

Cours N°4:

Classification périodiques des éléments chimiques

4.1.Introduction à la classification périodique

- Classons les éléments chimiques par ordre de numéro atomique (Z) croissant .
- La règle de **Klechkowski** (Fig) permet de prévoir le contenu des différents lignes du tableau périodique et leur nombre.

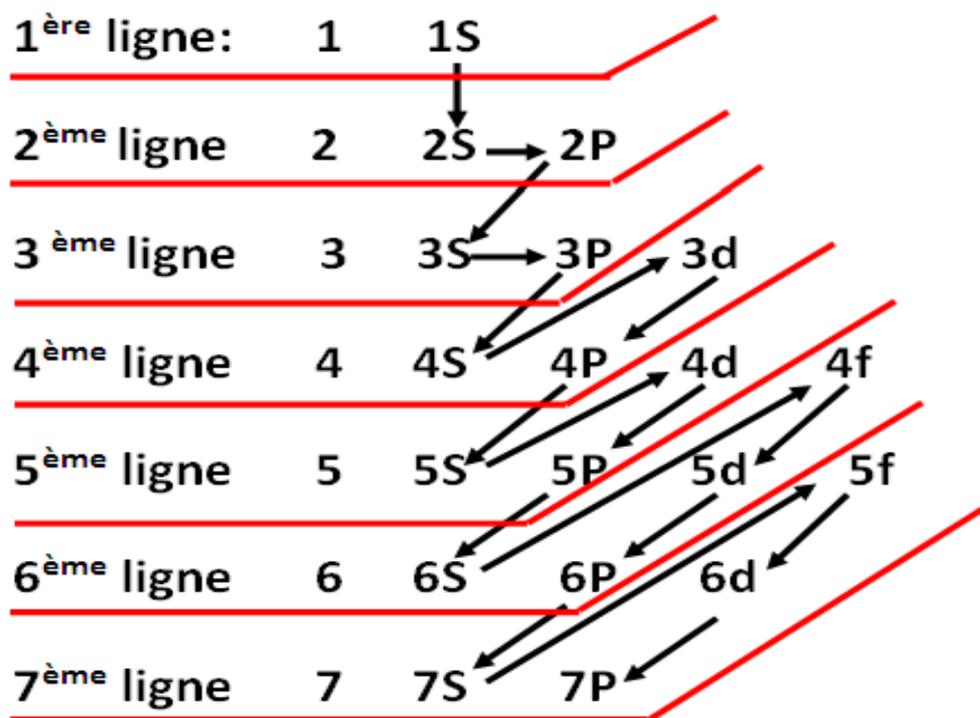


Figure 1 : l'ordre de remplissage des orbitale atomiques selon la règle de Klechkowski

Tableau N°1

La ligne ou la période	Structure électronique externe				Nombre maximal d'électrons
1	1S ^{1→2}				2
2	2S ^{1→2}			2P ^{1→6}	8
3	3S ^{1→2}			3P ^{1→6}	8
4	4S ^{1→2}		3d ^{1→10}	4P ^{1→6}	18
5	5S ^{1→2}		4d ^{1→10}	5P ^{1→6}	18
6	6S ^{1→2}	4f ^{1→14}	5d ^{1→10}	6P ^{1→6}	32
7	7S ^{1→2}	5f ^{1→14}	6d ^{1→10}	7P ^{1→6}	32

4f ^{1→14}
5f ^{1→14}

A partir de ce tableau on peut déterminer pour chaque ligne:

- Son nombre d'éléments,
- La structure électronique externe de ces éléments.

4.2. Description du tableau périodique de Mendeleïev

• 4.3.1. Une période:

- c'est une ligne horizontale du tableau périodique.
- Les périodes sont au nombre de (07) de longueur inégale,
- Trois périodes courtes (1;2;3):
 - La première avec deux éléments (H et He),
 - Les deux autres périodes (2 et 3) avec huit(8) éléments,
- Quatre périodes longues (4;5;6 et 7):
 - La 4^{ème} et 5^{ème} période renferme chacune 18 éléments,
 - La 6^{ème} et 7^{ème} période renferme chacune 32 éléments.
- Il existe une relation simple qui permet de retrouver le nombre des éléments (X) dans chaque période de rang (n):
 - Si n impaire: $x=(n+1)^2/2$.
 - Si n paire: $x=(n+2)^2/2$.

