385	Pied = 12 pouces = 16 doigts = 144 lignes = 4728 points.	
Aune (2 pieds).....	0.6277	Brasses des cartes marines (braza).....	1.696

*Anciennes mesures de superficie.*

Estadal (16 varas. car.) ares	0.11153
Fanega	64.256
Arunzada	44.624

*Anciennes mesures de volume.*

Fanega (blé)	54.80
Cabiz (blé)	657
Arroba mayor (vin)	16.437
Arroba minor (huile)	12.564
Coudée cube	170.000
Pied cube	22.000

*Anciennes mesures de poids.*

Livre de Castille	460.142
Quintal = 4 arrobas = 100 livres = 4 600 onces.	

**ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE**

L'usage du système métrique décimal est autorisé depuis 1876, mais les mesures les plus usitées sont encore les mesures anglaises avec les différences suivantes :

*Longueur.*

On appelle rod le pole anglais.

*Capacité.*

En dehors des mesures anglaises on emploie pour les liquides les mesures suivantes :

Barrel, 31,5 gallons, litres.	143
Hogshead, 2 barrels	286

*Poids.*

Les mesures suivantes n'ont pas la même valeur en Amérique qu'en Angleterre :

Quarter, 25 pounds	11.3398
Hundredweight, 4 quarters	43.3598
Ton, 2000 pounds	907.186

**GRÈCE**

*Longueur.*

Ora	500.000
Pic royal	1.000
Pic	0.669
Stadion	1000.000
Mille grec	10000.000

*Superficie.*

Strama	100.00
--------	--------

*Volume.*

Kilo royal	1 hectolitre
Litre = 10 kotylis = 100 mystrass = 1000 kubus.	

*Poids.*

Tonos (tonneau)	1500
Talandos	150

Mine	1.500
Millar	478.720
Canitar	56.320
Oka	1.280

**HOLLANDE**

La Hollande a adopté le système métrique français en 1821, avec les dénominations suivantes :

*Longueur.*

El (aune)	mètre.
Palm, Duin, Streep, divisions du mètre	
Røde (perche)	décamètre.
Mijl (mille)	kilomètre.
Brasses des cartes marines (waam)	1 <sup>m</sup> , 883

*Superficie.*

Vierkante el	mètre carré
Vierkante røde	are.
Runder	hectare.

*Volume.*

Cubieke el	mètre cube
Visse (mesure de bois)	stère.
Bat (baril)	hectolitre.
Kan ou Kop (litron)	litre.
Maatje (verre)	décilitre.
Vingerhøed (de)	centilitre.
Last	30 hect.
Mudde ou Zak	hectolitre.
Schepel (boisseau)	décilitre.

*Poids.*

Pond (livre)	kilogramme
Ons (once)	hectogr.
Lood (gros)	décaogr.
Wigtje (esterling)	gramme.
Korrel (grain)	décigramme
Karat	20.5894 c.

*Anciennes mesures de longueur.*

Pied du Rhin	mètre	0.31382
Pied d'Amsterdam		0.28306

*Anciennes mesures de poids.*

Livre d'Amsterdam	kilog.	0.494
Livre Troye de Hollande		0.492

**ITALIE**

L'Italie a le système métrique français depuis 1869.

**NORVÈGE**

Même système que le Danemark.

Tonne de goudron (120 pots danois)	litres	115,93
------------------------------------	--------	--------

**PORTUGAL**

*Longueur.*

Vare (5 palmes)	mètre	0.10
-----------------	-------	------

Pied (12 pouces) .....	0 33	Tonneau de mer.....	982 860
Palme (8 pouces) .....	0.22	Last de navire (2 tonneaux).....	1965.720
Pouce .....	0.0275	Livre d'artillerie.....	0.489108
<i>Volume.</i>			
Pipa (30 almudes).... litres	496.	<b>SUÈDE</b>	
Almude (12 canadas).....	16 54	<i>Longueur.</i>	
Canada (4 quartillos) .....	4.38	Pied (10 pouces ou 100	
Quartilho.....	0 34	lignes)..... mètres.....	0.29687
Moio (60 alqueires).....	811.23	Perche (10 pieds) mètres.....	2.9687
Alqueires .....	13.52	Brasse des cartes marines	
<i>Poids.</i>			
Livre (3 marcs ou 16 onces),	459 gram-	(aunar).....	1.883
mes.....		Mille (3600 pieds).....	1068 73
Arrobe.....	32 livres.	<i>Superficie.</i>	
Quintal.....	4 arrobes.	Pied carré..... m. q.	0.0881
<b>ROUMANIE</b>			
<i>Longueur.</i>			
Halibin (aune)..... mèt.	0.7013	Mille carré..... hect.	114.2183
Eudèse.....	0 6623	<i>Volume</i>	
<i>Poids.</i>			
Ôke.....	1.2820	Pied cube..... litres.	26 172
<b>RUSSIE</b>			
<i>Longueur.</i>			
Sagène (7 pieds)..... mèt.	2 13356	<i>Poids.</i>	
Pied (pied anglais) (12		Livre (skalpund) (100 orts	
pouces).....	0.304794	ou 1000 grains) gr.....	423 538
Archine (1/3 sagène).....	0.71119	Quintal (100 livres).....	42353.8
Verschok (1/16 d'archine)...	0.04445	<b>SUISSE</b>	
Verste (600 sagènes).....	1067.000	La Suisse a adopté le système métri-	
Brasses des cartes marines		que français depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 1877.	
= 1 Sagène.		<i>Anciennes mesures de longueur</i>	
<i>Superficie.</i>			
Sagène carrée..... m. q.	4.5524	Pied (10 pouces) mètres.....	0.30
Archine carrée.....	0 5080	Toise (klafter).....	1 80
Deciatine impériale..... aro.	109.25	Lieno (wegstundte).....	4800.60
<i>Volume.</i>			
Tschetvert..... litres.	209.726	<b>TURQUIE</b>	
Tschetvérick (blé).....	26.2175	<i>Longueur.</i>	
Sagène cube.....	9632.000	Archine..... mètres.	0.75774
Wedro (liquides).....	12.229	Picarchine balébi (soieries et	
Batcher (tonneau, 40 wedros).	491.940	laines).....	0.6858
<i>Poids.</i>			
Livre..... kil.	0.409517	Pic archine indasé (coton-	
Pond (40 livres).....	16 381	nades et autres).....	0.6525
Berkowitz (10 pouds).....	163 810	<i>Volume.</i>	
Tonne.....	1000.000	Méto (10 okes) (liq.) lit.....	13.33
		Oke (liquides).....	1.33
		Kilo (céréales).....	35.27
		<i>Poids.</i>	
		Cantar (quintal, 22 cho-	
		ky)..... kil.	56 408
		Cheky (2 okes).....	2.564
		Oke (400 drachmes).....	1 282 <sup>1</sup>
		Drachme (16 karats).....	0.003

## Monnaies françaises

VALEUR nominale	DIAMÈTRE.	POIDS.	TITRE.	VALEUR AU PAIR	TOLÉRANCE de fabrication au-dessus et au-dessous.		RÉDUCTION de poids tolérée pour l'usure	
					Pour les poids.	Pour les titres.		
fr.	m/m	gr.	millièmes.	fr.				
OR	100	35	32 258	100	0.001	0.001	0.005	
	50	28	16.129	50				
	20	21	6.4510	20				
	10	19	3.2258	10				
	5	17	1.6129	5				
ARGENT.	5	37	25.000	5	0.003	0.002	0.010	
	2	27	10.000	1 86	0.005	0.003	0.05	
	1	23	5.000	0.93	0.005			
	0,50	18	2.500	0.46	0.007			
	0,20	16	1.000	0.19	0.010			
BRONZE.	0.10	30	10.000	Cuivre.. 95	0.010	"	"	
	0 05	25	5.000	Étain... 4	"	"	"	
	0 02	20	2.000	Zinc.... 4	0.010	"	"	
	0.01	15	1.000	100	"	0.015	"	"
					"	0.015	à	"

Les monnaies qui figurent sur ce tableau sont les seules qui se fabriquent actuellement en France. Il existe en outre dans la circulation des pièces de 40 francs en or, ayant 26 millimètres de diamètre et pesant 12.903 gr.

