



THÈME 3 : LA MATIÈRE ET SES TRANSFORMATIONS

TITRE DE LA LEÇON : CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS CHIMIQUES

I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Un élève de la 2nde C du Lycée Moderne de Tingrelaa découvre dans un manuel que les éléments chimiques sont classés dans un tableau appelé tableau de classification périodique et que ce tableau permet d'expliquer et même de prévoir le comportement chimique de chaque élément. Il informe ses camarades de classe. Ensemble avec leur professeur, ils entreprennent alors de décrire le tableau de classification périodique des éléments chimiques, de déterminer les différentes familles du tableau et de les analyser.

II. CONTENU DE LA LEÇON

1. Tableau de classification périodique des éléments

1.1. Présentation du tableau de classification

Le tableau de classification périodique des éléments chimiques est un tableau à double entrée :

- une entrée horizontale appelée **période** ou **ligne** ;
- une entrée verticale appelée **groupe** ou **colonne**.

D'une manière générale, le tableau de classification comprend 18 colonnes et 7 lignes.

Dans notre étude, on se limitera à 4 périodes et 8 groupes qui donnent le tableau simplifié suivant.

| Colonne → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Période ↓ | 1 ^1_1H Hydrogène | | | | | | | ^4_2He Hélium |
| 2 ^7_3Li Lithium | ^9_4Be Béryllium | $^{11}_5\text{B}$ Bore | $^{12}_6\text{C}$ Carbone | $^{14}_7\text{N}$ Azote | $^{16}_8\text{O}$ Oxygène | $^{19}_9\text{F}$ Fluor | $^{20}_{10}\text{Ne}$ Néon | |
| 3 $^{23}_{11}\text{Na}$ Sodium | $^{24}_{12}\text{Mg}$ Magnésium | $^{27}_{13}\text{Al}$ Aluminium | $^{28}_{14}\text{Si}$ Silicium | $^{31}_{15}\text{P}$ Phosphore | $^{32}_{16}\text{S}$ Soufre | $^{35}_{17}\text{Cl}$ Chlore | $^{40}_{18}\text{Ar}$ Argon | |
| 4 $^{39}_{19}\text{K}$ Potassium | $^{40}_{20}\text{Ca}$ Calcium | | | | | | | |

Nombre de masse → A
 Numéro atomique → Z
 Nom X
 Masse molaire (g/mol)

TABLEAU DE CLASSIFICATION PERIODIQUESIMPLIFIE

1.2. Règles d'édification du tableau de classification

En observant le tableau de classification, on peut retenir les règles suivantes :

-Les éléments chimiques sont classés par numéro atomique Z croissant.

A chaque valeur de Z correspond une case et une seule appartenant à une ligne et à une colonne. Z est le numéro de la case.

-Une ligne (ou période) correspond au remplissage d'une même couche électronique.

A chaque ligne, on remplit une couche électronique différente.

Exemples :

- 1^{ère} période : Elle correspond au remplissage de la couche K
 ${}_1\text{H} : \text{K}^1$ et ${}_2\text{He} : \text{K}^2$
- 2^{ème} période : Elle correspond au remplissage de la couche L
 ${}_3\text{Li} : \text{K}^2\text{L}^1$; ${}_4\text{Be} : \text{K}^2\text{L}^2$; ; ${}_{10}\text{Ne} : \text{K}^2\text{L}^8$
- 3^{ème} période : Elle correspond au remplissage de la couche M
 ${}_{11}\text{Na} : \text{K}^2\text{L}^8\text{M}^1$; ${}_{12}\text{Mg} : \text{K}^2\text{L}^8\text{M}^2$; ; ${}_{18}\text{Ar} : \text{K}^2\text{L}^8\text{M}^8$

-une colonne (ou groupe) contient des éléments dont les atomes ont le même nombre d'électrons sur la couche externe. Elle correspond à une famille.

