



L'histoire de la classification périodique des éléments chimiques

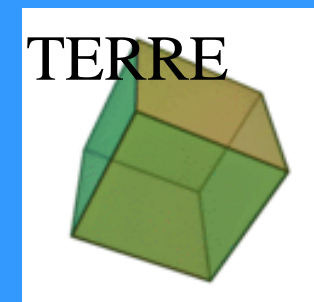
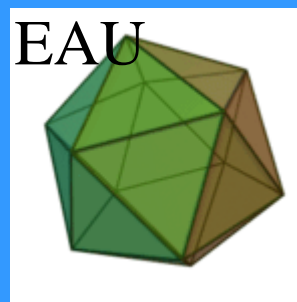
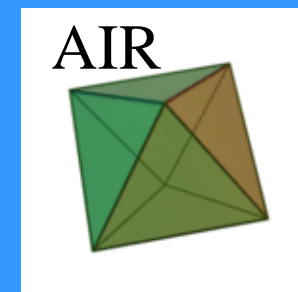
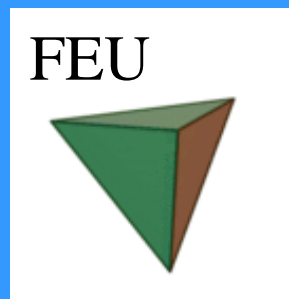
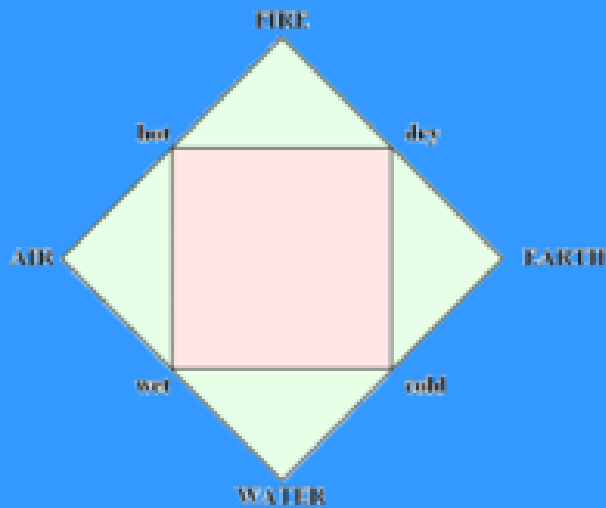
Une révolution scientifique

Dimitri Ivanovitch Mendeleïev

(dans le cadre de l'année mondiale du tableau périodique des éléments chimiques)

Les théories anciennes de la matière

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





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^{ème} 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*

Les théories anciennes de la matière

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

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|---|
| ↶ | ⊖ | ⊕ | ⊖ | ▽ | ⊖ | ⊖ | SM | △ | ♀ | ♁ | ♀ | ☾ | ♂ | ♁ | ▽ |
| ⊖ | ♂ | ♂ | ♁ | ⊖ | ⊖ | ⊖ | ⊖ | ⊖ | ⊖ | ☾ | ♁ | ♁ | ♁ | ♂ | ▽ |
| ⊖ | ♁ | ♀ | ⊖ | ⊖ | ⊖ | ⊖ | ⊖ | ♂ | ☾ | ♀ | PC | ♀ | ♁ | ♁ | ⊖ |
| ▽ | ♀ | ♁ | ⊖ | ⊖ | ⊖ | ⊖ | ⊖ | ♀ | ♁ | | | | | | |
| SM | ☾ | ♁ | ▽ | | ♁ | | ♁ | ♁ | ♀ | | | | | | |
| | ♁ | ☾ | ♂ | | △ | | | ☾ | ♁ | | | | | | |
| | | | ♀ | | | | | ♁ | ♁ | | | | | | |
| | | | ☾ | | | | | ♁ | | | | | | | |
| | ⊖ | | | | | | | ⊖ | | | | | | | |

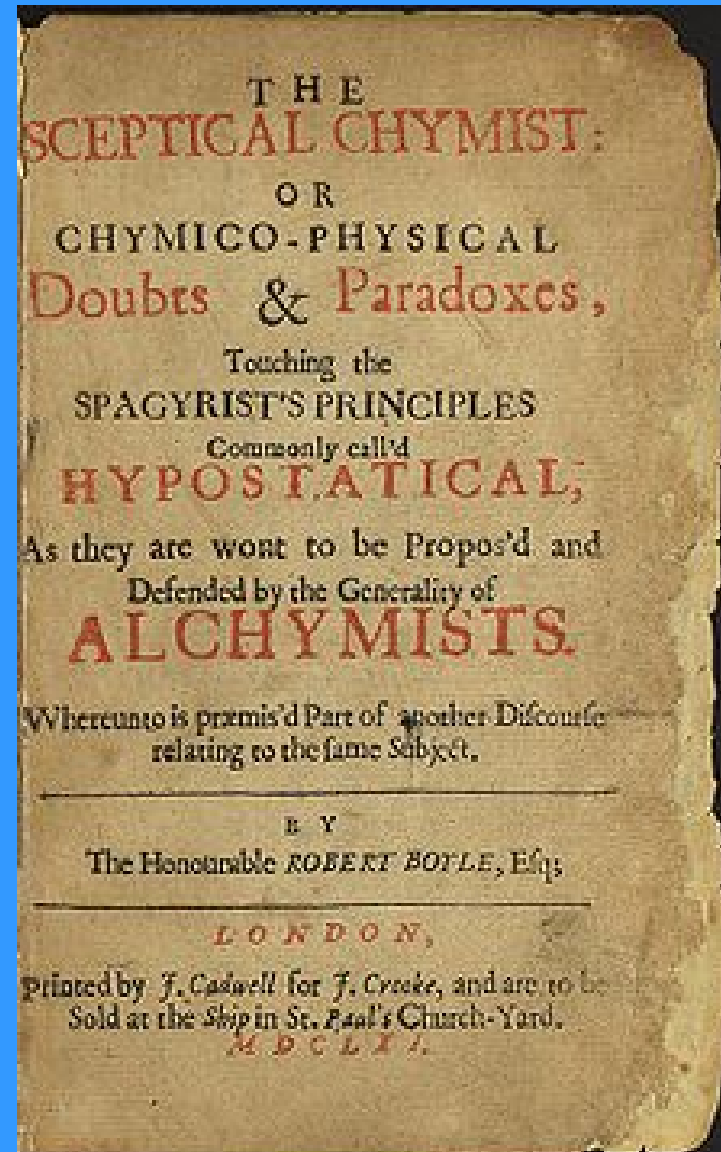
↶ Esprits acides. ♁ Terre absorbante. ⊖ Cuivre. ♁ Soufre mineral. [Principe.]
 ⊖ Acide du sel marin. SM Substances metalliques. ♂ Fer. △ Principe huileux ou Soufre
 ♁ Acide nitreux. ♁ Mercure. ♁ Plomb. ♁ Principe huileux ou Soufre
 ♂ Acide vitriolique. ♂ Regule d'Antimoine. ♂ Etain. ♁ Esprit de vinaigre.
 ⊖ Sel alcali fixe. ⊖ Or. ♂ Zinc. ♁ Eau.
 ♁ Sel alcali volatil. ☾ Argent. ♁ Pierre Calaminaire. ⊖ Sel [dents]
 ♁ Esprit de vin et Esprits azo-



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)





