

LES ÉLÉMENTS  
CHIMIQUES  
ET LES  
HOMMES

JEAN TALBOT

---

SIRPE

LES ÉLÉMENTS CHIMIQUES  
ET LES HOMMES



JEAN TALBOT

PROFESSEUR HONORAIRE À L'UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE (PARIS VI)  
ANCIEN DIRECTEUR DE L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE CHIMIE DE PARIS

LES  
ÉLÉMENTS  
CHIMIQUES  
ET LES  
HOMMES

*FAITS,  
TRAITS ET PORTRAITS  
DES ACTEURS DE LA DÉCOUVERTE  
DES CORPS SIMPLES DE LA CHIMIE*

SIRPE éditeur, Paris  
MCMXCV

ISBN 2-906643-09-2

Édité par SIRPE, 76 rue de Rivoli, F-75004 Paris

Imprimé en France par l'Imprimerie Nouvelle, 45800 Saint-Jean-de-Braye

N° Imprimeur : 26766. N° Editeur : 10. Dépôt légal : 2<sup>ème</sup> trimestre 1995

© SIRPE, Paris, 1995

Tous droits, en particulier celui de la traduction en toute langue étrangère, réservés. Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite sans l'autorisation expresse de l'éditeur. Toute copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constituerait une contrefaçon passible des peines prévues par la Loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteur.

## AVANT-PROPOS

À L'OCCASION D'UN CONGRÈS, d'un colloque ou d'une journée d'étude, je ne sais plus exactement, je me trouvai un jour amené à prendre la parole pour remercier les auditeurs d'avoir choisi de participer à nos travaux dont ils avaient pu mesurer tout l'intérêt et les perspectives qu'ils offraient pour l'organisation d'un nouveau congrès, d'un colloque ou d'une journée d'étude, sur un sujet qui s'imposait de lui-même.

Les participants étaient pour la plupart des métallurgistes et des spécialistes des études sur la corrosion métallique, on dit quelquefois des corrosionnistes, connaissant parfaitement leur discipline, qu'il s'agisse d'ingénieurs, d'universitaires ou de chercheurs.

Revenons à ce colloque. Plutôt que de faire, comme il est coutume, une analyse des beaux travaux qui avaient été présentés, je choisis de raconter des anecdotes en rapport avec notre commune activité, convaincu que cela présente un intérêt certain, même si c'est considéré très souvent comme de la "petite histoire". Est il une meilleure référence que celle de Henry Le Châtelier\* qui écrit dans son livre "Leçons sur le carbone" à propos des méthodes pédagogiques de Henri Sainte-Claire Deville\* : *« En fait, les anecdotes tenaient une large place et Sainte-Claire Deville prenait prétexte de ces anecdotes, par exemple l'histoire du chien et de l'os ou celle du phosphore noir, pour montrer combien sont nombreuses les circonstances dont dépend le succès de l'expérience chimique, même la plus simple, combien nombreuses sont les causes d'erreurs dans les conséquences que nous tirons de nos expériences »*.

Le Châtelier ajoute : « *Tandis que nous écoutions en souriant ces histoires et les jugions bien peu sérieuses, notre intelligence se trouvait à notre insu façonnée dans un certain moule dont l'empreinte devait subsister pour notre existence entière. C'est le but essentiel de l'enseignement oral; pour apprendre uniquement les listes de faits, les livres suffisent* ».

Il se trouve que je me suis intéressé depuis près de trente ans au grand chimiste Louis Nicolas Vauquelin\* pour une raison qui est toute simple : je suis né dans un village du Calvados situé à quelques kilomètres de Saint-André d'Hébertot où il naquit et passa sa jeunesse. De plus, j'ai toujours admiré l'ampleur et la qualité de ses travaux d'analyste et la grandeur de ses qualités morales. Je fus donc amené tout naturellement à parler du chrome, découvert par Vauquelin, ce métal qui est à la base de la conception des aciers dits inoxydables, et je posais la question : Est-il nécessaire de vous demander qui a découvert le chrome ? Personne parmi ces spécialistes de l'anticorrosion ne put me donner la réponse qui convenait, à mon grand étonnement. L'expérience répétée dans d'autres assemblées de corrosionnistes aboutit au même résultat.

C'est un fait, on connaît bien des choses sur les grands écrivains, les peintres ou les musiciens à qui l'on doit en grande partie la formation de notre culture littéraire ou artistique, mais il est moins dans nos habitudes de nous intéresser à la vie et aux travaux de grands savants qui ont non seulement transmis leur savoir, mais également contribué à rendre meilleure notre condition humaine, qu'il s'agisse de notre vie quotidienne ou de notre santé, et aussi de notre culture. Il ne peut être tenu à l'écart de celle-ci tout ce qui concerne la science et la technique. Au siècle où nous vivons et qui est caractérisé par elles, ce serait ridicule, même si on déplore quelquefois que les découvertes scientifiques aient engendré des conséquences catastrophiques pour l'homme. Mais, n'y a-t-il pas eu des théories socio-philosophiques qui se soient révélées elles aussi catastrophiques pour l'humanité ?

