

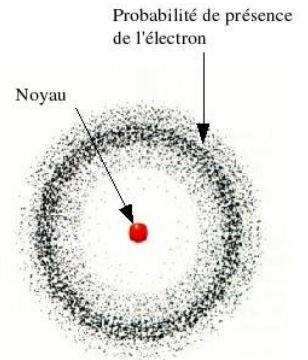
## I Un modèle de l'atome

### 1) Les constituants de l'atome

Un atome est constitué d'un noyau autour duquel gravitent un certain nombre d'électrons.

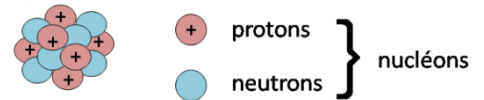
La notion de trajectoire n'a plus de sens pour un électron à l'intérieur d'un atome. Tout ce que nous pouvons connaître de l'électron dans l'atome est **la probabilité** de le trouver au voisinage d'un point. On représente donc les électrons par un **nuage électronique**, appelé parfois **cortège électronique**.

Ce nuage représente une « probabilité de présence » de l'électron.



Le noyau est constitué de **particules élémentaires** appelées nucléons (du latin nucleus : noyau). Il en existe deux types : les protons et les neutrons.

*Remarque* : c'est dans les années 1970 que les physiciens ont montré que les nucléons étaient en réalité constitués de particules plus élémentaires, qu'ils nommèrent quarks. Chaque nucléon est composé de 3 quarks, mais ces particules ne peuvent pas être isolées.



### 2) La notation symbolique de l'atome

Le noyau de l'atome est représenté symboliquement par la notation :

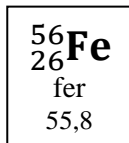


**X** est le symbole chimique de l'atome.

**A** est le nombre de masse. Il représente le nombre de nucléons, c'est-à-dire la somme du nombre de protons et du nombre de neutrons.

**Z** est le numéro atomique. Il représente le nombre de protons.

*Exemple* :



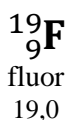
A = 56 : l'atome de fer contient 56 nucléons (protons + neutrons).  
Z = 26 : l'atome de fer contient 26 protons.

Cette notation ne donne pas **directement** le nombre de neutrons. Il faut le calculer à partir de A et de Z !

Le nombre de neutrons **N** d'un atome est donné par la relation :  $N = A - Z$

*Exemples* : \* l'atome de fer possède  $N = 56 - 26 = 30$  neutrons.

\* l'atome de fluor contient : 19 nucléons, composé de 9 protons et de  $19 - 9 = 10$  neutrons.



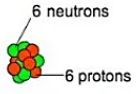
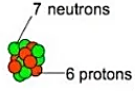
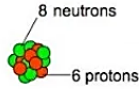
*Exercices* :

- 1) Donner la composition du noyau de l'atome de zinc de symbole :  ${}^{64}_{30}\text{Zn}$ .  
**Le noyau contient 30 protons et  $64 - 30 = 34$  neutrons.**

- 2) Le noyau de l'atome de brome de symbole Br contient 79 nucléons et 44 neutrons. Ecrire son symbole.  
**Il contient  $79 - 44 = 35$  protons. Symbole du brome :  ${}^{79}_{35}\text{Br}$ .**

### 3) La notion d'isotope et d'élément chimique

Il existe trois isotopes naturels du carbone : les atomes de carbone 12, de carbone 13 et de carbone 14. Ces trois atomes ont tous 6 protons ( $Z = 6$ ), mais un nombre de neutrons, donc de nucléons, différent.

 <p>6 neutrons 6 protons</p> <p><b>Carbone 12</b> symbole : <math>^{12}_6\text{C}</math></p>	 <p>7 neutrons 6 protons</p> <p><b>Carbone 13</b> symbole : <math>^{13}_6\text{C}</math></p>	 <p>8 neutrons 6 protons</p> <p><b>Carbone 14</b> symbole : <math>^{14}_6\text{C}</math></p>
---	---	---

- Deux isotopes ont le même nombre de protons, ils ont donc le même numéro atomique Z.
- Deux isotopes ont en revanche un nombre de neutrons différent. Le nombre de nucléons A (neutrons + protons) est donc différent.

La plupart des atomes ont plusieurs isotopes naturels : certains sont stables, d'autres sont instables donc radioactifs. Chaque isotope est présent dans des proportions connues, dépendant de l'atome considéré.

Les trois isotopes naturels du carbone ont tous 6 protons. Ils appartiennent tous à « l'élément carbone », quel que soit leur nombre de neutrons.

