

Chapitre 4 : L'atome

N. Bancel





Septembre 2024

1 Introduction à l'atome

Définition : L'atome

La matière est constituée de petits grains de matière appelés atomes.

Il existe plusieurs centaines d'atomes différents. Leurs noms, symboles et caractéristiques sont répertoriés dans la classification périodique des éléments.

Nom de l'atome	Symbole	Représentation
Carbone	C	
Hydrogène	H	
Oxygène	O	
Azote	N	

► Atomes courants

Symbole de l'atome d'hydrogène

Symbole de l'atome d'oxygène

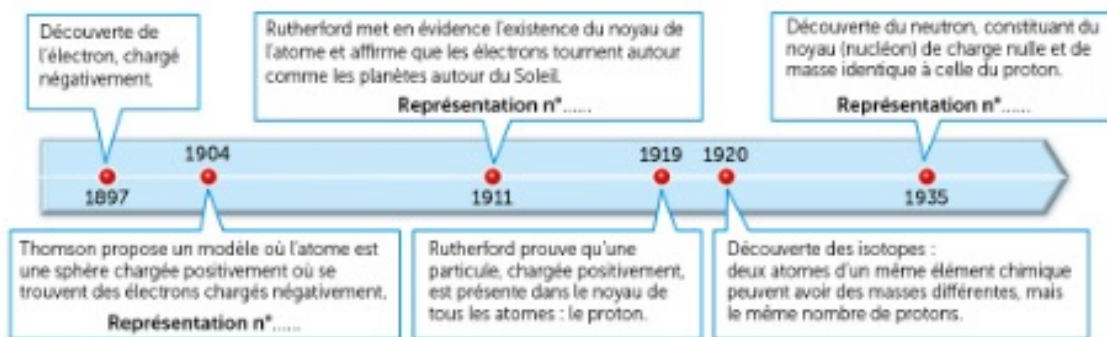
Nombre d'atomes d'hydrogène présents dans la molécule : 2

Nombre d'atomes d'oxygène présents dans la molécule : 1

► Formule chimique de l'eau

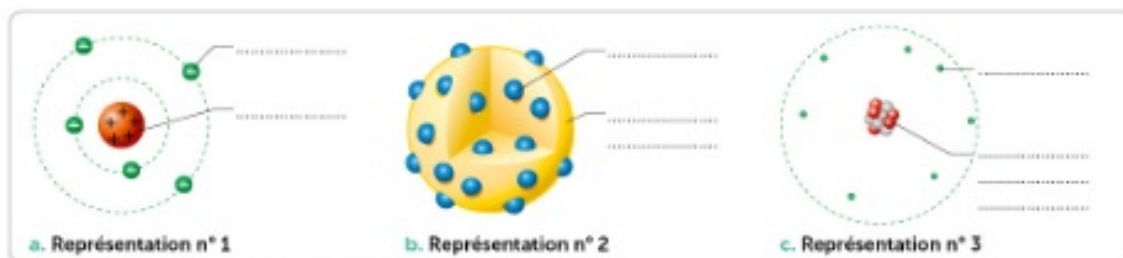
Figure 1: Les principaux atomes

Leur représentation a évolué au cours du temps (Activité 10 page 35)



Doc. 1 Les modèles de l'atome et de son noyau

Un atome est électriquement neutre : il possède autant de protons que d'électrons.



Doc. 2 Les représentations des différents modèles de l'atome

Figure 2: Les principaux atomes

1. 1904 : Représentation n°2
2. 1911 - Rutherford : Représentation n°1 (protons + électrons)
3. 1935 (influencée par la découverte des isotopes en 1920) : Deux atomes d'un même élément (donc même nombre de protons et d'électrons) peuvent avoir des masses différentes. Donc problème. Découverte en 1935 du neutron : charge nulle et masse identique à celle du proton : Représentation n°3

