

Chapitre 1 : Les éléments chimiques

Introduction :

Nous savons aujourd'hui que les premiers éléments chimiques sont apparus lors de la création de notre Univers au moment du Big Bang. Ils sont la base de la matière qui nous entoure et qui nous constitue. Mais depuis l'Antiquité, les théories sur la constitution de la matière n'ont cessé de se multiplier et d'évoluer... Quelles sont celles qui ont marqué l'histoire ?

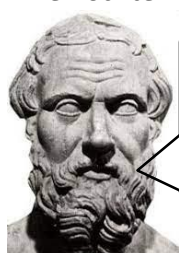
Les éléments chimiques sont désormais répertoriés dans une classification périodique. Mais comment s'est-elle construite et à l'aide de quel scientifique ?

I- De quoi est constitué la matière ?

1) Un peu d'histoire des sciences...

- Dans l'Antiquité, vers 400 avant JC, deux philosophes grecs énoncent des théories différentes sur la constitution de la matière :

Démocrite

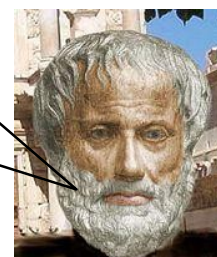


La matière est constituée de **petits grains indivisibles appelés « atomes »** (du mot Grec « Atomos » qui signifie « indivisible »)



La matière est constituée de 4 éléments : **l'eau, le feu, la terre et l'air**. Les autres substances sont des mélanges de ces 4 éléments.

Aristote



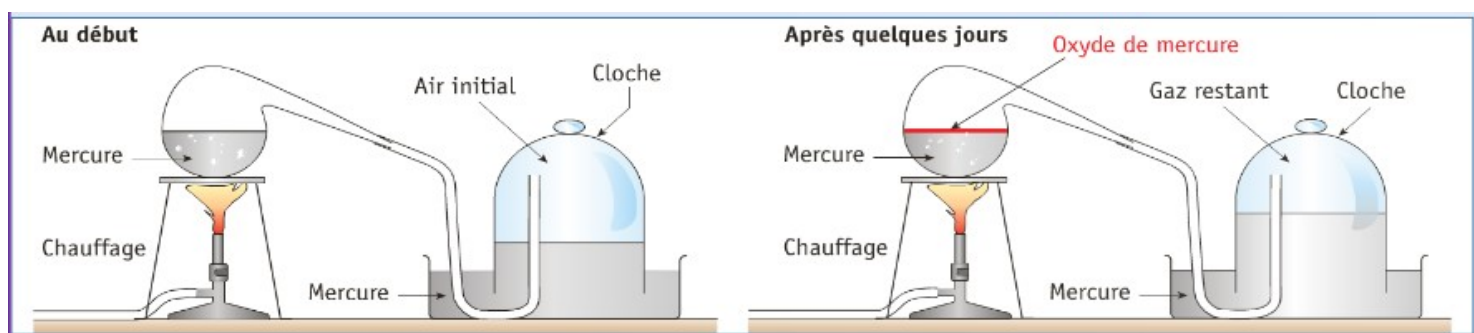
- ⇒ Bien que la théorie de Démocrite soit celle qui s'approche le plus de la réalité scientifique, c'est la **théorie d'Aristote qui va être adoptée** uniquement à cause de la renommée d'Aristote. Sa théorie va régner pendant plus de 2000 ans (de -400 avant JC à ≈ 1800).

Antoine Lavoisier

- **Antoine Lavoisier** (1743-1794) réalise deux expériences qui viennent contredire la théorie des 4 éléments d'Aristote.

