

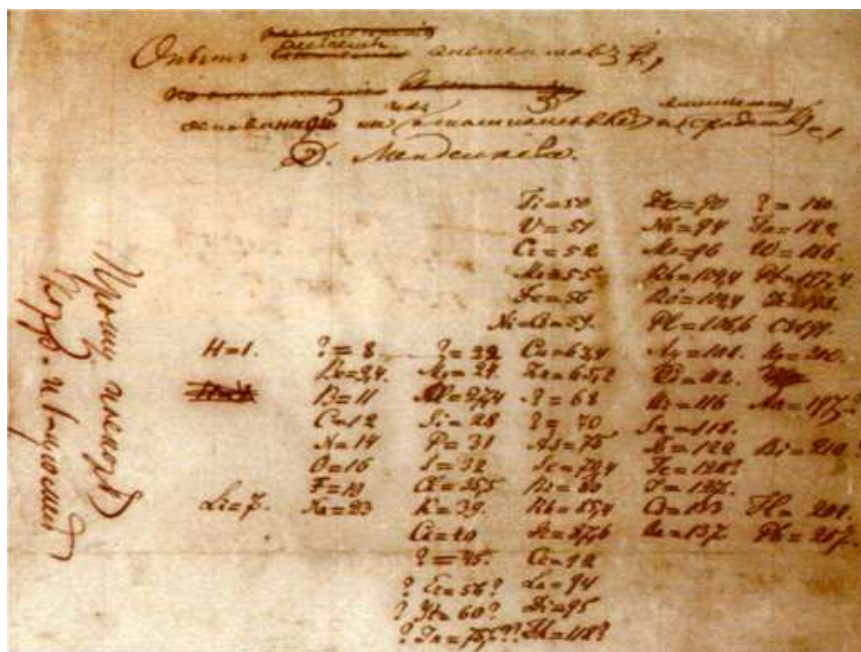
Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Classification périodique des éléments (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

La classification périodique des éléments

1. Construction de la classification périodique des éléments

1.1. La démarche de Mendeleïev

En 1869, Mendeleïev est le premier à avoir l'idée de classer les éléments chimiques par « poids » atomiques (maintenant appelée masse atomique) croissant en s'appuyant sur les propriétés chimiques et physiques similaires qu'ont certains éléments chimiques : il remarque que ces propriétés reviennent de manière **périodique**.



1.2. La classification périodique moderne

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

Fig. 1 : Les 18 premiers éléments du tableau périodique des éléments

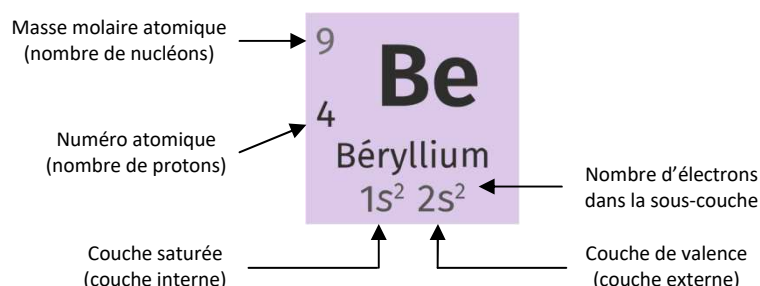
Caractéristiques de cette présentation :

- Dans une **même ligne** (ou période), les atomes des éléments ont le **même nombre de couches électroniques occupées**. Première ligne: couche K, deuxième ligne: couche L, troisième ligne: couche M.

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Classification périodique des éléments (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

- Le parcours d'une ligne correspond au remplissage d'une couche électronique, les couches inférieures étant saturées.
- Dans une même colonne, les atomes des éléments ont le même nombre d'électrons dans la couche externe (ex : Les atomes des éléments de la **colonne 1** ont **1 électron sur la couche externe**, ceux de la **colonne 2** en ont **2 sur la couche externe**, etc.)

Présentation d'une case du tableau :



A RETENIR :

- Dans le tableau périodique des éléments actuel, les éléments chimiques sont **classés par numéro atomique (Z) croissant** ;
- Les éléments chimiques dont les atomes ont le **même nombre d'électrons** sur leur **couche électronique externe** (ou couche de valence) se retrouvent dans une **même colonne** ;
- Les lignes du tableau s'appellent des **périodes**.

