

ABRÉGÉ
DE CHIMIE

J. PELLOUÉ ET E. FRÉMY



BIBLIOTECA

FACULTAD DE MEDICINA

BIBLIOTECA

BIBLIOTECA

FAC. DE MED. U. A. N. L.

PARIS

VICTOR MASSON ET FILS

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

11, rue de la Harpe, Paris

MDCCLXXIX



MÉTAUX

SECRETARIA

GÉNÉRALITÉS SUR LES MÉTAUX.

Tous les métaux sont solides à la température ordinaire, à l'exception du mercure, qui est liquide.

La plupart des métaux possèdent un éclat caractéristique, qu'ils perdent quand on les amène à un grand état de division, et donnent alors des poudres qui sont ordinairement noires ou grises et redeviennent brillantes lorsqu'on les frotte avec un corps dur.

Les métaux pris en masse sont tous opaques, mais la lumière peut les traverser s'ils sont réduits en feuilles d'une grande minceur. C'est ainsi qu'une feuille d'or battu paraît verte quand on la place entre l'œil et la lumière.

La couleur ordinaire des métaux est le blanc plus ou moins gris ; on peut modifier singulièrement ces apparences, en faisant réfléchir plusieurs fois un même faisceau de rayons lumineux sur la surface d'un même métal, comme l'a montré M. Bénédicte Prévost. On trouve ainsi que l'argent est jaune, l'or rouge et le cuivre écarlate ; on s'explique ce phénomène, si l'on remarque que les rayons lumineux tombant sur un métal y sont en partie absorbés, en partie réfléchis ; ce sont ces derniers qui nous donnent, en arrivant à l'œil, la sensation de la couleur des corps. Par des réflexions multiples d'un même faisceau, on élimine la lumière blanche mélangée à la lumière réfléchie, et celle-ci apparaît alors avec sa nuance particulière.

Les métaux sont en général inodores ; cependant l'étain, le cuivre, le fer, le plomb, exhalent une odeur désagréable, surtout quand on les frotte avec la main.

Quelques métaux ont une saveur particulière et désagréable, le fer et l'étain, par exemple.

Les métaux sont plus lourds que l'eau, à l'exception toutefois du potassium, du sodium et de quelques autres métaux des deux premières sections : l'érouissage augmente ordinairement leur densité. Nous donnons, dans le tableau suivant, la densité des principaux métaux.

DENSITÉ DES PRINCIPAUX MÉTAUX.

Platine	laminé.....	22,069	Cuivre rouge fondu.....	8,788
		passé à la filière.....		21,041	Molybdène.....	8,615
Or....	forgé.....	20,336	Nickel fondu.....	8,279
		21,150		Zinc fondu.....	7,861
Tungstène.....	forgé.....	19,361	Cobalt fondu.....	7,811
		19,258		Fer en barre.....	7,788
Iridium.....	.....	17,600	Manganèse.....	7,500
		21,150		Étain fondu.....	7,291
Mercure.....	.....	13,598	Fer fondu.....	6,712
		11,862		Antimoine fondu.....	5,900
Ruthénium fondu.....	.....	11,400	Chrome.....	5,300
		11,352		Titane.....	2,500
Plomb fondu.....	.....	11,300	Aluminium.....	0,972
		12,100		Sodium.....	0,865
Rhodium fondu.....	.....	10,474	Potassium.....	0,598
		21,300		Lithium.....	0,598
Argent fondu.....	.....	9,832		
		8,878		
Osmium.....	.....		
Bismuth fondu.....	.....		
Cuivre en fil.....	.....		

La dureté des métaux est très-variable ; quelques-uns, comme le plomb, l'étain, sont très-mous ; d'autres, comme le fer, l'antimoine, sont fort durs ; la présence de petites quantités de carbone, de silicium, d'arsenic, de phosphore, augmente la dureté des métaux.

La ductilité est la propriété dont jouissent les métaux de s'allonger en fils, lorsqu'on les étire en les passant à la filière.