Le titre des monnaies d'or et d'argent est la quantité de métal fin, or ou argent pur, existant dans 1000 millièmes de l'alliage des monnaies.

La valeur au pair d'une monnaie d'or ou d'argent est la valeur que produirait le métal fin qu'elle contient si on le monnayait au titre de 900 millièmes. Les monnaies françaises dont la valeur au pair est inférieure à la valeur nominale sont des monnaies conventionnelles, ne servant que comme appoints dans les paiements.







## TABLE DES MATIÈRES

### CHIMIE INORGANIQUE

	Pages.
<b>Aluminium</b> . . . . .	1
Alumine . . . . .	2
Aluminates . . . . .	2
Chlorure d'aluminium . . . . .	3
<i>Table indiquant les quantités de chlorure d'aluminium en dissolution d'après leur poids spécifique</i> . . . . .	3
Fluorure d'aluminium . . . . .	4
Fluorure double d'aluminium et de sodium . . . . .	4
Sulfate d'alumine . . . . .	4
Alun ordinaire . . . . .	4
Silicates d'alumine.— Argiles . . . . .	6
<b>Ammonium</b> . . . . .	8
Ammoniaque . . . . .	8
<i>Poids spécifique et richesse centésimale des solutions aqueuses d'ammoniaque</i> . . . . .	9
Chlorhydrate d'ammoniaque . . . . .	10
<i>Tableau indiquant les quantités de chlorure d'ammonium en dissolution dans l'eau</i> . . . . .	10
Sulfate neutre d'ammoniaque . . . . .	11
<i>Table indiquant les quantités de sulfate d'ammoniaque en dissolution d'après la densité</i> . . . . .	11
Bisulfate d'ammoniaque. . . . .	11
Azotate . — . . . .	12
Azotite. . — . . . .	12
Carbonates — . . . .	12
Phosphate neutre . . . . .	13
Borate . — . . . .	13

Sulphydrate neutre d'ammoniacque . . . . .	43
Phosphate ammoniaco-sodique . . . . .	43
<b>Antimoine.</b> . . . . .	44
Oxyde d'antimoine . . . . .	45
Acide antimonique . . . . .	45
Antimoniate d'oxyde d'antimoine . . . . .	45
Antimoniate de potasse . . . . .	46
Antimoniate de soude . . . . .	46
Méta-antimoniate de potasse . . . . .	46
Antimoniate de plomb . . . . .	46
Trichlorure d'antimoine . . . . .	46
Perchlorure d'antimoine . . . . .	47
Sulfure d'antimoine . . . . .	47
Pantasulfure d'antimoine . . . . .	47
Kermès . . . . .	48
<b>Argent</b> . . . . .	49
<i>Essais des alliages d'argent et de cuivre.</i> . . . .	23
Protoxyde d'argent . . . . .	29
Chlorure d'argent . . . . .	29
Bromure d'argent . . . . .	29
Iodure d'argent . . . . .	29
Cyanure d'argent . . . . .	30
Sulfure d'argent . . . . .	30
Sulfate d'argent . . . . .	30
Azotate d'argent . . . . .	30
<b>Arsenic</b> . . . . .	30
Acide arsénieux . . . . .	31
Acide arsénique . . . . .	31
Chlorure d'arsenic . . . . .	32
Bisulfure d'arsenic (Réalgar) . . . . .	32
Trisulfure d'arsenic (Orpiment) . . . . .	32
Arséniure d'hydrogène . . . . .	32
<b>Azote.</b> . . . . .	32
Air atmosphérique . . . . .	33
<i>Poids de 1 cent. cube. d'air à différentes tempé-</i> <i>ratures de 0° à + 300° à la pression de</i> <i>760 mm</i> . . . . .	34
Protoxyde d'azote . . . . .	35
Bioxyde d'azote . . . . .	35
Acide azoteux . . . . .	36
Acide hypoazotique . . . . .	36
Acide azotique . . . . .	36
<i>Poids spécifique et richesse centésimale de</i> <i>l'acide nitrique dilué</i> . . . . .	38
<i>Tableau des densités des solutions d'acide</i> <i>nitrique.</i> . . . . .	39

	Pages.
<b>Baryum</b> . . . . .	41
Baryte . . . . .	41
Bioxyde de baryum . . . . .	42
Chlorure de baryum . . . . .	42
<i>Table indiquant les quantités de chlorure de baryum en dissolution d'après le poids spécifique</i> . . . . .	43
Carbonate de baryte . . . . .	43
Sulfate de baryte . . . . .	43
Azotate de baryte . . . . .	44
Sulfure de baryum . . . . .	44
<b>Bismuth</b> . . . . .	45
Protoxyde de bismuth . . . . .	46
Acide bismuthique . . . . .	46
Sulfure de bismuth . . . . .	47
Chlorure de bismuth . . . . .	47
Azotate de bismuth . . . . .	47
Sous-azotate de bismuth . . . . .	47
<b>Bore</b> . . . . .	48
Acide borique . . . . .	49
Chlorure de bore . . . . .	50
Fluorure de bore . . . . .	50
<b>Brome</b> . . . . .	50
Acide hypobromeux . . . . .	51
Acide bromique . . . . .	51
Acide bromhydrique . . . . .	51
<b>Cadmium</b> . . . . .	52
Oxyde de cadmium . . . . .	52
Chlorure de cadmium . . . . .	52
Sulfure de cadmium . . . . .	52
Sulfate de cadmium . . . . .	52
Carbonate de cadmium . . . . .	52
<b>Calcium</b> . . . . .	53
Chaux . . . . .	53
<i>Composition des chaux de diverses provenances</i> . . . . .	56
<i>Analyses de divers ciments français et étrangers</i> . . . . .	59
<i>Composition chimique des pouzzolanes artificielles</i> . . . . .	60
Chlorure de calcium . . . . .	62
<i>Table indiquant la richesse des solutions de chlorure de calcium d'après leur densité à + 15°</i> . . . . .	62
Fluorure de calcium . . . . .	62
Carbonate de chaux . . . . .	62
Sulfate de chaux . . . . .	63
Azotate de chaux . . . . .	63