1.1 Structure de l'Atome

Structure de l'atome

Un atome est constitué d'un **noyau**, qui contient des nucléons (**protons** - Chargés positivement et **neutrons**), et d'électrons - chargés négativement - qui gravitent autour du noyau. Le nombre de protons est appelé **numéro atomique**, noté **Z**. Le nombre de nucléons est appelé **nombre de masse**, noté **A**. L'écriture conventionnelle pour représenter un élément chimique est la suivante :

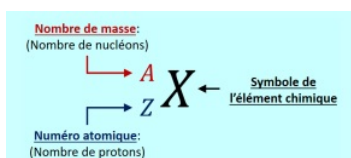


Figure 3: Symbole de l'atome

Puisque l'atome possède autant de protons (charges positives) que d'électrons (charges négatives), on dit que l'atome est électriquement neutre.

$$\begin{matrix} A(\text{nombre de masse}) \\ Z(\text{numéro atomique}) \end{matrix} X$$

$$A = Z + \text{Nombre de nucléons}$$

Deux atomes d'un même élément ont le même nombre de protons mais peuvent avoir un nombre de neutrons différents : ce sont des isotopes

Carbone 12 vs Carbone 14

Le carbone possède 6 protons

- Le carbone 12 possède 12 nucléons. $^{12}_6\text{C}$ 6 neutrons
- Le carbone 14 possède 14 nucléons. $^{14}_6\text{C}$ 8 neutrons
- Tableau périodique des éléments : 12,011 pour le carbone : parce que moyenne de toutes les masses atomiques du carbone. Plupart des atomes de carbone dans la nature sont des atomes de Carbone 12

1.2 Dimensions de l'atome

1.2.1 Masse

Masse : L'essentiel de la masse de l'atome est concentrée dans le noyau

La masse des électrons est négligeable par rapport à la masse du noyau

Constituant	Masse (en kg)
Electron	9.1×10^{-31}
Nucléon (Proton et Neutron)	1.7×10^{-27}

Ratio entre la masse d'un nucléon et celle d'un électron

Le rapport entre la masse d'un nucléon et celle d'un électron peut être calculé en prenant le quotient des deux valeurs fournies dans le tableau précédent. On rappelle les valeurs des masses :

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}, \quad m_n = 1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Le ratio $\frac{m_n}{m_e}$ est donc :

$$\frac{m_n}{m_e} = \frac{1.7 \times 10^{-27}}{9.1 \times 10^{-31}}$$

Utilisons les propriétés des puissances de 10. Lorsqu'on divise deux puissances de 10, on soustrait leurs exposants :

$$\frac{10^{-27}}{10^{-31}} = 10^{(-27-(-31))} = 10^4$$

Le ratio des coefficients est calculé séparément :

$$\frac{1.7}{9.1} \approx 0.187$$

Le produit final est donc :

$$\frac{m_n}{m_e} = 0.187 \times 10^4 = 1.87 \times 10^3$$

Ce résultat montre que la masse d'un nucléon est environ 1.87×10^3 fois plus grande que celle d'un électron. Cependant, pour simplifier l'ordre de grandeur, on arrondit souvent ce ratio à 2000 :

$$\frac{m_n}{m_e} \approx 2000$$

Rappel mathématique : opérations sur les puissances de 10 Lorsque vous multipliez des puissances de 10 :

$$10^x \times 10^y = 10^{x+y}$$

Et lorsque vous divisez des puissances de 10 :

$$\frac{10^x}{10^y} = 10^{x-y}$$

Ces règles sont essentielles pour manipuler des ordres de grandeur dans des calculs scientifiques.

1.2.2 Volume

Volume : Occupation de l'espace : L'atome est essentiellement composé de vide.

