



## Chapitre D2

### Modèle du cortège électronique, tableau périodique et stabilité

Le tableau périodique tel que nous le connaissons aujourd'hui a connu des ajustements depuis que Dimitri Mendeleïev en a proposé une première version il y a 150 ans en 1869 (ci-contre, on a indiqué les 18 premiers éléments).

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

Mais comment faisons-nous pour classer ces éléments ?

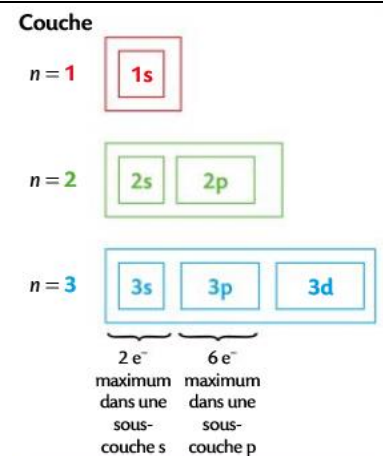
À quoi sert ce tableau ?

Pour le savoir, il faut étudier la façon dont les électrons sont répartis autour des atomes.

### Activité 1 : Quel lien entre les électrons et le tableau périodique ?

#### Document 1 : le cortège électronique

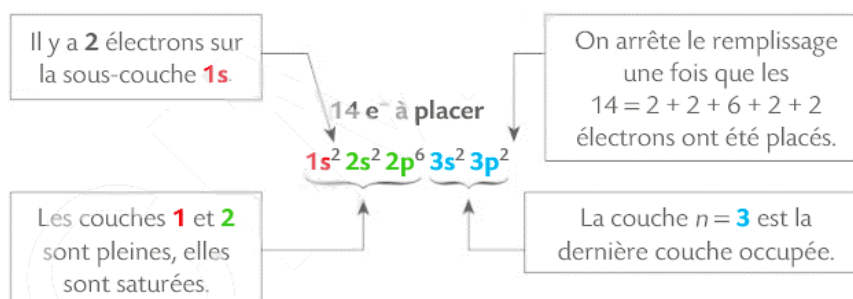
En 1913, le physicien danois N. Bohr propose un modèle atomique dans lequel les électrons d'un atome, dans son état le plus stable dit « fondamental », se répartissent dans des couches électroniques, désignées chacune par un nombre entier  $n$  : couche 1, couche 2, couche 3... Chaque couche est divisée en sous-couches pouvant contenir un nombre limité d'électrons : 2 pour la première sous-couche (notée s), 6 pour la 2<sup>e</sup> sous-couche (noté p), 10 pour la 3<sup>e</sup> sous-couche (notée d)...



#### Document 2 : la configuration électronique

La configuration électronique d'une entité décrit la répartition de ses électrons sur les différentes sous-couches. Pour les premiers atomes, les sous-couches se remplissent selon un ordre déterminé :  $1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p$ . Lorsqu'une sous-couche est pleine, on commence à compléter la suivante.

Exemple de la configuration électronique de l'atome de silicium (14 électrons) :



1. Écrire la configuration électronique de l'atome de bore (symbole B, numéro atomique  $Z=5$ ).
2. Écrire la configuration électronique de l'atome d'oxygène (symbole O,  $Z=8$ ).

Vérifier ensuite à l'aide du simulateur disponible sur [www.prof-vince.fr](http://www.prof-vince.fr).

3. Écrire la configuration électronique de l'atome de néon (symbole Ne, numéro atomique  $Z=10$ ). Qu'a-t-il de particulier ?



Le tableau périodique ci-dessous contient les 18 premiers éléments.

4. À l'aide du tableau périodique disponible en ligne ([www.ptable.com](http://www.ptable.com)), indiquer dans chaque case le numéro atomique. Que remarque-t-on au sujet du classement en fonction de Z ? Quel est le numéro atomique de l'élément placé sous le magnésium Mg ?
5. Compléter le tableau périodique à l'aide de la configuration électronique de chacun des atomes correspondant à l'élément chimique indiqué.
6. Proposer un nom pour chacun des deux blocs indiqués.
7. Utilisation du tableau :
  - a. Indiquer le point commun des configurations électroniques des atomes des éléments appartenant à une même colonne
  - b. Indiquer le point commun des configurations électroniques des atomes des éléments appartenant à une même ligne (appelé période).