Remarques :

- Tous les isotopes d'un élément se trouvent dans la même case du tableau.
- Le numéro d'une ligne correspond au nombre de couches électroniques occupés dans l'atome.
- Des anomalies de remplissage apparaissent après la 3^{ème} période : la règle d'édification du tableau est partiellement respectée.

Exemple :

${}_{18}\text{Ar} : \text{K}^2\text{L}^8\text{M}^8$
 ${}_{19}\text{K} : \text{K}^2\text{L}^8\text{M}^8\text{N}^1$ } \Rightarrow le remplissage de la couche N (4^{ème} période) commence alors que la couche M (3^{ème} période) est encore insaturé.

Activité d'application

Situe les éléments suivants dans le tableau de classification simplifié :

C(Z = 6) ; S(Z = 16) ; Cl(Z = 17)

Solution

C : $(\text{K})^2(\text{L})^4$

Couche de valence : L (n = 2) \Rightarrow 2^{ème} ligne et 4 e- sur la couche externe \Rightarrow 4^{ème} colonne ; donc le carbone C est situé dans la 2^{ème} ligne et dans la 4^{ème} colonne.

S : $(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^6$

Couche de valence : M (n = 3) \Rightarrow 3^{ème} ligne et 6 e- sur la couche externe \Rightarrow 6^{ème} colonne ; donc le soufre S est situé dans la 3^{ème} ligne et dans la 6^{ème} colonne.

Cl : $(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^7$

Couche de valence : M (n = 3) \Rightarrow 3^{ème} ligne et 7 e- sur la couche externe \Rightarrow 7^{ème} colonne ; donc le chlore Cl appartient à la 3^{ème} ligne et à la 7^{ème} colonne.

2. Etude de quelques familles

Les familles correspondent aux colonnes du tableau. A l'intérieur d'une même famille, les éléments ont le même nombre d'électrons sur leur couche externe, ce qui leur donne des propriétés chimiques analogues.

2.1. La famille des métaux alcalins

Elle est constituée des éléments de la première colonne à l'exception de l'hydrogène.

Ce sont : **le lithium, le sodium, le potassium, le rubidium, le césium**

Lithium : $\text{Li} (Z = 3) \Rightarrow \text{K}^2\text{L}^1$

Sodium : $\text{Na} (Z = 11) \Rightarrow \text{K}^2 \text{L}^8\text{M}^1$

Potassium : $\text{K} (Z = 19) \Rightarrow \text{K}^2 \text{L}^8\text{M}^8 \text{N}^1$

Les métaux alcalins :

- ont un seul électron sur leur couche externe ;
- sont des corps métalliques simples, mous, peu denses ;
- s'oxydent très facilement au contact de l'oxygène de l'air.
- réagissent très violemment avec l'eau pour former des bases fortes et du dihydrogène.

2.2. La famille des métaux alcalino-terreux

Elle est constituée des éléments de la deuxième colonne.

Ce sont : **le béryllium, le magnésium, le calcium, le strontium, le baryum.**

Béryllium : $\text{Be} (Z = 4) \Rightarrow \text{K}^2\text{L}^2$

Magnésium : $\text{Mg} (Z = 12) \Rightarrow \text{K}^2\text{L}^8\text{M}^2$

- Calcium : $\text{Ca} (Z = 20) \Rightarrow \text{K}^2 \text{L}^8\text{M}^8 \text{N}^2$

Les métaux alcalino-terreux :

- ont deux électrons sur leur couche externe ;
- sont très réactifs et possèdent des propriétés chimiques très voisines de celles des alcalins ;
- s'oxydent en donnant des oxydes réfractaires (qui résistent à des températures élevées)

2.3. La famille des halogènes

Elle est constituée des éléments de la septième colonne (avant dernière colonne).