Cette étude a pour objet de passer en revue les éléments actuellement connus et d'indiquer pour chacun d'eux, lorsque la chose est possible, à quelle date, par qui et comment ils ont été découverts. Je ne me suis donc pas fait une obligation pour cet exposé de suivre avec rigueur la classification de Mendéléev\*. Cependant, j'ai essayé de tenir le plus grand compte de l'existence des différents groupes et familles d'éléments. Pour chacun des éléments, le symbole et le numéro atomique figurent au début du paragraphe qui le concerne.

Mais ne convenait-il pas de souligner que la connaissance des éléments est inséparable de celle des chimistes qui ont le plus contribué

à nous les faire connaître? Je me propose donc de donner une brève biographie de ceux qui ont pris une part prépondérante dans cette grande œuvre. On trouvera en outre, rassemblé dans un même chapitre, un rappel de la vie des plus grands d'entre eux qui, souvent sans découvrir de nouveaux éléments, ont contribué pour une part essentielle à la conception et à la diffusion des théories nouvelles rendues nécessaires par la découverte même de nouveaux éléments. Leur nom est suivi d'un astérisque dans le texte, qui renvoie à ce chapitre spécial.

Enfin, dans une dernière partie, pour mieux situer le cadre dans lequel travaillaient les chimistes des siècles passés, j'ai rassemblé divers renseignements qui concernent notamment la genèse et le développement de l'enseignement de la chimie dans notre pays ainsi que certaines techniques de laboratoire qui, dès leur naissance, furent particulièrement fructueuses.

Il ne s'agit donc pas ici d'une histoire de la chimie à visée plus ou moins épistémologique. Mais j'ai pensé que ceux qui ont beaucoup fait pour le progrès de nos connaissances méritaient d'être honorés et qu'il convenait que leur nom soit rappelé de temps en temps.

La classification périodique de Mendéléév est un des moments les plus hauts de l'histoire des éléments chimiques. Elle est à la fois la vision holistique de la réalité que constituent tous ensemble les éléments chimiques connus et inconnus et la justification des réflexions et des efforts sans lesquels leur découverte n'aurait pas l'histoire que nous lui connaissons.

Ce bref examen des travaux qui devaient aboutir à cette classification nous a paru fournir le meilleur référentiel pour aborder ici les histoires de la découverte des éléments dans leurs relations réciproques.



# 1

## *LA CLASSIFICATION PÉRIODIQUE UN FIL CONDUCTEUR*

**A**U FUR ET À MESURE DE LA DÉCOUVERTE des éléments, le besoin s'est fait sentir d'en établir une classification logique. Déjà, l'existence parmi les éléments de triades comme Cl, Br, I ou Li, Na, K avait été montrée dès 1807 par l'allemand Johann Döbereiner (1780-1849). D'autres triades furent ensuite mises en évidence, puis des regroupements de plus de trois éléments. Ce sont les valeurs du poids atomique et de la densité qui étaient choisies comme critères, notamment par Julius Meyer (1830-1895). Dumas\* prit une part importante dans le regroupement des éléments, en particulier des métalloïdes, dont le caractère acide de la plupart des combinaisons oxygénées est très net alors que les métaux donnent naissance à des oxydes basiques. L'analogie des propriétés chimiques avait conduit Dumas à classer les métalloïdes en quatre groupes :

- fluor, chlore, brome, iode,
- oxygène, soufre, sélénium, tellure,
- azote, phosphore, arsenic, antimoine,
- bore, carbone, silicium.

Alexandre Beguyer de Chancourtois (1820-1886) était professeur de géologie à l'école des mines de Paris. Il eut l'idée de placer sur une hélice, tracée sur un cylindre vertical, les symboles des éléments classés par ordre de valeur croissante des poids atomiques. La directrice du cylindre était divisée en seize parties égales, le poids atomique de l'oxygène étant égal à 16. Il observa que Li, Na, K, dont les poids atomiques

---

\* L'astérisque à la suite du nom d'un chimiste renvoie au texte le concernant dans le chapitre 5 "Brèves biographies de chimistes ayant contribué à la découverte des éléments chimiques".

sont respectivement de 7, 23 et 39 se retrouvaient sur une même verticale et O, S, Se et Te sur une autre verticale. Il en déduisit que "les propriétés des substances sont des propriétés des nombres". La "vis tellurique" de Chancourtois, qui commence à introduire l'idée de périodicité, fit long feu. L'anglais John Alexander Reina Newlands (1837-1898) observa en 1864 qu'après des périodes de sept éléments, on retrouvait des propriétés physiques et chimiques voisines. C'était sa "loi des octaves", ainsi appelée par analogie avec les gammes musicales. Son travail fut accueilli ironiquement par la Royal Society. On lui demanda même s'il n'obtiendrait pas semblable résultat en classant les éléments par ordre alphabétique. Et ses travaux tombèrent dans l'oubli.

