

# Thème 1 - 1.1) éléments chimiques, physique nucléaire et radioactivité

## 1)- Historique.

La radioactivité a été découverte par **Henri BECQUEREL**(1852 – 1908) en 1896.

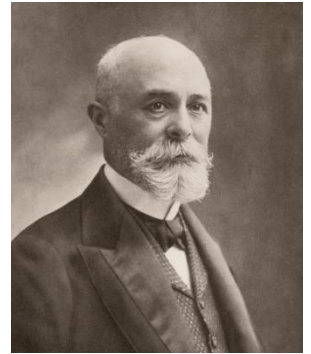
Il découvre la radioactivité de l'uranium au cours de travaux sur la phosphorescence.



Les travaux sont poursuivis par **Pierre et Marie CURIE**.

En 1898, ils découvrent la radioactivité du polonium **Polonium 210** et du radium **Radium 226**.

En 1903 : prix Nobel de physique (**Henri BECQUEREL** avec **Pierre et Marie CURIE**).



## 2) Réactions nucléaires spontanées.

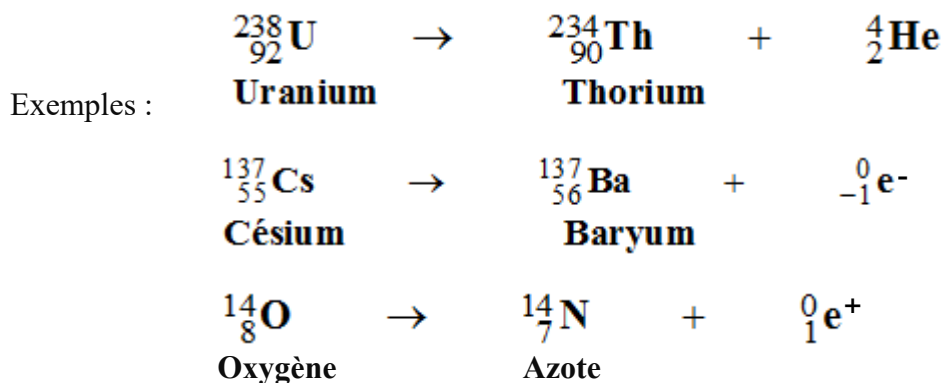
### a) Stabilité du noyau et radioactivité.

La cohésion du noyau est due à l'existence d'une interaction forte, attractive qui unit l'ensemble des nucléons. Dans certains cas cette interaction n'est pas suffisante, on dit que les noyaux sont instables : Ils se désintègrent spontanément, ils sont radioactifs.

### b) Désintégrations radioactives.

Au cours d'une désintégration radioactive, un **noyau père** se désintègre **spontanément** en émettant :

- Un **noyau fils**,
- Une **particule,  $\alpha$  (noyau d'hélium),  $\beta^-$  (électron), ou  $\beta^+$  (positon : électron de charge positive)**
- Et parfois un rayonnement électromagnétique  $\gamma$ .



(Toutes ces équations suivent la loi de conservation de A et de Z)

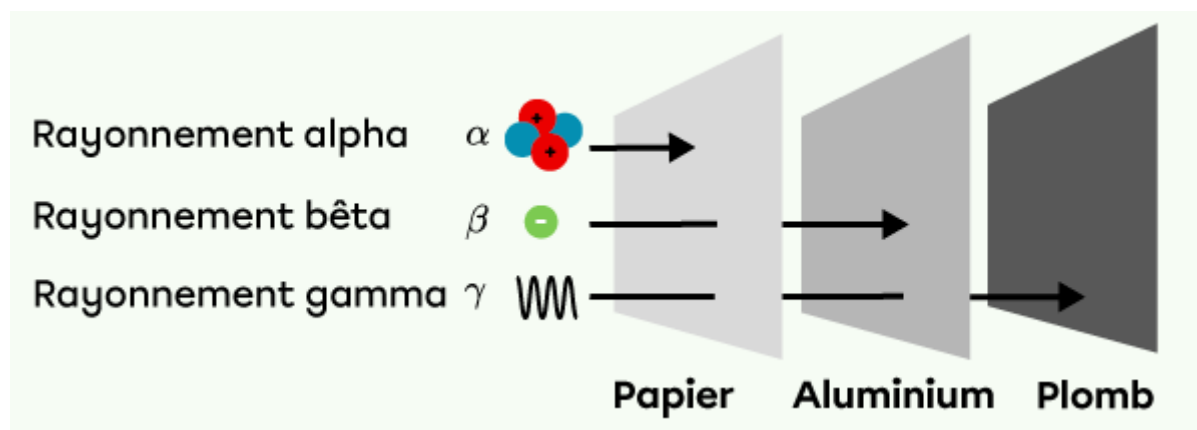
### c) Applications de la radioactivité en médecine et protection contre les rayonnements

