

# *Physique-Chimie*

*Module No 03*

*Les constituants de la matière  
Structure de l'atome  
Notion d'élément chimique*



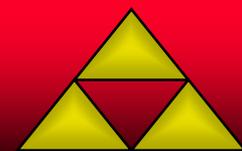
- Comprendre le modèle de l'atome
- Connaître les propriétés de l'atome
- Savoir ce qu'est un élément chimique



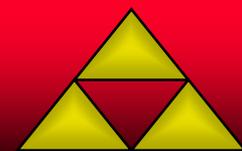


- Modèle de l'atome
- Noyau de l'atome
- Propriété de l'atome
- Cortège électronique
- Élément chimique

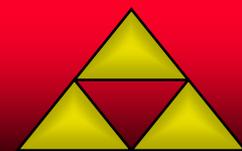




- Notre connaissance des atomes est très récente.
- La structure des atomes était totalement inconnue en 1895 !
- C'est la découverte des rayons X par Röntgen en 1895 puis de la radioactivité par Henri Becquerel en 1896 et Pierre et Marie Curie à partir de 1898 qui a permis de commencer à comprendre la structure des atomes.
- Les électrons ont été identifiés par J. J. Thomson en 1897, puis, en 1911, Ernest Rutherford met en évidence l'existence du noyau atomique, puis la notion de proton s'impose peu à peu.
- Cependant, pendant plusieurs années, les physiciens pensaient que le noyau était formé de protons et d'électrons.



- Dans le même temps, pendant les années 1924-27, le développement de la mécanique quantique permet de décrire de manière précise le comportement des électrons des atomes (travaux de Niels Bohr)
- Seul le noyau restait incompris...
- En 1931, Irène et Frédéric Joliot-Curie observent les neutrons mais sans comprendre leur nature.
- En 1932, James Chadwick montre que le neutron est un partenaire neutre du proton.
- La structure de l'atome est comprise...



H. Becquerel



Marie Curie



E. Rutherford



J. Chadwick



J.J. Thomson



N. Bohr

1896

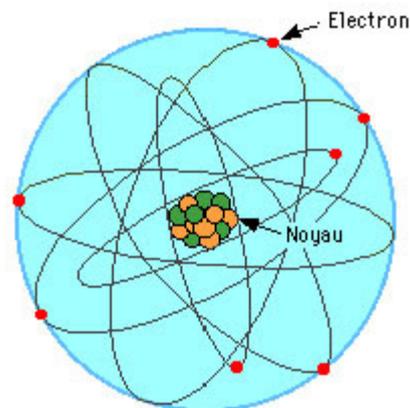
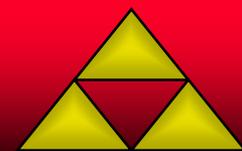
1897

1898

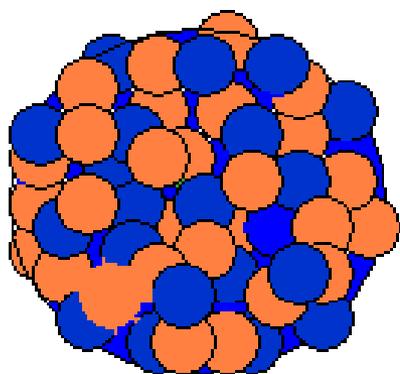
1911

1924-1927

1932



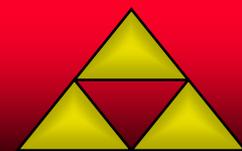
- L'atome est assimilable à une sphère dont le diamètre est de l'ordre de  $10^{-10}\text{m}$ .
- L'atome est constitué d'un **noyau** chargé positivement (sphère dont le diamètre est de l'ordre de  $10^{-15}\text{m}$ ) autour duquel sont localisés les **électrons**.
- Les électrons sont des particules élémentaires de charge électrique élémentaire négative notée  $-e$  ( $-1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ ) et de masse  $9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$