**Un élément chimique est constitué de l'ensemble des entités chimiques ayant le même nombre de protons. Un élément chimique est caractérisé par son numéro atomique Z et par son symbole chimique.**

Exemple : Le numéro atomique  $Z = 1$  représente l'hydrogène, quel que soit le nombre de neutrons.  $^1_1\text{H}$ ,  $^2_1\text{H}$ ,  $^3_1\text{H}$  sont des entités appartenant à l'élément hydrogène.

## II Les caractéristiques des constituants de l'atome

### 1) La masse des constituants de l'atome

**Les masses des protons et des neutrons sont très proches. On les considérera comme égales et valant :**  
 $m_{\text{nucléon}} = 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$\frac{\text{masse d'un nucléon}}{\text{masse d'un électron}} = \frac{1,7 \times 10^{-27}}{9,109 \times 10^{-31}} = 1866 \approx 2000$$

	Masse
<b>Proton</b>	$1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
<b>Neutron</b>	$1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
<b>Electron</b>	$9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$

**La masse de l'électron est environ 2000 fois plus petite que celle d'un nucléon. La masse d'un électron est donc négligeable par rapport à celle d'un nucléon.**

### 2) La charge électrique des constituants de l'atome

**Une charge électrique se note « q » et se mesure en coulomb (C). La plus petite charge positive existante est appelée charge élémentaire. Elle est notée « e » et vaut  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .**

L'atome est électriquement neutre, mais certains de ses constituants possèdent une charge électrique non nulle.

- ✓ Les protons sont chargés positivement. La charge électrique de chaque proton est égale à la charge élémentaire :  $q_{\text{proton}} = + e = + 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .
- ✓ Les neutrons, comme leur nom l'indique, sont neutres. Ils ne sont pas chargés. La charge électrique de chaque neutron vaut donc 0 C.
- ✓ Les électrons sont chargés négativement. La charge électrique de chaque électron est égale à l'opposé de la charge élémentaire :  $q_{\text{électron}} = - e = - 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

**Le neutron étant neutre, la charge électrique d'un noyau est donc égale à la charge des protons :**

$$q_{\text{noyau}} = Z \times e$$

Exemple : le noyau de l'atome de potassium possède 19 protons.

Charge totale du **noyau** de l'atome de potassium :  $q_{\text{noyau}} = Z \times e = 19 \times 1,6 \times 10^{-19} = 3,04 \times 10^{-18} \text{ C}$ .

### **III Les caractéristiques de l'atome**

#### **1) Electroneutralité de l'atome**

**Un atome est électriquement neutre.**

Il doit donc posséder une quantité de charges négatives (dans les électrons) **égale** à la quantité de charges positives (dans les protons).

**Il y a autant d'électrons en mouvement autour du noyau, que de protons à l'intérieur du noyau.  
Puisque le noyau possède Z protons, il y a Z électrons en mouvement autour du noyau.**

Remarque : Attention ! Cela n'est vrai que pour l'atome qui est neutre. Pour un ion qui est chargé, le nombre de protons n'est plus égal au nombre d'électrons (voir IV).

Exercices :

- L'atome de **titane** contient 22 protons, 22 électrons et  $48 - 22 = 26$  neutrons.
- L'atome de **potassium** contient 19 protons, 19 électrons et  $39 - 19 = 20$  neutrons.
- L'atome d'**argent** de symbole Ag contient 47 électrons et 60 neutrons. Il possède donc 47 protons car il est neutre et  $47 + 60 = 107$  nucléons. Le symbole de son noyau est  ${}^{107}_{47}\text{Ag}$ .

48 22 <b>Ti</b> titane 47,9
---

39 19 <b>K</b> potassium 39,1
---

#### **2) La masse de l'atome**

La masse d'un atome est égale à la somme des masses de ses constituants (protons, neutrons et électrons). Or la masse des électrons est négligeable par rapport à celle des nucléons dans le noyau.

**On peut considérer avec une très bonne approximation que la masse d'un atome est pratiquement égale à celle de son noyau.**

**La masse de l'atome est donc concentrée dans son noyau, la masse des électrons étant négligeable.**

**La masse de l'atome ayant A nucléons vaut donc :  $m_{\text{atome}} = A \times m_{\text{nucléon}}$**

Exemple : Le noyau de l'atome d'or a pour symbole :  ${}^{197}_{79}\text{Au}$ . On a donc  $A = 197$  nucléons.

Masse de l'atome d'or :  $m_{\text{atome}} = A \times m_{\text{nucléon}} = 197 \times 1,7 \times 10^{-27} = 3,3 \times 10^{-25} \text{ kg}$ .

Exercices :

Le noyau de l'atome de phosphore de symbole P contient 15 protons et 16 neutrons.

- 1) Ecrire le symbole de son noyau.

