

## RÉSUMÉ DE COURS DU CHAPITRE 2

## Composition de l'atome

Un atome. est constitué d'un noyau chargé positivement et d'électrons, chargés négativement, en mouvement autour du noyau. Les électrons constituent le nuage électronique ou le cortège électronique.

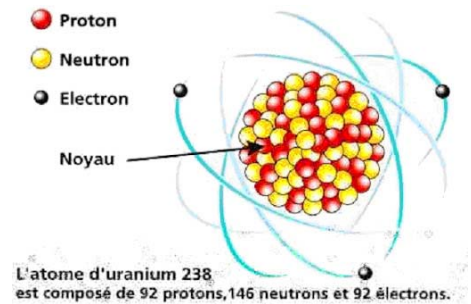
Le premier modèle de l'atome était un modèle « planétaire » : les électrons gravitent autour du noyau.

## Le noyau.

Il est constitué de **nucléons**. Les nucléons sont de deux sortes : les **protons** et les **neutrons**.

La charge élémentaire notée **e** tel que *e* est égale à :  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

La masse élémentaire notée  $m_p$  tel que :  $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$



Le tableau ci-dessous recense les propriétés des particules qui composent les atomes :

Partie de l'atome	Noyau (Nucléons)		Cortège électronique
Constituant	Protons	Neutrons	Electrons
Masse en <i>kg</i>	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Charge électrique en Coulomb (notée <i>C</i> )	$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$	$e = 0 \text{ C}$	$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

## Représentation symbolique du noyau atomique

On représente un noyau atomique de la façon suivante :  ${}^A_Z\text{X}$ .

X : symbole de l'élément chimique.

Z : Nombre de protons (numéro atomique qui définit l'élément chimique)

A : Nombre de nucléons

N : Nombre de neutrons

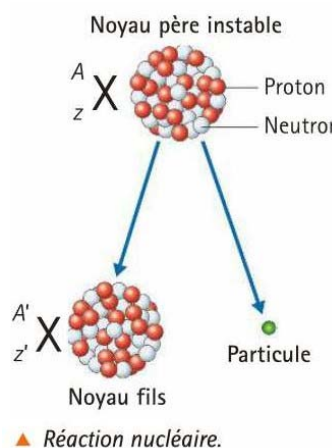
Equation reliant la nombre de nucléons au nombre de protons et de neutrons :  $A = Z + N$

## Notion d'isotopie

Deux isotopes sont 2 noyaux possèdent le même numéro atomique *Z* mais un nombre de neutrons *N* (donc un nombre de nucléon *A*) différent.

Exemple : Les atomes suivant sont des isotopes :  ${}^{238}_{92}\text{U}$   ${}^{235}_{92}\text{U}$

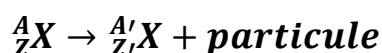
## La radioactivité



En Février 1896, Henri Becquerel découvre que certaines substances émettent des rayonnements qui traversent la matière et impressionnent des plaques photographiques. Non perceptibles par nos sens, ils peuvent être détectés par un compteur Geiger-Müller.

On a représenté à gauche le schéma type de la radioactivité qui est une réaction nucléaire, car elle est au niveau du noyau.

Pour représenter sous forme d'une équation de réaction cette réaction nucléaire, on obtiendra :



### Les règles des réactions nucléaires

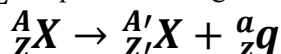
#### Lois de conservation lors d'une désintégration nucléaire (ou lois de Soddy)

Au cours d'une réaction nucléaire, il y a

- conservation de la charge électrique : conservation du nombre de protons
- conservation du nombre de nucléons.

Une réaction nucléaire peut-être modélisée par une équation qui obéit aux lois de conservation.

On considère un noyau instable « noyau père »  ${}^A_ZX$  qui se désintègre en son descendant « noyau fils »  ${}^{A'}_{Z'}Y$ , en émettant une particule  ${}^a_q$  :

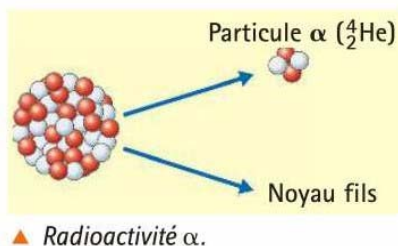


Les lois de conservation impliquent :

$$Z = Z' + z$$

$$A = A' + a$$

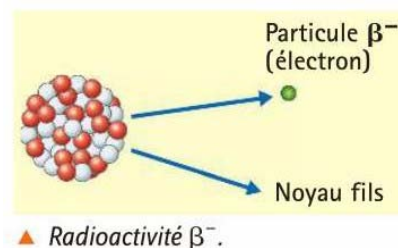
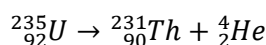
### Les différents types de radioactivité



**La radioactivité  $\alpha$**  concerne les noyaux lourds.

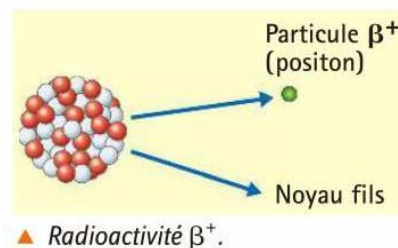
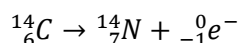
Une particule  $\alpha$ , c'est à dire un noyau d'Hélium  ${}^4_2\text{He}$  est émis.

