

CH. Cl.2 : LA CLASSIFICATION PERIODIQUE

Historiquement, le tableau périodique a été créé de manière à mettre en évidence la **périodicité des propriétés de la matière** : analogies entre les propriétés des éléments d'une même colonne et évolution en générale régulière des propriétés le long d'une ligne ou le long d'une colonne...

Les propriétés des éléments variant périodiquement en fonction de leur numéro atomique Z, donc du nombre d'électrons, il fut aisé d'imaginer que c'est le mode de distribution un à un des électrons sur les niveaux d'énergie entourant le noyau qui permet de comprendre l'origine de ces périodicités.

Nous allons dans ce chapitre montrer le lien entre la **structure de cette classification périodique et les configurations électroniques** des atomes, puis évoquer la notion d'**électronégativité**, étudier son évolution dans la classification périodique ainsi que le lien avec le **caractère oxydant ou réducteur** de différents corps simples.

I) STRUCTURE DE LA CLASSIFICATION PERIODIQUE A 18 COLONNES

A) Principe

Classement des éléments connus (118) dans le tableau périodique : **de gauche à droite / numéro atomique Z croissant, avec 7 lignes ou périodes et 18 colonnes** de manière à placer dans la **même colonne des éléments de propriétés physico-chimiques voisines**, et rendant compte de la structure électronique fondamentale des éléments.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----|--------|----|--------|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|----|----|
| bloc s | | bloc d | | | | | | | | | | bloc p | | | | | | | |
| 1 | 1 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | |
| 1 | H | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | He | |
| 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 2 | Li | Be | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne | |
| 3 | 11 | 12 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| 3 | Na | Mg | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Al | Si | P | S | Cl | Ar | |
| 4 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | |
| 4 | K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr | |
| 5 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | |
| 5 | Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe | |
| 6 | 55 | 56 | 57 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | |
| 6 | Cs | Ba | La | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn | |
| 7 | 87 | 88 | 89 | bloc f | | | | | | | | | | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 |
| 7 | Fr | Ra | Ac | Ln | | | | | | | | | | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 |
| | | | | An | | | | | | | | | | | | | | | |

Classification périodique des éléments en périodes, colonnes et blocs. Les périodes sont numérotées de haut en bas, les colonnes de gauche à droite. Les blocs sont différenciés par des colorations de fond différentes. Tout élément est repéré par son numéro atomique Z et par son symbole chimique écrit, en caractères gras pour un élément stable, en relief pour un élément radioactif.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|------------------|--------|--------|----|----|----|----|----|----|----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|--|--|
| alcalins | | alcalino-terreux | | | | | | | | | | Bloc p | | | | | | gaz nobles | | |
| 1 | H | | | | | | | | | | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 2 | | |
| 3 | Li | Be | bloc d | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | |
| 11 | Na | Mg | | | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar | | |
| 19 | K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | | |
| 37 | Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Te | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | | |
| 55 | Cs | Ba | lant | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | | |
| 87 | Fr | Ra | act | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | | |
| | | | | bloc f | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | | |
| | | | | Ac | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cs | Es | Fm | Md | No | Lr | | |

B) Lignes (ou périodes)

1) Définition et caractéristiques

- **Lignes (ou périodes)¹** : correspondent aux **couches** ; tous les éléments d'une période n ont le même nombre quantique n dans leur couche de valence.

Les différentes lignes ou périodes identifiées par leur rang n ont les caractéristiques suivantes, tenant compte des règles de Klechkowski (on commence la période n en remplissant la sous couche ns puis éventuellement les sous-couches $(n-2)f$ et $(n-1)d$ et on la termine en remplissant la sous-couche np).

| Rang de la ligne (ou période) | 1 ^{er} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 5 ^e | 6 ^e | 7 ^e |
|-------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Sous-couches disponibles | 1s | 2s, 2p | 3s, 3p | 4s, 3d, 4p | 5s, 4d, 5p | 6s, 4f, 5d, 6p | 7s, 5f, 6d, 7p |
| Nombre d'éléments | 2 | 8 | 8 | 18 | 18 | 32 | 32 |

Couches : désignées par leur nombre quantique principal, autrefois symbolisée par des lettres.

| n | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|---|---|---|---|
| Symbole des couches | K | L | M | N |

2) Ecriture de la configuration électronique à partir de $Z = 19$ (4^{ème} ligne)

Lorsqu'une couche n est saturée, on obtient un **gaz noble** ou **rare**, dont la configuration électronique constitue la configuration de cœur des éléments de la ligne suivante.

