

# Chapitre I. Atome : noyau et cortège électronique

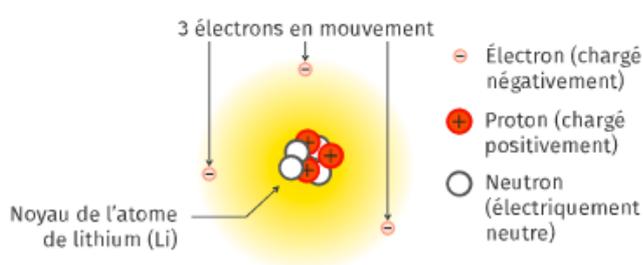
## Objectifs :

- Utiliser le modèle de l'atome pour raisonner, à partir de la composition d'un atome, sur les propriétés de masse et de stabilité chimique
- Savoir utiliser la notation symbolique du noyau
- Connaître la configuration électronique d'un atome et savoir déterminer les électrons de valence
- Comprendre l'origine des liaisons entre les atomes et la formation des ions et des molécules

## 1. Le noyau de l'atome : siège de sa masse et de son identité

### 1.1.Présentation

Le modèle conventionnel actuel demeure sur l'idée déjà énoncée à l'antiquité (Démocrite) que la matière est constituée de « briques » microscopiques « indivisibles ». Les avancées scientifiques (notamment au plan de l'observation à des échelles sub-micrométriques) du XXème siècle (Rutherford-1911) ont révélé que ces briques (dénommées atomes) étaient elles-mêmes constituées d'entités encore plus petites, entourées majoritairement de vide.



Selon ce modèle, l'atome est constitué d'un noyau chargé positivement entouré d'un cortège d'électrons chargés négativement.

Les composants du noyau sont appelés nucléons. Il existe deux sortes de nucléons : les neutrons et les protons.

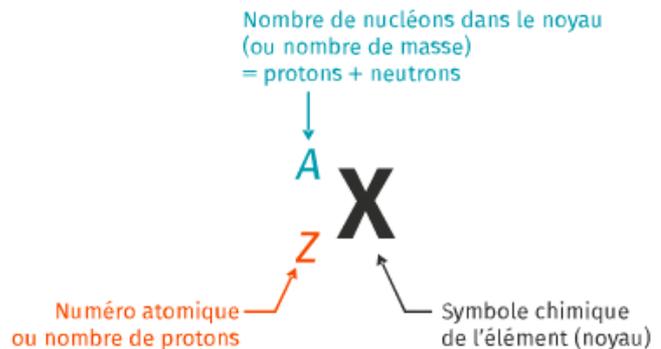
Les électrons et les nucléons se caractérisent par leur **masse (m)** et leur **charge électrique (e)**.

Particule	Masse	Charge électrique
Proton	$m_{\text{proton}} = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$+e = + 1,602 \times 10^{-29} \text{ C}$
Neutron	$m_{\text{neutron}} = 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$	0 (neutre)
Electron	$m_{\text{électron}} = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$	$-e = - 1,602 \times 10^{-29} \text{ C}$

Les masses des neutrons et des protons étant très proches, on les considère en général égales. La masse d'un électron est environ 2 000 fois plus faible que celle d'un nucléon.

Le noyau d'un atome est représenté par la notation symbolique ci-dessous, où :

- X est le symbole chimique de l'atome considéré ;
- A est le nombre de nucléons, c'est-à-dire la somme du nombre de neutrons et du nombre de protons présents dans le noyau;
- Z est le numéro atomique, c'est-à-dire le nombre de protons (p) présents dans le noyau.



Le nombre de neutrons N dans le noyau est :  $N = A - Z$ .

Exemple : la notation symbolique du noyau d'un atome d'or est  ${}^{197}_{79}\text{Au}$  et celle du noyau d'un atome de carbone est  ${}^{12}_6\text{C}$ .

Remarque 1 : deux noyaux qui ont le même nombre de protons mais un nombre de nucléons (et donc de neutrons) différents sont appelés isotopes.

Remarque 2 : un élément chimique est entièrement caractérisé par son numéro atomique Z, et identifiable directement dans la classification périodique de Mendeleïev.