Julius Lothar Meyer publia en 1858 une "Moderne Theorien der Chemie" dans laquelle figurait sa première table périodique, qui était encore incomplète. En 1868, alors qu'il était professeur à Carlsruhe, il traça la courbe donnant, pour chaque élément, le rapport poids atomique/densité en fonction du poids atomique. La courbe est en dents de scie et les éléments qui ont les mêmes propriétés s'y logent à des emplacements identiques. Il traça d'autres courbes montrant que la fusibilité, la volatilité, la malléabilité, les caractéristiques électrochimiques étaient des propriétés périodiques.

C'est en 1869 que Mendéléev publia son premier travail sur le sujet. Il disposait des 63 éléments alors connus et il conçut un tableau tenant compte de sa conviction que les propriétés des éléments dépendaient d'une manière périodique de leurs masses atomiques. Ce tableau, revu à plusieurs reprises, comportait six colonnes verticales, chacune d'elles correspondant à une "famille" d'éléments présentant entre eux une ressemblance chimique certaine. Dans les séries horizontales se retrouvent les éléments relativement proches par leurs poids atomiques mais dont les propriétés évoluent graduellement.

Mendéléev accompagnait son tableau des commentaires suivants :

- Les éléments disposés d'après la grandeur de leur poids atomique présentent une périodicité des propriétés.
- Les éléments qui se ressemblent par leurs fonctions chimiques présentent des poids atomiques voisins (Pt, Ir, Os) ou bien croissant uniformément (K, Rb, Cs).
- La disposition des éléments ou de leurs groupes d'après la grandeur du poids atomique correspond à leur valence.
- Les corps simples les plus répandus sur la terre ont un poids atomique faible et tous les éléments à poids atomique faible sont caractérisés par des propriétés bien tranchées. Ce sont des éléments typiques.
- La grandeur du poids atomique détermine le caractère de l'élément.
- Il faut s'attendre à la découverte de plusieurs corps simples encore

ÉTAT EN 1869 DE LA CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DE MENDÉLÉEV					
I	II	III	IV	V	VI
			Tl = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104.4	Pt = 197.4
			Fe = 56	Ru = 104.4	Ir = 198
			Ni = Co = 59	Pd = 106.6	Os = 199
H = 1			Cu = 63.4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9.4	Mg = 24	Zn = 65.2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27.4	? = 68	Ur = 116	Au = 197 ?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sb = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sn = 122	Bi = 210
		O = 16	S = 32	Se = 79.4	Te = 128 ?
	F = 19	Cl = 35.5	Br = 80	J = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85.4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87.6	Ba = 137	Pb = 20
		? = 45	Ce = 92		
		? Er = 56	La = 94		
		? Yt = 60	Di* = 92		
		? In = 75.6	Th = 118 ?		

\* Di est la didyme dont on sait que ce n'est pas un élément mais un mélange de Sm, Nd et Pr.

inconnus ressemblant par exemple à Al et Si, et ayant un poids atomique compris entre 65 et 75.

- La valeur du poids atomique d'un élément peut quelquefois être corrigée si l'on connaît ses analogues. Ainsi, le poids atomique de Te n'est pas 128, mais doit être compris entre 123 et 126.

- Certaines analogies des éléments peuvent être découvertes d'après la grandeur du poids de leurs atomes.

Le génie de Mendéléev l'avait conduit, pour tenir compte des propriétés chimiques des couples Ar-K, Co-Ni, I-Te et Th-Pa et aussi des erreurs de mesure de leur masse atomique, à ne pas suivre scrupuleusement l'ordre des masses atomiques alors connues, et surtout à ménager des cases vides pour lesquelles il donnait les propriétés des éléments qui devaient les occuper, à la manière de l'astronome Le Verrier (1811-1877) dont les calculs permirent la découverte, en 1846, de Neptune. Cette hypothèse se révéla tout à fait justifiée puisque le gallium (découvert par Lecoq de Boisbaudran en 1875) correspondait exactement à son "éka-aluminium"<sup>1</sup>, le scandium (découvert en 1879 par Nilson) à son "éka-bore" et le germanium (en 1886 par Winckler) à son "éka-sili-

1. En sanskrit, "éka" signifie "un" et "dvi", "deux".



DIMITRI IVANOVITCH MENDELÉEV (1834-1907).

cium". Les trois autres éléments manquants sont l'"éka-manganèse" (le technécium, produit artificiellement par Perrier et Segré), le "dvi-manganèse" (le rhénium, découvert par Noddack, Tacke et Berg) et l'"éka-tantale" (le polonium, découvert par Marie Curie). Pour que l'iode soit sur la même ligne que F, Cl et Br, le tellure est placé avant lui. Te est alors situé sur la même ligne que O, S et Se avec lesquels il a des analogies chimiques. La connaissance de la structure électronique des atomes a permis par la suite de justifier cette entorse à la règle. Lord Rutherford of Nelson montra en 1913 que le classement des éléments suivant leur nombre d'électrons était identique à celui proposé par Mendéléev.

