

Deuxième Partie :  
constituants de la  
matière

Unité 4

4 H

نموذج الذرة

Le modèle de l'atome



Tronc Commun  
Chimie

I – L'évolution historique du modèle de l'atome:

1 – Activité :

Dès l'**Antiquité**, les premiers "scientifiques" **grecs** croyaient que la matière était constituée de quatre éléments : la **terre**, l'**air**, l'**eau** et le **feu**. Cette théorie **quoique simple** était le résultat d'**observations** de philosophes tels que **Thalès** et **Empédocle** lors de la **combustion** d'un morceau de **bois** « pendant la combustion, il y a production de **fumée** (air), de **vapeur d'eau** (eau) et de **cendre** (terre) ».

La **théorie atomique** la plus originale de l'époque fut proposée au V<sup>e</sup> siècle Avant la naissance de Jésus par **Démocrite**. Ce savant philosophe énonça que la matière était constituée des particules **infiniment petites** et **indivisibles** appelées **atomos**. Entre ces particules existait un **espace vide** : la matière était donc **discontinue**. **Démocrite** n'étant pas un philosophe **très populaire** en son temps, sa théorie ne trouva aucun appui et elle fut donc **rejetée** au profit d'une théorie de la **continuité** de la matière proposée par **Aristote**.

**Aristote** s'appuyait sur le concept des **quatre éléments** de base de **Thalès** et affirmait que les atomos **ne pouvaient exister** puis quels sont invisibles à ses yeux. La **conception aristotélicienne** de la matière reçut l'appui des **religieux** de l'époque et traversa les siècles qui suivirent jusqu'au 18<sup>ème</sup> Vers le **15<sup>e</sup> siècle**, des savants commencèrent à progresser dans la connaissance de la matière et à mettre en **doute** les concepts aristotéliciens du monde et de la matière.

Lorsqu'en 1803 le chimiste britannique **John Dalton** (1766-1844) étudia les **réactions chimiques**, il fonda sa théorie sur l'existence de petites particules insécables, les **atomes**. La **théorie atomique de Dalton** ne fut pas **acceptée** tout de suite dans la communauté scientifique. Elle ne découlait pas d'une **observation expérimentale directe** comme les lois physiques, elle était plutôt le fruit d'une **déduction logique**. Personne n'avait jamais **vu d'atomes... alors comment y croire ?**

Sir **Joseph John Thomson** (1856-1940) physicien anglais, reçut en 1906 le **prix Nobel de physique** pour son travail sur la **conduction de l'électricité par les gaz**. S'appuyant sur les travaux du britannique **Crookes** (1832-1919), **Thomson** est à l'origine de la découverte de l'**électron** par ses expérimentations sur les **flux de particules** (électrons)



DEMOCRITE  
IV<sup>ème</sup> siècle AVJC

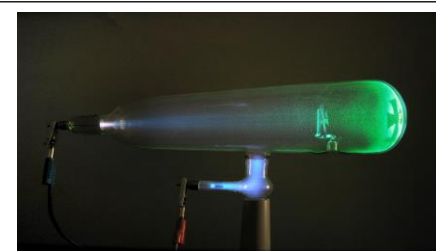
La matière est constituée de corpuscules invisibles à cause de leur extrême petitesse, indivisibles et éternels.

ARISTOTE  
IV<sup>ème</sup> siècle AVJC

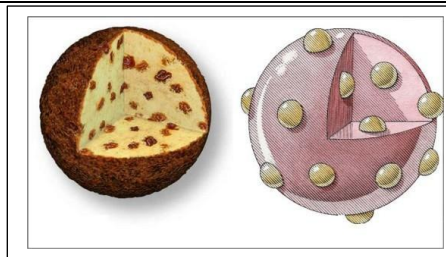


Mais non ! On sait tous que la matière est constituée des quatre éléments : l'eau, la terre, le feu et l'air...

