

## T1 Chapitre 3 - Atomes : noyau et cortège électronique

### Introduction

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à la modélisation de la matière à l'échelle microscopique. Au niveau macroscopique, la matière est électriquement neutre. Cela permet notamment de connaître le cortège électronique (nombre d'électrons) présent dans un atome et d'expliquer la formation de composés ioniques à partir de cations et d'anions. Un élément chimique s'identifie grâce à l'écriture conventionnelle du noyau atomique. Dans les atomes les électrons se répartissent dans des couches et sous-couches, ce qui est décrit par la configuration électronique d'un atome. Les différents éléments sont classés dans un tableau périodique et on peut les placer dans le tableau grâce à leur configuration électronique.

### Ce qu'il faut savoir faire

Notion	Ce qu'il faut savoir faire	Exercice(s)
Espèces chimiques et électroneutralité	-Exploiter l'électroneutralité de la matière pour associer des espèces ioniques et citer des formules de composés ioniques.	Exemple du cours
Noyau de l'atome, siège de sa masse et de son identité.	-Citer l'ordre de grandeur de la valeur de la taille d'un atome. -Comparer la taille (quotient de deux grandeurs pour les comparer avec des puissances de 10) et la masse d'un atome et de son noyau -Établir l'écriture conventionnelle d'un noyau à partir de sa composition et inversement.	30 p.62  17 p.59, 26 p.61 et 30 p.62 10 et 12 p.59
Cortège électronique de l'atome définit ses propriétés chimiques.	-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 et identifier la famille des gaz nobles.	19 et 20 P.59 et 24 p.61 15, 19 et 20 P.59  Cours

# Cours

## Introduction sur l'atome

### Animation - Capsule : Historique de l'atome

Dans la capsule vidéo, vous trouverez un historique des grandes expériences, qui ont permis d'établir un premier modèle pour décrire les atomes.

T1CH3 – ATOMES, NOYAUX  
ET CORTÈGE ÉLECTRONIQUE

Capsule : Historique de l'Atome

C. Celindano



<https://youtu.be/u0fYA18xZfg>

## I Électroneutralité de la matière à l'échelle macroscopique

### I.1 Atomes et molécules

#### Électroneutralité des espèces atomiques et moléculaires ♥

À l'échelle **microscopique**, les atomes et molécules sont électriquement \_\_\_\_\_, ce qui veut dire que la somme des charges électriques de leurs constituants est \_\_\_\_\_. Ainsi on peut dire qu'à l'échelle **macroscopique**, les \_\_\_\_\_ atomiques et moléculaires sont également électriquement \_\_\_\_\_.

### I.2 Composés ioniques

#### I.2.1 Définition

Dans le chapitre précédent, nous avons défini deux types d'ions. En effet, nous avons vu les **anions**  $X^{n-}$ , qui sont les ions formés à partir d'atomes ayant \_\_\_\_\_ un ou plusieurs électrons et les **cations**  $X^{n+}$ , formés à partir d'atomes ayant \_\_\_\_\_ un ou plusieurs électrons.

**Remarque** : Ici  $n$  est un nombre entier strictement positif (que l'on appelle aussi un entier naturel non nul).

#### Composé ionique ♥

Un **composé ionique** est formé à partir d'ions de charges électriques \_\_\_\_\_. Dans un tel composé, les charges positives des \_\_\_\_\_ et les charges négatives des \_\_\_\_\_ se \_\_\_\_\_. Un composé ionique est donc électriquement \_\_\_\_\_.

### I.2.2 Écriture

#### Nom d'un cation ♥

Le nom d'un cation est celui de l'élément chimique, **parfois** suivi de la charge électrique du cation, que l'on écrit entre parenthèses, en chiffres romain.

**Exemple** : le nom donné à l'ion  $\text{Fe}^{3+}$  est \_\_\_\_\_.

#### Nom d'un anion ♥

Le nom d'un anion est celui de l'élément, suivi du suffixe \_\_\_\_\_. La seule exception est le cas de l'ion  $\text{O}^{2-}$  (nommé superoxyde).