Par exemple, l'équation de désintégration de l'uranium 235 en tenant compte de la conservation du nombre de nucléons et du nombre de protons donne :



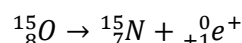
**La radioactivité  $\beta^-$**  — concerne les noyaux ayant un excédent de neutrons.

Pour écrire l'équation de désintégration du carbone 14, la particule  $\beta^-$  est un électron qui a pour symbole :  ${}^0_{-1}e^-$  :



**La radioactivité  $\beta^+$**  concerne les noyaux ayant un excédent de protons.

Pour écrire l'équation de désintégration de l'oxygène 15, on utilise un positon de symbole :  ${}^0_{+1}e^+$  :



(le positon est l'antiparticule de l'électron, il a la même masse que l'électron mais une charge électrique opposée, la radioactivité  $\beta^+$  ne se produit qu'avec des noyaux artificiels).

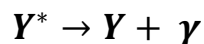
## Les particules en physiques nucléaire

- Neutron :  ${}^1_0n$  (1 nucléon et 1 charge positive)
- Proton :  ${}^1_1p$  (1 nucléon et 0 charge électrique)
- électron :  ${}^0_{-1}e$  (0 nucléon et 1 charge négative)
- Positon :  ${}^0_1e$  (0 nucléon et 1 charge positive)
- Particule  $\alpha$  :  ${}^4_2He$  (4 nucléons et 2 charges positives et 2 charges négatives)
- Photon :  $\gamma$  (0 nucléon et 0 charge électrique)

## Rayonnement gamma $\gamma$

Lors de la désintégration d'un noyau, le noyau fils est souvent excité. Cela veut dire qu'il a un « surplus d'énergie ». Le noyau va alors se désexciter en émettant un rayonnement  $\gamma$ .

L'écriture de cette désexcitation est :



$Y^*$  étant le noyau dans un état excité.

La longueur d'onde du photon émis correspondant est donnée par la formule :  $\Delta E = h\nu$

Avec :  $\Delta E$  : Variation d'énergie du photon émis (J)

$h$  : constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34} J.s$

$\nu$  : fréquence du photon émis (Hz)

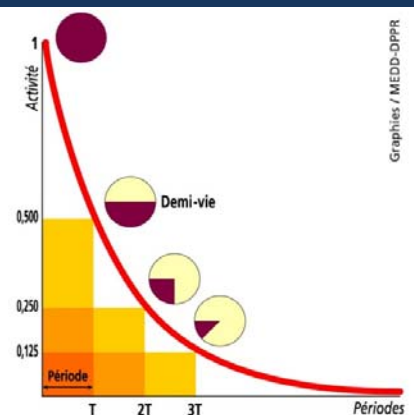
## Les dangers de la radioactivité

### Combien de temps un produit radioactif reste-t-il radioactif ?

Dans un échantillon radioactif, les noyaux se désintègrent spontanément et de manière aléatoire. Le nombre de noyaux diminue donc au cours du temps ainsi que « l'intensité » du rayonnement émis.

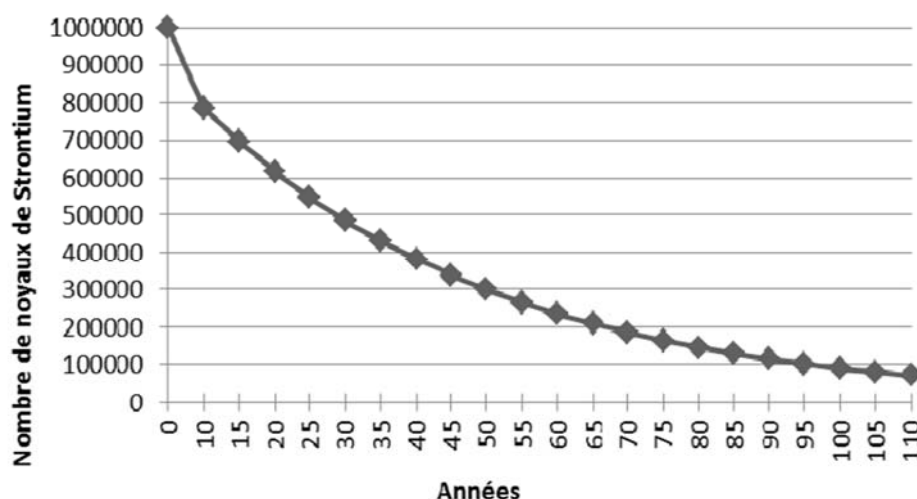
L'activité d'un échantillon radioactif correspond au nombre de désintégrations par seconde. Elle se note  $A$  et se mesure en *Becquerel* (Bq).