	<i>Table indiquant la richesse des solutions d'azotate de chaux d'après leur poids spécifique à + 12,5.</i>	64
	Hypochlorite de chaux . . . . .	64
	Chlorométrie . . . . .	64
	<i>Table pour les essais chlorométriques</i>	67
	<i>Conversion des degrés chlorométriques anglais et français</i>	68
	Phosphate tribasique de chaux . . . . .	68
	Phosphate neutre de chaux . . . . .	69
	Phosphate acide de chaux . . . . .	69
	Dosage de l'acide phosphorique dans les phosphates . . . . .	69
	Titrage d'un phosphate insoluble dans l'eau . . . . .	71
	Titrage des superphosphates . . . . .	72
	Mesure de l'assimilabilité des superphosphates . . . . .	73
<b>Carbone</b>		75
	<i>Charbons naturels.</i>	75
	Diamant . . . . .	75
	Graphite . . . . .	75
	Combustibles fossiles . . . . .	76
	Anthracite . . . . .	76
	Composition des anthracites des principaux gisements . . . . .	76
	Houilles . . . . .	77
	<i>Tableau donnant la composition des houilles anglaises</i>	78
	<i>Tableau donnant la composition des houilles belges</i>	82
	<i>Tableau donnant la composition des houilles françaises</i>	84
	<i>Tableau des compositions moyennes et extrêmes de houilles provenant des principaux gisements</i>	88
	Lignite . . . . .	92
	<i>Tableau indiquant la composition moyenne des lignites de différentes provenances</i>	93
	Tourbe . . . . .	94
	<i>Analyses de cendres de tourbe.</i>	94
	<i>Tableau indiquant la composition des principales tourbes.</i>	95
	Analyse immédiate des combustibles fossiles . . . . .	96
<b>Charbons artificiels.</b>		100
	Coke . . . . .	100
	<i>Tableau donnant le rendement en coke des principales houilles</i>	
	Charbon de cornue . . . . .	101

	Pages.
Noir de fumée . . . . .	101
Noir animal . . . . .	101
Charbon de bois . . . . .	102
<i>Tableau indiquant le poids spécifique du bois de différents arbres et la proportion d'eau avant et après la dessiccation à l'air . . . . .</i>	
	103
<i>Composition élémentaire du bois sec . . . . .</i>	104
<i>Rendement en charbon des meules verticales</i>	106
<i>Tableau indiquant la différence de rendement en charbon par carbonisation lente et rapide . . . . .</i>	
	107
<i>Composition des charbons de bois . . . . .</i>	108
<i>Composition des cendres de bois . . . . .</i>	109
Oxyde de carbone . . . . .	109
Acide carbonique . . . . .	109
Formène . . . . .	110
Ethylène . . . . .	110
Bisulfure de carbone . . . . .	110
GAZ D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE . . . . .	
	111
Généralités sur les charbons à gaz . . . . .	111
Produits de la distillation . . . . .	112
Foyer. Dimensions de fours et foyers . . . . .	113
Four à gazogène et régénérateur . . . . .	114
Cornues . . . . .	115
Gazomètres . . . . .	118
Contrôle de la qualité du gaz à l'usine . . . . .	120
Chambre photométrique . . . . .	121
Compteurs d'abonnés . . . . .	123
Becs de gaz . . . . .	124
Chauffage et cuisine au gaz . . . . .	124
Etablissement des usines à gaz . . . . .	126
Mesure des intensités lumineuses . . . . .	126
Ecoulement du gaz dans les conduits . . . . .	128
<i>Tableau des débits pour des tuyaux de diamètre donné . . . . .</i>	
	128
<b>Chlore</b> . . . . .	128
<i>Tableau de solubilité du chlore dans l'eau à différentes températures . . . . .</i>	
	129
Acide hypochloreux . . . . .	130
Acide chloreux . . . . .	131
Acide hypochlorique . . . . .	131
Acide chlorique . . . . .	131
Acide perchlorique . . . . .	132
Acide chlorhydrique . . . . .	132
<i>Tableau des densités des solutions d'acide chlorhydrique . . . . .</i>	
	133

<i>Tableau indiquant la richesse des solutions d'acide chlorhydrique d'après leur poids spé- cifique</i>		
	Protochlorure de soufre . . . . .	434
	Bichlorure de soufre . . . . .	435
<b>Chrome</b>		435
	Sesquioxyde de chrome . . . . .	435
	Bioxyde de chrome . . . . .	436
	Acide chromique . . . . .	436
	Acide chloro-chromique . . . . .	436
	Protochlorure de chrome . . . . .	436
	Sesquichlorure de chrome . . . . .	437
	Sulfate de chrome . . . . .	437
	Alun de chrome et de potasse . . . . .	437
	Alun de chrome et d'ammoniaque . . . . .	437
	Chromate neutre de potasse . . . . .	437
<i>Table indiquant la richesse des solutions de chromate de potasse d'après leur densité à + 19°</i>		
	Bichromate de potasse . . . . .	438
	Bichromate de chlorure de potassium . . . . .	438
<b>Cobalt</b>		439
	Cobalt arsénical ou smaltine . . . . .	439
	Cobalt gris ou cobaltine . . . . .	439
	Cobalt arséniaté . . . . .	439
	Protoxyde de cobalt . . . . .	440
	Sesquioxyde de cobalt . . . . .	440
	Chlorure de cobalt . . . . .	440
	Azotate de cobalt . . . . .	440
<b>Cuivre</b>		441
	Cuivres oxydés, cuivres carbonatés, cuivres gris . . . . .	441
	Bronzes . . . . .	442
	<i>Composition des principaux bronzes</i> . . . . .	443
	Laitons . . . . .	443
	<i>Composition des principaux laitons</i> . . . . .	444
	DOSAGE DU CUIVRE . . . . .	444
	Précipitation à l'état d'oxalate . . . . .	444
	Précipitation du cuivre à l'état métallique . . . . .	445
	Dosage du cuivre par l'électrolyse . . . . .	447
	Méthode volumétrique, procédé Pelouze . . . . .	449
	Essai par voie sèche du cuivre natif . . . . .	450
	Protoxyde de cuivre . . . . .	451
	Bioxyde de cuivre . . . . .	451
	Protochlorure de cuivre . . . . .	451
	Bichlorure de cuivre . . . . .	451
	Protosulfure de cuivre . . . . .	452

	Pages.
Cuivre pyriteux . . . . .	152
Cuivre panaché . . . . .	152
Cuivre gris . . . . .	152
Bisulfure de cuivre . . . . .	152
Carbonate de cuivre (Malachite) . . . . .	153
Sulfate de cuivre . . . . .	153
<i>Table donnant la richesse des solutions de sulfate de cuivre d'après leur densité . . . . .</i>	
Vert de Scheele . . . . .	153
Vert de Schweinfurth . . . . .	154
Azotate de cuivre . . . . .	154
<i>Table donnant la richesse des solutions d'azotate de cuivre d'après leur densité . . . . .</i>	
<b>Cyanogène</b> . . . . .	154
Acide cyanique . . . . .	155
Acide cyanurique . . . . .	155
Cyanélide . . . . .	155
Acide cyanhydrique . . . . .	156
<i>Tableau indiquant la richesse des solutions d'acide cyanhydrique d'après leur densité . . . . .</i>	
Chlorure de cyanogène gazeux . . . . .	156
Chlorure de cyanogène solide . . . . .	156
Iodure de cyanogène . . . . .	157
Bromure de cyanogène . . . . .	157
<b>Etain</b> . . . . .	157
Métallurgie de l'étain . . . . .	157
Alliages d'étain et de plomb . . . . .	158
Essai par voie mixte du minerai d'étain . . . . .	158
Protoxyde d'étain . . . . .	159
Bioxyde d'étain . . . . .	159
Proto-sulfure d'étain . . . . .	160
Bisulfure d'étain . . . . .	160
Protochlorure d'étain . . . . .	160
Bichlorure d'étain . . . . .	161
Pourpre de Cassius . . . . .	161
<b>Fer</b> . . . . .	162
Minerais de fer . . . . .	162
Fer oxydulé . . . . .	163
Fer oligiste . . . . .	164
Hématite brune . . . . .	165
Limouite . . . . .	165
Fer carbonaté . . . . .	166
<i>Tableau de la composition des principaux minerais de fer . . . . .</i>	
Essai par voie sèche des minerais de fer . . . . .	167
Méthode volumétrique . . . . .	173

