

## Ch.12

## La classification périodique des éléments

I. CLASSIFICATION PERIODIQUE : HISTORIQUE1. Les premiers essais de la classification des éléments.1) La découverte des éléments :

- Depuis l'antiquité, on connaît quelques corps simples comme le cuivre , l'or , le fer , l'argent ou le soufre .
- En 1700, seuls 12 corps simples (formés d'un seul élément) ont été isolés: l'antimoine, l'argent, l'arsenic, le carbone, le cuivre, l'étain, le fer, le mercure, l'or, le phosphore, le plomb et le soufre. Les techniques d'analyse évoluant, le nombre des éléments connus en 1850 est multiplié par 5 : 60 éléments connus.

2) La théorie des triades :

En étudiant les propriétés des éléments, les chimistes découvrent que certains d'entre eux possèdent des propriétés chimiques voisines. C'est ainsi que naît la **théorie des triades**. Une triade est un groupe de 3 éléments ayant des propriétés chimiques voisines. ⇒ En 1808 l'anglais Davy étudie la triade calcium, strontium et baryum

⇒ En 1818 le même Davy révèle les propriétés communes à la triade lithium, sodium et potassium

⇒ En 1817 le chimiste allemand Döbereiner suggère l'existence de la triade chlore, brome, iode.

**Vers 1850, une vingtaine de triades sont identifiées** et plusieurs tentatives de classification des éléments suivent mais sans succès.

3) Le premier tableau de Mendeleïev.

*Dans les années 1860, un jeune professeur de chimie dans une lointaine université, à Saint-Petersbourg, Dimitri Ivanovitch MENDELEÏEV (1834-1907) cherche en vain un manuel acceptable pour former ses étudiants à la chimie générale. Le premier congrès international de chimie de Karlsruhe en 1860 l'informe sur toutes ces tentatives de classification. Intéressé, il se met au travail en préparant des fiches pour chaque élément sur lesquelles il indique sa masse atomique et les formules des principales combinaisons chimiques auxquelles il participe.*

*En classant les éléments par masses atomiques croissantes, Mendeleïev se rend compte que les éléments ayant des propriétés similaires (les fameuses triades) se retrouvent à intervalles réguliers. Il conclut à l'existence d'une périodicité de propriété parmi les éléments chimiques.*

*Il propose en 1869 une première classification. Les 63 éléments figurant dans son tableau (document n°1) sont classés par masses atomiques croissantes et les familles d'éléments ayant des propriétés voisines sont regroupées.*

*Il publie son propre manuel entre 1869 et 1871*

I	II	III	IV	V	VI
			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Ru = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Rh = 104,4	Ir = 198
			Ni = Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
H = 1	? = 8	? = 22	Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sb = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sn = 122	Bi = 210
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128 ?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ce = 92		
		? Er = 56	La = 94		
		? Yt = 60	Di = 95		
		? In = 75,6	Th = 118 ?		

Le document ci-contre présente un extrait de la classification de Mendeleïev telle qu'elle est parue en 1869. Le génie de Mendeleïev consiste en ce que, afin de respecter la périodicité, il est amené à inverser la position de deux éléments et à laisser des cases vides (dans lesquelles il fait des prévisions de propriétés et de caractéristiques) ; cela, nul avant lui n'avait songé à le faire. Il prévoit ainsi la découverte des éléments scandium, gallium, germanium, technicium, rhénium et polonium découvert bien plus tard avec vérification de la plupart des propriétés prévues. Malgré le génie de Mendeleïev, la méconnaissance de la structure de l'atome, de l'isotopie et les nombreux éléments manquants font obstacle à une classification définitive.

Il y a dans le tableau quelques petites erreurs. Certaines découvertes, comme celle du lanthane La et des gaz nobles, posent problème à Mendeleïev, car il ne sait pas où les placer. Néanmoins, sa classification permettra à la chimie de faire d'énormes progrès.

**Mendeleïev restera dans l'histoire l'homme qui a créé le tableau périodique.**

### **Document ci-contre : la première classification de Mendeleïev (1869).**

Q.1- Combien d'éléments étaient connus en 1860 à l'époque des travaux de Mendeleïev ? Et aujourd'hui ?

**En 1860, seuls 63 éléments étaient connus contre 118 actuellement.**

Q.2- Quels sont les deux critères qui ont permis à Mendeleïev de classer les éléments chimiques dans un tableau ?

**Les deux critères ayant permis à Mendeleïev de classer les éléments chimiques dans un tableau sont leur masse atomique molaire et leurs propriétés chimiques et physiques.**

Q.3- Comment Mendeleïev a-t-il disposé les éléments chimiques dans son tableau :

- sur une même ligne horizontale ? **par propriétés physiques et chimiques similaires.**

- sur une même colonne ? **par masse atomique croissante.**

Q.4- : Quelle différence fait-on entre cette classification et celle que l'on connaît ?

Q.5- : Comment sont placés les éléments appartenant à une triade ?

Q.6- : Donner un exemple de case laissée vide par Mendeleïev et pour laquelle il prédit une masse atomique.

Q.7- : En vous servant de l'extrait du tableau, indiquez quels sont les éléments qui ont des propriétés voisines de celles de l'oxygène.

Quels sont les éléments ayant des propriétés voisines de celles du carbone ?

