



# Chapitre 1

## Modèle de l'atome et concept d'élément chimique

L'objectif de ce chapitre est de mieux comprendre la structure microscopique de la matière et de ses principaux constituants, les atomes. Ceci permettra ensuite de comprendre comment sont formés les molécules ou les ions, puis d'interpréter les transformations chimiques.

La présentation et l'utilisation d'un **modèle de l'atome** permettra de définir le concept d'**élément chimique**.

### Activité 1 : Dessine-moi un atome.

- 1) A l'aide d'un schéma légendé de grande taille, représentez ce que vous pensez être un atome.
- 2) Faites ensuite légender ou corriger ce schéma par votre voisin.

✂-----✂

### Activité 2 : L'idée atomique et les modèles historiques de l'atome

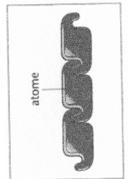
*La constitution de la matière a été dès l'antiquité un sujet de réflexion important des « philosophes ». L'élaboration d'un modèle de l'atome a duré plusieurs siècles !*

*Votre chance est de disposer des différents modèles successifs, quelques minutes doivent vous suffire pour proposer le modèle de l'atome qui sera utilisé en 2<sup>nd</sup>e.*

Lire le texte suivant.

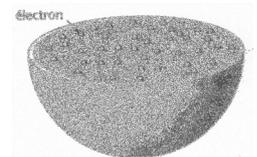
- Souligner tous les termes que vous ne comprenez pas.
- Compléter la feuille "La longue histoire de l'atome en 6 dates" à l'aide des cases de la feuille annexe à découper.

Dès 420 avant JC, **Démocrite** (philosophe grec) a l'intuition de l'existence des atomes et invente leur nom (" a-tomos " en grec, qui signifie « insécable »). Il y a des "atomes crochus" dont l'association conduit aux solides. Leurs conceptions de la matière ne procédaient pas d'observation, ni d'expériences scientifiques mais d'intuitions. Aristote (philosophe grec) conteste cette existence et son prestige est tel qu'il faut attendre le début du XIX<sup>ème</sup> siècle pour que cette idée reprenne vie.



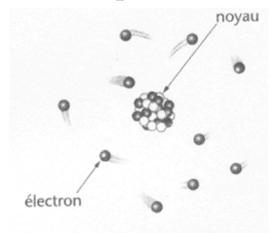
En 1805, **John Dalton** annonce au monde l'existence des atomes. Il considère que la matière est faite d'atomes de forme sphérique pleine qui ont la propriété d'être insécables. La théorie atomique moderne est née.

En 1881, la notion d'atome comme particule indivisible est mise en doute. **Joseph John Thomson** découvre l'un des composants de l'atome. Il s'agit de particules élémentaires négatives appelées en 1891 électrons. Au début du XX<sup>ème</sup> siècle, les physiciens cherchent à connaître la répartition de la charge électrique à l'intérieur de l'atome. En 1904, Thomson partant de l'idée que l'atome est électriquement neutre, pense qu'il doit contenir des charges positives qui doivent compenser les charges négatives des électrons. Il suppose que la charge positive est répartie dans un petit volume (qui peut avoir la forme d'une sphère de rayon  $10^{-10}$  m) et qu'elle est parsemée à l'intérieur d'électrons (comme des raisins dans un cake, on parle aussi du "pudding" de Thomson).



En 1910 **Ernest Rutherford** déduit de ses expériences que la charge positive doit occuper un tout petit volume qu'il appelle " noyau". Il trouve aussi que la majorité de la masse de l'atome est concentrée dans un noyau minuscule. Les dimensions du noyau sont de l'ordre de  $10^{-15}$  m et sa charge totale est un multiple entier de la charge de l'électron (au signe près).

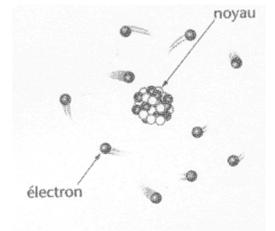
Rutherford pense alors au modèle planétaire pour décrire un atome. Il propose comme modèle un tout petit noyau chargé positivement et comportant l'essentiel de la masse de l'atome, autour duquel les électrons décrivent des orbites. Ce modèle planétaire est perfectionné par le Danois **Niels Bohr** en 1913 qui considère que les électrons évoluent suivant des trajectoires privilégiées.