Expérience 1 : Découverte de la composition de l'Air en 1774

Il fit bouillir pendant plusieurs jours du mercure dans une cornue dont l'extrémité recourbée arrivait sous une cloche (contenant un certain volume d'air) placée dans un bain de mercure :



« L'expérience est terminée quand le niveau de mercure ne monte plus sous la cloche. »

- Pour tenter d'identifier le **gaz resté sous la cloche**, Lavoisier enferma sous celle-ci une petite souris qui mourra d'asphyxie instantanément. Il appela donc ce gaz **le diazote**, signifiant en grec « sans vie ».
- Pour identifier le gaz ayant oxydé le mercure : il chauffa l'oxyde de mercure seul dans une autre cloche. Le gaz alors récupéré convint à la souris et raviva la flamme d'une bougie. Il baptisa ce gaz : le **dioxygène**.

Expérience de Lavoisier en vidéo :

<https://www.youtube.com/watch?v=surOJNts53E>



- Grâce à cette expérience, en comparant le volume de gaz resté avant et après sous la cloche, Antoine Lavoisier en déduit que **l'air est composé de 20% de dioxygène** (gaz ayant servi à oxyder le mercure) et de **80% de diazote**.

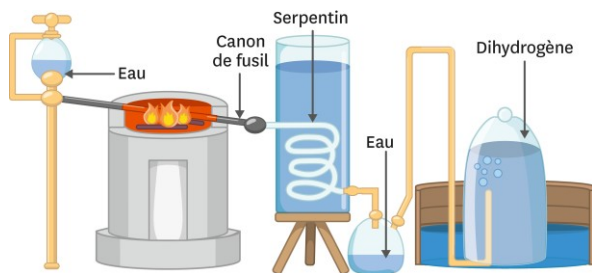
Conclusion : Antoine Lavoisier a bien prouvé que l'air n'est pas un élément ! Il conclura également que le feu n'est pas un élément...mais qu'il s'agit bien d'une réaction chimique qui consomme du dioxygène et dégage de la chaleur.



Expérience 2 : Décomposition et synthèse de l'Eau en 1785

En 1785, Lavoisier démontre à une assemblée de savants que **l'on peut décomposer l'eau et la recomposer** : c'est un grand pas vers une chimie moderne.

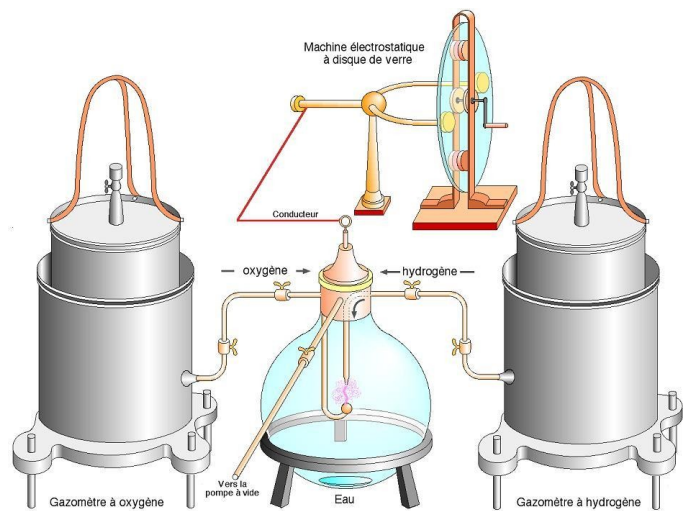
Montage expérimental de décomposition de l'eau :



L'eau circule dans un tube en fer (un canon à fusil) chauffé sur un fourneau et se décompose au contact du fer : l'oxygène se lie au fer (la masse du tube augmente) et le dihydrogène est récupéré à la sortie du tube.

Conclusion : Lavoisier a démontré que l'eau n'est pas un élément chimique ! L'eau est un corps composé d'oxygène et d'hydrogène.

Montage expérimental de la synthèse de l'eau :



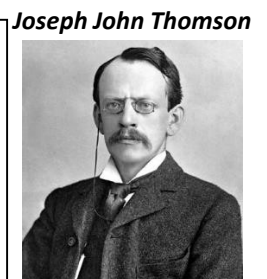
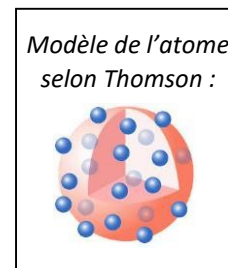
Un appareil électrostatique permet la formation d'une étincelle dans le mélange qui permet une réaction chimique entre les deux gaz, produisant de l'eau qui s'accumule au fond du ballon.