Il y eut des controverses sur le nom de celui qui avait permis l'obtention d'une classification cohérente. Le travail de Meyer qui, le premier, faisait intervenir les poids atomiques, date de 1868, et est donc antérieur à celui de Mendéléev. Des retards dans l'édition firent qu'il ne parut qu'en 1870, c'est à dire postérieurement à celui de Mendéléev. Il n'y a cependant pas de doute sur les prévisions géniales du savant russe ni sur le fait que la connaissance plus précise de la structure de l'atome a donné plus de force encore à ses travaux et à leurs conséquences.

Dans sa conception actuelle, la classification périodique comporte des groupes ou colonnes constitués par des familles, c'est à dire par des éléments ayant des propriétés chimiques voisines (par exemple la famille des métaux alcalins Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) et des périodes, lignes horizontales qui vont de la colonne I des alcalins à celle des gaz inertes ou gaz rares. Le numéro atomique  $Z$  d'un élément est le nombre total des électrons qui gravitent autour de son noyau.

Les électrons sont répartis en couches successives K, L, M, N qui comportent respectivement au maximum 2, 8, 18 et 32 électrons.

Lorsque la couche externe est saturée, il s'agit d'un gaz inerte ou gaz rare. Ces gaz, qui sont monoatomiques, occupent la dernière colonne de droite de la classification. On l'appelle colonne 0 car elle a été inscrite en dernier lieu. L'élément qui suit un gaz inerte se situe dans la première colonne de gauche de la classification et ouvre une nouvelle période dans laquelle chaque élément gagne un électron périphérique quand on passe d'une colonne à la suivante. Ainsi, le néon  $Z = 10$  ( $K = 2$ ,  $L = 8$ ) est suivi par le sodium  $Z = 11$  ( $K = 2$ ,  $L = 8$ ,  $M = 1$ ), lui-même suivi par le magnésium  $Z = 12$  ( $K = 2$ ,  $L = 8$ ,  $M = 2$ ). Les propriétés d'un élément sont en relation directe avec la configuration de sa couche électronique externe. C'est ce qui explique la grande stabilité des gaz inertes dont les atomes possèdent une couche externe saturée. Dans une colonne, tous les éléments ont le même nombre d'électrons sur la couche périphérique. Dans la colonne suivante, ils possèdent un électron de plus sur cette couche. Ainsi, Li, Na et K ont un électron sur la couche périphérique et Be, Mg et Ca en ont deux.

La plus grande partie des éléments qui constituent la classification périodique sont les métaux, c'est à dire des éléments dont les caractéristiques principales sont leur éclat métallique, leur structure, leur bonne conductibilité électrique et thermique, leur ductilité et leur malléabilité. Ils sont situés à gauche et au centre de la classification. Depuis la colonne du scandium jusqu'à celle du zinc inclusivement, répartis en trois séries complètes de dix éléments chacune (numéro atomique de 21 à 30, de 39 à 48 et de 57 à 80), on trouve les métaux de transition qui sont caractérisés, pour beaucoup d'entre eux, par leurs couches électroniques internes incomplètes, par la couleur de leurs composés et par leurs propriétés magnétiques. Les quatorze éléments des terres rares ou lanthanides (numéro atomique 58 à 71) sont classés à part car leur structure électronique correspond au remplissage progressif d'un sous-niveau resté vide. Il en est de même pour les actinides et transuraniens (numéro atomique 90 et au delà).

Les éléments, beaucoup moins nombreux, situés à droite de la classification ne possèdent pas les propriétés métalliques. Ce sont les "non-métaux". Il existe également des éléments dont les propriétés se classent entre celles des métaux et des non-métaux, et qui prennent place dans la classification entre ces deux catégories d'éléments. On les appelle "éléments intermédiaires" ou quelquefois "métalloïdes", terme qui était précédemment utilisé pour désigner tous les éléments autres que les métaux, et dont l'emploi n'est pas recommandé. Il s'agit de Si, Ge, As, Se, Sb et Te. Cette distinction entre éléments dépend des conditions de température et de pression, au moins pour certains d'entre eux: le phosphore, par exemple, est conducteur sous haute pression.

CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS (NUMÉRO ATOMIQUE ET SYMBOLE)

GROUPE →	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIII	IB	IIb	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	0		
PÉRIODE ↓																		
1	1 H															2 He		
2	3 Li	4 Be										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Unq	105 Unp	106 Seaborgium	107 Nielsbohrium	108 Hassium	109 Meitnerium	110 ?	111 ?							
				58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
				90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

LA CLASSIFICATION PÉRIODIQUE - UN FIL CONDUCTEUR

Le pharmacien Döbereiner était le fils d'un cocher et avait appris la chimie en partie dans les pharmacies, en partie à l'Université. Il avait acquis une grande réputation d'homme et de scientifique qui lui valut d'être nommé en 1810 professeur extraordinaire de chimie à l'université d'Iéna et de gagner l'estime du Grand-Duc et de Goethe. Il montra en 1823 le rôle catalytique du platine.

Newlands était le fils d'un pasteur. Il fit ses études au Royal College of Chemistry. Sa mère étant italienne, il s'engagea sous Garibaldi, participa à la libération de l'Italie et revint en Angleterre où il fut chimiste dans une raffinerie de sucre.

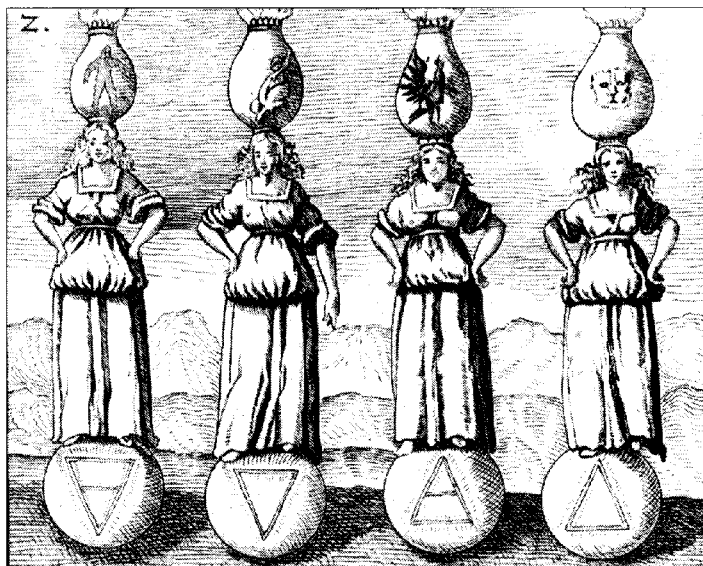
Fils d'un physicien et d'une mère qui travaillait au laboratoire avec son époux, Meyer naquit à Varel-sur-Jade dans le Grand-Duché d'Oldenbourg. Bien qu'il ait obtenu le titre de docteur en médecine en 1854 à l'Université de Würzburg, il était très attiré par la recherche scientifique. Il se rendit donc à Heidelberg, bénéficia des enseignements de Kirchhoff et, en 1858, fut nommé privat-docent de physique et de chimie à Breslau. Il montra que l'oxygène et le gaz carbonique du sang y donnent des combinaisons dissociables. Meyer finit sa carrière comme professeur puis recteur de l'université de Tübingen. Il était célèbre et de nombreux étudiants et étrangers travaillèrent dans son laboratoire.

Le tableau périodique des éléments qui est présenté ici ne mentionne que le symbole des éléments et leur numéro atomique. Ceux-ci sont rappelés au début du paragraphe qui concerne chaque élément. Leur masse atomique est indiquée dans l'index des éléments p. 225.



# 2

## DE L'ANTIQUITÉ AU XVII<sup>me</sup> SIÈCLE: LA LONGUE MARCHÉ



SYMBOLES ANTIQUES DES QUATRE ÉLÉMENTS.  
De gauche à droite : la terre, l'eau, l'air et le feu.

**L**ORSQUE LE JEU CONSISTAIT À OBTENIR et à transformer la matière sans chercher à comprendre les processus. 6000 ans avant Jésus-Christ, il s'agissait déjà de chimie, en particulier de métallurgie ou "art du feu". Toutes les hypothèses faites sur l'origine du mot "chimie" confirment cette référence aux métaux. Il viendrait d'"alchimie" dérivant lui-même de l'arabe *al kimiya*. Ce mot aurait une origine soit grecque *χυμη* (fusion du métal), soit égyptienne *chemi* (plomb fondu), soit chinoise *chip-i* ou *kim la* (jus d'or).