Q.8- : Comment Mendeleïev aurait-il dû placer les éléments béryllium Be, magnésium Mg, calcium Ca et strontium Sr ?

## **II. Classification complète et simplifiée**

### **1) La classification périodique moderne :**

*Comment les éléments sont-ils classés dans le tableau actuel ?*

**Dans le tableau actuel, les éléments sont classés par numéro atomique (nombre de protons présents dans le noyau) croissant dans une même ligne et par propriétés physico-chimiques similaires dans une même colonne**

Elle comporte **118 éléments chimiques naturels ou artificiels classés par numéro atomique Z croissant.**

Elle est constituée de 18 colonnes et de 7 lignes ou périodes. On distingue deux catégories d'éléments : les métaux et les non-métaux.

- Les éléments sont classés par numéro atomique Z croissant.
  - Le remplissage progressif d'une ligne correspond au remplissage d'une couche électronique.
- Les lignes sont aussi appelées « périodes ».

Première ligne : remplissage de la couche K : cette ligne contient 2 éléments

Deuxième ligne: remplissage de la couche L : cette ligne contient 8 éléments

Troisième ligne: remplissage de la couche M. : cette ligne contient 8 éléments

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 sur leur couche externe.



Dimitri Mendeleïev  
(1834-1907), chimiste  
russe.

# TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

<http://www.kjf-splt.hr/periodni/fr/>

PÉRIODE	GROUPE																		
	1	2	GROUPE IUPAC										17	18					
1	1 1.0079 <b>H</b> HYDROGÈNE																	2 4.0026 <b>He</b> HÉLIUM	
2	3 6.941 <b>Li</b> LITHIUM	4 9.0122 <b>Be</b> BÉRYLLIUM			5 10.811 <b>B</b> BORE														10 20.180 <b>Ne</b> NÉON
3	11 22.990 <b>Na</b> SODIUM	12 24.305 <b>Mg</b> MAGNÉSIMUM																	18 39.948 <b>Ar</b> ARGON
4	19 39.098 <b>K</b> POTASSIUM	20 40.078 <b>Ca</b> CALCIUM	21 44.956 <b>Sc</b> SCANDIUM	22 47.867 <b>Ti</b> TITANE	23 50.942 <b>V</b> VANADIUM	24 51.996 <b>Cr</b> CHROME	25 54.938 <b>Mn</b> MANGANÈSE	26 55.845 <b>Fe</b> FER	27 58.933 <b>Co</b> COBALT	28 58.693 <b>Ni</b> NICKEL	29 63.546 <b>Cu</b> CUVRE	30 65.39 <b>Zn</b> ZINC	31 69.723 <b>Ga</b> GALLIUM	32 72.64 <b>Ge</b> GERMANIUM	33 74.922 <b>As</b> ARSENIC	34 78.96 <b>Se</b> SÉLÉNIUM	35 79.904 <b>Br</b> BROME	36 83.80 <b>Kr</b> KRYPTON	
5	37 85.468 <b>Rb</b> RUBIDIUM	38 87.62 <b>Sr</b> STRONTIUM	39 88.906 <b>Y</b> YTTRIUM	40 91.224 <b>Zr</b> ZIRCONIUM	41 92.906 <b>Nb</b> NIObIUM	42 95.94 <b>Mo</b> MOLYBDÈNE	43 (98) <b>Tc</b> TECHNÉTIUM	44 101.07 <b>Ru</b> RUTHÉNIUM	45 102.91 <b>Rh</b> RHODIUM	46 106.42 <b>Pd</b> PALLADIUM	47 107.87 <b>Ag</b> ARGENT	48 112.41 <b>Cd</b> CADMIUM	49 114.82 <b>In</b> INDIUM	50 118.71 <b>Sn</b> ÉTAIN	51 121.76 <b>Sb</b> ANTIMOINE	52 127.60 <b>Te</b> TELLURE	53 126.90 <b>I</b> IODE	54 131.29 <b>Xe</b> XÉNON	
6	55 132.91 <b>Cs</b> CÉSIIUM	56 137.33 <b>Ba</b> BARYUM	57-71 <b>La-Lu</b> Lanthanides	72 178.49 <b>Hf</b> HAFNIUM	73 180.95 <b>Ta</b> TANTALE	74 183.84 <b>W</b> TUNGSTÈNE	75 186.21 <b>Re</b> RHÉNIUM	76 190.23 <b>Os</b> OSMIUM	77 192.22 <b>Ir</b> IRIDIUM	78 195.08 <b>Pt</b> PLATINE	79 196.97 <b>Au</b> OR	80 200.59 <b>Hg</b> MERCURE	81 204.38 <b>Tl</b> THALLIUM	82 207.2 <b>Pb</b> PLOMB	83 208.98 <b>Bi</b> BISMUTH	84 (209) <b>Po</b> POLONIUM	85 (210) <b>At</b> ASTATE	86 (222) <b>Rn</b> RADON	
7	87 (223) <b>Fr</b> FRANCIUM	88 (226) <b>Ra</b> RADIUM	89-103 <b>Ac-Lr</b> Actinides	104 (261) <b>Rf</b> RUTHERFORDIUM	105 (262) <b>Db</b> DUBNIUM	106 (266) <b>Sg</b> SEABORGIUM	107 (264) <b>Bh</b> BOHRIUM	108 (277) <b>Hs</b> HASSIUM	109 (268) <b>Mt</b> MEITNERIUM	110 (281) <b>Uu</b> UNUNNIUM	111 (272) <b>Uuh</b> UNUNNIUM	112 (285) <b>Uub</b> UNUNBIUM		114 (289) <b>Uuq</b> UNUNQUADIUM					

