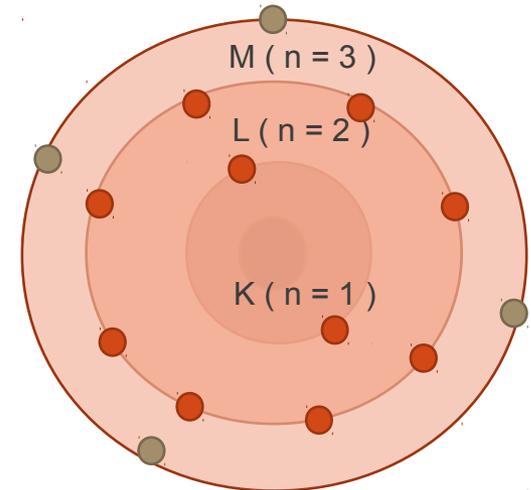
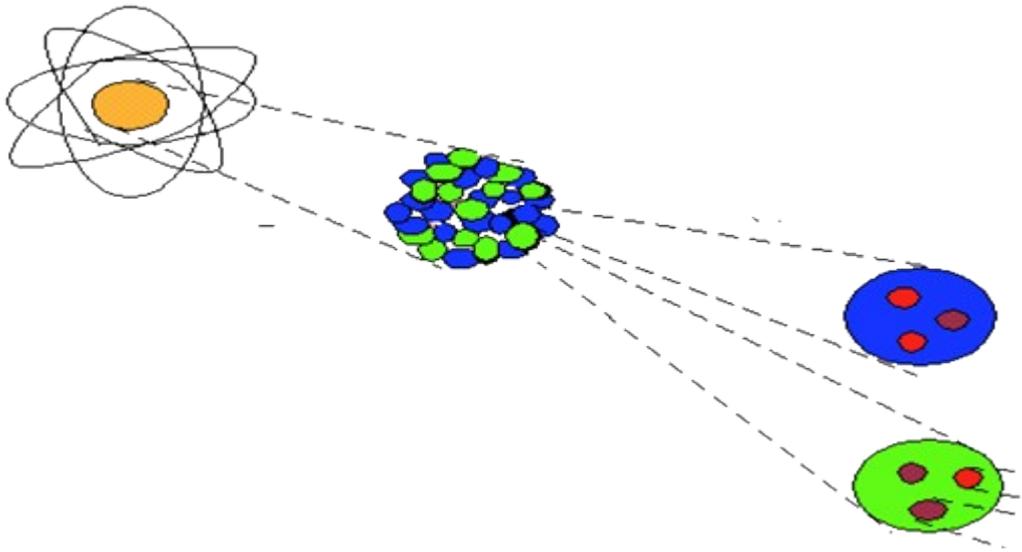


# Éléments de chimie



# Sommaire

Les particules élémentaires

L'atome

Les modèles atomiques

Construction des divers atomes

La Mole (unité de quantité de matière)

La Masse atomique ( $m$ )

La Masse molaire ( $M$ )

La configuration électronique des éléments

Classification périodique

# Les particules élémentaires

- Trois particules élémentaires de très petites dimensions composent toute la matière de l'Univers, avec ces trois briques fondamentales on peut «construire» tous les éléments qui existent. Ces particules fondamentales ont été découvertes entre 1875 et 1910, ce sont : le Proton, le Neutron et l'Electron.

Particule	Symbole	Masse	Charge électrique
Proton	p+	1,6724 10-27 kg 1 u. m.a.	1,60219 10-19 C
Neutron	n0	1,6724 10-27 kg 1 u. m.a.	
Electron	e-	9,110 10-31 kg 1/2000 u. m.a.	1,60219 10-19 C

- On voit que l'Electron est une particule beaucoup plus légère sa masse est

# L 'atome

- Un atome (du grec atomos, « indivisible ») est la plus petite partie d'un corps simple pouvant se combiner chimiquement avec une autre.
- La théorie atomiste, qui soutient l'idée d'une matière composée de « grains » indivisibles (contre l'idée d'une matière indéfiniment sécable), est connue depuis l'antiquité, et fut en particulier défendue par Leucippe et son disciple Démocrite. Elle fut disputée jusqu'à la fin du XIXe siècle.
- En réalité l'atome n'est pas indivisible puisque comme nous venons de le voir, il est constitué des particules fondamentales protons, neutrons et l'électrons.

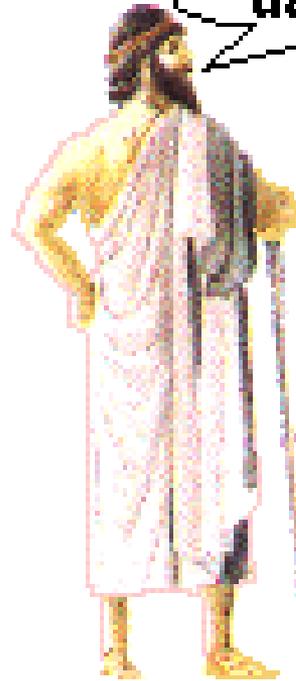
# Les modèles atomiques

JC



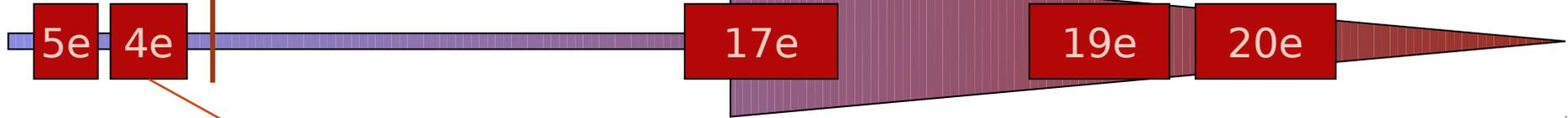
Démocrite 460-370 av. J-C, a dit : La matière est formée de petites particules indivisibles appelées atomes.

il doit exister des particules indivisibles "atomes"

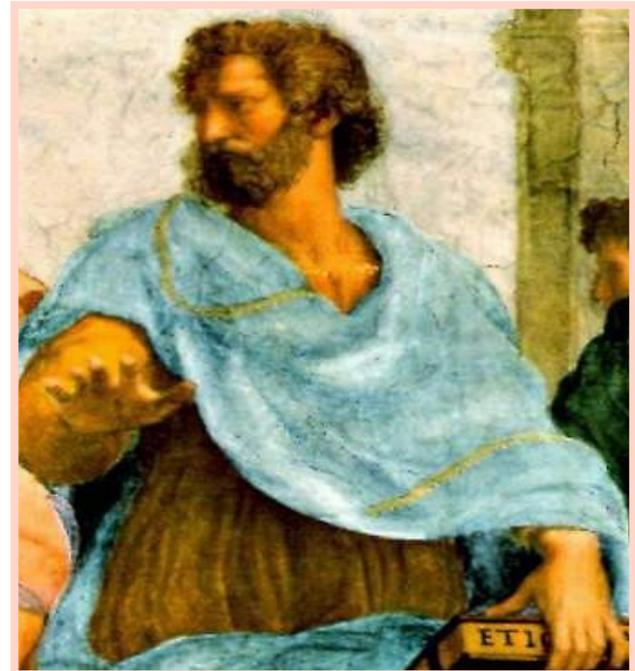
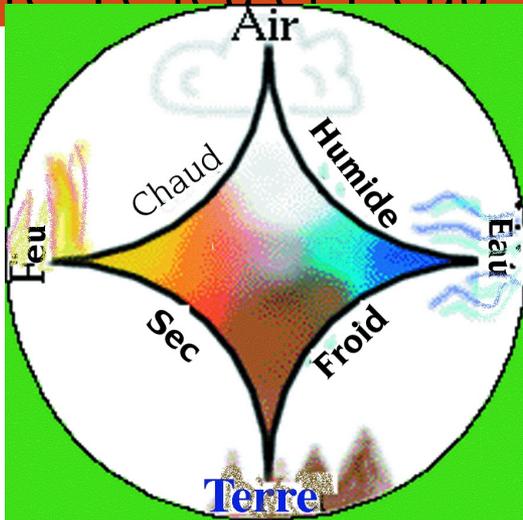


# Les modèles atomiques

JC

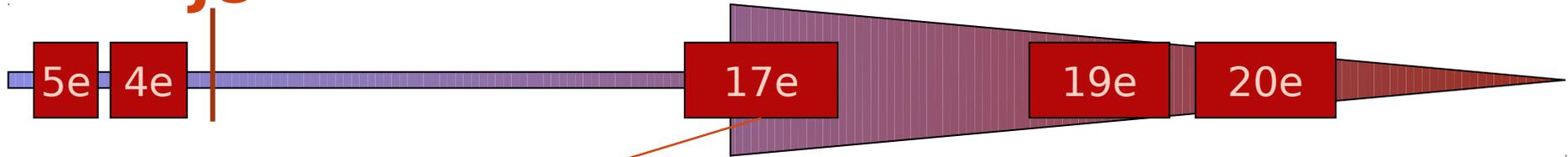


Aristote 384-322 av. J-C., a dit : La matière est continue, pas de vide, pas d'atomes. La matière est formée de 4 éléments: L'air, La terre, Le feu et L'eau.



# Les modèles atomiques

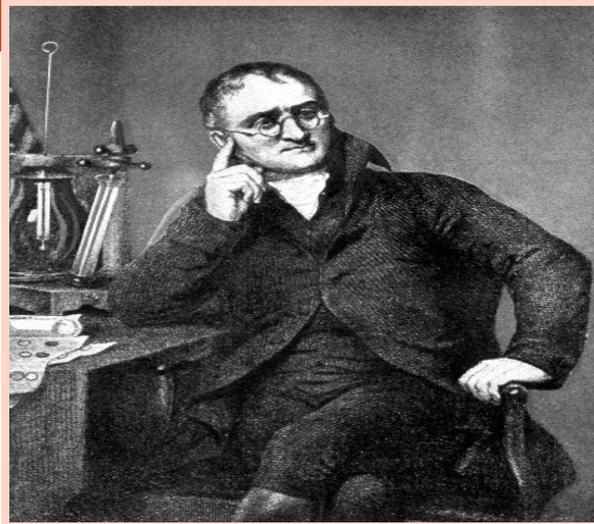
JC



Dalton (1766-1844) proposait la théorie suivante : "la matière est constituée d'atomes indivisibles et indestructibles, et un atome d'un élément donné a toujours la même masse".

## Naissance de la théorie moderne

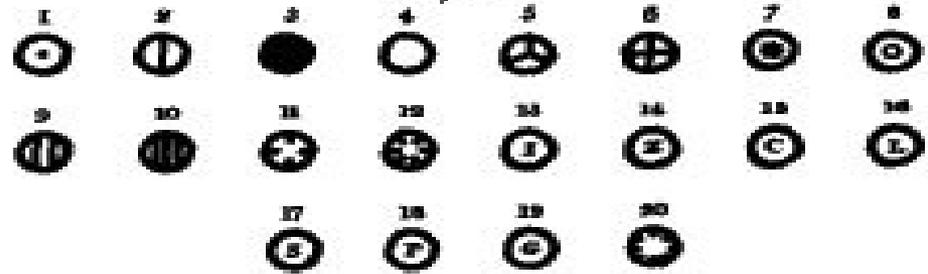
- Corps simples formés d'atomes identiques
- Corps composés formés d'atomes différents
- Les atomes peuvent se combiner pour former des corps composés
- Dalton met de l'ordre dans les éléments connus.
- Il est le premier à proposer une classification basée sur la masse atomique.



ELEMENTS

Part 4

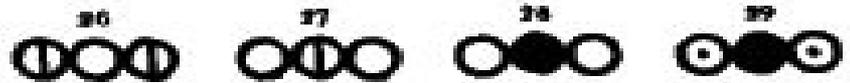
*Simple*



*Binary*



*Ternary*



*Quaternary*



*Quinquenary & Sextenary*



*Septenary*



Une classification  
d'éléments selon  
Dalton

# Les modèles atomiques

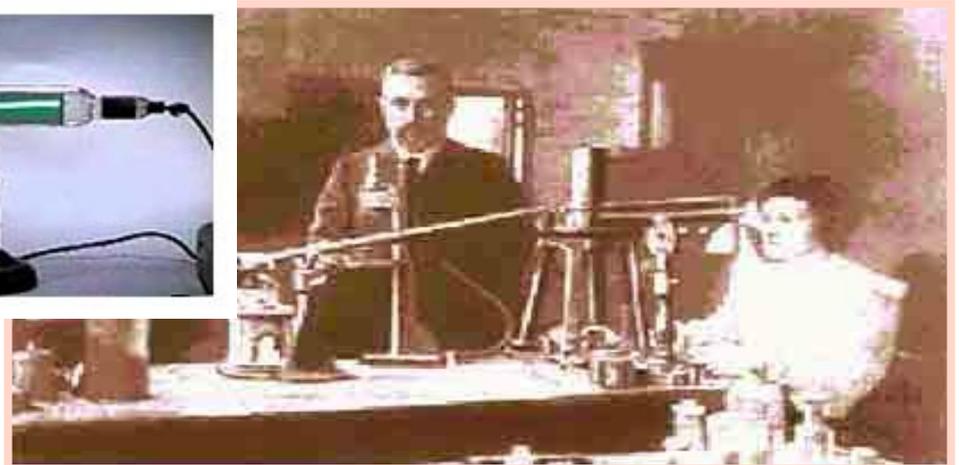
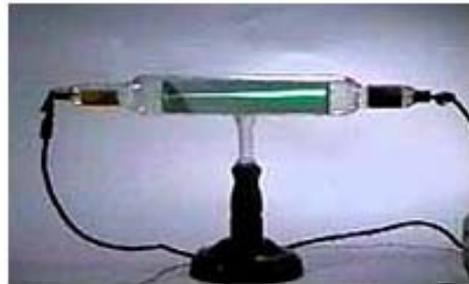
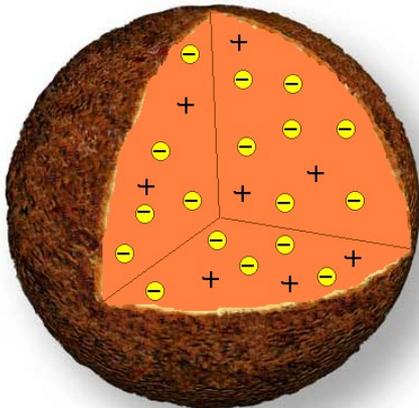
JC