Remarques :

- Ce sont les électrons périphériques (\Leftrightarrow présents dans la couche externe) qui sont responsables des propriétés chimiques des éléments chimiques. Ainsi les éléments d'une même colonne possèdent des propriétés chimiques analogues ;
- Les propriétés (physiques ou chimiques) des éléments reviennent régulièrement, d'où le nom de « **périodique** ».

2. Les familles chimiques

Famille des	Alcalins (excepté H)	Alcalino- terreux					Halogènes	Gaz Nobles
	Colonne 1	Colonne 2	Colonne 13	Colonne 14	Colonne 15	Colonne 16	Colonne 17	Colonne 18
	1H Hydrogène							2He Helium
	3Li Lithium	4Be Béryllium	5B Bore	6C Carbone	7N Azote	8O Oxygène	9F Fluor	10Ne Néon
	11Na Sodium	12Mg Magnésium	13Al Aluminium	14Si Silicium	15P Phosphore	16S Soufre	17Cl Chlore	18Ar Argon

Les éléments d'une même colonne constituent une famille chimique :

- Les éléments de la première colonne (à l'exception de l'hydrogène) constituent la famille des **métaux alcalins**.
- Les éléments de la deuxième colonne constituent la famille des **métaux alcalino-terreux**.
- Les éléments de la dix-septième colonne constituent la famille des **halogènes**.

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Classification périodique des éléments (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

- Les éléments de la dix-huitième colonne constituent la famille des **gaz rares** (ou gaz inertes).
- Les familles qui n'ont pas de nom particulier portent le nom de l'élément chimique situé en tête de colonne (ex : famille du fer, famille du carbone, ...)

Exemple : la famille des halogènes

Z	Symbole (nom)	Structure électronique (couche électronique externe en rouge)
9	${}^{19}_9\text{F}$ (Fluor)	$1s^2 2s^2 2p^5$
17	${}^{35}_{17}\text{Cl}$ (Chlore)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
35	${}^{80}_{35}\text{Br}$ (Brome)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

Remarque : le terme de « famille » s'applique aussi bien aux éléments chimiques d'une colonne donnée qu'aux atomes qui correspondent à ces éléments ou aux corps simples dans lesquels ces éléments sont présents.

Par exemple, la famille des halogènes concerne :

- soit les éléments chimiques fluor (F), chlore (Cl)...
- soit les atomes de fluor, chlore,...
- soit les corps simples difluor (F_2), dichlore (Cl_2),...

A RETENIR :

- Les éléments d'une même colonne constituent une **famille chimique** ;
- Les éléments chimiques de la **première colonne** (sauf l'hydrogène) appartiennent à la famille des **alcalins** ;
- Les éléments chimiques de l'**avant-dernière colonne** (colonne 17) appartiennent à la famille des **halogènes** ;
- Les éléments chimiques de la **dernière colonne** (colonne 18) appartiennent à la famille des **gaz nobles**.

3. Classification périodique des éléments et charge d'un ion

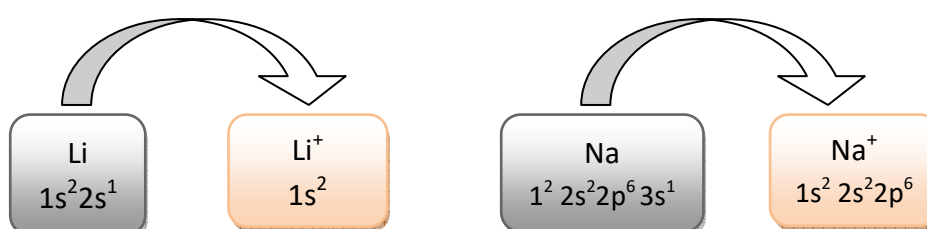
La place d'un élément chimique dans la classification périodique des éléments permet de prévoir quel type d'ion monoatomique il va donner : les atomes pour se stabiliser, vont adopter la configuration électronique du gaz noble de numéro atomique le plus proche. Pour cela, ils peuvent perdre ou gagner des électrons sur leur couche de valence et former des ions monoatomiques.

