Décroissance radioactive

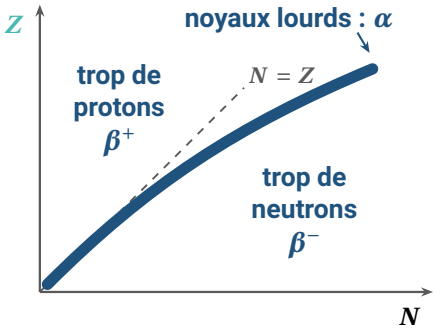
Noyau et isotopes

$^{A}_{Z}X$

A : **nombre de masse** = nombre de nucléons
Z : **numéro atomique** = nombre de protons
$N = A - Z$: nombre de neutrons

Isotopes : noyaux de **même** Z (même élément) mais de A **différents**.

Stabilité des noyaux : diagramme (N, Z)



Noyaux **stables** : **vallée de stabilité**

Les autres sont **radioactifs** : désintégration spontanée et **aléatoire** en un noyau fils plus proche de la vallée.

On y lit les isotopes radioactifs d'un élément (même Z) et le type de désintégration.

Types de radioactivité

α	$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$	noyau d'hélium
β^-	$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$	électron
β^+	$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e$	positon
γ	$^{A}_{Z}Y^{*} \longrightarrow {}^{A}_{Z}Y + \gamma$	photon : le noyau fils excité se désexcite

Écrire l'équation d'une désintégration

Lois de conservation : la somme des A et celle des Z se conservent.

1. Écrire le noyau père, le noyau fils et la particule inconnue $^{A}_{Z}X$.
2. Conservation du **nombre de masse** : trouver A ; de la **charge** : trouver Z.
3. Nommer la particule, donc le type de radioactivité.

Activité et loi de décroissance

Activité $A(t)$: nombre de désintégrations par seconde, en becquerels (Bq).

$$A(t) = -\frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}t} \qquad A(t) = \lambda\, N(t)$$

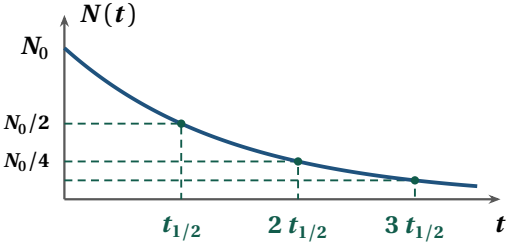
$N(t)$: noyaux radioactifs restants ; λ : **constante radioactive**, en s^{-1}.

Équation différentielle $\dfrac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}t} + \lambda\, N = 0$

Solution, avec $N(0) = N_0$ $N(t) = N_0\, \mathrm{e}^{-\lambda t}$ donc $A(t) = A_0\, \mathrm{e}^{-\lambda t}$

Temps de demi-vie $t_{1/2}$

Durée au bout de laquelle la **moitié** des noyaux radioactifs s'est désintégrée.



$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

Après n demi-vies : $N = \dfrac{N_0}{2^n}$

Démonstration : $N_0\, \mathrm{e}^{-\lambda t_{1/2}} = \dfrac{N_0}{2} \iff -\lambda\, t_{1/2} = \ln\dfrac{1}{2} = -\ln 2$

Datation

On mesure N ou A ; on connaît la valeur initiale et $t_{1/2}$; on isole t avec ln :

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{N_0}{N(t)}\right) = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right)$$

Médecine et radioprotection

Se protéger : distance, **durée** d'exposition, **écran** (matériau, épaisseur).

En médecine : scintigraphie (traceur radioactif), radiothérapie.