J.J. Thomson (1856-1940) :

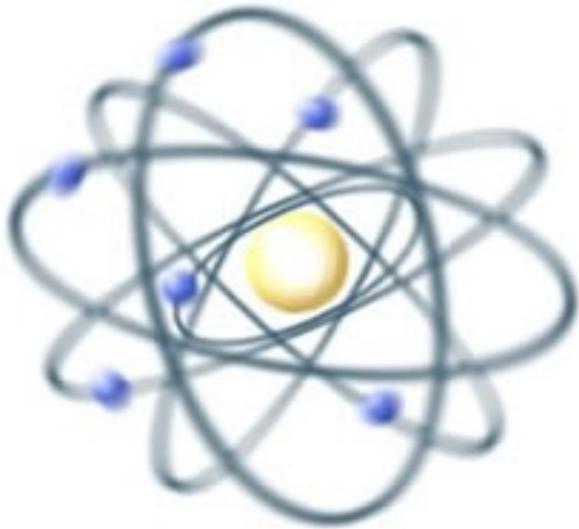
- L'expérience de 1895 (tube cathodique)
- L'électricité existe, Il découvre l'électron.
- L'atome est donc divisible.
- Modèle du pain aux raisins.

le "Plum Pudding" de Thomson



# Les modèles atomiques

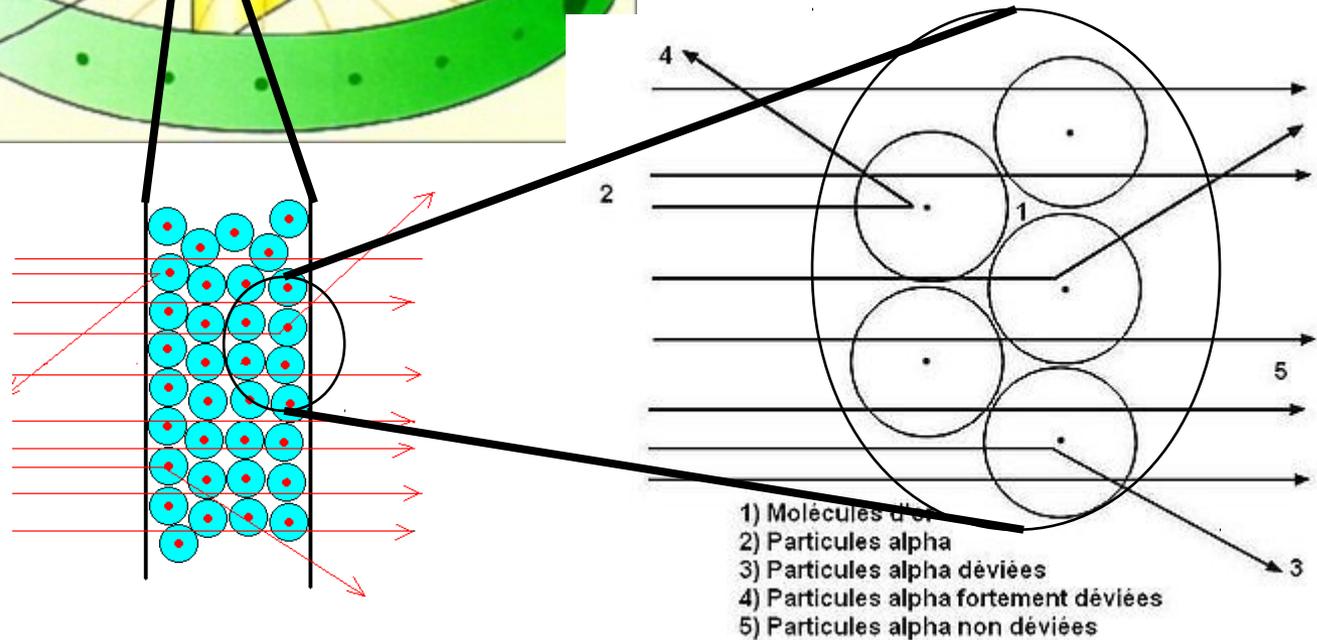
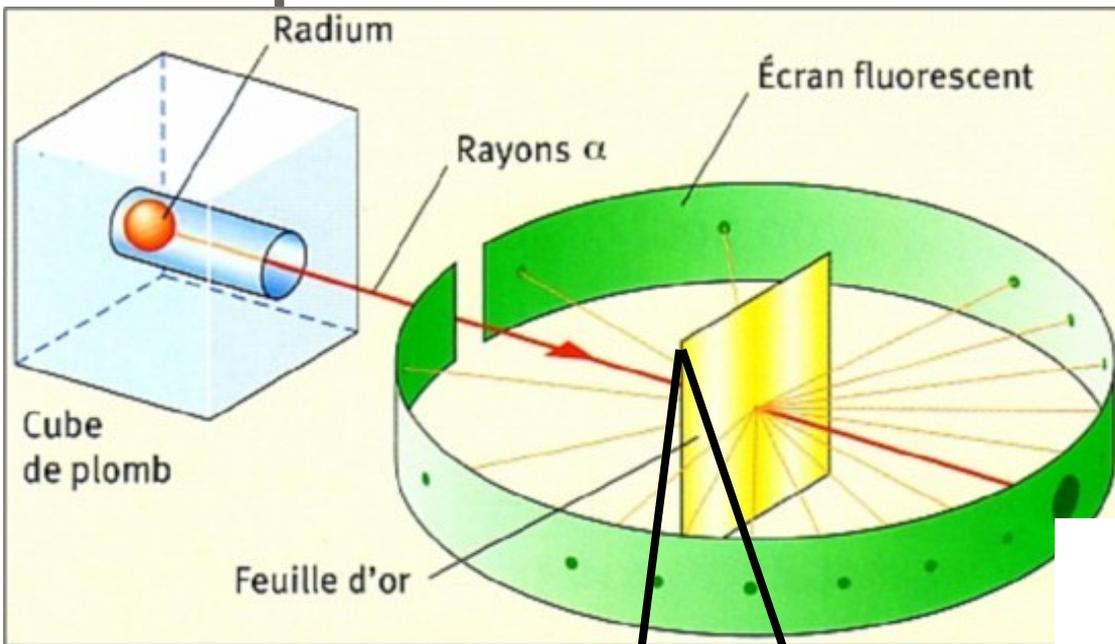
JC



Rutherford (1871-1937) :  
· effectua des expériences qui consistaient à bombarder une feuille métallique avec un faisceau de particules alpha\* et à observer la direction prise par les particules qui avaient rebondi sur les atomes rencontrés. Il voulait ainsi vérifier le modèle atomique proposé par Thomson (modèle plein).

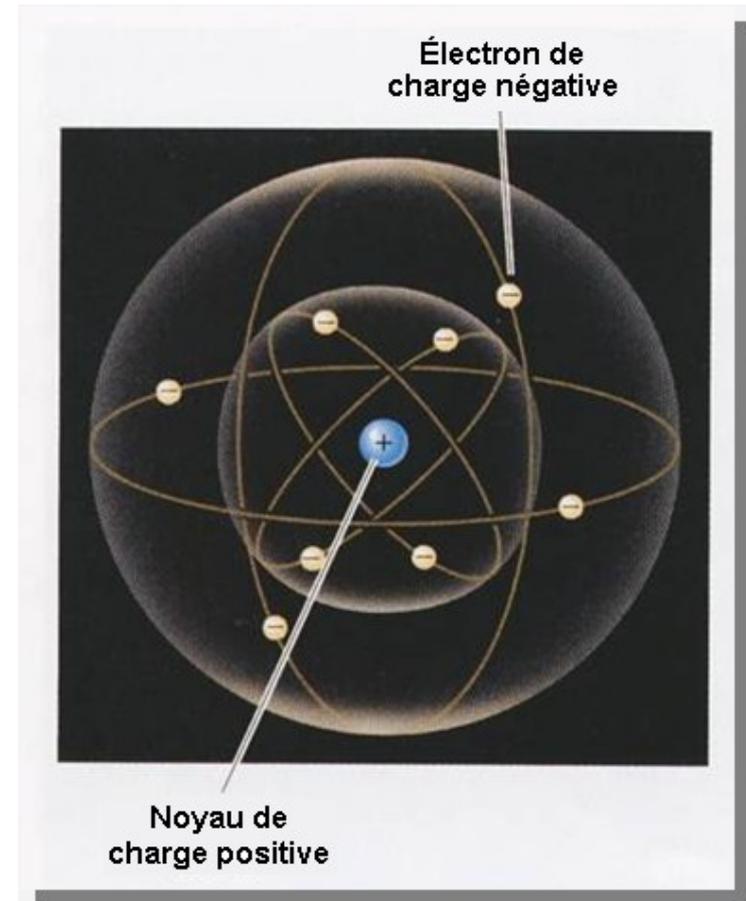
\*Ce sont des particules de charge électrique positive double, issues de

# L'expérience de Rutherford



# L'ATOME (modèle planétaire)

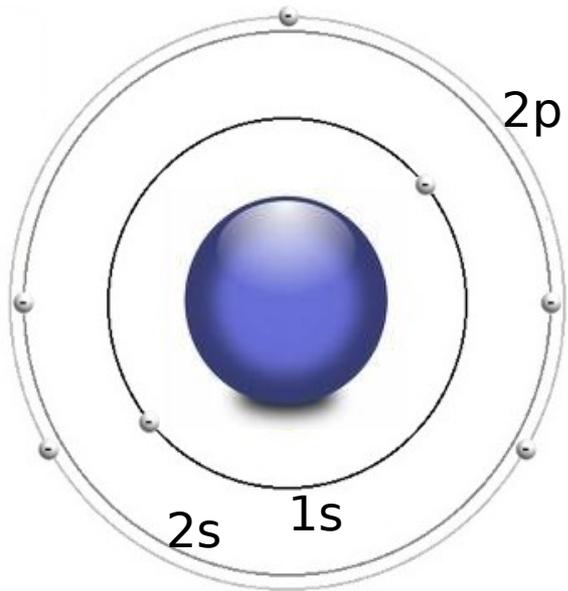
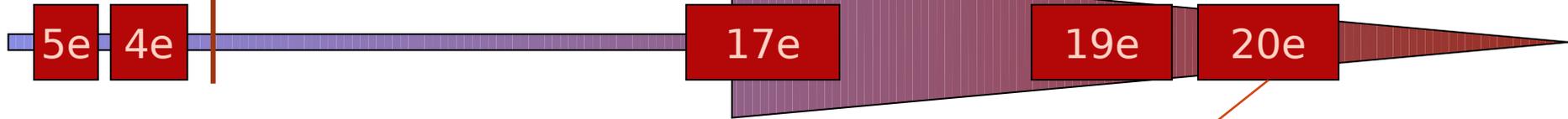
- L'atome est composé en majeure partie de vide
- La masse de l'atome est concentrée dans le noyau
- Les particules de charge positive sont appelées protons et composent le noyau
- Les électrons de masse négligeable et orbitent autour du noyau un peu comme des planètes autour du soleil
- Leur charge électrique est égale à celle des protons, mais de signe contraire (négatif), ce qui fait que l'atome est globalement neutre



- Représentation symbolique d'un atome (modèle planétaire) : Si l'échelle était respectée la taille de l'atome, de l'ordre de grandeur de l'Angström ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ) devrait être 10000 fois plus grande que celle du

# Les modèles atomiques

JC



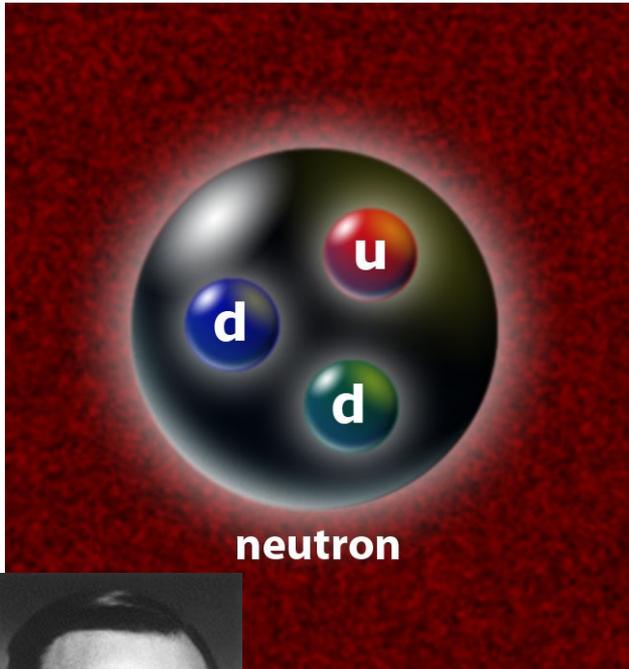
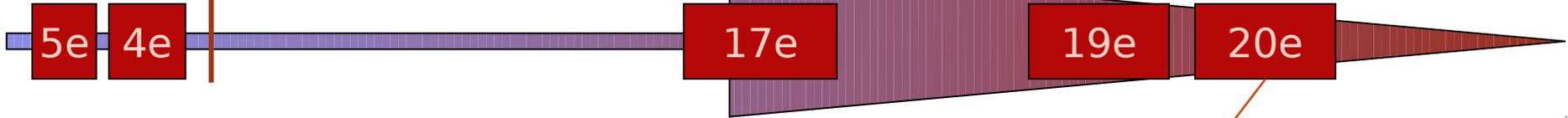
Niels Bohr (1885-1962) :

- Se base sur l'idée de Rutherford.
- Mais met l'accent sur les électrons
- Les électrons ont des niveaux d'énergie précis  
 $E = -E_0/n^2$  ( $n = 1, 2, 3$  et  $4$ )
- Ils se déplacent à une vitesse constante autour du noyau comme les planètes autour du soleil.
- Ils ne changent pas de niveau sans avoir la quantité d'énergie nécessaire.



