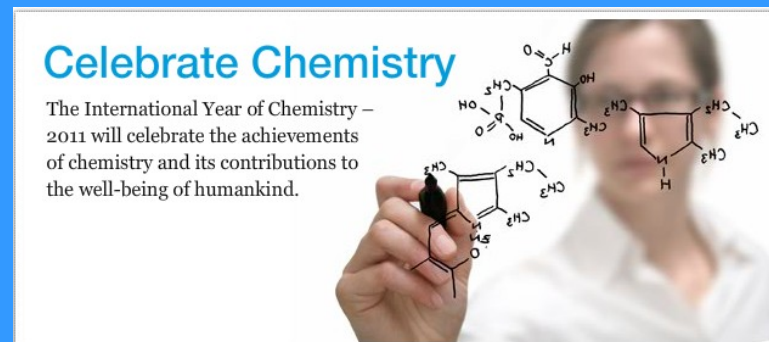




# L'histoire de la classification périodique des éléments chimiques

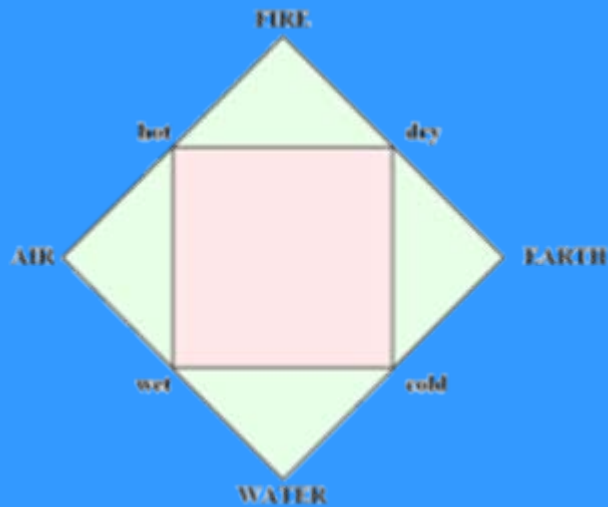
*Une révolution scientifique*

Dimitri Ivanovitch Mendeleïev

(dans le cadre de l'année mondiale de la Chimie)

# Les théories anciennes de la matière

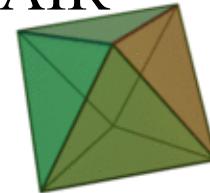
- Empédocle, Platon, Aristote – Les quatre éléments (terre , eau, air et feu) [*stoicheia*]



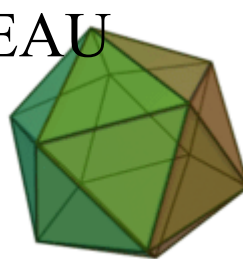
FEU



AIR



EAU



TERRE





# Les apports de l'Alchimie

- Arabe *كيمياء*, *al-kīmiyā*
- Née à Alexandrie
- Techniques de production d'ersatz d'or et de pierres précieuses
- Techniques métallurgiques
- Techniques de teinture et de tannage



# Les apports de l'Alchimie

- Jâbir ibn Hayyân, dit Geber (vers 770)
  - or (Soleil), argent (Lune), cuivre (Vénus), étain (Jupiter), plomb (Saturne), fer (Mars), vif-argent (Mercure)
  - sublimation, distillation ascendante ou descendante (filtration), coupellation, incinération, fusion, bain-marie, bain de sable
- Avicenne (ou pseudo) *De anima in arte alchemia*  
pas de transmutations des métaux (11<sup>ème</sup> siècle)
- Paracelse (1533) *Opus paragranum*
  - Trois substances (*Soufre, Mercure et Sel*)



# Les théories anciennes de la matière

- Théorie atomique (*Leucippe, Démocrite, Epicure*)
- Concept de molécule (assemblages d'atomes) *Descartes, Gassendi, Newton*

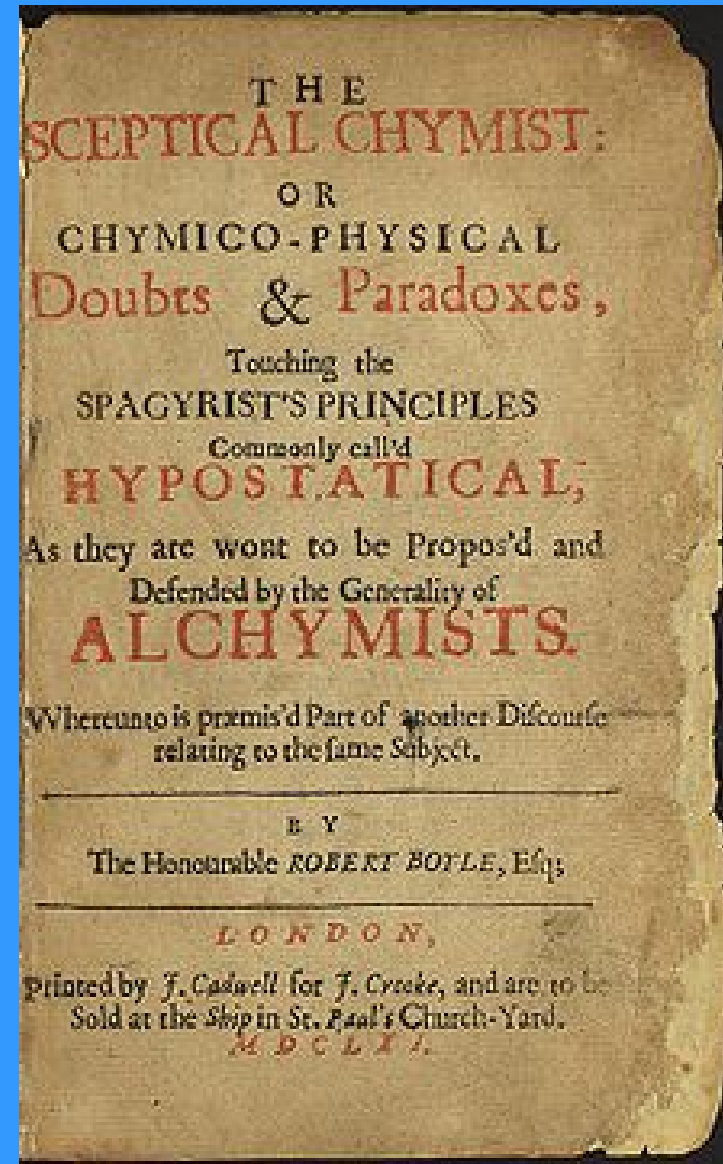
- Théorie des affinités chimiques
- Table des affinités (1718)
- Etienne François Geoffroy



# Les théories anciennes de la matière

- Robert Boyle isole le premier élément chimique (Phosphore)
- Fonde la théorie moderne des éléments (indissociables). La recherche des éléments est appelée l'analyse
- Père de la chimie scientifique

# Robert Boyle (1627-1691)





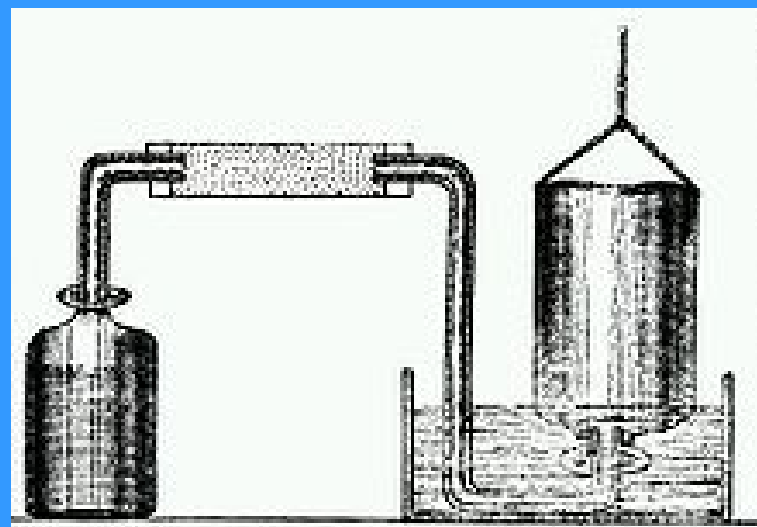
## Travaux de Boyle

- Méthode expérimentale (Galilée)
- Loi de comportement des gaz ( Boyle-Mariotte):  $pV = Cte$
- Distinction entre mélanges et composés
- But de la chimie: déterminer la composition des corps en éléments
- Etude de la combustion
- Ouvrages de théologie

# Henry Cavendish (1731-1810)



Henry Cavendish

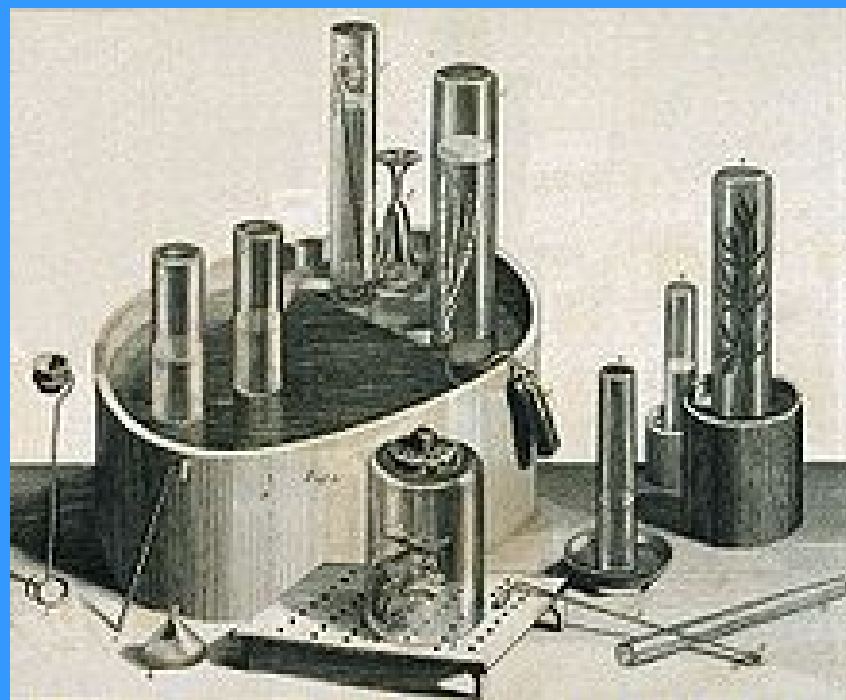




# Travaux de Cavendish

- Isolation de l'Hydrogène « air inflammable » (1766)
- Composition de l'atmosphère  $1/5$   $O_2$ ,  $4/5$   $N_2$
- Découverte des gaz rares ( $1/120$  du total)
- Densité de la Terre et constante gravitationnelle ( $G$ )
- Concepts de base en électricité