- **Tous les éléments** chimiques d'une même période n ont par conséquent la même configuration de cœur qui est celle du gaz rare de la période $(n-1)$.
- On peut donc toujours écrire la configuration électronique fondamentale d'un atome de numéro atomique supérieur à 10 comme la **réunion de la configuration du gaz rare précédent**, qui contient les **électrons de cœur**, complétée par celle des **électrons de valence**.

3) Configuration électronique des éléments d'une ligne

$n = 2$: 8 éléments.

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Li | Be | B | C | N | O | F | Ne |
| $1s^2 2s^1$ | $1s^2 2s^2$ | $1s^2 2s^2 2p^1$ | $1s^2 2s^2 2p^2$ | $1s^2 2s^2 2p^3$ | $1s^2 2s^2 2p^4$ | $1s^2 2s^2 2p^5$ | $1s^2 2s^2 2p^6$ |

$n = 3$: 8 éléments.

| | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl | Ar |
| $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ | $[\text{Ne}] 3s^2$ | $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$ | $[\text{Ne}] 3s^2 3p^2$ | $[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$ | $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$ | $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$ | $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$ |

$n = 4$: 18 éléments.

| | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|-------------------------|-------|----------------------------|---------------------------------|-------|---------------------------------|
| K | Ca | Sc | | Zn | Ga | | Kr |
| $[\text{Ar}] 4s^1$ | $[\text{Ar}] 4s^2$ | $[\text{Ar}] 4s^2 3d^1$ | | $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10}$ | $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^1$ | | $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^6$ |

C) Colonnes

- **Colonne (ou famille)** : Tous les éléments d'une même colonne ont la même configuration électronique de valence, dc les mêmes propriétés physico-chimiques.

| Colonne | 1 | 2 | 16 | 17 | 18 |
|-------------------|----------|-----------------|-------------|-----------|------------|
| Nom de la famille | Alcalins | Alcalinoterreux | Chalcogènes | Halogènes | Gaz nobles |

- ⊕ **Exemple** : Famille des halogènes :
F : $[\text{He}] 2s^2 2p^5$
Cl : $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$
Br : $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^5$
I : $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^5$

- ⊕ **Remarque** : C'est le positionnement en colonnes d'après les propriétés chimiques qui est privilégié :

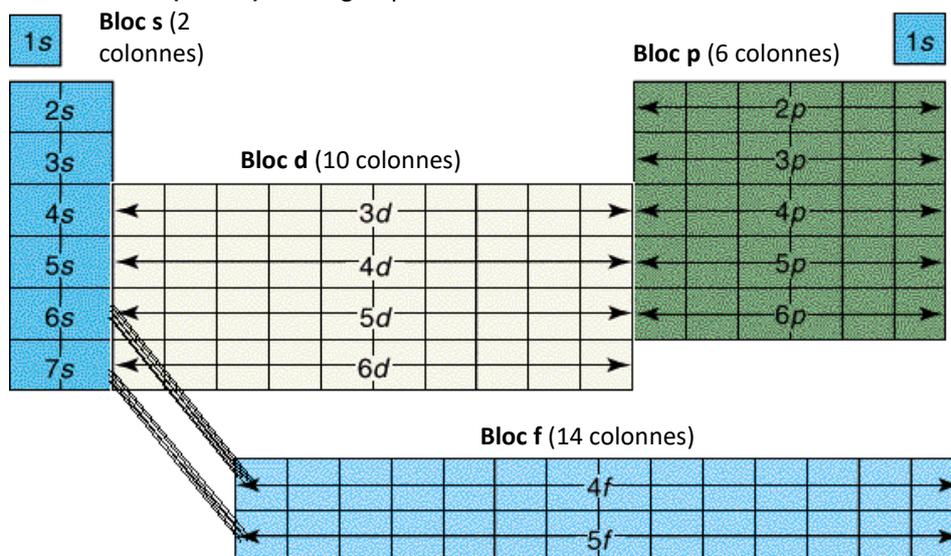
¹ Les 7 premières lignes suffisent à positionner les éléments actuellement connus. On s'arrête généralement à $Z = 103$ car les éléments de numéro atomique supérieur sont très instables. A partir de l'uranium ($Z = 92$), les éléments (appelés **transuraniens**) sont tous *radioactifs* et artificiels (ne peuvent être observés à l'état naturel sur Terre).

l'hélium aurait dû, au regard de sa structure électronique, être placé dans la 2^{ème} colonne, mais le caractère saturé de sa couche de valence lui confère des propriétés similaires à celles des éléments de la 18^{ème} colonne.