# Les modèles atomiques

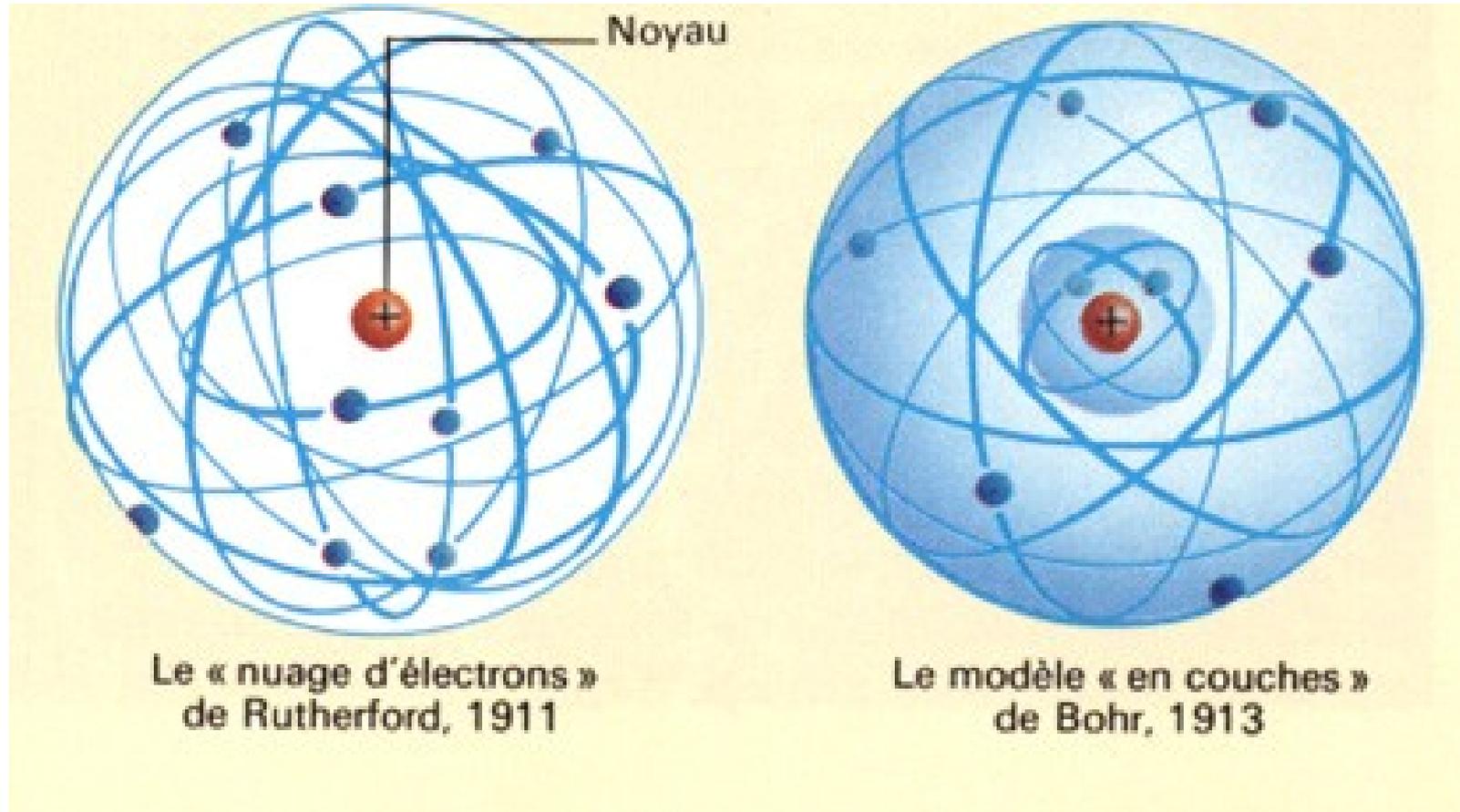
JC



James Chadwick (1891-1974) :

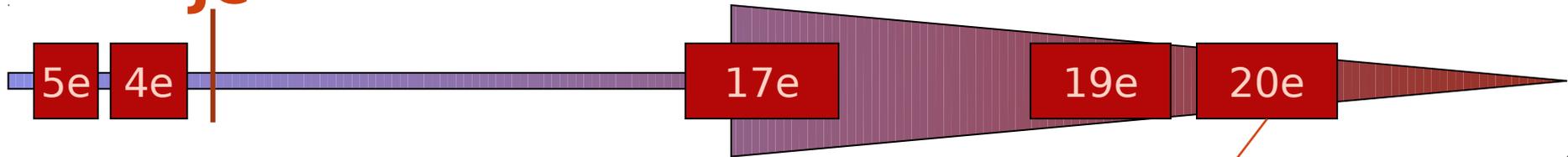
- Neutrons dans le noyau (Ciment nucléaire)
- Modèle actuel simplifié : Noyau + Protons et neutrons + Couches électroniques

# Le modèle de Bohr-Rutherford

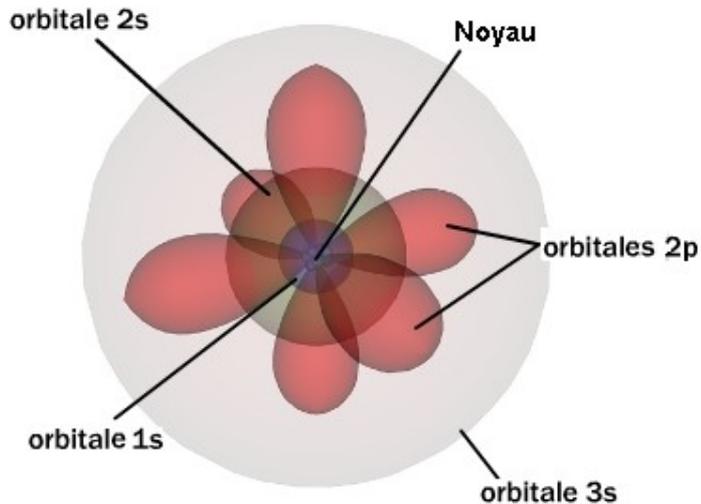


# Les modèles atomiques

JC



Le modèle simplifié de l'atome:  
celui admis actuellement

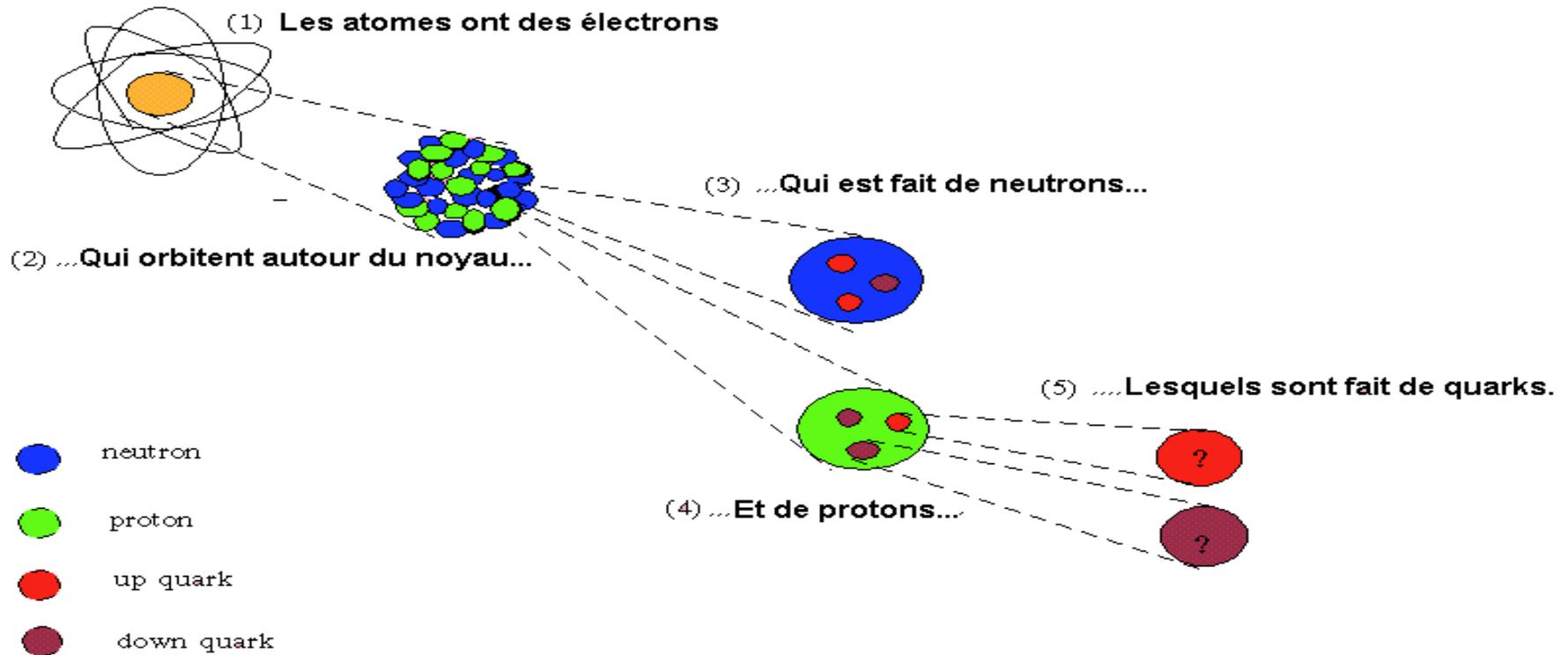


Le modèle de Schrödinger, Heisenberg et Planck (Modèle Quantique):

- L'électron à des propriétés ondulatoires
- La position de l'électron n'est qu'une probabilité

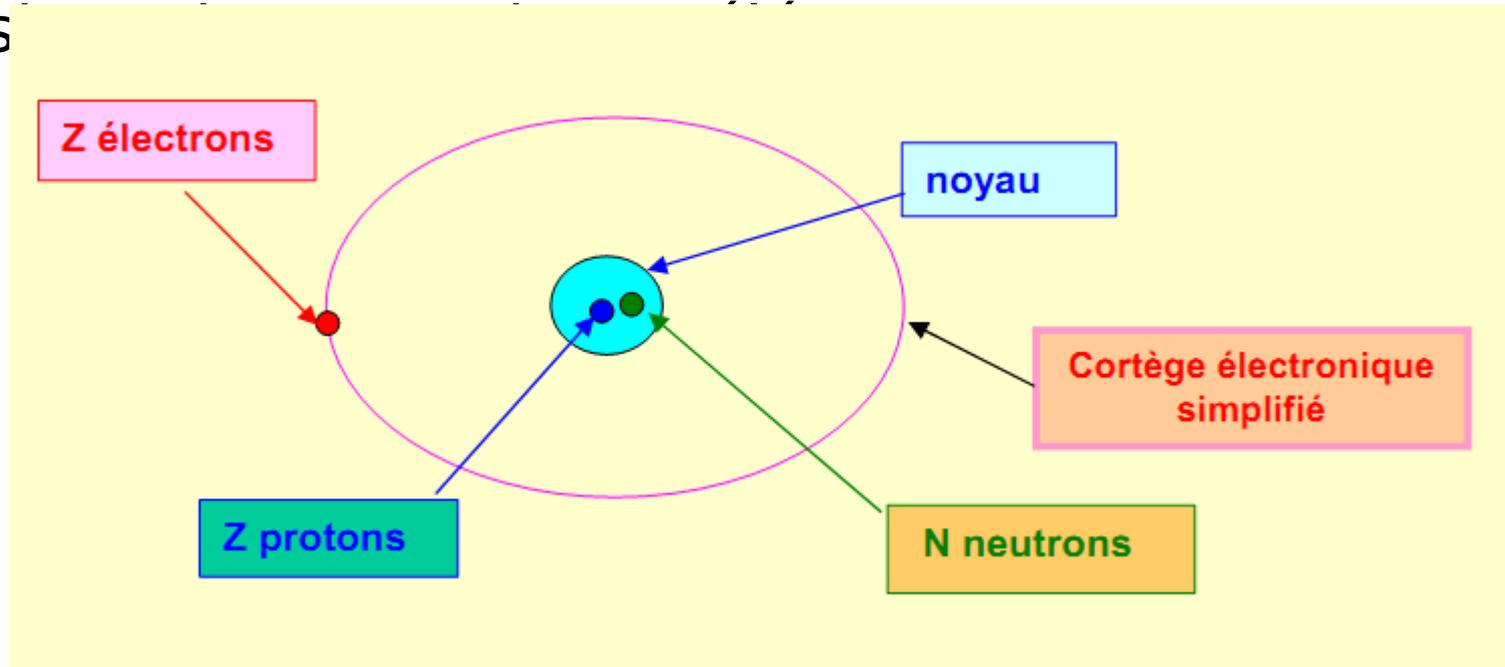


# Aujourd'hui le modèle se perfectionne



# Construction des divers atomes

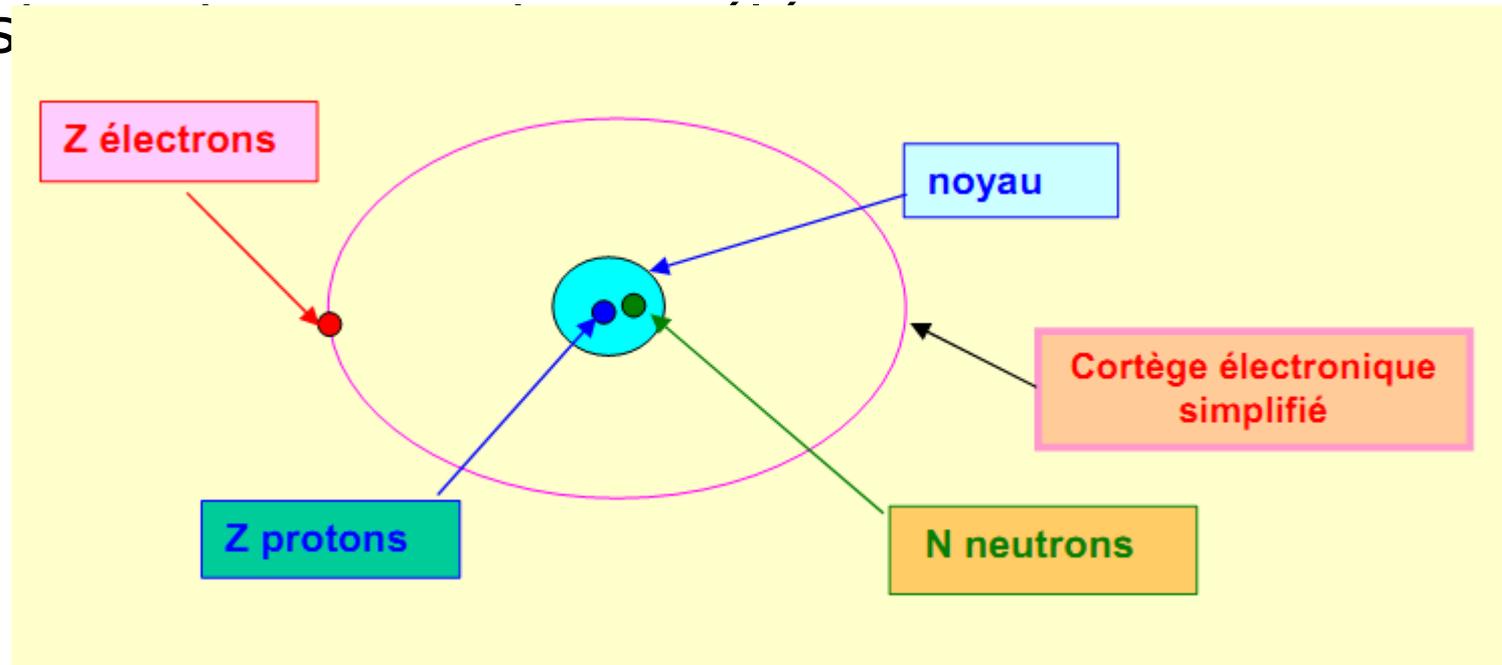
- Un élément chimique est caractérisé par le **nombre Z de protons** contenu dans son noyau, selon le **nombre N de neutrons** présents, il existe plus



