

## 1 Radioactivité naturelle (Rayonnements $\alpha$ , $\beta$ et $\gamma$ )

Certaines substances naturelles comme le radium ou l'uranium émettent spontanément des radiations capables d'ioniser un gaz ou d'impressionner une plaque photographique. Ce rayonnement ne peut être modifié par aucune intervention extérieure (température, pression, ....) ce qui le distingue d'une réaction chimique. Il s'agit en fait d'une réaction nucléaire spontanée.

Les noyaux les moins lourds émettent des particules  $\beta$  (ou électrons) et les noyaux les plus lourds peuvent émettre des particules  $\beta$  et des particules  $\alpha$  ( ${}^4_2\text{He}$ ). Les émissions  $\alpha$  et  $\beta$  sont accompagnées d'une émission de photons très énergétiques qui constituent le rayon  $\gamma$ .

### Exemple

1. Emission  $\alpha$  : 
$$\begin{array}{ccccc} {}^{232}_{90}\text{Th} & \longrightarrow & {}^{228}_{88}\text{Ra} & + & {}^4_2\text{He} \\ \text{Thorium} & & \text{Radium} & & \text{Hélium} \end{array}$$
2. Emission  $\beta^-$  : 
$$\begin{array}{ccccc} {}^1_0\text{n} & \longrightarrow & {}^1_1\text{p} & + & {}^0_{-1}\text{e} \\ \text{Neutron} & & \text{Proton} & & \text{Négaton} \end{array}$$
3. Emission  $\beta^+$  : 
$$\begin{array}{ccccc} {}^1_1\text{p} & \longrightarrow & {}^1_0\text{n} & + & {}^0_{+1}\text{e} \\ \text{Proton} & & \text{Neutron} & & \text{Positon} \end{array}$$

### Familles radioactives naturelles

Il y'a trois familles :

1. Famille de l'uranium 238 :  $A = 4n + 2$  avec n : nombre entier.
2. Famille de l'actino-uranium 235 :  $A = 4n + 3$ .
3. Famille de thorium 232 :  $A = 4n$ .

## 2 Radioactivité artificielle (Réactions nucléaires)

### 2.1 Réactions de transmutation

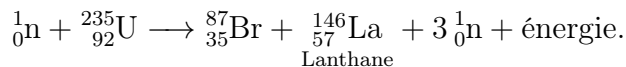
Les noyaux bombardés donnent naissance à des noyaux fils dont le nombre de masse est égal ou voisin du noyau cible (parent) avec dégagement d'énergie.

### Exemples

- $${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H} \quad \Leftrightarrow \quad {}^{14}\text{N}(\alpha, \text{p}){}^{17}\text{O}.$$
  
Proton
- $${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + {}^1_0\text{n} \quad \Leftrightarrow \quad {}^{27}\text{Al}(\alpha, \text{n}){}^{30}\text{P}.$$
  
Phosphore
- $${}^6_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \longrightarrow {}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \quad \Leftrightarrow \quad {}^6\text{Li}(\text{d}, \text{p}){}^7\text{Li}.$$
  
Deuterium
- $${}^{23}_{11}\text{Na} + {}^1_1\text{H} \longrightarrow {}^{23}_{12}\text{Mg} + {}^1_0\text{n} \quad \Leftrightarrow \quad {}^{23}\text{Na}(\text{p}, \text{n}){}^{23}\text{Mg}.$$

## 2.2 Réactions de fission

Les noyaux lourds ( $A > 200$ ) bombardés généralement par des neutrons donnent naissance à deux noyaux fils ( $72 < A < 162$ ). Lors de cette réaction de fission, il y'a émission de 2 à 3 neutrons qui vont à leur tour bombarder d'autres noyaux cibles et ainsi de suite et on aura ce qu'on appelle une réaction en chaîne (principe de la bombe atomique).



## 2.3 Réactions de fusion

A température élevée, des noyaux légers instables s'unissent pour donner des noyaux plus lourds.

### Exemples

- ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$  (principe de la bombe H)  
Tritium
- ${}_1^2\text{H} + {}_1^2\text{H} \longrightarrow {}_2^3\text{He} + {}_0^1\text{n}$

## 3 Cinétique de la désintégration radioactive

### 3.1 Loi de désintégration radioactive

Considérons une réaction nucléaire  $A \longrightarrow B$ .

La vitesse de la réaction ne dépend que de l'élément qui se désintègre. Elle est proportionnelle au nombre d'atomes de A présents au temps t :

$$\boxed{\frac{dn_A}{dt} = -\lambda \cdot n_A} \quad \text{avec } \lambda > 0 : \text{constante de désintégration ou constante radioactive.}$$

Après intégration de cette équation différentielle de premier ordre, on obtient :

$$\boxed{n_A = n_{0A} \cdot \exp(-\lambda \cdot t)}$$

La loi de désintégration peut s'écrire en utilisant le nombre de noyaux N et la masse m.

$$\boxed{N = N_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t)} \quad \text{et} \quad \boxed{m = m_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t)}$$

### 3.2 Période radioactive (T)

C'est le temps pendant lequel la moitié des noyaux radioactifs se désintègrent (temps de demi-vie).

$$\boxed{T = \frac{\ln 2}{\lambda}}$$

### 3.3 Activité absolue (A)

C'est le nombre de désintégrations par unité de temps.

$$\boxed{A = -\frac{dn}{dt} = \lambda \cdot n = \lambda \cdot n_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t) = A_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t)}$$

avec  $A_0$  : l'activité à  $t = 0$ .

L'unité de l'activité A est le Curie avec :  $1\text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10}\text{ dps}$  (désintégration par seconde).

Cette valeur numérique fut choisie de façon que 1 gramme de radium ait une activité très voisine de 1 curie.