La malléabilité est la propriété que possèdent les métaux de se réduire en feuilles minces par l'action du marteau du laminoir. Les métaux ou les alliages qui ont subi l'action du marteau, de la filière ou du laminoir, deviennent presque toujours durs et cassants ; pour continuer à les réduire en fils ou en lames, il faut les recuire de temps en temps, c'est-à-dire les chauffer au rouge et les laisser refroidir lentement. Les métaux sont différemment ductiles et malléables ; nous classerons ici les principaux métaux d'après leur ductilité et leur malléabilité.

ORDRE DE DUCTIBILITÉ.

Or.
Argent.
Platine.
Fer.
Cuivre.
Zinc.
Étain.
Plomb.

ORDRE DE MALLÉABILITÉ.

Or.
Argent.
Cuivre.
Étain.
Platine.
Plomb.
Zinc.
Fer.

La malléabilité et la ductilité sont en général augmentées par la chaleur.

La ténacité est la force qui s'oppose à la rupture ; cette propriété est très-variable pour les différents métaux.

On compare les métaux, sous le rapport de la ténacité, en évaluant les poids qui déterminent la rupture des fils de même diamètre.

Des fils métalliques de 2 millimètres de diamètre se rompent sous les poids suivants :

	k		
Fer.....	249,159	Or.....	68,216
Cuivre.....	137,399	Étain.....	24,200
Platine.....	124,000	Zinc.....	12,710
Argent.....	85,062	Plomb.....	9,000

Quand les métaux sont élastiques et sonores, ces propriétés sont d'autant plus développées qu'ils ont plus de dureté. Cette remarque paraît s'étendre aux alliages : ainsi le bronze, formé de cuivre et d'étain, est plus dur et aussi plus sonore que chacun de ces métaux.

La cassure présente différents aspects importants à considérer dans les métaux, car ils permettent souvent de les distinguer les uns des autres. Ainsi la cassure est lamelleuse dans le bismuth, l'antimoine ; grenue dans l'étain, etc.

Les métaux peuvent affecter des formes cristallines bien définies, qui sont, en général, l'octaèdre, le cube ou les formes qui en dérivent. Quelques métaux, comme l'antimoine, cristallisent en rhomboédres.

Les métaux sont de tous les corps simples ceux qui conduisent le mieux la chaleur et l'électricité. L'inégale conductibilité des métaux pour la chaleur est importante à connaître pour certaines opérations ; pour la distillation des liquides par exemple : le métal le plus conducteur chauffe le plus rapidement la liqueur.

Les métaux peuvent être rangés dans l'ordre suivant par rapport à la conductibilité pour la chaleur :

Argent.....	1000	Fer.....	119
Cuivre.....	736	Plomb.....	85
Or.....	532	Platine.....	84
Zinc.....	193	Bismuth.....	18
Étain.....	145		

(MM. Wiedemann et Franz.)

L'inégale conductibilité pour l'électricité présente aussi un grand intérêt depuis l'extension de la télégraphie ; elle explique pourquoi on préfère le cuivre au fer chaque fois qu'on n'a pas besoin d'une très-grande ténacité, comme pour les fils des sonneries électriques employées dans les appartements.

On a classé ainsi les différents métaux d'après leur conductibilité électrique :

Cuivre.....	10000	Fer.....	1580
Or.....	9360	Étain.....	1550
Argent.....	7360	Plomb.....	830
Zinc.....	2850	Mercuré.....	345
Platine.....	1880	Potassium.....	133

(M. Becquerel.)

La fusibilité des métaux est très-variable. Les uns, comme le plomb, l'étain, fondent bien au-dessous du rouge ; d'autres, comme le platine, le rhodium, l'iridium, ne fondent qu'à la chaleur d'une pile énergique ou du chalumeau à gaz oxygène

et hydrogène, ou encore au foyer d'une lentille de grandes dimensions.