# Joseph Priestley (1733-1804)

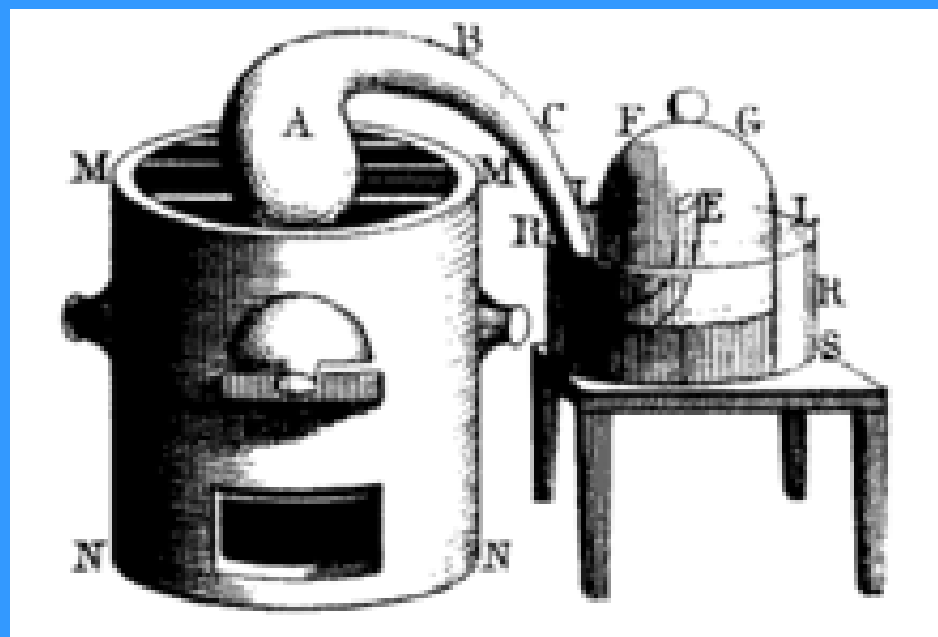




# Travaux de Priestley

- Découverte de l'oxygène (air « déphlogistiqué ») ou air vital (1776)
- Controverse sur l'antériorité avec Scheele et Lavoisier

# Antoine de Lavoisier (1743-1794)





# Travaux de Lavoisier

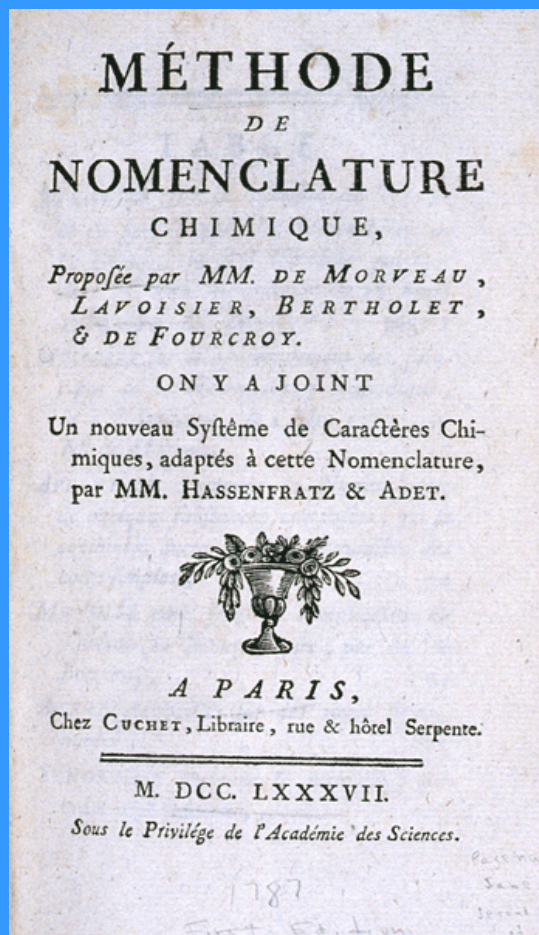
- Traité Élémentaire de Chimie (1789)
- Liste des éléments connus à l'époque (incluant la chaleur et la lumière)
- Compréhension de la nature de la combustion (oxydation)
- Réfutation de la théorie du phlogistique dominante à son époque



# Travaux de Lavoisier

- Composition de l'eau
  - Hydrogène (*formateur de l'eau*)
  - Oxygène (*formateur de l'acidité [« piquant »] )*  
[faux]
- Chimie quantitative
- Conservation des masses

# Travaux de Lavoisier



- Méthode de nomenclature chimique (*Berthollet, Fourcroy, Guyton de Morveau*)
- Reconnaissance de la nature du métabolisme comme une combustion
- Première synthèse générale des connaissances en chimie à la fin du XVIIIème siècle



# Travaux de Lavoisier

## TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE CHIMIE,

PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU

ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES;

Avec Figures :

Par M. LAVOISIER, de l'Académie des Sciences, de la Société Royale de Médecine, des Sociétés d'Agriculture de Paris & d'Orléans, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, de la Société Helvétique de Basle, de celles de Philadelphie, Harlem, Manchester, Padoue, &c.

TOME PREMIER.



A PARIS,

Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC. LXXXIX.

Sous le Privilège de l'Académie des Sciences & de la Société Royale de Médecine.

## 192 DES SUBSTANCES SIMPLES. TABLEAU DES SUBSTANCES SIMPLES.

|  | Noms nouveaux.      | Noms anciens correspondans.              |
|--|---------------------|------------------------------------------|
|  | Lumière.....        | Lumière.                                 |
|  | Chaleur.....        | Principe de la chaleur.                  |
|  | Calorique.....      | Fluide igné.                             |
|  |                     | Feu.                                     |
|  |                     | Matière du feu & de la chaleur.          |
|  |                     | Air déphlogistiqué.                      |
|  | Oxygène.....        | Air empiréal.                            |
|  |                     | Air vital.                               |
|  |                     | Base de l'air vital.                     |
|  |                     | Gaz phlogistiqué.                        |
|  | Azote.....          | Mofete.                                  |
|  |                     | Base de la mofete.                       |
|  |                     | Gaz inflammable.                         |
|  | Hydrogène.....      | Base du gaz inflammable.                 |
|  | Soufre.....         | Soufre.                                  |
|  | Phosphore.....      | Phosphore.                               |
|  | Carbone.....        | Charbon pur.                             |
|  | Radical muriatique. | Inconnu.                                 |
|  | Radical fluorique.  | Inconnu.                                 |
|  | Radical boracique.  | Inconnu.                                 |
|  | Antimoine.....      | Antimoine.                               |
|  | Argent.....         | Argent.                                  |
|  | Arsenic.....        | Arsenic.                                 |
|  | Bismuth.....        | Bismuth.                                 |
|  | Cobalt.....         | Cobalt.                                  |
|  | Cuivre.....         | Cuivre.                                  |
|  | Etain.....          | Etain.                                   |
|  | Fer.....            | Fer.                                     |
|  | Manganèse.....      | Manganèse.                               |
|  | Mercure.....        | Mercure.                                 |
|  | Molybdène.....      | Molybdène.                               |
|  | Nickel.....         | Nickel.                                  |
|  | Or.....             | Or.                                      |
|  | Platine.....        | Platine.                                 |
|  | Plomb.....          | Plomb.                                   |
|  | Tungstène.....      | Tungstène.                               |
|  | Zinc.....           | Zinc.                                    |
|  | Chaux.....          | Terre calcaire, chaux.                   |
|  | Magnésie.....       | Magnésie, base du sel d'Épse.            |
|  | Baryte.....         | Barote, terre pesante.                   |
|  | Alumine.....        | Argile, terre de l'alun, base de l'alun. |
|  | Silice.....         | Terre siliceuse, terre vitrifiable.      |

## DES SUBSTANCES SIMPLES. 193

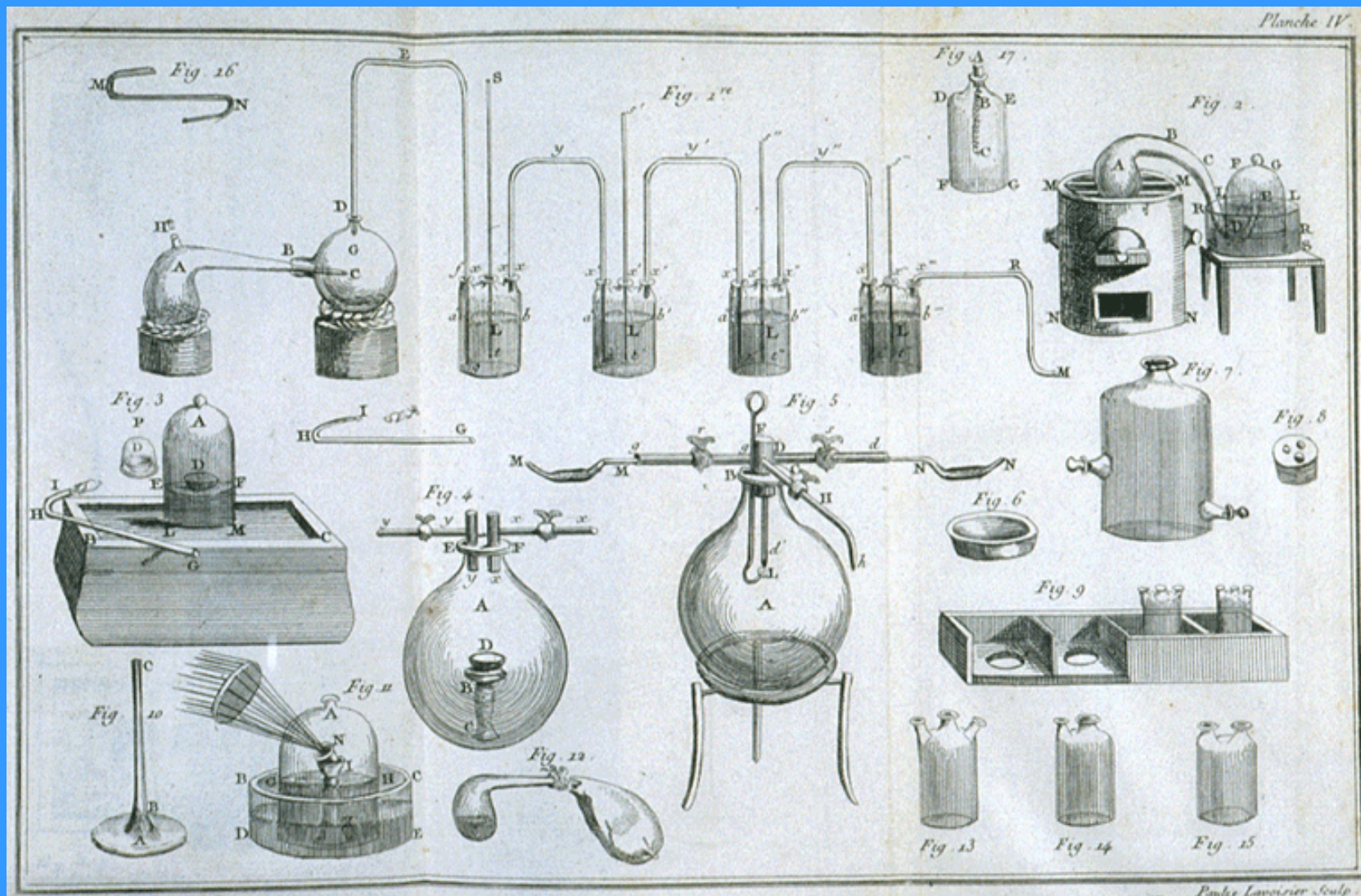
### OBSERVATIONS

Sur le Tableau des Substances simples, ou du moins de celles que l'état actuel de nos connoissances nous oblige à considérer comme telles.

