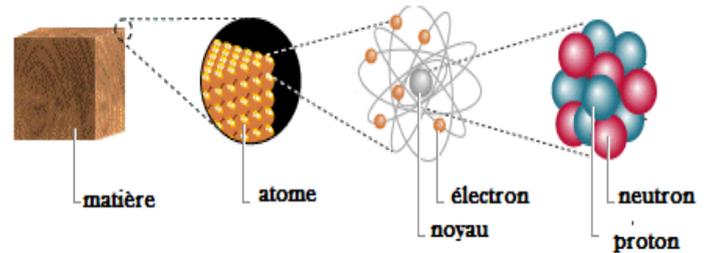


Cours N° 4 :

*Le modèle de l'atome***Introduction :**

Toute la matière qui nous entoure est composée d'atomes.

- Qu'est-ce qu'un atome ?
- Quels sont ses constituants ?

**1. Evolution de modèle de l'atome :**

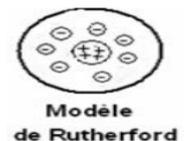
400 ans avant J.-C. le philosophe grec **Démocrite** a considéré que la matière est constituée de petits grains indivisibles qu'il appelle atomes. Cette imagination restait dominante jusqu'à l'arrivée de **Dalton** en 1803 (physicien britannique) qui a supposé l'existence des atomes de formes sphériques et qu'il en existe plusieurs types qui peuvent expliquer les propriétés de la matière.

En 1897, le britannique **Thomson** a proposé un modèle de l'atome dans lequel l'atome est une boule électriquement neutre remplie d'une substance chargée positivement et d'électrons chargés négativement.

En 1907 Thomson demande à son élève **Rutherford** de vérifier l'exactitude de son modèle atomique qui à l'aide de sa célèbre expérience dans laquelle il a bombardé une mince feuille d'or un faisceau de particules alpha il a mis en évidence l'existence du noyau atomique et il a proposé le modèle planétaire de l'atome : Un noyau positif chargé positivement autour duquel gravite des électrons.

En 1913 le modèle de **Bohr** considère les électrons tournent autour du noyau selon des orbites de rayon défini, pas tous identiques et pas tous contenus dans le même plan.

Le modèle actuel de l'atome est donné en 1925 par deux savants : **Schrödinger** et **Louis de Broglie** : ils ont admis que la notion d'orbite n'a plus de sens pour un électron dans un atome. Les électrons forment un nuage qui entoure le noyau, ils tournent autour du noyau de façon aléatoire et désordonnée. On parle de chance de trouver l'électron à une distance donnée du noyau (modèle probabiliste).

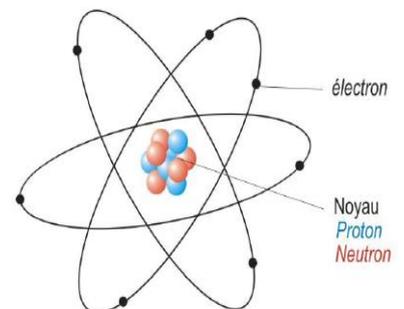
**2. Structure de l'atome :****1. Constituants de l'atome :**

L'atome est constitué d'un **noyau** autour duquel tournent des **électrons** :

a. Le noyau :

Il est constitué de particules élémentaires appelées : **nucléons**, qui sont de deux sortes : **les protons** et **les neutrons**.

- Le **proton p** est une particule élémentaire de masse $m_p = 1,673.10^{-27}kg$ et porte une charge électrique positive $q_p = e = 1,6.10^{-19}C$.
- Le **neutron n** est une particule élémentaire de masse $m_n = 1,675.10^{-27}kg$ et électriquement neutre $q_n = 0 C$.

**b. Les électrons :**

Un **électron e-** est une particule très peu massive $m_e = 9,1.10^{-31}kg$ et pourvue d'une charge électrique négative de $q_{e-} = -e = -1,6.10^{-19}C$

Remarque :

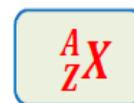
C : est le symbole du Coulomb unité de charge électrique.

$e = 1,6.10^{-19}C$: appelée la charge élémentaire.

