

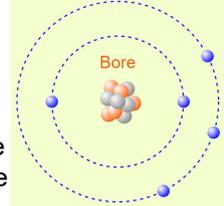
## Cours : Les atomes

L'atome est constitué en son centre d'un noyau et entouré d'un cortège électronique.  
L'atome est électriquement neutre. Les charges positives sont portées dans le noyau par les protons et les charges négatives sont portées par les électrons du cortège électronique qui gravitent autour du noyau.

Le noyau de l'atome est constitué de :

- protons, chargés positivement, de charge  $+e=1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}$  et de masse  $m_{\text{proton}}=1,673 \cdot 10^{-27} \text{kg}$
- neutrons, électriquement neutre, de masse  $m_{\text{neutron}}=1,675 \cdot 10^{-27} \text{kg}$

L'ensemble protons+neutrons constitue les nucléons. Les masses des neutrons et des protons étant relativement proches, on les considère très souvent égales et on note  $m_{\text{nucléon}}=1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ .



Les électrons, situés autour du noyau, ont une charge négative  $-e=-1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}$  et de masse  $m_{\text{électron}}=9,109 \cdot 10^{-31} \text{kg}$ . La masse d'un électron est environ 2 000 fois plus faible que celle d'un nucléon.

Ainsi on fait souvent l'approximation que la masse d'un atome= la masse de son noyau.

Ainsi  $m_{\text{atome}}= A \cdot m_{\text{nucléon}}$ .

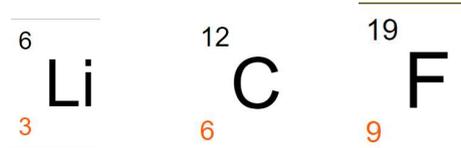
La charge électrique Q du noyau d'un atome est déterminée par  $Q=Z \cdot e$

### Représentation :

Pour se retrouver parmi tous les atomes qui nous entourent, les scientifiques note le noyau d'un atome :  ${}^A_Z X$

- où - X est le symbole chimique de l'atome considéré
- A est le nombre de nucléons (neutrons+protons)
- Z est le numéro atomique (nombre de protons)

Le nombre de neutrons N se détermine par  $N=A-Z$



Ex : Le Lithium  $X=\text{Li}$ ,  $A=6$ ,  $Z=3$  donc  $N=6-3=3$

Le Carbone  $X=\text{C}$ ,  $A=12$ ,  $Z=6$  donc  $N=12-6=6$

Le Fluor  $X=\text{F}$ ,  $A=19$ ,  $Z=9$  donc  $N=19-9=10$

L'animation : [https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom\\_fr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_fr.html) permet de construire la carte d'un atome protons, neutrons et électrons.

Attention pour ne pas confondre A et Z dans la notation on peut utiliser un moyen mémotechnique : On remarque que A est toujours supérieur à Z, ainsi il s'écrit au dessus

Deux noyaux d'un même élément, qui ont donc le même nombre de protons mais un nombre de nucléons différents, sont des isotopes.

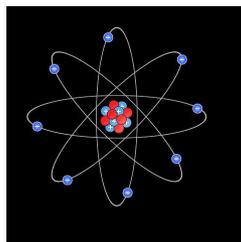
Ex: On connaît les isotopes du Carbone  ${}^{12}_6\text{C}$  ;  ${}^{13}_6\text{C}$  ;  ${}^{14}_6\text{C}$ .

L'atome étant électriquement neutre, il y a autant d'électrons dans le cortège électronique, que de protons dans le noyau.

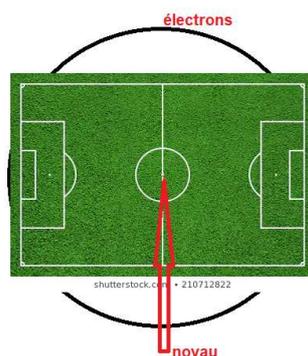
Le noyau et l'atome sont assimilés à des sphères.

Le Rayon du noyau de l'atome est de l'ordre de  $10^{-15} \text{m}$ . Le Rayon de l'atome est de l'ordre de  $10^{-10} \text{m}$ .