Le tableau suivant donne l'ordre de fusibilité des principaux métaux :

Mercure.....	— 39°	Manganèse. Entre la fonte et le fer.
Potassium.....	+ 55	Nickel. Id.
Sodium.....	90	Fer forgé..... 2118°
Étain.....	230	Palladium.....
Bismuth.....	264	Molybdène.....
Plomb.....	332	Uranium.....
Cadmium.....	360	Tungstène.....
Zinc.....	410	Chrome.....
Antimoine.....	432	Titane.....
Argent.....	1000	Cérium.....
Cuivre.....	1092	Osmium.....
Or.....	1250	Iridium.....
Fonte grise.....	1587	Rhodium.....
Acier. Entre la fonte et le fer.		Platine.....

Volatilité. — Plusieurs métaux sont assez volatils pour qu'on puisse utiliser cette propriété pour les extraire de leurs minerais ou pour les séparer des autres métaux. Tels sont le mercure, le cadmium, le potassium, le sodium, le magnésium et le zinc.

Le mercure bout à.....	360°	Le sodium bout au rouge.
Le cadmium, à.....	860	Le zinc, à..... 1040°
Le potassium, au rouge.		Le magnésium, vers..... 1040°

D'autres, comme le plomb, l'argent et l'or, sont sensiblement volatils quand on les chauffe au-dessus de leur point de fusion ; il en résulte souvent dans la pratique une perte notable, mais ils ne peuvent néanmoins être distillés. Il n'est aucun métal qui soit absolument fixe, le platine lui-même a pu être volatilisé (H. Sainte-Claire Deville).

ACTION DE L'OXYGÈNE, DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE ET DE L'EAU SUR LES MÉTAUX.

Quelques métaux, comme le potassium, le sodium, absorbent l'oxygène à la température ordinaire ; mais la plupart des métaux ne sont oxydés qu'à l'aide d'une température plus élevée. D'autres métaux, tels que l'or, le platine, le palladium, l'iridium, n'absorbent l'oxygène à aucune température.

L'air sec agit sur les métaux comme l'oxygène, mais avec moins d'énergie ; l'air humide les oxyde plus rapidement que l'air sec ; il se forme alors des oxydes qui sont ordinairement hydratés et carbonatés.

Plusieurs métaux peuvent décomposer l'eau à la température ordinaire, comme le potassium et le sodium ; d'autres, comme le fer, l'étain, l'antimoine, etc., n'agissent sur l'eau qu'à une température voisine du rouge. Certains métaux, tels que l'or, le

platine, n'exercent aucune action sur l'eau, même sous l'influence d'une température rouge.

Les acides déterminent quelquefois la décomposition de l'eau par les métaux ; l'oxygène de l'eau s'unit, dans ce cas, au métal pour former un oxyde qui se combine avec l'acide, tandis que l'hydrogène se dégage. Certains acides, comme l'acide azotique, l'acide sulfurique concentré, peuvent même céder une partie de leur oxygène aux métaux.

CLASSIFICATION DES MÉTAUX.

La meilleure classification des métaux a été proposée par Thenard : nous l'adopterons, sauf les modifications introduites par M. Regnault, qui, du reste, laisse subsister entièrement les bases de la classification de Thenard.

Les métaux sont classés en six sections d'après leur degré d'affinité pour l'oxygène.

Cette affinité est constatée :

- 1° Par l'action que l'oxygène exerce sur les métaux ;
- 2° Par l'action de la chaleur sur les oxydes, et par la réduction plus ou moins facile de ces oxydes ;
- 3° Par la décomposition que les métaux font éprouver à l'eau directement ou en présence des acides.

PREMIÈRE SECTION. — *Potassium, sodium, * lithium, * rubidium, * cæsium, * thallium, * baryum, * strontium, calcium.*

Ces métaux absorbent l'oxygène à une basse température : leurs oxydes résistent à la température la plus élevée et ne sont décomposés que très-difficilement par les corps avides d'oxygène. Ils décomposent l'eau à froid en dégageant de l'hydrogène.

DEUXIÈME SECTION. — *Aluminium, magnésium, * glucinium, * zirconium, * thorium, * yttrium, * cérium, * lanthane, * didyme, manganèse, * uranium, * niobium, * erbium, * terbium.*

La plupart de ces métaux absorbent l'oxygène à une température peu élevée ; leurs oxydes sont en général aussi difficiles à réduire que les précédents. Mais ces métaux ne décomposent l'eau qu'entre 100 et 200°, et quelquefois seulement au rouge sombre.