**Il contient  $15 + 16 = 31$  nucléons. Symbole du phosphore :  ${}^{31}_{15}\text{P}$**

- 2) Calculer la masse  $m$  de l'atome de phosphore.

**$m = A \times m_{\text{nucléon}} = 31 \times 1,7 \times 10^{-27} = 5,3 \times 10^{-26} \text{ kg}$ .**

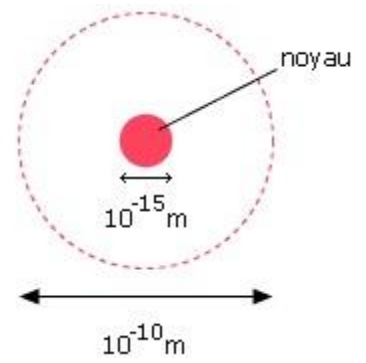
- 3) Calculer la charge électrique  $q_{\text{noyau}}$  de son noyau.

**$q_{\text{noyau}} = Z \times e = 15 \times 1,6 \times 10^{-19} = 2,4 \times 10^{-18} \text{ C}$ .**

### 3) Les dimensions dans l'atome

- Les atomes ont un diamètre de l'ordre de  $10^{-10}$  m.
- Les noyaux ont un diamètre de l'ordre de  $10^{-15}$  m.
- Rapport des dimensions de l'atome et de son noyau :  

$$\frac{\text{diamètre de l'atome}}{\text{diamètre du noyau}} = \frac{10^{-10}}{10^{-15}} = 10^5 = 100\,000$$



**L'atome a un diamètre de l'ordre de  $10^{-10}$  m. Ce diamètre est 100 000 fois plus grand que celui de son noyau.**

Si le noyau était une bille de 1 cm de rayon, l'atome aurait un rayon de 1 km !

Entre chaque particule : du vide ! Le volume de l'atome est constitué à 99,99999999999999 % de vide.

Si l'on pouvait enlever le vide des atomes constituant la Terre, toute la matière serait contenue dans une sphère de 150 m de rayon !

**L'atome est constitué de grands espaces vides : il a une structure lacunaire.**

*Remarque* : Lacunaire : qui présente des espaces vides (des lacunes).

### IV Les ions monoatomiques

**Un ion monoatomique est un atome qui a perdu ou gagné un ou plusieurs électrons.**

Ce gain ou cette perte d'électron ne concerne pas le noyau de l'atome. Le nombre de protons ou de neutrons ne change donc pas.

**L'ion monoatomique et l'atome dont il est issu ont le même numéro atomique Z.**

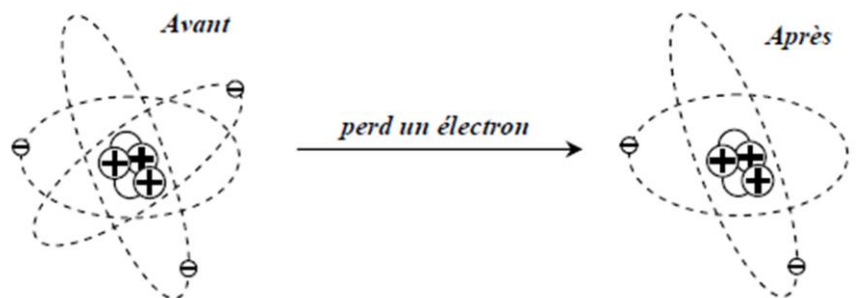
Dans un ion monoatomique, le nombre d'électrons est différent du nombre de protons. Un ion n'est donc pas électriquement neutre.

**Un atome qui perd un ou plusieurs électrons est chargé positivement : c'est un cation.**

**Un atome qui gagne un ou plusieurs électrons est chargé négativement : c'est un anion.**

**La charge de l'ion est indiquée en haut à droite du symbole de l'ion. Le chiffre 1 n'est pas indiqué.**

Formation de l'ion  $\text{Li}^+$  à partir de l'atome de lithium  $\text{Li}$  ( $Z = 3$ )



Atome Li	Nombre	Charge électrique
Protons	3	+ 3 e
Neutrons	2	0
Electrons	3	- 3 e
<b>Charge électrique totale</b>		0

Ion $\text{Li}^+$	Nombre	Charge électrique
Protons	3	+ 3 e
Neutrons	2	0
Electrons	2	- 2 e
<b>Charge électrique totale</b>		+ 1 e

*Exemples* : ion chlorure :  $\text{Cl}^-$ , ion cuivre II :  $\text{Cu}^{2+}$

*Exercice* : L'atome de magnésium, de numéro atomique  $Z = 12$ , de symbole  $\text{Mg}$ , forme un cation en perdant 2 électrons. Formule de ce cation :  $\text{Mg}^{2+}$ .