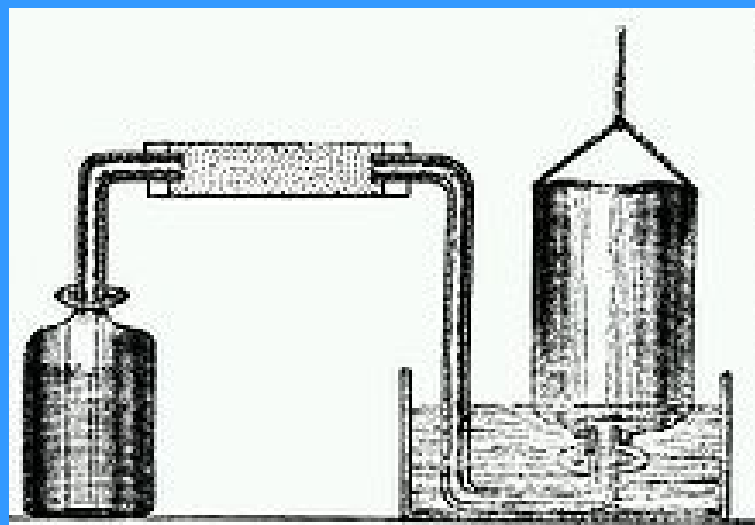
Travaux de Boyle

- 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

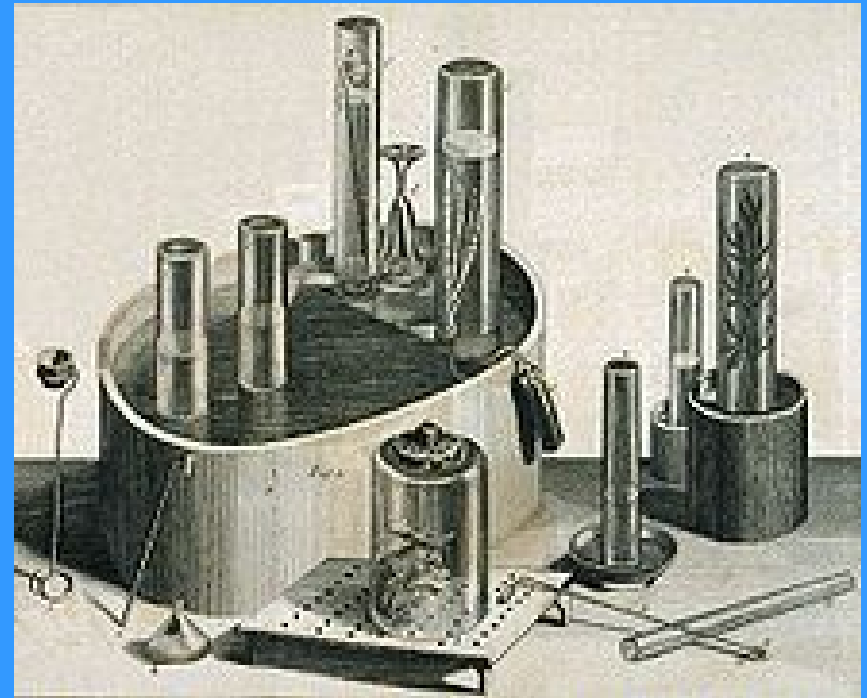




Travaux de Cavendish

- Isolation de l'Hydrogène « air inflammable » (1766)
- Composition de l'atmosphère $1/5$ O₂, $4/5$ N₂
- 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)

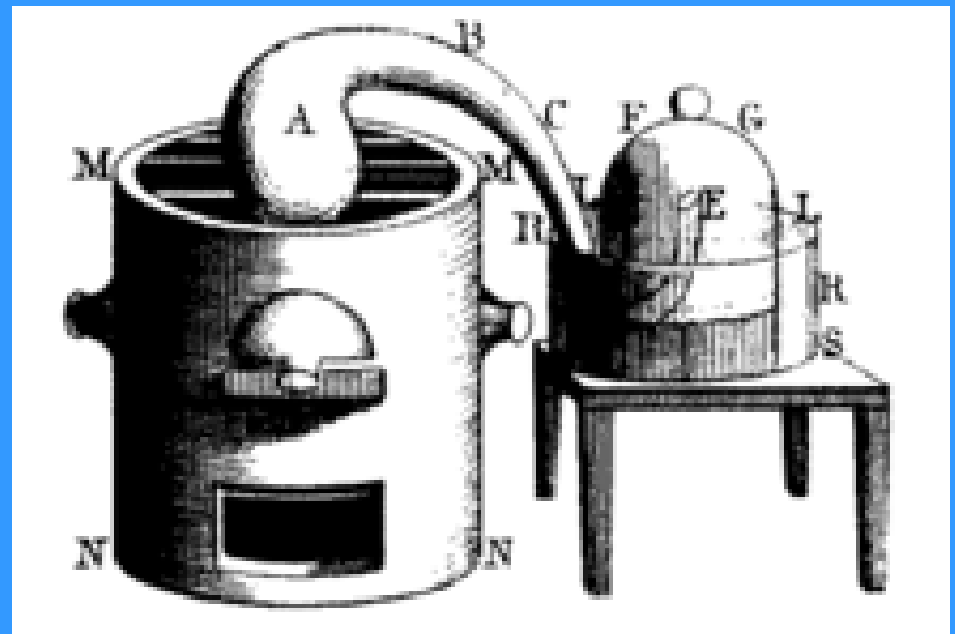




Travaux de Priestley

- 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

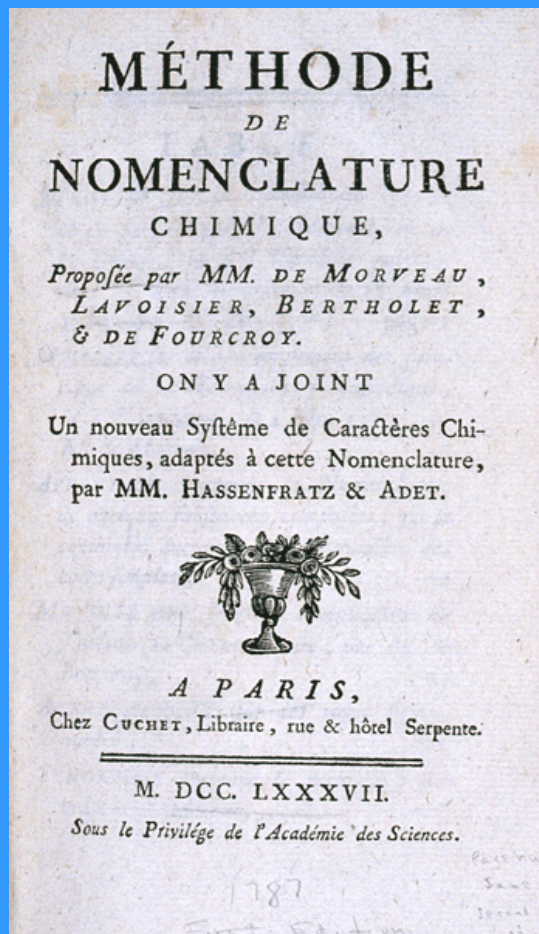


Travaux de Lavoisier

- 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 Basse, 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. |
| | | Phosphore. |
| | | Carbone..... |
| | | Charbon pur. |
| | | Radical muriatique. |
| | | Inconnu. |
| | | Radical fluorique. |
| | | Inconnu. |
| | | Radical boracique. |
| | | Inconnu. |
| | | Antimoine..... |
| | | Argent..... |
| | | Arénic..... |
| | | Bismuth..... |
| | | Cobalt..... |
| | | Cuivre..... |
| | | Etain..... |
| | | Fer..... |
| | | Manganèse..... |
| | | Mercure..... |
| | | Molybdène..... |
| | | Nickel..... |
| | | Or..... |
| | | Platine..... |
| | | Plomb..... |
| | | Tungstène..... |
| | | Zinc..... |
| | | Chaux..... |
| | | Terre calcaire, chaux. |
| | | Magnésie, base du sel d'Épouse. |
| | | Baryte..... |
| | | Barote, terre pesante. |
| | | Alumine..... |
| | | Argile, terre de l'alun, base de l'alun. |
| | | Silice..... |
| | | Terre siliceuse, terre vitrifiable. |