Faire un diagnostic : la **scintigraphie** consiste à administrer au patient une petite quantité de substance radioactive. Cette substance est choisie en fonction de l'organe ou du tissu à observer sur lequel elle va se fixer. Et ses rayonnements sont détectés à l'aide d'un système d'imagerie appelé gamma-caméra. Selon l'organe et la pathologie, le tissu malade apparaîtra alors à l'écran comme une zone chaude par rapport au tissu sain ou, à l'inverse comme une zone froide. On peut faire des scintigraphies osseuses, des scintigraphies thyroïdiennes, des scintigraphies pulmonaires...

Autre technique de la médecine nucléaire diagnostique, plus récente, la **tomographie** par émission de positons (TEP)

Soigner : La **radiothérapie** est un traitement courant des cancers. Son principe : utiliser des rayonnements pour cibler et détruire les cellules cancéreuses.

Danger des rayonnements : Les rayonnements émis par les désintégrations radioactives peuvent traverser la matière. Cependant, le pouvoir de pénétration est différent pour chacun d'entre eux (en fonction de leur énergie), ce qui définit des épaisseurs différentes de matériaux pour se protéger.



Protection : Il est impossible d'échapper à la radioactivité, il y en a partout donc tout est une question de dose.

La dose reçue s'exprime en sievert. Les doses admissibles sont :

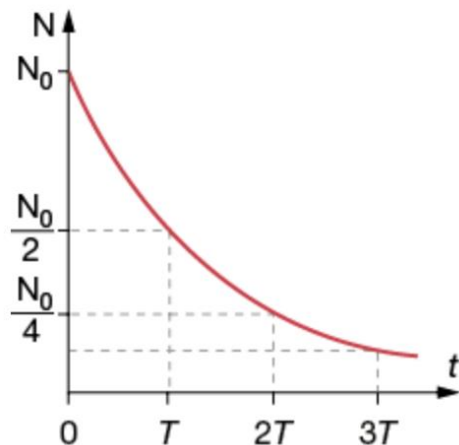
- ✓ 1 millisievert par an pour les personnes du public (cette limite ne prend pas en compte les pratiques médicales justifiées, ni l'exposition à la radioactivité naturelle, comme le radon par exemple)
- ✓ 20 millisievert par 12 mois consécutifs glissants pour les personnes professionnellement exposées (par exemple les travailleurs d'une centrale nucléaire ou les employés d'un service de radiothérapie)

Exemple de doses reçues : un Paris-New York vous expose à  $25\mu\text{Sv}$  ; Radiographie des poumons =  $40\mu\text{Sv}$ . 50% des personnes exposés à une radioactivité de 5 Sv vont décéder.

### d) Demi-vie d'un échantillon radioactif.

On ne peut pas déterminer quand **un** noyau radioactif isolé va se désintégrer, par contre un échantillon contenant N atomes peut être suivi statistiquement.

La demi-vie (ou période) d'un noyau radioactif est le temps au bout duquel la moitié des noyaux de cet isotope initialement présents se sont désintégrés.



Attention ce n'est donc pas proportionnel !

Soit un échantillon de  $N_0$  atomes de demi-vie  $t_{1/2}$

Au bout de  $1 t_{1/2}$ , il en reste  $N_0/2^1 = 50\%$

Au bout de  $2 t_{1/2}$ , il en reste  $N_0/2^2 = N_0/4 = 25\%$

Au bout de  $3 t_{1/2}$ , il en reste  $N_0/2^3 = N_0/8 = 12,5\%$

...

