

Les éléments chimiques dans l'univers (chapitre 5 de Chimie sur l'univers)

Introduction : La terre est constituée d'une certaine d'éléments chimiques en proportions très différentes ([voir TP n°2 fait avec Excel sur l'abondance des éléments chimique](#)). L'oxygène, le silicium, l'aluminium, le calcium ... sont présents en quantités très importantes. Peut-on les classer de façon à prévoir certaines propriétés chimiques ?

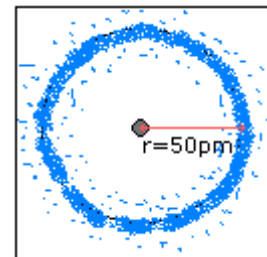
I°) Notion de couches électroniques :

1) Rappel : Cas de l'atome d'hydrogène.

Rappelons que dans le modèle vu dans le cours sur [l'atome](#), les points présents sur le schéma représentent la probabilité de trouver l'unique électron de cet atome à un instant donné. L'électron a d'autant plus de chance de se trouver dans une région de l'espace autour du noyau qu'il y a de points dans cette zone.

Il apparaît sur le schéma ci-contre une zone sphérique, centrée sur le noyau, d'épaisseur faible et de rayon moyen $r=53\text{pm}$, dans laquelle l'électron a de grandes chances de se trouver.

On dit que l'électron appartient à une **couche**.



2) Cas des autres atomes.

Un atome quelconque possède Z protons dans son noyau donc il possède électrons dans son cortège électronique car un atome est Comme pour l'atome d'hydrogène, les électrons d'un atome quelconque se répartissent autour du noyau sur de couches.

Les électrons d'un atome (ou d'un ion monoatomique) ne sont pas tous liés de la même façon au noyau. Ceux qui sont proches du noyau y sont ceux qui en sont plus éloignés y sont

Les électrons qui appartiennent à une même couche sont donc situés à la même distance moyenne du noyau et sont liés de la même façon à ce noyau.

La couche la plus proche du noyau est notée K, les suivantes sont notées dans l'ordre croissant d'éloignement: L, M, N, O, P, Q. Cette année nous ne considérerons que les trois premières couches.

II°) Répartition des électrons d'un atome (ou d'un ion monoatomique) :

1) Définitions :

La couche la plus éloignée du noyau qui contient des électrons est appelée couche externe, les autres couches sont les couches

Les électrons de cette couche externe sont appelés électrons périphériques.

2) Règles de remplissage des couches électroniques :

2.1 Première règle :

Une couche électronique ne peut contenir qu'un nombre limité d'électrons.

- La couche K (première couche) peut contenir un maximum de 2 électrons (c'est-à-dire qu'elle peut contenir 0; 1 ou 2 électrons).
- La couche L (deuxième couche) peut contenir un maximum de 8 électrons (c'est-à-dire qu'elle peut contenir 0; 1;...;7 ou 8 électrons).
- La couche M (troisième couche) peut contenir un maximum de 8 électrons (seulement pour les éléments tels que $Z \leq 18$). Lorsqu'une couche est pleine on dit qu'elle est

2.2 Deuxième règle.

Le remplissage des couches électroniques s'effectue en commençant par la couche K. Lorsqu'elle est saturée on remplit la couche et

3) Répartition ou formule électronique d'un atome ou d'un ion monoatomique.

Les règles de remplissage précédentes permettent d'établir la répartition électronique (ou formule électronique) d'un atome ou d'un ion de la façon suivante:

- On détermine le nombre d'électrons à répartir (Z électrons pour un atome).
- On écrit, côte à côte et entre parenthèses, les lettres de chaque couche contenant des électrons.
- On indique, en haut et à droite de chaque parenthèse, le nombre d'électrons présents dans la couche considérée.

Exemple: pour un atome de carbone $Z=6$. Le noyau de cet atome possède donc Cet atome étant électriquement neutre, il possède qu'il faut répartir. En utilisant les règles précédentes, on établit la formule électronique du carbone soit :

III°) Quelles sont les structures électroniques les plus stables ?

1) Les gaz nobles : Dans l'univers, les atomes restent rarement isolés, ils s'associent pour former des molécules ou des cristaux ioniques. A l'état naturel, seul les éléments tels que l'hélium, le néon, l'argon (éléments de la dernière colonne de la classification périodique) existent à l'état atomique. Ces derniers sont appelés gaz rares, nobles ou En effet ils ne réagissent avec quasiment aucune autre espèce.

Leur inertie chimique est due à leur répartition électronique externe, en duet (deux électrons) pour l'Hélium (.....) et en octet (huit électrons) pour le néon, l'argon, le krypton (exemple pour le néon).