DES SUBSTANCES SIMPLES. 193

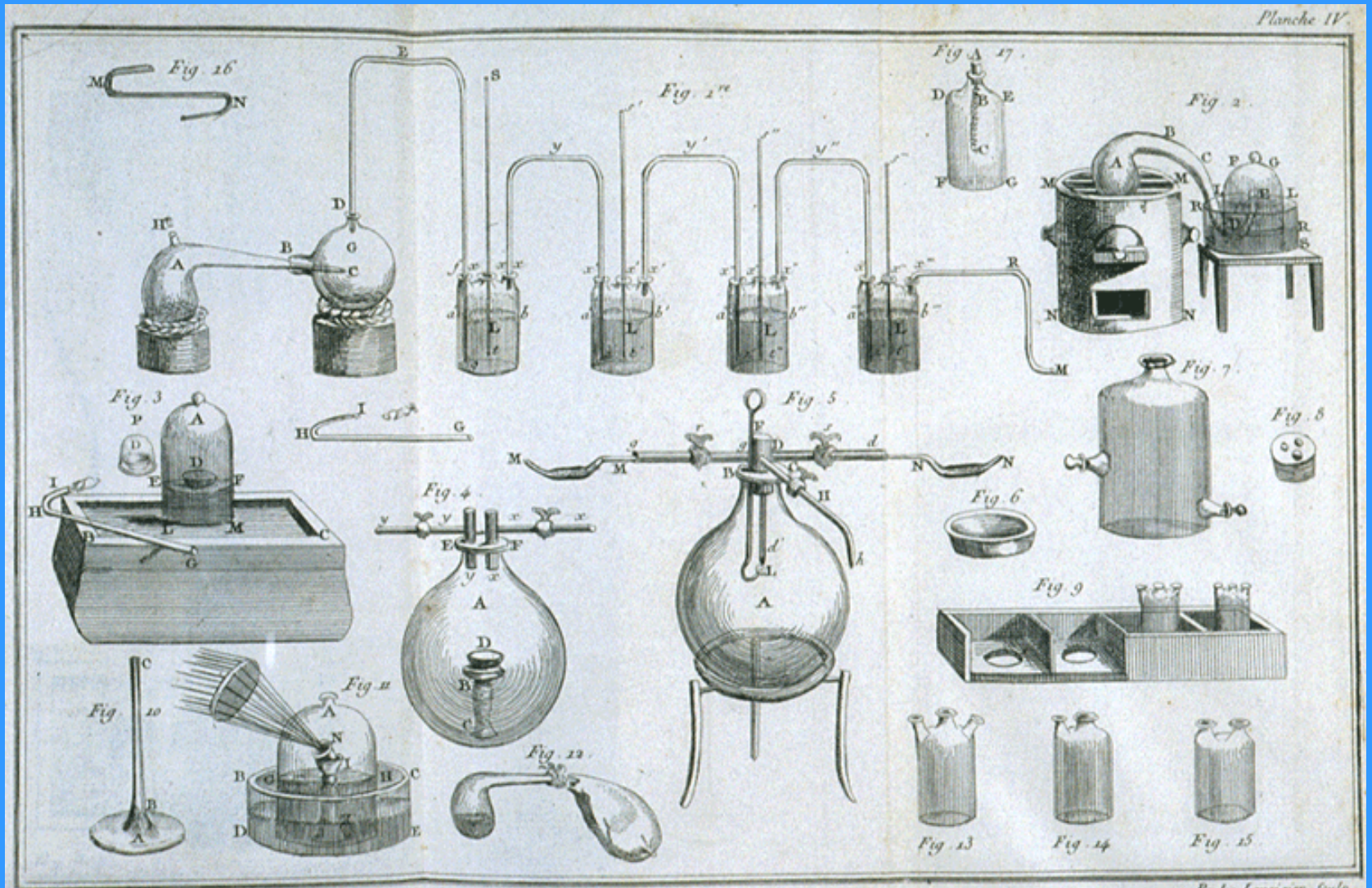
OBSERVATIONS

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'apperçut 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-

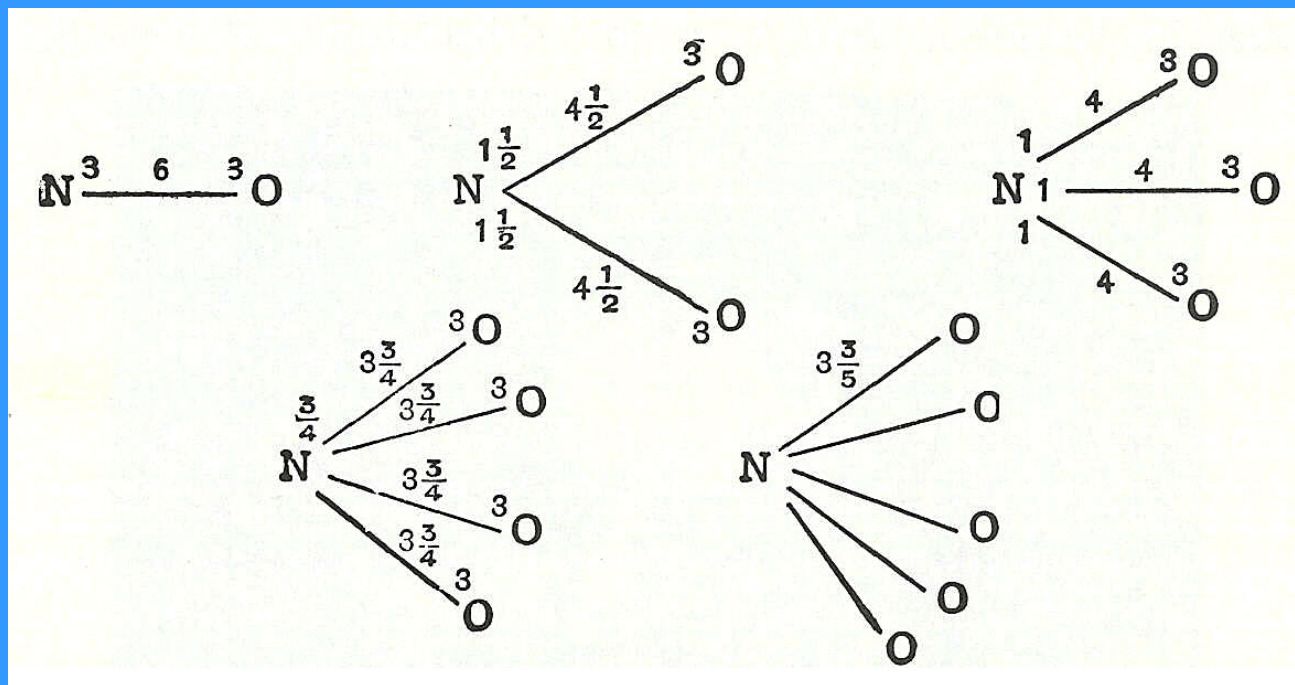
(a) Voyez Mémoires de l'Académie, année 1776, page 671, & 1778, page 535.

Travaux de Lavoisier

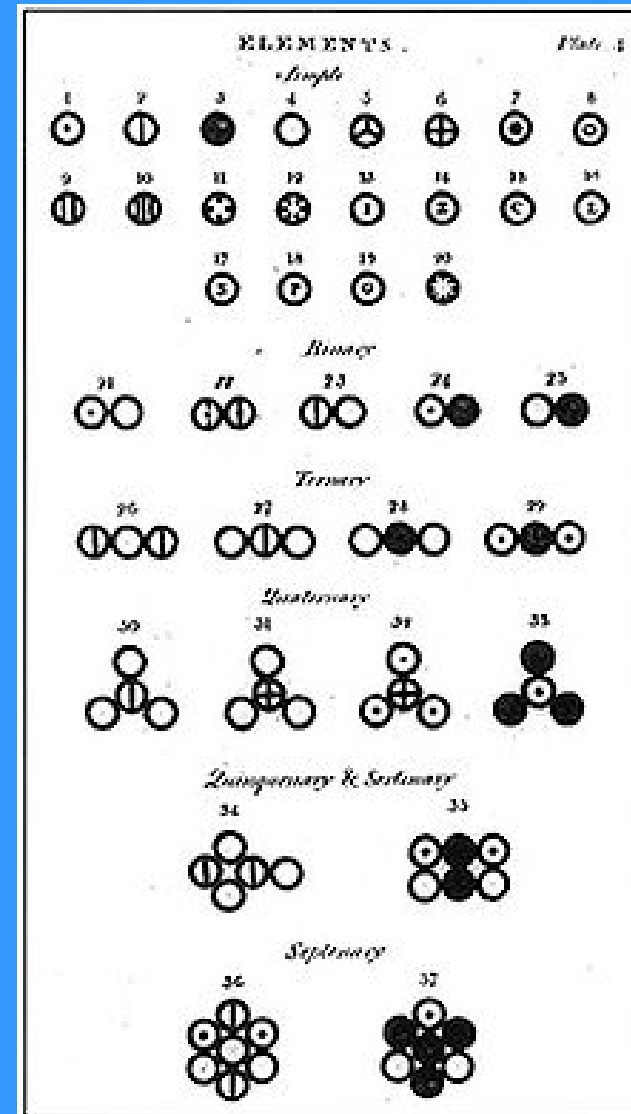
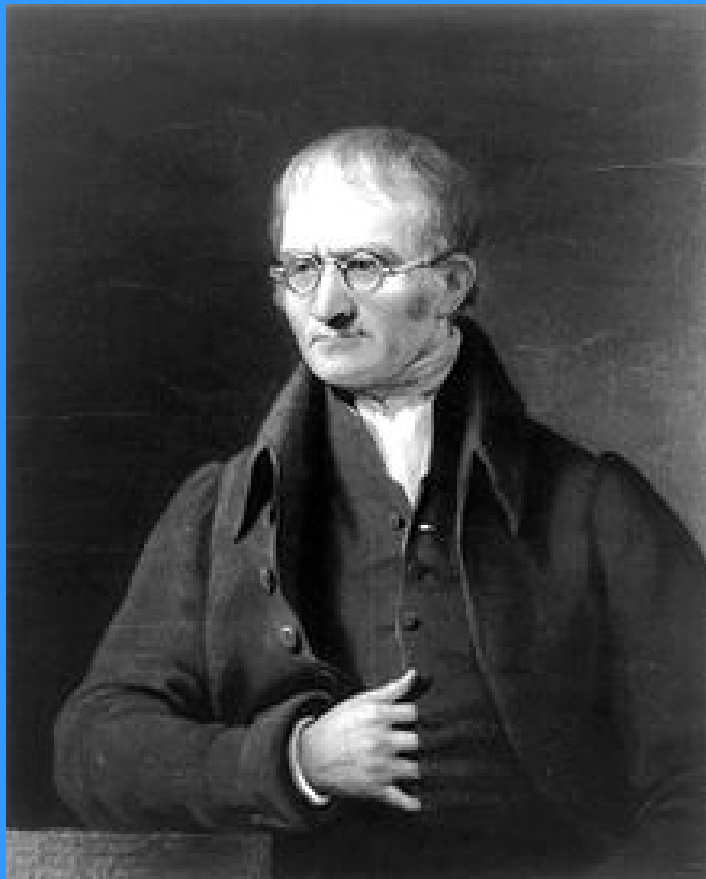