Homère, cinq siècles avant J.-C., et un siècle plus tard Empédocle (environ 490-435 avant J.-C.), Platon (428-348 av. J.-C.) et Aristote (384-322 av. J.-C.), proclamèrent l'existence de quatre éléments: air, eau, terre et feu. Le sens du mot élément à cette époque n'a évidemment aucun rapport avec celui qu'on lui donne actuellement. Durant le moyen âge, les substances furent classées en fumées, esprits, eaux, huiles, pierres, ce qui n'apporta rien d'important à la chimie mais

GEBER L'ALCHIMISTE (VIII<sup>ème</sup> siècle).

témoigne d'une sensibilité à "l'état de la matière". Par contre, différentes opérations, comme la distillation, la calcination, la sublimation, réalisées au laboratoire, prirent de plus en plus de place dans les mains des expérimentateurs. Tout cela était d'une très grande importance en donnant à ceux-ci une inestimable connaissance de la matière et commençait à annoncer la naissance de la chimie.

Jabir Ibn Hayyan (Geber l'alchimiste, vers 776) fit une classification des minéraux. Elle comprenait les cinq "esprits", ou substances qui peuvent se volatiliser par le feu (soufre, arsenic, mercure, ammoniac et camphre), ensuite les sept substances métalliques qui peuvent être déformées par martelage (argent, cuivre, étain, fer, or, plomb et karsini qui serait peut-être le bronze), enfin les corps minéraux qui résistent ou non au feu mais qui sont pulvérisés par martelage.

Il ne faut pas ignorer l'apport aux sciences et aux techniques des peuples du Moyen-Orient, notamment dans le domaine de la métallurgie dans lequel ils eurent souvent une grande influence sur les savants des pays européens. On peut même dire que, après la naissance du Prophète, les Arabes, qui étaient installés de l'Espagne aux Indes, reprirent pour quelques siècles le flambeau de la science et de la technique quelque peu abandonné par les grecs et les romains. L'orientaliste Louis Sédillot (1808-1875) écrivit: « *On ne peut citer aucun expérimentateur chez les Grecs alors qu'on les compte par centaines chez les Arabes* ».



PHILIPPE THÉOPHRASTE PARACELSE BOMBAST DE HOHENHEIM (1493-1541).

Puis, au XVI<sup>ème</sup> siècle, l'alchimie ajouta trois nouveaux "éléments principes" aux quatre précédents. Ce choix manifestait une connaissance des états physiques et des propriétés générales de la matière. Ainsi, le mercure symbolisait la propriété métallique et l'état liquide, le soufre la combustion et le sel la solubilité.

Paracelse (1493-1541), de son vrai nom Bombast de Hohenheim, médecin et alchimiste suisse dont on a dit qu'il fut le titulaire de la première chaire de chimie créée dans le monde, à Bâle en 1527, alors qu'il s'agissait sans doute d'une chaire de médecine et de physique, personnage éminent, joua un rôle essentiel à cette époque et contribua très largement au passage progressif de l'alchimie vers la chimie. Il aurait donné de la chimie cette définition: «l'art qui, par la résolution des mixtes, en sépare le pur de ce qui est impur». C'est lui qui créa la "chimiatrie" ou "iatrochimie", du grec ιατρος (médecin). Il s'agit de la théorie médicale qui fonde toute thérapeutique sur l'action chimique des médicaments. Nos organes sont sensibles aux éléments et aux "éléments principes". Cette théorie fut chassée par l'"animisme" de Georg Ernst Stahl (1650-1734), dont on reparlera à propos de la théorie du "phlogistique" qui fait de l'âme le principe des phénomènes biologiques, qu'ils soient normaux ou pathologiques. La chimiatrie reprit toute son importance avec Lavoisier\* (1743-1794) grâce à l'assimilation qu'il faisait de la respiration à la combustion.

Paracelse était un personnage haut en couleurs. Il visita pratiquement tous les pays d'Europe, mais aussi l'Égypte et la Turquie. A trente ans, il avait déjà fait des guérisons considérées comme miraculeuses. Il écrivit plus de 350 textes en suisse-allemand, alors que l'habitude voulait que ce fut en latin. Ils étaient destinés aux médecins afin de les inciter à étudier la chimie pour extraire les parties les plus actives des substances naturelles, animales, végétales ou minérales. Il avait un langage très cru et, dit-on, ne montait jamais en chaire sans être à moitié ivre. Il mourut à Salzbourg le 24 septembre 1541.

### LES MÉTAUX ET LES NON-MÉTAUX ANCIENS

On admet maintenant qu'à la fin du XVII<sup>ème</sup> siècle, douze éléments étaient connus, pour la plupart depuis l'antiquité. Il n'est pas possible de donner les noms de ceux qui ont contribué à leur découverte. Quelques renseignements peuvent cependant être fournis à leur sujet. Ces douze éléments étaient :