**Exemple** : le nom donné à l'ion  $\text{Cl}^-$  est \_\_\_\_\_.

#### Nom d'un composé ionique ♥

La formule d'un composé ionique se compose de la formule du \_\_\_\_\_, suivie de celle de \_\_\_\_\_. En revanche, le nom donné à un composé ionique est obtenu en commençant à lire la formule de la droite vers la gauche c'est-à-dire en commençant par le nom donné à \_\_\_\_\_, suivi du nom donné au \_\_\_\_\_.

sens d'écriture de la formule



Cation Anion = Composé ionique (neutre)



sens de lecture du nom

**Exemple** : NaCl se nomme \_\_\_\_\_ On remarque que le cation (sodium  $\text{Na}^+$ ) est à gauche et que l'anion (chlorure  $\text{Cl}^-$ ) est à droite de la formule du composé ionique.

## I.3 Composition de l'atome

L'atome est constitué d'un noyau chargé \_\_\_\_\_ s'entourant d'un cortège d'électrons (aussi appelé nuage électronique), qui sont des particules de charge électrique \_\_\_\_\_, se déplaçant autour du noyau.

## II Le noyau de l'atome

### II.1 Les nucléons

#### Charge élémentaire $e$ ♥

On définit la **charge élémentaire** notée  $e$ , comme la charge électrique de valeur :

$$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C} \text{ qui s'exprime en Coulomb (C).}$$

Composition du noyau et nucléons (♥ masse nucléon et charges du proton et du neutron)

Le **noyau atomique** se compose de :

- protons, de masse \_\_\_\_\_ qui portent chacun une charge électrique \_\_\_\_\_
- neutrons, de masse \_\_\_\_\_ électriquement neutres (charge électrique nulle)

On appelle **nucléon** chaque particule qui compose le noyau. Un nucléon peut alors être un \_\_\_\_\_ ou un \_\_\_\_\_. Pour simplifier et comme les masses des neutrons et protons sont similaires, on peut considérer que la masse d'un neutron est \_\_\_\_\_.

**Remarque** : Les autres constituants de l'atome que sont les électrons, possèdent tous une charge opposée à celle d'un proton, donc négative et qui vaut donc \_\_\_\_\_. La masse d'un électron est \_\_\_\_\_.

II.2 Écriture conventionnelle d'un noyau et masse d'un atome

Écriture conventionnelle ♥

Tout noyau peut être décrit grâce à l'écriture conventionnelle :

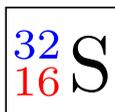


- le **numéro atomique**  $Z$  est égal au nombre de \_\_\_\_\_ présents dans le noyau.
- le **nombre de masse**  $A$  est quant à lui égal au nombre de \_\_\_\_\_. Ainsi :

$$A =$$

On peut également obtenir le nombre de neutrons  $N$  à partir de  $N = A - Z$ .

Exercice de cours 1 - Exemple d'un atome de soufre



On donne ici l'écriture conventionnelle du noyau d'un atome de soufre. En déduire la composition du noyau (nombre de protons et de neutrons).

**Remarque** : Comme un atome doit être électriquement neutre, le nombre d'électrons d'un atome doit être égal au nombre de protons (de charges opposées) pour que la somme totale des charges électriques soit nulle et que l'atome soit neutre. Ainsi le nombre d'électrons d'un atome est égal au numéro atomique  $Z$ .

→ Exercices 10 et 12 p.59

#### Masse d'un atome ♥

La masse d'un électron est environ \_\_\_\_ fois plus petite que celle d'un nucléon. En conséquence, la masse d'un atome est assimilée à la seule masse totale des nucléons, soit à la masse du noyau :

$$m_{\text{atome}} \simeq m_{\text{noyau}} \simeq$$

**Exemple** : Dans le cas précédent du soufre,  $A = 32$  soit :

$$m_{\text{atome}} \simeq m({}_{16}^{32}\text{S}) \simeq$$

→ Exercices 17 p.59 et 26 p.61

## II.3 Taille d'un atome

Un atome et son noyau peuvent être modélisés par des sphères dont il faut connaître les ordres de grandeur des diamètres.

#### Diamètre d'un atome et d'un noyau ♥

- pour un atome :  $d_{\text{atome}} \simeq$  m.
- pour un noyau :  $d_{\text{noyau}} \simeq$  m.