2. Notation symbolique d'un atome

On représente le noyau d'un atome (et lui-même) par le symbole suivant :

- X : représente le symbole de l'élément chimique.
- A : nombre de nucléons (protons + neutrons) ou nombre de masse.
- Z : nombre de protons ou nombre de charges, on l'appelle aussi numéro atomique.



Remarques :

- Le nombre de neutrons du noyau est : $N = A - Z$
- Les deux nombres A et Z sont suffisants pour caractériser un noyau.

Exemples :

L'atome	Symbole	numéro atomique Z	nombre de nucléons A	nombre de neutrons N
Hydrogène H	${}^1_1\text{H}$	1	1	0
Sodium Na	${}^{23}_{11}\text{Na}$	11	23	12
Lithium Li	${}^7_3\text{Li}$	3	7	4
Carbone C	${}^{12}_6\text{C}$	6	12	6

3. La masse d'un atome :

La masse de l'atome est la somme de la masse de ses différents constituants :

$$m_{\text{atome}} = m_{\text{noyau}} + m_{\text{électrons}} = (Z \cdot m_p + (A-Z) \cdot m_n) + Z \cdot m_e$$

La masse de l'atome est concentrée dans son noyau. Donc on peut négliger la masse des électrons devant celle des protons (soit $m_p \approx m_n \approx m_{\text{nucléon}} \approx 1,7 \cdot 10^{-27} \text{kg}$). Alors la masse approchée de l'atome est égale à :

$$m_{\text{atome}} \approx Z \cdot m_p + (A-Z) \cdot m_n \approx A \cdot m_{\text{nucléon}}$$

4. Neutralité électrique (ou électroneutralité) de l'atome :

- L'atome est électriquement neutre c'est-à-dire la charge électrique totale de l'atome est nulle : $Q_{\text{atome}} = 0 \text{ C}$

- Le noyau comporte Z protons de charge électrique e. Donc sa charge électrique totale est : $Q_{\text{noyau}} = +Z \cdot e$

- Si a le nombre des électrons. Donc la charge totale des électrons est : $Q_{\text{électrons}} = -a \cdot e$

On a : $Q_{\text{atome}} = Q_{\text{noyau}} + Q_{\text{électrons}} = 0$ D'où : $+Z \cdot e - a \cdot e = 0$ Alors : $a = Z$

Donc le nombre d'électrons d'un atome autour de son noyau est égale au nombre de protons dans le noyau.

Application 1 :

Compléter le tableau ci-dessous :

Atome	Nombre de nucléons	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre d'électrons	Charge du noyau	Charge des électrons	Charge de l'atome
${}^{35}_{17}\text{Cl}$							
${}^{27}_Z\text{Al}$				13			
${}^A_{26}\text{Fe}$			30				

Application 2 :

Le symbole de l'élément chimique Cuivre est : ${}^{63}_{29}\text{Cu}$

1. Déterminer la composition (nombre de protons, de neutrons et d'électrons) de cet atome.

2. Calculer la charge du noyau de l'atome de cuivre. On donne : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

3. Déterminer la masse approximative d'un atome de cuivre. On donne : $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{kg}$

Application 3 :

Une boule de papier d'aluminium de masse $m = 1,13\text{g}$ contient $2,5 \times 10^{22}$ atomes d'aluminium. La charge du noyau portée par un atome d'aluminium est : $Q_{\text{noyau}} = 2,08 \times 10^{-18}\text{C}$.

1. Déterminer la masse d'un atome d'aluminium, et déduire le nombre de nucléons A de cet atome.

.....

.....

.....

.....

2. Déterminer le numéro atomique Z de l'atome d'aluminium.

.....

.....

3. Donner la représentation symbolique de l'atome d'aluminium.

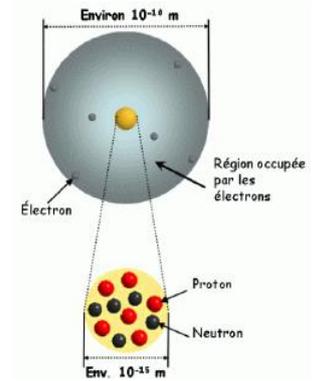
.....