2) **Règle du duet et de l'octet** : La stabilité évoquée ci-dessus est recherchée par les autres atomes.

Règle du duet : Au cours de leurs transformations chimiques, les atomes caractérisés par $Z < 4$ évoluent de manière à saturer leur couche (K). Ils acquièrent un "duet" d'électrons c'est-à-dire une paire d'électrons comme le gaz rare le plus proche qui est

Règle de l'octet :

Au cours de leurs transformations chimiques, les atomes caractérisés par $Z > 4$ évoluent de manière à saturer leur couche externe (L) ou (M) etc.... Ils acquièrent un "octet" d'électrons c'est-à-dire 8 électrons ou 4 paires d'électrons de façon à ressembler au gaz rare le

Exemples : - l'aluminium qui a un numéro atomique de $Z=13$ possède 13 électrons répartie de la façon suivante....., lors d'une réaction chimique il va chercher à avoir sa dernière couche complète : il est plus simple pour lui de perdre 3 électrons que d'en gagner 5 par conséquent l'aluminium donnera l'ion de répartition électronique
- le Fluor qui a un numéro atomique de $Z=9$ possède 9 électrons répartie de la façon suivante , lors d'une réaction chimique il va chercher à avoir sa dernière couche complète : il est plus simple pour lui de gagner 1 électron que d'en perdre 7 par conséquent le Fluor donnera l'ion de répartition électronique

IV°) Classification historique de Mendeleïev :

Au début du XIX, on comptait une trentaine d'éléments. En 1869, on en connaissait 63. La nécessité d'une classification s'imposait. C'est Dimitri Mendeleïev en 1869 qui est à la base de l'actuelle classification périodique.

1) Principes du classement dans la classification périodique : En examinant la présentation du [tableau périodique proposée par le professeur](#) on peut s'apercevoir que :

- Les éléments chimiques sont classés par numéro atomique croissant quand.....
- Une nouvelle ligne du tableau, appelée période est utilisée chaque fois que le remplissage électronique fait intervenir une nouvelle couche : Exemples : H ($Z=1$) : Li ($Z=3$) : Na ($Z=11$)
- Les éléments dont les atomes ont le même nombre d'électrons sur leur couche externe sont disposés dans une même colonne Exemples : Be ($Z=4$) : Mg ($Z=12$) qui sont sur la deuxième colonne.

2) Familles chimiques :

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

On peut donc légitimement supposer et nous le vérifions dans la réalité que les atomes des éléments d'une même colonne ont des propriétés chimiques très semblables, même si elles ne sont pas rigoureusement identiques. On dit que les éléments d'une même colonne constituent une

Famille des alcalins (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) : Les éléments de la 1^{ère} colonne (sans l'hydrogène) possèdent sur leur dernière couche (couche externe), ils ont un caractère basique (alcalin) en présence d'eau. Ils sont même très réactif car ils veulent se débarrasser de leur unique électron sur la dernière couche ([voir la vidéo](#))

Famille des alcalino-terreux (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) : Ce sont les éléments de la 2^{ème} colonne, ils possèdent sur leur dernière couche (couche externe), ils ont un caractère basique et ils sont présents dans la terre.

Famille des halogènes : Les éléments de l'avant dernière colonne (F, Cl, Br, I) forment la famille des halogènes, caractérisés par des atomes possédant une couche électronique externe

Famille des gaz nobles (ou rares) : il s'agit des éléments de la dernière colonne (He, Ne, Ar, Kr, Xe).

Les atomes associés à ces éléments possèdent (octet), à l'exception de l'hélium qui n'en possède que (duet). A température et pression ordinaire, ce sont des gaz monoatomiques présentant une absence quasi-totale de réactivité chimique.

3) Prévision de la charge d'un ion monoatomique :

La règle du duet et de l'octet permet de prévoir que les atomes des éléments de:

- La colonne (1) possèdent un électron sur leur couche externe. Ils ont tendance à le perdre pour donner un ion portant une charge (cation). Exemples: Li^+ , Na^+ etc....
- La colonne (2) possèdent deux électrons sur leur couche externe. Ils ont tendance à les perdre pour donner un ion portant Exemples: Be^{2+} , Mg^{2+} etc....
- La colonne 13, possèdent trois électrons sur leur couche externe. Ils ont tendance à les perdre pour donner un ion portant Exemples: B^{3+} , Al^{3+} etc....
- La colonne 17, dans la présentation réduite, possèdent sept électrons sur leur couche externe. Ils ont tendance à un électron pour donner un ion portant une charge négative (anion). Exemples: F^- , Cl^- etc....