**Ordre de grandeur** : ♥ on cherche à déterminer combien de fois un atome est plus grand que son noyau :

$$\frac{d_{\text{atome}}}{d_{\text{noyau}}} = \quad \heartsuit$$

**Analogie** : : Cela correspond à comparer le diamètre d'une épingle devant la longueur d'un stade football.

→ Exercice 30 p.62

## II.4 Notion d'élément chimique et d'isotopes

#### Élément chimique ♥

Un **élément chimique** désigne l'ensemble des atomes ou des ions ayant le même \_\_\_\_\_.

**Exemple** : l'atome Cu et l'ion  $\text{Cu}^{2+}$  correspondent au même élément chimique, à savoir au cuivre.

## Isotopes ♥

Deux noyaux sont dits **isotopes** lorsqu'ils ont le même nombre de \_\_\_\_\_ mais un nombre de \_\_\_\_\_ (donc un nombre de masse) différent.

**Exemple** :  ${}^{12}_6\text{C}$ ,  ${}^{13}_6\text{C}$  et  ${}^{14}_6\text{C}$  sont trois \_\_\_\_\_ du carbone (où le carbone est l'élément chimique).

### III Cortège électronique d'un atome

#### III.1 Cortège électronique

Sur Terre, on compte \_\_\_ éléments chimiques naturels ou artificiels différents. Ces derniers possèdent donc un numéro atomique  $Z$  différent, donc un nombre  $Z$  de \_\_\_\_\_ et un nombre  $Z$  \_\_\_\_\_ différents (en conséquence de l'électroneutralité, le nombre de protons et d'électrons est le même).

## Cortège électronique ♥

Le **cortège électronique** d'un atome est constitué des \_\_\_\_\_ en mouvement autour du noyau de cet atome. Le cortège électronique définit les propriétés chimiques d'un atome.

#### III.2 Configuration ou structure électronique

##### III.2.1 Définition

## Configuration électronique ♥

Les électrons du cortège électronique se répartissent en \_\_\_\_\_, elles-mêmes divisées en \_\_\_\_\_.

- chaque couche est caractérisée par un nombre entier  $n > 0$ .
- chaque sous-couche est caractérisée par un nombre entier  $l$  tel que  $0 < l < n$ .

On qualifie également de sous-couche **s**, une sous-couche pour laquelle  $l = 0$  et de sous-couche **p**, une sous-couche pour laquelle  $l = 1$ .

On appelle **configuration électronique** (ou structure électronique) d'un atome, la \_\_\_\_\_ des électrons dans les différentes sous-couches électroniques.

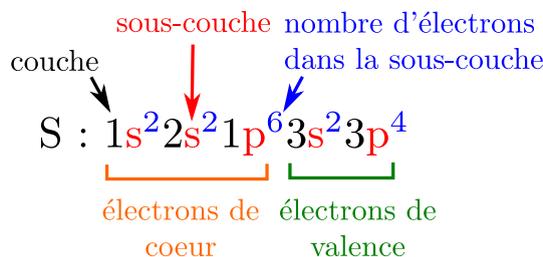
##### III.2.2 Remplissage

On cherche à remplir avec des électrons les différentes sous-couches électroniques pour  $Z \leq 18$ .

Les différentes sous-couches que l'on peut rencontrer sont les sous-couches **1s** ( $n = 1$  et  $l = 0$ ), **2s** ( $n = 2$  et  $l = 0$ ), **2p** ( $n = 2$  et  $l = 1$ ), **3s** ( $n = 3$  et  $l = 0$ ) et **3p** ( $n = 3$  et  $l = 1$ ).

- une sous-couche **s** peut accueillir 2 électrons,
- une sous-couche **p** peut quant à elle accueillir 6 électrons.

Pour  $Z \leq 18$  et en particulier pour un atome de soufre S ( $Z = 16$ ), sa configuration électronique s'écrit sous la forme :



**Remarques :**

- On a respecté l'ordre de remplissage suivant **1s → 2s → 2p → 3s → 3p**.
- La dernière couche, ici pour  $n = 3$  est appelée couche \_\_\_\_\_ et contient les électrons dits de \_\_\_\_\_. Pour le soufre, on compte \_ électrons de valences.
- Les autres couches sont appelées couches \_\_\_\_\_ et contiennent les électrons dits de \_\_\_\_\_ des atomes.