Au bout de  $n \times t_{1/2}$ , il en reste  $N = N_0 / 2^n$

Exemple : L'iode 123 a une demi-vie de 13h donc au bout de 65 h (soit  $5 \times 13$ ) il restera  $N = N_0/2^5 = N_0/32 \approx 3\%$  d'iode 123

On peut déterminer cette demi-vie  $T$  graphiquement sur une courbe de décroissance radioactive.

La demi-vie ne dépend que du noyau radioactif (Exemples : l'Iode 123 a une période de 13 heures et le Carbone 14 une période de 5734 ans)

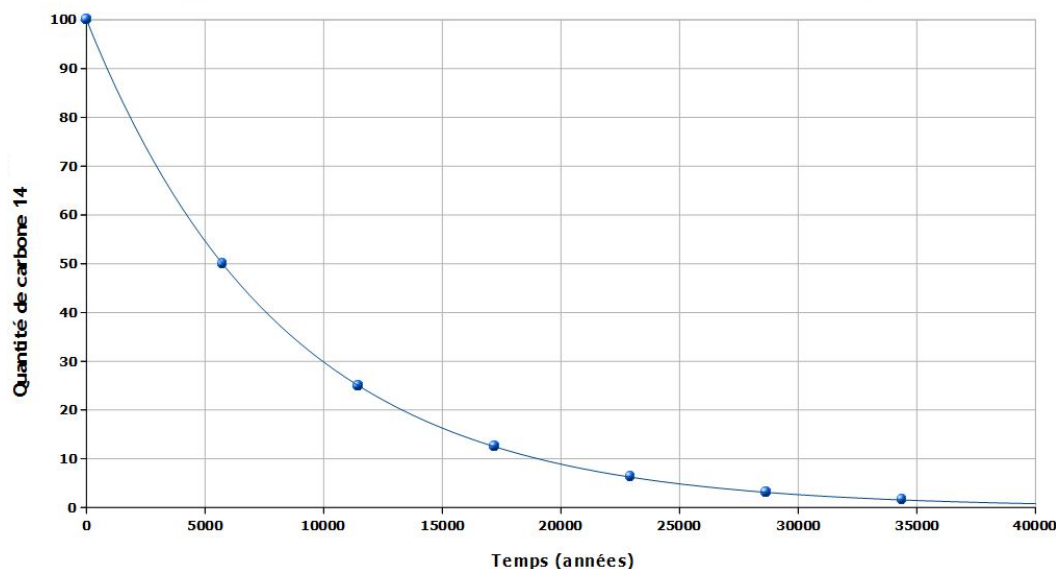
Complément : Pour déterminer  $T$ , on peut aussi utiliser la courbe de l'activité  $A$  d'un échantillon radioactif en fonction du temps  $t$  : **L'activité** est le nombre de désintégrations par seconde de cet échantillon. L'activité  $A$  est proportionnelle au nombre de noyaux radioactifs  $N$ .

L'unité : le Becquerel (Bq) avec  $1 \text{ Bq} = 1$  désintégration par seconde.

L'activité d'un échantillon radioactif se mesure à l'aide d'un compteur Geiger.

Application : datation au carbone 14 (voir activité)

**Quantité de carbone 14 restante en fonction du temps**



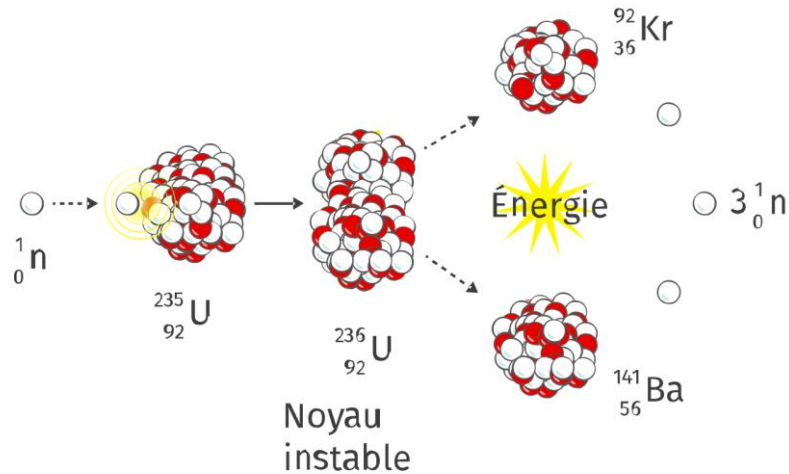
### 3) Réactions nucléaires provoquées.