Charge usuelle	1+	2+	Charge variable	3+		3-	2-	1-	0
Numéro de la colonne	1	2	3-12	13	14	15	16	17	18

→ L'ion H^+ n'obéit pas à cette règle.

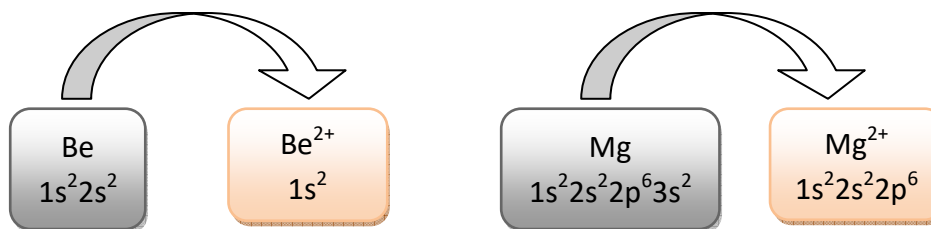
Exemples :

- Les éléments chimiques de la colonne 1 (**alcalins**) possèdent **1** électron sur leur couche externe : Ils vont avoir tendance à **perdre cet électron** pour donner **un ion portant une charge positive** (cation).

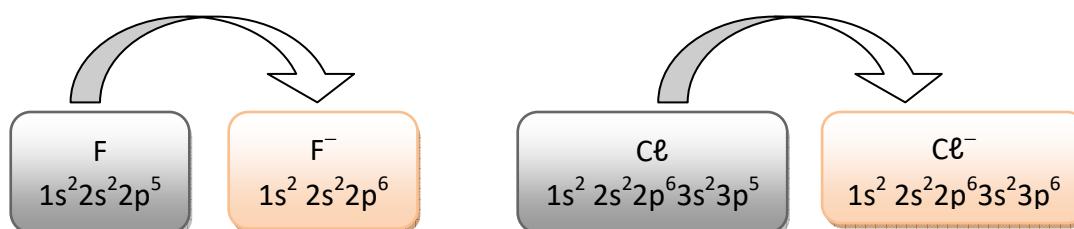


Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Classification périodique des éléments (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

- Les éléments chimiques de la colonne 2 possèdent **2** électrons sur leur couche externe. Ils vont avoir tendance à **perdre ces 2 électrons** pour donner **un ion portant deux charges positives** (cation).



- Les éléments chimiques de la colonne 17 (**halogènes**) possèdent **7** électrons sur leur couche externe. Ils vont avoir tendance à **gagner un électron** pour donner **un ion portant une charge négative** (anion).



Remarque : les éléments chimiques peuvent aussi s'associer avec d'autres atomes pour compléter leur dernière couche électronique (voir chapitre suivant : « Les molécules »).

Application 1

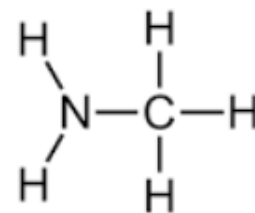
H							He
Z = 1							Z = 2
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Z = 3							
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Z = 11							

1. Donner le nom et le symbole des deux premiers éléments de la 7^{ème} colonne.
2. Combien d'électrons externes possèdent-ils ?
3. Combien de liaisons covalentes peuvent-ils réaliser ? Justifier.
4. Donner le nom et la formule des ions qu'ils peuvent former. Justifier.
5. Combien de liaison covalente peuvent réaliser les atomes suivants : l'azote (N) le carbone (C) l'hydrogène (H) ?
6. Dessiner la formule développée (formule dans laquelle toute les liaisons interatomiques sont représentées) d'une molécule de formule brute CH₅N
7. Ecrire la structure électronique de l'hélium He et du sodium Na
8. Quelle similitude possède :
 - des atomes appartenant à des éléments chimiques d'une même colonne ?
 - des atomes appartenant à des éléments chimiques d'une même ligne
9. Par quoi est défini un élément chimique ?