- **4.3.2. Une colonne (groupe):**
- Le tableau périodique est constitué de 18 colonnes réparties en 09 groupes (I à VIII) comportant des sous groupes (A et B).
- Les 7 premiers groupes comportent chacun deux sous-groupes A et B selon l'état des électrons externes.
- Sous-groupe A : contient les éléments dont la couche externe est $[ns np]$.
- Sous-groupe B : contient les atomes qui possèdent un état d.
- **Remarques**
- Les éléments d'une même colonne ayant la même configuration électronique de la couche électronique externe.
- Du point de vue chimique cela leur confère des propriétés chimiques analogues.

Tableau N° 2 : Les 09 groupes du Tableau périodique

Groupes	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	0
Sous groupes	I _A	I _B	II _A	II _B	III _A	III _B	IV _A	IV _B	V _A	V _B	VI _A	VI _B	VII _A	VII _B		
colonne	1	11	2	12	13	3	14	4	15	5	16	6	17	7	8-9-10	18

Les indices qui sont en chiffre romain (I, II, III,...) indiquent **le nombre d'électrons sur la couche externe**, appelés électrons de valence (les électrons qui peuvent participer aux liaisons chimiques).

Sous groupe A

- Les éléments de la colonne (1 et 2): bloc S et de colonnes (13;14;15;16 et 17): bloc P appartiennent au sous-groupe A (Tableau N°8).
- Leurs configuration électronique se termine toujours sur une sous couche S ou P.

colonne	1	2	13	14	15	16	17
Sous groupes	I _A	II _A	III _A	IV _A	V _A	VI _A	VII _A
Structure électronique externe	ns ¹	ns ²	ns ² np ¹	ns ² np ²	ns ² np ³	ns ² np ⁴	ns ² np ⁵
Nombre des (é) de valence	1	2	3	4	5	6	7

Sous groupe B

- Les éléments des colonnes (3;4;5;6;7;11 et 12) (Bloc d) appartiennent au sous groupe B.
- Leurs configurations électronique se termine sur une sous couche **(d)**.

colonne	3	4	5	6	7	11	12
S-groupes B	III _B	IV _B	V _B	VI _B	VII _B	I _B	II _B
Structure électronique externe	$ns^2(n-1)d^1$	$ns^2(n-1)d^2$	$ns^2(n-1)d^3$	$ns^1(n-1)d^5$ ↑ $ns^2(n-1)d^4$	$ns^2(n-1)d^5$	$ns^1(n-1)d^{10}$ ↑ $ns^2(n-1)d^9$	$ns^2(n-1)d^{10}$
Nombre des (é) de valence	3	4	5	6	7	1	2

Exception à la Règle de KLECHKOWSKI

Le groupe zéro (0) ou la colonne 18 du tableau périodique

- Les éléments de la colonne 18 appartiennent au groupe (0).
- Ces éléments se présentent sous très faibles quantités dans l'atmosphère;
- Existents tous sous forme de gaz monoatomique, ce sont les gaz rares (nobles);
- Ils sont caractérisés par des sous-couches S et P complètement remplies qui leur donne une grande stabilité (sauf le O_g : Oganesson).

Les quatre blocs du Tableau périodique

- La classification périodique est divisée en **4 blocs** en fonction de la structure électronique externe des éléments.
- **I.1 Bloc S (Colonne 1 et 2).**
- Leur configuration électronique: nS^x avec ($x=1$ ou $x=2$)
- **I.2 Bloc p (colonnes 13 à 18)**
- Leur configuration électronique: nS^2, nP^x avec ($1 \leq x \leq 6$).
- **I.3 Bloc d (colonnes 3 à 12)**
- De configuration électronique: $(n-1)d^x, nS^y$ avec ($1 \leq x \leq 10$) et $0 \leq y \leq 2$.
- **I.4 Bloc f:**
- De configuration électronique: $(n-2)f^x(n-1)d^y, nS^2$
- Avec: $n=6$ ou $n=7$
- ($0 \leq x \leq 14$) et $y=0$ ou $y=1$.

Familles d'éléments chimiques

- Les éléments chimiques sont regroupés en Familles aux des propriétés physico-chimiques voisines.