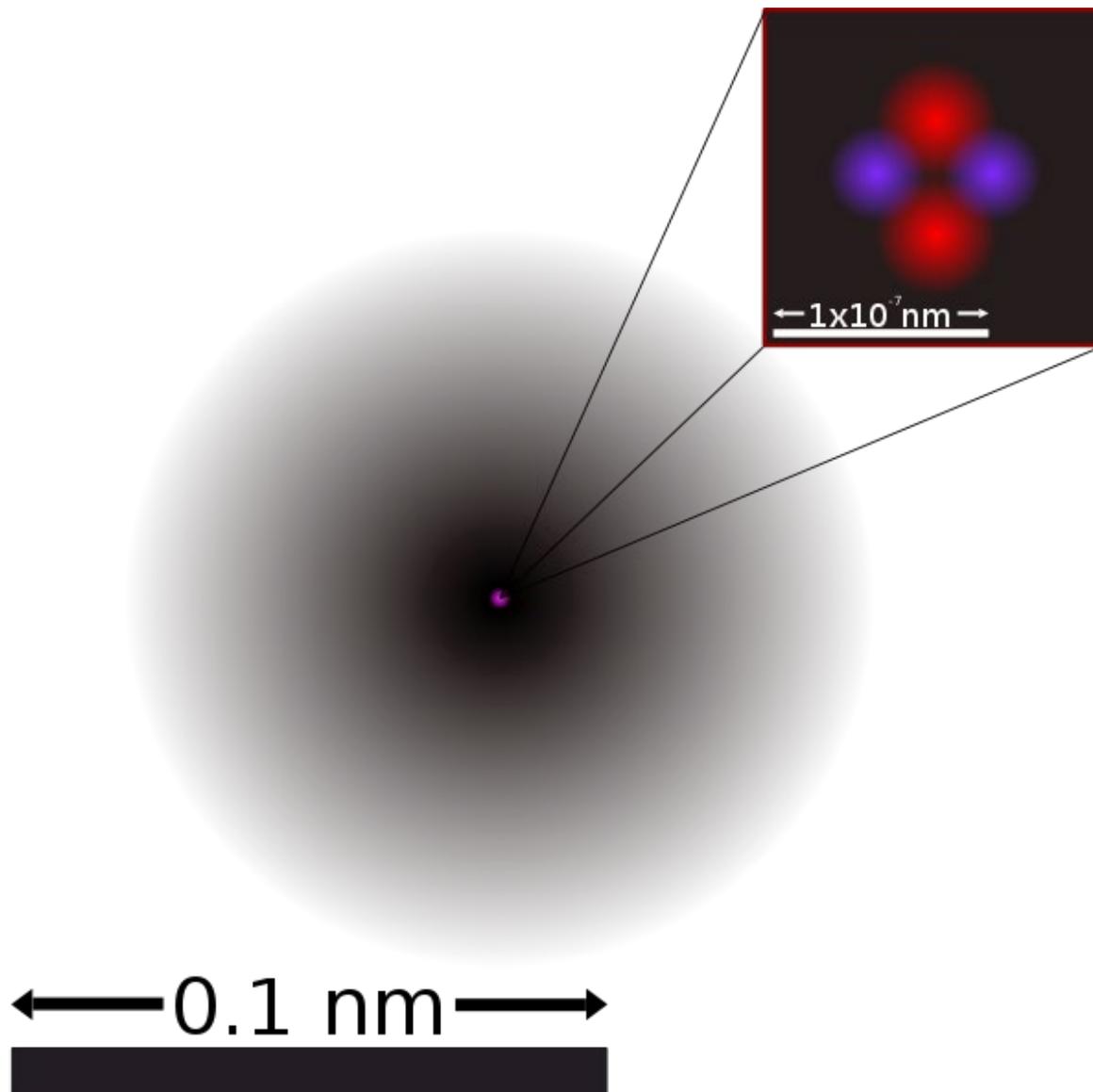
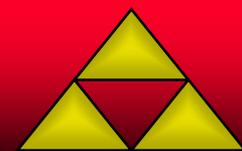
- Le noyau de l'atome est composé de deux sortes de particules : les **protons** et les **neutrons**.
- Ces deux particules sont appelées des **nucléons**.

