

# Chapitre 3

## Structure de l'atome

---

<b>3.1</b>	<b>Structure de l'atome</b>	<b>14</b>
3.1.1	Schéma d'un atome	14
3.1.2	Constitution d'un atome	15
3.1.3	Charge d'un atome et de son noyau	15
3.1.4	Masse d'un atome	15
<b>3.2</b>	<b>Structure électronique d'un élément chimique</b>	<b>16</b>
3.2.1	Classification périodique des éléments	16
3.2.2	Structure électronique	16

---

Si l'on s'intéresse à la structure de la matière, il est nécessaire de commencer par ses fondations : l'atome.

Ce chapitre présente tout d'abord la structure d'un atome, de son noyau à son cortège électronique, en s'attachant à définir les dimensions caractéristiques de l'atome, ainsi que la masse des particules qui le constituent.

En second lieu, le modèle de la **configuration électronique** d'un élément chimique sera détaillé, dans la limite du modèle concernant les trois premières lignes de la classification périodique.

#### Objectifs

- Citer l'ordre de grandeur de la valeur de la taille d'un atome.
- Comparer la taille et la masse d'un atome et de son noyau.
- Établir l'écriture conventionnelle d'un noyau à partir de sa composition et inversement.
- Déterminer la position de l'élément dans le tableau périodique à partir de la donnée de la configuration électronique de l'atome à l'état fondamental.
- Déterminer les électrons de valence d'un atome ( $Z \leq 18$ ) à partir de sa configuration électronique à l'état fondamental ou de sa position dans le tableau périodique.
- Associer la notion de famille chimique à l'existence de propriétés communes.

## 3.1 Structure de l'atome

### 3.1.1 Schéma d'un atome

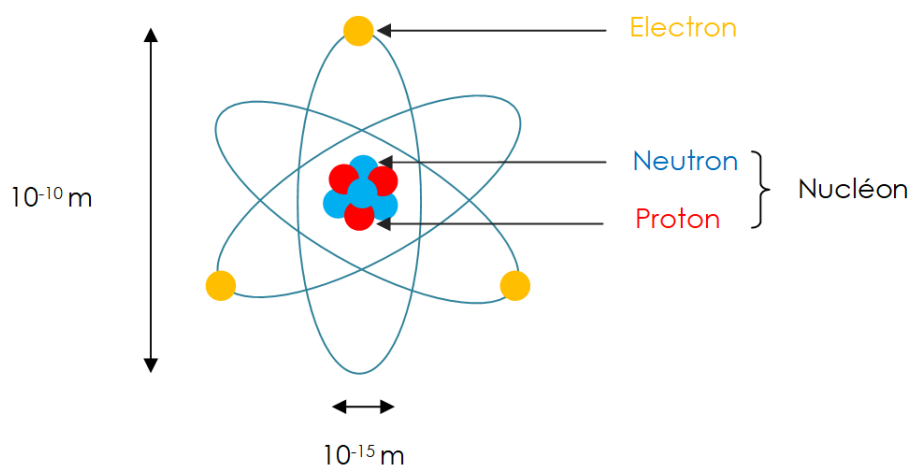
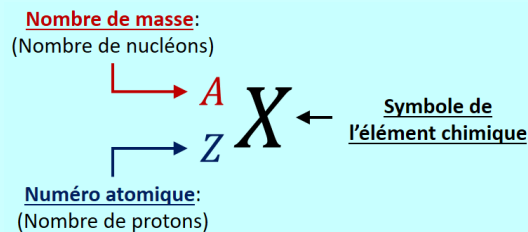


Figure 3.1 – Schéma d'un atome (*source*).

### 3.1.2 Constitution d'un atome

#### Structure de l'atome

Un **atome** est constitué d'un **noyau**, qui contient des **nucléons** (**protons** et **neutrons**), et d'**électrons** qui gravitent autour du noyau. Le nombre de protons est appelé **numéro atomique**, noté **Z**. Le nombre de nucléons est appelé **nombre de masse**, noté **A**. L'écriture conventionnelle pour représenter un élément chimique est la suivante :



#### Remarques :

- L'ensemble des atomes connus (ou éléments chimiques) sont répertoriés dans la **classification périodique des éléments**.
- La distance entre le centre de l'atome et les électrons est  $d_{\text{atome}} = 10^{-10}$  m. La taille du noyau est  $d_{\text{noyau}} = 10^{-15}$  m.

**Exemple :**  ${}^{12}_6\text{C}$  est l'atome de carbone 12, constitué de 12 nucléons dont 6 protons et 6 neutrons, et donc également 6 électrons.

### 3.1.3 Charge d'un atome et de son noyau

#### Charge d'un atome et du noyau

Les neutrons sont électriquement neutres. Les protons possèdent chacun une charge électrique positive, appelée **charge élémentaire** :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C. Les électrons possèdent chacun une charge électrique négative  $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

**Un atome est électriquement neutre : il y a donc autant de protons que d'électrons.**

La charge  $Q$  du noyau est celle de l'ensemble des protons, soit  $Q = Ze$

### 3.1.4 Masse d'un atome

La masse d'un atome est la somme de la masse de tous ses nucléons et de ses électrons :

$$m_{\text{atome}} = (A - Z) \times m_{\text{neutron}} + Z \times m_{\text{proton}} + Z \times m_{\text{électron}}$$

$$m_{\text{neutron}} = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{\text{proton}} = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{\text{électron}} = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

De manière générale, on considère que la masse des électrons est négligeable devant celle des nucléons, et que la masse d'un proton est égale à celle d'un neutron. On peut alors simplifier l'expression de la masse d'un atome.