#### a) La fission de noyaux lourds.

La réaction de fission est, le plus souvent, une réaction nucléaire **provoquée** :

Au cours d'une fission nucléaire, **un neutron** brise **un noyau lourd** en deux noyaux légers + d'autres neutrons et des rayons gamma.

Exemple :  $\frac{1}{0}\text{n} + \frac{235}{92}\text{U} \rightarrow \frac{236}{92}\text{U} \rightarrow \frac{92}{36}\text{Kr} + \frac{141}{56}\text{Ba} + 3 \frac{1}{0}\text{n}$



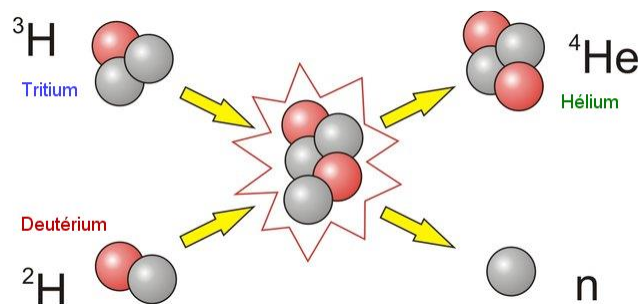
Cette réaction libère de l'énergie

Les neutrons émis peuvent collisionner d'autres noyaux et amorcer **une réaction en chaîne** (Principe des centrales nucléaires ou des bombes A)

#### b) La fusion de noyaux légers.

Au cours d'une fusion nucléaire, **deux noyaux légers** s'unissent pour former un **noyau plus lourd**.

Exemple :  $\frac{2}{1}\text{H} + \frac{3}{1}\text{H} \rightarrow \frac{4}{2}\text{He} + \frac{1}{0}\text{n}$



Cette réaction libère encore plus d'énergie (fonctionnement du Soleil, des bombes H, projet [ITER](#))

Comment les reconnaître :

|                                                                                  |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Un noyau père unique donne un noyau fils + une particule ( $e^+$ , $e^-$ , He)   | Désintégration radioactive |
| Un noyau <b>lourd</b> (percuté par un neutron ou pas) donne 2 noyaux plus légers | Fission nucléaire          |
| <b>Deux noyaux légers</b> forment un noyau plus lourd                            | Fusion nucléaire           |