William Higgins (1763-1825)

- 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 fait d'atomes (non sécables)

Amedeo Avogadro (1776-1856)



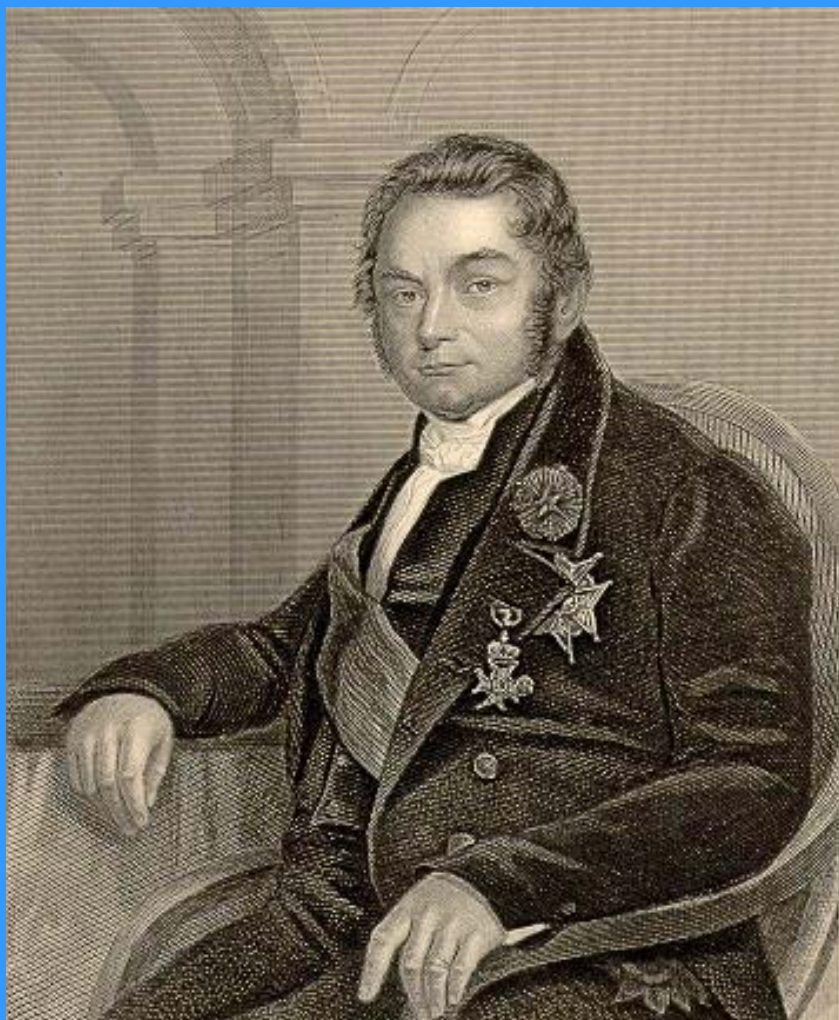
- Hypothèse Avogadro (1811) : un même volume de gaz différents à la même pression et température contient le même nombre de molécules
- Une molécule peut être constituée de plusieurs atomes identiques (ex: H_2 , O_2)



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)



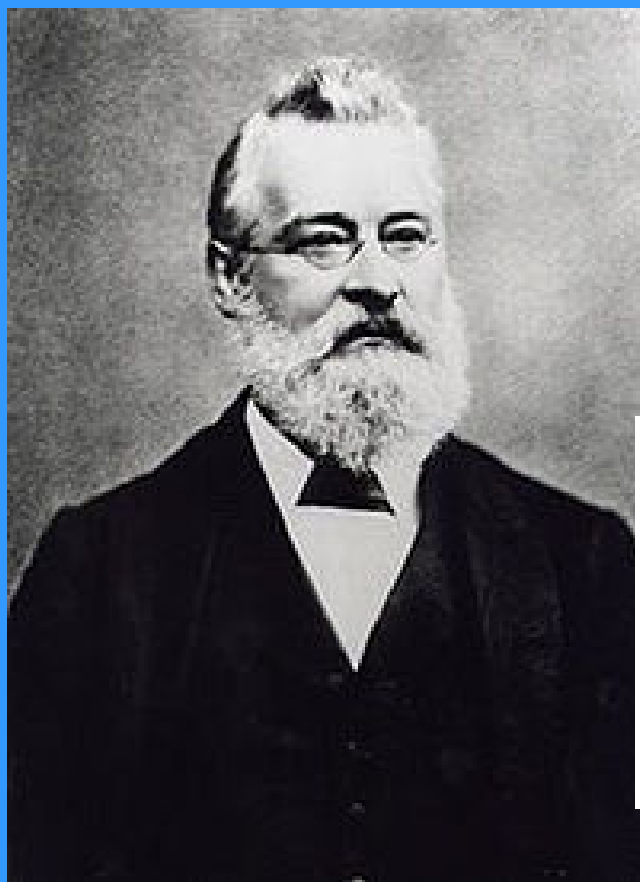
- Première formulation de la périodicité
- Hélice des éléments
- Termes géologiques et non chimiques

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 Ni | Cu | Zn | Y | In | As | Se |

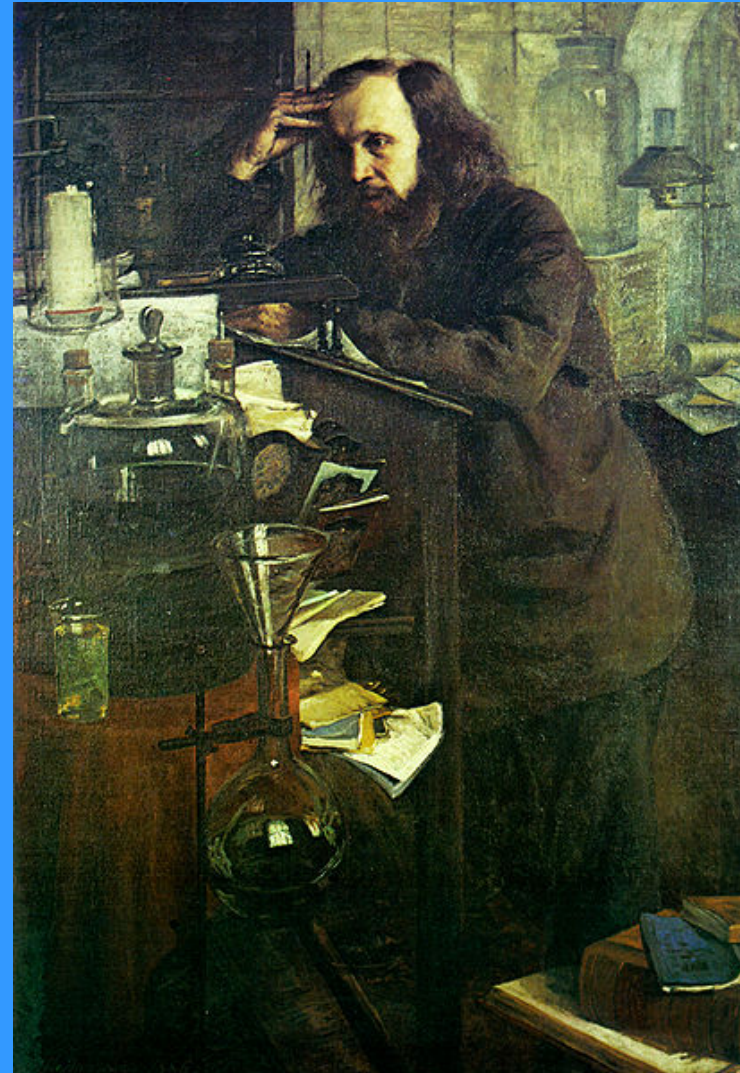
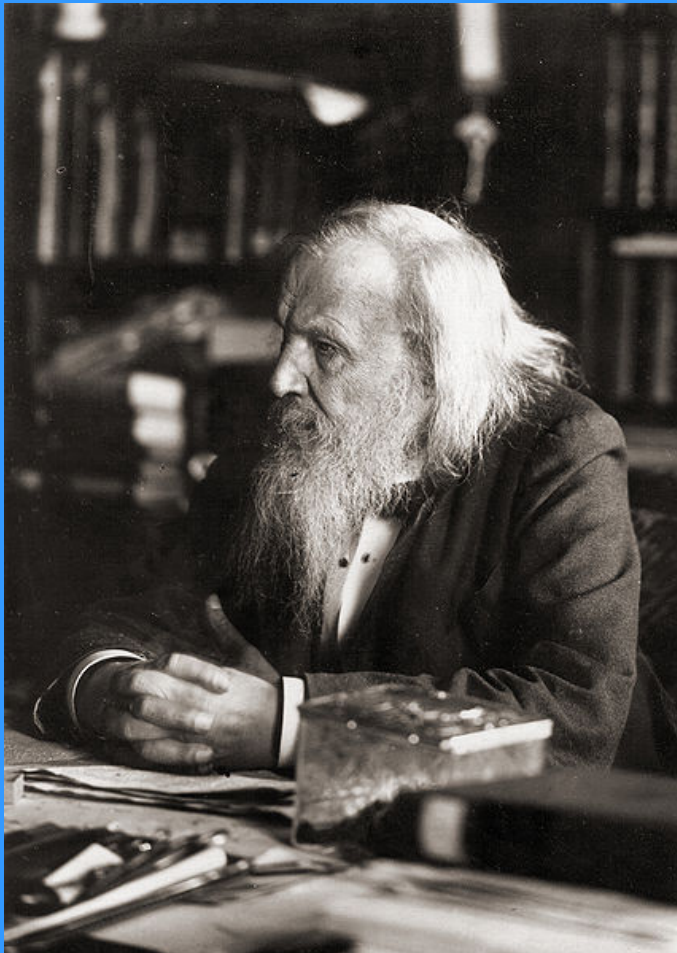
Lothar Meyer (1830-1895)