## Modèle de l'atome

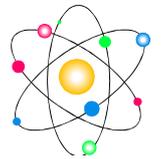
- 1- Toute matière est constituée à partir de petits grains appelés atomes dont la taille est de quelques dixièmes de nanomètres ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ).
- 2- Un atome est formé d'un **noyau** chargé positivement entouré d'un **nuage électronique** chargé négativement (les électrons tournent autour du noyau). Un atome est **électriquement neutre**.
- 3- L'essentiel du volume d'un atome est du vide, on dit qu'il a une **structure lacunaire**
- 4- Le noyau d'un atome est un assemblage compact environ cent mille fois plus petit que l'atome. Il est constitué de particules extrêmement petites appelées **nucléons**. Ces nucléons peuvent être soit des **protons** chargés positivement, soit des **neutrons** qui ne portent pas de charge (ils sont neutres).



### Activité 3 : Constituants de l'atome et distances dans l'atome

A l'aide du texte (activité 2) mais surtout des énoncés du modèle de l'atome, répondre aux questions suivantes :

- a. Donner l'ordre de grandeur du rayon d'un **atome** (une puissance de 10 + une unité) : .....
- b. Donner l'ordre de grandeur du rayon d'un **noyau** (une puissance de 10 + une unité) : .....
- c. Le schéma d'un atome ci-contre n'est pas à l'échelle. On souhaite faire une maquette à l'échelle d'un atome en prenant une bille de 0,010 m de rayon comme représentant du noyau. Quel devra être l'ordre de grandeur de la distance séparant le centre de la bille et une bille représentant un électron au plus loin du noyau.



| Ordre de grandeur des dimensions réelles | Ordre de grandeur des dimensions sur la maquette |
|--|--|
| $r_{\text{atome}} = \dots\dots\dots$     | $R_{\text{atome}} = \dots\dots\dots$             |
| $r_{\text{noyau}} = \dots\dots\dots$     | $R_{\text{noyau}} = 0,010 \text{ m (bille)}$     |

## Modèle de l'atome

- 5- Z est le **numéro atomique** : c'est le nombre de protons contenus dans le noyau.  
A est le **nombre de masse** : c'est le nombre total de nucléons (les protons + les neutrons).  
Le nombre de neutrons est noté N. Il s'exprime par la relation :  $N = \dots\dots\dots$
- 6- Ecriture conventionnelle du noyau :  ${}^A_Z X$  où X est le symbole de l'élément chimique correspondant.

### Activité 4 : Constituants de l'atome et du noyau

- a. Les deux constituants de l'atome sont le ..... et les .....
- b. Donner la relation entre A, Z et N (puis compléter le modèle) :

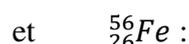
c. Donner ci-contre la représentation symbolique d'un noyau d'hélium qui possède 2 protons et 2 neutrons (le symbole de l'hélium est He) :



d. Donner la représentation symbolique du noyau de l'atome de cuivre qui contient 29 protons et 34 neutrons :



e. Pour chacun des noyaux suivants, donner la composition des noyaux :



f. Donner la composition de l'atome d'or dont le noyau est noté  ${}^{197}_{79}\text{Au}$



## Modèle de l'atome

7- Tous les protons qui existent dans l'Univers sont rigoureusement identiques ; il en est de même pour les neutrons et les électrons. C'est pourquoi on dit que ces trois sortes de particules sont les **particules fondamentales** qui constituent la matière.

Caractéristiques de ces trois particules fondamentales :

|            |          | Masse (en kilogramme)                    | Charge électrique (en coulomb)                | Notation du nombre de constituants : |
|------------|----------|--|---|--------------------------------------|
| Noyau      | Proton   | $m_p = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ | $q_p = +e = +1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ | Z                                    |
|            | Neutron  | $m_n = 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$ | $q_n = 0 \text{ C}$                           | N                                    |
| Hors noyau | Électron | $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$   | $q_e = -e = -1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ |                                      |

La masse du nuage électronique étant négligeable devant celle du noyau, **la masse d'un atome est donc pratiquement égale à celle du noyau** :  $m_{\text{atome}} \approx m_{\text{noyau}} \approx 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

8- Des atomes ayant le même numéro atomique Z mais des nombres de masse A différents sont appelés des **isotopes**

### **Activité 5 : Masse de l'atome et de ses constituants, charge électrique**

- 1) Sachant qu'un gramme (1,0 g) d'or contient  $3,03 \times 10^{21}$  atomes, calculer la masse d'un atome d'or.
- 2) Écrire l'expression de la masse d'un noyau contenant Z protons et N neutrons. Simplifier cette expression en considérant que la masse du proton et la masse du neutron sont quasiment les mêmes :  $m_p \approx m_n$ .
- 3) Calculer la masse du noyau de l'atome d'or grâce à cette nouvelle expression.
- 4) Calculer la masse du nuage électronique de l'atome d'or. Vérifier qu'elle est négligeable par rapport à la masse du noyau.
- 5) Calculer la charge du noyau de l'atome d'or. En déduire la charge du nuage électronique de l'atome d'or.