	Pages.
Produits des hauts fourneaux . . . . .	176
Influence des matières étrangères contenues dans les fontes, fers et aciers . . . . .	181
MÉTALLURGIE DU FER . . . . .	183
Matériaux réfractaires . . . . .	184
Combustibles . . . . .	185
<i>Tableau de la puissance calorifique des principaux combustibles . . . . .</i>	<i>186</i>
<i>Tableau des poids et de la puissance calorifique utile des différents combustibles . . . . .</i>	<i>187</i>
Description des principaux combustibles . . . . .	187
Carbonisation de la houille . . . . .	189
FABRICATION DE LA FONTE BRUTE . . . . .	190
Minerais de fer . . . . .	190
Grillage ou calcination des minerais . . . . .	191
Concassage, broyage. . . . .	192
Mélange des minerais avec les fondants . . . . .	193
Hauts fourneaux . . . . .	194
<i>Dimensions des hauts fourneaux . . . . .</i>	<i>197</i>
Bases, régulateurs, éleveurs pour gueulards . . . . .	201
Appareils à air chaud . . . . .	202
Appareils pour prendre les gaz des hauts fourneaux . . . . .	205
Machines soufflantes. . . . .	206
Ventilateurs . . . . .	213
FONDERIE DE FER . . . . .	214
Fours à puddler . . . . .	218
Procédé Bessemer. . . . .	220
Acier Thomas . . . . .	225
Décarburation aux fours à réverbère . . . . .	228
Acier fondu au creuset . . . . .	231
Acide de cémentation. . . . .	232
Fonte malléable . . . . .	232
Fours à réchauffer ou à souder le fer . . . . .	233
Appareils cingleurs . . . . .	236
Laminaires . . . . .	241
<i>Tableau des dimensions de différents trains de laminoir . . . . .</i>	<i>242</i>
PRINCIPAUX COMPOSÉS DU FER . . . . .	245
Protoxyde de fer . . . . .	245
Sesquioxyde de fer . . . . .	245
Oxyde de fer magnétique . . . . .	245
Protochlorure de fer . . . . .	245
Sesquichlorure de fer . . . . .	245
Protosulfure de fer . . . . .	245
Bisulfure de fer. . . . .	245
Ferrocyanure de potassium . . . . .	246

	<i>Table indiquant la richesse des solutions de ferrocyanures.</i>	246
	Ferricyanure de potassium	247
	<i>Table indiquant la richesse des solutions de ferricyanure.</i>	248
	Bleu de Prusse.	248
	Sulfate de protoxyde de fer	248
	<i>Tableau indiquant la richesse des solutions de sulfate de fer.</i>	249
	Sulfate de sesquioxyde de fer	249
	Azotate de protoxyde de fer	249
	Azotate de sesquioxyde de fer	249
	Carbonate de protoxyde de fer	250
<b>Fluor.</b>		250
	Acide fluorhydrique	250
<b>Hydrogène</b>		250
<b>Eau.</b>		251
	<i>Tableau de la densité et du volume de l'eau.</i>	252
	<i>Table des tensions de la vapeur d'eau.</i>	253
	<i>Solubilité de l'air dans l'eau.</i>	255
	<i>Force élastique, volume et densité de la vapeur d'eau.</i>	256
	<i>Poids de vapeur et d'air contenus dans un mètre cube d'air.</i>	258
	<i>Table pour la réduction de la pression d'eau à la pression de mercure.</i>	259
	<i>Tableau de la composition des principales eaux naturelles.</i>	260
	<i>Tableau de la composition des principales eaux minérales.</i>	262
	<i>Tableau de la composition des eaux de mer.</i>	270
	<i>Composition de l'eau de quelques sources salées.</i>	272
	Hydrotimétrie	273
<b>Eau oxygénée</b>		277
<b>Iode</b>		278
	Acide hypoiodique	279
	Acide iodique	279
	Acide hyperiodique	279
	Acide iodhydrique	279
<b>Magnésium</b>		279
	Magnésie	280
	Chlorure de magnésium	280
	<i>Table indiquant la richesse des solutions de chlorure de magnésium d'après leur densité.</i>	281
	Carbonate de magnésie	281
	Dolomie	281

	Pages
Sulfate de magnésie . . . . .	281
<i>Table indiquant la richesse des solutions de</i>	
<i>sulfate de magnésie . . . . .</i>	282
Phosphate ammoniaco-magnésien . . . . .	282
<b>Manganèse . . . . .</b>	<b>282</b>
Hausmanite . . . . .	283
Braunite . . . . .	284
Pyrolusite . . . . .	284
Psilomélane . . . . .	285
Acerdèse . . . . .	285
Manganèse carbonaté . . . . .	286
Manganèse silicaté . . . . .	286
ESSAI COMMERCIAL DES MANGANÈSES . . . . .	286
Procédé Levol . . . . .	286
Acide manganique . . . . .	288
Acide permanganique . . . . .	288
Carbonate de manganèse . . . . .	288
Chlorure de manganèse . . . . .	288
Sulfate de manganèse . . . . .	289
<b>Mercure . . . . .</b>	<b>289</b>
Protoxyde de mercure . . . . .	289
Bioxyde de mercure . . . . .	289
Protochlorure de mercure . . . . .	290
Bichlorure de mercure . . . . .	290
Protoiodure de mercure . . . . .	291
Biiodure de mercure . . . . .	291
Cyanure de mercure . . . . .	291
Protosulfure de mercure . . . . .	291
Bisulfure de mercure . . . . .	291
Sulfate de protoxyde de mercure . . . . .	292
Sulfate de bioxyde de mercure . . . . .	292
Azotate de protoxyde de mercure . . . . .	292
Azotate de bioxyde de mercure . . . . .	292
Fulminate de mercure . . . . .	292
<b>Nickel . . . . .</b>	<b>293</b>
Nickel arsénical . . . . .	293
Nickel sulfuré . . . . .	294
Nickel arseniaté . . . . .	294
Nickel arsenio-sulfuré . . . . .	294
Hydrosilicate de nickel et de magnésie . . . . .	294
Protoxyde de nickel . . . . .	296
Sesquioxyde de nickel . . . . .	296
Chlorure de nickel . . . . .	296
Azotate de nickel . . . . .	296
Sulfate de nickel . . . . .	296
<b>Or . . . . .</b>	<b>297</b>