LA Chimie en soumettant à des expériences les différens corps de la nature, a pour objet de les décomposer & de se mettre en état d'examiner séparément les différentes substances qui entrent dans leur combinaison. Cette science a fait de nos jours des progrès très-rapides. Il sera facile de s'en convaincre si l'on consulte les différens auteurs qui ont écrit sur l'ensemble de la Chimie : on verra que dans les premiers tems on regardoit l'huile & le sel comme les principes des corps ; que l'expérience & l'observation ayant amené de nouvelles connoissances, on s'aperçut ensuite que les sels n'étoient point des corps simples, qu'ils étoient composés d'un acide & d'une base, & que c'étoit de cette réunion que résultoit leur état de neutralité. Les découvertes modernes ont encore reculé de plusieurs degrés les bornes de l'analyse (a), elles nous ont éclairés sur la for-

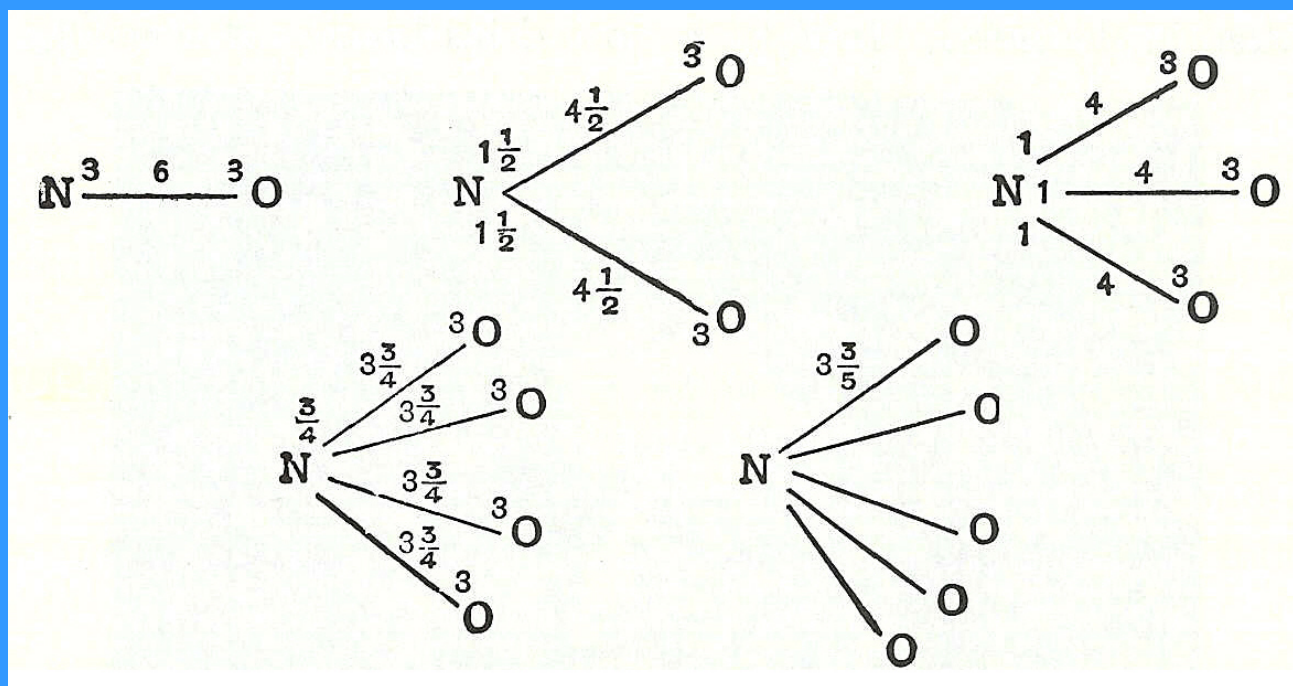
(a) Voyez Mémoires de l'Académie, année 1776, page 671, & 1778, page 535.

# Travaux de Lavoisier

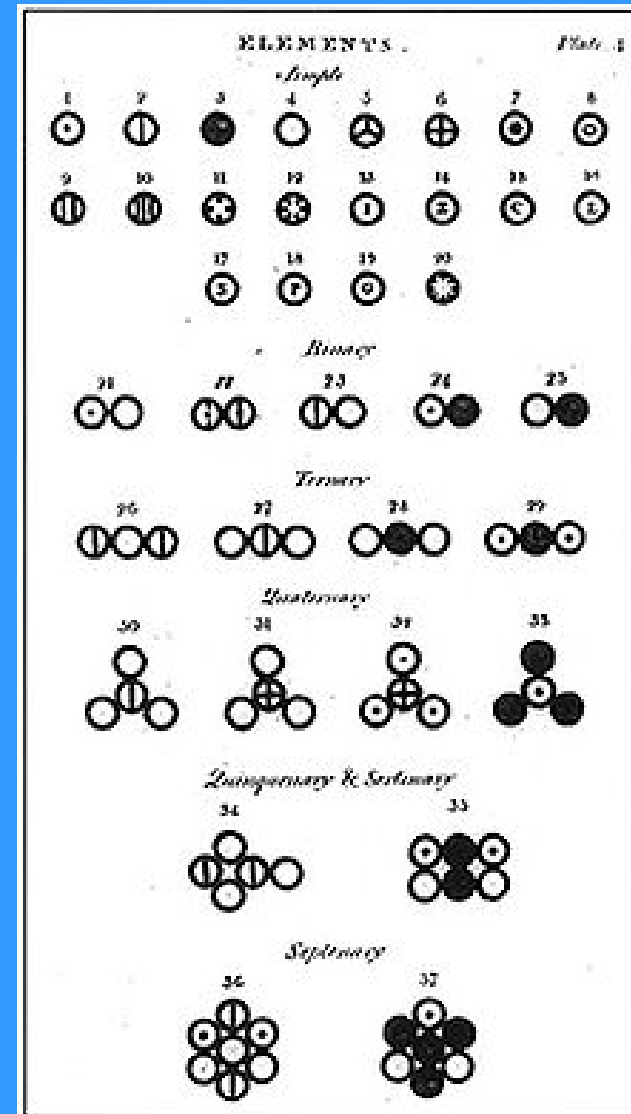
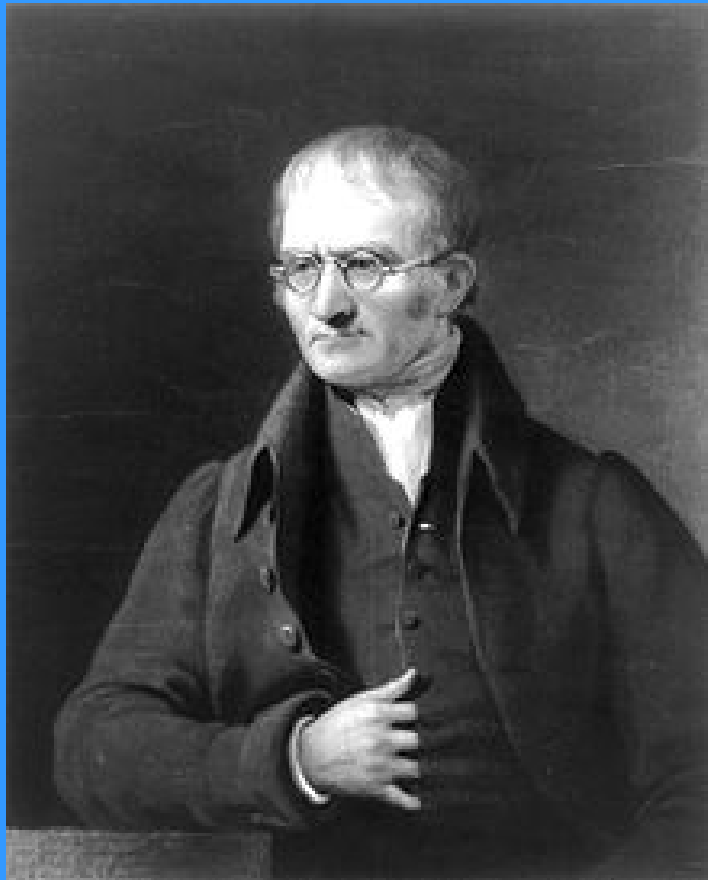


# William Higgins (1763-1825)

- Notion de valence (1797)



# John Dalton (1766-1844)





# Travaux de Dalton

- Lois de comportement des gaz (1802)
- Loi des proportions définies (1803)
- Table des poids atomiques relatifs (1803)
- Première théorie atomique cohérente
- Description de différentes molécules (1808)
- Le « daltonisme »



# Théorie atomique de Dalton

- Les atomes de différents éléments sont identiques pour un même élément et différents par leur poids atomique
- Les atomes de différents éléments peuvent s'assembler pour former des composés, qui a toujours les mêmes composants pour les mêmes propriétés.
- Une réaction chimique fait changer les atomes des composés, mais ceux-ci ne peuvent être individuellement modifiés ni décomposés
- Les éléments sont faits d'atomes (non sécables)