- 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)





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 ³ | 5.47 g/cm ³ |
| formula of oxide | EsO ₂ | GeO ₂ |
| formula of chloride | EsCl ₄ | GeCl ₄ |



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. — R ⁰ | Gruppe II. — R ⁰ | Gruppe III. — R ⁰ ' | Gruppe IV. RH ⁴ R ⁰ ' | Gruppe V. RH ³ R ⁰ ' | Gruppe VI. RH ² R ⁰ ' | Gruppe VII. RH R ⁰ ' | Gruppe VIII. — R ⁰ ' |
|--------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|--|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 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, 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, 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, Pt=198, Au=199. |
| 11 | (Au=199) | Hg=200 | Tl=204 | Pb=207 | Bi=208 | — | — | |
| 12 | — | — | — | Th=231 | — | U=240 | — | — — — — |

Manuscrits de Mendeleïev

Calculs de Mendeleïev sur les poids atomiques

Mendeleïev

| | | | |
|----|-------|----|-------|
| Li | 7 | Li | 7 |
| Be | 9 | Be | 9 |
| B | 11 | B | 11 |
| C | 12 | C | 12 |
| N | 14 | N | 14 |
| O | 16 | O | 16 |
| F | 19 | F | 19 |
| Na | 23 | Na | 23 |
| Mg | 24 | Mg | 24 |
| Al | 27 | Al | 27 |
| Si | 28 | Si | 28 |
| P | 31 | P | 31 |
| S | 32 | S | 32 |
| Cl | 35,5 | Cl | 35,5 |
| K | 39 | K | 39 |
| Ca | 40 | Ca | 40 |
| Sc | 45 | Sc | 45 |
| Ti | 48 | Ti | 48 |
| V | 51 | V | 51 |
| Cr | 52 | Cr | 52 |
| Mn | 55 | Mn | 55 |
| Fe | 56 | Fe | 56 |
| Ni | 58,7 | Ni | 58,7 |
| Cu | 63,5 | Cu | 63,5 |
| Zn | 65,4 | Zn | 65,4 |
| Ga | 69 | Ga | 69 |
| Ge | 72 | Ge | 72 |
| As | 75 | As | 75 |
| Se | 79,4 | Se | 79,4 |
| Br | 80 | Br | 80 |
| Rb | 85,4 | Rb | 85,4 |
| Sr | 87,6 | Sr | 87,6 |
| Y | 89 | Y | 89 |
| Zr | 91,3 | Zr | 91,3 |
| Nb | 92,9 | Nb | 92,9 |
| Mo | 95,9 | Mo | 95,9 |
| Rh | 101,4 | Rh | 101,4 |
| Pd | 106,4 | Pd | 106,4 |
| Au | 197,0 | Au | 197,0 |
| Hg | 200,6 | Hg | 200,6 |
| Pt | 195,1 | Pt | 195,1 |
| Ir | 192,2 | Ir | 192,2 |
| Os | 190,4 | Os | 190,4 |
| Pl | 200,0 | Pl | 200,0 |

Après les poids atomiques et les fonctions chimiques et chimiques

1869

| | | | | |
|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| $? = 8$ | $? = 32$ | $Cu = 63,4$ | $Ag = 108$ | $Hg = 200$ |
| $Ra = 94$ | $Mg = 24$ | $Fe = 65,2$ | $Ca = 40$ | $Na = 197$ |
| $B = 11$ | $Al = 27,4$ | $? = 68$ | $Ni = 116$ | $As = 197$ |
| $C = 12$ | $Si = 28$ | $? = 70$ | $Sn = 118$ | $Pb = 210$ |
| $N = 14$ | $P = 31$ | $As = 75$ | $S = 120$ | $Bi = 210$ |
| $O = 16$ | $S = 32$ | $Se = 79,4$ | $Te = 128$ | |
| $F = 19$ | $Cl = 35,5$ | $Br = 80$ | $I = 127$ | |
| $Na = 23$ | $K = 39$ | $Rb = 85,4$ | $Cs = 133$ | $Th = 204$ |
| | $Ca = 40$ | $Sr = 87,6$ | $Ba = 137$ | $Pb = 207$ |
| | $? = 75$ | $Ce = 92$ | | |
| $? Ce = 54$ | $La = 94$ | | | |
| $? Y = 60$ | $Si = 95$ | | | |
| $? Y = 75$ | $Th = 118$ | | | |