Ainsi, les électrons du cortège électronique tournent autour du noyau dans une sorte de grand vide. On dit que la structure de l'atome est lacunaire.



Si on devait comparer le noyau d'un atome par rapport à la taille globale de l'atome, le noyau serait une pointe de crayon, et les électrons se promèneraient sur un cercle de diamètre la longueur d'un terrain de football.



### Exercice :

Pour un atome de Platine  $^{195}_{78}\text{Pt}$ , déterminer le nombre de nucléons, de protons, de neutrons et d'électrons, ainsi que sa masse et sa charge électrique.

Correction :  $A=195$ ,  $Z=78$ ,  $N=195-78=117$ ,  $\text{nb } e^- = Z=78$  car électriquement neutre.

$m_{\text{Pt}} = A \cdot m_{\text{nucléon}} = 195 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 3,26 \cdot 10^{-25} \text{kg}$ .

$Q_{\text{Pt}} = 78 \times 1,602 \cdot 10^{-19} = 1,25 \cdot 10^{-17} \text{C}$ .

Même exercice pour le Krypton  $^{84}_{36}\text{Kr}$

Correction :  $A=84$ ,  $Z=36=e^-$ ,  $N=84-36=48$  ;  $m_{\text{Kr}} = 84 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 1,403 \cdot 10^{-25} \text{kg}$  et

$Q_{\text{Kr}} = 36 \times 1,602 \cdot 10^{-19} = 5,767 \cdot 10^{-18} \text{C}$ .

### Comment classer les atomes ?

Les électrons du cortège électronique se répartissent en couches et sous-couches selon des règles de remplissage très précises. On appelle configuration électronique ou structure électronique, la répartition des électrons. La sous-couche s peut contenir 2 électrons, la sous-couche p peut contenir 6 électrons. La règle de remplissage suit la règle de Klechkowski (cf image ci-contre).

~~1s~~  
~~2s 2p~~  
~~3s 3p 3d~~  
~~4s 4p 4d 4f~~  
~~5s 5p 5d 5f ...~~  
~~6s 6p 6d ... ..~~

La dernière couche de la configuration électronique contient les électrons de valence. Ils sont donc sur la couche externe. Ce sont ces électrons qui permettent de créer les liaisons chimiques entre les atomes. Les autres électrons sont sur les couches internes.

Ex : Le lithium,  $Z=3$  donc sa configuration électronique est :  $1s^2 2s^1$

Le carbone,  $Z=6$  :  $1s^2 2s^2 2p^2$

Le Fluor,  $Z=9$  :  $1s^2 2s^2 2p^5$

Les éléments chimiques sont classés dans le tableau périodique depuis les travaux de Dimitri Mendeleïev en 1869. Cf activité Escape game [http://sgenmidipy.fr/WORDPRESS\\_ITRF/2020/05/08/escape-game-tableau-periodique/](http://sgenmidipy.fr/WORDPRESS_ITRF/2020/05/08/escape-game-tableau-periodique/)

Les éléments sont placés par numéro atomique croissant sur une ligne, appelées les périodes. Le remplissage d'une ligne correspond au remplissage d'une couche électronique. On effectue un changement de ligne quand une nouvelle couche commence à se remplir.

Ainsi sur une même ligne, les atomes ont les mêmes couches électroniques occupées.

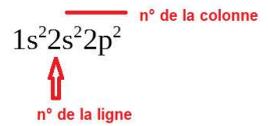
Les colonnes du tableau périodique, détermine les familles chimiques des éléments. Ainsi, dans une même colonne, les éléments ont le même nombre d'électrons sur leur couche externe.