# Amedeo Avogadro (1776-1856)



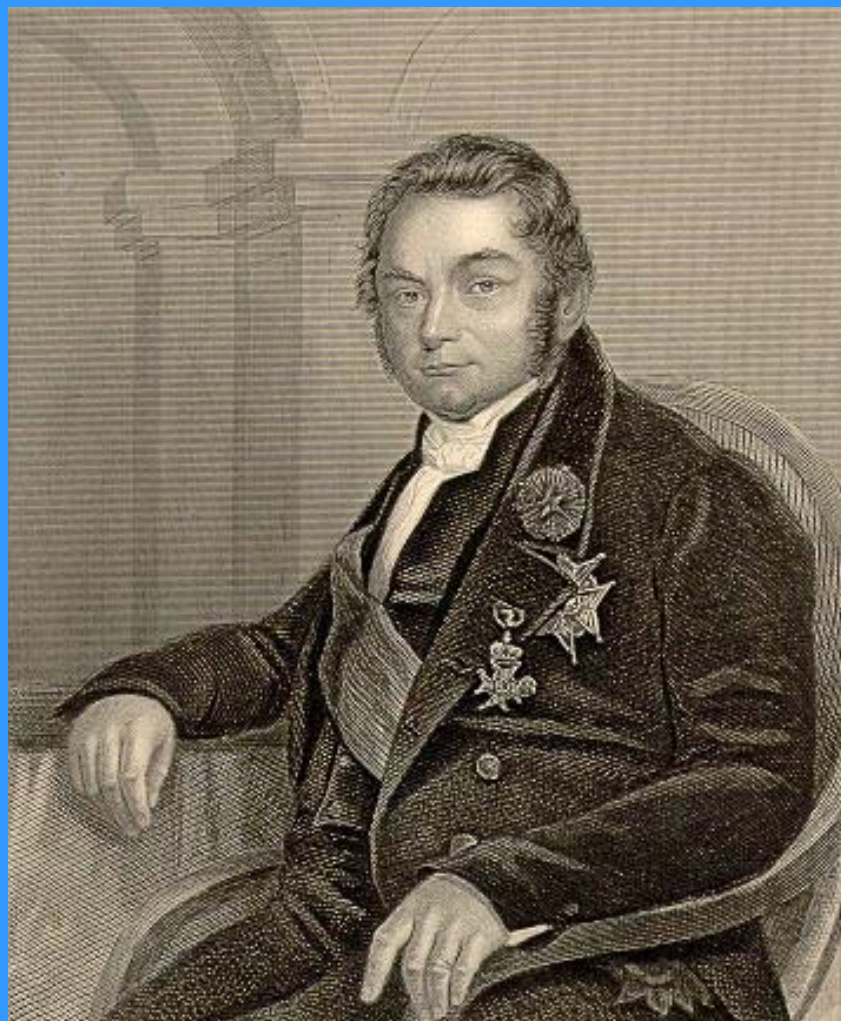
- Hypothèse Avogadro (1811) : un même volume de gaz différents à la même pression et température contient le même nombre de molécules
- Une molécule peut être constituée de plusieurs atomes identiques (ex:  $H_2$ ,  $O_2$ )



# Travaux d'Avogadro

- Son hypothèse donne la voie pour une détermination relative des masses moléculaires (des gaz)
- Mise en œuvre par Meyer

## Jacob Berzelius (1779-1848)



- Découverte du cérium, sélénium et thorium
- A l'origine de la notation symbolique des éléments



# Berzelius et la notation chimique

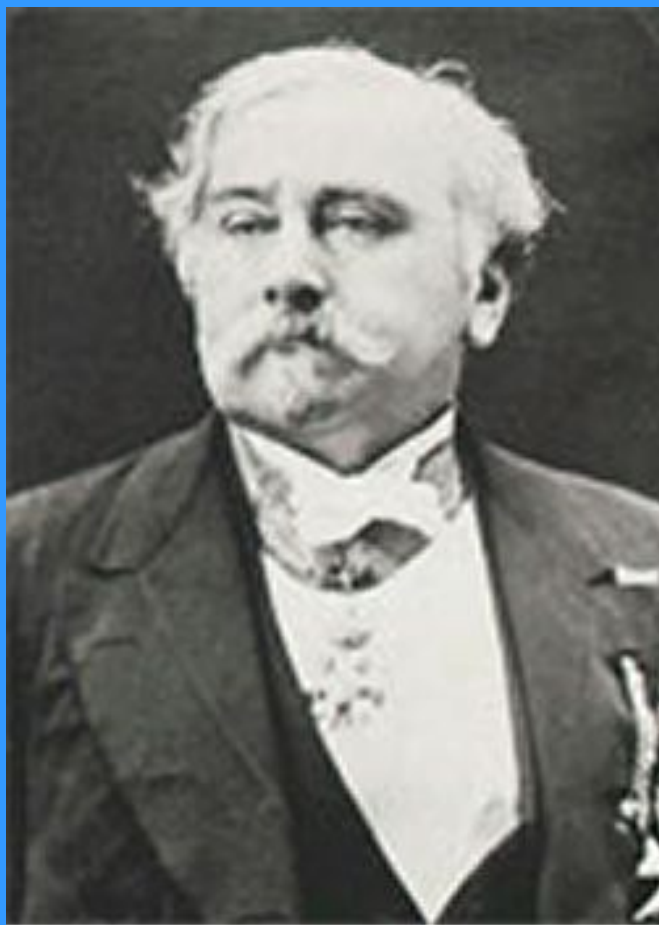
| Element           | Berz.   | present | Element                     | Berz.   | present | Element             | Berz.   | present |
|-------------------|---------|---------|-----------------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|
| Aluminium         | Al      |         | Glucinum                    | Gl      | Be      | Potassium           | Po      | K       |
| Argentum (Silver) | Ag      |         | Hydrargyrum (Mercury)       | Hg (Hy) | Hg      | Rhodium             | Rh (R)  | Rh      |
| Arsenic           | As      |         | Hydrogenium                 | H       |         | Silicium            | Si      |         |
| Aurum (Gold)      | Au      |         | Iridium                     | I       | Ir      | Sodium              | So      | Na      |
| Barium            | Ba      |         | Magnesium                   | Ms      | Mg      | Stibium (Antimony)* | Sb (St) | Sb      |
| Bismuth           | Bi      |         | Manganese                   | Ma (Mn) | Mn      | Strontium           | Sr      |         |
| Boron             | B       |         | Molybdenum                  | Mo      |         | Sulphur             | S       |         |
| Calcium           | Ca      |         | Muriatic Radicle (Chlorine) | M       | Cl      | Tellurium           | Te      |         |
| Carbon            | C       |         | Nickel                      | Ni      |         | Tin                 | Sn (St) | Sn      |
| Cerium            | Ce      |         | Nitric Radicle              | N       |         | Titanium            | Ti      |         |
| Chromium          | Ch      | Cr      | Osmium                      | Os      |         | Tungsten            | Tn (W)  | W       |
| Cobalt            | Co      |         | Oxygenium                   | O       |         | Uranium             | U       |         |
| Columbium         | Cl (Cb) | Nb      | Palladium                   | Pa      | Pd      | Yttrium             | Y       |         |
| Cuprum (Copper)   | Cu      |         | Phosphorus                  | P       |         | Zinc                | Zn      |         |
| Ferrum (Iron)     | Fe      |         | Platinum                    | Pt      |         | Zirconium           | Zr      |         |
| Fluoric Radicle   | F       |         | Plumbum (Lead)              | Pb (P)  | Pb      |                     |         |         |

# Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849)



- Théorie des triades
  - Cl, Br, I
  - Ca, Sr, Ba
  - S, Se, Te
  - Li, Na, K
- Propriétés similaires

# Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois (1820-1886)



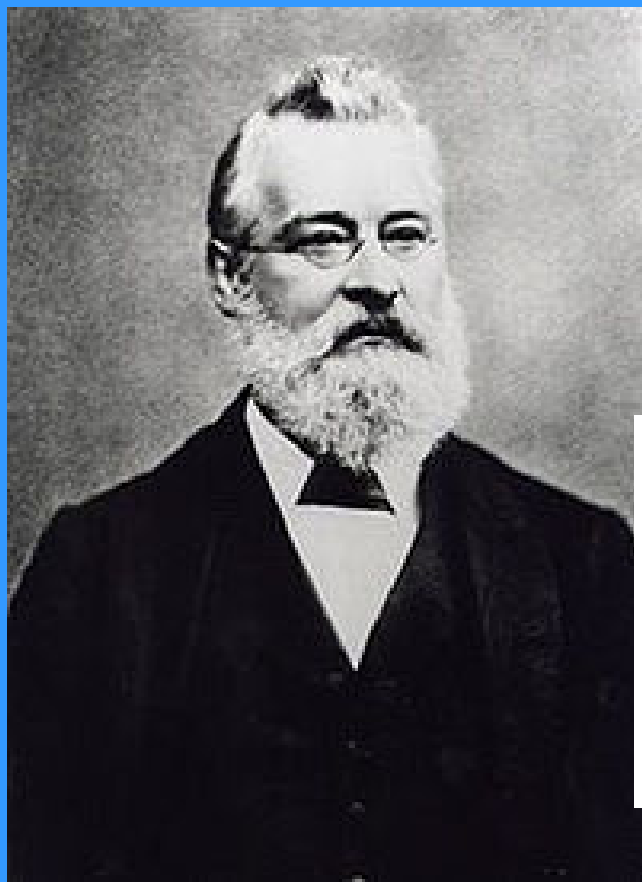
- Première formulation de la périodicité
- Hélice des éléments
- Termes géologiques et non chimiques

# Humphry Davy (1778-1829)



- Découvreur du sodium, potassium, strontium, baryum, calcium grâce à l'électrolyse
- Le chlore est un élément
- Compréhension acides bases et sels
- Médaille Davy Royal Society
- Lampe de mineur

# John Newland



- Table périodique
- Loi des octaves (1863)

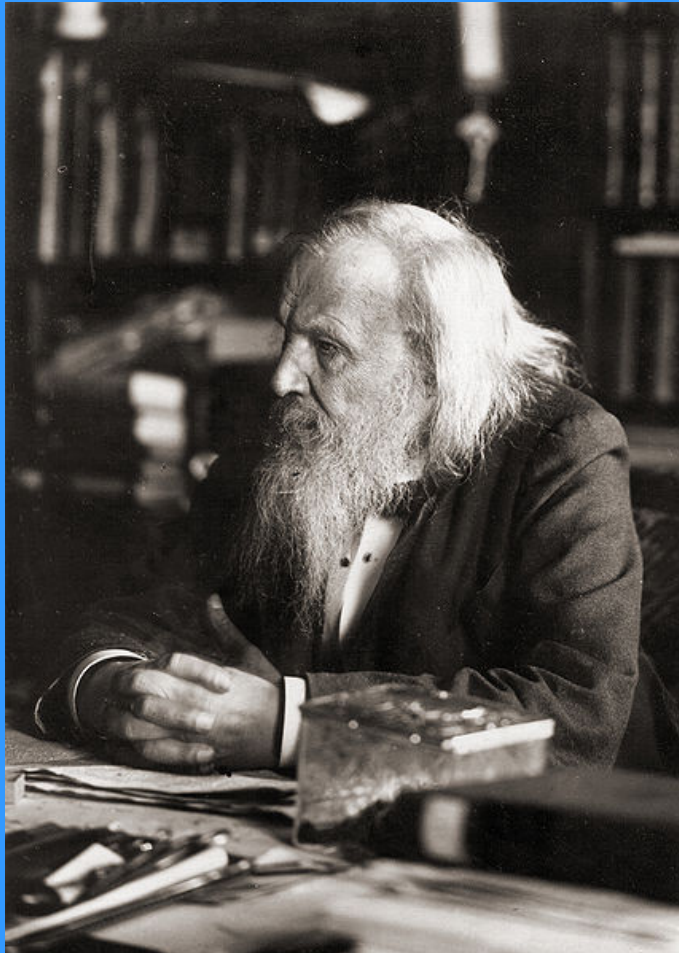
|          |    |    |    |    |    |    |
|----------|----|----|----|----|----|----|
| H        | Li | Be | B  | C  | N  | O  |
| F        | Na | Mg | Al | Si | P  | S  |
| Cl       | K  | Ca | Cr | Ti | Mn | Fe |
| Co<br>Ni | Cu | Zn | Y  | In | As | Se |