Ce sont **le fluor, le chlore, le brome et l'iode.**

Fluor : $\text{F} (Z = 9) \Rightarrow \text{K}^2\text{L}^7$

Chlore : $\text{Cl} (Z = 17) \Rightarrow \text{K}^2 \text{L}^8 \text{M}^7$

Les halogènes :

- ont sept électrons sur leur couche externe ;
- existe sous la forme de corps simples diatomiques (F_2 , Br_2 , Cl_2) ;
- ont un fort caractère oxydant (tendance à gagner un électron) ;
- réagissent facilement avec les métaux et l'hydrogène pour donner des halogénures métalliques

Exemple : NaCl (chlorure de sodium ou sel de cuisine).

2.4 La famille des gaz rares

Elle est constituée des éléments de la huitième colonne ou dernière colonne.

Ce sont: **l'hélium, le néon, l'argon, le krypton, le xénon.**

- Hélium : He ($Z = 10$) $\Rightarrow K^2$
- Néon : Ne ($Z = 40$) $\Rightarrow K^2 L^8$
- Argon : Ar ($Z = 18$) $\Rightarrow K^2 L^8 M^8$

Les gaz rares

-ont huit électrons sur leur couche externe (sauf l'hélium qui en possède seulement deux).

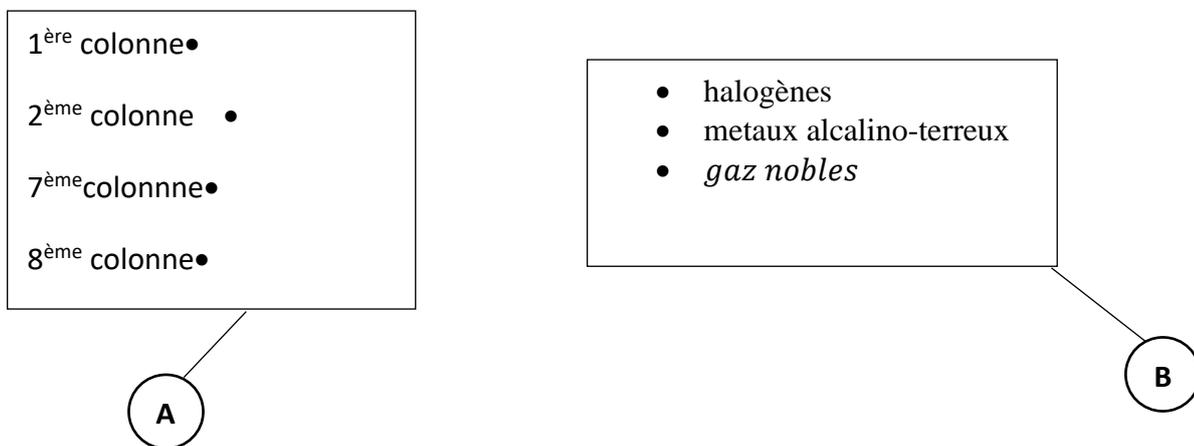
-existent sous la forme de corps simples monoatomiques gazeux.

-sont caractérisés par une absence quasi-totale de réactivité chimique : on parle d'**inertie chimique**.

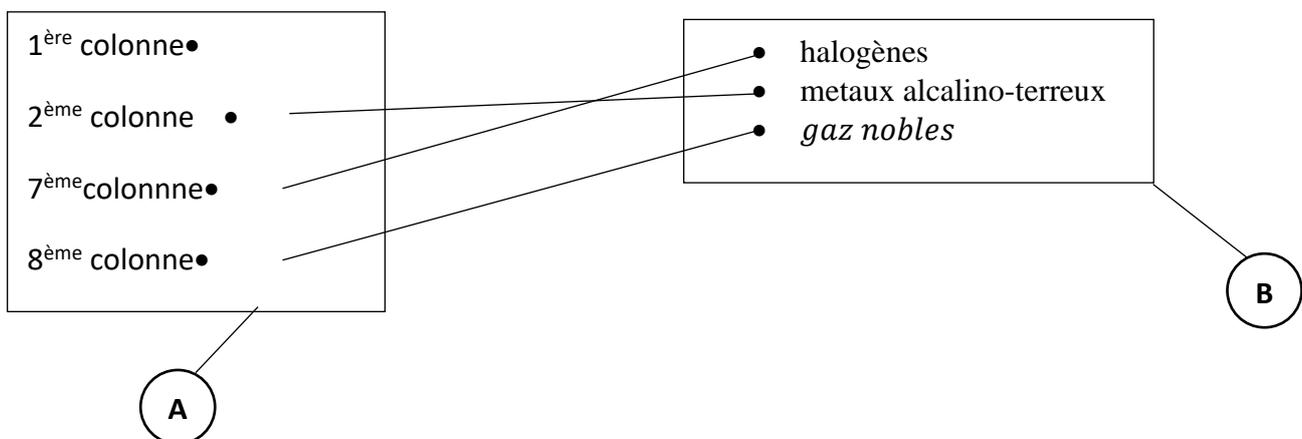
On les appelle encore **gaz nobles**.