Numéro atomique Z

Masse molaire atomique

12 24.305  
**Mg**  
MAGNÉSIMUM

Symbole de l'élément

LANTHANIDES

57 138.91 <b>La</b> LANTHANE	58 140.12 <b>Ce</b> CÉRIUM	59 140.91 <b>Pr</b> PRASÉODYME	60 144.24 <b>Nd</b> NÉODYME	61 (145) <b>Pm</b> PROMÉTHIUM	62 150.36 <b>Sm</b> SAMARIUM	63 151.96 <b>Eu</b> EUROPIUM	64 157.25 <b>Gd</b> GADOLINIUM	65 158.93 <b>Tb</b> TERBIUM	66 162.50 <b>Dy</b> DYSPROSIUM	67 164.93 <b>Ho</b> HOLMIUM	68 167.26 <b>Er</b> ERBIUM	69 168.93 <b>Tm</b> THULIUM	70 173.04 <b>Yb</b> YTTÉRIUM	71 174.97 <b>Lu</b> LUTÉTIUM
------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

ACTINIDES

89 (227) <b>Ac</b> ACTINIUM	90 232.04 <b>Th</b> THORIUM	91 231.04 <b>Pa</b> PROTACTINIUM	92 238.03 <b>U</b> URANIUM	93 (237) <b>Np</b> NEPTUNIUM	94 (244) <b>Pu</b> PLUTONIUM	95 (243) <b>Am</b> AMÉRICIUM	96 (247) <b>Cm</b> CURIUM	97 (247) <b>Bk</b> BERKÉLIUM	98 (251) <b>Cf</b> CALIFORNIUM	99 (252) <b>Es</b> EINSTEINIUM	100 (257) <b>Fm</b> FERMIUM	101 (258) <b>Md</b> MENDELÉVIUM	102 (259) <b>No</b> NOBÉLIUM	103 (262) <b>Lr</b> LAWRENCIUM
-----------------------------------	-----------------------------------	--	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

(1) Pure Appl. Chem., 73, No. 4, 667-683 (2001)  
La masse atomique relative est donnée avec cinq chiffres significatifs. Pour les éléments qui n'ont pas de nucléides stables, la valeur entre parenthèses indique le nombre de masse de l'isotope de l'élément ayant la durée de vie la plus grande.  
Toutefois, pour les trois éléments Th, Pa et U qui ont une composition isotopique terrestre connue, une masse atomique est indiquée.

## 2) Classification simplifiée des 18 premiers éléments

Colonne ou famille Ligne ou période	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H Hydrogène Z = 1 (K) <sup>1</sup>							He Hélium Z = 2 (K) <sup>2</sup>
2	Li Lithium Z = 3 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>1</sup>	Be Beryllium Z = 4 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>2</sup>	B Bore Z = 5 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>3</sup>	C Carbone Z = 6 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>4</sup>	N Azote Z = 7 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>5</sup>	O Oxygène Z = 8 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>6</sup>	F Fluor Z = 9 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>7</sup>	Ne Néon Z = 10 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>8</sup>
3	Na sodium Z = 3 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>8</sup> (M) <sup>1</sup>	Mg Magnésium Z = 12 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>8</sup> (M) <sup>2</sup>	Al Aluminium Z = 13 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>8</sup> (M) <sup>3</sup>	Si Silicium Z = 14 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>8</sup> (M) <sup>4</sup>	P Phosphore Z = 15 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>8</sup> (M) <sup>5</sup>	S Soufre Z = 16 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>8</sup> (M) <sup>6</sup>	Cl Chlore Z = 17 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>8</sup> (M) <sup>7</sup>	Ar Argon Z = 18 (K) <sup>2</sup> (L) <sup>8</sup> (M) <sup>8</sup>
numéro de colonne	1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre d'électrons sur la couche externe	1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre de liaison dans les molécules	1 H – H soit H <sub>2</sub>	2 Cl-Be-Cl soit BeCl <sub>2</sub>	3 BCl <sub>3</sub>	4 CH <sub>4</sub>	3 NH <sub>3</sub>	2 H <sub>2</sub> O	1 H-Cl soit HCl	0 He

## III. UTILISATION DE LA CLASSIFICATION PERIODIQUE

### 1) Familles chimiques.

Les propriétés chimiques des atomes des différents éléments dépendent essentiellement **du nombre d'électrons présents dans leur couche externe** :

Les atomes des éléments appartenant à une même colonne du tableau périodique possèdent justement **le même nombre d'électrons dans leur couche externe**.

C'est pourquoi, les atomes des éléments d'une même colonne ont des propriétés très semblables, même si elles ne sont pas rigoureusement identiques.