# Lothar Meyer (1830-1895)

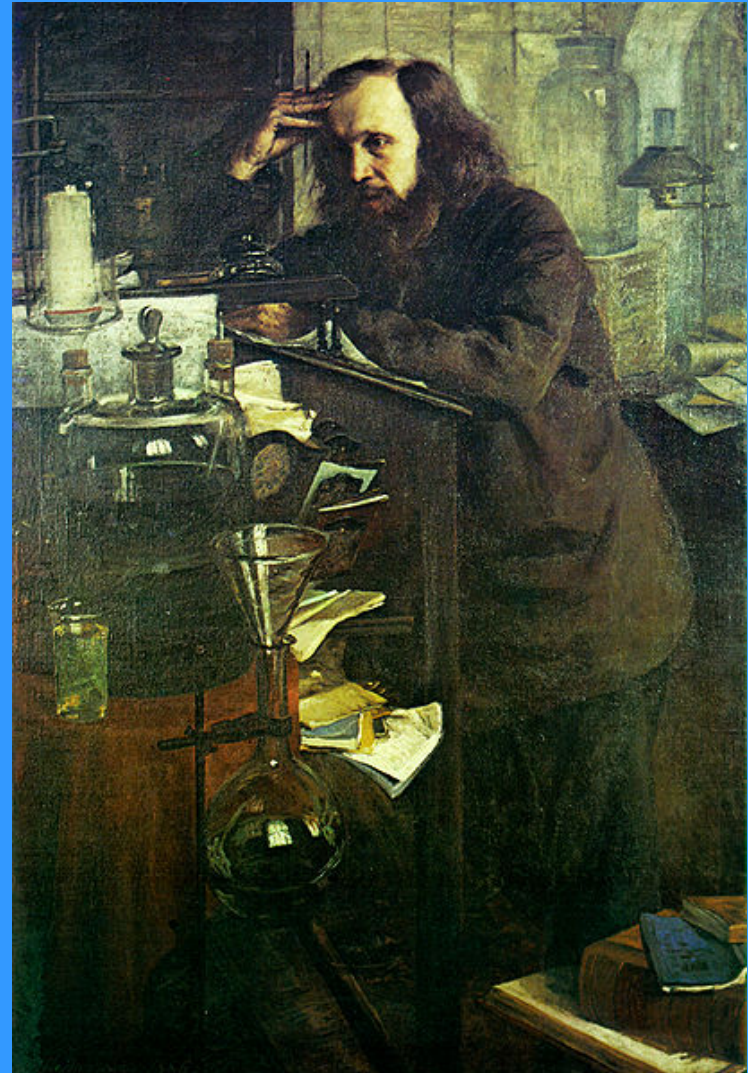


- Ebauche d'une table périodique (1864) – Classement par valence
- Version plus complète en 1870
- Médaille Davy en 1882 avec Mendeleïev

# Dimitri Ivanovitch Mendeleïev (1834-1907)



14/10/2011



# Dimitri Ivanovitch Mendeleïev (1834-1907)





## La synthèse de Mendeleïev

- Les éléments lorsqu'ils sont disposés selon leurs poids atomiques, montrent une périodicité apparente de leurs propriétés



## La synthèse de Mendeleïev

- Les éléments qui sont semblables en ce qui concerne leurs propriétés chimiques ont des poids atomiques qui sont peu ou prou de la même valeur (par exemple Pt, Ir, Os) ou qui augmentent régulièrement (par exemple K, Rb, Cs)



## La synthèse de Mendeleïev

- L'arrangement des éléments, ou des groupes d'éléments dans l'ordre de leurs poids atomiques, correspond à leurs prétendues valences, aussi bien que, dans une certaine mesure, à leurs propriétés chimiques distinctives



# La synthèse de Mendeleïev

- Les éléments qui sont le plus largement représentés ont de petits poids atomiques.
- L'importance du poids atomique détermine le caractère de l'élément, de même que l'importance de la molécule détermine le caractère d'un corps composé.



## La synthèse de Mendeleïev

- Nous devons nous attendre à la découverte de nombreux éléments jusqu'ici inconnus. Par exemple des éléments analogues à l'aluminium et au silicium dont la masse atomique serait comprise entre 65 et 75.



## Les prévisions : le germanium (eka- silicium)

|                     | "eka-silicon"         | germanium              |
|---------------------|-----------------------|------------------------|
| appearance          | grey metal            | grey-white             |
| melting point       | over 800°C            | 947°C                  |
| atomic mass         | 72                    | 72.3                   |
| density             | 5.5 g/cm <sup>3</sup> | 5.47 g/cm <sup>3</sup> |
| formula of oxide    | EsO <sub>2</sub>      | GeO <sub>2</sub>       |
| formula of chloride | EsCl <sub>4</sub>     | GeCl <sub>4</sub>      |



## La synthèse de Mendeleïev

- La masse atomique d'un élément peut parfois être modifiée par une connaissance de la masse de ses éléments contigus. Ainsi, le poids atomique du tellure doit se trouver entre 123 et 126, et ne peut pas être 128.



# La synthèse de Mendeleïev

- Certaines propriétés caractéristiques des éléments peuvent être prévues à partir de leur masse atomique.



## Lacunes du tableau

- Manque les gaz rares
- Place des Lanthanides (terres rares)

# La table de Mendeleïev (1869)

| Reihen | Gruppe I.<br>—<br>R <sup>0</sup> | Gruppe II.<br>—<br>R <sup>0</sup> | Gruppe III.<br>—<br>R <sup>0</sup> | Gruppe IV.<br>RH <sup>4</sup><br>R <sup>0</sup> | Gruppe V.<br>RH <sup>3</sup><br>R <sup>0</sup> | Gruppe VI.<br>RH <sup>2</sup><br>R <sup>0</sup> | Gruppe VII.<br>RH<br>R <sup>0</sup> | Gruppe VIII.<br>—<br>R <sup>0</sup> |
|--------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1      | II=1                             |                                   |                                    |                                                 |                                                |                                                 |                                     |                                     |
| 2      | Li=7                             | Be=9,4                            | B=11                               | C=12                                            | N=14                                           | O=16                                            | F=19                                |                                     |
| 3      | Na=23                            | Mg=24                             | Al=27,3                            | Si=28                                           | P=31                                           | S=32                                            | Cl=35,5                             |                                     |
| 4      | K=39                             | Ca=40                             | —=44                               | Ti=48                                           | V=51                                           | Cr=52                                           | Mn=55                               | Fe=56, Co=59,<br>Ni=59, Cu=63.      |
| 5      | (Cu=63)                          | Zn=65                             | —=68                               | —=72                                            | As=75                                          | Se=78                                           | Br=80                               |                                     |
| 6      | Rb=85                            | Sr=87                             | ?Yt=88                             | Zr=90                                           | Nb=94                                          | Mo=96                                           | —=100                               | Ru=104, Rh=104,<br>Pd=106, Ag=108.  |
| 7      | (Ag=108)                         | Cd=112                            | In=113                             | Sn=118                                          | Sb=122                                         | Te=125                                          | J=127                               |                                     |
| 8      | Cs=133                           | Ba=137                            | ?Di=138                            | ?Ce=140                                         | —                                              | —                                               | —                                   | — — — —                             |
| 9      | (—)                              | —                                 | —                                  | —                                               | —                                              | —                                               | —                                   |                                     |
| 10     | —                                | —                                 | ?Er=178                            | ?La=180                                         | Ta=182                                         | W=184                                           | —                                   | Os=195, Ir=197,<br>Pt=198, Au=199.  |
| 11     | (Au=199)                         | Hg=200                            | Tl=204                             | Pb=207                                          | Bi=208                                         | —                                               | —                                   |                                     |
| 12     | —                                | —                                 | —                                  | Th=231                                          | —                                              | U=240                                           | —                                   | — — — —                             |

# Manuscrits de Mendeleïev

[illegible]

|            |               |               |
|------------|---------------|---------------|
| $I_1 = 52$ | $I_2 = 70$    | $I_3 = 180$   |
| $V = 57$   | $N_6 = 94$    | $I_4 = 182$   |
| $C_1 = 52$ | $N_0 = 96$    | $W = 186$     |
| $M_1 = 55$ | $R_1 = 104.4$ | $P_6 = 187.4$ |
| $I_2 = 56$ | $R_0 = 102.4$ | $I_3 = 193$   |
| $N_1 = 59$ | $P_1 = 106.6$ | $C_3 = 99$    |
| $I_1 = 8$  | $I_2 = 22$    | $C_1 = 63.4$  |
| $R_1 = 24$ | $N_1 = 24$    | $I_2 = 65.2$  |
| $I_3 = 11$ | $M_1 = 24.4$  | $I_1 = 68$    |
| $C_1 = 12$ | $I_1 = 28$    | $I_2 = 70$    |
| $N_1 = 14$ | $I_2 = 31$    | $I_3 = 75$    |
| $O_1 = 16$ | $I_3 = 32$    | $I_4 = 79.4$  |
| $I_1 = 19$ | $I_4 = 35.5$  | $I_5 = 80$    |
| $N_1 = 23$ | $R_1 = 39$    | $R_1 = 85.4$  |
|            | $C_1 = 40$    | $I_2 = 87.6$  |
|            | $I_1 = 75$    | $C_1 = 92$    |
|            | $I_2 = 54$    | $I_3 = 94$    |
|            | $I_4 = 60$    | $I_2 = 95$    |
|            | $I_3 = 73$    | $I_4 = 118$   |



# ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ,

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

|      |        |         |          |          |          |
|------|--------|---------|----------|----------|----------|
|      |        |         | Ti—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—106,5 | Os—199.  |
|      |        |         | Cu—63,4  | Ag—108   | Hg—200.  |
| H—1  |        |         |          |          |          |
|      | 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     | Sn—118   |          |
|      | N—14   | P—31    | As—75    | Sb—122   | Bi—210?  |
|      | O—16   | S—32    | Se—79,4  | Te—128?  |          |
|      | F—19   | Cl—35,5 | Br—80    | I—127    |          |
| Li—7 | Na—23  | K—39    | Rb—85,4  | Cs—133   | Tl—204.  |
|      |        | Ca—40   | Sr—87,5  | Ba—137.  | Pb—207.  |
|      |        |         | ?—45     | Ce—92    |          |
|      |        |         | ?Er—56   | La—94    |          |
|      |        |         | ?Yt—60   | Di—95    |          |
|      |        |         | ?In—75,5 | Th—118?  |          |



|        |          |            |           |            |            |
|--------|----------|------------|-----------|------------|------------|
|        |          |            | Ti = 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    | Sn = 118   |            |
|        | N = 14   | P = 31     | As = 75   | Sb = 122   | Bi = 210?  |
|        | O = 16   | S = 32     | Se = 79,4 | Te = 128?  |            |
|        | F = 19   | Cl = 35,5  | Br = 80   | I = 127    |            |
| Li = 7 | Na = 23  | K = 39     | Rb = 85,4 | Cs = 133   | Tl = 204   |
|        |          | Ca = 40    | Sr = 87,6 | Ba = 137   | Pb = 207   |
|        |          | ? = 45     | Ce = 92   |            |            |
|        |          | ?Er = 56   | La = 94   |            |            |
|        |          | ?Yt = 60   | Di = 95   |            |            |
|        |          | ?In = 75,6 | Th = 118? |            |            |

# La table de Mendeleïev (1869)

| Group<br>I | Group<br>II | Group<br>III | Group<br>IV | Group<br>V | Group<br>VI | Group<br>VII | Group<br>VIII |
|------------|-------------|--------------|-------------|------------|-------------|--------------|---------------|
| H          |             |              |             |            |             |              |               |
| Li         | Be          | B            | C           | N          | O           | F            |               |
| Na         | Mg          | Al           | Si          | P          | S           | Cl           |               |
| K<br>Cu    | Ca<br>Zn    | *<br>*       | Ti<br>*     | V<br>As    | Cr<br>Se    | Mn<br>Br     | Fe Co Ni      |
| Rb<br>Ag   | Sr<br>Cd    | Y<br>In      | Zr<br>Sn    | Nb<br>Sb   | Mo<br>Te    | *<br>I       | Ru Rh Pd      |



1950-2010

49

# Hommages à Mendeleïev





# Les autres travaux de Mendeleïev

- Hydrodynamique – capillarité des liquides
- Météorologie
- Recherches sur les explosifs, les carburants et le pétrole
- Invention du pyrocollodion (nitrocellulose)
- Fondateur de la société russe de chimie
- Introduction du système métrique en Russie
- Standardisation de la vodka (40% alcool volume)



# Les conséquences de la classification périodique

- Modèle conceptuel qui guidera les théories sur la structure de l'atome
- Instrument de prévision pour la recherche des éléments inconnus

# Joseph John Thomson (1856-1940)

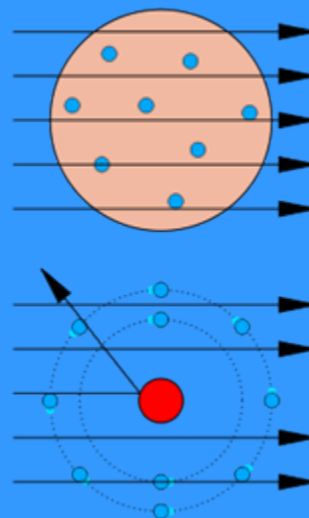


- Découverte de l'électron (1897)
- Prix Nobel (1906)
- Découverte du spectroscope de masse (1913)
- Preuve expérimentale de l'existence des isotopes

# Ernest Rutherford (1871-1937)



- Découverte du noyau atomique



- Distinction entre radioactivité  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$
- Prix Nobel de chimie 1908
- Première transmutation par bombardement  $\alpha$

# Henry Moseley (1887-1915)



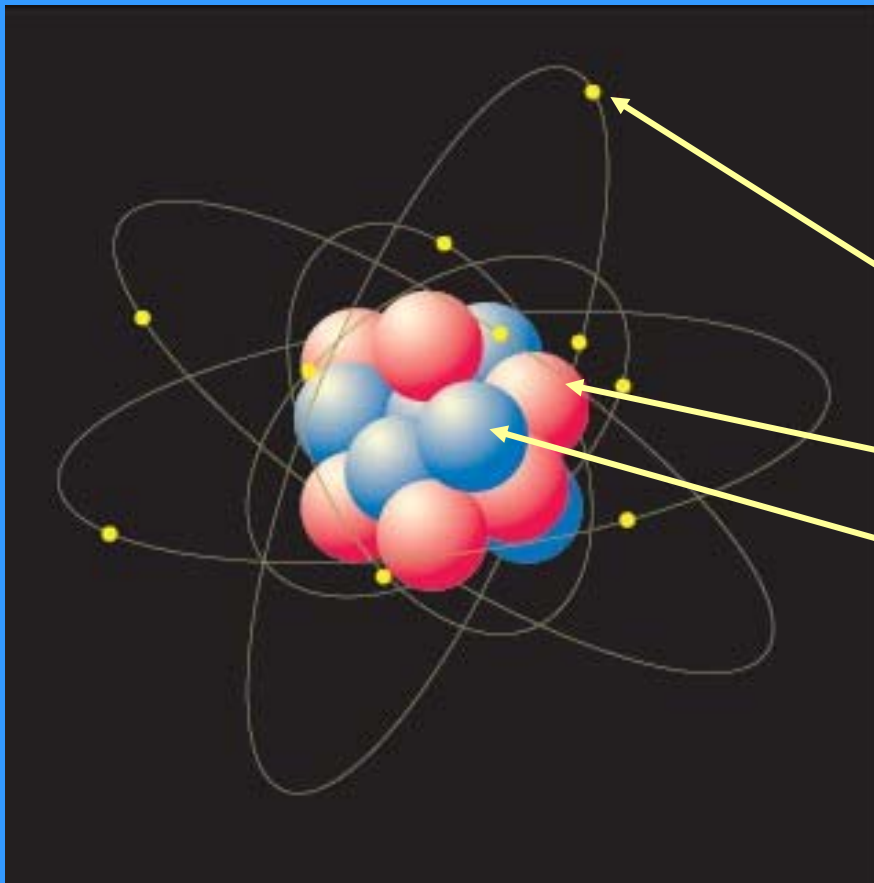
- Détermination du numéro atomique par étude des éléments aux rayons X
- Première preuve expérimentale du modèle atomique de Bohr
- Le numéro atomique devient le critère de classement des éléments

# Charles Glover Barkla (1877-1944)



- Découverte des raies X caractéristiques des éléments
- Découverte des couches électroniques
- Nobel physique en 1917

# Modèle de l'atome

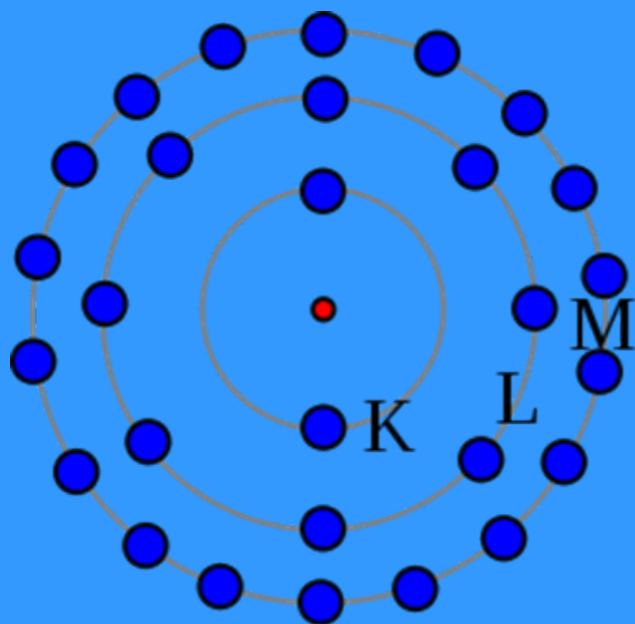


Electron (-)

Proton (+)

Neutron (0)

# Les couches électroniques (les orbitales)



| Couche | Numéro | Nombre maximal d'électrons |
|--------|--------|----------------------------|
| K      | 1      | 2                          |
| L      | 2      | 8                          |
| M      | 3      | 18                         |
| N      | 4      | 32                         |
| ...    | ...    | ...                        |



# Les perfectionnements du tableau

- Groupe des gaz rares
- Classement par numéro atomique
- Groupe des Lanthanides
- Groupe des Actinides