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Classification périodique des éléments (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

Correction

- 1) F : fluor ; Cl : chlore
- 2) 7 électrons sur la couche externe car septième colonne
- 3) Ils peuvent réaliser une liaison covalente pour obtenir 8 électrons sur leur couche externe
- 4) Ils peuvent former l'ion fluorure F^- ou chlorure Cl^- pour obtenir 8 électrons sur leur couche externe
- 5) azote 3 liaisons ; carbone 4 liaisons ; hydrogène 1 liaison
- 6.



7. He (K)2 sodium (K)2 (L)8(M)1
8. - des atomes d'une même colonne possèdent le même nombre d'électron sur leur couche externes
- les éléments d'une même ligne possèdent le même nombre de couche électronique
9. Un élément chimique est défini par son nombre de proton.

Application 2

1. On verse 2mL d'une solution aqueuse de chlorure de potassium (K^+, Cl^-) dans un tube à essais. On ajoute 1mL d'une solution aqueuse de nitrate d'argent (Ag^+, NO_3^-). Sachant que les ions potassium et nitrate sont spectateurs, écrire l'équation chimique qui se produit et donner le nom du produit formé ainsi que sa formule.
2. On remplace le chlorure de potassium par de l'iodure de potassium (K^+, I^-) et le nitrate d'argent par du nitrate de plomb (Pb^{2+}, NO_3^-). Répondre aux mêmes questions que ci-dessus.

Correction

1. La réaction entre la solution de chlorure de potassium et la solution de nitrate d'argent donne un **précipité blanc** de **chlorure d'argent** de formule **$AgCl$** .



2. La réaction entre la solution d'iodure de potassium et la solution de nitrate de plomb donne un **précipité jaune** d'**iodure de plomb** de formule **PbI_2** .



Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Classification périodique des éléments (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

Application 3

1. Soient les ions monoatomiques suivants : ion aluminium, ion chlorure, ion béryllium et ion oxygène.

Ecrire la formule électronique, dans l'état fondamental, de chaque atome correspondant puis en déduire la formule électronique de chaque ion sachant que la règle "du duet ou de l'octet" d'électrons est vérifiée.

Données : Al(Z=13), Cl(Z=17), Be(Z=4) et O(Z=8).

2. Ecrire alors la formule brute du chlorure d'aluminium et de l'oxyde d'aluminium

Correction

1. $_{13}\text{Al} : (\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^3$; $_{17}\text{Cl} : (\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^7$; $_{4}\text{Be} : (\text{K})^2(\text{L})^2$; $_{8}\text{O} : (\text{K})^2(\text{L})^6$.

On obtient pour chaque ion une structure électronique externe en duet ou en octet d'électrons.

L'atome d'aluminium perd 3 électrons pour former l'ion Al^{3+} .

L'atome de chlore gagne 1 électron pour former l'ion chlorure Cl^- .

L'atome de béryllium perd 2 électrons pour former l'ion béryllium Be^{2+} .

L'atome d'oxygène gagne 2 électrons pour former l'ion oxygène O^{2-} .

$_{13}\text{Al}^{3+} : (\text{K})^2(\text{L})^8$; $_{17}\text{Cl}^- : (\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^8$; $_{4}\text{Be}^{2+} : (\text{K})^2$; $_{8}\text{O}^{2-} : (\text{K})^2(\text{L})^8$.

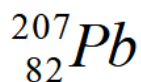
2.2.

Le chlorure d'aluminium et l'oxyde d'aluminium sont électriquement neutres.

On en déduit : AlCl_3 pour le chlorure d'aluminium et Al_2O_3 pour l'oxyde d'aluminium.

Application 4

1) Calculer la masse m d'un atome de plomb



$$m(\text{nucléon}) = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

2) Calculer le nombre d'atomes N contenue dans une masse de plomb $m_1 = 200 \text{ g}$

Correction

1) $m = A \cdot m(\text{nucléon}) = 207 \times 1,67 \times 10^{-27} = 3,45 \times 10^{-25} \text{ kg}$

2) Calculer le nombre d'atomes N contenue dans une masse de plomb $m = 200 \text{ g}$

$$N = \frac{m_1}{m} = \frac{0,200}{3,45 \times 10^{-25}} = 5,80 \times 10^{23}$$

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Classification périodique des éléments (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

Application 5

C'est le chimiste suédois Svante August Arrhenius qui fut le premier, vers 1880, à découvrir que certaines substances en solution se trouvent sous la forme d'ions et non de molécules.