	Masse (kg)	Charge ©
neutron	$1,67 \cdot 10^{-27}$	0
proton	$1,67 \cdot 10^{-27}$	$C = 1,6 \cdot 10^{-19}C$

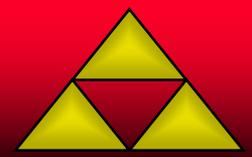
- Le nombre de protons est égal à : Z (**No atomique**)
- Le nombre de neutrons est égal à : N
- Le nombre total de nucléons est noté A
- $A = Z + N$
- Un noyau est symbolisé par le symbole de l'atome auquel on rajoute la valeur de A et de Z :  $^{17}_8C$



- **L'atome est électriquement neutre** : la charge électrique portée par le noyau est égale à l'opposée de la charge électrique portée par l'ensemble des électrons de l'atome.
- On en déduit : le nombre de protons dans le noyau est égal au nombre d'électrons autour du noyau
- L'essentiel de la masse de l'atome est concentré dans son noyau : le proton est 1836 fois plus lourd que l'électron.
- **L'atome a une structure lacunaire** : il est essentiellement constitué de vide. Le diamètre de l'atome est  $10^5$  fois celui du noyau.



Dimensions relatives du noyau et du nuage électronique de l'atome d'hélium



## Rappel sur la structure des atomes

(a) Electron cloud

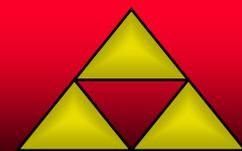
(b) Orbitals

(c) Electron shells

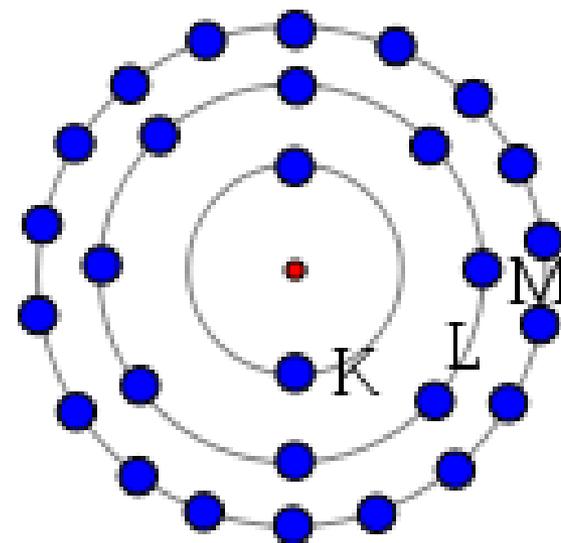
(a) + ● Proton (atomic mass = 1)  
(b) + ● Proton (atomic mass = 1)  
● Neutron (atomic mass = 1)  
- ● Electron (atomic mass = 0)

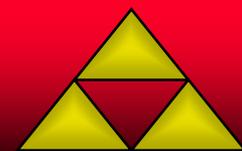
(c) ● Neutron (atomic mass = 1)  
- ● Electron (atomic mass = 0)

numero atomique  $Z$  : nombre de protons  
masse atomique  $M$  : nombre de protons + neutrons  
isotopes : meme  $Z$  mais  $M$  different



- Pour les atomes dont le numéro atomique est inférieur à 28, les électrons se répartissent entre **trois couches électroniques notées K,L et M.**
- Chaque couche peut contenir un nombre limité d'électrons.
- $K_{\max} = 2$
- $L_{\max} = 8$
- $M_{\max} = 18$
- Si une couche contient un nombre d'électrons égal au maximum, elle est dite saturée.

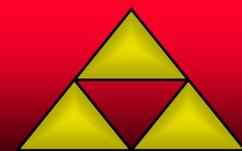




- Les règles de remplissage des couches :
  - La première couche à se remplir est la couche K;
  - La couche L commence à se remplir seulement lorsque la couche K est saturée;
  - La couche M commence à se remplir seulement lorsque la couche L est saturée.
- La structure électronique d'un atome est notée  $(K)^x(L)^y(M)^z$  où  $x$ ,  $y$  et  $z$  sont les nombres d'électrons portés par chacune des trois couches, la dernière étant appelée couche électronique externe.



