Exercice 1 : Questions de cours

10 points

1) Les électrons d'un atome se répartissent selon deux règles :

- **ordre de remplissage** : les sous-couches se remplissent successivement dans l'ordre 1s, 2s, 2p, 3s, 3p ; on ne commence une sous-couche que lorsque la précédente est pleine ;
- **nombre maximal d'électrons** : une sous-couche s contient au plus 2 électrons, une sous-couche p au plus 6 électrons.

2) La classification périodique a été élaborée par le chimiste russe **Dmitri Mendeleïev** (1869).

3) La classification réduite aux 18 premiers éléments ($Z = 1$ à 18) comporte :

$$\boxed{\text{3 lignes et 8 colonnes}}$$

Ces 8 colonnes sont les colonnes 1, 2 et 13 à 18 de la classification complète.

4) Une ligne de la classification s'appelle une **période**.

5) Les éléments de la 17^{e} colonne (fluor, chlore…) forment la famille des **halogènes**.

6) Les éléments de la 18^{e} colonne sont les **gaz nobles**. Leur couche de valence est complète (2 électrons pour l'hélium, 8 pour le néon et l'argon) : ils sont chimiquement très stables, ne forment ni ions ni molécules et existent à l'état d'atomes isolés.

7) **Règle de stabilité** : au cours des transformations chimiques, un atome tend à acquérir la configuration électronique de valence du gaz noble le plus proche de lui dans la classification, c'est-à-dire :

- 2 électrons de valence (**duet**, comme l'hélium) pour les atomes proches de l'hélium (H, Li, Be) ;
- 8 électrons de valence (**octet**, comme le néon ou l'argon) pour les autres.

Il y parvient en gagnant ou en perdant des électrons (il devient un ion monoatomique) ou en formant des liaisons covalentes avec d'autres atomes (il entre dans une molécule).

8) Il manque 2 électrons à l'atome pour avoir 8 électrons de valence (octet), comme le gaz noble qui le suit dans la même période. Il doit donc **gagner 2 électrons**. Il se forme un ion chargé négativement, porteur de deux charges négatives en excès : un anion de charge $\boxed{-2e}$ (par exemple O^{2-} ou S^{2-}).

Remarque : l'atome peut aussi compléter son octet en établissant 2 liaisons covalentes au sein d'une molécule.

9) Une liaison covalente est la mise en commun de **deux électrons** entre deux atomes, chacun apportant en général un électron de valence. Ces deux électrons forment un **doublet liant**, représenté par un trait entre les deux atomes dans le schéma de Lewis.

10) Un trait rattaché à un seul atome (qui ne relie pas deux atomes) représente un **doublet non liant** : deux électrons de valence de cet atome qui ne participent à aucune liaison.

11) L'énergie de liaison est l'énergie qu'il faut **fournir pour rompre** cette liaison covalente et séparer

les deux atomes liés. Plus elle est grande, plus la liaison est forte.

Exercice 2 : Le lithium et le sodium

6 points

1) L'atome de lithium, électriquement neutre, possède $Z = 3$ électrons. La sous-couche 1s en reçoit 2, la sous-couche 2s le dernier :

$$\boxed{\text{Li} : 1s^2\ 2s^1}$$

2) La couche de valence (couche 2) ne contient qu'**un électron** : le lithium est dans la **1re colonne** de la classification. Les éléments de cette colonne, hydrogène excepté, forment la famille des **métaux alcalins**. Le lithium est donc un **alcalin**.

3) Le gaz noble le plus proche du lithium est l'hélium ($1s^2$, duet). En **perdant** son unique électron de valence, l'atome de lithium prend la configuration $1s^2$, celle de l'hélium : il devient stable. Il a alors un proton de plus que d'électrons et porte une charge positive :

$$\boxed{\text{Li}^+}$$

4) Le sodium est dans la même colonne que le lithium, une ligne plus bas. Le lithium étant dans la **2e période** (sa couche de valence est la couche 2), le sodium se trouve :

$$\boxed{\text{dans la } 3^{\text{e}} \text{ période et la } 1^{\text{re}} \text{ colonne}}$$

On le vérifie : le sodium suit le néon ($Z = 10$), donc $Z = 11$, de configuration $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$: un électron de valence sur la couche 3.

5) Comme le lithium, le sodium appartient à la famille des alcalins : il possède **un seul électron de valence** ($3s^1$). En le perdant, il acquiert la configuration $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ du néon, gaz noble le plus proche (octet). L'ion sodium porte donc une charge positive :

$$\boxed{\text{Na}^+}$$

Exercice 3 : Molécules

4 points

1) L'atome de silicium possède 14 électrons :

$$\boxed{\text{Si} : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2}$$

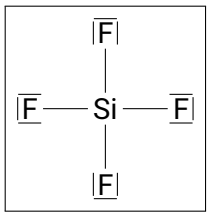
2) L'atome de fluor possède 9 électrons :

$$\boxed{\text{F} : 1s^2\ 2s^2\ 2p^5}$$

3) **Silicium** : sa couche de valence (couche 3) contient $2+2=4$ électrons ; il lui en manque 4 pour l'octet. Il établit donc **4 liaisons covalentes** et ne porte aucun doublet non liant.

Fluor : sa couche de valence (couche 2) contient $2+5=7$ électrons ; il lui en manque 1 pour l'octet. Il établit donc **1 liaison covalente** ; ses 6 autres électrons de valence forment **3 doublets non liants**.

L'atome de silicium, central, est lié à chacun des quatre atomes de fluor par une liaison simple :



Vérification : $4+4\times7=32$ électrons de valence, soit 16 doublets : 4 doublets liants et $4\times3=12$ doublets non liants. Chaque atome est entouré de 4 doublets (octet).

4) On déduit des configurations électroniques le nombre de liaisons attendu pour chaque atome :

- H : $1s^1$, 1 électron de valence $\rightarrow$ 1 liaison (duet) ;
- C : $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$, 4 électrons de valence $\rightarrow$ 4 liaisons, aucun doublet non liant (octet) ;
- N : $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$, 5 électrons de valence $\rightarrow$ 3 liaisons et 1 doublet non liant (octet).

On vérifie ensuite chaque schéma.

- **a.** Chaque carbone établit une liaison simple avec H et une liaison triple avec l'autre carbone, soit 4 liaisons ; chaque H, une liaison : molécule **stable**.
- **b.** L'atome d'hydrogène lié à l'azote est engagé dans une liaison double : il serait entouré de 4 électrons, ce qui ne respecte pas le duet. **Non stable**.
- **c.** Le carbone établit 4 liaisons, l'azote 3 liaisons avec un doublet non liant, chaque H une liaison : molécule **stable**.
- **d.** Le carbone de droite n'établit que 3 liaisons et ne porte aucun doublet : il n'est entouré que de 6 électrons, l'octet n'est pas respecté. **Non stable**.

Les schémas qui ne peuvent pas représenter une molécule stable sont b et d.