**On dit que les éléments d'une même colonne constituent une famille chimique.**

Les éléments de la **1<sup>ère</sup> colonne**, notée **I**, (à l'exception de l'hydrogène) constituent la famille des **....**

Les éléments de la **2<sup>ème</sup> colonne**, notée **II**, constituent la famille des **....**

Les éléments de la **17<sup>ème</sup> colonne**, notée **VII**, dans la présentation réduite, constitue la **famille ....**

Les éléments de la **18<sup>ème</sup> colonne**, notée **VIII**, dans la présentation réduite, constitue la **famille.....**

## 2) Formule des ions monoatomiques :

La colonne d'un atome nous renseigne sur l'ion qu'il va donner au cours des réactions chimiques. Dans la classification simplifiée, les ions monoatomiques correspondant à des éléments chimiques d'une **même famille ont tous la même charge**.

La cause est due à la règle de l'octet et du duet.

*Question : Montrer que ces ions satisfont à la règle de stabilité.*

H <sup>+</sup>							He
Li <sup>+</sup>	Be <sup>2+</sup>	B <sup>3+</sup>	C	N <sup>3-</sup>	O <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	Ne
Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Si	P <sup>3-</sup>	S <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ar
K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>						

Les éléments d'une même colonne forment facilement des ions monoatomiques ayant tous la même charge.  
 Les atomes des éléments situés avant la 14<sup>ème</sup> colonne (colonne du carbone) perdent des électrons et forment des cations.  
 Les atomes des éléments situés après la 14<sup>ème</sup> colonne gagnent des électrons et forment des anions.

*Ex : Les halogènes (colonne 17 ou VII) donnent tous des anions chargés 1 fois négativement : Cl<sup>-</sup> ; Br<sup>-</sup> ; I<sup>-</sup>*

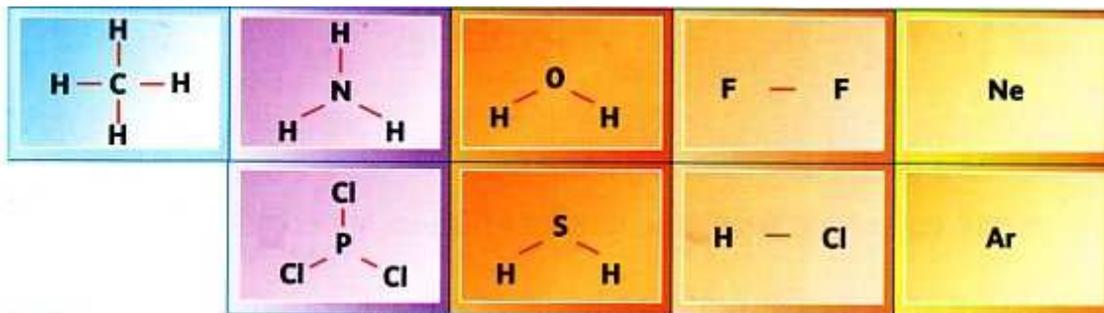
*Les alcalino terreux (seconde colonne du tableau simplifié) donne tous des cations chargés 2 fois positivement : Be<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> .*

## 3) Nombre de liaisons d'un atome dans une molécule

Le nombre de liaisons qu'établit un atome dans une molécule quelconque, dépend de sa structure électronique externe. Ce nombre est égal au nombre d'électrons qu'il doit acquérir pour satisfaire la règle du duet ou de l'octet. Tous les atomes appartenant à la même colonne établissent le même nombre de liaison dans une molécule

Numéro de colonne du tableau simplifié	Nombre d'é périphériques	Eléments chimiques	Nombre de liaisons dans la molécule	Exemple de formule brute de molécule
14 <sup>ème</sup> colonne		C, Si	4	CCl <sub>4</sub> , SiCl <sub>4</sub>
15 <sup>ème</sup> colonne		N,P	3	NH <sub>3</sub> , PCl <sub>3</sub>
16 <sup>ème</sup> colonne		O, S	2	H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> S
17 <sup>ème</sup> colonne Halogènes		F,Cl,Br	1	HF, HCl, HBr

Les atomes des éléments d'une même colonne forment le même nombre de liaisons.



Formules de plusieurs molécules, pour des éléments classés en colonne.

## IV. QUELQUES FAMILLES CHIMIQUES

### 1) Notion de famille chimique

Les éléments ayant des propriétés chimiques voisines forment une famille. **Ils sont placés dans la même colonne.**

Ces propriétés chimiques sont dues aux nombres **d'électrons de la couche externe.**

Les éléments d'une même famille possèdent le même nombre d'électrons sur leur couche externe.

### 2) La famille des alcalins :

A l'exception de l'hydrogène, les éléments de la première colonne appartiennent à la famille des alcalins.

Dans la nature on les rencontre sous forme d'ions  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$  ou  $\text{K}^+$ , comme dans l'eau ou les eaux minérales. Ils sont responsables du goût salé. A l'état de corps purs simples, ce sont des métaux mous qui réagissent spontanément avec le dioxygène de l'air ou l'eau.

Pourquoi forment t-ils des ions positifs ? En perdant un électron ils répondent aux règles de stabilité des éléments chimiques (règle du duet et de l'octet). Leur dernière couche d'électrons comporte soit 2 soit 8 électrons sur leur dernière couche

Ion	$\text{Li}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$
structure électronique	$(\text{K})^2$	$(\text{K})^2(\text{L})^8$	$(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^8$

Les atomes appartenant à la famille des alcalins ne forment pas de molécules.