- Un élément chimique est caractérisé par le **nombre Z de protons** contenu dans son noyau, selon le

# Construction des divers atomes

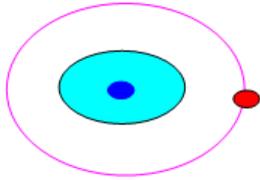
- Un élément chimique est caractérisé par le **nombre  $Z$  de protons** contenu dans son noyau, selon le **nombre  $N$  de neutrons** présents, il existe plus



- Pour l'atome neutre (à l'exclusion des ions)  **$Z$  électrons** vont graviter autour du noyau.

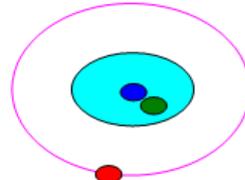
# Construction des divers atomes

□ Représentation symbolique des trois isotopes de l'élément Hydrogène



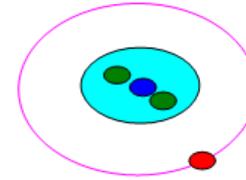
$$\begin{aligned} Z &= 1 \\ N &= 0 \\ A &= Z + N = 1 \end{aligned}$$

${}^1_1\text{H}$  Hydrogène  
« normal »



$$\begin{aligned} Z &= 1 \\ N &= 1 \\ A &= Z + N = 2 \end{aligned}$$

${}^2_1\text{H}$  Deutérium



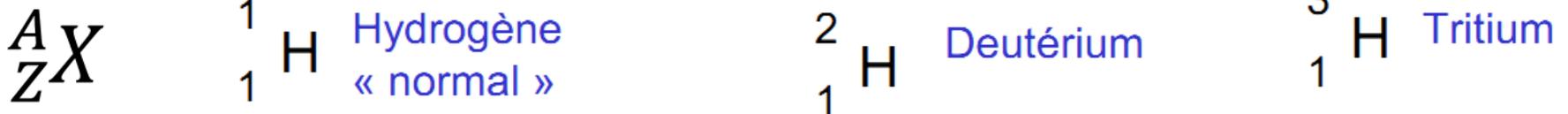
$$\begin{aligned} Z &= 1 \\ N &= 2 \\ A &= Z + N = 3 \end{aligned}$$

${}^3_1\text{H}$  Tritium

# Construction des divers atomes

Un édifice atomique est représenté par un symbole chimique X composé de une ou deux lettres, à gauche de ce symbole, on place en indice le numéro atomique Z de l'élément (nombre de protons)  
Dans le cas d'un ion la charge de celui-ci sera précisée en exposant à droite du symbole X.

Le symbole X seul désigne l'élément en général, si on veut désigner un isotope particulier on précisera la composition exacte du noyau en indiquant le nombre N de neutrons présents. Dans la pratique ce n'est toutefois pas N qui est indiqué mais la somme  $A = Z + N$  appelée Nombre de Masse. A est placé en exposant et à gauche du symbole chimique.



# La Mole (unité de quantité de matière)

- La taille minuscule des atomes et leur masse extrêmement faible fait qu'il y a toujours un nombre énorme d'atomes dans le moindre échantillon de matière. On a donc défini une unité de quantité de matière plus facile d'utilisation : la mole.
- La mole (symbole : mol) est définie comme le nombre d'atome de carbone 12 contenu dans 12 g de carbone 12. En pratique ce nombre **NA** est appelé nombre d'Avogadro et vaut environ **6,022 1023 mol**.
- **Une mole** d'atome correspond à **6,022 1023 atomes**, une mole d'électrons correspond à 6,022 1023 électrons. etc...

# La Masse atomique (m)

□ Normalement la masse d'un atome devrait pouvoir se calculer simplement en faisant la somme des masses de ces divers constituants :

- **$m_{\text{atome}} = Z m_{\text{proton}} + N m_{\text{neutron}} + Z m_{\text{électron}}$**
- 

• La masse des électrons est très faible par rapport à celle des neutrons ou des protons, nous pourrions donc la négliger :

$m_{\text{proton}} \approx m_{\text{neutron}} \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  □  **$m_{\text{atome}} = 1,67 \cdot 10^{-27} (Z+N)$**

**$A = Z + N = \text{Nombre de Masse}$**

□ L'atome étant très petit on préfère utiliser la masse molaire atomique qui correspond bien sur à la masse

# La Masse molaire (M)

- Cette unité de masse adaptée à l'étude des objets microscopique est définie comme étant le douzième de la masse de l'atome de carbone
- Une mole de carbone pesant par convention 12 g et correspondant à  $N_A$  atomes de carbone, un atome de carbone pèse donc  $12/N_A$  g et l'unité de masse atomique vaut donc  $1/N_A$  g ▪ Il y a donc une correspondance directe entre la masse d'un atome en u.m.a et sa masse molaire en g.
- Dire qu'un atome à une masse de **M u.m.a** est équivalent à dire que sa masse molaire atomique est de **M g.mol<sup>-1</sup>**.

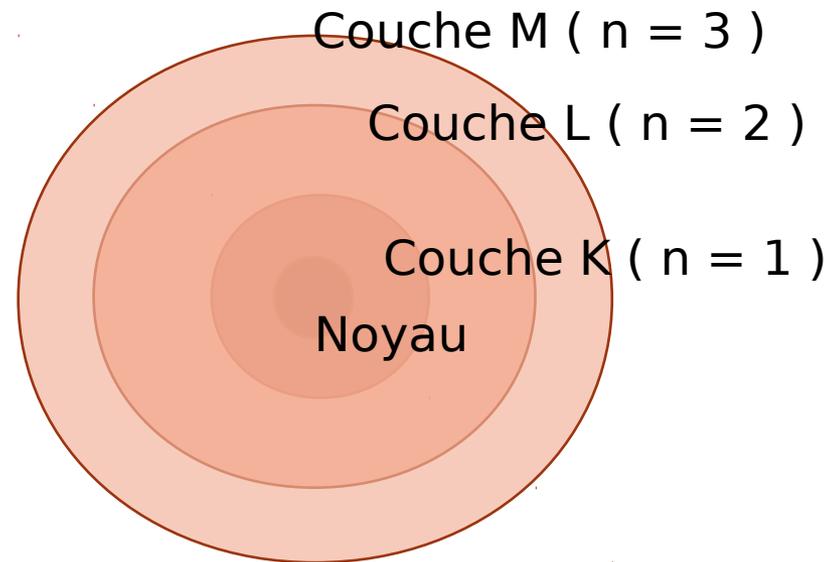
$$1 \text{ u.m.a} = 1/N_A \text{ g} = 1/6,022 \cdot 10^{23} \text{ g} \approx 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

# Le cortège électronique

- Un modèle simple consiste à considérer le cortège électronique des atomes polyélectroniques comme étant constitué de couches concentriques caractérisées chacune par un **nombre quantique principal  $n$**  (identique à celui du modèle de Bohr).

- Chaque couche est elle-même constituée de plusieurs sous-couches caractérisées par un deuxième **nombre quantique  $l$** .

- Enfin chaque sous-couche est composée de plusieurs cases quantiques, chaque case étant caractérisée par un troisième **nombre**



# Le cortège électronique

□ Le **nombre quantique principal n est** un entier non nul. Il caractérise le niveau occupé par l'électron ou la couche qu'il occupe.

□ La couche électronique est parfois indiquée par une lettre :

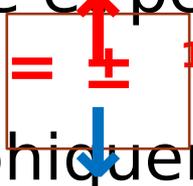
Valeur de n	1	2	3	4	5	6	7	8
Symbole de la couche	K	L	M	N	O	P	Q	R

□ Nombre quantique secondaire (ou azimutal) l, caractérise la sous-couche occupée par l'électron. Il s'agit d'un nombre entier qui peut être nul. Sa valeur est fonction de celle du nombre quantique principal n :  $0 \leq l \leq n - 1$  (soit n valeurs différentes)

□ La sous-couche est désignée numériquement par la valeur

Valeur de l	0	1	2	3	4	5
Symbole de la sous-couche	s	p	d	f	g	h

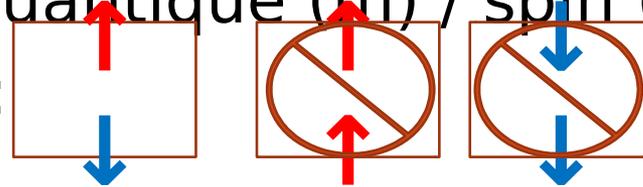
# Le cortège électronique

- Le **nombre quantique magnétique  $m_l$  ou  $m$**  caractérise la case quantique occupée par l'électron. Il s'agit d'un nombre entier qui peut être nul. Sa valeur est fonction de celle du nombre quantique secondaire  $l$  :
  - $-l \leq m \leq +l$  (soit  $2l + 1$  valeurs différentes)
- Pour symboliser graphiquement ce nombre quantique, on utilise un rectangle. On représentera autant de rectangles qu'il y a de valeurs possibles de  $m$ .
- **Nombre quantique de spin  $m_s$  ou  $s$** . Ce quatrième nombre quantique caractérise le mouvement de l'électron sur lui-même et peut prendre seulement deux valeurs différentes :  **$s = \pm 1/2$** .
- Pour symboliser graphiquement ce nombre quantique

# Le principe d'exclusion de Pauli

- Deux électrons du même atome ne peuvent avoir leur quatre nombres quantiques identiques : Couche ( $n$ ) / sous-couche ( $l$ ) / case quantique ( $m$ ) / spin ( $s$ ).

- Conséquence pratique :



- Dans une même case quantique ( $n$ ,  $l$  et  $m$  sont donc fixés), on ne peut placer que deux électrons au maximum avec leur nombre de quantique de spin opposés.

# Les diverses couches successives

## Couche K ( $n = 1$ ) :

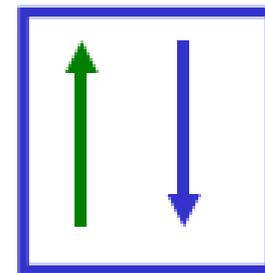
Cette première couche se décompose en 1 seule sous-couche **1s** puisque  $l$  ne peut prendre que la valeur 0.

$$n = 1 \quad 0 \leq l \leq n - 1 \quad \longrightarrow \quad l = 0 \quad \text{Sous-couche S}$$

$$l = 0 \quad -l \leq m \leq +l \quad \longrightarrow \quad m = 0 \quad \text{1 case quantique}$$

Cette sous couche 1s est composée d'une seule case puisque ne peut prendre que la valeur 0.