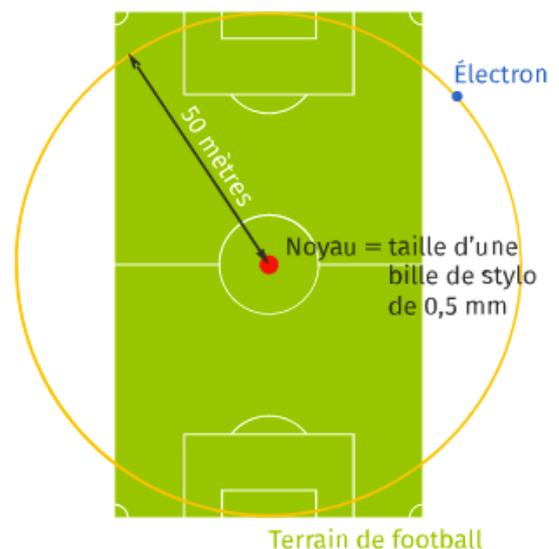
Application : [https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom\\_fr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_fr.html)

## 1.2. Les dimensions de l'atome

Le noyau d'un atome peut être assimilé à une boule dense dont le rayon est de l'ordre de  $1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$ , constituée de nucléons.

L'atome peut être assimilé à une sphère dont le rayon est d'environ  $0,1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$ . Autour du noyau, les électrons évoluent dans du vide.

Le rayon d'un atome est ainsi 100 000 fois plus grand que celui de son noyau. L'atome est donc essentiellement constitué de vide (sa structure est dite lacunaire). Sur l'illustration ci-contre, si le noyau était représenté par un objet de la taille d'une bille de stylo, l'espace occupé par l'atome (zone de présence des électrons correspondants) serait de la taille d'un terrain de foot.



### 1.3. La masse de l'atome

On a vu au chapitre 1.1 que la masse d'un électron est environ deux mille fois plus petite que celle d'un nucléon. La masse du cortège électronique est donc négligeable par rapport à celle du noyau de l'atome. La masse  $m$  d'un atome est ainsi pratiquement égale à celle de son noyau.

Or la masse des nucléons est pratiquement la même  $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \times 10^{-27}$  kg ;  $A$  étant le nombre de nucléons du noyau, on en déduit  $m_{\text{atome}} \approx A \cdot m_{\text{nucléon}}$

Application : calculer la masse d'un atome de platine  ${}^{195}_{78}\text{Pt}$  en kg.

Solution : Cet atome est composé de 195 nucléons dont 78 protons et 117 neutrons. Il possède 78 électrons dans son cortège électronique. La masse de cet atome est

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

## 2. Le cortège électronique de l'atome définit ses propriétés chimiques

### 2.1. Répartition des électrons par niveaux d'énergie

Dans le modèle conventionnel de l'atome décrit jusque là, les électrons ne se disposent pas au hasard autour du noyau. En 1913, Niels Bohr suppose qu'ils se situent à des distances particulières. Les zones dans lesquelles on peut trouver les électrons se nomment couches et sous-couches. On les repère à l'aide de chiffres et de lettres.

Les couches sont représentées par un entier positif  $n$ . La première couche correspond à  $n = 1$ , la deuxième à  $n = 2$ , etc. Chaque couche possède  $n$  sous-couches représentées par des lettres : la première sous-couche se note  $s$ , la deuxième  $p$ , la troisième se note  $d$ , la quatrième  $f$ , etc.

Chaque sous-couche correspond à un niveau d'énergie de l'électron. Seul un nombre limité d'électrons peuvent occuper un niveau d'énergie (une sous-couche). Ainsi une couche  $n$  ne peut contenir que  $2n^2$  électrons ; la sous-couche  $s$  ne peut en contenir que 2, la sous-couche  $p$  ne peut en contenir que 6...

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

Le remplissage des couches et sous-couches se fait par ordre d'énergie croissante. Il suffit de suivre les flèches rouges de l'image ci-contre. Cette règle de remplissage est appelée règle de Klechkowski.

La figure ci-contre représente la répartition, suivant cette règle, des 13 électrons de l'atome d'aluminium dans les différentes couches ;

- 2 électrons dans la 1<sup>ère</sup> couche ( $1s^2$ )
- 8 électrons dans la 2<sup>ème</sup> couche ( $2s^2 2p^6$ )
- 3 électrons dans la 3<sup>ème</sup> couche ( $3s^2 3p^1$ )