- Le chimiste anglais **John Dalton** (1766-1844) formule sa **théorie atomique de la matière en 1805** : « La matière est constituée de minuscules atomes indivisibles. **Un atome est une sphère pleine de matière semblable à une boule de billard.** »



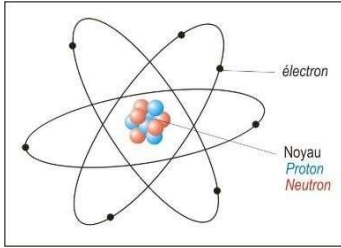
- Le physicien anglais **Joseph John Thomson** (1856-1940) prouve expérimentalement, **en 1897**, grâce à la construction d'un tube cathodique, l'existence d'une particule chargée négativement : **l'électron**.

« Comme les atomes sont neutres, ils doivent contenir autant de charges positives qu'il y a d'électrons ! » **Thomson propose donc un modèle pour l'atome qui ressemble à un plum-pudding** (électrons dispersés comme des raisins dans un cake).

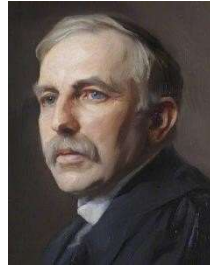


- **En 1911, Ernest Rutherford** (1871-1937) prouve expérimentalement que « **l'atome est surtout constitué de vide**. C'est en quelque sorte un système solaire en miniature, avec **des électrons qui tournent autour d'un noyau positif comme une planète autour du soleil** ».

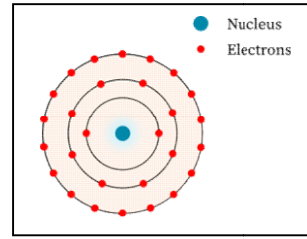
Modèle de l'atome selon Rutherford :



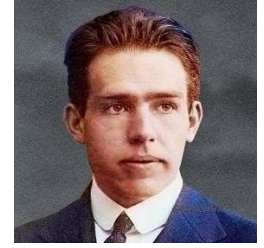
Ernest Rutherford



Modèle de l'atome selon Niels Bohr :



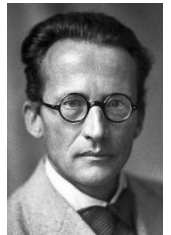
Niels Bohr



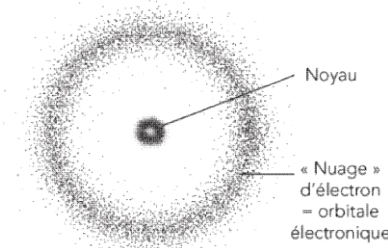
➤ En 1913, Niels Bohr (1885-1962) reprend le modèle atomique de Rutherford pour préciser que les électrons gravitent sur des **orbites circulaires particulières nommées « couches électroniques »**.

➤ En 1927, le physicien allemand Erwin Schrodinger (1887-1961) remet complètement en question le modèle atomique de Niels Bohr. Par des calculs mathématiques, il démontre que les électrons ne circulent pas dans des orbites autour du noyau mais qu'au contraire, **ils se déplacent dans des nuages électroniques autour de l'atome appelées orbitales atomiques**. Ces orbitales correspondent à des probabilités de présence de l'électron.