Cette première couche pourra contenir au maximum deux électrons a spins anti-parallèles



**1 s**

# Les diverses couches successives

## Couche L ( n = 2 ) :

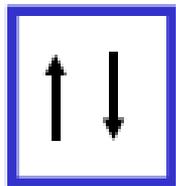
$$n = 2 \quad 0 \leq l \leq n - 1 \quad \longrightarrow \quad \left\{ \begin{array}{l} l = 0 \quad \text{Sous-couche s} \\ l = 1 \quad \text{Sous-couche p} \end{array} \right.$$

$$l = 0 \quad -l \leq m \leq +l \quad \longrightarrow \quad m = 0 \quad \begin{array}{l} 1 \text{ case quantique} \\ 2 \text{ e}^- \text{ maxi} \end{array}$$

$$l = 1 \quad -l \leq m \leq +l \quad \longrightarrow \quad m = -1 ; 0 ; +1$$

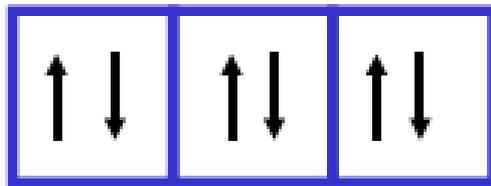
3 cases quantiques  
6 e<sup>-</sup> maxi

m = 0



2 s

m = -1   m = 0   m = +1

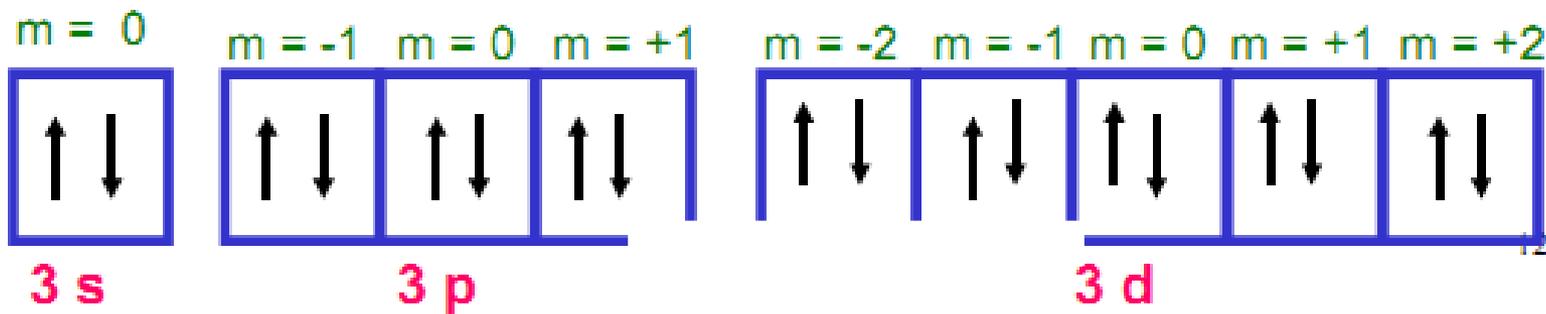
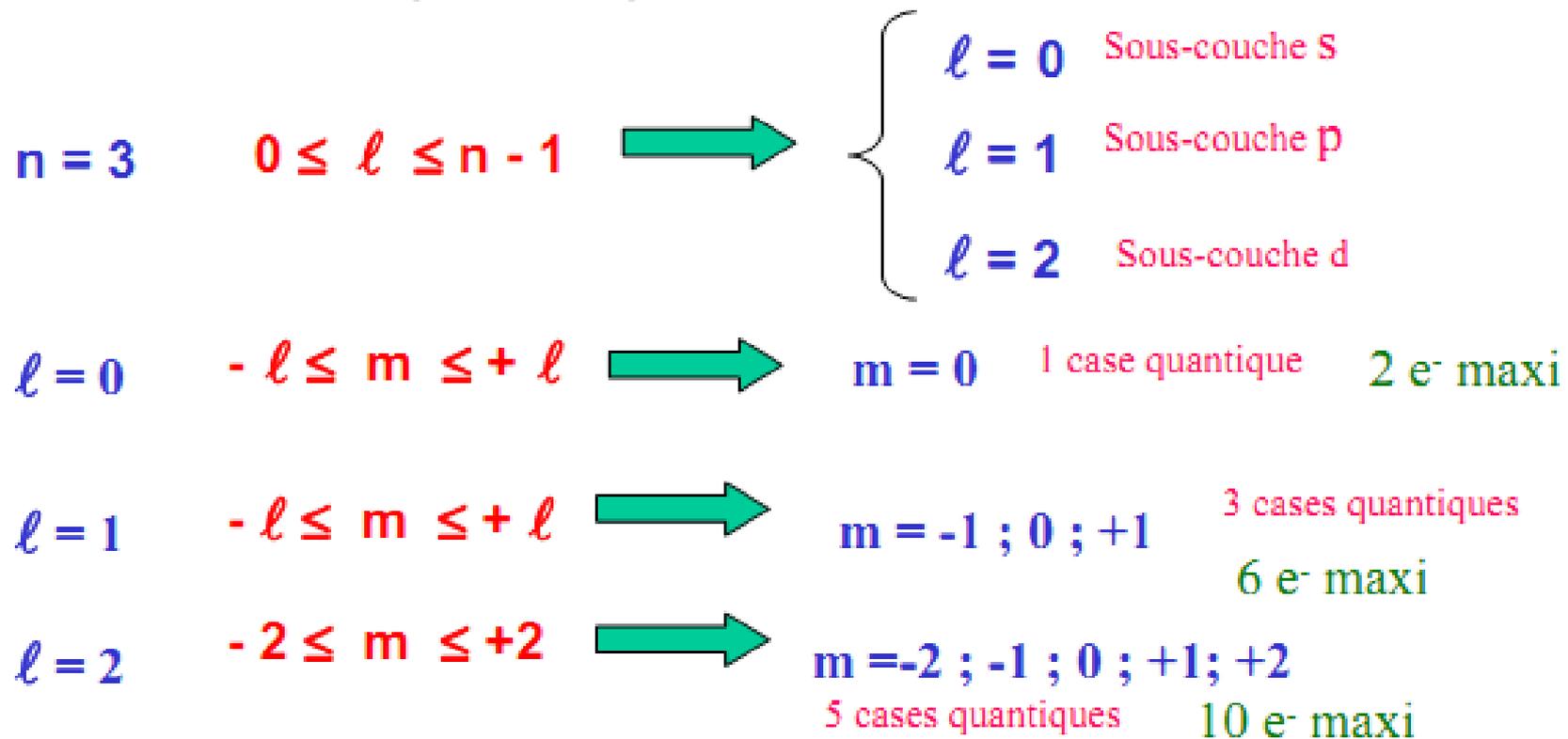


2 p

**8 e<sup>-</sup> maxi au total**

# Les diverses couches successives

**Couche M ( n = 3 ) : 18 e<sup>-</sup> maxi au total**



# Les diverses couches successives

**Couche N ( n = 4 )**      **32 e<sup>-</sup> maxi au total**

$l = 0$

(4 s)

$l = 1$

(4 p)

$l = 2$

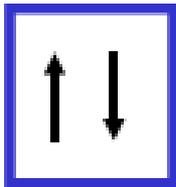
(4 d)

$l = 3$

(4 f)

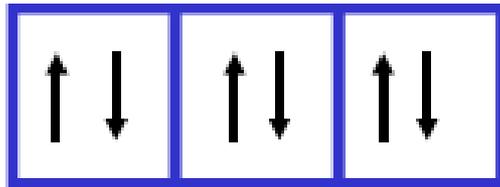
$-3 \leq m \leq +3$

$m = 0$



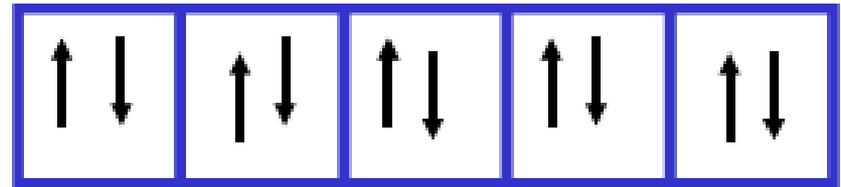
4 s

$m = -1$     $m = 0$     $m = +1$



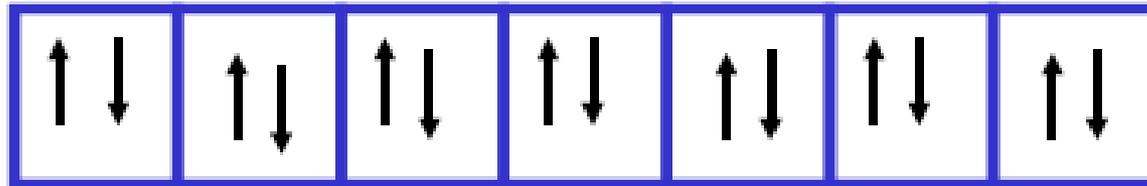
4 p

$m = -2$     $m = -1$     $m = 0$     $m = +1$     $m = +2$



4 d

$m = -3$     $m = -2$     $m = -1$     $m = 0$     $m = +1$     $m = +2$     $m = +3$



4 f

# Les diverses couches successives

- La règle générale permettant de prévoir le nombre d'électron maximal que peut contenir une couche donnée est la suivante :  $n_{max} = 2n^2$

Sous-couche	s	p	d	f	g
Nombre de cases quantiques	1	3	5	7	9
Nombre maxi d'électron	2	6	10	14	18

# La configuration électronique des éléments

- Etablir la configuration électronique (structure électronique) d'un élément consiste à décrire le cortège électronique de celui-ci, c'est à dire à attribuer à chaque électron de l'atome une "place" (couche/sous-couche/case/spin), ou plus exactement à déterminer pour chaque électron les valeurs de ses quatre nombres quantiques.
- Les électrons vont remplir successivement les diverses couches ( $E = -E_0/n^2$  dans le modèle de Bohr) en suivant l'ordre croissant des valeurs de  $n$ .
- Cela n'est pas tout à fait exact car les diverses sous-couche n'ont pas exactement la même énergie. L'ordre des niveaux ne suis pas rigoureusement l'ordre des valeurs croissante de  $n$  après l'élément de  $Z=20$ .

# Règle de Klechkowski

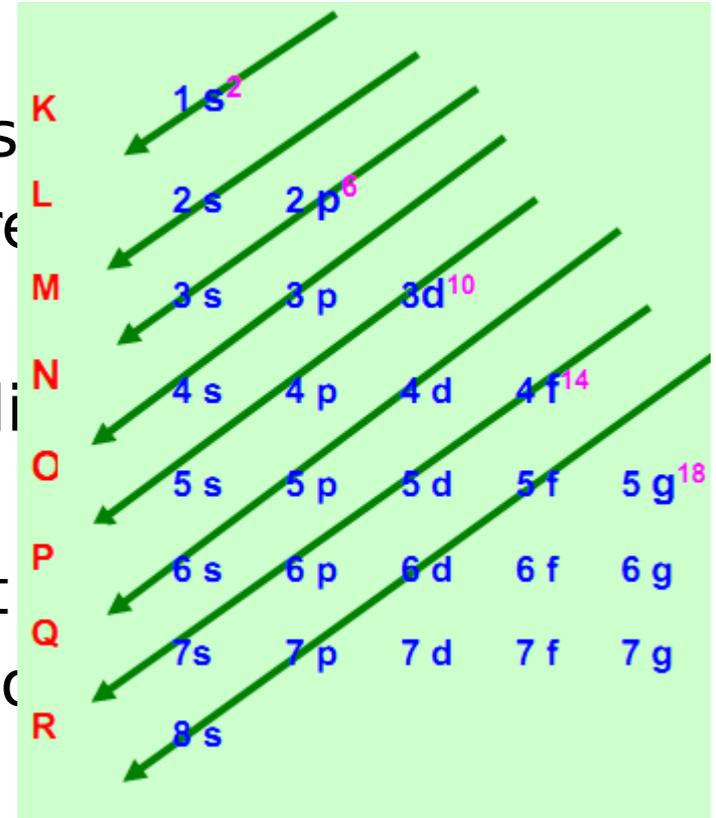
□ L'ordre de remplissage des diverses couches et sous-couches se fait par valeurs croissantes du couple  $(n + l)$ .

□ Si deux ou plusieurs couples  $(n + l)$  conduisent à la même somme  $n + l$ , l'ordre de remplissage est croissant de  $n$ .

Sous-couche	$n$	$l$	$n + l$	ordre
1 s	1	0	1	1
2 s	2	0	2	2
2 p	2	1	3	3
3 s	3	0	3	4
3 p	3	1	4	5
4 s	4	0	4	6
3 d	3	2	5	7
4 p	4	1	5	8
5 s	5	0	5	9
4 d	4	2	6	10
5 p	5	1	6	11
6 s	6	0	6	12
4 f	4	3	7	13
5 d	5	2	7	14
6 p	6	1	7	15
7 s	7	0	7	16
5 f	5	3	8	17
6 d	6	2	8	18

# Règle de Klechkowski

- Il existe une façon plus simple (mnémotechnique) de se rappeler cet ordre de remplissage.
- On écrit les diverses couches et s dans un tableau, chaque ligne correspondant à une valeur de n.
- Le remplissage se fait selon les diagonales.
- Le nombre placé en exposant est le nombre maximal d'électrons que peut contenir la sous-couche correspondante :  
soit  $2 * (2 l + 1) = 4 l + 2$



# Règle de Klechkowski

- Dans la très grande majorité des cas, il suffit de suivre la règle de Klechkowski pour obtenir cette configuration. Il existe toutefois des exceptions.
- Exemple 1 : La configuration électronique de l'élément (I) de l'ordre de remplissage selon Klechkowski est :

$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6$

il est nécessaire de remettre les couches et sous-couches dans leur ordre naturel par valeur croissante de  $n+l$ .