1. Famille des métaux alcalins (colonne **1**, groupe **IA**): (Sauf: hydrogène).

2. Famille des alcalino-terreux (colonne **2**, groupe **IIA**):

3. Famille des halogènes (colonne **17**, groupe **VIIA**):

4. Famille des gaz rares (nobles ou inertes) (colonne **18**, groupe **VIIIA** ou **0**).

5. Famille des Métaux de transition (colonnes de **3** à **12**),

6. Famille des lanthanides: Correspond à la **6^{ème} ligne** du bloc f.

7. Famille des Actinides: Correspond à la **7^{ème} ligne** du bloc f.

8. Famille des Métaux pauvres: métaux du bloc P et certains du groupe 12

9. Famille des Métalloïdes:

Un **métalloïde** est un élément chimique dont les propriétés sont intermédiaires entre celles des **métaux** et des **non-métaux** .

10. Famille des Non-métaux

Cette famille comprend les éléments qui ne sont ni des métaux, ni des métalloïdes, ni des halogènes, ni des gaz rares. **Cette série comprend:** (H, C, N, O, P, S, Se).

Tableau périodique des éléments chimiques

Groupe → I A
Période ↓ 1

18
↓

1	Hydrogène 1 H 1,00794											Hélium 2 He 4,002602							
2	Lithium 3 Li 6,941	Béryllium 4 Be 9,0121831											Bore 5 B 10,811	Carbone 6 C 12,0106	Azote 7 N 14,006432	Oxygène 8 O 15,9994	Fluor 9 F 18,99840324	Neon 10 Ne 20,17976	
3	Sodium 11 Na 22,98976928	Magnésium 12 Mg 24,3046	IIA 3	IIIA 4	IVA 5	VA 6	VI A 7	VII 8 9 10			VIII 11	VIIIA 12	Aluminium 13 Al 26,9815385	Silicium 14 Si 28,0855	Phosphore 15 P 30,97376209	Soufre 16 S 32,065	Chlore 17 Cl 35,453	Argon 18 Ar 39,948	
4	Potassium 19 K 39,0983	Calcium 20 Ca 40,078	Scandium 21 Sc 44,955912	Titane 22 Ti 47,867	Vanadium 23 V 50,9415	Chrome 24 Cr 51,9961	Manganèse 25 Mn 54,938044	Fer 26 Fe 55,845	Cobalt 27 Co 58,933194	Nickel 28 Ni 58,6934	Cuivre 29 Cu 63,546	Zinc 30 Zn 65,38	Gallium 31 Ga 69,723	Germanium 32 Ge 72,630	Arsenic 33 As 74,9216	Sélénium 34 Se 78,9718	Brome 35 Br 79,904	Krypton 36 Kr 83,796	
5	Rubidium 37 Rb 85,4678	Strontium 38 Sr 87,62	Yttrium 39 Y 88,90584	Zirconium 40 Zr 91,224	Niobium 41 Nb 92,90637	Molybdène 42 Mo 95,94	Technétium 43 Tc [98]	Ruthénium 44 Ru 101,072	Rhodium 45 Rh 102,90550	Palladium 46 Pd 106,42	Argent 47 Ag 107,8682	Cadmium 48 Cd 112,411	Indium 49 In 114,818	Étain 50 Sn 118,710	Antimoine 51 Sb 121,760	Tellure 52 Te 127,60	Iode 53 I 126,9045	Xénon 54 Xe 131,294	
6	Césium 55 Cs 132,90545196	Baryum 56 Ba 137,327	Lanthanides 57-71		Hafnium 72 Hf 178,49	Taung 73 Ta 180,94788	Tungstène 74 W 183,84	Réactum 75 Re 186,207	Osmium 76 Os 190,23	Iridium 77 Ir 192,222	Platine 78 Pt 195,084	Or 79 Au 196,966569	Mercury 80 Hg 200,592	Thallium 81 Tl 204,3835	Plomb 82 Pb 207,2	Bismuth 83 Bi 208,98040	Polonium 84 Po [209]	Astatoine 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]
7	Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	Actinides 89-103		Rutherfordium 104 Rf [261]	Dubnium 105 Db [262]	Seaborgium 106 Sg [266]	Berkelium 107 Bh [273]	Hassium 108 Hs [277]	Méthaneum 109 Mt [278]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Régentium 111 Rg [282]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [286]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [290]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennesseum 117 Ts [294]	Oganesson 118 Og [294]

- nom de l'élément (gas, liquide ou sol) de à 0°C et 101,3 kPa)
- numéro atomique
- symbole chimique
- masse atomique relative (ou celle de l'isotope le plus stable)
[IUPAC "Atomic Weights 2013" - rev. 2015]