*Pour aller plus loin :*

*Justifier qu'on ait choisi le mot période pour les lignes.*

*Pourquoi l'hélium (He) ne devrait-il pas être à la position qu'il occupe dans le tableau ?*

8. Rédiger une règle qui permet de déterminer la position d'un élément dans le tableau périodique à partir de la configuration électronique de son atome.



Colonne	1	2	3	13	14	15	16	17	18
Période 1	H								He
Période 2	Li	Be	Mg	B	C	N	O	F	Ne
Période 3	Na			Al	Si	P	S	Cl	Ar

Diagram illustrating the periodic table structure with columns and periods labeled. The columns are numbered 1, 2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18. The periods are numbered 1, 2, 3. Elements shown include H, Li, Na, Be, Mg, B, Al, C, Si, N, P, O, S, F, Cl, He, Ne, Ar. Two blocks are indicated by arrows and labeled "Bloc...".





## Activité 2 -partie expérimentale

On souhaite **illustrer** dans cette partie que des atomes d'éléments d'une même famille ont des comportements similaires.

### Réalisation de l'expérience

#### Protocole

Mettre environ 3 mL d'eau du robinet dans un tube à essai ; reposer le tube sur le porte-tube. Introduire dans le tube un morceau de calcium métallique et boucher le tube. Noter vos observations.

Quand la transformation semble terminée, ou si le bouchon saute du fait de la surpression, approcher une allumette enflammée de l'embouchure du tube à essai. Noter vos observations.

- Quel est le gaz qui est apparu ?
- La phénolphaléine permet de mettre en évidence la présence des ions hydroxydes  $HO^-$  : si des ions sont présents, alors la solution devient rose.

Réaliser une expérience qui permet de savoir si les ions hydroxydes  $HO^-$  sont présents à la fin de la transformation avec le calcium.

Schéma de l'expérience :

Observation :

Conclusion

### Exploitation de l'expérience

En chimie, on applique toujours ce principe :

***Au cours d'une transformation chimique, les éléments chimiques sont conservés.***

1. Compléter les deux cadres vides à l'aide des observations :

Formules des entités UTILISÉES pour la transformation chimique	
Ca	H <sub>2</sub> O

Éléments chimiques présents

Formules des entités chimiques mises en évidence après la transformation chimique

2. On utilise aussi un autre principe : ***tout échantillon macroscopique reste neutre quelles que soient les transformations chimiques.*** Utilisez ce principe pour en déduire si l'atome de calcium forme :  un anion  un cation.
3. En utilisant la formule de l'ion calcium, indiquer combien d'ions  $HO^-$  la transformation chimique produit pour chaque atome de calcium.
4. Écrire l'équation de la réaction chimique.

### Vérification expérimentale des ressemblances de propriétés chimiques entre le calcium et le magnésium.

Proposer un schéma d'expérience qui permettrait de vérifier expérimentalement que le magnésium réagit comme le calcium avec l'eau.



Appeler le professeur pour lui faire valider.

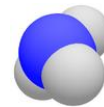
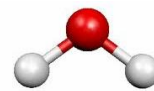
Réaliser l'expérience après accord.

Conclure.

**Activité 3 : Pourquoi la molécule  $H_3O$  n'existe-t-elle pas ?**

La molécule d'eau a pour formule brute  $H_2O$ .

La molécule d'ammoniac a pour formule brute  $NH_3$ .



1. Compléter le tableau suivant :

élément	Configuration électronique de l'atome	Nombre d'électrons manquant pour avoir une couche de valence pleine (et donc pour stabiliser l'atome)
H (Z=1)		
N (Z=7)		
O (Z=8)		

La molécule d'eau est plus stable que les 2 atomes H et l'atome O isolés.

2. Proposez une explication au fait que la molécule  $H_2O$  existe alors que  $H_3O$  ou  $H_4O$  n'existent pas !

On vous demande donc *un modèle hypothétique qui permet d'expliquer l'existence de ces molécules !*

Par groupe de quatre, vous rédigez et illustrez votre proposition sur une feuille A4 en soignant la présentation.

Vous pouvez aussi vous inspirer de l'exemple de la molécule d'ammoniac  $NH_3$ , qui existe alors que  $NH_2$  et  $NH_4$  n'existent pas.