TROISIÈME SECTION. — *Fer, * nickel, * cobalt, * zinc, * cadmium, * chrome, * vanadium.*

Ces métaux n'absorbent l'oxygène qu'à une température assez élevée ; leurs oxydes, indécomposables par la chaleur, sont facilement réduits par l'hydrogène, le charbon, l'oxyde de carbone. Ces métaux ne décomposent l'eau qu'au rouge ou à la température ordinaire en présence des acides.

QUATRIÈME SECTION. — *Étain, * tungstène, * molybdène, * osmium, * tantale, * titane, antimoine.*

Ces métaux se distinguent des précédents en ce qu'ils ne décomposent pas l'eau en présence des acides, bien qu'ils la décomposent au rouge. Mais comme ils ont une grande tendance

à s'acidifier, ils décomposent l'eau en présence des bases énergiques, comme la potasse.

CINQUIÈME SECTION. — *Bismuth, plomb, cuivre.*

Ces métaux ne décomposent la vapeur aqueuse que lentement et à une température très-élevée; leurs oxydes ne sont pas réduits par la chaleur.

SIXIÈME SECTION. — *Mercure, argent, * rhodium, * palladium, * ruthénium, platine, or.*

Cette section comprend les métaux appelés *nobles*, qui ne décomposent pas l'eau, et dont les oxydes sont réduits par la chaleur.

On peut remarquer que les métaux de la première section forment les bases les plus énergiques; ceux de la seconde donnent des bases moins énergiques, et quelques-uns, des acides. Dans la troisième on trouve, parmi les oxydes d'un même métal, des bases et des acides; la quatrième donne surtout des acides.

Les métaux sont quelquefois divisés:

1° *En métaux alcalins*: potassium, sodium, * lithium, * rubidium, * cæsium, * thallium;

2° *En métaux alcalino-terreux*: calcium, baryum, * strontium;

3° *En métaux terreux*: aluminium, magnésium, * glucinium, * zirconium, * yttrium, * erbium, * terbium, * thorium, * niobium, * cérium, * lanthane, * didyme;

4° *En métaux proprement dits*: manganèse, fer, * chrome, zinc, * cadmium, * cobalt, * nickel, étain, * titane, antimoine, bismuth, plomb, cuivre, * uranium, * molybdène, * vanadium, * tungstène, * tantale, mercure, argent, or, platine, * osmium, * iridium, * rhodium, * palladium, * ruthénium.

Alliages. — On donne le nom d'*alliages* aux produits qui résultent de la combinaison ou du mélange de plusieurs métaux. Les métaux manifestent souvent beaucoup d'affinité les uns pour les autres. Le mercure se combine à la température ordinaire avec un grand nombre de métaux. Quand on plonge du platine en feuilles minces dans de l'étain en fusion, il se produit un grand dégagement de chaleur: il en est de même lorsqu'on mêle du cuivre et du zinc qu'on a d'abord fondus séparément.

Les métaux peuvent former des combinaisons à proportions définies. Ainsi, quand on fait fondre de l'étain et du plomb mélangés en proportions quelconques et qu'on suit la marche d'un thermomètre plongé dans le bain métallique, on observe que la température s'abaisse peu à peu, et reste toujours stationnaire à 187°. Ce point fixe correspond à la solidification d'un alliage qui peut être représenté par la formule $PbSn^3$, on connaît aussi les alliages $ZnSn^3$, $BiSn^3$, $PbBi^3$. (M. Rudberg.) Des expériences analogues ont été faites sur les alliages ternaires de zinc, d'étain et de plomb; on a obtenu un alliage défini $ZnSn^3, 2PbSn^3$ qui se solidifie à 168°.