On définit le temps de  $\frac{1}{2}$  vie ou période radioactive  $t_{1/2}$  comme étant le temps au bout duquel l'activité  $A$  de l'échantillon est divisée par 2. C'est aussi le temps au bout duquel le nombre de noyaux radioactifs de l'échantillon est divisé par deux.



Décroissance de l'activité d'une substance radioactive  
Le temps mis par la moitié des noyaux de la substance pour se désintégrer est appelée **période radioactive** ou **demi-vie**

### Exemple de courbe de décroissance radioactive d'un échantillon de Strontium radioactif



# Loi de décroissance radioactive

$$N = N_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

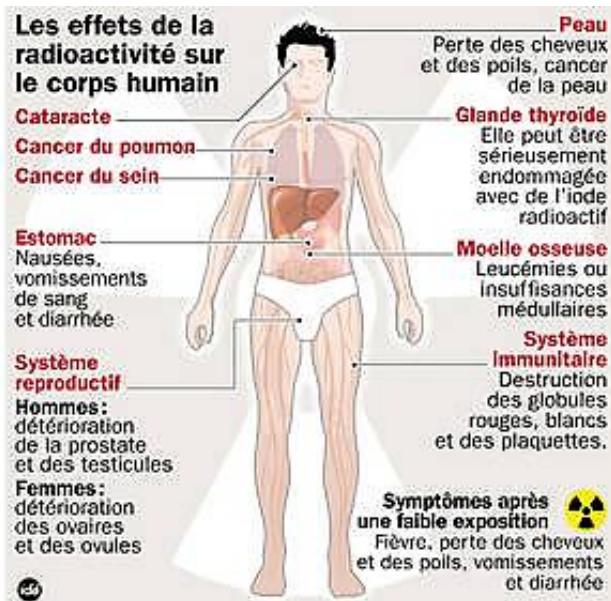
N : nombre de noyaux radioactifs restants

$N_0$  : Nombre de noyaux radioactifs initial

t : durée écoulée

$\tau$  constante de temps avec  $\tau = \frac{t_{1/2}}{\ln 2}$

## Dangers de la radioactivité et prévention



Le corps humain peut être soumis aux rayonnements radioactifs par irradiation externe ou par contamination (ingestion ou inhalation de substances radioactives). Ces rayonnements ionisants provoquent la mort des cellules irradiées et des modifications de l'ADN peuvent conduire à des cancers et des leucémies.

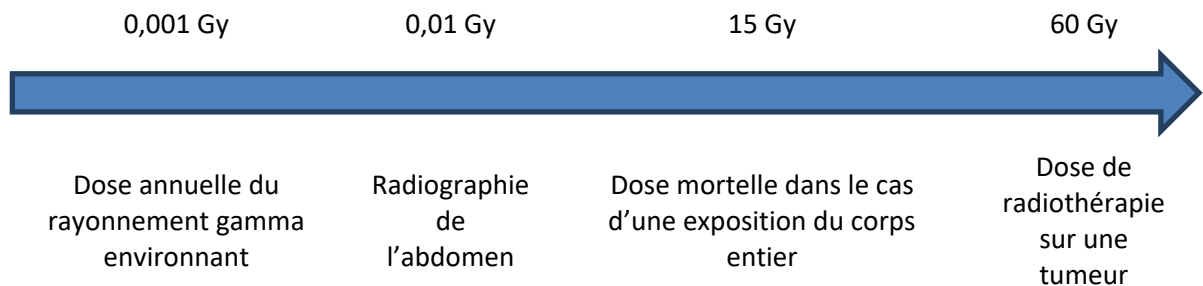
### Grandeurs utilisées pour la surveillance et la protection des personnes :

La dose absorbée, notée D : elle est utilisée pour caractériser les expositions ponctuelles, accidentelles ou liées à un traitement médical.

$$\text{gray (Gy)} \leftarrow D = \frac{E \rightarrow (\text{J})}{m \rightarrow (\text{kg})}$$

E : Energie des rayonnements radioactifs reçue par un corps  
m : masse du corps

Exemples de doses absorbées :



## Equivalence masse- énergie



Relation d'Einstein : en 1905, Einstein édifie la théorie de la relativité restreinte où il postule qu'une particule possède de l'énergie du seul fait de sa masse.

« La masse est une des formes que peut prendre l'énergie. »

Un système au repos, de masse  $m$ , possède une énergie de masse  $E$  donnée par la relation d'Einstein :

$$E = m \cdot c^2$$

$E$  : énergie en .....( ....)

$m$  : .....en .....( .....)

$c$  : ..... de la lumière dans le vide (.....)

### Défaut de masse

En mesurant la masse des noyaux au repos et celles des nucléons, les scientifiques se sont aperçus que la masse d'un noyau est toujours inférieure à la somme des masses des nucléons qui le composent.

$$m_{\text{noyau}} < (A - Z) \cdot m_n + Z \cdot m_p$$

La différence :  $\Delta m = [(A - Z) \cdot m_n + Z \cdot m_p] - m_{\text{noyau}}$  est appelée **défaut de masse**.