Activité d'application

Relie chaque colonne à sa famille.



Solution



3. Intérêt de la classification périodique

Lorsqu'on connaît la position d'un élément dans le tableau de classification périodique, on peut en déduire sa structure électronique et prédire ses propriétés chimiques.

Situation d'évaluation

Des élèves d'une classe de 2^{nde} C regardent un documentaire scientifique télévisé. A travers le documentaire, ils apprennent que le principe actif de la pâte dentifrice est constitué essentiellement d'un élément chimique aux propriétés particulières, de numéro atomique $Z = 9$.

Ils te sollicitent pour les aider à localiser cet élément dans le tableau de classification périodique simplifié, et à déterminer sa famille.

1. Ecris la structure électronique de cet élément chimique.
2. Donne :
 - 2.1. sa position dans le tableau de classification (colonne et ligne) ;
 - 2.2. son nom et son symbole chimique ;
 - 2.3. sa représentation de Lewis ;
 - 2.4. le nom de la famille à laquelle appartient cet élément ;
 - 2.5. une particularité et une propriété chimique communes des éléments de cette famille.

Solution

1- Structure électronique : K^2L^7

2-

2.1 Il appartient à la 2^{ème} période et 7^{ème} colonne

2.2 C'est le Fluor (F)

2.3 Représentation de Lewis



2.4 Il appartient à la famille des halogènes

2.5 Leurs atomes ont sept électrons sur leur couche externe.

- Ils existent sous la forme de corps simples diatomiques (F_2 , Br_2 , Cl_2) ;

- ils réagissent facilement avec les métaux et l'hydrogène pour donner des halogénures métalliques.

III. EXERCICES

Exercice 1

L'élément chimique X a pour numéro atomique $Z = 19$.

1. La formule électronique de cet élément s'écrit:

a. $K^2L^7M^{10}$;

b. $K^2L^8M^9$;

c. $K^2L^8M^8N^1$.

2. L'élément chimique X occupe dans le tableau de classification périodique simplifié la:

a. 1^{ère} colonne et 4^{ème} période ;

b. 4^{ème} colonne et 1^{ère} période ;

c. 3^{ème} colonne et 2^{ème} période.

3. L'élément chimique X appartient à la famille des :

a. métaux alcalino-terreux

b. métaux alcalins

c. halogènes

Pour chaque proposition, entoure la lettre qui correspond à la bonne réponse.

Solution

L'élément chimique X a pour numéro atomique $Z = 19$.

1. La formule électronique de cet élément s'écrit:

c. $K^2L^8M^8N^1$.

2. L'élément chimique X occupe dans le tableau de classification périodique simplifié la:

a. 1^{ère} colonne et 4^{ème} période ;

3. L'élément chimique X appartient à la famille des :

b. Métaux alcalins

Exercice 2

Complète les phrases suivantes avec les mots ou groupes de mots qui conviennent.

1-Dans le tableau de classification périodique, les éléments chimiques sont classés par numéro atomique Z

2-Les éléments sont disposés dans des colonnes appelées et sur des lignes appelés

3-Une famille est constituée de l'ensemble des éléments chimiques appartenant à une même..... du tableau de classification périodique.