## Masse d'un atome

Dans le cas où l'on néglige la masse de ses électrons et que l'on considère que la masse d'un proton est égale à celle d'un neutron, alors la masse de l'atome s'exprime comme suit :

$$m = A \times m_n$$

Où  $m_n = 1,67.10^{-27}$  kg est la masse approchée d'un nucléon.

## 3.2 Structure électronique d'un élément chimique

### 3.2.1 Classification périodique des éléments

## Classification périodique des éléments

L'ensemble des 118 éléments chimiques connus sont classés dans un tableau appelé **classification périodique des éléments**. Il contient **7 périodes** (lignes) et **18 colonnes** (familles). Les éléments sont rangés par ordre croissant de numéro atomique, de gauche à droite puis de haut en bas.

### 3.2.2 Structure électronique

Dans un atome, les électrons sont répartis sur des couches autour du noyau. La première couche (1<sup>ère</sup> période du tableau) est le bloc  $1s$  qui peut accueillir jusqu'à deux électrons. Les deux couches suivantes (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> périodes du tableau) sont divisées en deux sous-blocs  $s$  et  $p$ , pouvant contenir respectivement 2 et 6 électrons. On obtient ainsi les blocs  $2s$ ,  $2p$ ,  $3s$  et  $3p$ . Les électrons se répartissent de la couche la plus proche du noyau jusqu'à la plus éloignée.



Ainsi, en fonction du numéro atomique croissant des éléments du tableau périodique, on remplit de plus en plus les couches dans l'ordre suivant :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ . La figure 3.2 représente le tableau périodique, réduit aux trois premières lignes ou périodes.

On appelle **couche externe** ou **couche de valence** la couche la plus éloignée occupée par des électrons. Les couches inférieures sont appelées **couches de coeur**.

**Exemple** : L'atome d'aluminium a pour numéro atomique  $Z = 13$ . Sa configuration électronique, en respectant l'ordre de remplissage, est la suivante :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ .

**Remarque** : On appelle **famille chimique** l'ensemble des éléments situés dans une même colonne du tableau périodique. Le point commun des éléments chimiques d'une même famille est qu'ils ont le même nombre d'électrons sur leur couche de valence. Nous verrons dans le chapitre 4 que ce point commun explique notamment le nombre de liaisons que peuvent former les différents atomes, et aussi la forme ionique accessible pour chaque élément chimique.

**Exemple** : L'aluminium et le béryllium sont tous deux dans la treizième colonne, le premier a pour configuration électronique  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$  et le second  $1s^2 2s^2 2p^1$ . Ils sont ainsi 3 électrons de valence chacun.

## Tableau périodique

1	<b>1</b>	1.0079							<b>2</b>	4.0025						
	<b>H</b>	Hydrogène							<b>He</b>	Hélium						
		$1s^1$								$1s^2$						
2	<b>3</b>	6.941	<b>4</b>	9.0122	<b>5</b>	10.811	<b>6</b>	12.011	<b>7</b>	14.007	<b>8</b>	15.999	<b>9</b>	18.998	<b>10</b>	20.180
	<b>Li</b>	Lithium	<b>Be</b>	Béryllium	<b>B</b>	Bore	<b>C</b>	Carbone	<b>N</b>	Azote	<b>O</b>	Oxygène	<b>F</b>	Fluor	<b>Ne</b>	Néon
		$[\text{He}] 2s^1$		$[\text{He}] 2s^2$		$[\text{He}] 2s^2 2p^1$		$[\text{He}] 2s^2 2p^2$		$[\text{He}] 2s^2 2p^3$		$[\text{He}] 2s^2 2p^4$		$[\text{He}] 2s^2 2p^5$		$[\text{He}] 2s^2 2p^6$
3	<b>11</b>	22.990	<b>12</b>	24.305	<b>13</b>	26.982	<b>14</b>	28.086	<b>15</b>	30.974	<b>16</b>	32.065	<b>17</b>	35.453	<b>18</b>	39.948
	<b>Na</b>	Sodium	<b>Mg</b>	Magnésium	<b>Al</b>	Aluminium	<b>Si</b>	Silicone	<b>P</b>	Phosphore	<b>S</b>	Soufre	<b>Cl</b>	Chlore	<b>Ar</b>	Argon
		$[\text{Ne}] 3s^1$		$[\text{Ne}] 3s^2$		$[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$		$[\text{Ne}] 3s^2 3p^2$		$[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$		$[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$		$[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$		$[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$

<b>Z</b>	masse
<b>Symbole</b>	
Nom	
config. electr.	

**Figure 3.2** – Classification périodique des éléments, réduite aux trois premières périodes ( *Copyright 2009 Ivan Griffin* ).