

Objectifs

1. Donner les notions de base de la chimie minérale
2. Apprentissage de quelques méthodes telles que la cristallographie et la synthèse.

I. Introduction et aspects historiques

A. I. Introduction et aspects historiques

Le tableau **périodique des éléments**, également appelé table de **Mendeleïev** ou **classification périodique des éléments (CPE)**, représente tous l'ensemble des éléments chimiques. Son invention est attribuée au chimiste russe **Dimitri Ivanovitch Mendeleïev**, qui construisit en 1869 une table différente de celle qu'on utilise aujourd'hui mais similaire dans son principe (Fig.1). Le grand intérêt de cette table était de proposer une classification des éléments connus à l'époque sur la base de la périodicité de leurs propriétés chimiques. Cette classification servait également à identifier les éléments inconnus qui restaient à découvrir et même de pouvoir prédire leurs propriétés.



I	II	III	IV	V
			Ti=50	Zr=90
			V=51	Nb=94
			Cr=52	Mo=96
			Mn=55	Rh=104,4
			Fe=56	Ru=104,4
			Ni-Co=59	Pd=106,6
H=1			Cu=63,4	Ag=108
	Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112
	B=11	Al=27,4	?=68	Ur=116
	C=12	Si=28	?=70	Sb=118
	N=14	P=31	As=75	Sn=122
	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
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137
		?=45	Ce=92	
		?Er=56	La=94	
		?Yt=60	Di=95	
		?In=75,6	Th=118?	

Figure 1: Table de Mendeleïev établie en 1869

Importance de cette classification

a. Périodicité des propriétés des éléments:

Le grand intérêt de la classification périodique est d'organiser les éléments chimiques de telle sorte que leurs propriétés physico-chimiques puissent être largement prédites par leur position dans le tableau. Ces propriétés évoluent différemment selon qu'on se déplace verticalement ou horizontalement dans le tableau périodique. On distingue :

- La **masse atomique M** (poids d'une mole d'atome en gramme). Elle augmente de gauche à droite dans le tableau périodique en même temps que le nombre de protons (particule de charge positive) et d'électrons. La masse atomique M, augmente également de haut en bas dans le tableau périodique car le nombre de protons et de neutrons augmente
- **Le rayon atomique r**, (distance entre le noyau et la dernière couche électronique de l'élément). Dans une même période, le rayon atomique d'un élément augmente de droite à gauche dans le tableau périodique comme le numéro atomique. Le rayon atomique augmente également de haut en bas dans une même colonne car le nombre de couches électroniques augmente.
- **L'électronégativité EN** (capacité d'attirer les atomes lors de la formation de composés). Elle augmente de gauche à droite dans le tableau périodique car les non-métaux ont tendance à gagner des électrons et de bas en haut car les électrons de valence sont mieux attirés lorsque le nombre de couche diminue.
- **L'énergie d'ionisation EI** (puissance nécessaire pour qu'un atome arrache un électron). Elle augmente de gauche à droite, car l'énergie déployée pour arracher un électron d'un métal est plus facile que d'arracher un électron d'un non-métal (les métaux sont des donateurs d'électrons). Elle augmente également de bas en haut dans le tableau car les électrons de valence sont plus proches du noyau.

b- Propriétés physico-chimiques des éléments:

Les propriétés des éléments (qualités particulières) peuvent être physiques et chimiques. Elles varient d'un élément à l'autre. Exemple : la densité, la dureté, la couleur, le point d'ébullition ou de congélation, etc., sont **des propriétés physiques** d'un élément chimique alors que la fusion de la glace est un

changement d'état ou processus physique sans changement de la structure chimique de la molécule.

Les propriétés chimiques sont caractérisées par l'aptitude des éléments à interagir dans des réactions chimiques (processus au cours duquel des corps se transforment en d'autres corps).

B. II- Structure du tableau périodique

la classification moderne des éléments chimiques est basée sur leur numéro atomique (Z) croissant, qui s'appuie sur la structure ou la configuration électronique des atomes.



Rappel

la configuration électronique est la façon dont les électrons sont répartis dans les orbitales atomiques suivant l'ordre de remplissage donné par Klechkowski:

Cette classification est constituée de 7 lignes appelées **périodes** et de 18 colonnes appelées familles ou **groupes** (bloc f à part pour ne pas avoir une classification de 32 colonnes) (Fig. 2).

Bloc S		Bloc D										Bloc P					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ns^1	ns^2	$n'd^1$ ns^2	$n'd^2$ ns^2	$n'd^3$ ns^2	$n'd^4$ ns^2	$n'd^5$ ns^2	$n'd^6$ ns^2	$n'd^7$ ns^2	$n'd^8$ ns^2	$n'd^9$ ns^2	$n'd^{10}$ ns^2	ns^2 np^1	ns^2 np^2	ns^2 np^3	ns^2 np^4	ns^2 np^5	ns^2 np^6
1 1H	$n' = n - 1$															2 2He	
2 3Li 4Be											5B 6C 7N 8O 9F 10Ne						
3 11Na 12Mg											13Al 14Si 15P 16S 17Cl 18Ar						
4 19K 20Ca 21Sc 22Ti 23V 24Cr 25Mn 26Fe 27Co 28Ni 29Cu 30Zn											31Ga 32Ge 33As 34Se 35Br 36Kr						
5 37Rb 38Sr 39Y 40Zr 41Nb 42Mo 43Tc 44Ru 45Rh 46Pd 47Ag 48Cd											49In 50Sn 51Sb 52Te 53I 54Xe						
6 55Cs 56Ba 57La 58Ce 59Pr 60Nd 61Pm 62Sm 63Eu 64Gd 65Tb 66Dy 67Ho 68Er 69Tm 70Yb 71Lu											81Tl 82Pb 83Bi 84Po 85At 86Rn						
7 87Fr 88Ra 89Ac											90Th 91Pa 92U 93Np 94Pu 95Am 96Cm 97Bk 98Cf 99Es 100Fm 101Md 102No 103Lr						
Bloc F																	