D) Organisation en blocs de la classification périodique

● **Blocs** : éléments de colonnes voisines manifestant des **propriétés voisines** (caractères réducteur et métallique prononcé pour les 2 premières colonnes par ex.) regroupés au sein d'un même bloc, correspondant à l'∃ d'1 même dernière sous-couche en cours de remplissage pour leurs e⁻ de valence.

⊕ **Remarque** : Pour des raisons pratiques, la classification actuelle ne comporte que **18 colonnes** : les **lanthanides (bloc 4f)** et les **actinides (bloc 5f)** sont regroupés dans un **tableau annexe** au bas de la classification périodique (cf ci-dessous)².



II) ELECTRONEGATIVITE

A) Présentation et évolution

1) Définition

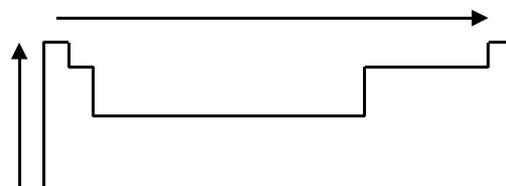
● **Electronegativité χ** : grandeur adimensionnelle traduisant **la capacité d'un atome A à attirer à lui les électrons d'une liaison l'associant à un atome B.**

2) Evolution de l'électronégativité dans la classification périodique

● **Variation de l'électronégativité dans la classification périodique :**
 χ augmente le long d'une ligne et diminue le long d'une colonne.

⊕ **Remarques :**

- ✗ Pas d'électronégativité pour les gaz nobles, qui existent très majoritairement sous forme monoatomique.
- ✗ **Élément le plus électronégatif** de la classification périodique : **Fluor.**
- ✗ Éléments **électropositifs** : dont l'électronégativité est faible (notamment les alcalins : $\chi < 1$).
- ✗ Il existe des diagonales « iso-électronégativité » dans le tableau.

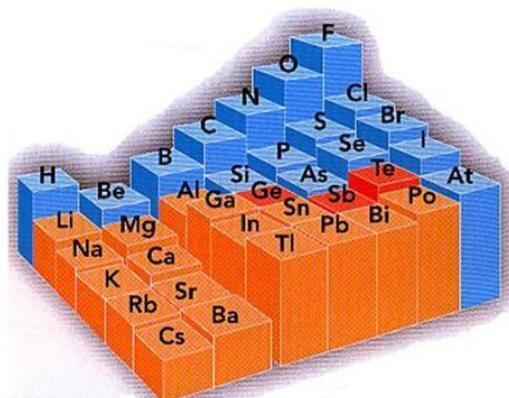


²² D'après la règle de Klechkowski, le bloc f devrait être inséré après le bloc s. Il s'avère en fait que le Lanthane La (de structure [Xe] 6s²5d¹) et l'Actinium Ac (de structure [Rn] 7s²6d¹) sont des **exceptions** à la règle de Klechkowski : ils auraient dû « commencer » les blocs 4f et 5f, et c'est plutôt Lu et Lw qui auraient dû « commencer » les blocs 5d et 6d ; La et Ac sont placés dans la colonne 3 afin de respecter la cohérence du classement en colonnes

- ✗ **Diagonale $\chi = 2,1$** (cf. tableau ci-dessous) : limite entre les **métaux** et les **non-métaux**, correspondant aux **métalloïdes**, généralement **semi-conducteurs**.

| | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|---------|
| H 2,1 | | | | | | | He 0 |
| Li 1,0 | Be 1,5 | B 2,0 | C 2,5 | N 3,0 | O 3,5 | F 4,0 | Ne 0 |
| Na 0,9 | Mg 1,2 | Al 1,5 | Si 1,8 | P 2,1 | S 2,5 | Cl 3,0 | Ar 0 |

Echelle d'électronégativité de PAULING pour quelques éléments chimiques



✗

B) Métaux et non métaux

1) Propriétés macroscopiques d'un métal et d'un non métal

a) Métal

Les métaux occupent une place prépondérante (environ 80%) parmi les éléments chimiques existants).