→ Exercices 15 p.59

### III.3 Classification périodique des éléments

#### III.3.1 Présentation

Dans la classification périodique (ou tableau périodique des éléments) on classe les éléments chimiques par numéro atomique  $Z$  croissant. Vous pouvez trouver la classification périodique complète à la fin de votre manuel et pouvez constater que  $Z$  augmente en se déplaçant de \_\_\_\_\_ et de \_\_\_\_\_.

	Colonne		3-12						
	1	2	13	14	15	16	17	18	
Période	1 <b>H</b> $1s^1$							1 <b>He</b> $1s^2$	
	2 <b>Li</b> $1s^2 2s^1$	2 <b>Be</b> $1s^2 2s^2$	2 <b>B</b> $1s^2 2s^2 2p^1$	2 <b>C</b> $1s^2 2s^2 2p^2$	2 <b>N</b> $1s^2 2s^2 2p^3$	2 <b>O</b> $1s^2 2s^2 2p^4$	2 <b>F</b> $1s^2 2s^2 2p^5$	2 <b>Ne</b> $1s^2 2s^2 2p^6$	
	3 <b>Na</b> $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	3 <b>Mg</b> $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	3 <b>Al</b> $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	3 <b>Si</b> $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	3 <b>P</b> $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	3 <b>S</b> $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	3 <b>Cl</b> $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	3 <b>Ar</b> $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	
	1	2	3	4	5	6	7	8 (2 pour He)	
	Bloc s		Bloc p						Famille des gaz nobles

Doc. 8 Le tableau périodique restreint aux périodes 1 à 3 et aux colonnes 1, 2 et 13 à 18 concerne les éléments chimiques pour lesquels  $Z \leq 18$ .

Sur la figure de la page précédente, on a représenté la classification périodique pour des éléments allant de  $Z = 1$  à  $Z = 18$ .

Le tableau périodique entier comporte    périodes (lignes) et    familles chimiques (colonnes) ♡. Les éléments d'une même famille possèdent des propriétés communes. Parmi les différentes familles, on peut citer :

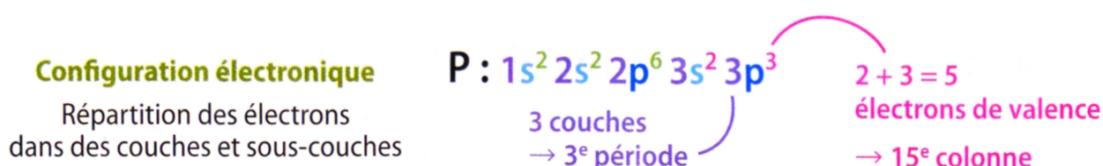
- la famille des **alcalins** :    colonne du tableau périodique, en excluant l'hydrogène. Ces derniers ont tendance à s'enflammer en présence d'eau.
- la famille des **halogènes** :    colonne, les éléments possèdent 7 électrons de valence et ont tendance à attirer efficacement des électrons d'autres éléments, afin de tendre vers la structure d'un gaz noble (8 électrons de valence), plus stable.
- la famille des **gaz nobles** :    colonne, les éléments sont stables, très peu réactifs voire inertes.

### III.3.2 Lien entre la position dans le tableau périodique et le nombre d'électrons de valence

#### Méthode ♡

1. Le nombre de couches d'un atome est le même que la période (donc à la ligne) de la classification périodique à laquelle appartient l'élément.
2. Dans la classification périodique, les éléments des familles (ou colonnes) :
  - 1 et 2 se trouvent dans le bloc s du tableau, ce qui veut dire que la dernière sous-couche occupée est de type s. Le nombre d'électrons de valence de l'atome, indique la colonne à laquelle appartient l'élément (1 ou 2).
  - 13 à 18 font partie du bloc p, la dernière sous-couche occupée par les électrons de valence est de type p. Le nombre d'électrons de valence de l'atome, indique la colonne à laquelle appartient l'élément.

**Exemple** : Cas de l'atome de phosphore P



→ Exercices 19 p.59 et 20 p.59, 24 p.61 et 36 p.63