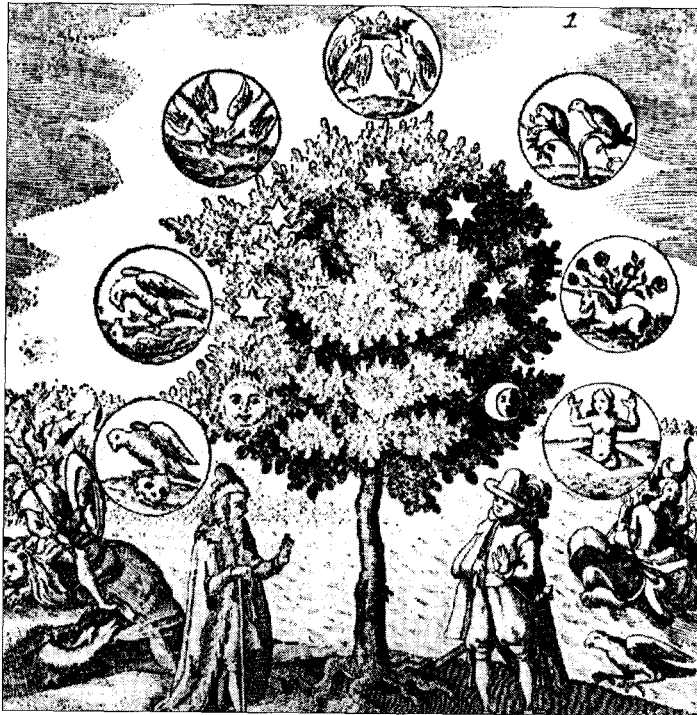
	ÉLÉMENT	NOM <sup>1</sup>
Métaux :	Argent	<i>Lune</i>
	Cuivre	<i>Vénus</i>
	Étain	<i>Jupiter</i>
	Fer	<i>Mars</i>
	Mercure	<i>Mercure</i>
	Or	<i>Soleil</i>
	Plomb	<i>Saturne</i>
Non-métaux :	Antimoine	
	Arsenic	
	Carbone	
	Phosphore	
	Soufre	

1. Noms prêtés par les Chaldéens aux métaux montrant la référence sacrée attachée à la matière.

### LES MÉTAUX ANCIENS

#### Argent

Ag (47). Le nom de ce métal a pour origine le mot latin *argentum* qui vient du grec ἀργυρος (argent), lequel dérive de ἀργος (blanc). Il est rarement présent dans la nature à l'état non combiné. Des blocs pesant 800 kg ont toutefois été découverts au Pérou. Le minerai principal est le



LES SEPT MÉTAUX SYMBOLISÉS.

sulfure, souvent combiné au sulfure de plomb. Le caractère inoxydable de l'argent, qui explique son utilisation pour la fabrication des pièces de monnaie, rend assez simple son extraction qui se fait par cyanuration ou par coupellation. Cette opération consiste à chauffer à l'air le minerai Ag-Pb dans une coupelle d'os aggloméré. Pb s'oxyde en PbO qui est absorbé par la coupelle poreuse et Ag reste inaltéré. En Egypte, vers 1350-1450 avant J.-C., l'argent était plus rare et plus cher que l'or.

Selon l'historien latin Publius Annacus Florus (1<sup>er</sup> siècle), l'argenterie était connue 120 ans avant J.-C. Alésia était considérée comme la capitale des bronziers-argenteurs. Ceux-ci utilisaient l'amalgame d'argent. Au XVIII<sup>ème</sup> siècle, à Sheffield, Thomas Bollover réussit le placage d'argent par "colaminage" de cuivre entre deux feuilles minces d'argent. La loi de brumaire, dans son article 14, imposa aux fabricants d'objets en argent, ou plaqués, de les poinçonner avec indication de la teneur en argent.

La photosensibilité du chlorure d'argent rendit possible, au XIX<sup>ème</sup> siècle, l'invention de la photographie par Nicéphore Niepce (1765-1833) et Louis Daguerre (1789-1851), le premier n'ayant cependant pas connu la fixation de l'image obtenue.