Le plus souvent les alliages doivent être considérés comme des mélanges de différents métaux, en excès plus ou moins considérable, avec des combinaisons définies formées par ces

mêmes métaux. Ces combinaisons (ou même les métaux isolés lorsque leurs points de fusion sont très-éloignés des autres), se séparent pendant le refroidissement du bain métallique et se solidifient successivement en se superposant d'après l'ordre de leurs densités. Ce phénomène est connu sous le nom de *liquation*: on le met quelquefois à profit pour opérer la séparation des métaux, et notamment celle du plomb et de l'argent. Il est souvent très-difficile d'obtenir des alliages homogènes, à cause des phénomènes de liquation. Aussi, l'analyse accuse-t-elle des différences souvent assez grandes entre les diverses parties d'un même alliage.

Il en est de même pour les composés dans lesquels il entre du mercure et qu'on désigne sous le nom d'*amalgames*; ce sont des composés définis délayés dans un excès de mercure.

Les propriétés physiques des alliages participent en général de celles des métaux qui les composent.

La densité d'un alliage est rarement égale à la densité moyenne des éléments dont il est formé; on ne peut guère citer que les alliages de cuivre et de bismuth, pour lesquels cette égalité existe. On observe une augmentation de volume quand on fait fondre: l'or avec le cuivre, le fer avec l'étain; le platine avec le plomb, etc. Il se produit au contraire une diminution de volume quand on fait fondre: l'or avec l'argent, le plomb, le bismuth, le zinc; l'argent avec le cuivre, le plomb, l'étain, le bismuth, le zinc, l'antimoine (Kraft et Gellert).

Le point de fusion d'un alliage est toujours inférieur à celui du métal le moins fusible et très-souvent à celui du métal le plus fusible qui entre dans la composition de l'alliage.

Les propriétés chimiques des alliages se composent de l'ensemble des propriétés chimiques de leurs éléments: Cependant les alliages formés par des métaux dont les oxydes peuvent se combiner entre eux s'oxydent bien plus rapidement que les métaux isolés; ainsi l'alliage de 3 parties de plomb et 1 partie d'étain s'enflamme au contact de l'air quand on le chauffe au rouge sombre et se transforme en potée d'étain (mélange d'oxydes de plomb et d'étain).

Les alliages se préparent le plus souvent par l'action directe des métaux les uns sur les autres.

COMPOSITION DES PRINCIPAUX ALLIAGES.

Monnaies d'or.....	{ Or.....	900
	{ Cuivre.....	100
Monnaies d'argent.....	{ Argent.....	900
	{ Cuivre.....	100
Vaisselle et bijouterie d'or.....	{ Or.....	750 à 920
	{ Cuivre.....	250 à 80
Vaisselle d'argent.....	{ Argent.....	950
	{ Cuivre.....	50
Bijoux d'argent.....	{ Argent.....	800
	{ Cuivre.....	200
Bronze d'aluminium.....	{ Cuivre.....	90 à 95
	{ Aluminium.....	10 à 5

Bronze des monnaies et des médailles.....	{ Cuivre.....	94 à 96
	{ Étain.....	4 à 6
	{ Zinc.....	1 à 0,5
Bronze des canons.....	{ Cuivre.....	100
	{ Étain.....	11
Bronze des cloches.....	{ Cuivre.....	78
	{ Étain.....	22
Bronze des tantams et cymbales.....	{ Cuivre.....	80
	{ Étain.....	20
Laiton.....	{ Cuivre.....	65
	{ Zinc.....	35
Maillechort.....	{ Cuivre.....	50
	{ Zinc.....	25
	{ Nickel.....	25
Caractères d'imprimerie.....	{ Plomb.....	80
	{ Antimoine.....	20
Chrysocale.....	{ Cuivre.....	90
	{ Zinc.....	10
Métal anglais.....	{ Étain.....	100
	{ Antimoine.....	8
	{ Bismuth.....	1
Mesures pour les liquides.....	{ Cuivre.....	4
	{ Étain.....	82
	{ Plomb.....	18
Soudure des plombiers.....	{ Étain.....	66
	{ Plomb.....	33
Alliage des potiers d'étain (vaisselle et robinets).....	{ Étain.....	92
	{ Plomb.....	8

GÉNÉRALITÉS SUR LES OXYDES MÉTALLIQUES.