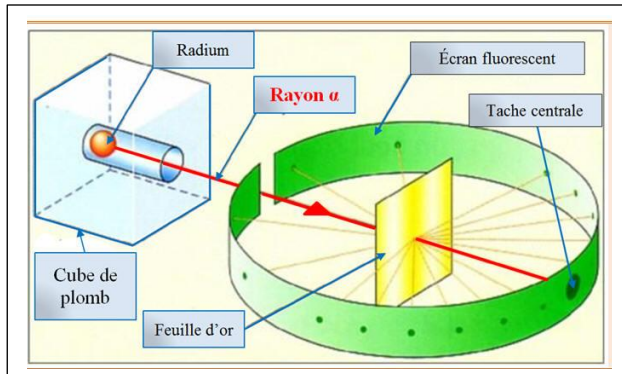
| ELEMENTS   |    |           |     |
|------------|----|-----------|-----|
| Hydrogen   | 1  | Strontian | 46  |
| Azote      | 5  | Barytes   | 68  |
| Carbon     | 56 | Iron      | 56  |
| Oxygen     | 7  | Zinc      | 56  |
| Phosphorus | 9  | Copper    | 56  |
| Sulphur    | 13 | Lead      | 90  |
| Magnesia   | 20 | Silver    | 190 |
| Lime       | 24 | Gold      | 190 |
| Soda       | 28 | Platina   | 190 |
| Potash     | 42 | Mercury   | 167 |



créés par des **rayons cathodiques**. Théoricien et expérimentateur, Thomson avança en 1898 la théorie du « **plum-pudding** » ou « **pain aux raisins** » sur la **structure atomique**, dans laquelle les électrons sont considérés comme des « **raisins** » **négatifs enfoncés** dans un « **pain** » de **matière positive**. On appelle souvent le **modèle de Thomson**.

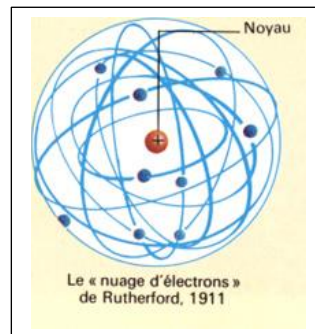


Lord **Ernest Rutherford** (1871-1937) physicien britannique, fut, en 1908, lauréat du **prix Nobel** de chimie pour ses découvertes sur la **structure de l'atome**. En bombardant une mince **feuille d'or** avec des **particules alpha** (chargées), il observa que **la plupart des particules** traversaient la feuille **sans être déviées**, alors que **certaines** (1/30000) étaient **détournées**.



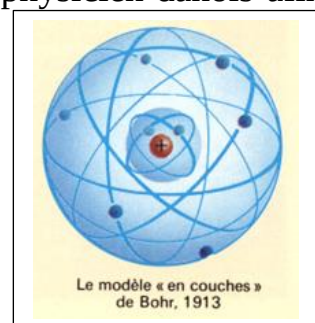
Le **nouveau modèle de l'atome** avait les caractéristiques suivantes :

- L'**atome est surtout constitué de vide** (la plupart des particules traversent la feuille d'or comme s'il n'y avait pas d'obstacle)
- Au **centre de l'atome** doit se trouver une **masse importante positive** (que Rutherford appela **noyau**) puisque les particules sont **déviées** en traversant la feuille d'or (les mêmes charges se **repoussent**). Ce noyau doit être **extrêmement petit et dense** puisqu'une très petite proportion des particules rebondit directement. L'**atome est neutre**, il y a autant de **charges positives** que de **charges négatives**. *Les charges négatives gravitent autour du noyau comme les planètes autour du soleil* dont le **diamètre d'atomes** est supérieur à **100 000 fois** le **diamètre** de leurs **noyaux**.



Le **modèle de Rutherford** fut **modifié** par Niels **Bohr** (1885-1962) physicien danois afin de le **rendre conforme** aux **nouvelles découvertes**.

**Bohr** obtint le **prix Nobel** en 1922, pour sa contribution à la **physique nucléaire** et à la compréhension de la **structure atomique**. Son travail s'inspira du **modèle nucléaire** de l'atome de **Rutherford**, dans lequel *l'atome est considéré comme un noyau compact entouré d'un essaim (سرب) d'électrons* dans des **orbites circulaires** qui sont **distribuées** en discontinuités.



Cependant, ce modèle a été **largement critiqué** : sur la base des recherches de **Schrödinger** (1887-1961) et **De Broglie** (1892-1987), le **modèle actuellement adopté** de l'atome est *un noyau chargé positivement entouré par un nuage électronique*.

a- Qui a découvert l'électron ?

.....

.....

b- Quel est le modèle d'atome proposé par J.J. Thomson ?

.....

c- Que déduit Rutherford de son expérience ?

d- Quel est le modèle d'atome proposé par Rutherford ?