	Pages.
Etat natif. . . . .	298
<i>Essais par coupellation des alliages d'or, d'argent et de cuivre</i> . . . . .	300
<i>Essais des alliages d'or à la pierre de touche</i> . . . . .	301
Protoxyde d'or . . . . .	302
Acide aurique . . . . .	302
Prochlorure d'or . . . . .	302
Perchlorure d'or . . . . .	302
Cyanure d'or . . . . .	302
Hyposulfite de soude et d'or . . . . .	302
Or fulminant . . . . .	303
Oxygène. . . . .	303
Propriétés.— Préparation . . . . .	303
<b>Phosphore.</b> . . . .	304
Phosphore rouge . . . . .	305
Acide hypophosphoreux. . . . .	305
Acide phosphoreux . . . . .	305
Acide phosphorique . . . . .	306
<i>Table indiquant la richesse des solutions d'acide phosphorique d'après leur densité</i> . . . . .	306
Protosulfure de phosphore . . . . .	307
Sesquisulfure de phosphore . . . . .	307
Trisulfure de phosphore . . . . .	307
Pentasulfure de phosphore. . . . .	307
Trichlorure de phosphore . . . . .	307
Pentachlorure de phosphore. . . . .	308
Phosphures d'hydrogène . . . . .	308
<b>Platine</b> . . . . .	308
<b>Palladium.</b> . . . .	308
<b>Rhodium</b> . . . . .	308
<b>Osmiure d'iridium</b> . . . . .	311
<b>Ruthénium</b> . . . . .	311
Protoxyde de platine. . . . .	311
Bioxyde de platine . . . . .	311
Protochlorure de platine . . . . .	311
Bichlorure . . . . .	311
Chlorure double de potassium et de platine . . . . .	311
Chlorure double d'ammonium et de platine . . . . .	312
Platino-cyanure de potassium . . . . .	312
<b>Plomb</b> . . . . .	312
<i>Table indiquant la solubilité du plomb dans l'eau en présence de divers sels.</i> . . . .	313
Minerais de plomb. . . . .	313
Métallurgie du plomb . . . . .	314
Protoxyde de plomb. . . . .	316
Oxyde salin de plomb . . . . .	317

	Pages.
Bioxyde de plomb . . . . .	317
Chlorure de plomb . . . . .	317
Iodure de plomb . . . . .	317
Sulfure de plomb . . . . .	317
Azotate de plomb . . . . .	317
Sulfate de plomb . . . . .	218
Chromate de plomb . . . . .	318
Carbonate de plomb . . . . .	318
<b>Potassium</b> . . . . .	319
Potasse anhydre . . . . .	319
Hydrate de potasse . . . . .	319
<i>Table de Dalton indiquant la richesse des solutions de potasse . . . . .</i>	320
<i>Table indiquant la quantité de potasse et d'hydrate de potasse dans les solutions . . . . .</i>	320
Chlorure de potassium . . . . .	321
<i>Table indiquant la richesse des solutions de chlorure de potassium d'après leur densité . . . . .</i>	321
Bromure de potassium . . . . .	321
Iodure de potassium . . . . .	321
<i>Table indiquant la richesse des solutions d'iodure de potassium d'après leur densité. . . . .</i>	322
Cyauure de potassium . . . . .	322
Monosulfure de potassium . . . . .	322
Pentasulfure de potassium . . . . .	323
Carbonate de potasse . . . . .	323
<i>Composition moyenne des principales potasses . . . . .</i>	324
<i>Table indiquant la richesse des solutions de carbonate de potasse d'après leur densité . . . . .</i>	325
<i>Essai alcalimétrique des potasses et des soudes. . . . .</i>	326
Sulfate de potasse . . . . .	329
Bisulfate de potasse . . . . .	329
Azotate de potasse . . . . .	329
<i>Table indiquant la richesse des solutions d'azotate de potasse d'après leur densité . . . . .</i>	330
<b>Silicium</b> . . . . .	330
Acide silicique . . . . .	331
Bichlorure de silicium . . . . .	331
Sesquichlorure de silicium . . . . .	331
Fluorure de silicium . . . . .	331
Acide hydrofluosilicique . . . . .	332
<b>Sodium</b> . . . . .	332
<i>Table de Tiennerman indiquant la richesse des solutions de soude d'après la densité . . . . .</i>	333
<i>Tableau des densités des solutions de soude caustique . . . . .</i>	334

	Pages.
Chlorure de sodium . . . . .	335
<i>Analyse des sels ignigènes . . . . .</i>	335
<i>Table indiquant la richesse des solutions de chlorure de sodium . . . . .</i>	335
<i>Composition chimique des incrustations dans la graduation . . . . .</i>	336
<i>Concentration des sources salées par les bâtiments de graduation . . . . .</i>	338
<i>Analyses de sels marins . . . . .</i>	340
Sulfate de soude . . . . .	342
<i>Table de solubilité du sulfate de soude . . . . .</i>	342
<i>Densité des solutions de sulfate de soude . . . . .</i>	344
Sulfite de soude . . . . .	344
Hyposulfite de soude . . . . .	345
<i>Table indiquant la richesse des solutions d'hyposulfite de soude d'après leur densité . . . . .</i>	345
Carbonate de soude . . . . .	345
<i>Densités des solutions de carbonate de soude à 23°, d'après Schiff . . . . .</i>	346
<i>Tableau des solubilités du carbonate de soude à diverses températures . . . . .</i>	347
<i>Densités des solutions de carbonate de soude à 15°, d'après Gerlach . . . . .</i>	348
Sources et composition des sodes . . . . .	348
Sodes de varech . . . . .	351
Procédé Solway pour la fabrication de la soude . . . . .	353
<i>Tableau donnant la composition de diverses sodes du commerce . . . . .</i>	354
<i>Analyses de sodes caustiques anglaises . . . . .</i>	355
<i>Composition des lessives de soude brute . . . . .</i>	356
<i>Analyses de sodes obtenues par le procédé Pechiney et Weldon . . . . .</i>	357
<i>Tableau pour la conversion des degrés commerciaux des sodes . . . . .</i>	358
Bicarbonate de soude . . . . .	359
Azotate de soude . . . . .	360
<i>Table indiquant la richesse des solutions d'azotate de soude . . . . .</i>	361
Phosphate neutre de soude . . . . .	360
Borate de soude . . . . .	361
Acétate de soude . . . . .	361
<i>Table indiquant la richesse des solutions d'acétate de soude d'après leur densité . . . . .</i>	361
<b>Soufre . . . . .</b>	<b>361</b>
Acide sulfureux . . . . .	362
Acide sulfurique . . . . .	362

	Pages.
Acide sulfurique de Nordhausen . . . . .	362
Acide sulfurique monohydraté . . . . .	363
<i>Table donnant les points d'ébullition d'un acide sulfurique étendu</i> . . . . .	363
<i>Point d'ébullition de l'acide sulfurique étendu, d'après Lunge</i> . . . . .	364
<i>Table de Bineau donnant la richesse en acides monohydratés et anhydre des acides sulfuriques étendus</i> . . . . .	365
<i>Table de Kolb donnant le pourcentage des acides hydratés à 15° centigrades</i> . . . . .	366
<i>Table d'Anthon servant à préparer un acide sulfurique d'une densité voulue, en ajoutant de l'eau à de l'acide sulfurique d'une densité égale à 1,86</i> . . . . .	368
<i>Tableau donnant le poids en kilogr. d'acide monohydraté contenu dans des litres d'acide sulfurique</i> . . . . .	369
Acide sulhydrique . . . . .	370
<b>Strontium</b> . . . . .	371
Strontiane . . . . .	371
Bioxyde de strontium . . . . .	371
Chlorure de strontium . . . . .	371
Sulfure de strontium . . . . .	371
Sulfate de strontiane . . . . .	371
Carbonate de strontiane . . . . .	371
Azotate de strontiane . . . . .	372
<b>Zinc</b> . . . . .	372
Minerais de zinc . . . . .	372
Oxyde de zinc . . . . .	374
Chlorure de zinc . . . . .	374
<i>Table indiquant la richesse des solutions de chlorure de zinc d'après leur densité</i> . . . . .	375
Sulfate de zinc . . . . .	375
<i>Table indiquant la richesse des solutions de sulfate de zinc d'après leur densité</i> . . . . .	376