$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^{10}, 4s^2, 4p^6$

Écriture simplifiée : **K2 , L8 , M18 ,**



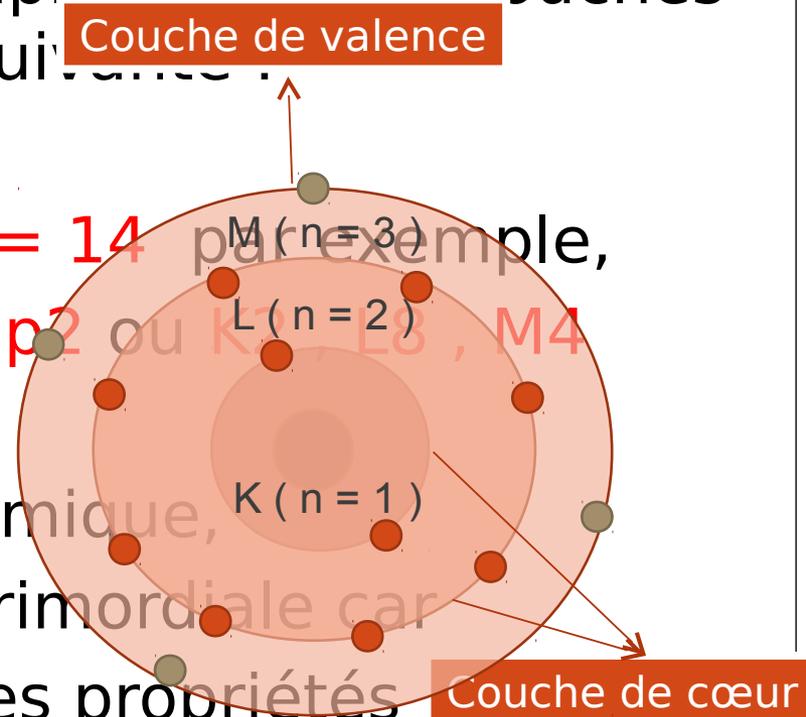
# Electrons de cœur et électrons de valence

□ On peut représenter symboliquement un atome en utilisant le modèle simple des couches concentriques de la manière suivante :

□ Si on prend un atome simple  $Z = 14$  par exemple, on trouve :  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^2$  ou  $K^2, L^8, M^4$

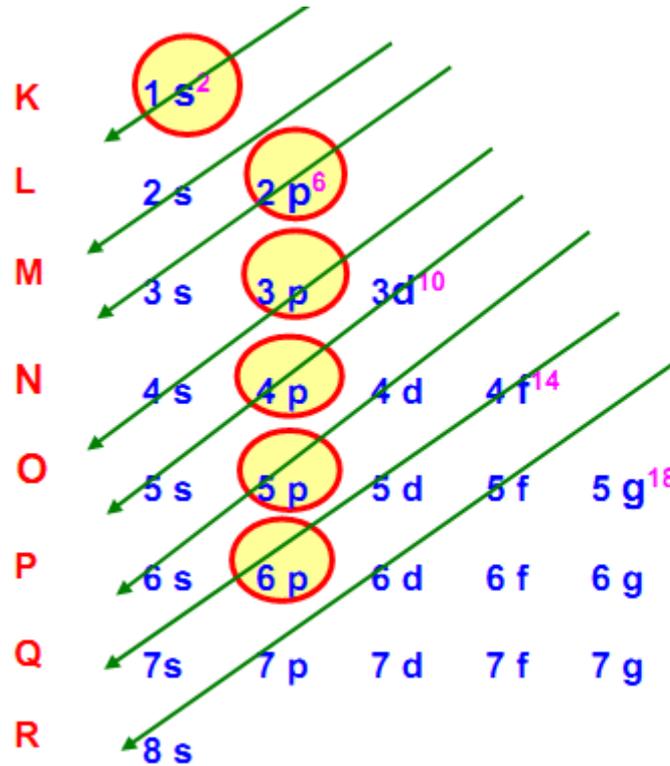
□ D'un point de vue purement chimique, la dernière couche occupée est primordiale car c'est elle qui va fixer en priorité les propriétés chimiques de l'atome.

• La couche la plus externe de l'atome fixe les propriétés chimiques, pour cette raison cette couche est la plus importante et est appelée la couche de valence



# Électrons de cœur et électrons de valence

Nom	Symbol e	Numéro atomique
Hélium	He	2
Néon	Ne	10
Argon	Ar	18
Krypton	Kr	36
Xénon	Xe	54
Radon	Rn	86



- He (Z = 2)
- Ne (Z = 10)
- Ar (Z = 18)
- Kr (Z = 36)
- Xe (Z = 54)
- Rn (Z = 86)

□ Pour décrire rapidement la configuration électronique d'un élément quelconque sans avoir à écrire toutes les couches et sous-couches internes, on va écrire cette configuration sous la forme condensée :

[ configuration du gaz rare ] + couches externes.

# Electrons de cœur et électrons de valence

□ Le gaz rare sera celui dont le numéro atomique est le plus près possible du numéro atomique de l'élément considéré tout en lui restant inférieur :

- He( $Z=2$ ) pour  $2 < Z < 10$
- Ne( $Z=10$ ) pour  $10 < Z < 18$
- Ar( $Z=18$ ) pour  $18 < Z < 36$
- Kr( $Z=36$ ) pour  $36 < Z < 54$
- Xe( $Z=54$ ) pour  $54 < Z < 86$
- Rn( $Z=88$ ) pour  $Z > 86$

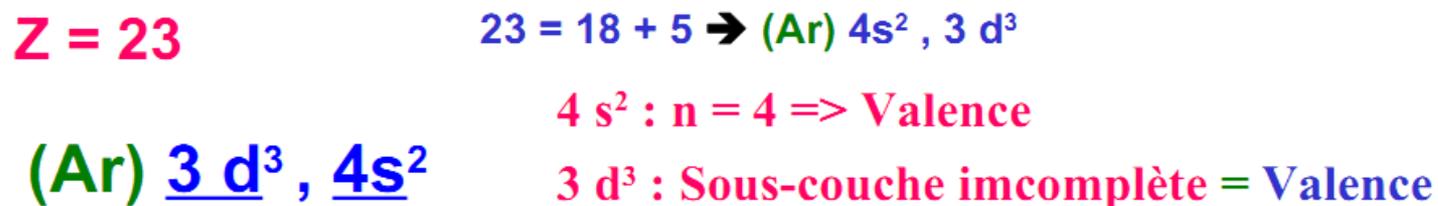
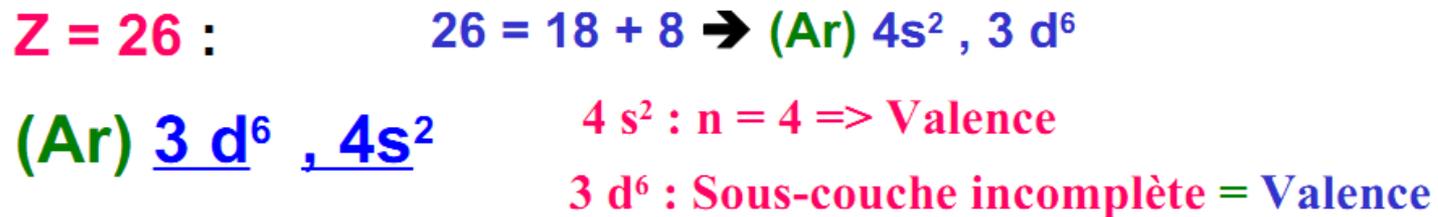
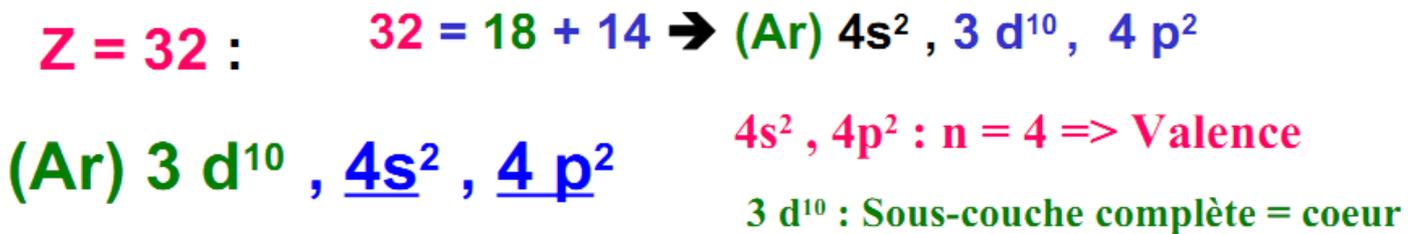
Pour  $Z = 53$  dont la configuration est :  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3p^6, 3s^2, 3d^{10}, 4s^2, 4p^6, 4d^{10}, 5s^2, 5p^5$ . On écrira plus simplement :  $(Kr) 4d^{10}, 5s^2, 5p^5$

Pour  $Z = 88 = 86 + 2$  on écrira  $(Rn) 7s^2$

# Electrons de cœur et électrons de valence

- La couche de valence est normalement la couche la plus externe occupée par des électrons. Couche dont n le plus élevé (Néanmoins si une sous-couche interne n'est pas totalement remplie, on considèrera

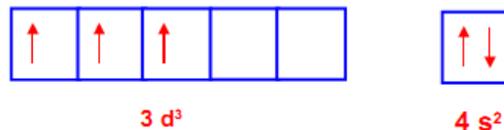
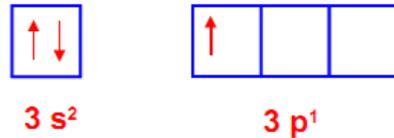
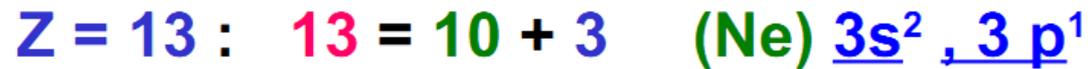
cet  
de



# Schéma de Lewis atomique

- Le schéma de Lewis atomique précise la nature de la couche de valence des atomes. On représente simplement la couche de valence sous forme de schéma figurant les diverses cases quantiques de celle-ci et leur occupation par un ou deux électrons.

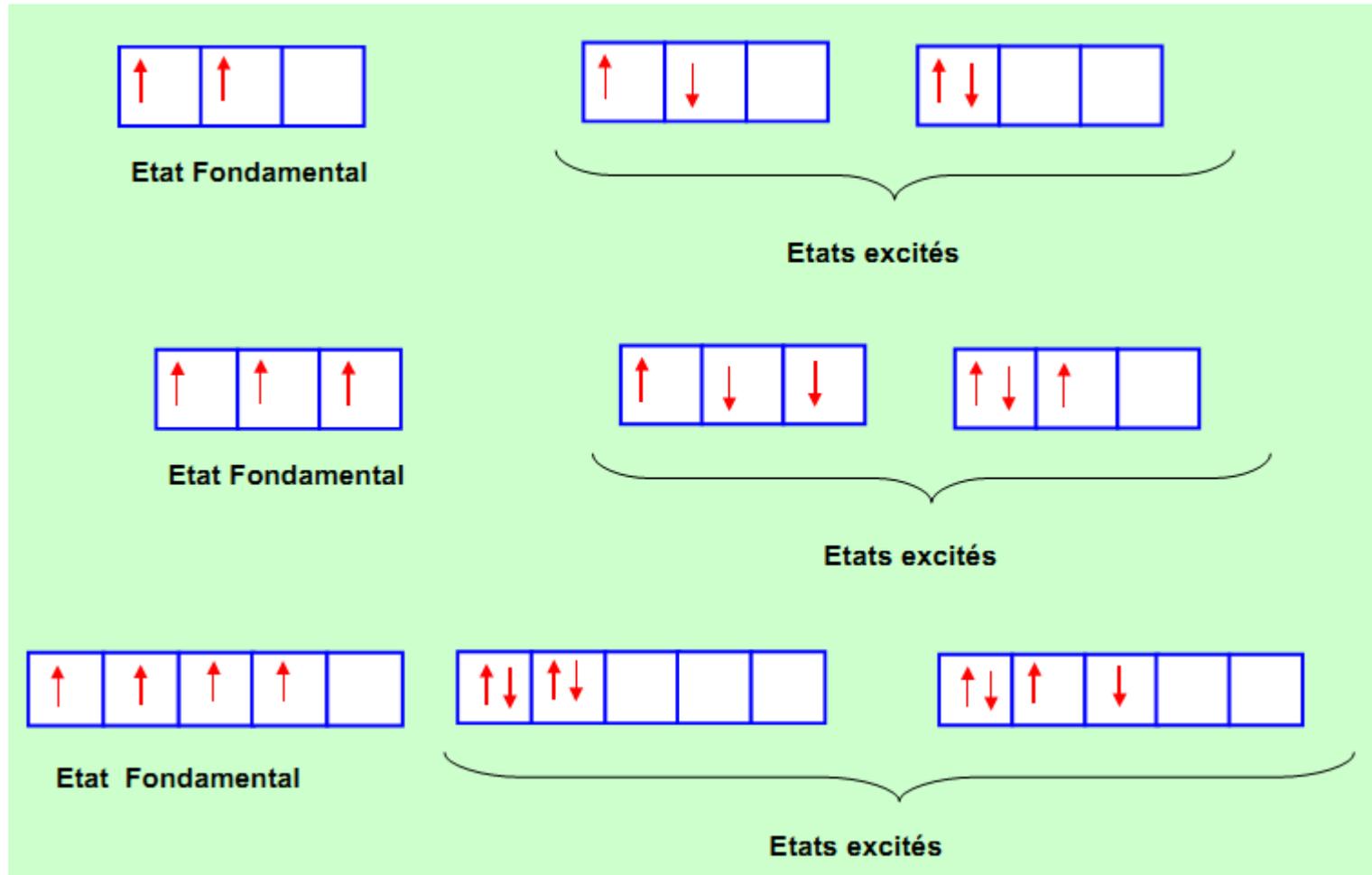
Exemples :



# La Règle de Hund

- Le remplissage des sous-couche incomplètes peut parfois se faire de plusieurs manières différentes. La règle de Hund, permet de choisir entre ces divers remplissage quel est celui qui correspond à l'énergie la plus basse c'est à dire à l'état fondamental de l'atome étudié. Les autres états seront alors des états excités.
- On commence par mettre un électron dans chaque case quantique d'une sous-couche avant de faire des paires d'électrons. Le nombre d'électrons célibataires et a spins parallèles est ainsi maximal.
- L'habitude veut que l'on remplisse les cases d'une même sous-couche de la gauche vers la droite. On métra donc un électron spin vers le haut  $\uparrow$  dans

# La Règle de Hund



- Cette règle permet d'expliquer les exceptions à la règle de Klechkowski

# Exceptions à la Règle de

## Klechkowski

Z	Nom	Symbole	Configuration selon Klechkowski	Configuration réelle
24	Chrome	Cr	(Ar) $3d^4 4s^2$	(Ar) $3d^5 4s^1$
29	Cuivre	Cu	(Ar) $3d^9 4s^2$	(Ar) $3d^{10} 4s^1$
41	Niobium	Nb	(Kr) $4d^3 5s^2$	(Kr) $4d^4 5s^1$
42	Molybdène	Mo	(Kr) $4d^4 5s^2$	(Kr) $4d^5 5s^1$
44	Ruthénium	Ru	(Kr) $4d^6 5s^2$	(Kr) $4d^7 5s^1$
45	Rhodium	Rh	(Kr) $4d^7 5s^2$	(Kr) $4d^8 5s^1$
46	Palladium	Pd	(Kr) $4d^8 5s^2$	(Kr) $4d^{10}$
47	Argent	Ag	(Kr) $4d^9 5s^2$	(Kr) $4d^{10} 5s^1$
57	Lanthane	La	(Xe) $4f^1 6s^2$	(Xe) $5d^1 6s^2$
58	Cérium	Ce	(Xe) $4f^2 6s^2$	(Xe) $4f^1 5d^1 6s^2$
64	Gadolinium	Gd	(Xe) $4f^1 6s^2$	(Xe) $4f^7 5d^1 6s^2$
78	Platine	Pt	(Xe) $4f^{14} 5d^8 6s^2$	(Xe) $4f^{14} 5d^9 6s^1$
79	Or	Au	(Xe) $4f^{14} 5d^9 6s^2$	(Xe) $4f^{14} 5d^{10} 6s^1$
89	Actinium	Ac	(Rn) $5f^1 6d^0 7s^2$	(Rn) $6d^1 7s^2$
90	Thorium	Th	(Rn) $5f^2 6d^0 7s^2$	(Rn) $6d^2 7s^2$
91	Protactinium	Pa	(Rn) $5f^3 6d^0 7s^2$	(Rn) $4f^2 6d^1 7s^2$
92	Uranium	U	(Rn) $5f^4 6d^0 7s^2$	(Rn) $4f^3 6d^1 7s^2$
93	Neptunium	Np	(Rn) $5f^5 6d^0 7s^2$	(Rn) $4f^4 6d^1 7s^2$
96	Curium	Cm	(Rn) $5f^8 6d^0 7s^2$	(Rn) $4f^7 6d^1 7s^2$