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



La table de Mendeleïev

Avant 1800
 1800-1850
 1850-1900
 1900-1950
 1950-2010

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 H 1.00794 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4.00260 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Li 6.941 | 4 Be 9.0122 | | | | | | | | | | | 5 B 10.811 | 6 C 12.011 | 7 N 14.007 | 8 O 15.999 | 9 F 18.998 | 10 Ne 20.180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 Na 22.990 | 12 Mg 24.305 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 Al 26.982 | 14 Si 28.086 | 15 P 30.974 | 16 S 32.065 | 17 Cl 35.453 | 18 Ar 39.948 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 K 39.098 | 20 Ca 40.078 | 21 Sc 44.956 | 22 Ti 47.867 | 23 V 50.942 | 24 Cr 51.996 | 25 Mn 54.938 | 26 Fe 55.845 | 27 Co 58.933 | 28 Ni 58.693 | 29 Cu 63.546 | 30 Zn 65.38 | 31 Ga 69.723 | 32 Ge 72.64 | 33 As 74.922 | 34 Se 78.96 | 35 Br 79.904 | 36 Kr 83.798 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 Rb 85.468 | 38 Sr 87.62 | 39 Y 88.906 | 40 Zr 91.224 | 41 Nb 92.906 | 42 Mo 95.94 | 43 Tc - | 44 Ru 101.07 | 45 Rh 102.91 | 46 Pd 106.42 | 47 Ag 107.87 | 48 Cd 112.41 | 49 In 114.82 | 50 Sn 118.71 | 51 Sb 121.76 | 52 Te 127.60 | 53 I 126.90 | 54 Xe 131.29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 Cs 132.91 | 56 Ba 137.33 | 57 La 138.91 | 72 Hf 178.49 | 73 Ta 180.95 | 74 W 183.84 | 75 Re 186.21 | 76 Os 190.23 | 77 Ir 192.22 | 78 Pt 195.08 | 79 Au 196.97 | 80 Hg 200.59 | 81 Tl 204.38 | 82 Pb 207.2 | 83 Bi 208.98 | 84 Po - | 85 At - | 86 Rn - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 Fr - | 88 Ra - | 89 Ac - | 104 Rf - | 105 Db - | 106 Sg - | 107 Bh - | 108 Hs - | 109 Mt - | 110 Ds - | 111 Rg - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>57 La 138.91</td> <td>58 Ce 140.12</td> <td>59 Pr 140.91</td> <td>60 Nd 144.24</td> <td>61 Pm -</td> <td>62 Sm 150.36</td> <td>63 Eu 151.96</td> <td>64 Gd 157.25</td> <td>65 Tb 158.93</td> <td>66 Dy 162.50</td> <td>67 Ho 164.93</td> <td>68 Er 167.26</td> <td>69 Tm 168.93</td> <td>70 Yb 173.05</td> <td>71 Lu 174.97</td> </tr> <tr> <td>89 Ac -</td> <td>90 Th 232.04</td> <td>91 Pa 231.04</td> <td>92 U 238.03</td> <td>93 Np -</td> <td>94 Pu -</td> <td>95 Am -</td> <td>96 Cm -</td> <td>97 Bk -</td> <td>98 Cf -</td> <td>99 Es -</td> <td>100 Fm -</td> <td>101 Md -</td> <td>102 No -</td> <td>103 Lr -</td> </tr> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | | | 57 La 138.91 | 58 Ce 140.12 | 59 Pr 140.91 | 60 Nd 144.24 | 61 Pm - | 62 Sm 150.36 | 63 Eu 151.96 | 64 Gd 157.25 | 65 Tb 158.93 | 66 Dy 162.50 | 67 Ho 164.93 | 68 Er 167.26 | 69 Tm 168.93 | 70 Yb 173.05 | 71 Lu 174.97 | 89 Ac - | 90 Th 232.04 | 91 Pa 231.04 | 92 U 238.03 | 93 Np - | 94 Pu - | 95 Am - | 96 Cm - | 97 Bk - | 98 Cf - | 99 Es - | 100 Fm - | 101 Md - | 102 No - | 103 Lr - |
| 57 La 138.91 | 58 Ce 140.12 | 59 Pr 140.91 | 60 Nd 144.24 | 61 Pm - | 62 Sm 150.36 | 63 Eu 151.96 | 64 Gd 157.25 | 65 Tb 158.93 | 66 Dy 162.50 | 67 Ho 164.93 | 68 Er 167.26 | 69 Tm 168.93 | 70 Yb 173.05 | 71 Lu 174.97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 89 Ac - | 90 Th 232.04 | 91 Pa 231.04 | 92 U 238.03 | 93 Np - | 94 Pu - | 95 Am - | 96 Cm - | 97 Bk - | 98 Cf - | 99 Es - | 100 Fm - | 101 Md - | 102 No - | 103 Lr - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Hommages à Mendeleïev



Bratislava

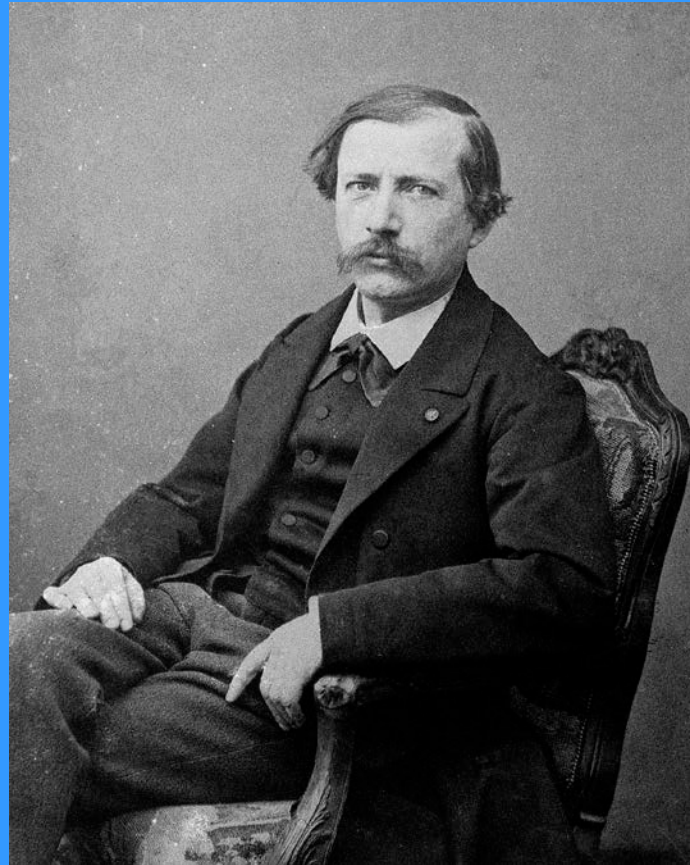


Les autres travaux de Mendeleïev

- 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)



Le dernier ennemi de la théorie atomiste : Marcelin Berthelot (1827-1907)





Les conséquences de la classification périodique

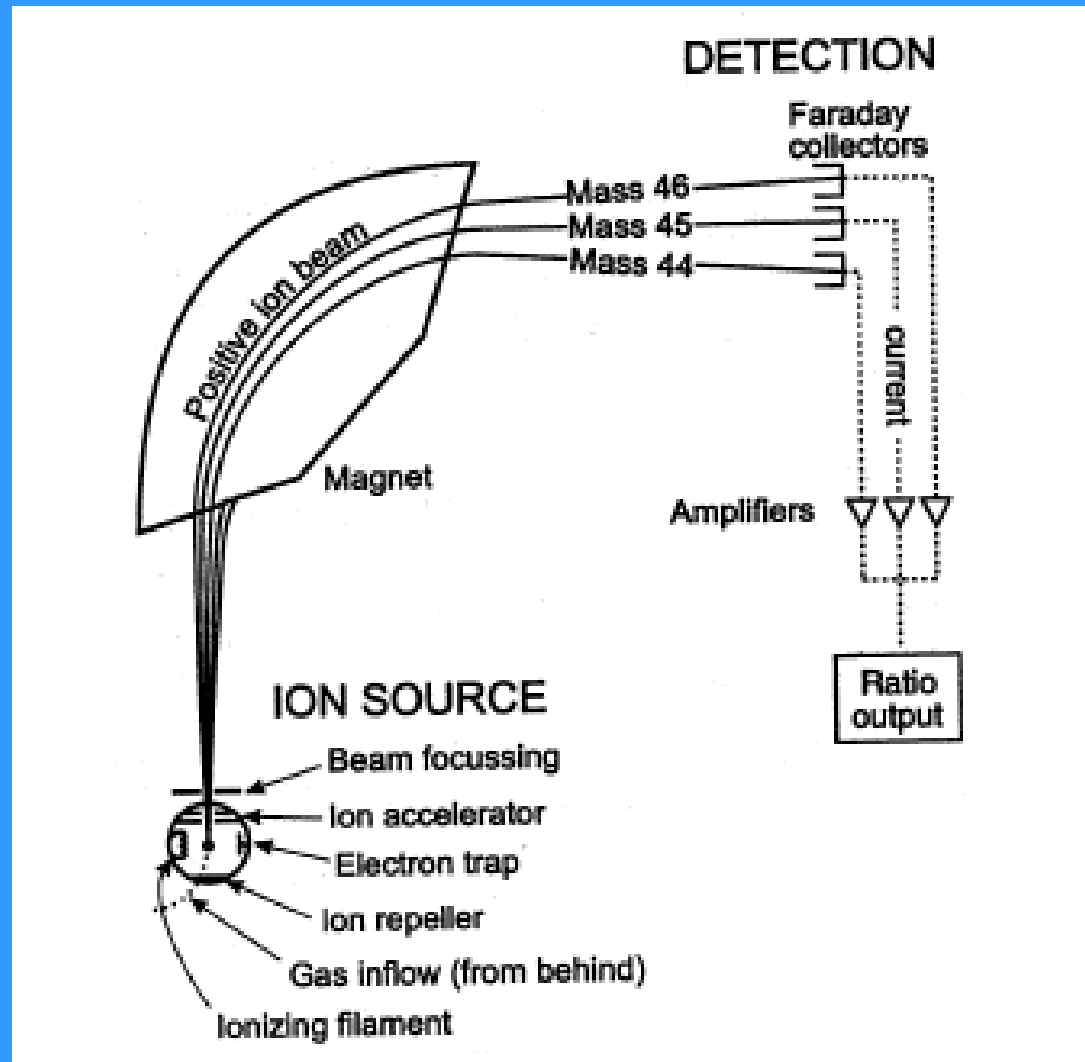
- Modèle conceptuel qui guidera les théories sur la structure de l'atome
- Instrument de prévision pour la recherche des éléments inconnus