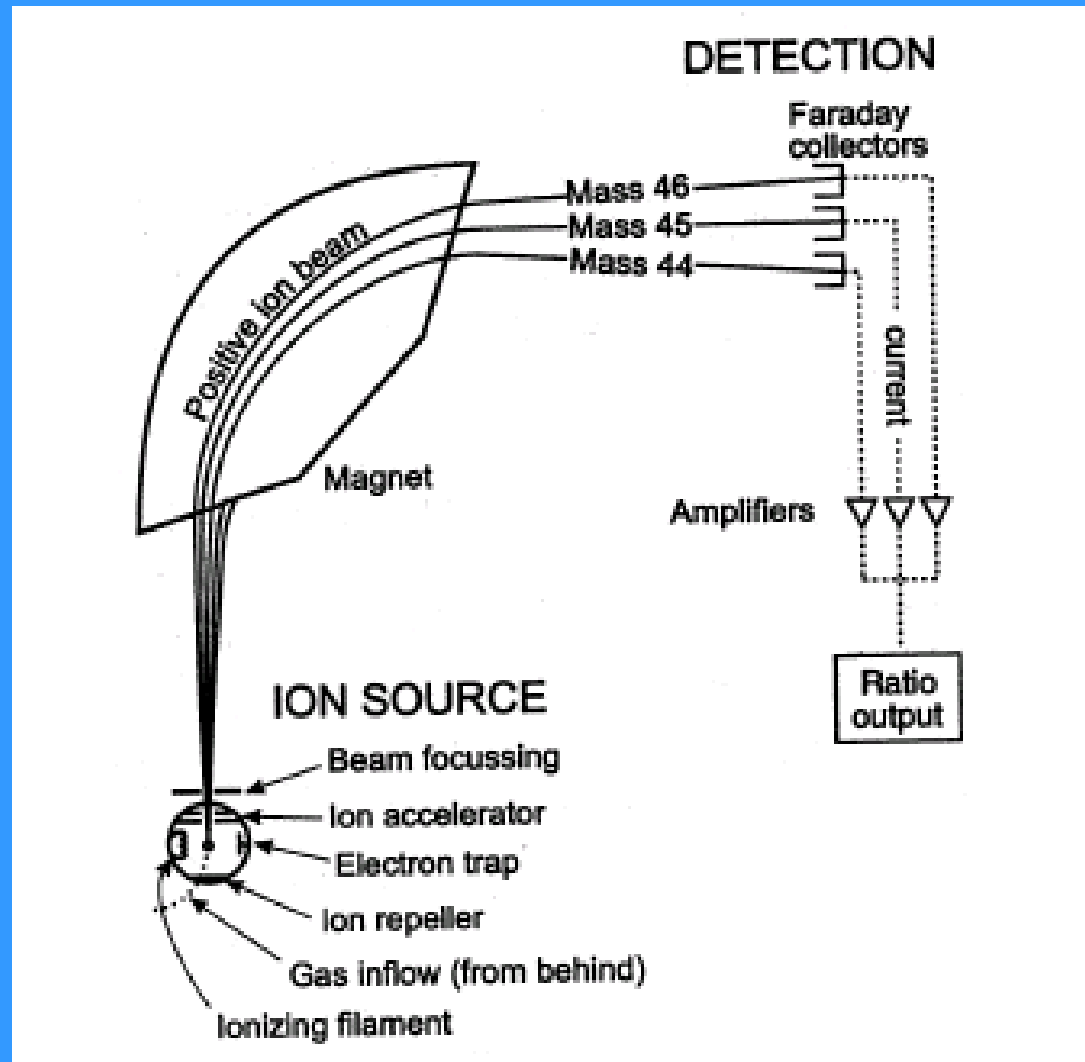


# Les isotopes

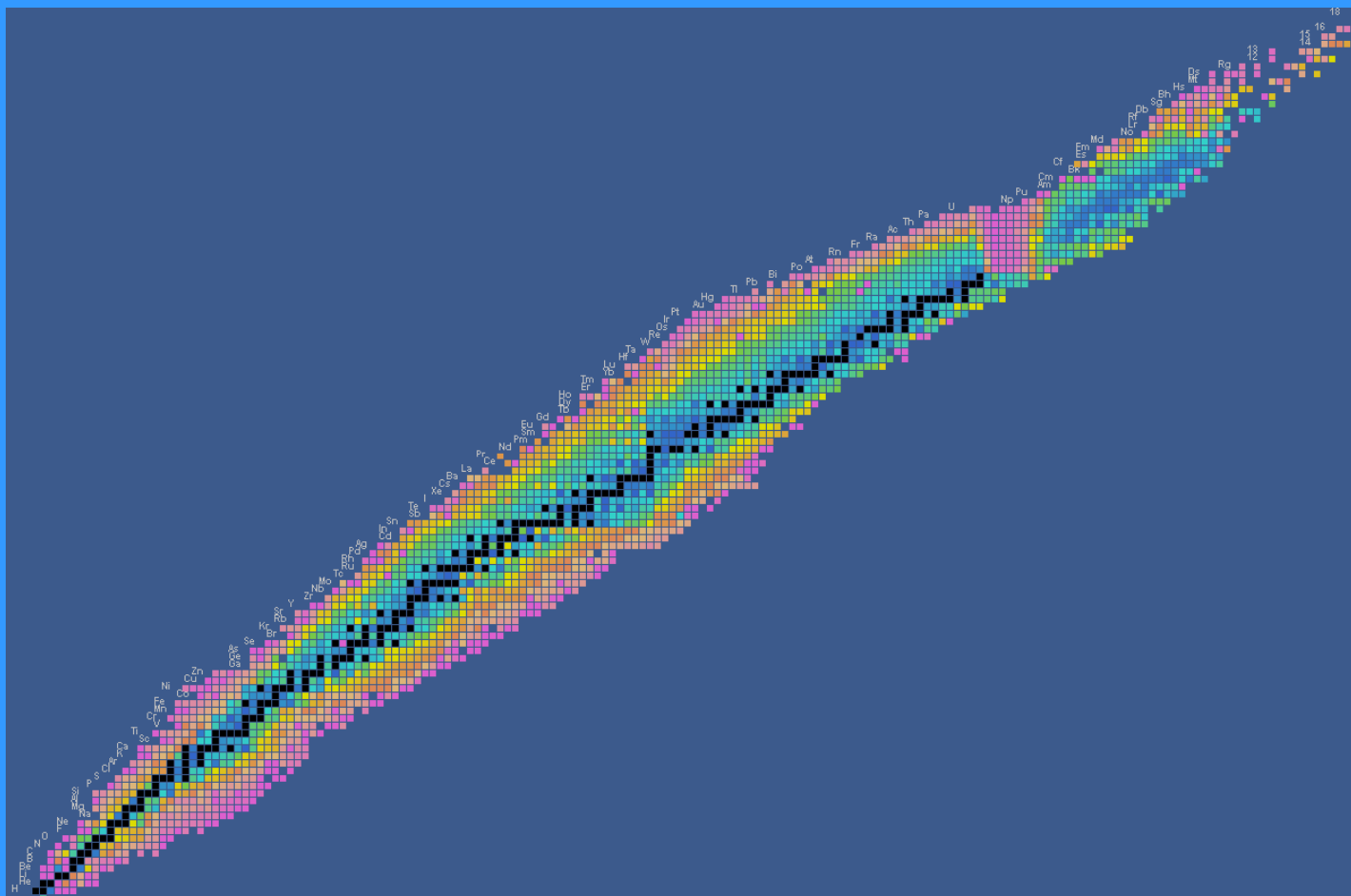


- Margaret Todd suggère le mot isotope (à la même place [du tableau]) en 1913 à Frederic Soddy (1877-1957) (Nobel 1922)
- Éléments ayant les mêmes propriétés chimiques mais des propriétés physiques différentes
- Descente de deux positions ( $\alpha$ )
- Montée d'une position ( $\beta$ )

# Spectromètre de masse



# Table interactive des isotopes



# Glen Theodore Seaborg (1912-1999)



- Découverte des transuraniens (Nobel 1951)
- Propose les séries Lanthanides et transuraniens dans le tableau périodique



## Glen Theodore Seaborg (1912-1999)

- Éléments découverts: plutonium, américium, curium, berkélium, californium, einsteinium, fermium, mendelevium, nobelium
- L'élément 106 fut nommé Seaborgium de son vivant



## 1900-1949

# 1950-1999

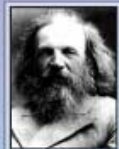
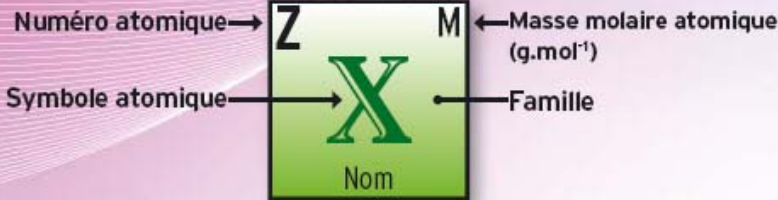
# 2000-2010

# Table complète jusqu'à Z= 179

14/10/2011

# TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

| Colonne | 1                              | 2                              | 3                              | 4                                   | 5                             | 6                                | 7                               | 8                               | 9                                | 10                                | 11                               | 12                              | 13                             | 14                               | 15                              | 16                              | 17                           | 18                              |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1       | <b>H</b><br>Hydrogène<br>1,0   |                                |                                |                                     |                               |                                  |                                 |                                 |                                  |                                   |                                  |                                 |                                |                                  |                                 |                                 |                              | <b>He</b><br>Hélium<br>4,0      |
| 2       | <b>Li</b><br>Lithium<br>6,9    | <b>Be</b><br>Béryllium<br>9,0  |                                |                                     |                               |                                  |                                 |                                 |                                  |                                   |                                  |                                 |                                |                                  |                                 |                                 |                              |                                 |
| 3       | <b>Na</b><br>Sodium<br>23,0    | <b>Mg</b><br>Magnésium<br>24,3 |                                |                                     |                               |                                  |                                 |                                 |                                  |                                   |                                  |                                 |                                |                                  |                                 |                                 |                              |                                 |
| 4       | <b>K</b><br>Potassium<br>39,1  | <b>Ca</b><br>Calcium<br>40,1   | <b>Sc</b><br>Scandium<br>45,0  | <b>Ti</b><br>Titane<br>47,9         | <b>V</b><br>Vanadium<br>50,9  | <b>Cr</b><br>Chrome<br>52,0      | <b>Mn</b><br>Manganèse<br>54,9  | <b>Fe</b><br>Fer<br>55,8        | <b>Co</b><br>Cobalt<br>58,9      | <b>Ni</b><br>Nickel<br>58,7       | <b>Cu</b><br>Cuivre<br>63,5      | <b>Zn</b><br>Zinc<br>65,4       | <b>Ga</b><br>Gallium<br>69,7   | <b>Ge</b><br>Germanium<br>72,6   | <b>As</b><br>Arsenic<br>74,9    | <b>Se</b><br>Sélénium<br>79,0   | <b>Br</b><br>Brome<br>79,9   | <b>Kr</b><br>Krypton<br>83,8    |
| 5       | <b>Rb</b><br>Rubidium<br>85,5  | <b>Sr</b><br>Strontium<br>87,6 | <b>Y</b><br>Yttrium<br>88,9    | <b>Zr</b><br>Zirconium<br>91,2      | <b>Nb</b><br>Niobium<br>92,9  | <b>Mo</b><br>Molybdène<br>95,9   | <b>Tc</b><br>Technétium<br>(98) | <b>Ru</b><br>Ruthénium<br>101,1 | <b>Rh</b><br>Rhodium<br>102,9    | <b>Pd</b><br>Palladium<br>106,4   | <b>Ag</b><br>Argent<br>107,9     | <b>Cd</b><br>Cadmium<br>112,4   | <b>In</b><br>Indium<br>114,8   | <b>Sn</b><br>Étain<br>118,7      | <b>Sb</b><br>Antimoine<br>121,8 | <b>Te</b><br>Tellure<br>127,6   | <b>I</b><br>Iode<br>126,9    | <b>Xe</b><br>Xénon<br>131,3     |
| 6       | <b>Cs</b><br>Césium<br>132,9   | <b>Ba</b><br>Baryum<br>137,3   | <b>La</b><br>Lanthane<br>138,9 | <b>Hf</b><br>Hafnium<br>178,5       | <b>Ta</b><br>Tantale<br>180,9 | <b>W</b><br>Tungstène<br>183,8   | <b>Re</b><br>Rhénium<br>186,2   | <b>Os</b><br>Osmium<br>190,2    | <b>Ir</b><br>Iridium<br>192,2    | <b>Pt</b><br>Platine<br>195,1     | <b>Au</b><br>Or<br>197,0         | <b>Hg</b><br>Mercure<br>200,6   | <b>Tl</b><br>Thallium<br>204,4 | <b>Pb</b><br>Plomb<br>207,2      | <b>Bi</b><br>Bismuth<br>209,0   | <b>Po</b><br>Polonium<br>(209)  | <b>At</b><br>Astate<br>(210) | <b>Rn</b><br>Radon<br>(222)     |
| 7       | <b>Fr</b><br>Francium<br>(223) | <b>Ra</b><br>Radium<br>(226)   | <b>Ac</b><br>Actinium<br>(227) | <b>Rf</b><br>Rutherfordium<br>(261) | <b>Db</b><br>Dubnium<br>(262) | <b>Sg</b><br>Seaborgium<br>(266) | <b>Bh</b><br>Bohrium<br>(264)   | <b>Hs</b><br>Hassium<br>(269)   | <b>Mt</b><br>Meitnerium<br>(268) | <b>Uun</b><br>Ununillium<br>(269) | <b>Uuu</b><br>Unununium<br>(272) | <b>Uub</b><br>Ununbium<br>(277) |                                | <b>Uuq</b><br>Ununquadium<br>114 |                                 | <b>Uuh</b><br>Ununhexium<br>116 |                              | <b>Uuo</b><br>Ununoctium<br>118 |