5. Dimensions d'un atome :

Le noyau d'un atome a un rayon de l'ordre de $r_n = 10^{-15}\text{ m}$. L'atome peut être considéré comme une *sphère* de rayon $r_a = 10^{-10}\text{ m}$.

☞ Le rapport du rayon de l'atome au rayon du noyau est $\frac{r_a}{r_n} = \frac{10^{-10}}{10^{-15}} = 10^5$ Alors $r_a = 10^5 r_n$

☞ L'atome est essentiellement constitué *de vide*, ce qui explique sa *structure lacunaire*.



3. L'élément chimique :

1. Définition :

L'élément chimique est l'ensemble des entités chimiques caractérisées par le même numéro atomique Z .

Chaque élément chimique est représenté par un symbole chimique.

Exemples :

Nom	Hydrogène	Carbone	Azote	Oxygène	Fluor	Chlore	Fer	Zinc
Numéro atomique Z	1	6	7	8	9	17	26	30

2. Les isotopes :

Les isotopes sont des atomes dont les noyaux possèdent le même numéro atomique Z et diffèrent par leur nombre de masse A .

Exemple : les isotopes de l'élément de carbone : $^{12}_6\text{C}$; $^{13}_6\text{C}$; $^{14}_6\text{C}$

3. Les ions monoatomiques :

Un ion monoatomique résulte d'un atome qui a **gagné** ou **perdu** un ou plusieurs **électrons**.

- Un atome qui **perd** des électrons acquiert une **charge positive**, il se forme un **ion positif** s'appelle **cation**.

Exemples : Na^+ ; Mg^{2+} ; Al^{3+} .

- Un atome qui **gagne** des électrons acquiert une **charge négative**, il se forme un **ion négatif** s'appelle **anion**.

Exemples : F^- ; Cl^- ; O^{2-}

Application 4 :

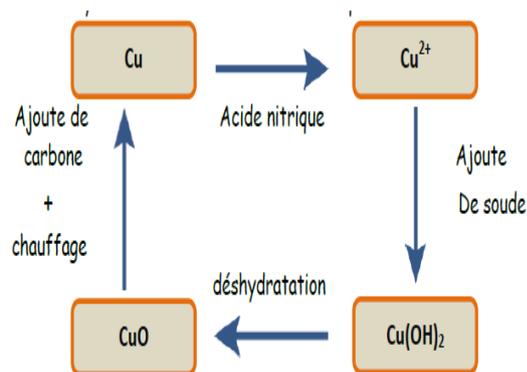
Compléter le tableau ci-dessous :

Ion	Atome	Charge d'ion	Nombre de nucléons	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre d'électrons
$^{23}_{11}\text{Na}^+$						
$^{32}_{16}\text{S}^{2-}$						
$^{27}_{13}\text{Al}^{3+}$						10

4. Conservation de l'élément chimique :

Activité :

- Transformation 1 : l'action de l'acide nitrique sur le métal cuivre.
 → ion de cuivre II : Cu^{2+} .
- Transformation 2 : réaction entre les ions de cuivre II et la soude.
 → hydroxyde de cuivre II : $\text{Cu}(\text{OH})_2$.
- Transformation 3 : déshydratation par chauffage d'hydroxyde de cuivre II.
 → monoxyde de Cuivre : CuO .
- Transformation 4 : réaction de carbone avec monoxyde de cuivre
 → métal cuivre (Cu).



Conclusion :

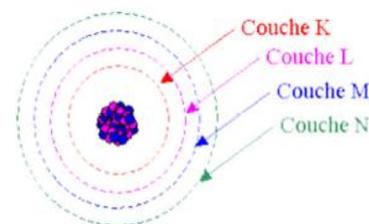
Au cours des transformations chimiques, il y a un changement dans l'identité des objets réactifs sans modification des éléments chimiques.

En général, nous disons, les éléments chimiques sont conservés au cours des transformations chimiques.

4. Répartition électronique d'un atome :

1. Couches électroniques :

Les électrons d'un atome se répartissent dans des couches électroniques. Chaque couche électronique est repérée par une lettre K, L, M pour les atomes $Z \leq 18$



2. Règles de remplissage des couches électroniques :

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.
- La couche L (deuxième couche) peut contenir un maximum de 8 électrons.
- La couche M (troisième couche) peut contenir un maximum de 8 électrons (seulement pour les éléments tels que $Z \leq 18$).