Element	Diamètre (en m)
Atome	10^{-10}
Noyau	10^{-15}

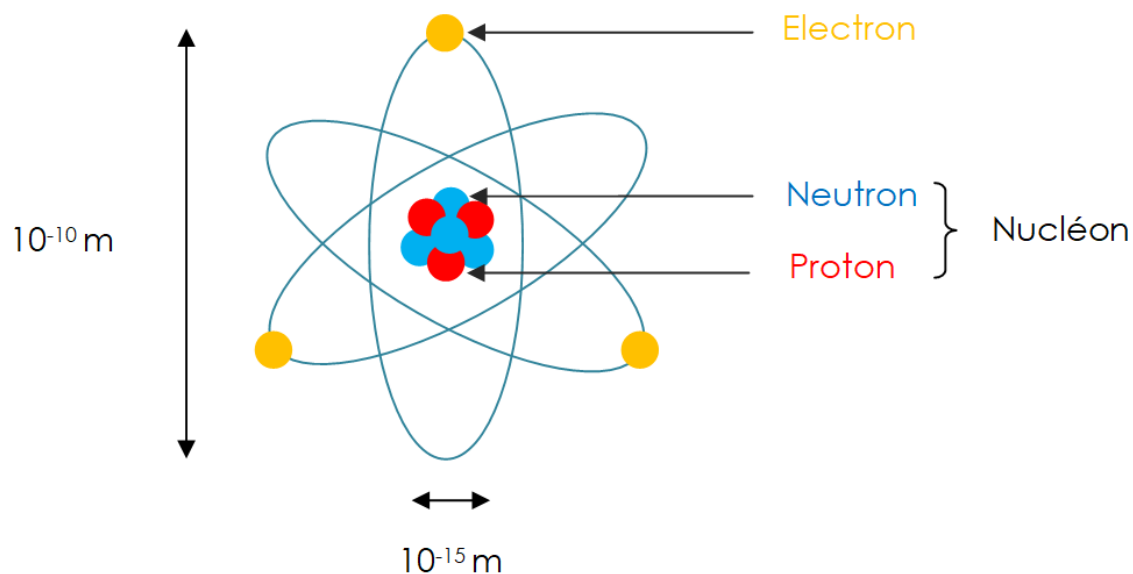


Figure 4: Dimension de l'atome

Le noyau est 100 000 fois plus petit. Une unité a été créée pour s'adapter spécifiquement à la dimension d'un atome : le **femtomètre (symbole fm)**. Sa dimension est de 10^{-15} mètres, et correspond à la taille d'un nucléon.

1.3 Récapitulatif de la section et devoirs à faire

Exemples - Application

A faire en classe

- QCM Page 39
- Exercice 5
- Exercice 6
- Exercice 7
- Exercice 8

A faire chez soi :

- Exercice N°14 page 40
- Exercice N°16 page 41

2 Les Molécules

Définition : Molécule

Une molécule est constituée d'atomes liés entre eux

La formule chimique d'une molécule indique le symbole des atomes présents dans l'ordre alphabétique et leur nombre en indice, à droite. Le chiffre 1 n'est pas indiqué.

Exemples - Application

Quelle est la composition de chacune de ces molécules ?

- Molécule de glucose : $C_6H_{12}O_6$
- Molécule du dioxyde de carbone : CO_2
- Molécule d'ammoniaque : NH_3 (N : azote) (entretien de maison - comme eau de Javel.)
- Molécule de chlorure de sodium : $NaCl$ (Na : Sodium / Cl : Chlore) (Sel de table)

3 Les réactions chimiques

3.1 Définitions

Structure de l'atome

Une réaction chimique est une transformation chimique au cours de laquelle les corps purs disparaissent et simultanément des corps purs nouveaux se forment (Un corps pur est composé d'une seule espèce chimique) Les corps purs qui disparaissent au cours d'une réaction chimique sont appelés les réactifs et les corps purs qui se forment sont appelés les produits.