Figure 2: Tableau périodique des éléments illustrant les couches externes et les aires des

Dans cette classification, on remarquera que:

- Le numéro atomique croît de gauche à droite dans une période et de haut en bas dans une colonne.
- Les éléments d'une même période ont la même valeur du nombre quantique principal n (voir rappel 2 ci-dessous).
- Les éléments appartenant à une même colonne ont généralement la même structure électronique externe (même nombre d'électrons sur la dernière couche). En général, leurs propriétés chimiques ou physiques sont souvent voisines.



Rappel : Les nombres quantiques

L'état d'un électron dans un atome est déterminé par quatre nombres quantiques : n , l , m et s . Trois d'entre eux (n , l , m) sont des nombres entiers et caractérisent l'orbitale atomique où réside l'électron.

C. III-Les familles d'éléments

Bloc " S "

Les métaux alcalins :

Les éléments du premier groupe (**bloc "s"**) du tableau périodique excepté l'hydrogène constituent la série des métaux alcalins. Ils possèdent une sous-couche s . Leur configuration fondamentale est $(ns)^1$



Exemple

$n = 3$: sodium Na, [Ne] $(3s)^1$

Les métaux alcalino-terreux :

Les métaux alcalino-terreux sont les éléments du deuxième groupe (**bloc s**) du tableau périodique. Ils possèdent une sous-couche s complète. Leur configuration fondamentale est $(ns)^2$



Exemple

Exemple : $n = 3$: magnésium Mg, [Ne] $(3s)^2$

Bloc "P"

Le bloc p comprend six groupes (du groupe 13 au groupe 18). On distingue :

- **Les métaux terreux** : colonne 13 ou groupe IIIA, $ns^2 np^1$
- **Les carbonides ou cristallogènes** : colonne 14 ou groupe IVA, $ns^2 np^2$
- **Les azotides ou pictogènes** : colonne 15 ou groupe VA $ns^2 np^3$
- **Les sulfurides ou chalcogènes** : colonne 16 ou groupe VIA $ns^2 np^4$
- **Les halogènes** : colonne 17 ou groupe VIIA ns^2
- **Les gaz rares** : colonne 18 ou groupe VIIIA (ou 0) ; $ns^2 np^6$, sauf pour He ns^2

Ils présentent une grande inertie chimique, mais leur réactivité augmente avec Z .

Bloc P					
13	14	15	16	17	18
ns^2 np^1	ns^2 np^2	ns^2 np^3	ns^2 np^4	ns^2 np^5	ns^2 np^6
					$2He$
$5B$	$6C$	$7N$	$8O$	$9F$	$10Ne$
$13Al$	$14Si$	$15P$	$16S$	$17Cl$	$18Ar$
$31Ga$	$32Ge$	$33As$	$34Se$	$35Br$	$36Kr$
$49In$	$50Sn$	$51Sb$	$52Te$	$53I$	$54Xe$
$81Tl$	$82Pb$	$83Bi$	$84Po$	$85At$	$86Rn$

Bloc "P"

Bloc "d"

Le bloc d ou famille des éléments de transition comprend dix (10) colonnes (de la colonne 3 à la colonne 12) réparties en huit (08) groupes:

- **Groupe IB** $ns^1 (n-1)d^{10}$ (Cu, Ag)
- **Groupe IIB** $ns^2 (n-1)d^{10}$ (Zn, Cd)
- **Groupe IIIB** $ns^2 (n-1)d^1$ (Sc, Y)
 - **Groupe IVB** $ns^2 (n-1)d^2$ (Ti, Zr)
 - **Groupe VB** $ns^2 (n-1)d^3$ (V, Nb)
 - **Groupe VIB** $ns^1 (n-1)d^5$ (Cr, Mo)
 - **Groupe VIIB** $ns^2 (n-1)d^5$ (Mn, Tc)
 - **Groupe VIIIB** : $ns^2 (n-1)d^6$, $ns^2 (n-1)d^7$, $ns^2 (n-1)d^8$. Ce dernier comprend trois triades :
 - Triade du Fer (Fe, Co, Ni)
 - Triade du palladium (Ru, Rh, Pd)
 - Triade du platine (Os, Ir, Pt)

Bloc "f" ou éléments des terres rares:

Ces éléments possèdent les orbitales f en cours de remplissage. Les éléments qui correspondent au remplissage de l'orbitale 4f sont appelés les lanthanides. Ceux correspondant au remplissage de l'orbitale 5f sont appelés les actinides. Ils possèdent des propriétés chimiques voisines de celles des métaux alcalinoterreux et sont appelés les métaux rares. Ils existent dans la nature sous forme d'oxydes blancs brillants relativement mous. Ils possèdent une affinité pour l'oxygène plus grande que celle de l'aluminium. Ils réagissent lentement avec l'eau et sont vivement attaqués par les acides et non par les bases. Enfin ils ne réagissent avec l'hydrogène qu'à haute température.

Les chlorures, sulfates et nitrates de ces métaux sont solubles dans l'eau, contrairement aux fluorures, phosphates, carbonates et oxalates qui ne le sont pas.