

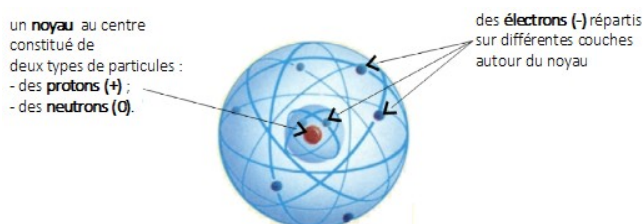
Chapitre 1

LA CONSTITUTION DE LA MATIÈRE

I. La Structure de l'atome

1. Le Modèle de Bohr de l'atome

Le modèle de représentation de l'atome que nous utiliserons en classe de troisième est celui que l'on doit au Danois Niels Bohr (prix Nobel de physique 1922). Dans ce modèle, **les atomes sont formés d'un noyau autour duquel tournent des électrons sur différentes orbites autorisées.**

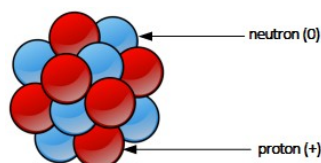


2. Le Noyau

Le **noyau** n'est pas une entité élémentaire. Il est constitué de particules : les **nucléons**. Ils sont de deux types :

- les **protons** qui portent une charge positive (+) ;
- les **neutrons** qui ne portent pas de charge.

Le **noyau** est donc chargé positivement.



3. Électroneutralité de l'atome

Un **atome** possède autant d'électrons qui tournent autour de son noyau qu'il possède de protons dans celui-ci. Comme les électrons portent une charge électrique négative (-) et que les protons portent une charge électrique positive (+), un **atome** est donc **électriquement neutre**.

4. Les Dimensions de l'atome

Le **diamètre d'un atome** est de l'ordre de 10^{-10} m (un dixième de nanomètre (nm), c'est-à-dire un dixième de milliardième de mètre). Le **diamètre du noyau** atomique est environ cent mille (10^5) fois plus petit. Il est de l'ordre de 10^{-15} m. Le noyau est donc $(10^5)^3$, soit 10^{15} (un million de milliards) fois plus petit que l'atome. **Entre le noyau et les électrons, il n'y a rien.** C'est le vide. L'atome, comme toute la matière, est donc essentiellement constitué de vide.

Le mot atome vient du Grec « **atomos** » qui signifie **insécable (= que l'on ne peut couper)**. Ce sens n'est plus d'actualité, depuis la fin du XIX^{ème} siècle.

- **V^{ème} siècle av. J.-C.** : les philosophes dits « matérialistes » comme Démocrite, par opposition aux philosophes « idéalistes » comme Platon, émettent pour la première fois l'idée que toute la matière est constituée de petites particules.

- Pause de plus de deux mille ans dans l'idée atomique

- **Début XIX^{ème} siècle** : à la suite des travaux d'Antoine Lavoisier (1787), Joseph Proust constate que les réactions entre des espèces se font toujours dans des proportions exactes, quelles que soient leurs quantités.

1808 : John Dalton en conclut que la matière doit être formée de particules insécables, les atomes.

- **XIX^{ème} siècle** : premières découvertes d'atomes.

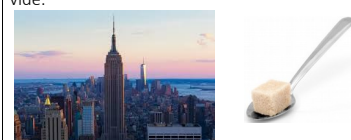
1897 : Joseph John Thomson découvre dans les rayons cathodiques une particule chargée négativement : l'électron (qui est le vecteur du courant électrique).

1911 : Ernest Rutherford propose à la suite de ses travaux un modèle atomique planétaire où l'atome est constitué d'un noyau positif très petit, et d'électrons chargés négativement tournant autour comme des satellites autour d'une planète.

1913 : Niels Bohr propose un modèle atomique quantique dans lequel les électrons ont des orbites de rayons définis. Seules existent quelques orbites « autorisées ».

Document 1 :
Une brève histoire de l'atome

Remarque : Le modèle de Bohr présenté (I. 1.) n'est pas à l'échelle. Si le noyau faisait la taille d'un pamplemousse (10 cm de diamètre), le diamètre de l'atome serait de 10 km ! Entre le pamplemousse et le premier grain de sable électron, il y aurait 5 km de vide.



L'Empire State Building de New-York mesure 381 m de haut et sa masse est de 365 000 tonnes. Si l'on arrivait à regrouper les uns contre les autres tous les électrons et tous les noyaux qui forment ce gratte-ciel, l'ensemble serait contenu dans un volume beaucoup plus petit qu'un grain de sucre !

Document 2 :
La matière est essentiellement constituée de vide

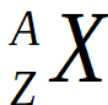
II. Le Symbole de l'atome et sa représentation

Il existe une centaine d'atomes différents appelés éléments chimiques. Un élément est représenté par une lettre majuscule ou une lettre majuscule suivie d'une minuscule (Carbone : C ; Oxygène : O ; Fer : Fe ; Calcium : Ca, etc...).

À gauche du symbole de l'atome X, sont placés deux nombres qui permettent de connaître exactement sa constitution.

En bas à gauche, on trouve le **numéro atomique, noté Z**, qui donne le **nombre de protons** que contient le noyau de cet atome. Comme un atome possède autant de protons que d'électrons, le numéro atomique correspond également au nombre d'électrons que possède cet atome.