Lanthane 57 La 138,90547	Cérum 58 Ce 140,116	Praseodyme 59 Pr 140,90764	Néodyme 60 Nd 144,242	Prométhium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150,36	Europium 63 Eu 151,964	Gadolinium 64 Gd 157,25	Terbium 65 Tb 158,92535	Dysprosium 66 Dy 162,500	Hoème 67 Ho 164,93033	Erbium 68 Er 167,259	Thulium 69 Tm 168,93402	Ytterbium 70 Yb 173,045	Lutécium 71 Lu 174,967
Actinium 89 Ac [227]	Thorium 90 Th 232,0377	Protactinium 91 Pa 231,03688	Uranium 92 U 238,02891	Néptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Ameéricium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkélium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendelevium 101 Md [258]	Nobélium 102 No [259]	Lavendium 103 Lr [260]

Métaux						Non-métaux					Autres		
Alcalins	Alcalino-terreux	Lanthanides	Actinides	Métaux de transition	Métaux pauvres	Métalloïdes	Asides non-métaux	Halogènes	Gaz nobles	Non classés	primordial	radioactifs (autres éléments)	synthétique

Périodicité des propriétés des éléments chimiques

- **.1 Rayon atomique (r_a)**

Le rayon atomique (ou covalent) correspond à la moitié de la distance entre deux noyaux atomiques d'une molécule diatomique mononucléaire.

- **Evolution du rayon atomique:**

Dans une même période, le rayon atomique tend à décroître de gauche à droite à cause de **l'augmentation de la force d'attraction** entre le noyau et les électrons de valence.

- Dans une même groupe (colonne), le rayon atomique tend à croître de haut en bas à cause **de diminution de la force d'attraction** entre le noyau et les électrons de valence.

- **2. Energie d'ionisation (E.I) :**
- C'est l'énergie qu'il faut fournir pour arracher un ou plusieurs électrons à un atome à l'état gazeux.
- Elle est toujours **positive**.
- Cette énergie est calculée en KJ/mol.
 - $X_{(g)} + E.I_{(1)} \rightarrow X^+_{(g)} + 1é \dots\dots\dots 1^{ère} \text{ ionisation}$
 - $X^+_{(g)} + E.I_{(2)} \rightarrow X^{2+}_{(g)} + 1é \dots\dots\dots 2^{ème} \text{ ionisation}$
- **Evolution de l'énergie d'ionisation:**
- 1)- Dans une même période, l'énergie d'ionisation tend à croître (il y a une forte d'attraction noyau-électrons).
- 2)- Dans un même groupe, l'énergie d'ionisation tend à décroître (il y a une faible attraction noyau-électrons).

- **3. Affinité électronique (A.E):**

- L'affinité électronique d'un atome (X) est l'énergie dégagée lorsque cet atome capte un électron.

- Elle est exprimée en KJ/mol.



- **Exemple :**



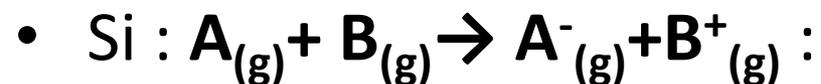
- **Evolution de l'électronégativité:**

- Au cours d'une période, l'A.E augmente avec Z;
- Dans une colonne, l'A.E augmente de haut en bas.

- **4. Electronégativité (E.N ou χ) :**

- L'électronégativité représente la tendance d'un atome à attirer vers lui les électrons d'un autre atome.

- Soient A et B des atomes:



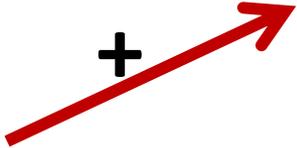
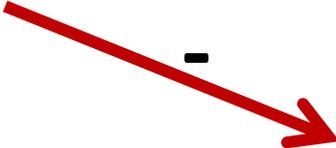
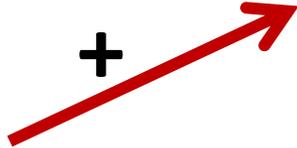
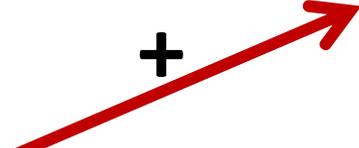
- On dira que A est plus électronégatif que B.

- **Evolution de l'électronégativité:**

- Dans une même période, L'électronégativité a tendance à **croître** avec le numéro atomique (Z).

- Dans une même colonne, L'électronégativité a tendance à **décroître** lorsque le numéro atomique (Z) croît.

- **Tableau** : Evolution de quelques propriétés en fonction de Z.

	Z	Rayon atomique	Energie d'ionisation	Electronégativité
Dans une période				
Dans une colonne	