*Lire le paragraphe E du modèle*

3. Utiliser le modèle pour trouver le nombre de liaisons que doit former chaque atome suivant pour respecter les règles du duet (pour H) ou de l'octet (pour les autres).

atome	Symbole	Nombre de liaisons à faire pour être stable	Exemple de molécule que vous connaissez ou que vous devinez (mettant en jeu cet atome et un ou plusieurs atomes d'hydrogène)
Hydrogène	H		
Azote	N		
Oxygène	O		
Carbone	C		
Chlore	Cl		
Silicium	Si		
Phosphore	P		
Soufre	S		

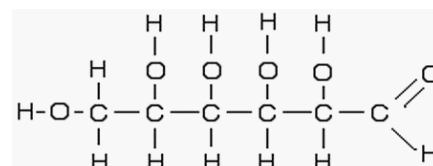
4. Représenter les molécules dont les formules brutes sont les suivantes :

$H_2O$ :	$NH_3$ (ammoniac)	$H_2CO$ (méthanal) (un aldéhyde)
$C_2H_6$ (éthane) (hydrocarbure)	$CO_2$	

Vérifier ensuite vos réponses précédentes avec le simulateur "molécules" disponible sur [www.prof-vince.fr](http://www.prof-vince.fr)

*Pour aller plus loin.*

Le glucose est un sucre qui est une source d'énergie pour le corps humain. Compléter son schéma de Lewis ci-contre.





## **Activité 4 : Du microscopique au macroscopique : la mole**

1. Dans le chapitre D1, on a calculé le nombre d'atomes d'or, noté  $N$ , dans 1,0 g d'or, à partir de la masse d'un atome d'or :  $m_{Au} = 3,3 \times 10^{-22}$  g. Refaire ce calcul.
2. a. Sachant que la masse d'une molécule d'eau est environ 10 fois plus faible que la masse d'un atome d'or, y a-t-il plus ou moins de molécules d'eau dans un gramme d'eau que d'atomes d'or dans un gramme d'or ?  
b. Calculer la masse d'une molécule d'eau, sachant que l'atome d'oxygène a une masse  $m_O = 2,67 \times 10^{-23}$  g et l'atome d'hydrogène a une masse  $m_H = 1,67 \times 10^{-24}$  g (c'est la masse d'un proton).  
c. Calculer le nombre de molécules d'eau dans 20 g d'eau (occupant un volume de 20 mL).

Quand en chimie on fait des transformations chimiques, on souhaite mélanger juste les entités nécessaires, pour ne pas en perdre... Ainsi, si on veut faire réagir le calcium l'eau (comme dans l'activité 2), il faut savoir combien peser de calcium pour faire réagir avec, par exemple, 20 g d'eau. Il faut alors calculer le nombre d'atome de calcium à utiliser, sachant qu'un atome de calcium réagit avec 2 molécules d'eau.

Les chimistes ont donc besoin de savoir combien d'entités composent un échantillon macroscopique pour faire les transformations chimiques. C'est une des raisons pour lesquelles **les chimistes ont l'habitude de regrouper les entités identiques par "paquet"**. L'autre raison est que le nombre d'entités est énorme et peu commode à utiliser.

Ces paquets s'appellent des moles. La **mole** (symbole **mol**) est ainsi l'**unité de quantité de matière**. Une mole est un **paquet de  $6,02 \times 10^{23}$  entités identiques**.

Ce nombre a été initialement déterminé à partir du nombre d'atome de carbone dans 12 g de carbone. En novembre 2018, les unités du Système International, dont la mole, ont été redéfinies. La mole a été définie comme contenant exactement  $6,02214076 \times 10^{23}$  entités.

3. Calculer le nombre de moles d'or contenues dans **1,0 kg** d'or.
4. Calculer le nombre de moles d'eau contenues dans 20 g d'eau.
5. a. Combien de moles de calcium faudrait-il utiliser pour faire réagir le calcium avec ces 20 g d'eau (rappel : un atome de calcium réagit avec deux molécules d'eau) ?  
b. Sachant qu'une mole de calcium a une masse  $m_{Ca} = 40$  g, calculer la masse de calcium à prélever.
6. Calculer la masse de sucre dans laquelle on a la même quantité de matière que dans 20 g d'eau.

Donnée : masse d'une molécule de saccharose (entité constituant le sucre) :  $m_s = 5,70 \times 10^{-22}$  kg.

**Bilan : indiquer si chacune des phrases suivantes est vraie ou fausse :**

Une quantité de matière donnée :

- a toujours la même masse quelle que soit l'espèce chimique  VRAI  FAUX
- a toujours le même volume quelle que soit l'espèce chimique  VRAI  FAUX
- a toujours le même nombre d'entités quelle que soit l'espèce chimique  VRAI  FAUX