□ Une sous-couche totalement remplie ou à 1/2 remplie confère une plus grande stabilité aux

# Classification périodique

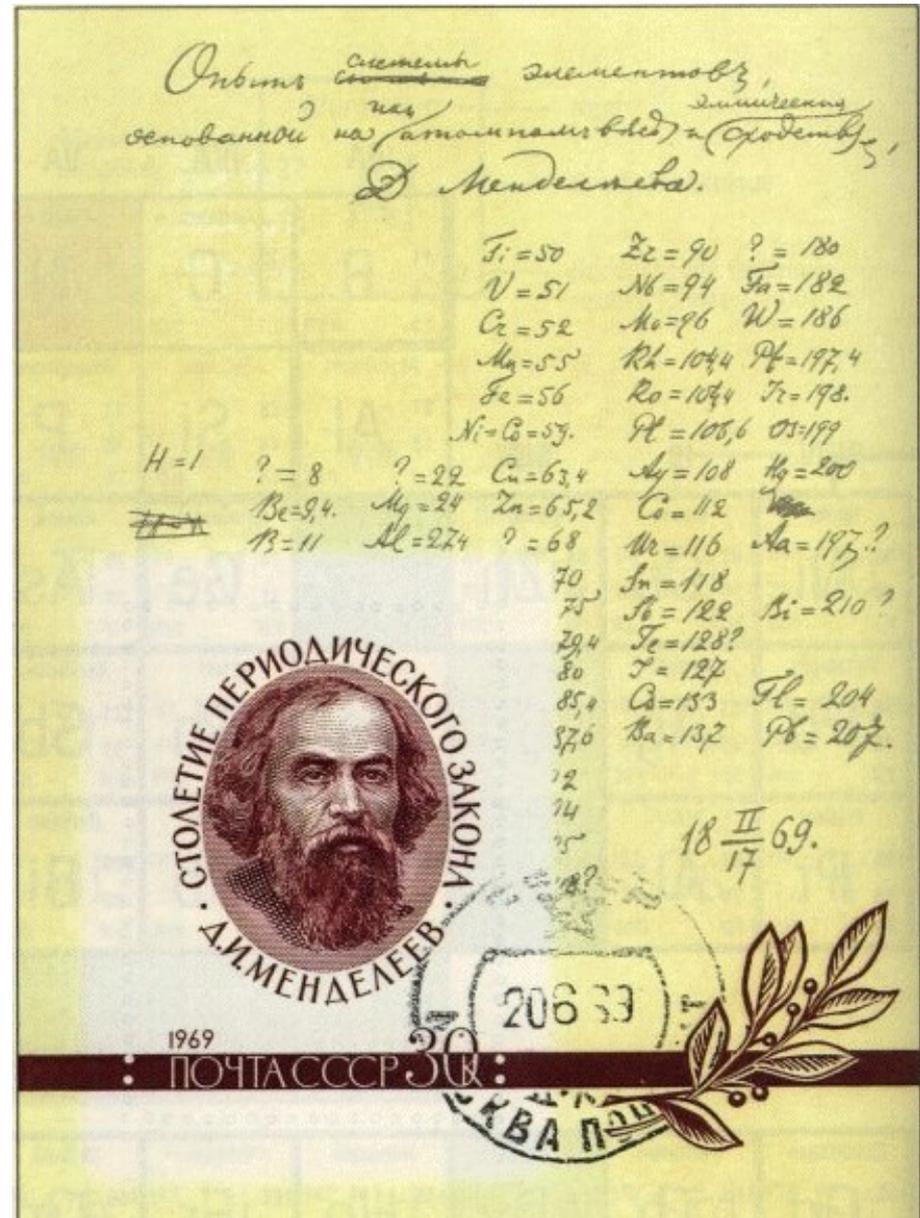
- Au XIXe siècle, seulement une soixantaine d'éléments étaient connus.
- Les chimistes avaient constaté que certains éléments possédaient des propriétés chimiques relativement semblables. Ces éléments semblaient former des familles relativement homogènes. Par exemple la famille des Halogènes (Fluor, Chlore, Brome et Iode) ou celles des métaux alcalins (Lithium, Sodium et Potassium).
- On chercha donc à classer les éléments de manière à faire apparaître ces familles.
- La classification périodique telle que nous la connaissons est essentiellement due à **Ivanovitch MENDELEEV (1834-1907)**



is la  
**imitri**

# Classification périodique

- En 1870 il publia une table dans laquelle les éléments étaient sensiblement classés par ordre de masse atomiques. D'autre part, les éléments ayant des propriétés semblables étaient classés sur la même colonne.
- Pour que sa classification tienne compte des familles il n'hésita pas à inverser l'ordre de certains éléments et à laisser des



# Classification périodique moderne

- Le critère de classement des éléments n'est plus la masse atomique, mais le numéro atomique  $Z$ . On classe donc les éléments par ordre croissant de  $Z$  en respectant de plus la règle de Klechkowski.
- La place d'un élément dans la classification est donc directement reliée à sa configuration électronique.
- Comme la couche de valence fixe les propriétés chimiques, les éléments ayant une couche de valence semblable auront des propriétés sensiblement identiques ▪ La notion de famille est ainsi simplement justifiée.

# Classification périodique moderne

## TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

<http://www.periodni.com/fr/>

PÉRIODE	GROUPE 1 IA		GROUPE IUPAC										GROUPE CAS						18 VIIIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA	
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	6 12.011 <b>C</b> CARBONE	7 14.007 <b>N</b> AZOTE	8 15.999 <b>O</b> OXYGÈNE	9 18.998 <b>F</b> FLUOR	10 20.180 <b>Ne</b> NÉON	
3	11 22.990 <b>Na</b> SODIUM	12 24.305 <b>Mg</b> MAGNÉSIIUM											13 26.982 <b>Al</b> ALUMINIUM	14 28.086 <b>Si</b> SILICIUM	15 30.974 <b>P</b> PHOSPHORE	16 32.065 <b>S</b> SOUFRE	17 35.453 <b>Cl</b> CHLORE	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> CUIVRE	30 65.38 <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 76.96 <b>Se</b> SÉLÉNIUM	35 79.904 <b>Br</b> BROME	36 83.798 <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 95.96 <b>Mo</b> MOLYBDÈNE	43 (96) <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 (267) <b>Rf</b> RUTHERFORDIUM	105 (268) <b>Db</b> DUBNIUM	106 (271) <b>Sg</b> SEABORGIUM	107 (272) <b>Bh</b> BOHRIUM	108 (277) <b>Hs</b> HASSIUM	109 (278) <b>Mt</b> MEITNERIUM	110 (281) <b>Ds</b> DARMSTADIUM	111 (280) <b>Rg</b> ROENTGENIUM	112 (285) <b>Cn</b> COPERNICIUM							

MASSE ATOMIQUE RELATIVE (I)

NOMBRE ATOMIQUE

SYMBOLE

NOM DE L'ÉLÉMENT

- Métaux
- Métaux alcalins
- Métaux alcalino-terreux
- Métaux de transition
- Lanthanides
- Actinides
- Métalloïdes
- Chalcogènes
- Halogènes
- Gaz nobles

ETAT PHYSIQUE (25 °C; 101 kPa)

Ne - gaz      Fe - solide

Hg - liquide      (C) - synthétique

### LANTHANIDES

57 138.91 <b>La</b> LANTHANE	58 140.12 <b>Ce</b> CÉRIUM	59 140.91 <b>Pr</b> PRASÉDYME	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	70 173.05 <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>Nb</b> NOBÉLIUM	103 (262) <b>Lr</b> LAWRENCIUM
-----------------------------------	-----------------------------------	--	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

(1) Pure Appl. Chem., 81, No. 11, 2131-2166 (2009)  
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.

# Classification périodique moderne

## TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

<http://www.periodni.com/fr/>

PÉRIODE	1	IA											VIIIA	18		
	1	1.0079											He	4.0026		
			MASSE ATOMIQUE RELATIVE (I)													
			GROUPE IUPAC													
			GROUPE CAS													
			Métaux										Métalloïdes		Non-métaux	
			Métaux alcalins										Chalcogènes			
			Métaux alcalino-terreux										Halogènes			
			13	IIIA	14	IVA	15	VA	16	VIA	17	VIIA	18	VIIIA		
			5	10.811	6	12.011	7	14.007	8	15.999	9	18.998	10	20.180		

La première ligne correspond au remplissage de la couche K (n = 1) et contient donc 2 éléments de configurations  $1s^1$  et  $1s^2$

4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	POTASSIUM	CALCIUM	SCANDIUM	TITANE	VANADIUM	CHROME	MANGANÈSE	FER	COBALT	NICKEL	CUIVRE	ZINC	GALLIUM	GERMANIUM	ARSENIC	SÉLÉNIUM	BROME	KRYPTON
	37 85.468	38 87.82	39 88.906	40 91.224	41 92.906	42 95.96	43 (96)	44 101.07	45 102.91	46 106.42	47 107.87	48 112.41	49 114.82	50 118.71	51 121.76	52 127.80	53 126.90	54 131.29
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	RUBIDIUM	STRONTIUM	YTRIUM	ZIRCONIUM	NIOBIUM	MOLYBDÈNE	TECHNÉTIUM	RUTHÉNIUM	RHODIUM	PALLADIUM	ARGENT	CADMIUM	INDIUM	ÉTAIN	ANTIMOINE	TELLURE	IODE	XÉNON
	55 132.91	56 137.33	57-71	72 178.49	73 180.95	74 183.84	75 186.21	76 180.23	77 192.22	78 195.08	79 196.97	80 200.59	81 204.38	82 207.2	83 208.98	84 (209)	85 (210)	86 (222)
6	Cs	Ba	La-Lu Lanthanides	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	CÉSIIUM	BARYUM		HAFNIUM	TANTALE	TUNGSTÈNE	RHÉNIUM	OSMIUM	IRIDIUM	PLATINE	OR	MERCURE	THALLIUM	PLOMB	BISMUTH	POLONIUM	ASTATE	RADON
	87 (223)	88 (226)	89-103	104 (267)	105 (268)	106 (271)	107 (272)	108 (277)	109 (278)	110 (281)	111 (280)	112 (285)						
7	Fr	Ra	Ac-Lr Actinides	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn						
	FRANCIUM	RADIUM		RUTHERFORDIUM	DUBNIUM	SEABORGIUM	BOHRLIUM	HASSIUM	MEITNERIUM	DARMSTADTIUM	ROENTGENIUM	COPERNICIUM						

### LANTHANIDES

57 138.91	58 140.12	59 140.91	60 144.24	61 (145)	62 150.36	63 151.96	64 157.25	65 158.93	66 162.50	67 164.93	68 167.26	69 168.93	70 173.05	71 174.97
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
LANTHANE	CÉRIUM	PRASÉODYME	NÉODYME	PROMÉTHIUM	SAMARIUM	EUROPIUM	GADOLINIUM	TERBIUM	DYSPROSIUM	HOLMIUM	ERBIUM	THULIUM	YTTÉRIUM	LUTÉTIUM

### ACTINIDES

89 (227)	90 232.04	91 231.04	92 238.03	93 (237)	94 (244)	95 (243)	96 (247)	97 (247)	98 (251)	99 (252)	100 (257)	101 (258)	102 (259)	103 (262)
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	Nb	Lr
ACTINIUM	THORIUM	PROTACTINIUM	URANIUM	NEPTUNIUM	PLUTONIUM	AMÉRICIUM	CURIUM	BERKÉLIUM	CALIFORNIUM	EINSTEINIUM	FERMIUM	MÉNDELÉVIUM	NOBÉLIUM	LAWRENCIUM

(1) Pure Appl. Chem., 81, No. 11, 2131-2166 (2009)  
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.

# Classification périodique moderne

## TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

http://www.periodni.com/fr/

Métaux     Métalloïdes     Non-métaux  
 Métaux alcalins     Chalcogènes  
 Métaux alcalino-terreux     Halogènes  
 Métaux de transition     Gaz nobles  
 Lanthanides  
 Actinides

ETAT PHYSIQUE (25 °C; 101 kPa)  
 Ne - gaz    Fe - solide  
 Hg - liquide    U - synthétique

**La deuxième ligne correspond au remplissage de la couche L (n = 2) et contient donc 8 éléments de configurations 2 s<sup>1</sup>, 2 s<sup>2</sup>, 2 p<sup>1</sup>, 2 p<sup>2</sup>, 2 p<sup>3</sup>, 2 p<sup>4</sup>, 2 p<sup>5</sup> et 2 p<sup>6</sup>.**

PERIODE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
GRUPE	IA	IIA	GROUPE IUPAC										IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
1	1.0079 H HYDROGENE																		4.0026 He HELIUM
2	6.941 Li LITHIUM	9.0122 Be BERYLLIUM		10.811 B BORE									10.811 B BORE	12.011 C CARBONE	14.007 N AZOTE	15.999 O OXYGENE	18.998 F FLUOR	20.180 Ne NEON	
3	22.990 Rb RUBIDIUM	24.305 Sr STRONTIUM											26.982 Al ALUMINE	28.086 Si SILICIE	30.974 P PHOSPHORE	32.065 S SOUFRE	35.453 Cl CHLORURE	39.948 Ar ARGON	
4																			
5																			
6																			
7																			
	LANTHANIDES																		
	ACTINIDES																		

Copyright © 2010 Eri Generalc

(1) Pure Appl. Chem., 81, No. 11, 2131-2166 (2009)  
 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.