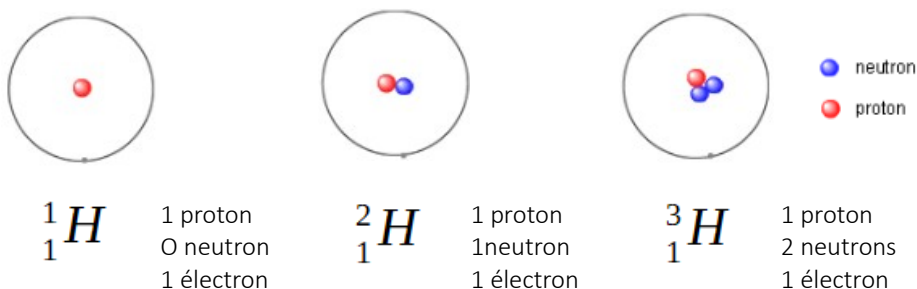
En haut à gauche, on trouve le **nombre de masse, noté A**, qui donne le **nombre de nucléons (protons + neutrons)** que contient le noyau de cet atome.



Le **nombre de neutrons N** contenu dans le noyau est donc $N = A - Z$.

III. Les Éléments chimiques

Un élément chimique est caractérisé par le nombre de protons que contient son noyau, c'est-à-dire par son **numéro atomique Z**. Si deux atomes ont des numéros atomiques Z différents, il s'agit de deux éléments chimiques différents. En revanche, si **deux atomes ont le même numéro atomique Z** (c'est-à-dire le même nombre de protons), il s'agit du **même élément chimique, même si leurs nombres de masse A différents** (c'est-à-dire que leurs noyaux ne possèdent pas le même nombre de neutrons).

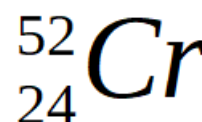


Ces trois atomes ont des nombres de neutrons différents, mais ils ont le même nombre de protons. Ils appartiennent donc au même élément : l'hydrogène H.



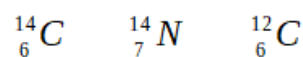
$$Z = 4 \text{ et } A = 9$$

L'atome de béryllium Be possède :
- 4 protons et 4 électrons ;
- 5 neutrons.



$$Z = 24 \text{ et } A = 52$$

L'atome de chrome Cr possède :
- 24 protons et 24 électrons ;
- 28 neutrons.



Les atomes 1 et 3 possèdent le même numéro atomique ($Z = 6$). Il s'agit du même élément : le carbone C.

Les atomes 1 et 2 possèdent le même nombre de nucléons (=même nombre de masse A), mais ils ne possèdent pas le même numéro atomique Z. Ce sont donc des éléments chimiques différents :

le carbone C ($Z = 6$)
et l'azote N ($Z = 7$).

IV. La Réactivité chimique

« Rien ne se perd. Rien ne se crée. Tout se transforme. »

Antoine Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie*, 1789

Les réactions chimiques ne mettent en jeu que le nuage électronique (et même que la couche la plus externe de celui-ci). Au cours d'une réaction chimique, les éléments chimiques se conservent donc car leur noyau n'est pas modifié. Ils peuvent s'associer différemment dans de nouvelles molécules ou former des ions mais aucun ne peut disparaître et aucun ne peut apparaître.

V. La Classification périodique des éléments

La classification périodique des éléments a été inventée par Dimitri Mendeleev en 1869. Les atomes y sont classés par numéro atomique Z croissant. Mais, ce sont leurs électrons qui ont imposé la structure du tableau car ce sont eux qui donnent aux atomes leur réactivité chimique. En effet, la classification a été construite en fonction de la réactivité chimique des éléments. Mendeleev avait même laissé des cases vides pour des éléments à découvrir dont il pouvait prédire quelles seraient leurs propriétés.

colonnes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H hydrogène 1,0																		2 He hélium 4,0
2	3 Li lithium 6,9	4 Be béryllium 9,0											5 B bor 10,8	6 C carbone 12,0	7 N azote 14,0	8 O oxygène 16,0	9 F fluor 19,0	10 Ne néon 20,2	
3	11 Na sodium 23,0	12 Mg magnésium 24,3											13 Al aluminium 27,0	14 Si silicium 28,1	15 P phosphore 31,0	16 S soufre 32,1	17 Cl chlore 35,5	18 Ar argon 39,9	
4	19 K potassium 39,1	20 Ca calcium 40,1	21 Sc scandium 45,0	22 Ti titan 47,9	23 V vanadium 51,0	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	
5	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 technetium 98,9	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 121,7	52 Te tellure 127,6	53 I iode 126,9	54 Xe xénon 131,3	
6	55 Cs césium 132,9	56 Ba baryum 137,3	L	57 La lanthane 138,9	58 Ce cerium 140,1	59 Pr praseodyme 140,9	60 Nd néodyme 144,2	61 Pm prométhée 144,9	62 Sm samarium 150,4	63 Eu europium 151,9	64 Gd gadolinium 157,2	65 Tb terbium 158,9	66 Dy dysprosium 162,5	67 Ho holmium 164,9	68 Er érythreum 167,3	69 Tm thulium 168,9	70 Yb ytterbium 173,0	71 Lu lutécium 175,0	
7	87 Fr francium =223	88 Ra radium =226	A	89 Ac actinium =227	90 Th thorium 232,0	91 Pa protactinium 231,0	92 U uranium 238,0	93 Np néptunium =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 mendelevium =259	102 No nobélium =259	103 Lr lawrencium =260	

Lorsque l'on se déplace d'une case vers la droite sur une ligne, ou que l'on passe à la suivante, l'élément possède un proton supplémentaire dans son noyau.

Les lignes du tableau sont appelées périodes. Dans une colonne, on retrouve les éléments qui appartiennent à la même famille. Ils ont tous la même structure électronique sur leur couche externe. Ceci leur confère les mêmes propriétés chimiques, notamment la même réactivité. Ils forment les mêmes types d'ions et de composés et réagissent de la même façon avec les mêmes réactifs.