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

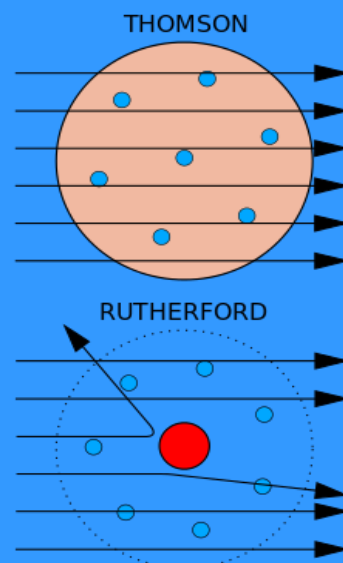
Spectromètre de masse



Ernest Rutherford (1871-1937)



- Découverte du noyau atomique



- Distinction entre radioactivité α , β et γ
- Prix Nobel de chimie 1908
- Première transmutation par bombardement α

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

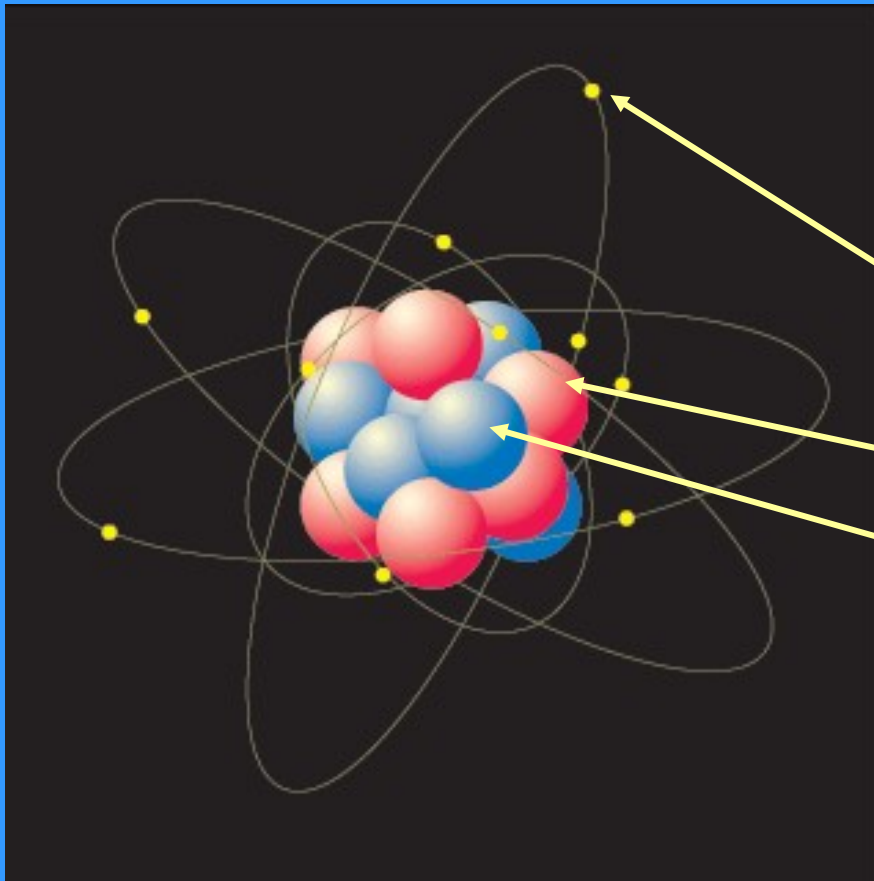


Charles Glover Barkla (1877-1944)



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

Modèle de l'atome

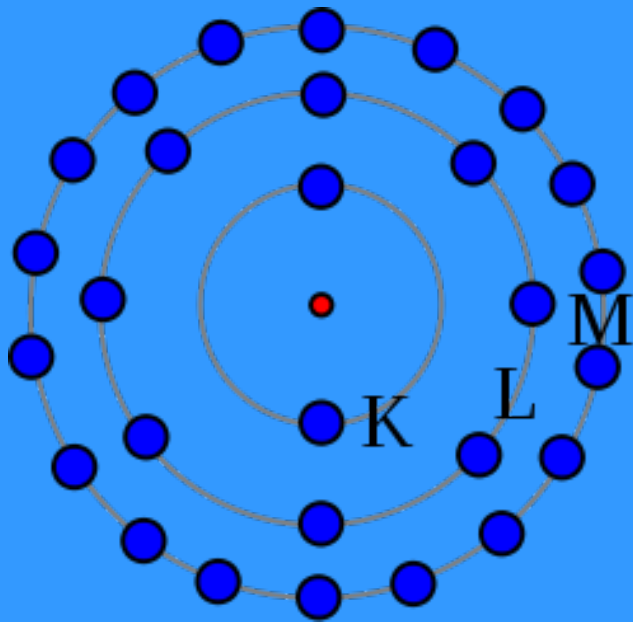


● Electron (-)

● 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

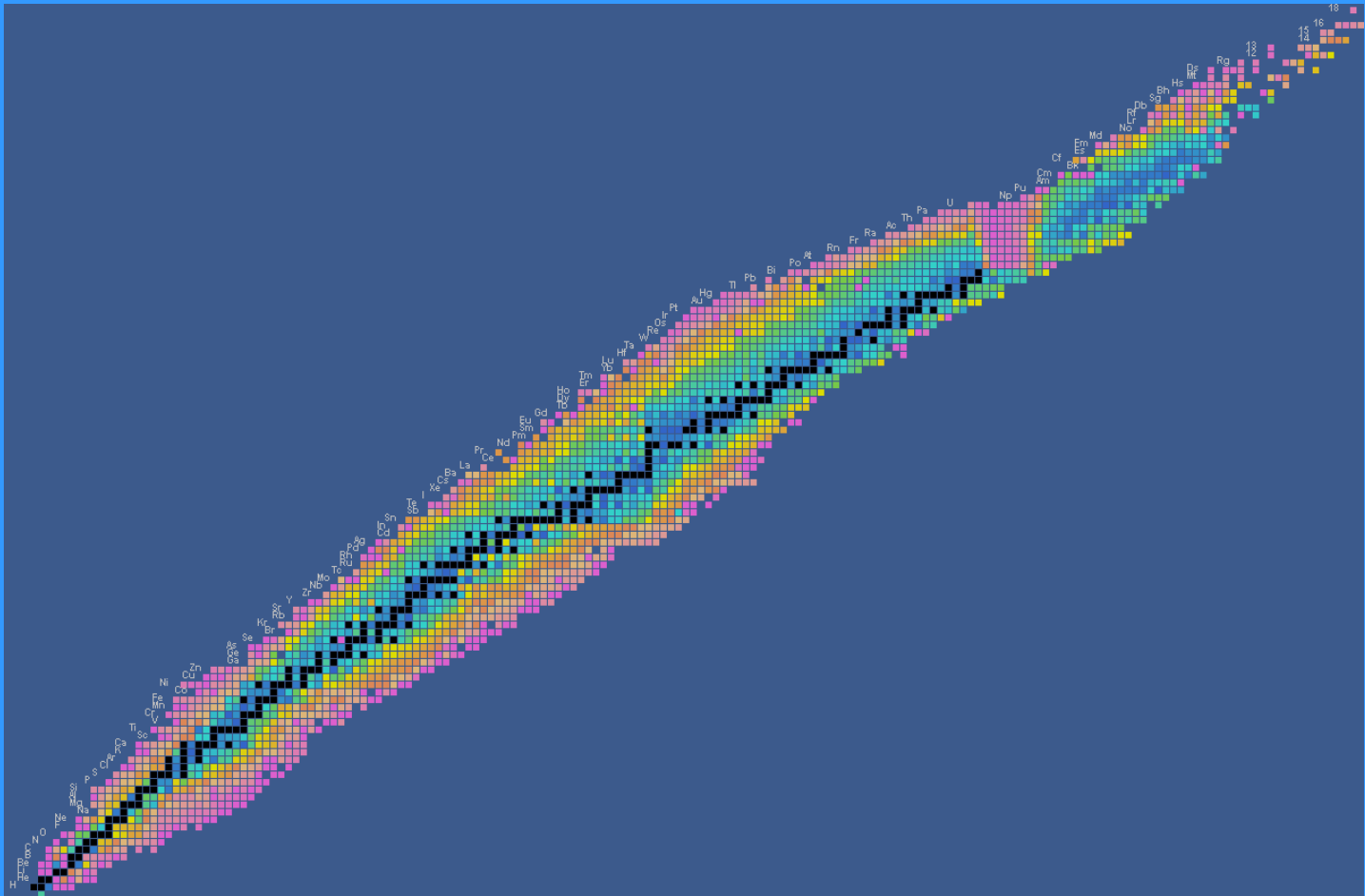


- Margaret Todd suggère le mot isotope (à la même place [du tableau]) en 1913 à Frederic Soddy (1877-1957) (Nobel 1922)
- Éléments ayant les mêmes propriétés chimiques mais des propriétés physiques différentes
- Descente de deux positions (α)
- Montée d'une position (β)





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, mendélévium, nobelium
- L'élément 106 fut nommé Seaborgium de son vivant



La table des éléments moderne dans ses différentes versions

Versions de 1900 à 2010 : 134 versions !!!