## CHIMIE ORGANIQUE

<b>Carbures d'hydrogène</b> . . . . .	377
Formène . . . . .	377
Formène trichloré . . . . .	377
Éthylène . . . . .	378
Propylène . . . . .	378

	Pages,
Butylène . . . . .	378
Amylène . . . . .	378
Acétylène . . . . .	378
Allylène . . . . .	378
Térébenthine . . . . .	379
Benzine . . . . .	379
Nitrobenzine . . . . .	379
Toluine . . . . .	379
Naphtaline . . . . .	379
Anthracène . . . . .	379
<i>Tableaux indiquant les principales propriétés des carbures d'hydrogène . . . . .</i>	
	380
<b>Alcools</b> . . . . .	383
Alcool ordinaire . . . . .	383
<i>Degré réel de l'alcool à 15°, ou volume d'alcool absolu dans 100 volumes de liquide alcoolique, d'après le degré de l'alcoomètre, observé à différentes températures . . . . .</i>	
	385
<i>Tableau des réactions que donnent les différents alcools du commerce . . . . .</i>	
	388
Ether . . . . .	389
Ether chlorhydrique . . . . .	389
Ether bromhydrique . . . . .	390
Ether iodhydrique . . . . .	390
Ether nitrique . . . . .	390
Ether acétique . . . . .	390
Acide acétique . . . . .	391
<i>Tables donnant la richesse des solutions d'acide acétique, d'après leur densité . . . . .</i>	
	392
Aldéhyde . . . . .	393
Acétone . . . . .	394
<b>ALCOOLS MONOATOMIQUES HOMOLOGUES DE L'ALCOOL ÉTHY- LIQUE . . . . .</b>	
	394
Alcool méthylique . . . . .	394
Alcool amylique . . . . .	395
Alcool caprylique . . . . .	395
Alcool cétylique . . . . .	395
Alcool cérylique . . . . .	395
Alcool myricique ou melissique . . . . .	396
<b>ACIDES DE LA SÉRIE GRASSE . . . . .</b>	
	396
Acide formique . . . . .	396
Acide propionique . . . . .	397
Acide butyrique . . . . .	397
Acide valérique . . . . .	397
Acide palmitique ou margarique . . . . .	398
Acide stéarique . . . . .	398

	Pages.
ALCOOLS NON SATURÉS . . . . .	398
Alcool allylique . . . . .	398
Alcools camphéniques . . . . .	398
ALCOOLS DE LA SÉRIE $C_{2n} H_{2n-6} O_2$ . . . . .	399
Alcool benzylique . . . . .	399
Acide benzoïque . . . . .	399
ALCOOLS DIATOMIQUES . . . . .	400
Glycol ou éthylglycol . . . . .	400
ALCOOLS TRIATOMIQUES . . . . .	400
Glycérine . . . . .	400
<i>Tableau indiquant la richesse des solutions de glycérine, d'après leur densité . . . . .</i>	
Stéarines . . . . .	402
Margarines ou palmitines . . . . .	403
Oléines . . . . .	403
Acide lactique . . . . .	404
ACIDES CORRESPONDANT AUX ALCOOLS DIATOMIQUES . . . . .	404
Acide oxalique . . . . .	404
Acide succinique . . . . .	405
Acide malique . . . . .	405
Acide tartrique . . . . .	406
<i>Tableau indiquant la richesse des solutions d'acide tartrique d'après leur densité à + 15° . . . . .</i>	
Acide citrique . . . . .	407
Acide mucique . . . . .	407
Acide méconique . . . . .	408
Acide quinique . . . . .	408
Quinone . . . . .	408
Hydroquinone . . . . .	409
<b>Glucoses</b> . . . . .	409
Glucoses . . . . .	409
Glucose ordinaire ou sucre de raisin . . . . .	489
Lévéulose . . . . .	410
Sucre interverti . . . . .	411
Saccharoses . . . . .	411
Sucre ordinaire . . . . .	411
Sucres du commerce . . . . .	412
Composition et altérations . . . . .	414
Dosage . . . . .	414
Méthode de Fehling modifiée par Soxhlet . . . . .	418
Méthode pondérale . . . . .	419
Saccharimètre . . . . .	420
<i>Table pour corriger les indications du saccharimètre de Soleil dans l'essai des liquides sucrés . . . . .</i>	
Polarimètre Laurent . . . . .	426

	Pages,
Détermination du poids de deux sucres constituant un mélange, à l'aide du saccharimètre . . . . .	430
Analyse commerciale officielle des sucres . . . . .	431
Calcul de l'analyse . . . . .	432
Analyse aux 4/5 . . . . .	432
Recherche des falsifications . . . . .	433
<i>Table indiquant les propriétés des divers sucres.</i>	434
<i>Table pour le calcul du sucre de raisin d'après le cuivre dosé par pesée . . . . .</i>	436
<i>Table indiquant la richesse des solutions de sucre, d'après leur densité à + 17°,5 . . . . .</i>	438
<i>Table indiquant la richesse des solutions de sucre, d'après leur degré Baumé . . . . .</i>	438
<b>Phénols . . . . .</b>	<b>439</b>
PHÉNOLS MONOATOMIQUES . . . . .	439
Phénol ordinaire . . . . .	439
Acide picrique . . . . .	440
Crésylols ou Crésols . . . . .	440
Naphtol . . . . .	440
PHÉNOLS DIATOMIQUES . . . . .	441
Résorcine . . . . .	441
PHÉNOLS TRIATOMIQUES . . . . .	441
Pyrogallol . . . . .	441
Phoroglucine . . . . .	441
ACIDES-PHÉNOLS . . . . .	442
Acide salicylique . . . . .	442
Hydrure de salicyle . . . . .	442
Acide gallique . . . . .	443
Tannin ou acide tannique . . . . .	443
<i>Table indiquant la richesse des solutions de tannin, d'après leur densité à 15° . . . . .</i>	444
Anthraquinone . . . . .	444
AMINES CORRESPONDANT AUX PHÉNOLS . . . . .	445
Aniline . . . . .	445
Toluidine . . . . .	445
COULEURS D'ANILINE . . . . .	446
Rosaniline . . . . .	446
Mauvaniline . . . . .	446
Vioaniline . . . . .	447
Bleu de Lyon . . . . .	447
Mauvéine ou indisine, violet de Pékin . . . . .	447
Violet Hofmann . . . . .	447
Vert à l'aldéhyde . . . . .	447
Vert Hofmann . . . . .	447
Chrysaniline . . . . .	448
Brun d'aniline . . . . .	448