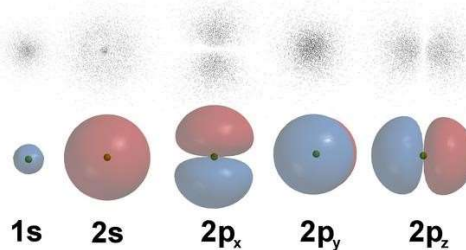
Schrodinger



Modèle de l'atome selon Schrodinger :

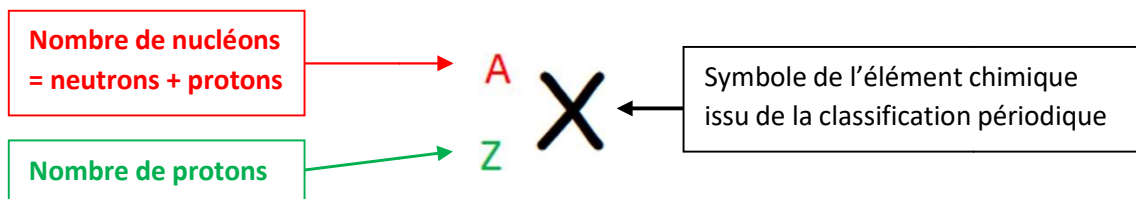


Exemples d'orbitales atomiques :



2) Symbole de l'atome

Chaque atome est représenté par un **symbole chimique** répertorié dans la classification périodique :



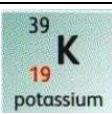
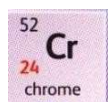
A s'appelle le nombre de masse

Z s'appelle le numéro atomique

Remarque : $A > Z$

Rappel : Un atome est électriquement neutre, c'est-à-dire qu'il contient autant de protons (charges +) dans son noyau que d'électrons (charges -) autour de son noyau.

Exemples :

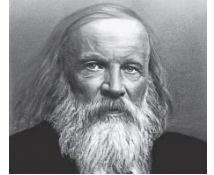
Nom et symbole	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre de nucléons	Nombre d'électrons
	19	$39 - 19 = 20$	39	19
	24	$52 - 24 = 28$	52	24

II- La classification périodique

1) Comment s'est construite la classification périodique ?

- **Vers 1860**, une soixantaine d'éléments chimiques étaient déjà connus. Certains chimistes avaient pu constater que certains éléments chimiques réagissaient de la même façon comme le sodium (Na) ou encore le potassium (K).
- **En 1869**, le chimiste russe **Dmtri Mendeleiev** (1834-1907) propose donc de **classer les divers éléments chimiques** :
 - **horizontalement** selon leur **numéro atomique Z croissant**
 - **verticalement** selon des **propriétés chimiques similaires**

Mendeleiev



Dès la publication de ce premier tableau périodique par Mendeleiev, on constate qu'il laisse des cases vides pour des éléments encore inconnus à l'époque ...et qui seront découverts par la suite.

C'est le cas par exemple du **Polonium (Po)** et du **Radium (Ra)** découverts par Pierre et Marie Curie en **1898**.

1^{er} tableau périodique de Mendeleiev :

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.
ОСНОВАННОЙ НА ВЪЗЪ АТОМНОМЪ ВЪСЪ И ХИМИЧЕСКОМЪ СЪОУСТВЪ.