1) Compléter : Un ion est un atome qui a ou un (ou plusieurs) électron(s).

On extrait le sel de cuisine dans les marais salants et les mines de sel. On peut le fabriquer artificiellement au laboratoire : on fait réagir le métal sodium Na avec le gaz dichlore Cl₂ (la réaction est violente !). Il se forme à la fin de la transformation du chlorure de sodium : c'est un solide constitué d'ions sodium Na⁺ et d'ions chlorure Cl⁻.

2) Compléter le tableau suivant et les questions 3) et 4) avec les mots qui conviennent parmi cette liste :

négatifs ; chlorure ; perdu ; sodium ; gagné ; chlore ; Na⁺ ; Cl⁻ ; positifs ; e⁻ (certains mots peuvent être utilisés plusieurs fois)

Formation des ions	Formation des ions
Les atomes Na se transforment en ions	Les atomes Cl se transforment en ions
Les ions sont des atomes de qui ont un électron	Les ions sont des atomes de qui ont un électron
Ce qui s'écrit : Na → +	Ce qui s'écrit : Cl + →

3) Compléter : L'électron gagné par l'atome de a été donné par l'atome de

4) Compléter : Pour que la matière reste électriquement neutre, des ions sont toujours associés à des ions

5) Compléter le tableau suivant :

Atome	structure électronique de l'atome	structure électronique de l'ion	Symbole de l'ion
Ex : Li Z = 3			
F Z = 9	
Mg Z = 12	

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Classification périodique des éléments (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

Correction

1) Un ion est un atome qui a **gagné** ou **perdu** un (ou plusieurs) électron(s).

2)

Formation des ions sodium Na^+	Formation des ions chlorure Cl^-
Les atomes Na se transforment en ions Na^+ Les ions sodium sont des atomes de sodium qui ont perdu un électron Ce qui s'écrit : $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$	Les atomes Cl se transforment en ions Cl^- Les ions chlorure sont des atomes de chlore qui ont gagné un électron Ce qui s'écrit : $\text{Cl} + e^- \rightarrow \text{Cl}^-$

3) L'électron gagné par l'atome de **chlore** a été donné par l'atome de **sodium**

4) Pour que la matière reste électriquement neutre, des ions **négatifs** sont toujours associés à des ions **positifs**

5)

Atome	structure électronique de l'atome	structure électronique de l'ion	Symbole de l'ion
Ex : Li $Z = 3$	$(K)^2(L)^1$	$(K)^2$	Li^+
F $Z = 9$	$(K)^2(L)^7$	$(K)^2(L)^8$	F^-
Mg $Z = 12$	$(K)^2(L)^8(M)^2$	$(K)^2(L)^8$	Mg^{2+}

Application 6

1. Quel est le scientifique qui est connu pour avoir élaboré la première classification périodique des éléments ?

En quelle année a-t-il publié sa classification ?

2. Quel est le premier critère qui permet actuellement de classer les éléments ? Dans quel ordre doit-on ranger les éléments ?

3. Que se passe-t-il, au niveau des configurations électroniques, lorsque l'on change de ligne dans la classification périodique ?

4. Citer un des points communs à tous les éléments d'une même famille.

5. Comment appelle-t-on les éléments de la 8ème colonne ?

6. a- Donner la formule du composé formé par l'association d'un ion Cuivre Cu^{2+} et d'un ion oxygène O^{2-} .

b- Donner la formule du composé ionique formé par l'association de l'ion Al^{3+} et de l'ion O^{2-} .

Correction

1. **Mendeleïev** est le premier scientifique à avoir travaillé sur la classification périodique des éléments.

Il a publié la première classification en **1869**.

2. Le critère de tri qui actuellement utilisé pour la classification périodique est le **numéro atomique**. Les éléments sont **rangés par numéro atomique croissant**.

3. Un **changement de ligne** dans la classification périodique signifie que l'on **remplit une nouvelle couche électronique**.

4. Les éléments d'une même famille ont des **propriétés chimiques similaires**.

5. Les éléments de la septième colonne sont les **gaz rares (ou nobles)**.

6. a- CuO

b- Al_2O_3