Caractéristiques macroscopiques :

- ✗ **Pouvoir réflecteur** élevé : « éclat » métallique
- ✗ Bon **conducteur thermique et électrique** ; la résistivité augmente avec la température.
- ✗ Propriétés mécaniques : malléabilité ; ductilité
- ✗ **Solide** à température ordinaire à part le mercure. **Ces propriétés sont liées à la structure des atomes.**
- ✗ **Réducteur** : Ils peuvent tous donner un oxyde en se combinant avec de l'oxygène (exemple : l'oxydation du fer produit la rouille Fe_2O_3) ; quand ils sont solubles, les oxydes métalliques forment des solutions **basiques**.
- ✗ Ils réagissent avec les acides (gravure sur cuivre)

b) Non métal

Caractéristiques macroscopiques :

- ✗ **Isolant**
- ✗ Souvent liquide ou gazeux à température ordinaire.
- ✗ Quand ils se combinent entre eux, ils s'associent en petit nombre (molécules) et partagent généralement des électrons pour former des **composés covalents** (O_2 , N_2 ...) Les corps purs sont gazeux, liquides ou solides.
- ✗ Ils se comportent comme des **oxydants** au cours des réactions chimiques en captant des électrons.
- ✗ Ils ne réagissent pas avec les acides.

2) Définition et propriétés microscopiques

a) Non métal

- **Non-métal** : relativement rare ; il s'agit de l'un des éléments suivants : **H, C, N, O, F ; P, S, Cl ; Se, Br ; I.**

Caractéristiques électroniques

- ✗ **Non-métal** : possède de **nombreux électrons de valence** et est **électronégatif** ; a tendance à en gagner pour saturer sa couche de valence. Il donne ainsi des anions s'engageant dans des liaisons ioniques avec des métaux, ou forme des **liaisons covalentes** avec d'autres non-métaux.

b) Métal

- **Métal** : **Alcalins et alcalino-terreux ; métaux de transition** (y compris la dernière colonne du bloc d) ; certains éléments du **début du bloc p** (métaux du bloc p : ex : Al).

Caractéristiques électroniques

- ✗ Métal : élément qui n'a **pas (ou très peu) d'électrons** sur son **orbitale p la plus externe** ; a tendance à **perdre des électrons** pour donner un cation et former des **liaisons ioniques** avec des non-métaux, et il est **électropositif (χ faible)**.
- ✗ **Interprétation des propriétés macroscopiques** : Les atomes du métal se dépouillent de leurs électrons pour donner des cations entourés d'un nuage d'électrons libres dans les trois directions de l'espace. Les cations sont soudés par ce nuage ; la liaison (dite liaison métallique) n'est ni localisée ni orientée.

c) Evolution du caractère métallique

- ✗ le **caractère métallique diminue** de façon continue **le long d'une ligne et en montant une colonne** (varie inversement à l'électronégativité qui croît en diagonale).
- ✗ La frontière entre métaux et non-métaux n'est pas totalement nette : certains éléments, appelés **semi-métaux ou métalloïdes**, n'entrent dans aucune des 2 catégories : B, Si, Ge, As, Te, At. Ce sont en général des **semi-conducteurs** de conductivité faible **augmentant avec la température**.

C) Caractère oxydant ou réducteur

- **Oxydant** : espèce capable de **recevoir** (de capter) un ou plusieurs électrons au cours d'une réaction de réduction.
Exemple : $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$.
- **Réducteur** : espèce capable de **céder** à une autre espèce un ou plusieurs électrons au cours d'une réaction d'oxydation.
Exemple : $\text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$.

- ✗ Composés **électronégatifs (halogènes et chalcogènes)** : **comportement oxydant** (formation de F^- , O_2^- , etc.)
- ✗ Composés **électropositifs (alcalins, alcalino-terreux et métaux en général)** : **comportement réducteur** (formation de Na^+ , Mg^{2+} , etc.).