	Pages.
Noir d'aniline . . . . .	448
Allzarine . . . . .	448
Indigotine . . . . .	449
<i>Tableau général des alcools monoatomiques . . . . .</i>	<i>450</i>
<i>Tableau des principaux éthers . . . . .</i>	<i>452</i>
<i>Tableau des réactions qui servent à distinguer entre eux les alcools primaires, secondaires et tertiaires . . . . .</i>	<i>456</i>
<i>Tableau des principales aldéhydes des alcools monoatomiques . . . . .</i>	<i>457</i>
<i>Tableau des principaux acides organiques . . . . .</i>	<i>458</i>
<i>Tableau des principaux phénols . . . . .</i>	<i>464</i>
<b>Alcaloïdes . . . . .</b>	<b>466</b>
<b>ALCALOÏDES DU QUINQUINA . . . . .</b>	<b>466</b>
Quinine . . . . .	466
Sels de quinine . . . . .	467
Chlorhydrate de quinine . . . . .	467
Quinidine . . . . .	467
Quinicine . . . . .	468
Cinchonine . . . . .	468
Cinchonidine . . . . .	468
Cinchonicine . . . . .	469
<b>ALCALOÏDES DES STRYCHNOS . . . . .</b>	<b>469</b>
Strychnine . . . . .	469
Brucine . . . . .	470
<b>ALCALOÏDES DE L'OPIMUM . . . . .</b>	<b>470</b>
Morphine . . . . .	470
Chlorhydrate de morphine . . . . .	471
Sulfate de morphine . . . . .	471
Acétate de morphine . . . . .	471
Codéine . . . . .	471
Narcotine . . . . .	472
Narcéine . . . . .	472
<b>ALCALOÏDES DES SOLANÉES VIREUSES . . . . .</b>	<b>472</b>
Atropine . . . . .	472
Caféine ou théine . . . . .	473
Nicotine . . . . .	473
Conicine . . . . .	474
Aconitine . . . . .	474
<b>Lait . . . . .</b>	<b>475</b>
<i>Analyse-Méthode du laboratoire municipal . . . . .</i>	<i>476</i>
<i>Examen physique . . . . .</i>	<i>476</i>
<i>Détermination de la crème . . . . .</i>	<i>477</i>
<i>Dosage de l'eau et de la substance sèche . . . . .</i>	<i>478</i>
<i>Dosage du beurre et de la caséine . . . . .</i>	<i>478</i>
<i>Dosage de l'albumine et du sucre de lait . . . . .</i>	<i>479</i>

	Pages.
Dosage du total des sels . . . . .	481
<i>Lait entier. — Indication du lactodensimètre.</i>	482
<i>Lait écrémé. — Indications du lactodensimètre.</i>	484
<i>Table de mouillage du lait.</i>	486
<b>Boissons fermentées</b> . . . . .	490
Vins . . . . .	490
Analyse des vins. — <i>Méthode du laboratoire municipal.</i>	492
Dosage de l'alcool. . . . .	493
<i>Conversion des centièmes d'alcool en volume en centièmes en poids.</i>	495
<i>Table de correction de l'alcoomètre.</i>	496
Dosage de l'extrait. . . . .	498
Dosage des cendres . . . . .	498
Évaluation du plâtrage . . . . .	498
Dosage du sucre . . . . .	499
Dosage de la crème de tartre. . . . .	500
Dosage de l'acidité . . . . .	501
Dosage de l'acide tartrique libre . . . . .	501
<i>Tableau donnant la composition moyenne des vins français.</i>	502
Dosage de la glycérine . . . . .	504
Dosage de l'acide succinique. . . . .	504
Dosage du tannin et des matières colorantes . . . . .	504
Recherches des falsifications . . . . .	504
Mouillage. . . . .	504
<i>Tableau indiquant la composition moyenne des vins mouillés livrés par le commerce de détail de Paris.</i>	505
Sucrage . . . . .	506
Schéélisage . . . . .	506
Addition de litharge . . . . .	506
Addition d'alun . . . . .	506
Plâtrage . . . . .	506
Salage . . . . .	507
Vinage ou addition d'alcool . . . . .	507
Salicylage. . . . .	507
Acide sulfurique . . . . .	507
Acide tartrique. . . . .	507
<b>Bière</b> . . . . .	508
Fabrication . . . . .	508
Analyse . . . . .	510
Analyse. — <i>Procédé du Laboratoire municipal.</i>	510
Densité. . . . .	510
Dosage de l'alcool. . . . .	510
Dosage de l'extrait . . . . .	510

	Pages.
Dosage de la glucose, de la dextrine et des matières albuminoïdes. . . . .	510
Dosage de la glycérine . . . . .	510
Dosage des acides. . . . .	511
Dosage de l'acide carbonique. . . . .	511
Dosage des cendres . . . . .	511
Dosage de l'acide phosphorique. . . . .	514
<i>Analyse des bières françaises</i> . . . . .	512
<i>Analyse de bières diverses</i> . . . . .	513
<i>Table donnant la moyenne des quantités d'alcool, d'extrait de cendres contenues dans les différentes bières d'exportation et de conserve.</i>	514
<b>Matières colorantes.</b> . . . .	516
<i>Tableau des caractères distinctifs des couleurs bleues</i> . . . . .	516
<i>Tableau des caractères distinctifs des couleurs jaunes</i> . . . . .	517
<i>Tableau des caractères distinctifs des couleurs rouges</i> . . . . .	520
<i>Tableau des caractères distinctifs des couleurs violettes.</i> . . . .	523
<i>Tableau des caractères distinctifs des couleurs vertes</i> . . . . .	524
<i>Tableau des caractères distinctifs des couleurs brunes et noires.</i> . . . .	526
<i>Tableau des caractères distinctifs des couleurs blanches</i> . . . . .	527

## DOCUMENTS CHIMIQUES

<i>Table des équivalents et des poids atomiques</i> . . . . .	529
Équivalents chimiques et électrochimiques des principaux corps. . . . .	531
Table de Mandéléeff . . . . .	532
Détermination des équivalents chimiques . . . . .	533
Table de solubilité des substances les plus importantes . . . . .	544
Tableau des densités des gaz et de quelques vapeurs, avec le poids du litre en grammes . . . . .	584
Tableau des points d'ébullition des principaux liquides organiques pour servir à l'analyse qualitative . . . . .	586
Tableau donnant la quantité des éléments cherchés correspondant aux poids des éléments trouvés. . . . .	588
Densités relatives et densités absolues de quelques gaz.	600

	Pages.
TABLEAU DES PRINCIPALES DONNÉES NUMÉRIQUES RELATIVES A LA THERMOCHEMIE . . . . .	601
Formation des gaz par l'union des éléments gazeux, les composés étant rapportés à un même volume 22 lit. 32 (1 + $\alpha t$ ) sous la pression normale . . . .	602
Formation des sels solides, depuis l'acide et la base anhydres, tous deux solides . . . . .	604
Formation des sels solides, depuis l'acide anhydre gazeux et la base solide . . . . .	605
Formation des sels solides, depuis l'acide hydraté et la base hydratée, tous deux solides . . . . .	606
Formation des sels ammoniacaux solides . . . . .	608
Formation des principales combinaisons chimiques, les composants et les composés étant pris, dans leur état actuel, à + 15°. — Métalloïdes . . . . .	610
Formation des oxydes métalliques . . . . .	620
Formation des chlorures métalliques . . . . .	624
Formation des bromures métalliques . . . . .	628
Formation des iodures métalliques . . . . .	630
Formation des fluorures . . . . .	632
Composés métalliques divers . . . . .	633
Formation des sulfures métalliques . . . . .	634
Formation des sélénures et tellures métalliques, depuis le sélénium métallique et le tellure cristallisé . . . . .	636
Formation des composés cyaniques . . . . .	638
Formation des principaux oxydes solides, depuis leurs éléments pris dans leur état actuel . . . . .	642
Décompositions multiples d'un composé explosif . . . .	645
Hydratation des acides et des bases anhydres . . . .	646
Hydrates secondaires, vers 15 degrés . . . . .	648
Formation des principaux sels, dans l'état dissous ou précipité, au moyen des acides dissous (1 équiv. dissous dans 2 litres ou 4 litres de liqueur) vers 15 degrés . . . . .	650
Formation des sels alcalins des acides polybasiques, l'équivalent de la base étant dissous dans 2 litres de liqueur aqueuse, et l'acide dans un volume d'eau équivalent, vers 15 degrés . . . . .	652
Formation des sels dissous. — Acides divers, vers 15 degrés . . . . .	654
Formation des sels dissous. — Bases diverses, vers 15 degrés . . . . .	660
Chaleur dégagée dans la formation des composés organiques depuis leurs éléments : carbone diamant, hydrogène gazeux, oxygène gazeux, azote gazeux, etc.	662