#### 4) La nucléosynthèse : formation des éléments chimiques

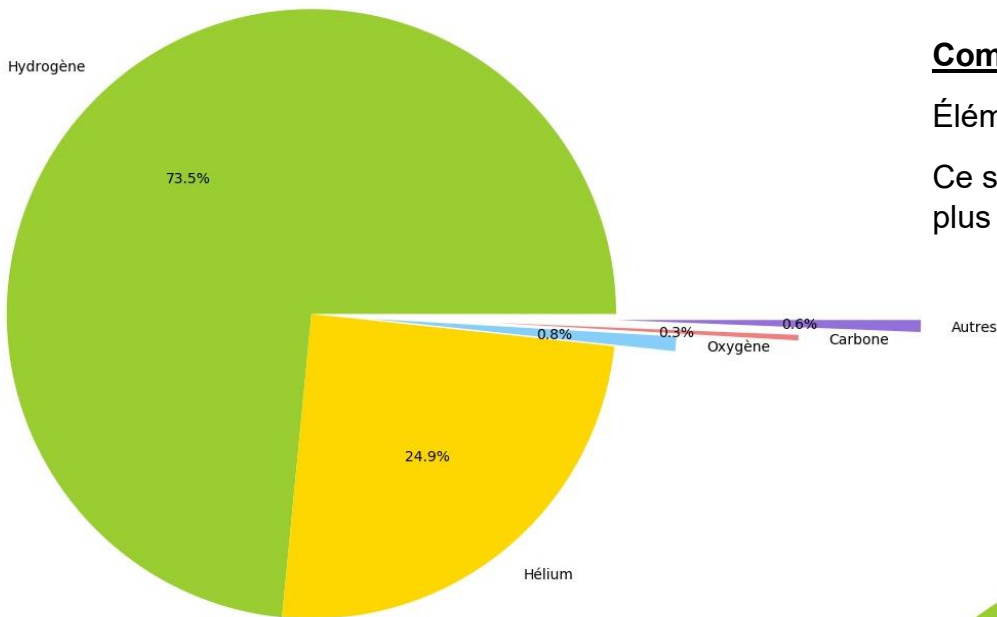
Voir carte mentale

Les premiers éléments chimiques (principalement H et He) ont été créés tout de suite après le Big Bang et les autres éléments sont créés dans les étoiles.

## 5) Composition en éléments chimiques

(Voir les activités)

Connaitre les 2 principaux éléments de l'univers et des étoiles et les principaux éléments de la croûte terrestre et des êtres vivants.



### Composition du Soleil (étoile)

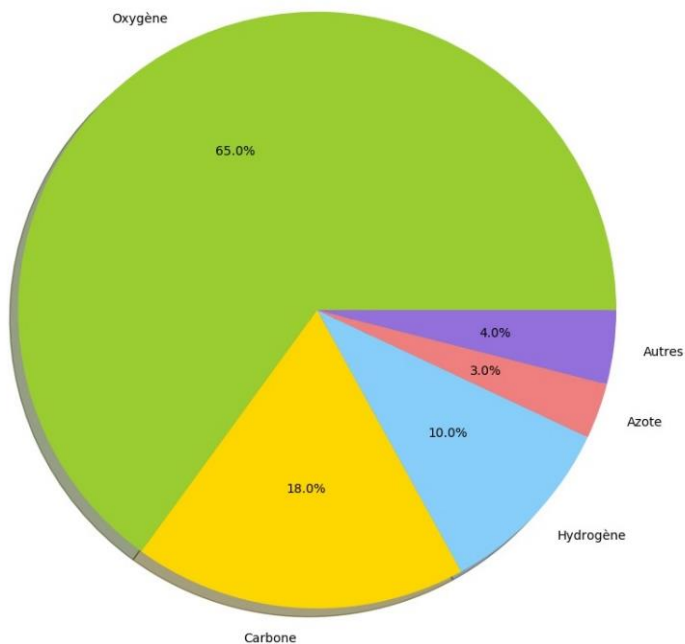
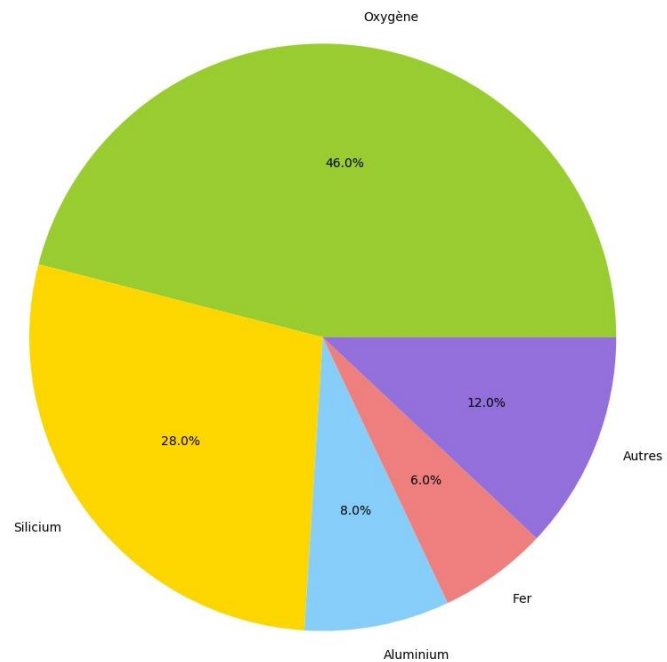
Éléments principaux : **H et He**

Ce sont aussi les 2 éléments les plus abondants dans l'univers.

### Composition de la Terre (planète tellurique)

Éléments principaux : **O et Si**

+ autres métaux (Fe, Al ...)



### Composition d'un être vivant (corps humain)

Éléments principaux : **O, C, H et N**

Mise à jour 2023

A.OLCZYK