### 3) La famille des halogènes :

Les éléments de la 17<sup>o</sup> colonne (VII<sup>ème</sup> colonne de la classification simplifiée) appartiennent à la famille des halogènes.

Dans la nature, on les rencontre sous forme d'ions monoatomiques :  $\text{F}^-$  ;  $\text{Cl}^-$  ;  $\text{Br}^-$ .

Ils peuvent également exister sous forme de molécules diatomiques :  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ . Ces espèces chimiques sont fortement colorées et très nocives.

Pourquoi forment t-ils des ions  $\text{X}^-$  ? En gagnant un électron ils répondent aux règles de stabilité des éléments chimiques (règle de l'octet). Leur dernière couche d'électrons comporte 8 électrons sur leur dernière couche.

Ion	$\text{F}^-$	$\text{Cl}^-$
structure électronique	$(\text{K})^2(\text{L})^8$	$(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^8$

### 4) La famille des gaz nobles :

Ce sont les éléments chimiques les plus stables. Ils sont inertes chimiquement c'est-à-dire qu'ils ne participent à aucune réaction chimique. Ils ne forment pas d'ions ni de molécules. Ils sont peu présents dans l'atmosphère terrestre

Pourquoi ? Leur dernière couche est saturée à 2 ou 8 électrons. Ces atomes sont stables chimiquement

**exemple :** He ,Hélium, (K)<sup>2</sup>

Ne : Néon (K)<sup>2</sup>(L)<sup>8</sup>

Ar : Argon (K)<sup>2</sup>(L)<sup>8</sup>(M)<sup>8</sup>

L'hélium est l'élément le plus abondant dans l'Univers après l'hydrogène.

---

## **Chapitre 12. La classification périodique des éléments. Exercices p : 192**

### **1. Mots manquants :**

- numéro atomique
- colonne
- ligne ; période
- troisième
- couche externe
- deux
- L

### **2. QCM**

- Na<sup>+</sup>.
- Qu'ils gagnent facilement un électron.
- Il a tendance à perdre 2 électrons.
- Les gaz nobles.
- Qu'il appartient à la 2e colonne.
- Le soufre appartient à la troisième colonne.

**3. Al (aluminium), Z = 13**

**Ac (actinium), Z = 89**

**Au (or), Z = 79**

**As (arsenic), Z = 33**

**Ag (argent), Z = 47**

**Ar (argon), Z = 18**

**Am (americium), Z = 95**

**At (astate). Z = 85**

**N°7 p : 192 : Ions alcalins :** Le sodium Na a pour configuration électronique (K)<sup>2</sup>(L)<sup>8</sup>(M)<sup>1</sup> ; A quel ion monoatomique conduit-il facilement ?

b) En utilisant la classification périodique, dire à quels ions monoatomiques stables conduisent les éléments lithium Li, potassium K et césium Cs.

La classification périodique des éléments

Cours Ch. 12.

## **Chapitre 12. La classification périodique des éléments. Exercices p : 192**

**6.** L'atome de soufre S possède la même structure électronique externe que l'atome d'oxygène O puisqu'il appartient à la même colonne.

Il possède une couche supplémentaire puisqu'il appartient à la ligne en dessous.

Sa configuration électronique est donc : (K)<sup>2</sup>(L)<sup>8</sup>(M)<sup>6</sup>.

----- ;-----  
**7. a.** Pour aboutir à la configuration électronique (K)<sup>2</sup>(L)<sup>8</sup>, le sodium perd facilement un électron.

Il conduit donc facilement à l'ion Na<sup>+</sup>.

**b.** Par analogie de propriétés chimiques, les éléments de la même colonne forment ainsi

Li<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> et Cs<sup>+</sup>.

-----  
**8. a.** L'hydrogène H établit une liaison au sein des molécules.

**b.** L'atome C est engagé dans quatre liaisons dans la molécule CH<sub>4</sub>.

**c.** Par analogie de propriétés chimiques, on peut affirmer que Si forme usuellement 4 liaisons également.

-----  
9.

Symbole	Si	S	Li	F	Na
Ligne n°	3	3	2	2	3
Colonne n°	14	16	1	17	1
Z	14	16	3	9	11
Configuration	$(K)^2(L)^8(M)^4$	$(K)^2(L)^8(M)^6$	$(K)^2(L)^1$	$(K)^2(L)^7$	$(K)^2(L)^8(M)^1$

10. Hélium, He,  $Z = 2$  Néon, Ne,  $Z = 10$   
 Argon, Ar,  $Z = 18$  Krypton, Kr,  $Z = 36$   
 Xénon, Xe,  $Z = 54$  Radon, Rn,  $Z = 86$

11. Corrigé dans le manuel.

12. Sur l'étiquette d'une bouteille d'eau minérale, on trouve les ions  $Na^+$  et  $K^+$ , qui sont des ions d'alcalins.

### Utiliser ses compétences

13. a. or ; b. Cl ; c. I ; d. Ga.

14. Il s'agit du dernier élément découvert à ce jour, il est artificiel.

15. a. Si.