On donne ce nom aux composés binaires formés par la combinaison des métaux avec l'oxygène.

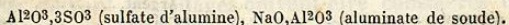
Les oxydes peuvent être divisés en cinq classes, savoir :

- 1° Les oxydes basiques;
- 2° Les oxydes acides (acides métalliques);
- 3° Les oxydes neutres ou indifférents;
- 4° Les oxydes salins.
- 5° Les oxydes singuliers.

Les oxydes basiques se combinent avec les acides. Ceux qui appartiennent aux métaux de la première section ont la propriété de neutraliser les acides, de verdier le sirop de violettes et de ramener au bleu la teinture de tournesol rougie par les acides.

Les oxydes acides possèdent les propriétés des acides, neutralisent les bases, forment avec elles des sels, et rougissent sous la teinture de tournesol.

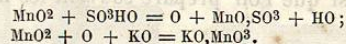
Les oxydes indifférents sont ceux qui se combinent tantôt avec les acides, tantôt avec les bases pour former des sels : l'alumine est dans ce cas; exemple :



Les oxydes salins sont ceux qui résultent de la combinaison de

deux oxydes d'un même métal, l'un fonctionnant comme acide, l'autre comme base : ainsi, l'oxyde rouge de manganèse Mn^2O^3 peut être considéré comme une combinaison de Mn^2O^3 et de MnO ; dans ce cas, Mn^2O^3 joue le rôle d'acide. De même l'oxyde de fer magnétique Fe^3O^4 peut être représenté par Fe^2O^3 , FeO ; le sesqui-oxyde de fer fonctionne alors comme acide. Le minium $\text{Pb}^3\text{O}^4 = \text{PbO}^2, 2\text{PbO}$ est une combinaison d'acide plombique PbO^2 et de protoxyde de plomb PbO .

Les oxydes singuliers ne se combinent jamais ni avec les acides, ni avec les bases; ordinairement ils se transforment en bases quand on leur enlève de l'oxygène, et en acides quand on leur en ajoute. Ex :



Action de la chaleur sur les oxydes. — Les oxydes des métaux de la sixième section perdent leur oxygène et sont ramenés à l'état métallique par l'action de la chaleur.

Aucun des autres oxydes n'est réduit complètement par la chaleur, mais certains acides métalliques, comme les acides chromique, permanganique, plombique, quelques peroxydes, comme ceux de manganèse, de cuivre, perdent une partie de leur oxygène lorsqu'on les chauffe.

Les oxydes métalliques sont d'ailleurs presque tous fixes. La plupart ne fondent qu'à une température très-élevée.

Action de la pile. — Tous les oxydes, à l'exception des oxydes terreux, peuvent être décomposés par la pile. Lorsqu'on met un oxyde en contact avec les deux pôles d'une pile énergétique, on voit bientôt le métal réduit apparaître au pôle négatif.

Quand le métal peut s'amalgamer, on facilite la décomposition de l'oxyde en se servant du mercure : on donne à l'oxyde légèrement humecté la forme d'une coupelle, que l'on remplit de mercure. Cette coupelle est mise sur une plaque métallique, qui communique avec le pôle positif de la pile, tandis que le pôle négatif plonge dans le mercure : on obtient, au bout d'un certain temps, un amalgame qui, par la distillation, donne le métal de l'oxyde.

Action de l'oxygène. — Plusieurs oxydes absorbent l'oxygène lorsqu'ils sont en contact avec ce gaz ou avec l'air, soit à la température ordinaire, soit à une température élevée : tels sont les protoxydes de potassium, de sodium, de baryum, de fer, de manganèse, d'étain, de cuivre, de plomb, etc.

Les hydrates de protoxyde de fer, de manganèse, d'étain, de cuivre, absorbent rapidement l'oxygène de l'air, et se changent en de nouveaux oxydes qui ont pour formules : Fe^2O^3 ; Mn^2O^3 ; SnO^2 ; CuO .

Action de l'hydrogène. — L'hydrogène réduit, sous l'in-