

# Chapitre 4

## Cortège électronique d'une entité chimique

### 1. Cortège électronique

#### 1.1 - Configuration électronique d'un atome

Chaque électron d'un atome a une énergie mesurable par rapport à celle d'un électron isolé. L'état fondamental d'un atome est celui pour lequel son cortège électronique (c'est-à-dire l'ensemble de ses électrons) est de plus bas niveau d'énergie. Les électrons d'un atome sont nommés en fonction de leur énergie. Pour les atomes de numéro atomique  $Z$  inférieur ou égal à 18, les électrons sont nommés  $ns$  et  $np$ , avec  $n = 1, 2$  ou  $3$ .

Écrire la configuration électronique d'un atome à l'état fondamental consiste à écrire l'ensemble des noms de tous ses électrons. Dans cette écriture, les nombres d'électrons  $s$  et  $p$  sont indiqués par des exposants.

#### Exemple

La configuration électronique de l'atome de phosphore (de numéro atomique  $Z = 15$ ) à l'état fondamental est :  $(1s)^2 (2s)^2 (2p)^6 (3s)^2 (3p)^3$ .

#### Éviter les erreurs

- Le nombre à l'intérieur des parenthèses fait partie du nom de l'électron.
- Le nombre en exposant désigne un nombre d'électrons.

Nombre total d'électrons pour l'atome de phosphore est de  $2 + 2 + 6 + 2 + 3 = 15$ .

Dans la configuration électronique à l'état fondamental d'un atome de numéro atomique inférieur ou égal à 18, les électrons  $ns$  et  $np$  associés à la plus grande valeur de  $n$  sont appelés électrons de valence.

## Histoire des sciences

Erwin Schrödinger (né en 1887 et mort en 1961, prix Nobel de physique 1933) est l'un des scientifiques qui a construit le modèle de la physique quantique.

La configuration électronique d'un atome est déterminée grâce à la mécanique quantique, le domaine de la physique qui à ce jour est le meilleur modèle permettant la description des particules de taille moléculaire.

## 1.2 - Lien entre configuration électronique et position dans le tableau périodique

Le tableau périodique regroupe les éléments chimiques, qui y sont rangés en fonction des configurations électroniques de leurs atomes à l'état fondamental.

La configuration électronique d'un atome à l'état fondamental permet de déterminer sa position dans le tableau périodique.

La valeur de  $n$  des électrons de valence détermine la ligne dans laquelle se situe l'atome. Cette valeur correspond au numéro de la ligne.

Le nombre d'électrons de valence détermine la colonne dans laquelle se situe l'atome. Ce nombre correspond au chiffre des unités du numéro de la colonne. Les colonnes 1 et 2 du tableau périodique constituent le bloc s du tableau. Les colonnes 13 à 18 constituent le bloc p.

## Exemple

L'atome de phosphore, de configuration électronique  $(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^3$ , a 5 électrons de valence : les électrons 3s et 3p ; il appartient à la 3<sup>e</sup> ligne et à la 15<sup>e</sup> colonne du tableau périodique. Les 3 électrons 3p indique aussi que le phosphore appartient à la 3<sup>e</sup> colonne du bloc p.

## 1.3 - Familles chimiques

Les éléments chimiques d'une même colonne dans le tableau périodique constituent une famille chimique. Ces éléments ont des propriétés chimiques communes.

Les atomes des éléments d'une famille chimique ont le même nombre d'électrons de valence.

Les éléments de la colonne 18 constituent la famille des gaz nobles.

## 2. Des atomes aux entités plus stables

### 2.1 - Ions monoatomiques courants

Les atomes des éléments des colonnes 1, 2, 3 et 15, 16, 17 du tableau périodique tendent respectivement à perdre ou à gagner des électrons pour former un ion monoatomique ayant autant d'électrons que l'atome de gaz noble le plus proche en numéro atomique.

La formule et le nom des ions suivants sont à connaître :

$H^+$  : ion hydrogène

$Na^+$  : ion sodium

$K^+$  : ion potassium

$\text{Mg}^{2+}$  : ion magnésium

$\text{Cl}^-$  : ion chlorure

$\text{F}^-$  : ion fluorure

$\text{Ca}^{2+}$  : ion calcium

### Point vocabulaire

Le *Journal Officiel de la République Française* utilise le terme « hydron » pour désigner le cation  $\text{H}^+$ . Ce terme n'est toutefois pas encore très répandu dans la communauté scientifique.

## 2.2 - Schéma de Lewis d'une molécule

Dans le modèle de Lewis, la mise en commun d'électrons de valence entre deux atomes constitue une liaison de valence, qui peut être simple, double ou triple.

Le schéma de Lewis d'une molécule est une représentation de tous les électrons de valence de tous les atomes qui la constituent.

### Exemple

Le schéma de Lewis de la molécule d'eau.

Les électrons se regroupent par paires pour former des doublets d'électrons, représentés par des traits. Ainsi, chacune des deux liaisons entre les atomes d'hydrogène et l'atome d'oxygène sont représentées par un trait, symbolisant chacun un doublet liant. L'atome d'oxygène est entouré de deux autres traits symbolisant chacun un doublet non-liant.

Dans le schéma de Lewis de nombreuses molécules, les atomes (sauf l'hydrogène) sont entourés de quatre doublets d'électrons, soit huit électrons de valence, comme les atomes des gaz nobles.

Une molécule est une entité plus stable que les atomes qui la constituent.

Dans une molécule, un atome d'hydrogène est entouré de deux électrons de valence.

### Histoire des sciences

Le physicien et chimiste Gilbert Lewis (né en 1875 et mort en 1946) n'a jamais reçu le prix Nobel de chimie, mais il est aujourd'hui connu à travers le monde entier grâce aux schémas des molécules qui portent son nom.

### 2.3 - Énergie de liaison

L'énergie de liaison, notée  $\mathcal{E}_{AB}$  entre deux atomes  $A$  et  $B$  liés dans une molécule est l'énergie que doit recevoir cette molécule pour rompre la liaison  $AB$ , chaque entité  $A$  et  $B$  formée gardant avec elle la moitié des électrons des doublets liants rompus.

Selon la nature des atomes concernés, la liaison de valence entre deux atomes est plus ou moins facile à rompre : la molécule doit donc recevoir plus ou moins d'énergie.

**Exemple** : L'énergie de la liaison carbone hydrogène est  $\mathcal{E}_{CH} = 6,84 \times 10^{-19}$  J.