- b. L'élément Si appartient à la 3<sup>e</sup> période de la classification. Sa couche externe est la couche L.  
 c. Il appartient à la colonne 14 : il y a donc 4 électrons sur sa couche externe. Sa configuration électronique est la suivante :  $(K)^2(L)^8(M)^4$ .  
 d. P :  $(K)^2(L)^8(M)^5$       S :  $(K)^2(L)^8(M)^6$       Cl :  $(K)^2(L)^8(M)^7$       Ar :  $(K)^2(L)^8(M)^8$

16. a. Il s'agit du néon, de symbole Ne.

- b. On a  $Z = 10$ . Un anion est un élément qui a gagné des électrons.  
 $Z = 9, F^-$  ;  $Z = 8, O^{2-}$  ;  $Z = 7, N^{3-}$  ;  
 c. Un cation est un élément qui a perdu des électrons.  
 $Z = 11, Na^+$  ;  $Z = 12, Mg^{2+}$

17. a. Le symbole du béryllium est Be, celui du magnésium est Mg.

- b. Be :  $(K)^2(L)^2$ . La couche externe est la couche L, elle contient 2 électrons.  
 Mg :  $(K)^2(L)^8(M)^2$ . La couche externe est la couche M, elle contient 2 électrons.  
 c. Be :  $Z = 4$  : il appartient à la deuxième période et à la deuxième colonne. Or la 1<sup>ère</sup> période contient 2 éléments. On a bien  $Z = 2 + 2$ .  
 Mg :  $Z = 12$  : il appartient à la troisième période et à la deuxième colonne. Or la 2<sup>ème</sup> période contient 8 éléments. On a bien  $Z = 2 + 8 + 2$ .

18. a. Soit  $p$  la charge de l'aluminium. La somme des charges des ions est nulle :  $p - 3 = 0$ . Donc  $p = 3$ .

- b. Le numéro atomique de Al est  $Z = 13$  ; l'atome Al contient 13 électrons.  
L'ion  $\text{Al}^{3+}$  est un cation, il a trois électrons de moins que l'atome, soit 10 électrons : la configuration électronique de  $\text{Al}^{3+}$  est ainsi :  $(\text{K})^2(\text{L})^8$ .  
Ainsi l'ion  $\text{Al}^{3+}$  possède des couches électroniques saturées, il vérifie la règle de l'octet.
- c. Dans la classification périodique, on constate que les éléments Ga, In, Th, et B appartiennent tous à la colonne de l'élément Al. On peut alors supposer que ces éléments ont des propriétés chimiques semblables à celles de l'aluminium Al ; entre autres, ils forment les composés suivants :  $\text{GaCl}_3$ ,  $\text{InCl}_3$ ,  $\text{ThCl}_3$  et  $\text{BCl}_3$ .
- 

### Exercices d'entraînement

19. a. La configuration électronique de l'oxygène est la suivante :  $(\text{K})^2(\text{L})^6$ .  
L'ion oxyde forme l'ion  $\text{O}^{2-}$ .  
b. Mg forme l'ion  $\text{Mg}^{2+}$ .  
c. Formule brute de la magnésie :  $\text{MgO}$ .  
d. Formule brute de l'oxyde de sodium :  $\text{Na}_2\text{O}$ .
- 
20. a. La structure électronique de l'atome de chlore est la suivante :  $(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^7$ .  
b. Le brome appartient à la même famille que le chlore, il contient donc 7 électrons sur sa couche externe.
- 
- c. Cl forme facilement  $\text{Cl}^-$  ; par analogie de propriétés chimiques, Br forme facilement  $\text{Br}^-$ .  
d. Na forme  $\text{Na}^+$ , c'est un alcalin.  
e. K est également un alcalin, il forme  $\text{K}^+$ .
- 
21. a. O est situé sur la deuxième période et dans la 16e colonne de la classification périodique :  
il forme facilement  $\text{O}^{2-}$ .  
b. L'entité  $\text{X}_2\text{O}_3$  est neutre, donc l'élément X forme facilement l'ion  $\text{X}^{3+}$ .  
c. X appartient donc à la troisième colonne.  
d.  $Q = Z' \cdot e$ , avec  $Z'$  le nombre d'électrons de l'ion  $\text{X}^{3+}$ .  
L'ion  $\text{X}^{3+}$  possède trois charges positives, donc  $Z = Z' + 3$ .  
 $Z = 13$ , X est donc l'aluminium, de symbole Al.
- 
22. a. Le rayon atomique peut être assimilé à la distance entre le noyau et la couche électronique externe.  
b. Il y a des discontinuités dans l'évolution du rayon atomique lorsque le numéro atomique augmente.  
c. Au sein d'une famille ( $\{\text{Li}, \text{Na}, \text{K}\}$  par exemple), le rayon atomique augmente. La couche externe est (L), puis (M) : elle est de plus en plus éloignée du noyau d'après la structure en « oignon » de l'atome.  
d. Sur une période, le rayon atomique diminue ; en effet, la couche électronique externe reste la même, mais le noyau possède de plus en plus de protons ; la couche est alors de plus en plus attirée par ce noyau et s'en rapproche.
- 
23. a. L'élément lithium appartient à la première colonne de la classification, c'est donc un alcalin.  
Il appartient à la deuxième période, sa couche externe est donc la couche (L).