PETTERSON Otto (1848-1941)	39		
PICARD Charles (1872-1957)	159		
PLATON (428-348 av. J.-C.)	11, 20, 104		
PLINE (23-79)	20, 22, 23		
PONTIN (1781-1858)	59		
POTT Johann-Heinrich (1692-1777)	30, 44, 54		
PRÉVOST Pierre (1751-1839)	122		
PRIESTLEY Joseph (1733-1804)	35, 36, 167, 168		
<b>R</b>			
RABELAIS François (1494-1553)	200		
RAMSAY William (1852-1916)	52, 53, 54, 55		
RANGOD Alfred, dit PECHNEY, (1833-1916)	69		
RAYLEIGH (Lord -) Voir STRUTT.			
RÉAUMUR (Antoine FERCHAULT DE -) (1683-1757)	16		
REGAUD Claude (1870-1940)	116		
RÉGNAULT Victor (1810-1878)	130		
REICH Ferdinand (1799-1882)	70, 71		
RENAN Ernest (1823-1892)	101, 102, 201		
RIBAUD Gustave (1884-1963)	156		
RICHTER Hiéronymus (1824-1898)	70, 71		
DEL RIO Andrés (1765-1849)	64		
ROBERVAL (Gilles PERSONNE DE -) (1602-1675)	200		
ROBIN Jean (1550-1629)	191		
DE RONSARD Pierre (1524-1585)	200		
ROSCOE Henry (Sir) (1833-1915)	65		
ROSE Valentin (1736-1771)	39, 94		
ROSE Valentin, dit le jeune (1762-1807)	94		
ROSE Henri (1795-1864)	65		
ROUELLE Guillaume (1703-1770)	145, 195, 196, 199		
ROUELLE Hilaire, dit ROUELLE le cadet (1718-1799)	196		
ROUSSEAU Jean-Jacques (1712-1778)	193		
DE RUMFORD Benjamin (1753-1814)	155		
RUTHERFORD Daniel (1749-1819)	35		
RUTHERFORD OF NELSON Ernest (Lord) (1871-1937)	7, 34, 55, 55, 91, 95		
<b>S</b>			
SABATIER Paul (1854-1941)	105		
SAINTE-CLAIRE DEVILLE Henri, (1817-1881)	1, 37, 39, 49, 67, 68, 69, 72, 73, 106, 122, 155, 165 à 170, 175, 185, 205		
SAMARSKI	57		
SAURIA Charles (1812-1895)	25		
SAUVEUR Joseph (1653-1716)	200		
SAVITCH Pavel	144		
SCHIEELE Carl Wilhelm (1742-1786)	25, 35, 36, 42, 43, 44, 45, 62, 77, 101, 170, 171, 199		
SCHÖNBEIN Christian (1799-1860)	37		
SCHROEDER (XVIII <sup>ème</sup> siècle)	24		
SCHÜTZENBERGER Paul (1829-1897)	113, 115, 137, 201		
SEABORG Glenn (1912-)	95, 96, 97		
SÉDILLOT Louis (1808-1875)	12		
SEFSTRÖM Nils Gabriel (1787-1845)	64		
SECRÉ Emilio (1905-1989)	7, 45, 52		
SEGUN Marc (1765-1835)	50		
DE SERRES Olivier (1539-1619)	162		
SETTERBERG Carl	55		
SIEMENS William (Sir) (1823-1883)	166, 159		
SIKKELAND T.	97		
SODDY Frederick (1877-1956)	91, 92		
DE SORBON Robert (1202-1274)	202		
SOREL	52		
STAHL Georg Ernst (1650-1734)	13, 29, 30, 67		
STAS Jean (1813-1891)	161		
STRASSMANN Fritz (1902-1980)	145		
STROMEYER Friedrich (1776-1835)	53		
STREET K.	96		
STRUTT Robert, 3 <sup>ème</sup> Lord RAYLEIGH (1842-1919)	52, 54, 100		
<b>T</b>			
TALBOT William (1800-1877)	157		
TENNANT Smithson (1761-1815)	22, 50		
THÉNARD Louis (1777-1857)	25, 60, 66, 73, 75, 77, 79, 122,		

INDEX DES NOMS PROPRES CITÉS

	<i>131, 134, 161, 169, 171, 201, 205</i>	VAUQUELIN Louis (1763-1829)	2, 39, 40, 41, 50, 53, 59, 60, 62, 79, 86, 111, 127, 128, 171, 173 à 176, 196, 199, 201
THOMPSON S.C.	96	VERNE Jules (1828-1905)	163
DE TOURNEFORT Joseph (1656-1708)	200	VERNEUIL (1823-1895)	86
TRAVERS Morris (1872-1961)	82, 85	VICQ D'AZYR Félix (1748-1794)	127
TROOST Louis (1825-1911)	37, 42, 166, 170	VOLTA Alessandro (1745-1827)	108, 120, 182, 183
TURGOT Anne (1727-1781)	149		
<b>U</b>			
URBAIN Georges (1872-1938)	89, 172, 205	<b>W</b>	
DE ULLOA Antonio (1716-1795)	45	WAHL A.C.	96
UREY Harold (1893-1981)	32	WINCKLER Clemens (1838-1904)	6, 73
		WÖHLER Friedrich (1800-1882)	39, 60, 64, 67, 86, 159, 176, 177
<b>V</b>			
VALENTIN Basile (XVI <sup>e</sup> siècle)	23, 27	WOLLASTON William (1766-1828)	48, 50, 107, 119
VALÉRY Paul (1871-1946)	20	WÜRTZ Charles (1817-1884)	83, 129, 130, 135, 137, 146, 154, 157, 163, 178, 179, 205
VAN ARKEL	40-41-92	WYROUBOFF Grégoire (1843-1913)	86
VAN MARUM (1750-1837)	37		
VAN'T HOFF Jacobus (1852-1911)	156		