Deuxième règle : Le remplissage des couches électroniques s'effectue en commençant par la couche K. Lorsqu'elle est saturée (pleine) on remplit la couche L et ainsi de suite.

3. Structure électronique de l'atome :

La structure électronique de l'atome décrit la distribution des électrons de cet atome dans différentes couches.

La structure électronique est composée des lettres correspondant aux couches K, L, M. Les lettres sont écrites entre parenthèse. On indique le nombre d'électrons qu'elles contiennent en exposant haut à droite.

Exemples :

L'atome ou ion	${}^1_1\text{H}$	${}^{23}_{11}\text{Na}$	${}^{35}_{17}\text{Cl}^-$	${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$
Nombre d'électrons	1	11	18	10
Structure électronique	(K) ¹	(K) ² (L) ⁸ (M) ¹	(K) ² (L) ⁸ (M) ⁸	(K) ² (L) ⁸

Remarques :

- La dernière couche de la structure électronique contenant des électrons est appelée la couche externe.
- Les autres couches occupées par des électrons sont nommées couches internes.
- Les électrons de la couche externe appelés électrons de valence.
- Si la couche externe d'un élément (atome ou ion) est saturée, on dit que cet élément est stable.

Application 5 :

Le numéro atomique de l'élément soufre est : $Z = 16$

1. Ecrire la répartition des électrons de l'atome de soufre.

2. Indiquer la (ou les) couche(s) interne(s) et la couche externe.

3. Combien d'électrons l'atome de soufre a-t-il dans sa couche externe.

Application 6 :

1. La structure électronique de l'atome de chlore Cl est : $(K)^2(L)^8(M)^7$. Le noyau de cet atome possède 18 neutrons.

a. Déterminer le nombre d'électrons de cet atome.

b. Quel est le nombre d'électrons de valence (ou électrons externes).

c. La couche externe est-elle saturée ou non ? Justifier votre réponse.

d. Quel est le numéro atomique Z (nombre de protons) de cet atome ? Justifier votre réponse.

e. Déduire A le nombre de nucléons A.

f. Donner la représentation symbolique de l'atome de Chlore Cl.

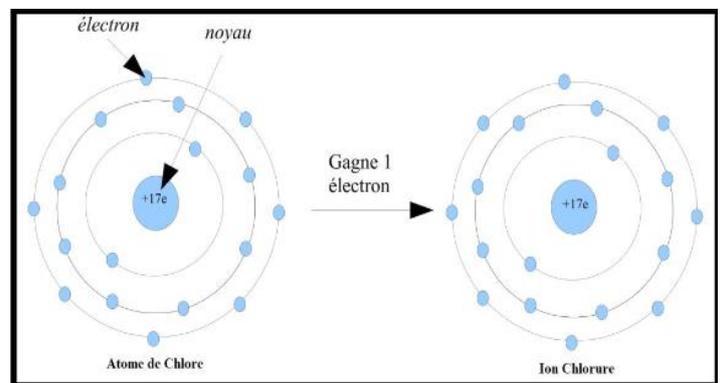
2. Le schéma ci-contre montre le passage d'un atome de chlore à ion chlorure.

a. Donner la structure électronique de l'ion chlorure.

b. Ion chlorure est-il stable ou non ? Justifier votre réponse ?

c. Donner le symbole de l'ion chlorure.

d. Ion chlorure est-il cation ou anion ? Justifier votre réponse ?



Application 7 :

Un atome inconnu possède 12 neutrons et deux électrons sur sa couche externe M.

1. Déterminer la configuration électronique de cet atome.

2. Déterminer le numéro atomique Z de cet atome.

3. Déterminer la charge électrique du noyau. On donne : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$

4. Déterminer A le nombre de nucléons.

5. Donner la représentation symbolique de cet atome sachant que son symbole chimique est Mg.

6. L'ion formé par cet atome résulte de la perte de deux électrons de la couche externe. Donner la structure électronique de cet ion.

7. Déterminer la charge électrique portée par cet ion. S'agit-il d'un cation ou d'un anion ?

8. Ecrire la formule chimique de cet ion.