- b. Br est un halogène, il appartient à l'avant-dernière colonne : il possède 7 électrons sur sa couche externe.
  - c. Li forme  $\text{Li}^+$  ; Br forme  $\text{Br}^-$ .
  - d. L'ion magnésium conduit facilement à la formation de l'ion  $\text{Mg}^{2+}$ , il perd facilement deux électrons, il appartient donc à la deuxième colonne.
  - e. Cl forme  $\text{Cl}^-$ .
  - f.  $\text{MgCl}_2$  ;  $\text{LiBr}$ .
  - g.  $\text{LiCl}_2$ .
- 

### **Exercer son esprit critique**

On remarque que le phosphore P est situé dans la colonne qui suit le silicium Si, et que le bore est situé dans la colonne qui précède Si.

Ainsi, le bore possède un électron de moins que le silicium sur sa couche externe ; le phosphore en possède un de plus.

Par rapport au silicium, le phosphore possède un excès d'électrons, ce qui correspond à un dopage N. Par rapport au silicium, le bore possède un défaut d'électrons, ce qui correspond à un dopage P.

## 2) Classification simplifiée des 18 premiers éléments

Colonne ou Ligne famille ou période	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H Hydrogène							He Hélium
2	Li Lithium	Be Beryllium	B Bore Z = 5	C Carbone Z=6	N Azote Z = 7	O Oxygène Z = 8	F Fluor Z = 9	Ne Néon Z = 10
3	Na sodium	Mg Magnésium Z = 12	Al Aluminium Z = 13	Si Silicium Z = 14	P Phosphore Z = 15	S Soufre Z = 16	Cl Chlore Z = 17	Ar Argon Z = 18
numéro de colonne	1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre d'électrons sur la couche externe	1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre de liaison dans les molécules	1	2	3	4	3	2	1	0

## III. UTILISATION DE LA CLASSIFICATION PERIODIQUE

### 1) Familles chimiques.

Les propriétés chimiques des atomes des différents éléments dépendent essentiellement **du nombre d'électrons présents dans leur couche externe** :  
Les atomes des éléments appartenant à une même colonne du tableau périodique possèdent justement **le même nombre d'électrons dans leur couche externe**.

C'est pourquoi, les atomes des éléments d'une même colonne ont des propriétés très semblables, même si elles ne sont pas rigoureusement identiques.

On dit que les éléments d'une même colonne constituent une famille chimique.

Les éléments de la 1<sup>ère</sup> colonne, notée I, (à l'exception de l'hydrogène) constituent la famille des ....

Les éléments de la 2<sup>ème</sup> colonne, notée II, constituent la famille des ....

Les éléments de la 17<sup>ème</sup> colonne, notée VII, dans la présentation réduite, constitue la famille ....

Les éléments de la 18<sup>ème</sup> colonne, notée VIII, dans la présentation réduite, constitue la famille.....

## 2) Formule des ions monoatomiques :

La colonne d'un atome nous renseigne sur l'ion qu'il va donner au cours des réactions chimiques. Dans la classification simplifiée, les ions monoatomiques correspondant à des éléments chimiques d'une **même famille ont tous la même charge**.

La cause est due à la règle de l'octet et du duet.

*Question : Montrer que ces ions satisfont à la règle de stabilité.*

H <sup>+</sup>							He
Li <sup>+</sup>	Be <sup>2+</sup>	B <sup>3+</sup>	C	N <sup>3-</sup>	O <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	Ne
Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Si	P <sup>3-</sup>	S <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ar
K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>						

Les éléments d'une même colonne forment facilement des ions monoatomiques ....  
 Les atomes des éléments situés avant la 14<sup>ème</sup> colonne (colonne du carbone) ..... des électrons et forment .....

Les atomes des éléments situés après la 14<sup>ème</sup> colonne ..... des électrons et forment des .....

*Ex : Les halogènes (colonne 17 ou VII) donnent tous des anions chargés 1 fois négativement :*

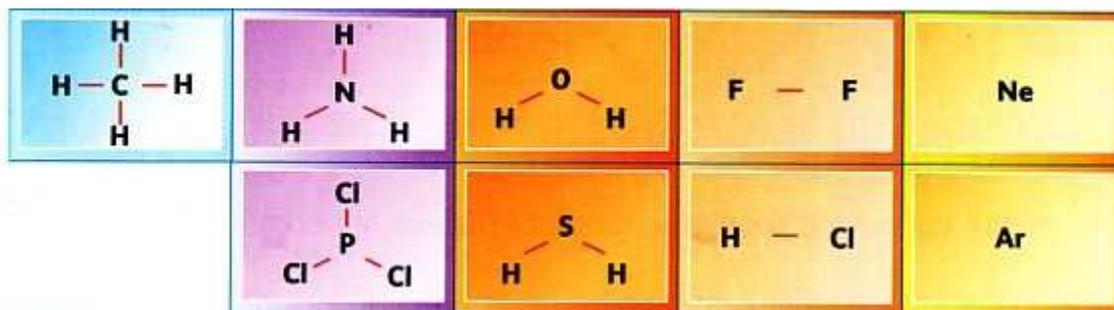
....  
*Les alcalino terreux (seconde colonne du tableau simplifié) donne tous des cations chargés 2 fois positivement : .....*