- ✗ Le **caractère réducteur des alcalins et des alcalinoterreux augmente quand on descend la colonne (et que χ diminue)** ;
- ✗ Pour une même ligne, les **alcalinoterreux réagissent moins violemment que les alcalins**.

- ✗ Le **caractère oxydant** du corps pur X_2 **diminue quand on descend la colonne : plus un halogène est électronégatif, plus le dihalogène correspondant est oxydant**.
- ✗ Inversement le caractère réducteur de l'ion halogénure augmente quand on descend la colonne (plus l'ion est gros, moins il est électronégatif et plus il lui est facile de perdre un électron).

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----|
| 1 1,0 H Hydrogène | 2 6,94 Li Lithium | 3 23,012 Na Sodium | 4 39,1 K Potassium | 5 85,5 Rb Rubidium | 6 132,9 Cs Césium | 7 223 Fr Francium | 8 40,1 Ca Calcium | 9 87,6 Sr Strontium | 10 137,3 Ba Baryum | 11 226 Ra Radium | 12 40,1 Sc Scandium | 13 88,9 Y Yttrium | 14 138,9 La Lanthane | 15 227 Ac Actinium | 16 45,0 Ti Titane | 17 89,4 Zr Zirconium | 18 178,5 Hf Hafnium | 19 104 Rf Rutherfordium | 20 47,9 V Vanadium | 21 91,2 Nb Niobium | 22 180,9 Ta Tantale | 23 104 Hf Hafnium | 24 50,9 Cr Chrome | 25 92,9 Mn Manganèse | 26 54,9 Fe Fer | 27 55,8 Co Cobalt | 28 58,9 Ni Nickel | 29 58,7 Cu Cuivre | 30 63,5 Zn Zinc | 31 69,7 Ga Gallium | 32 72,6 Ge Germanium | 33 74,9 As Arsenic | 34 79,0 Se Sélénium | 35 79,9 Br Brome | 36 83,8 Kr Krypton | 37 85,5 Rb Rubidium | 38 137,3 Sr Strontium | 39 87,6 Sr Strontium | 40 137,3 Ba Baryum | 41 226 Ra Radium | 42 88,9 Y Yttrium | 43 138,9 La Lanthane | 44 227 Ac Actinium | 45 91,2 Nb Niobium | 46 180,9 Ta Tantale | 47 104 Rf Rutherfordium | 48 50,9 Cr Chrome | 49 92,9 Mn Manganèse | 50 54,9 Fe Fer | 51 55,8 Co Cobalt | 52 58,9 Ni Nickel | 53 58,7 Cu Cuivre | 54 63,5 Zn Zinc | 55 69,7 Ga Gallium | 56 72,6 Ge Germanium | 57 74,9 As Arsenic | 58 79,0 Se Sélénium | 59 79,9 Br Brome | 60 83,8 Kr Krypton | 61 85,5 Rb Rubidium | 62 137,3 Sr Strontium | 63 87,6 Sr Strontium | 64 137,3 Ba Baryum | 65 226 Ra Radium | 66 88,9 Y Yttrium | 67 138,9 La Lanthane | 68 227 Ac Actinium | 69 91,2 Nb Niobium | 70 180,9 Ta Tantale | 71 104 Rf Rutherfordium | 72 50,9 Cr Chrome | 73 92,9 Mn Manganèse | 74 54,9 Fe Fer | 75 55,8 Co Cobalt | 76 58,9 Ni Nickel | 77 58,7 Cu Cuivre | 78 63,5 Zn Zinc | 79 69,7 Ga Gallium | 80 72,6 Ge Germanium | 81 74,9 As Arsenic | 82 79,0 Se Sélénium | 83 79,9 Br Brome | 84 83,8 Kr Krypton | 85 85,5 Rb Rubidium | 86 137,3 Sr Strontium | 87 87,6 Sr Strontium | 88 137,3 Ba Baryum | 89 226 Ra Radium | 90 88,9 Y Yttrium | 91 138,9 La Lanthane | 92 227 Ac Actinium | 93 