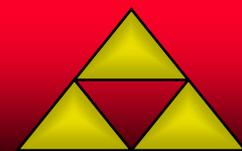
<b>Atome</b>	<b>No atomique</b>	<b>Nombre d'électrons</b>	<b>Structure électronique</b>
Hydrogène H	1	1	(K) <sup>1</sup>
Hélium He	2	2	(K) <sup>2</sup>
Lithium Li	3	3	(K) <sup>2</sup> (L) <sup>1</sup>
Néon Ne	10	10	(K) <sup>2</sup> (L) <sup>8</sup>
Magnésium Mg	12	12	(K) <sup>2</sup> (L) <sup>8</sup> (M) <sup>2</sup>



- Un **élément chimique** est constitué par l'ensemble des atomes et des ions de l'univers possédant dans leur noyau le même nombre de protons, c'est-à-dire ayant le même numéro atomique.
- On lui associe un symbole :

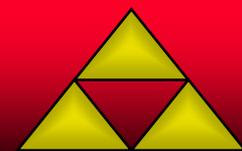
<b>Élément</b>	<b>Hydrogène</b>	<b>Carbone</b>	<b>Fluor</b>	<b>Chlore</b>
Numéro atomique	1	6	9	17
Symbole	H	C	F	Cl

- Au cours d'une réaction chimique, les éléments chimiques sont conservés : on retrouve les mêmes dans les réactifs avant la réaction et dans les produits résultant de la réaction.

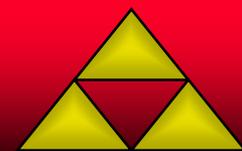


- On trouve l'élément cuivre sous diverses formes :
  - pur dans le métal cuivre (solide de couleur rouge),
  - combiné dans l'oxyde de cuivre (poudre de couleur noire),
  - en solution dans une solution de sulfate de cuivre (liquide de couleur bleue),
  - sous forme de précipité d'hydroxyde de cuivre II (précipité de couleur bleue)

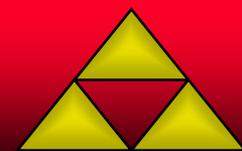
[Vidéo](#)



- **Expérience 1**
- On chauffe une lame de cuivre à la flamme d'un bec bunsen.
- **Observation**
- On observe la formation d'un dépôt de couleur noire à la surface de la plaque
- **Interprétation ?**

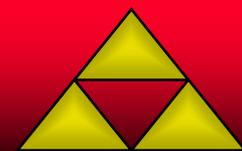


- **Expérience 1**
- On chauffe une lame de cuivre à la flamme d'un bec bunsen.
- **Observation**
- On observe la formation d'un dépôt de couleur noire à la surface de la plaque
- **Interprétation :**
- *Le dioxygène de l'air a transformé le cuivre en oxyde de cuivre I  $\text{Cu}_2\text{O}$  (rouge) et en oxyde de cuivre II  $\text{CuO}$  (noir)*
- *Le dioxygène de l'air réagit avec le cuivre pour former l'oxyde de cuivre*
- *La réaction :  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CuO}$*
- *Les éléments oxygène et cuivre sont conservés au cours de la réaction*



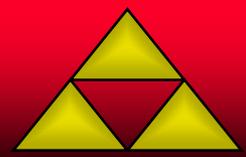
- **Expérience 2**
- On introduit dans un tube à essai une solution de sulfate de cuivre (qui contient des ions cuivre II  $\text{Cu}^{2+}$ ) quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de sodium (contenant des ions  $\text{HO}^-$ )
- **Observation**
- On observe la formation d'un précipité de couleur bleue (solide en suspension dans le liquide)
- **Interprétation ?**

[Vidéo](#)



- **Expérience 2**
- On introduit dans un tube à essai une solution de sulfate de cuivre (qui contient des ions cuivre II  $\text{Cu}^{2+}$ ) quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de sodium (contenant des ions  $\text{HO}^-$ )
- **Observation**
- On observe la formation d'un précipité de couleur bleue (solide en suspension dans le liquide)
- **Interprétation :**
- *Les ions hydroxyde  $\text{HO}^-$  ont réagi avec les ions cuivre II pour former le précipité d'hydroxyde de cuivre II.*
- *La réaction peut s'écrire :  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{HO}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{HO})_2$*
- *Comme dans l'expérience 1, les éléments Cu et O sont conservés*

# Avons-nous atteint nos objectifs ?



- Comprendre le modèle de l'atome
- Connaître les propriétés de l'atome
- Savoir ce qu'est un élément chimique