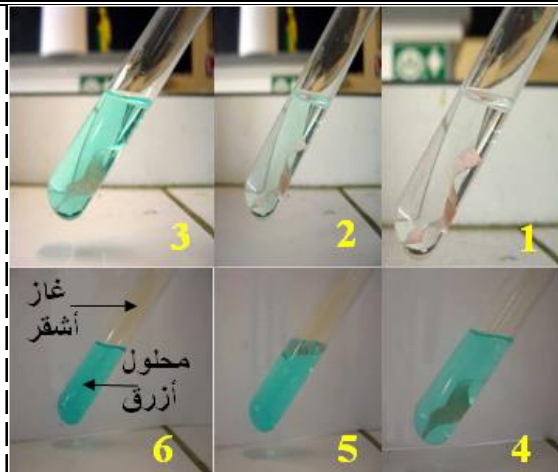
### 3 – L'élément chimique :

#### 3-1- Activité :

##### Exp 1: Effet de l'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) sur le cuivre métallique.

Placer un morceau de **tournure de cuivre  $\text{Cu}$**  dans un **tube à essai** et on ajoute, sous la hotte, la **solution d'acide nitrique ( $\text{H}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ )** et après un temps, nous remarquons :

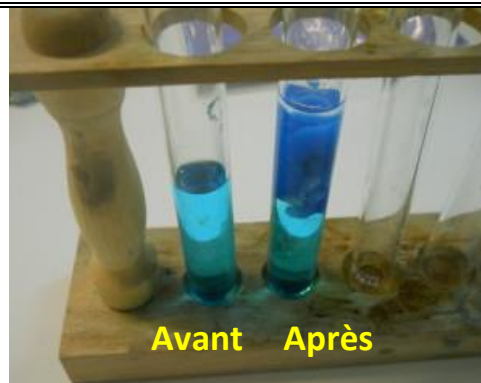
- \* La **libération** d'un gaz toxique de couleur **roux** c'est le **dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$** .
- \* La **solution** prend la couleur **bleue**.
- \* La **disparition totale** du **tour de cuivre** lors de l'ajout d'une quantité suffisante d'acide nitrique.



##### Exp2 : Précipitation de l'élément chimique formé lors de la 1<sup>ère</sup> expérience.

Dans un **tube à essai**, on met une quantité de la **solution obtenue** dans l'expérience précédente (**solution de nitrate de cuivre II**) et on ajoute une petite quantité de **solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{HO}^-$ )**.

Nous remarquons : Un **précipité bleu**, c'est l'**hydroxyde de cuivre II  $\text{Cu}(\text{OH})_2$** .



##### Exp 3: Retirer l'eau de l'hydroxyde de cuivre II.

On Filtre le **précipité** obtenu à l'expérience 2 à l'aide de **papier filtre** puis on met le **corps obtenu  $\text{Cu}(\text{OH})_2$**  dans un **tube à essai** et on le **chauffe**.

Nous remarquons : La **formation** d'un **corps noir** solide, c'est l'**oxyde de cuivre II  $\text{CuO}$** .





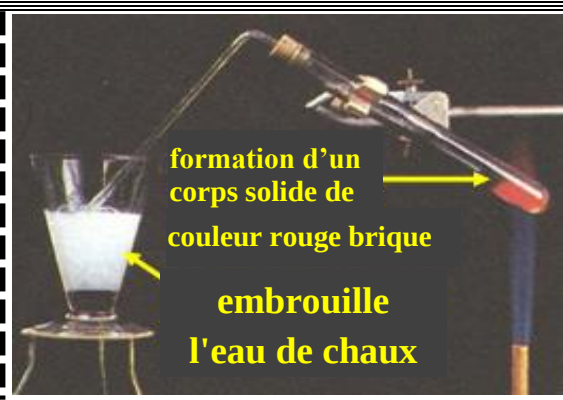
### Exp 4 : Réaction de l'oxyde de cuivre II avec du carbone.

Nous chauffons un mélange de  **$\text{CuO}$**  obtenu dans l'expérience 3 et le **carbone  $\text{C}$**  dans un **tube à essai**.

Nous remarquons :

\* La **libération** de gaz incolore **embrouille l'eau de chaux**.

\* La **formation** d'un **corps solide** de couleur **rouge brique**.



a- Quelle est la **couleur** du métal de cuivre ? **Décrire** ce qui arrive au cuivre dans l'expérience 1.

.....

.....

.....

b- Identifier l'**élément chimique** mis en évidence par l'indicateur dans l'expérience 2, **décrire** ce qui arrive au cuivre dans l'expérience 2.

.....

.....

.....

c- Expliquer l'effet du **chauffage** sur l'**hydroxyde de cuivre II  $(\text{OH})_2$** , qui est transformé en **oxyde de cuivre II  $\text{CuO}$** .