4-Les éléments appartenant à même famille possèdent des propriétés chimiques.....

5-La première colonne de la classification correspond à la famille des(sauf l'hydrogène).

6-La deuxième colonne de la classification périodique correspond à la famille des

7-L'avant dernière colonne de la classification périodique correspond à la famille des

8-La dernière colonne de la classification correspond à la famille des

Solution

Complétons les phrases suivantes avec les mots ou groupes de mots qui conviennent.

1-Dans le tableau de classification périodique, les éléments chimiques sont classés par numéro atomique Z croissant.

2- Les éléments sont disposés dans des colonnes appelées groupes et sur des lignes appelés période.

3-Une famille est constituée de l'ensemble des éléments chimiques appartenant à une mêmecolonne du tableau de classification périodique.

4-Les éléments appartenant à même famille possèdent des propriétés chimiques analogues.

5-La première colonne de la classification correspond à la famille des métaux alcalins.(sauf l'hydrogène).

6-La deuxième colonne de la classification périodique correspond à la famille des métaux alcalino-terreux.

7-L'avant dernière colonne de la classification périodique correspond à la famille des halogènes.

8-La dernière colonne de la classification correspond à la famille des gaz nobles.

Exercice 3

On donne les représentations de LEWIS de trois éléments inconnus.



- X et Y appartiennent à la troisième ligne de la classification périodique simplifiée.
 - Z appartient à la deuxième ligne de la classification périodique simplifiée.
- 1- Ecris la formule électronique de chaque élément.
 - 2- Donne les numéros atomiques et les noms des éléments X, Y et Z

Solution

1- La formule électronique de chaque élément :

- Pour X : $K^2L^8M^2$; - Pour Y : $K^2L^8M^5$; - Pour Z : K^2L^8

2- Les numéros atomiques et les noms des éléments X, Y et Z

- Pour X : $Z = 2 + 8 + 3 = 13$ donc X est l'aluminium
- Pour Y : $Z = 2 + 8 + 5 = 15$ donc Y est le Phosphore
- Pour Z : $Z = 2 + 8 = 10$ donc Z est le Néon

Exercice 4

Au cours d'une séance de travaux pratiques, le professeur de physique d'une classe de seconde demande à un groupe d'élèves de déterminer la carte d'identité (nom, symbole chimique, numéro atomique, et propriétés chimiques) d'un élément chimique X. Pour cela, le professeur leur a fourni les indices suivants : l'élément X est situé dans la case 11 du tableau de classification périodique simplifiée et peut intervenir dans la constitution de certaines lampadaires qui émettent une lumière jaune très éclairante.

Aide ce groupe à établir la carte d'identité de X.

- 1- Donne la règle suivant laquelle les éléments chimiques sont classés dans le tableau de classification périodique.
- 2- Détermine le numéro atomique de l'élément chimique X.
- 3- Ecris la structure électronique d'un atome de l'élément chimique X.
- 4- Donne :
 - 4.1- le nom et le symbole chimique de X ;
 - 4.2- le nom de la famille à laquelle X appartient.
 - 4.3- une propriété chimique des éléments de cette famille.

Solution

- 1- Règles suivant lesquelles les éléments chimiques sont classés dans le tableau de classification périodique :
Les éléments chimiques sont rangés par numéros atomiques Z croissant.
- 2- Détermination du numéro atomique de l'élément chimique X.
Le numéro atomique est celui de la case où X est situé : donc : $Z = 11$.
- 3- Écriture de la structure électronique d'un atome de l'élément chimique X.
($Z = 11$) : $K^2L^8M^1$
- 4-

4.1-Pour $Z = 11$: c'est le sodium (Na)

4.2-Na ($Z= 11$) appartient à la famille des métaux alcalins

4.3- Les métaux alcalins sont très oxydables à froid par le dioxygène de l'air et réagissent violemment avec l'eau pour donner le dihydrogène H_2 et une base forte.