91,2 Nb Niobium | 94 180,9 Ta Tantale | 95 104 Rf Rutherfordium | 96 50,9 Cr Chrome | 97 92,9 Mn Manganèse | 98 54,9 Fe Fer | 99 55,8 Co Cobalt | 100 58,9 Ni Nickel | 101 58,7 Cu Cuivre | 102 63,5 Zn Zinc | 103 69,7 Ga Gallium | 104 72,6 Ge Germanium | 105 74,9 As Arsenic | 106 79,0 Se Sélénium | 107 79,9 Br Brome | 108 83,8 Kr Krypton | 109 85,5 Rb Rubidium | 110 137,3 Sr Strontium | 111 87,6 Sr Strontium | 112 137,3 Ba Baryum | 113 226 Ra Radium | 114 88,9 Y Yttrium | 115 138,9 La Lanthane | 116 227 Ac Actinium | 117 91,2 Nb Niobium | 118 180,9 Ta Tantale | 119 104 Rf Rutherfordium | 120 50,9 Cr Chrome | 121 92,9 Mn Manganèse | 122 54,9 Fe Fer | 123 55,8 Co Cobalt | 124 58,9 Ni Nickel | 125 58,7 Cu Cuivre | 126 63,5 Zn Zinc | 127 69,7 Ga Gallium | 128 72,6 Ge Germanium | 129 74,9 As Arsenic | 130 79,0 Se Sélénium | 131 79,9 Br Brome | 132 83,8 Kr Krypton | 133 85,5 Rb Rubidium | 134 137,3 Sr Strontium | 135 87,6 Sr Strontium | 136 137,3 Ba Baryum | 137 226 Ra Radium | 138 88,9 Y Yttrium | 139 138,9 La Lanthane | 140 227 Ac Actinium | 141 91,2 Nb Niobium | 142 180,9 Ta Tantale | 143 104 Rf Rutherfordium | 144 50,9 Cr Chrome | 145 92,9 Mn Manganèse | 146 54,9 Fe Fer | 147 55,8 Co Cobalt | 148 58,9 Ni Nickel | 149 58,7 Cu Cuivre | 150 63,5 Zn Zinc | 151 69,7 Ga Gallium | 152 72,6 Ge Germanium | 153 74,9 As Arsenic | 154 79,0 Se Sélénium | 155 79,9 Br Brome | 156 83,8 Kr Krypton | 157 85,5 Rb Rubidium | 158 137,3 Sr Strontium | 159 87,6 Sr Strontium | 160 137,3 Ba Baryum | 161 226 Ra Radium | 162 88,9 Y Yttrium | 163 138,9 La Lanthane | 164 227 Ac Actinium | 165 91,2 Nb Niobium | 166 180,9 Ta Tantale | 167 104 Rf Rutherfordium | 168 50,9 Cr Chrome | 169 92,9 Mn Manganèse | 170 54,9 Fe Fer | 171 55,8 Co Cobalt | 172 58,9 Ni Nickel | 173 58,7 Cu Cuivre | 174 63,5 Zn Zinc | 175 69,7 Ga Gallium | 176 72,6 Ge Germanium | 177 74,9 As Arsenic | 178 79,0 Se Sélénium | 179 79,9 Br Brome | 180 83,8 Kr Krypton | 181 85,5 Rb Rubidium | 182 137,3 Sr Strontium | 183 87,6 Sr Strontium | 184 137,3 Ba Baryum | 185 226 Ra Radium | 186 88,9 Y Yttrium | 187 138,9 La Lanthane | 188 227 Ac Actinium | 189 91,2 Nb Niobium | 190 180,9 Ta Tantale | 191 104 Rf Rutherfordium | 192 50,9 Cr Chrome | 193 92,9 Mn Manganèse | 194 54,9 Fe Fer | 195 55,8 Co Cobalt | 196 58,9 Ni Nickel | 197 58,7 Cu Cuivre | 198 63,5 Zn Zinc | 199 69,7 Ga Gallium | 200 72,6 Ge Germanium | 201 74,9 As Arsenic | 202 79,0 Se Sélénium | 203 79,9 Br Brome | 204 83,8 Kr Krypton | 205 85,5 Rb Rubidium | 206 137,3 Sr Strontium | 207 87,6 Sr Strontium | 208 137,3 Ba Baryum | 209 226 Ra Radium | 210 88,9 Y Yttrium | 211 138,9 La Lanthane | 212 227 Ac Actinium | 213 91,2 Nb Niobium | 214 180,9 Ta Tantale | 215 104 Rf Rutherfordium | 216 50,9 Cr Chrome | 217 92,9 Mn Manganèse | 218 54,9 Fe Fer | 219 55,8 Co Cobalt | 220 58,9 Ni Nickel | 221 58,7 Cu Cuivre | 222 63,5 Zn Zinc | 223 69,7 Ga Gallium | 224 72,6 Ge Germanium | 225 74,9 As Arsenic | 226 79,0 Se Sélénium | 227 79,9 Br Brome | 228 83,8 Kr Krypton | 229 85,5 Rb Rubidium | 230 137,3 Sr Strontium | 231 87,6 Sr Strontium | 232 137,3 Ba Baryum | 233 226 Ra Radium | 234 88,9 Y Yttrium | 235 138,9 La Lanthane | 236 227 Ac Actinium | 237 91,2 Nb Niobium | 238 180,9 Ta Tantale | 239 104 Rf Rutherfordium | 240 50,9 Cr Chrome | 241 92,9 Mn Manganèse | 242 54,9 Fe Fer | 243 55,8 Co Cobalt | 244 58,9 Ni Nickel | 245 58,7 Cu Cuivre | 246 63,5 Zn Zinc | 247 69,7 Ga Gallium | 248 72,6 Ge Germanium | 249 74,9 As Arsenic | 250 79,0 Se Sélénium | 251 79,9 Br Brome | 252 83,8 Kr Krypton | 253 85,5 Rb Rubidium | 254 137,3 Sr Strontium | 255 87,6 Sr Strontium | 256 137,3 Ba Baryum | 257 226 Ra Radium | 258 88,9 Y Yttrium | 259 138,9 La Lanthane | 260 227 Ac Actinium | 261 91,2 Nb Niobium | 262 180,9 Ta Tantale | 263 104 Rf Rutherfordium | 264 50,9 Cr Chrome | 265 92,9 Mn Manganèse | 266 54,9 Fe Fer | 267 55,8 Co Cobalt | 268 58,9 Ni Nickel | 269 58,7 Cu Cuivre | 270 63,5 Zn Zinc | 271 69,7 Ga Gallium | 272 72,6 Ge Germanium | 273 74,9 As Arsenic | 274 79,0 Se Sélénium | 275 79,9 Br Brome | 276 83,8 Kr Krypton | 277 85,5 Rb Rubidium | 278 137,3 Sr Strontium | 279 87,6 Sr Strontium | 280 137,3 Ba Baryum | 281 226 Ra Radium | 282 88,9 Y Yttrium | 283 138,9 La Lanthane | 284 227 Ac Actinium | 285 91,2 Nb Niobium | 286 180,9 Ta Tantale | 287 104 Rf Rutherfordium | 288 50,9 Cr Chrome | 289 92,9 Mn Manganèse | 290 54,9 Fe Fer | 291 55,8 Co Cobalt | 292 58,9 Ni Nickel | 293 58,7 Cu Cuivre | 294 63,5 Zn Zinc | 295 69,7 Ga Gallium | 296 72,6 Ge Germanium | 297 74,9 As Arsenic | 298 79,0 Se Sélénium | 299 79,9 Br Brome | 300 83,8 Kr Krypton | 301 85,5 Rb Rubidium | 302 137,3 Sr Strontium | 303 87,6 Sr Strontium | 304 137,3 Ba Baryum | 305 226 Ra Radium | 306 88,9 Y Yttrium | 307 138,9 La Lanthane | 308 227 Ac Actinium | 309 91,2 Nb Niobium | 310 180,9 Ta Tantale | 311 104 Rf Rutherfordium | 312 50,9 Cr Chrome | 313 92,9 Mn Manganèse | 314 54,9 Fe Fer | 315 55,8 Co Cobalt | 316 58,9 Ni Nickel | 317 58,7 Cu Cuivre | 318 63,5 Zn Zinc | 319 69,7 Ga Gallium | 320 72,6 Ge Germanium | 321 74,9 As Arsenic | 322 79,0 Se Sélénium | 323 79,9 Br Brome | 324 83,8 Kr Krypton | 325 85,5 Rb Rubidium | 326 137,3 Sr Strontium | 327 87,6 Sr Strontium | 328 137,3 Ba Baryum | 329 226 Ra Radium | 330 88,9 Y Yttrium | 331 138,9 La Lanthane | 332 227 Ac Actinium | 333 91,2 Nb Niobium | 334 180,9 Ta Tantale | 335 104 Rf Rutherfordium | 336 50,9 Cr Chrome | 337 92,9 Mn Manganèse | 338 54,9 Fe Fer | 339 55,8 Co Cobalt | 340 58,9 Ni Nickel | 341 58,7 Cu Cuivre | 342 63,5 Zn Zinc | 343 69,7 Ga Gallium | 344 72,6 Ge Germanium | 345 74,9 As Arsenic | 346 79,0 Se Sélénium | 347 79,9 Br Brome | 348 83,8 Kr Krypton | 349 85,5 Rb Rubidium | 350 137,3 Sr Strontium | 351 87,6 Sr Strontium | 352 137,3 Ba Baryum | 353 226 Ra Radium | 354 88,9 Y Yttrium | 355 138,9 La Lanthane | 356 227 Ac Actinium | 357 91,2 Nb Niobium | 358 180,9 Ta Tantale | 359 104 Rf Rutherfordium | 360 50,9 Cr Chrome | 361 92,9 Mn Manganèse | 362 54,9 Fe Fer | 363 55,8 Co Cobalt | 364 58,9 Ni Nickel | 365 58,7 Cu Cuivre | 366 63,5 Zn Zinc | 367 69,7 Ga Gallium | 368 72,6 Ge Germanium | 369 74,9 As Arsenic | 370 79,0 Se Sélénium | 371 79,9 Br Brome | 372 83,8 Kr Krypton | 373 85,5 Rb Rubidium | 374 137,3 Sr Strontium | 375 87,6 Sr Strontium | 376 137,3 Ba Baryum | 377 226 Ra Radium | 378 88,9 Y Yttrium | 379 138,9 La Lanthane | 380 227 Ac Actinium | 381 91,2 Nb Niobium | 382 180,9 Ta Tantale | 383 104 Rf Rutherfordium | 384 50,9 Cr Chrome | 385 92,9 Mn Manganèse | 386 54,9 Fe Fer | 387 55,8 Co Cobalt | 388 58,9 Ni Nickel | 389 58,7 Cu Cuivre | 390 63,5 Zn Zinc | 391 69,7 Ga Gallium | 392 72,6 Ge Germanium | 393 74,9 As Arsenic | 394 79,0 Se Sélénium | 395 79,9 Br Brome | 396 83,8 Kr Krypton | 397 85,5 Rb Rubidium | 398 137,3 Sr Strontium | 399 87,6 Sr Strontium | 400 137,3 Ba Baryum | 401 226 Ra Radium | 402 88,9 Y Yttrium | 403 138,9 La Lanthane | 404 227 Ac Actinium | 405 91,2 Nb Niobium | 406 180,9 Ta Tantale | 407 104 Rf Rutherfordium | 408 50,9 Cr Chrome | 409 92,9 Mn Manganèse | 410 54,9 Fe Fer | 411 55,8 Co Cobalt | 412 58,9 Ni Nickel | 413 58,7 Cu Cuivre | 414 63,5 Zn Zinc | 415 69,7 Ga Gallium | 416 72,6 Ge Germanium | 417 74,9 As Arsenic | 418 79,0 Se Sélénium | 419 79,9 Br Brome | 420 83,8 Kr Krypton | 421 85,5 Rb Rubidium | 422 137,3 Sr Strontium | 423 87,6 Sr Strontium | 424 137,3 Ba Baryum | 425 226 Ra Radium | 426 88,9 Y Yttrium | 427 138,9 La Lanthane | 428 227 Ac Actinium | 429 91,2 Nb Niobium | 430 180,9 Ta Tantale | 431 104 Rf Rutherfordium | 432 50,9 Cr Chrome | 433 92,9 Mn Manganèse | 434 54,9 Fe Fer | 435 55,8 Co Cobalt | 436 58,9 Ni Nickel | 437 58,7 Cu Cuivre | 438 63,5 Zn Zinc | 439 69,7 Ga Gallium | 440 72,6 Ge Germanium | 441 74,9 As Arsenic | 442 79,0 Se Sélénium | 443 79,9 Br Brome | 444 83,8 Kr Krypton | 44 |