1900-1949

1950-1999

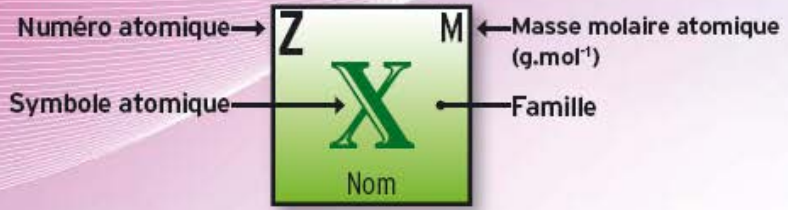
2000-2010


Table complète jusqu'à Z= 179

| | s^1 | s^2 | g | f^1 | f^2 | f^3 | f^4 | f^5 | f^6 | f^7 | f^8 | f^9 | f^{10} | f^{11} | f^{12} | f^{13} | f^{14} | d^1 | d^2 | d^3 | d^4 | d^5 | d^6 | d^7 | d^8 | d^9 | d^{10} | p^1 | p^2 | p^3 | p^4 | p^5 | p^6 | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 1 | H | He | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Li | Be | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne | |
| 3 | Na | Mg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar | | |
| 4 | K | Ca | | | | | | | | | | | | | | | | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr | |
| 5 | Rb | Sr | | | | | | | | | | | | | | | | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe | |
| 6 | Cs | Ba | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn | | |
| 7 | Fr | Ra | Ac | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Uut | Uuq | Uup | Uuh | Uus | Uuo | | |
| 8 | Uue | Ubn | * Ute | Uqn | Uqu | Uqb | Uqt | Uqq | Uqp | Uqh | Uqs | Uqo | Uqe | Upn | Upu | Upb | Upt | Upq | Upp | Uph | Ups | Upo | Upe | Uhn | Uhu | Uhb | Uht | Uhq | Uhp | Uhh | Uhs | Uho | | |
| | | | ↓ | g^1 | g^2 | g^3 | g^4 | g^5 | g^6 | g^7 | g^8 | g^9 | g^{10} | g^{11} | g^{12} | g^{13} | g^{14} | g^{15} | g^{16} | g^{17} | g^{18} | | | | | | | | | | | | | |
| | | | * | Ubu | Ubb | Ubt | U bq | Ubp | Ubh | Ubs | Ubo | Ube | Utn | Utu | Utb | Utt | Utq | Utp | Uth | Uts | Uto | | | | | | | | | | | | | |

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 H Hydrogène 1,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He Hélium 4,0 |
| 3 Li Lithium 6,9 | 4 Be Béryllium 9,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 Na Sodium 23,0 | 12 Mg Magnésium 24,3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 K Potassium 39,1 | 20 Ca Calcium 40,1 | 21 Sc Scandium 45,0 | 22 Ti Titane 47,9 | 23 V Vanadium 50,9 | 24 Cr Chrome 52,0 | 25 Mn Manganèse 54,9 | 26 Fe Fer 55,8 | 27 Co Cobalt 58,9 | 28 Ni Nickel 58,7 | 29 Cu Cuivre 63,5 | 30 Zn Zinc 65,4 | 31 Ga Gallium 69,7 | 32 Ge Germanium 72,6 | 33 As Arsenic 74,9 | 34 Se Sélénium 79,0 | 35 Br Brome 79,9 | 36 Kr Krypton 83,8 |
| 37 Rb Rubidium 85,5 | 38 Sr Strontium 87,6 | 39 Y Yttrium 88,9 | 40 Zr Zirconium 91,2 | 41 Nb Niobium 92,9 | 42 Mo Molybdène 95,9 | 43 Tc Technétium (98) | 44 Ru Ruthénium 101,1 | 45 Rh Rhodium 102,9 | 46 Pd Palladium 106,4 | 47 Ag Argent 107,9 | 48 Cd Cadmium 112,4 | 49 In Indium 114,8 | 50 Sn Étain 118,7 | 51 Sb Antimoine 121,8 | 52 Te Tellure 127,6 | 53 I Iode 126,9 | 54 Xe Xénon 131,3 |
| 55 Cs Césium 132,9 | 56 Ba Baryum 137,3 | 57 La Lanthane 138,9 | 72 Hf Hafnium 178,5 | 73 Ta Tantale 180,9 | 74 W Tungstène 183,8 | 75 Re Rhenium 186,2 | 76 Os Osmium 190,2 | 77 Ir Iridium 192,2 | 78 Pt Platine 195,1 | 79 Au Or 197,0 | 80 Hg Mercure 200,6 | 81 Tl Thallium 204,4 | 82 Pb Plomb 207,2 | 83 Bi Bismuth 209,0 | 84 Po Polonium (209) | 85 At Astate (210) | 86 Rn Radon (222) |
| 87 Fr Francium (223) | 88 Ra Radium (226) | 89 Ac Actinium (227) | 104 Rf Rutherfordium (261) | 105 Db Dubnium (262) | 106 Sg Seaborgium (266) | 107 Bh Bohrium (264) | 108 Hs Hassium (269) | 109 Mt Meitnerium (268) | 110 Uun Ununillium (269) | 111 Uuu Ununium (272) | 112 Uub Ununbium (277) | | 114 Uuq Ununquadium | | 116 Uuh Ununhexium | | 118 Uuo Ununoctium |



 Dmitri Ivanovitch Mendeleïev (1834 - 1907) est un chimiste russe connu pour ses travaux sur la classification périodique des éléments. En 1869, il a publié 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 Ce Cérium 140,1 | 59 Pr Praséodyme 140,9 | 60 Nd Néodyme 144,2 | 61 Pm Prométhium (145) | 62 Sm Samarium 150,4 | 63 Eu Europium 152,0 | 64 Gd Gadolinium 157,4 | 65 Tb Terbium 158,9 | 66 Dy Dysprosium 162,5 | 67 Ho Holmium 164,9 | 68 Er Erbium 167,3 | 69 Tm Thulium 168,9 | 70 Yb Ytterbium 173,0 | 71 Lu Lutétium 175,0 |
| 90 Th Thorium 232,0 | 91 Pa Protactinium 231,0 | 92 U Uranium 238,0 | 93 Np Neptunium (237) | 94 Pu Plutonium (244) | 95 Am Américium (243) | 96 Cm Curium (247) | 97 Bk Berkélium (247) | 98 Cf Californium (251) | 99 Es Einsteinium (254) | 100 Fm Fermium (257) | 101 Md Mendélévium (258) | 102 No Nobélium (259) | 103 Lw Lawrencium (260) |



Tableau périodique interactif

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

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 La Lanthane 3 | 58 Ce Cérium 6 | 59 Pr Praséodyme 3 | 60 Nd Néodyme 7 | 61 Pm Prométhi... 6 | 62 Sm Samarium 6 | 63 Eu Europium 4 | 64 Gd Gadolinium 7 | 65 Tb Terbium 7 | 66 Dy Dysprosi... 6 | 67 Ho Holmium 5 | 68 Er Erbium 11 | 69 Tm Thulium 5 | 70 Yb Ytterbium 11 | 71 Lu Lutécium 4 |
| 89 Ac Actinium 3 | 90 Th Thorium 6 | 91 Pa Protactini... 6 | 92 U Uranium 6 | 93 Np Neptunium 3 | 94 Pu Plutonium 6 | 95 Am Américium 3 | 96 Cm Curium 6 | 97 Bk Berkélium 5 | 98 Cf Californium 7 | 99 Es Einsteinium 4 | 100 Fm Fermium 4 | 101 Md Mendélium 3 | 102 No Nobélium 3 | 103 Lr Lawrencium 1 |



Les derniers éléments chimiques (2015)

- Nihonium, Moscovium, Tennessine et Oganesson: voilà les noms des quatre derniers éléments superlourds découverts par les physiciens. Leurs noyaux contiennent respectivement 113, 115, 117 et 118 protons.



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.