# Classification périodique moderne

## TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

PÉRIODE

La troisième ligne devrait contenir les éléments correspondant au remplissage de la couche M (n=3) soit 18 au total :  $3s^2$ ,  $3p^6$  et  $3d^{10}$

11 22.990	12 24.305	BORE						VIIB		13 26.982	14 28.086	15 30.974	16 32.065	17 35.453	18 39.948									
Na	Mg	NOM DE L'ÉLÉMENT						VIII B		Al	Si	P	S	Cl	Ar									
SODIUM	MAGNÉSIUM	3	IIIB	4	IVB	5	VB	6	VIB	7	VII B	8	9	10	11	IB	12	IIIB	ALUMINIUM	SILICIUM	PHOSPHORE	SOUFRE	CHLORE	ARGON

Mais d'après Klechkowski, le niveau  $3d$  se remplit après le niveau  $4s$ .

Pour cette raison le niveau  $3d$  fera partie de la quatrième ligne et non de la troisième.

Enfin, finalement la troisième ligne contient 8 éléments de configuration :  $3s^2$ ,  $3p^6$

(1)

Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	Nb	Lr
ACTINIUM	THORIUM	PROTACTINIUM	URANIUM	NEPTUNIUM	PLUTONIUM	AMÉRICIUM	CURIUM	BERKÉLIUM	CALIFORNIUM	ENSTÉINIUM	FÉRMIUM	MÉNDELÉVIUM	NOBÉLIUM	LAWRENCIUM

# Classification périodique moderne

## TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

PÉRIODE

GRUPE

1 IA

18 VIIIA

La quatrième ligne devrait contenir les éléments correspondant au remplissage de la couche N (n=4) soit 32 au total :  $4s^2$ ,  $4p^6$ ,  $4d^{10}$  et  $4f^{14}$

Mais d'après Klechkowski, le niveau  $4d$  se remplit après le niveau  $5s$ .

Pour cette raison le niveau  $4d$  fera partie de la **cinquième** ligne et non de la **quatrième**.

De même, le niveau  $4f$  se remplit après le niveau  $6s$ .

Pour cette raison le niveau  $4f$  fera partie de la **sixième** ligne et non de la **quatrième**.

(1)

Pure Appl. Chem., 81, No. 11, 2131-2155 (2009)  
 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.

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
LANTHANE	CÉRIUM	PRASEYDIME	NÉODYME	PROMÉTHIUM	SAMARIUM	EUROPIUM	GADOLINIUM	TERBIUM	DYSPROSIUM	HOLMIUM	ERBIUM	THULIUM	YTTERBIUM	LUTÉTIUM
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	Nb	Lr
ACTINIUM	THORIUM	PROTACTINIUM	URANIUM	NEPTUNIUM	PLUTONIUM	AMÉRICIUM	CURIUM	BERKÉLIUM	CALIFORNIUM	EINSTEINIUM	FERMIUM	MÉNDELÉVIUM	NOBÉLIUM	LAWRENCIUM



# Classification périodique moderne

## TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

PÉRIODE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIB	VIB	VIB	VIB	IB	IIB	IIIA	IIIA	IIIA	IIIA	IIIA	VIIIA		
1	2											11	12	13	14	15	16	17	18
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne		
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar												
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L

La cinquième ligne devrait contenir les éléments correspondant au remplissage de la couche O (n=5) soit 50 au total :  $5s^2$ ,  $5p^6$ ,  $5d^{10}$ ,  $5f^{14}$  et  $5g^{18}$

Mais d'après Klechkowski, le niveau  $5d$  se remplit après le niveau  $6s$ .

Pour cette raison le niveau  $5d$  fera partie de la sixième ligne et non de la cinquième.

De même, le niveau  $5f$  se remplit après le niveau  $7s$ .

Pour cette raison le niveau  $5f$  fera partie de la septième ligne et non de la cinquième.

Finalement, la cinquième ligne contiendra 18 éléments de configurations :  $5s^2$ ,  $4d^{10}$ ,  $5p^6$

# Classification périodique moderne

## TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

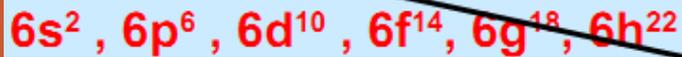
GRUPE

1 IA

18 VIIIA

PÉRIODE

La sixième ligne devrait contenir les éléments correspondant au remplissage de la couche P (n=6) soit 72 au total :



Mais d'après Klechkowski, le niveau 6d se remplit après le niveau 7s.

Pour cette raison le niveau 6d fera partie de la septième ligne et non de la sixième.

5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La-Lu Lanthanides	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Pour des raisons de commodité (manque de place) les sous-couches f sont placées en bas et à droite du tableau périodique.

### LANTHANIDES

57 138.91	58 140.12	59 140.91	60 144.24	61 (145)	62 150.36	63 151.96	64 157.25	65 158.93	66 162.50	67 164.93	68 167.26	69 168.93	70 173.05	71 174.97
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
LANTHANE	CÉRIUM	PRASÉODYME	NÉODYME	PROMÉTHIUM	SAMARIUM	EUROPIUM	GADOLINIUM	TERBIUM	DYSPROSIUM	HOLMIUM	ERBIUM	THULIUM	YTTÉRIUM	LUTÉTIUM

(1) Pure Appl. Chem., 81, No. 11, 2131-2166 (2009)  
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.

### ACTINIDES

89 (227)	90 (232)	91 (231)	92 (238)	93 (237)	94 (244)	95 (243)	96 (247)	97 (247)	98 (261)	99 (262)	100 (267)	101 (268)	102 (269)	103 (269)
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
ACTINIUM	THORIUM	PACTINIUM	URANIUM	NEPTUNIUM	PLOUTONIUM	AMÉRICIUM	CURIUM	BERKÉLIUM	CALIFORNIUM	EINSTEINIUM	FERMIUM	MÉNDELÉVIUM	NOBÉLIUM	LAWRENCIUM

Finalement, la sixième ligne contiendra 32 éléments de configurations :







# classification périodique moderne

1s <sup>1</sup>	1s <sup>2</sup>												13	14	15	16	17	18
2s <sup>1</sup>	2s <sup>2</sup>												2p <sup>1</sup>	2p <sup>2</sup>	2p <sup>3</sup>	2p <sup>4</sup>	2p <sup>5</sup>	2p <sup>6</sup>
3s <sup>1</sup>	3s <sup>2</sup>	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	3p <sup>1</sup>	3p <sup>2</sup>	3p <sup>3</sup>	3p <sup>4</sup>	3p <sup>5</sup>	3p <sup>6</sup>	
4s <sup>1</sup>	4s <sup>2</sup>	3d <sup>1</sup>	3d <sup>2</sup>	3d <sup>3</sup>	3d <sup>4</sup>	3d <sup>5</sup>	3d <sup>6</sup>	3d <sup>7</sup>	3d <sup>8</sup>	3d <sup>9</sup>	3d <sup>10</sup>	4p <sup>1</sup>	4p <sup>2</sup>	4p <sup>3</sup>	4p <sup>4</sup>	4p <sup>5</sup>	4p <sup>6</sup>	
5s <sup>1</sup>	5s <sup>2</sup>	4d <sup>1</sup>	4d <sup>2</sup>	4d <sup>3</sup>	4d <sup>4</sup>	4d <sup>5</sup>	4d <sup>6</sup>	4d <sup>7</sup>	4d <sup>8</sup>	4d <sup>9</sup>	4d <sup>10</sup>	5p <sup>1</sup>	5p <sup>2</sup>	5p <sup>3</sup>	5p <sup>4</sup>	5p <sup>5</sup>	5p <sup>6</sup>	
6s <sup>1</sup>	6s <sup>2</sup>	5d <sup>1</sup>	5d <sup>2</sup>	5d <sup>3</sup>	5d <sup>4</sup>	5d <sup>5</sup>	5d <sup>6</sup>	5d <sup>7</sup>	5d <sup>8</sup>	5d <sup>9</sup>	5d <sup>10</sup>	6p <sup>1</sup>	6p <sup>2</sup>	6p <sup>3</sup>	6p <sup>4</sup>	6p <sup>5</sup>	6p <sup>6</sup>	
7s <sup>1</sup>	7s <sup>2</sup>	6d <sup>1</sup>	6d <sup>2</sup>	6d <sup>3</sup>	6d <sup>4</sup>	6d <sup>5</sup>	6d <sup>6</sup>	6d <sup>7</sup>	6d <sup>8</sup>	6d <sup>9</sup>	6d <sup>10</sup>	7p <sup>1</sup>	7p <sup>2</sup>	7p <sup>3</sup>	7p <sup>4</sup>	7p <sup>5</sup>	7p <sup>6</sup>	

4f <sup>1</sup>	4f <sup>2</sup>	4f <sup>3</sup>	4f <sup>4</sup>	4f <sup>5</sup>	4f <sup>6</sup>	4f <sup>7</sup>	4f <sup>8</sup>	4f <sup>9</sup>	4f <sup>10</sup>	4f <sup>11</sup>	4f <sup>12</sup>	4f <sup>13</sup>	4f <sup>14</sup>
5f <sup>1</sup>	6f <sup>2</sup>	6f <sup>3</sup>	6f <sup>4</sup>	6f <sup>5</sup>	6f <sup>6</sup>	6f <sup>7</sup>	6f <sup>8</sup>	6f <sup>9</sup>	6f <sup>10</sup>	6f <sup>11</sup>	6f <sup>12</sup>	6f <sup>13</sup>	6f <sup>14</sup>

Bloc f : un électron d est placé avant que les électrons f n'apparaissent

- Exceptions à la règle de Klechkowski : l'élément garde sa place normale Exemple : Cu, Ag, Au d<sup>9</sup>, s<sup>2</sup> d'après Klechkowski ⇒ d<sup>10</sup>, s<sup>1</sup> configuration réelle restent tout de même en colonne 11 et ne passent pas en colonne 12.
- Bloc f : un électron d est placé avant que les électrons f n'apparaissent

# Classification Périodique

- Cas de l'Hélium : Bien qu'appartenant au bloc s ( $1s^2$ ), celui-ci est placé dans le bloc p (groupe des gaz rares).

## Bloc s

H	
Li	Be
Na	Mg
K	Ca
Rb	Sr
Cs	Ba
Fr	Ra

## Bloc d

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
Ac									

## Bloc p

					He
B	C	N	O	F	Ne
Al	Si	P	S	Cl	Ar
Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
In	Sb	Te	I	Xe	
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dl	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Em	Md	No	Lr

## Bloc f



# Les Familles d'éléments

Certaines familles ont reçues des noms particuliers à connaître.

Ligne = période

Colonne = famille (ou groupe)

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
H	Li	Be	Na	Mg	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	B	C	N	O	F	He
	K	Ca	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
	Rb	Sr	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
	Cs	Ba	Ac										Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
	Fr	Ra																		

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dl	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Em	Md	No	Lr

Lanthanides

Actinides

1 : Alcalins

17 : Halogènes

Bloc f = Terres  
rares

2 : Alcalino-terreux

18 : Gaz Rares

16 : Chalcogènes

Blocs d et f : éléments de transition

# METAUX ET NON METAUX

		<b>Métal</b>										<b>Non métal</b> (ou métalloïde)					
H												He					
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dl	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Em	Md	No	Lr

## Critères de reconnaissance chimique

**Les métaux donnent des Cations, leurs oxydes sont basiques.**

Exemple :  $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$  et  $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$

**Les non-métaux donnent des Anions, leurs oxydes sont acides.**

Exemple :  $\text{S} \rightarrow \text{S}^{2-}$  et  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$

La « frontière » n'est pas nettement tranchée : les semi-métaux (semi-conducteurs) utilisés en électronique (**Si, Ge, As, Sb**) sont intermédiaires entre métaux et métalloïdes.







# Règle de l'octet

- Un atome ou un ion qui présente une structure électronique similaire à celle des gaz rares en  $s^2 p^6$  (soit 8 électrons = octet sur sa couche de valence) présentera une stabilité particulièrement importante.
- Les atomes ordinaires vont donc chercher à acquérir cette structure en  $s^2 p^6$  afin de devenir plus stables. Un atome cherche à acquérir la structure électronique du gaz rare le plus proche de lui dans la classification périodique.
- Cette règle permet de prévoir facilement l'ion le plus stable des éléments des blocs s et p. Pour les éléments trop éloignés de la structure des gaz rares (blocs d et f et colonne 14) cette règle ne s'applique pas aussi simplement.

# Règle de l'octet

Exemples :

	1						18	
H	2	13	14	15	16	17	He	
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra							

Mg peut acquérir la structure du Néon en perdant 2 e<sup>-</sup>.

L'ion le plus stable du Magnésium sera donc Mg<sup>2+</sup>.

Br peut acquérir la structure du Krypton en gagnant 1 e<sup>-</sup>.

L'ion le plus stable du Brome sera donc Br<sup>-</sup>.

C peut aussi bien acquérir la structure du Néon en gagnant 4e<sup>-</sup> (C<sup>4-</sup>) que celle de l'Hélium en perdant 4 e<sup>-</sup> (C<sup>4+</sup>). En fait les éléments de la colonne 14 donneront difficilement des ions.

# Règle de l'octet

## IONS LES PLUS STABLES DES ELEMENTS s et p

1	2	13	14	15	16	17	18
$s^1$	$s^2$	$p^1$	$p^2$	$p^3$	$p^4$	$p^5$	$p^6$
H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra						
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
$X^+$	$X^{2+}$	$X^{3+}$	$X^{4+}$	$X^{3-}$	$X^{2-}$	$X^-$	
			$X^{4-}$				

Attention aux pièges : les métaux donnent des cations et pas des anions.

Les semi-métaux peuvent donner des anions et des cations (Sb par exemple)