	Page.
Formation des éthers au moyen des alcools. Etat actuel des composants et des composés. . . . .	676
Formation des éthers et des alcools dans leur état actuel, au moyen des carbures d'hydrogène. . . . .	678
Formation des aldéhydes et des acides organiques par oxydation. . . . .	680
Divers composés organiques. . . . .	682
Substitutions. . . . .	686
Etats isomériques des corps simples. . . . .	688
Chaleur de dissolution, dans l'eau, des principaux corps gazeux, rapportés à un même volume (22 lit. 3. [1 + $\alpha t$ ]), sous la pression normale. . . . .	68
Chaleur de fusion des éléments et de quelques-uns de leurs composés. . . . .	691
Chaleur de volatilisation (chaleur latente) des éléments et de leurs principaux composés, rapportés à un même volume gazeux (22 lit. 32) sous la pression atmosphérique. . . . .	692

## DOCUMENTS PHYSIQUES

Tableau de correspondance des densités avec les degrés de quelques aréomètres. . . . .	695
Comparaison des échelles de Beck et de Baumé pour les liquides plus lourds que l'eau, avec les densités. . . . .	699
Comparaison des différents thermomètres. . . . .	700
Table des densités de l'eau aux températures ordinaires. . . . .	704
Multiples du coefficient de dilatation du verre. . . . .	705
Table des valeurs de $1 + 0,00367 t$ et de leurs logarithmes pour la correction des volumes gazeux et le calcul des densités de vapeur. . . . .	705
Transformation des colonnes d'eau en colonnes de mercure pour la lecture des volumes gazeux. . . . .	709
Tables comprenant les diverses valeurs de $\log \frac{1 + 0,00367 t}{1 + 0,0812932 t}$ pour le calcul du poids de l'air et celui des densités de vapeur. . . . .	710
Table des densités à + 12,5 correspondant aux degrés d'un aréomètre Baumé. . . . .	712
Comparaison des aréomètres moins lourds que l'eau, et densités à + 15° des mélanges d'eau et d'alcool contenant pour 100 volumes $n$ volumes d'alcool absolu (n = degrés Gay-Lussac). . . . .	713

	Pages.
Table pour le calcul du poids d'un volume donné de gaz mesuré 0° et à la pression de 760 mm.	716
Table des valeurs du coefficient $1 + 0,00366 t$ .	718
Tableau des forces élastiques de la vapeur d'eau.	719
Réduction à 0° des hauteurs du baromètre à échelle gravée sur verre.	720
Table des mélanges réfrigérants.	723
Poids spécifiques et densités des gaz.	724
Tableau des poids spécifiques et densités des gaz.	726
Rapport du poids de l'air au poids de l'eau.	730
Poids du litre d'air.	730
Densités des solides, celle de l'eau à 4 degrés étant prise pour unité.	731
Densité des liquides, celle de l'eau à 4 degrés étant prise pour unité.	733
Densité des minéraux, celle de l'eau entre 10 et 16 degrés étant prise pour unité.	734
Densité de roches diverses, employées pour les constructions, l'ornement et la statuaire.	750
Densité des pierres employées dans la joaillerie.	751
Densités de substances diverses : métaux, verres et porcelaines, bois, etc.	753
Evaluation des températures élevées.	755
Équivalent mécanique de la chaleur.	755
Points de fusion et d'ébullition.	756
Dilatation linéaire des solides, pour 1 degré dans l'intervalle de zéro à 100 degrés.	760
Dilatation cubique du verre pour 1 degré dans l'intervalle de zéro à 100 degrés.	763
Dilatation cubique du verre.	764
Dilatation des gaz sous une pression constante et voisine de la pression normale.	765
Tableau des dilatations des métaux et des divers autres corps solides.	766

## DOCUMENTS MINÉRALOGIQUES

CORRESPONDANCE DES ROTATIONS CRISTALLOGRAPHIQUES	769
Type cubique	769
Type quadratique	769
Type rhomboédrique	771
Type clinorhombique	773
Type anorthique	775

	Pages.
Tableau minéralogique donnant la composition et les caractères des principales espèces minérales . . .	776
PRINCIPES DICHOTOMIQUES POUR LA RECONNAISSANCE DES SUBSTANCES MINÉRALES . . . . .	794

## DOCUMENTS MATHÉMATIQUES

<i>Table des puissances, racines, logarithmes vulgaires (ou de Briggs), valeurs réciproques, circonférences et surfaces de cercles. . .</i>		917
APPENDICE. . . . .		
Conversion des toises, pieds, pouces en mètres et décimales du mètre. . . . .		941
Conversion des lignes en millimètres. . . . .		942
Conversion des millimètres en lignes. . . . .		942
Conversion des centimètres et décimètres en pieds, pouces et lignes. . . . .		943
Conversion des mètres en toises et en toises, pieds, pouces et lignes . . . . .		944
Conversion des mètres en pieds, pouces, lignes et décimales de ligne. . . . .		945
Conversion des toises carrées et cubes en mètres carrés et cubes. . . . .		946
Conversion des mètres carrés et cubes en toises carrées et cubes. . . . .		946
Conversion des pieds carrés et cubes en mètres carrés et cubes. . . . .		947
Conversion des mètres carrés et cubes en pieds carrés et cubes. . . . .		947
Conversion des hectolitres en setiers et des setiers en hectolitres, le setier étant de 12 boisseaux anciens et le boisseau de 13 litres. . . . .		948
Conversion des anciens poids en nouveaux. . . . .		949
Conversion des nouveaux poids en anciens. . . . .		950
Conversion des kilogrammes en livres et décimales de la livre. . . . .		952
MESURES ANGLAISES. . . . .		
Conversion des pouces et fractions de pouces anglais en millimètres. . . . .		953
Conversion des pieds anglais en mètres. . . . .		954
Conversion des livres anglaises par pouce carré en kilogrammes par centimètre carré, et réciproquement . . . . .		954
MESURE DES DIVERS PAYS. — Allemagne, — Autriche-Hongrie, — Belgique, — Chine, — Danemarck, — Egypte, —		

	Pages.
Espagne, — Etats-Unis d'Amérique, — Grèce, —	
Hollande, — Italie, — Norvège, — Portugal, —	
Roumanie, — Russie, — Suède, — Turquie. . .	955
<i>Table des monnaies françaises</i> . . . . .	959