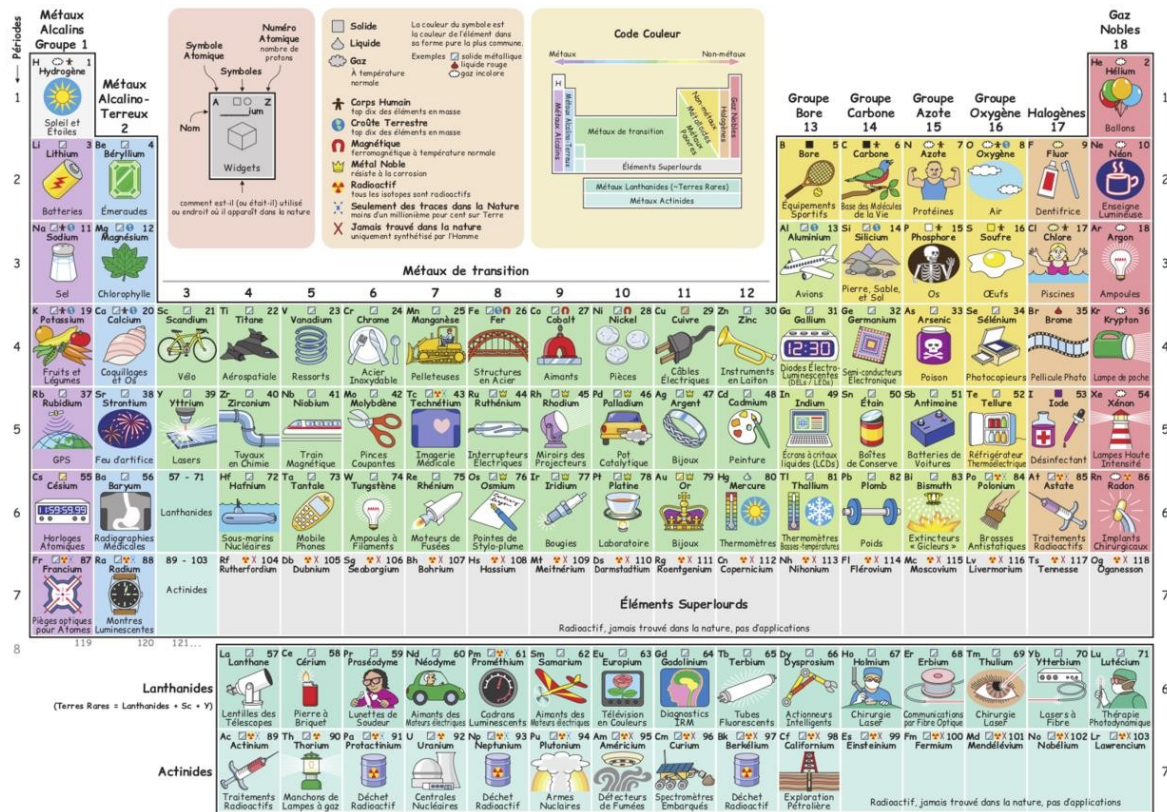
H = 1

Be = 9, Mg = 24	Zn = 65, Cd = 112	Ti = 50	Zr = 90	? = 180.
B = 11	Al = 27, ? = 68	C = 12	Si = 28	? = 70
N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
O = 16	S = 32	Se = 78, Te = 128?		
F = 19	Cl = 35,5, Br = 80	I = 127		
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85, Cs = 133	Tl = 204.
		Ca = 40	Sr = 87, Ba = 137	Pb = 207.
		? = 45	Ce = 92	
		? Er = 56	La = 94	
		? Yt = 60	Di = 95	
		? In = 75, Th = 118?		

Д. Менделѣевъ

Le tableau périodique en vidéo :
https://www.youtube.com/watch?v=o59_9k9wTJw

2) La classification périodique d'aujourd'hui



➤ La classification périodique interactive est visible à l'adresse suivante :

<https://elements.wlonk.com/ElementsTable.htm>

Pour retenir facilement les premières lignes de la classification périodique, il existe des phrases mémo-techniques.

Exemples :

Pour la 2^{ème} ligne : Lily Becta Bien Chez Notre Oncle François Nestor

Pour la 3^{ème} ligne : Napoléon Mangea Allégrement Six Poulets Sans Claquer d'Argent

CONCLUSION :

Parmi tous les éléments chimiques naturels actuellement découverts, celui qui est **le plus abondant** dans l'Univers est **l'élément hydrogène**. Il s'est formé peu après le Big Bang et a permis la formation de l'Hélium et du Lithium lors de la **nucléosynthèse primordiale**. Les autres éléments chimiques sont apparus au fur et à mesure lors de la **nucléosynthèse stellaire** au sein des étoiles.

C'est en 2016 seulement que des scientifiques japonais, russes et américains ont découvert les 4 éléments suivants de la classification périodique :

Nihonium (Nh) $Z = 113$; Moscovium (Mc) $Z = 115$; Tennessine (Ts) $Z = 117$; Oganesson (Og) $Z = 118$

Il n'est pas improbable que les scientifiques en découvrent d'autres dans les années à venir, permettant d'agrandir notre classification périodique...