Dmitri Ivanovitch Mendeleïev (1834 - 1907) est un chimiste russe connu pour ses travaux sur la classification périodique des éléments. En 1869, il publia une première version de son tableau périodique des éléments appelé aussi tableau de Mendeleïev. Il déclara que les éléments chimiques pouvaient être arrangés selon un modèle qui permettait de prévoir les propriétés des éléments non encore découverts.

|         |              |         |            |           |           |            |           |             |             |         |             |           |            |    |       |    |       |    |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
|---------|--------------|---------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-------------|-------------|---------|-------------|-----------|------------|----|-------|----|-------|----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 58      | 140,1        | 59      | 140,9      | 60        | 144,2     | 61         | (145)     | 62          | 150,4       | 63      | 152,0       | 64        | 157,4      | 65 | 158,9 | 66 | 162,5 | 67 | 164,9 | 68  | 167,3 | 69  | 168,9 | 70  | 173,0 | 71  | 175,0 |
| Ce      | Pr           | Nd      | Pm         | Sm        | Eu        | Gd         | Tb        | Dy          | Ho          | Er      | Tm          | Yb        | Lu         |    |       |    |       |    |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| Cérium  | Praseodyme   | Néodyme | Prométhium | Samarium  | Europium  | Gadolinium | Terbium   | Dysprosium  | Holmium     | Erbium  | Thulium     | Ytterbium | Lutétium   |    |       |    |       |    |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| 90      | 232,0        | 91      | 231,0      | 92        | 238,0     | 93         | (237)     | 94          | (244)       | 95      | (243)       | 96        | (247)      | 97 | (247) | 98 | (251) | 99 | (254) | 100 | (257) | 101 | (258) | 102 | (259) | 103 | (260) |
| Th      | Pa           | U       | Np         | Pu        | Am        | Cm         | Bk        | Cf          | Es          | Fm      | Md          | No        | Lw         |    |       |    |       |    |       |     |       |     |       |     |       |     |       |
| Thorium | Protactinium | Uranium | Neptunium  | Plutonium | Américium | Curium     | Berkélium | Californium | Einsteinium | Fermium | Mendélévium | Nobélium  | Lawrencium |    |       |    |       |    |       |     |       |     |       |     |       |     |       |

|             |              |             |                 |
|-------------|--------------|-------------|-----------------|
| État solide | État liquide | État gazeux | État artificiel |
|-------------|--------------|-------------|-----------------|

Famille

|        |                 |                         |                      |          |           |                |           |           |
|--------|-----------------|-------------------------|----------------------|----------|-----------|----------------|-----------|-----------|
| Métaux | Métaux alcalins | Métaux alcalino-terreux | Métaux de transition | Carbones | Actinides | Métaux pauvres | Halogènes | Gaz rares |
|--------|-----------------|-------------------------|----------------------|----------|-----------|----------------|-----------|-----------|

# Tableau périodique interactif

| 1                          | 2                                         | 3                          | 4                                 | 5                           | 6                              | 7                            | 8                           | 9                              | 10                               | 11                              | 12                              | 13                             | 14                               | 15                               | 16                              | 17                               | 18                              |
|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1<br>H<br>Hydrogène<br>1   | N° Atomique<br>Symbole<br>Nom<br>Isotopes |                            |                                   |                             |                                |                              |                             |                                |                                  |                                 |                                 |                                |                                  |                                  |                                 |                                  | 2<br>He<br>Hélium<br>2          |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>3    | 4<br>Be<br>Béryllium<br>4                 |                            |                                   |                             |                                |                              |                             |                                |                                  |                                 |                                 | 5<br>B<br>Bore<br>5            | 6<br>C<br>Carbone<br>6           | 7<br>N<br>Azote<br>7             | 8<br>O<br>Oxygène<br>8          | 9<br>F<br>Fluor<br>9             | 10<br>Ne<br>Néon<br>10          |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>11   | 12<br>Mg<br>Magnésium<br>12               |                            |                                   |                             |                                |                              |                             |                                |                                  |                                 |                                 | 13<br>Al<br>Aluminium<br>13    | 14<br>Si<br>Silicium<br>14       | 15<br>P<br>Phosphore<br>15       | 16<br>S<br>Soufre<br>16         | 17<br>Cl<br>Chlore<br>17         | 18<br>Ar<br>Argon<br>18         |
| 19<br>K<br>Potassium<br>19 | 20<br>Ca<br>Calcium<br>20                 | 21<br>Sc<br>Scandium<br>21 | 22<br>Ti<br>Titane<br>22          | 23<br>V<br>Vanadium<br>23   | 24<br>Cr<br>Chrome<br>24       | 25<br>Mn<br>Manganèse<br>25  | 26<br>Fe<br>Fer<br>26       | 27<br>Co<br>Cobalt<br>27       | 28<br>Ni<br>Nickel<br>28         | 29<br>Cu<br>Cuivre<br>29        | 30<br>Zn<br>Zinc<br>30          | 31<br>Ga<br>Gallium<br>31      | 32<br>Ge<br>Germanium<br>32      | 33<br>As<br>Arsenic<br>33        | 34<br>Se<br>Sélénium<br>34      | 35<br>Br<br>Brome<br>35          | 36<br>Kr<br>Krypton<br>36       |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>37 | 38<br>Sr<br>Strontium<br>38               | 39<br>Y<br>Yttrium<br>39   | 40<br>Zr<br>Zirconium<br>40       | 41<br>Nb<br>Niobium<br>41   | 42<br>Mo<br>Molybdène<br>42    | 43<br>Tc<br>Technétium<br>43 | 44<br>Ru<br>Ruthénium<br>44 | 45<br>Rh<br>Rhodium<br>45      | 46<br>Pd<br>Palladium<br>46      | 47<br>Ag<br>Argent<br>47        | 48<br>Cd<br>Cadmium<br>48       | 49<br>In<br>Indium<br>49       | 50<br>Sn<br>Étain<br>50          | 51<br>Sb<br>Antimoine<br>51      | 52<br>Te<br>Tellure<br>52       | 53<br>I<br>Iode<br>53            | 54<br>Xe<br>Xénon<br>54         |
| 55<br>Cs<br>Césium<br>55   | 56<br>Ba<br>Baryum<br>56                  | 57-71<br>Lanthanides       | 72<br>Hf<br>Hafnium<br>72         | 73<br>Ta<br>Tantale<br>73   | 74<br>W<br>Tungstène<br>74     | 75<br>Re<br>Rhenium<br>75    | 76<br>Os<br>Osmium<br>76    | 77<br>Ir<br>Iridium<br>77      | 78<br>Pt<br>Platine<br>78        | 79<br>Au<br>Or<br>79            | 80<br>Hg<br>Mercure<br>80       | 81<br>Tl<br>Thallium<br>81     | 82<br>Pb<br>Plomb<br>82          | 83<br>Bi<br>Bismuth<br>83        | 84<br>Po<br>Polonium<br>84      | 85<br>At<br>Astate<br>85         | 86<br>Rn<br>Radon<br>86         |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>87 | 88<br>Ra<br>Radium<br>88                  | 89-103<br>Actinides        | 104<br>Rf<br>Rutherfordium<br>104 | 105<br>Db<br>Dubnium<br>105 | 106<br>Sg<br>Seaborgium<br>106 | 107<br>Bh<br>Bohrium<br>107  | 108<br>Hs<br>Hassium<br>108 | 109<br>Mt<br>Meitnerium<br>109 | 110<br>Ds<br>Darmstadtium<br>110 | 111<br>Rg<br>Roentgenium<br>111 | 112<br>Cn<br>Copernicium<br>112 | 113<br>Uut<br>Ununtrium<br>113 | 114<br>Uuq<br>Ununquadium<br>114 | 115<br>Uup<br>Ununpentium<br>115 | 116<br>Uuh<br>Ununhexium<br>116 | 117<br>Uus<br>Ununseptium<br>117 | 118<br>Uuo<br>Ununoctium<br>118 |

☒ Selected
 ☐ All

α

 Radioactivité α

β-

 Radioactivité β

p

 Proton emission

β+

 Positron emission

n

 Émission de neutron

K+

 Capture électronique

SF

 Fission spontanée

□

 Stable

Choose whether to display all of an element's isotopes or only a select few when clicked.

Tableau Périodique Copyright du design et interface © 1997 Michael Dayah. Ptable.com Dernière mise à jour 21 janv. 2011

|                            |                           |                                 |                           |                               |                             |                             |                              |                             |                               |                               |                             |                               |                              |                                |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 57<br>La<br>Lanthane<br>57 | 58<br>Ce<br>Cérium<br>58  | 59<br>Pr<br>Praséodyme<br>59    | 60<br>Nd<br>Néodyme<br>60 | 61<br>Pm<br>Prométhi...<br>61 | 62<br>Sm<br>Samarium<br>62  | 63<br>Eu<br>Europium<br>63  | 64<br>Gd<br>Gadolinium<br>64 | 65<br>Tb<br>Terbium<br>65   | 66<br>Dy<br>Dysprosi...<br>66 | 67<br>Ho<br>Holmium<br>67     | 68<br>Er<br>Erbium<br>68    | 69<br>Tm<br>Thulium<br>69     | 70<br>Yb<br>Ytterbium<br>70  | 71<br>Lu<br>Lutécium<br>71     |
| 89<br>Ac<br>Actinium<br>89 | 90<br>Th<br>Thorium<br>90 | 91<br>Pa<br>Protactini...<br>91 | 92<br>U<br>Uranium<br>92  | 93<br>Np<br>Neptunium<br>93   | 94<br>Pu<br>Plutonium<br>94 | 95<br>Am<br>Américium<br>95 | 96<br>Cm<br>Curium<br>96     | 97<br>Bk<br>Berkélium<br>97 | 98<br>Cf<br>Californium<br>98 | 99<br>Es<br>Einsteinium<br>99 | 100<br>Fm<br>Fermium<br>100 | 101<br>Md<br>Mendélium<br>101 | 102<br>No<br>Nobélium<br>102 | 103<br>Lr<br>Lawrencium<br>103 |



## Conclusion

- La mise en forme de la table périodique par Mendeleïev a constitué une avancée décisive pour la compréhension de la structure de l'atome
- Le tableau a servi de guide pour toutes les découvertes postérieures.