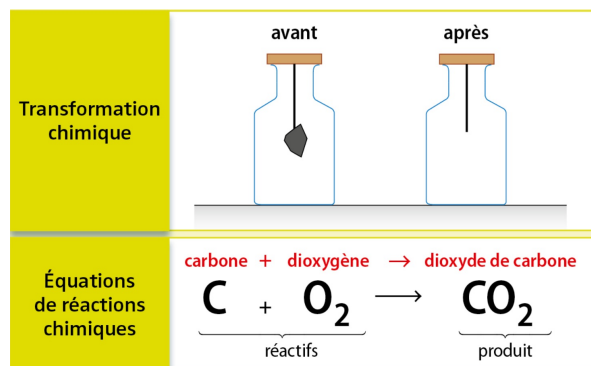


Figure 5: Equation x Transformation chimique

3.2 Les équations chimiques

Lavoisier : Rien ne se crée, rien ne se perd, tout se transforme

Une transformation chimique est modélisée par une équation de réaction qui traduit la conservation

- des éléments (il doit y avoir le même nombre d'atomes de part et d'autre de l'équation)

- des charges électriques (il doit y avoir le même nombre de charges de part et d'autre de l'équation)

Enjeu quand on connaît les corps purs impliqués dans une réaction chimique :

- connaître le # d'atomes qui réagissent entre eux, pour garantir qu'on conserve bien la charge, et la masse.
- On dit qu'on cherche à **équilibrer** l'équation.

Autrement dit, équilibrer une équation revient à déterminer les proportions dans lesquelles les réactifs réagissent et les produits se forment.

- Il est interdit de toucher aux formules des molécules : on cherche les coefficients par lesquels il faut multiplier les molécules pour équilibrer l'équation.
- Ces coefficients sont appelés les coefficients stoechiométriques

Utilisation de l'équation de réaction chimique

Au cours d'une transformation chimique, tous les atomes présents dans les réactifs se retrouvent inchangés dans les produits.

Les atomes des réactifs se répartissent différemment pour former les produits.

Pour respecter la **conservation du nombre d'atomes de chaque type**, il faut parfois **équilibrer l'équation de réaction** en ajoutant des molécules de réactifs et/ou de produits.

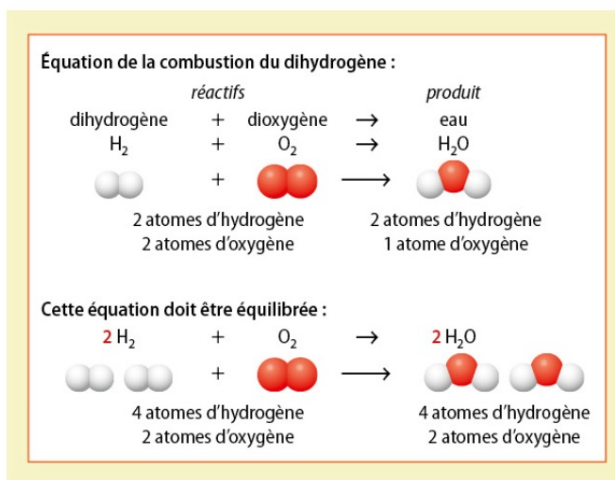


Figure 6: Réaction Chimique

Exemples - Application

Combustion du méthane dans le dioxygène. L'équation du dessous est-elle équilibrée ?

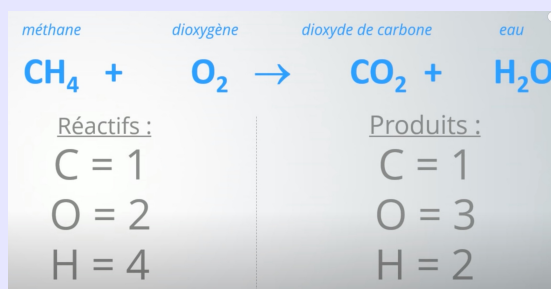


Figure 7: Combustion du méthane

Source : Paul Olivier - Comment équilibrer une équation chimique ? (Physique-Chimie)

Le dioxyde de carbone se dissout dans l'eau lors d'une transformation chimique. Quelle équation chimique représente cette dissolution ?

1. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
2. $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$

Source : Paul Olivier - Équilibrer équation chimique, difficile

Exemples bonus : quelques équations chimiques supplémentaires

1. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$ (Fermentation du glucose pour former l'éthanol et du dioxyde de carbone)
2. $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$

3.3 La conservation de la masse



Figure 8: Conservation de la masse

4 Articles / vidéos intéressants

1. Quelques molécules importantes

2. xxxx