Exercice 5

Lors d'une séance de travaux pratiques de physique en classe de 2^{nde}, le professeur met à disposition d'un groupe d'élèves un tableau de classification périodique en version codée ci-dessous. Chaque élément du tableau a été remplacé par une lettre de l'alphabet grec. Il leur propose un jeu dont le but est d'identifier l'élément chimique σ et de déterminer ses propriétés chimiques.

| | | | | | | | |
|-----------|----------|------------|------------|--------|----------|----------|----------|
| α | | | | | | | β |
| γ | δ | ϵ | ζ | η | θ | ι | κ |
| λ | μ | ν | \omicron | π | ρ | σ | τ |

- 1- Énonce les trois règles d'édification du tableau de classification périodique.
- 2- Détermine le numéro atomique de l'élément chimique σ .
- 3- Écris la structure électronique de cet élément chimique.
- 4- Donne :
 - 4.1 son nom et son symbole chimique ;
 - 4.2 sa représentation de Lewis ;
 - 4.3 le nom de la famille à laquelle appartient cet élément ;
 - 4.4 une particularité et une propriété chimique communes des éléments de cette famille.

Solution

1. -Les éléments sont classés par numéro atomique Z croissant ;
-Chaque ligne correspond au remplissage d'une couche électronique ;
- Les éléments dont les atomes ont le même nombre d'électrons sur la couche électronique externe sont disposés dans une même colonne et constituent une famille chimique.
2. L'élément chimique σ est situé dans la case 17 du tableau de classification périodique.
Donc son numéro atomique est $Z = 17$.
3. Pour $\sigma(Z = 17)$: $K^2L^8M^7$
4.
 - 4.1. $Z = 17$ donc σ est le chlore de symbole Cl.
 - 4.2. sa représentation de Lewis : $\begin{array}{c} \text{---} \\ | \\ \text{Cl} \\ | \\ \text{---} \end{array}$
 - 4.3. Il appartient à la famille des halogènes
 - 4.4. Leurs atomes ont sept électrons sur leur couche externe.

Ils existent sous la forme de corps simples diatomiques (F_2 , Br_2 , Cl_2) ;

Ils réagissent facilement avec les métaux et l'hydrogène pour donner des halogénures métalliques

IV. DOCUMENTS

Historique de la classification des éléments chimiques

Bien que l'idée de classification des éléments chimiques naquit depuis l'an 1817 avec le chimiste Allemand Döbereiner et poursuivie par le géologue et minéralogiste Français Chancourtois, le chimiste Anglais Newlands et le chimiste Allemand Meyer, c'est le chimiste Russe Dimitri Mendeleïev qui proposa en 1869, le classement par masse atomique croissante des 63 éléments connus à l'époque.

Mendeleïev eut le mérite de prévoir des cases vides pour des éléments non encore connus, avec leurs propriétés chimiques.

Le gallium (Ga) aux propriétés chimiques analogues à l'aluminium et le germanium (Ge) aux propriétés chimiques semblables au silicium furent découverts respectivement en 1875 et en 1886. Ce qui confirmait les prévisions de Mendeleïev. Son classement fut alors validé.

Avec la découverte de la charge du noyau en 1910 par Rutherford et l'introduction du numéro atomique Z , le classement des éléments fut établi non plus par masse atomique croissante mais par numéro atomique Z croissant, donc selon la configuration électronique des atomes.

L'intégration de nouveaux éléments super lourds, le Nihonium (symbole Nh, $Z = 113$), le flérovium (symbole Fl, $Z = 114$), et le Moscovium (symbole Mc, $Z = 115$), le Livermorium (symbole Lv, $Z = 116$), Tennessine (symbole Ts, $Z = 117$), l'Oganesson (symbole Og, $Z = 118$) découverts en 2015 porte aujourd'hui à 118 le nombre d'éléments chimiques.

Ainsi, de nouveaux éléments continuent d'intégrer le tableau de Mendeleïev, jusqu'à quand et jusqu'à combien ?



Dimitri Ivanovitch Mendeleïev