Si on reprend les exemples précédents :

Le Lithium est sur la 2<sup>ème</sup> ligne du tableau périodique, dans la 1<sup>ère</sup> colonne

Le carbone est sur la 2<sup>ème</sup> ligne dans la colonne n°14



Atome neutre

Carbone

Modèle:  
● Orbites  
○ Nuage

Elément

H	He																
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne										
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar										
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Sg	Bh	Hs	Mt	Cs	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	

Symbole

12 0

C

6

## Tableau périodique des éléments chimiques

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Hydrogène 1,00794 1,008	2 He Hélium 4,002602 4,0026	3 Li Lithium 6,941 6,941	4 Be Béryllium 9,012182 9,0122	5 B Bore 10,811 10,811	6 C Carbone 12,0107 12,011	7 N Azote 14,0064 14,007	8 O Oxygène 15,9994 15,999	9 F Fluor 18,998403 18,9984	10 Ne Neon 20,1797 20,180	11 Na Sodium 22,989769 22,990	12 Mg Magnésium 24,3040 24,304	13 Al Aluminium 26,981538 26,982	14 Si Silicium 28,0855 28,086	15 P Phosphore 30,973762 30,974	16 S Soufre 32,065 32,06	17 Cl Chlore 35,453 35,45	18 Ar Argon 39,948 39,95
19 K Potassium 39,0983 39,10	20 Ca Calcium 40,078 40,08	21 Sc Scandium 44,955912 44,956	22 Ti Titane 47,867 47,87	23 V Vanadium 50,9415 50,94	24 Cr Chrome 51,9962 51,996	25 Mn Manganèse 54,938044 54,938	26 Fe Fer 55,845 55,85	27 Co Cobalt 58,933194 58,934	28 Ni Nickel 58,6934 58,69	29 Cu Cuivre 63,546 63,55	30 Zn Zinc 65,38 65,38	31 Ga Gallium 69,723 69,72	32 Ge Germanium 72,64 72,64	33 As Arsenic 74,9216 74,92	34 Se Sélénium 78,96 78,96	35 Br Brome 79,904 79,90	36 Kr Krypton 83,798 83,80
37 Rb Rubidium 85,4678 85,47	38 Sr Strontium 87,62 87,62	39 Y Yttrium 88,90585 88,906	40 Zr Zirconium 91,224 91,22	41 Nb Niobium 92,90638 92,906	42 Mo Molybdène 95,96 95,96	43 Tc Technétium 98,90625 98,906	44 Ru Ruthénium 101,07 101,07	45 Rh Rhodium 102,9055 102,906	46 Pd Palladium 106,42 106,42	47 Ag Argent 107,8682 107,87	48 Cd Cadmium 112,411 112,41	49 In Indium 114,818 114,82	50 Sn Étain 118,710 118,71	51 Sb Antimoine 121,760 121,76	52 Te Tellure 127,603 127,60	53 I Iode 126,9045 126,90	54 Xe Xénon 131,29 131,30
55 Cs Césium 132,90545 132,905	56 Ba Baryum 137,327 137,33	57 La Lanthane 138,90471 138,905	58 Ce Cérium 140,12 140,12	59 Pr Praseodyme 140,90766 140,908	60 Nd Néodyme 144,242 144,24	61 Pm Prométhium 144,91264 144,913	62 Sm Samarium 150,36 150,36	63 Eu Europium 151,964 151,96	64 Gd Gadolinium 157,25 157,25	65 Tb Terbium 158,92535 158,925	66 Dy Dysprosium 162,500 162,50	67 Ho Holmium 164,93033 164,930	68 Er Erbium 167,259 167,26	69 Tm Thulium 168,9304 168,93	70 Yb Ytterbium 173,054 173,05		
87 Fr Francium 223 223	88 Ra Radium 226 226	89 Ac Actinium 227 227	90 Th Thorium 232,0377 232,038	91 Pa Protactinium 231,03688 231,037	92 U Uranium 238,02891 238,029	93 Np Neptunium 237,04817 237,048	94 Pu Plutonium 244,06422 244,064	95 Am Americium 243,06138 243,061	96 Cm Curium 247,07035 247,070	97 Bk Berkélium 247,07035 247,070	98 Cf Californium 251,0832 251,083	99 Es Einsteinium 252,0832 252,083	100 Fm Fermium 257,10375 257,104	101 Md Mendelevium 258,10375 258,104	102 No Nobelium 259,10375 259,104		

Notes

1. Pour l'état fondamental, les éléments 111, 115, 117 et 118 ont un gaz de spins effectif désigné par UFFMO.

2. L'élément 118 est un gaz noble.

3. Tous les éléments sont implémentés dans des états d'oxydation de 0.