## 3) Nombre de liaisons d'un atome dans une molécule

Le nombre de liaisons qu'établit un atome dans une molécule quelconque, dépend de sa structure électronique externe. Ce nombre est égal au nombre d'électrons qu'il doit acquérir pour satisfaire la règle du duet ou de l'octet. Tous les atomes appartenant à la même colonne établissent le même nombre de liaison dans une molécule

Numéro de colonne du tableau simplifié	Nombre d'é périphériques	Eléments chimiques	Nombre de liaisons dans la molécule	Exemple de formule brute de molécule
14 <sup>ème</sup> colonne		C, Si	4	CCl <sub>4</sub> , SiCl <sub>4</sub>
15 <sup>ème</sup> colonne		N,P	3	NH <sub>3</sub> , PCl <sub>3</sub>
16 <sup>ème</sup> colonne		O, S	2	H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> S
17 <sup>ème</sup> colonne Halogènes		F,Cl,Br	1	HF, HCl, HBr

Les atomes des éléments d'une même colonne forment le même nombre de liaisons.



Formules de plusieurs molécules, pour des éléments classés en colonne.

# IV. QUELQUES FAMILLES CHIMIQUES

## 1) Notion de famille chimique

Les éléments ayant des propriétés chimiques voisines forment une famille. Ils sont placés dans la même colonne.

Ces propriétés chimiques sont dues aux nombres d'électrons de la couche externe.

Les éléments d'une même famille possèdent le même nombre d'électrons sur leur couche externe.

## 2) La famille des alcalins :

A l'exception de l'hydrogène, les éléments de la première colonne appartiennent à la famille des alcalins. Dans la nature on les rencontre sous forme d'ions  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$  ou  $\text{K}^+$ , comme dans l'eau ou les eaux minérales. Ils sont responsables du goût salé. A l'état de corps purs simples, ce sont des métaux mous qui réagissent spontanément avec le dioxygène de l'air ou l'eau.

Pourquoi forment-ils des ions positifs ? En perdant un électron ils répondent aux règles de stabilité des éléments chimiques (règle du duet et de l'octet). Leur dernière couche d'électrons comporte soit 2 soit 8 électrons sur leur dernière couche

Ion	$\text{Li}^+ \quad Z = 3 ; 2 e^-$	$\text{Na}^+ \quad Z = 11 ; 10 e^-$	$\text{K}^+ \quad Z = 19 ; 18 e^-$
structure électronique	$(\text{K})^2$	$(\text{K})^2(\text{L})^8$	$(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^8$

Les atomes appartenant à la famille des alcalins ne forment pas de molécules.

## 3) La famille des halogènes :

Les éléments de la 17<sup>o</sup> colonne (VII<sup>ème</sup> colonne de la classification simplifiée) appartiennent à la famille des halogènes.

Dans la nature, on les rencontre sous forme d'ions monoatomiques :  $\text{F}^-$  ;  $\text{Cl}^-$  ;  $\text{Br}^-$ .

Ils peuvent également exister sous forme de molécules diatomiques :  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ . Ces espèces chimiques sont fortement colorées et très nocives.

Pourquoi forment-ils des ions  $\text{X}^-$  ? En gagnant un électron ils répondent aux règles de stabilité des éléments chimiques (règle de l'octet). Leur dernière couche d'électrons comporte 8 électrons sur leur dernière couche.

Ion	$\text{F}^- \quad Z = 9 ; 10 e^-$	$\text{Cl}^- \quad Z = 17 ; 18 e^-$
structure électronique	$(\text{K})^2(\text{L})^8$	$(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^8$

## 4) La famille des gaz nobles :

Ce sont les éléments chimiques les plus stables. Ils sont inertes chimiquement c'est-à-dire qu'ils ne participent à aucune réaction chimique. Ils ne forment pas d'ions ni de molécules. Ils sont peu présents dans l'atmosphère terrestre

Pourquoi ? Leur dernière couche est saturée à 2 ou 8 électrons. Ces atomes sont stables chimiquement

**exemple :** He, Hélium,  $(\text{K})^2$

Ne : Néon  $(\text{K})^2(\text{L})^8$

Ar : Argon  $(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^8$

L'hélium est l'élément le plus abondant dans l'Univers après l'hydrogène.

## Chapitre 12. La classification périodique des éléments. Exercices p : 192

### 1. Mots manquants :

- numéro atomique
- colonne
- ligne ; période
- troisième
- couche externe
- deux
- L

### 2. QCM

- $\text{Na}^+$ .
- Qu'ils gagnent facilement un électron.
- Il a tendance à perdre 2 électrons.
- Les gaz nobles.
- Qu'il appartient à la 2e colonne.
- Le soufre appartient à la troisième colonne.

3. Al (aluminium),  $Z = 13$

Ac (actinium),  $Z = 89$

Au (or),  $Z = 79$

As (arsenic),  $Z = 33$

Ag (argent),  $Z = 47$

Ar (argon),  $Z = 18$

Am (americium),  $Z = 95$

At (astate),  $Z = 85$

**N°7 p : 192 : Ions alcalins :** Le sodium Na a pour configuration électronique  $(\text{K})^2(\text{L})^8(\text{M})^1$  ; A quel ion monoatomique conduit-il facilement ?

b) En utilisant la classification périodique, dire à quels ions monoatomiques stables conduisent les éléments lithium Li, potassium K et césium Cs.