.....

.....

d- Qu'est-ce qui montre l'embrouille d'eau de chaux ? Quel est le corps rouge brique formé ?

.....

.....

.....

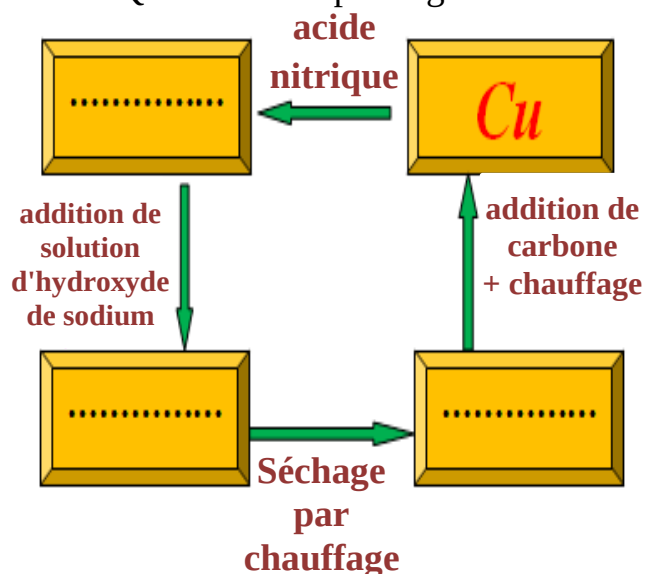
.....

e- Compléter le schéma suivant, que déduisez-vous à travers ces transformations successives?

.....

.....

.....



**EXEMPLE :**

| L'atome     | Symbole          | numéro atomique Z | nombre de nucléons A | nombre de neutrons N |
|-------------|------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| Hydrogène H | ${}^1_1H$        |                   |                      |                      |
| Sodium Na   | ${}^{23}_{11}Na$ |                   |                      |                      |
| Lithium Li  | ${}^7_3Li$       |                   |                      |                      |
| Carbone C   | ${}^{12}_6C$     |                   |                      |                      |

**EXEMPLE :**

| Atome  | Symbole          | Z | A | Masse de l'atome en Kg |
|--------|------------------|---|---|------------------------|
| Chlore | ${}^{35}_{17}Cl$ |   |   |                        |
| Cuivre | ${}^{63}_{29}Cu$ |   |   |                        |

**EXEMPLE :**

| Ion                           | Atome            | Charge d'ion | Z | A  | N | Nbre d'e <sup>-</sup> |
|-------------------------------|------------------|--------------|---|----|---|-----------------------|
| Sodium ${}^{23}_{11}Na^{+}$   |                  |              |   |    |   |                       |
| Cuivre I                      | ${}^{63}_{29}Cu$ | +e           |   |    |   |                       |
| Cuivre II                     |                  |              |   |    |   |                       |
| Aluminium                     | ${}^{27}_{13}Al$ |              |   |    |   | 10                    |
| Fluorure                      | $F$              |              | 9 | 18 |   | 10                    |
| Chlorure ${}^{35}_{17}Cl^{-}$ |                  |              |   |    |   |                       |
| Sulfure                       | ${}^{32}_{16}S$  |              |   |    |   | 18                    |
| Azote                         | $N$              | -3e          | 7 |    | 7 |                       |

| Les Ions             | Nom de Composés ioniques | Formule chimique |
|----------------------|--------------------------|------------------|
| $Na^{+}, Cl^{-}$     |                          |                  |
| $Cu^{+}, O^{2-}$     |                          |                  |
| $Cu^{2+}, S^{2-}$    |                          |                  |
| $Cu^{2+}, NO_3^{-}$  |                          |                  |
| $Al^{3+}, SO_4^{2-}$ |                          |                  |
| $Ca^{2+}, F^{-}$     |                          |                  |

| L'atome ou l'ion                | Z | Structure électronique |
|---------------------------------|---|------------------------|
| Hydrogène ${}^1_1H$             |   |                        |
| Sodium ${}^{23}_{11}Na$         |   |                        |
| Lithium ${}^7_3Li^{+}$          |   |                        |
| Fluorure ${}^{18}_9F^{-}$       |   |                        |
| Aluminium ${}^{27}_{13}Al^{3+}$ |   |                        |
| Oxygène ${}^{16}_8O^{2-}$       |   |                        |
| Chlore ${}^{35}_{17}Cl$         |   |                        |