

CHAPITRE 4 : LA RADIOACTIVITE, DECROISSANCE RADIOACTIVE

I. NOYAU ATOMIQUE

Un noyau est représenté par la notation symbolique :

$${}^A_ZX \begin{cases} Z \text{ est le numéro atomique ou le nombre de protons} \\ A \text{ est le nombre de masse ou le nombre de nucléons (protons + neutrons)} \end{cases}$$

Deux noyaux *isotopes* d'un même élément diffèrent par leur nombre de neutrons $N = A - Z$.

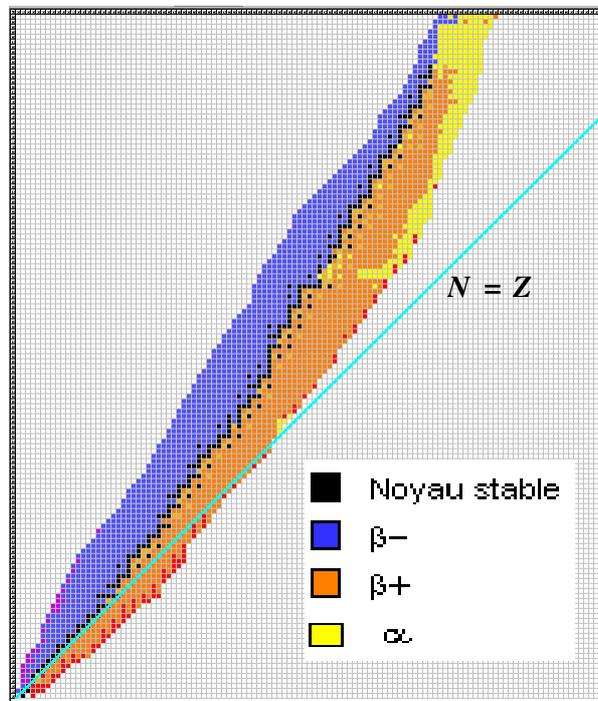
II. RADIOACTIVITE

Les noyaux stables se situent sur une courbe (N, Z) (le diagramme de Segré) dite *vallée de stabilité*. On constate que pour $Z > 20$ la vallée de stabilité est située au voisinage de la droite $N = Z$; pour $Z > 20$, la vallée de stabilité est située au-dessous de cette droite

Les noyaux instables sont des noyaux qui ont un excès ou un défaut de neutrons par rapport aux isotopes stables de même nombre de charge. Aucun noyau dont $Z > 82$ n'est stable.

Un noyau radioactif (*noyau père*) est instable, il peut subir une désintégration aboutissant à la formation d'un nouveau noyau (*noyau fils*) en émettant une particule (α ou β) et généralement un rayonnement γ . Ce phénomène porte le nom de radioactivité.

La radioactivité d'un noyau est un phénomène *spontané* et *aléatoire*.



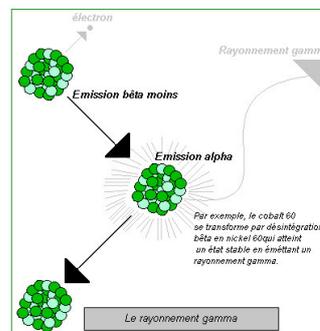
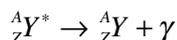
III. DIFFERENTES FORMES DE RADIOACTIVITE

Lois de conservation ou lois de Soddy

L'équation d'une réaction nucléaire vérifie les lois de conservation de la charge électrique (Z) et du nombre de nucléons (A).

Radioactivité	Noyaux pères	Particule émise	Equation de la réaction nucléaire	Mécanisme
α	Noyaux lourds	Noyaux d'hélium 4_2He	${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$	 Emission alpha
β^-	Noyaux possédant un excès de neutrons	électron	${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$ ${}^1_0n \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^1_1p$	 Emission bêta moins
β^+	Noyaux possédant un excès de protons	Positron ou positon	${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_1e$ ${}^1_1p \rightarrow {}^0_1e + {}^1_0n$	 Emission bêta plus

Lors d'une désintégration radioactive, le noyau formé est souvent dans un état excité Y^* , il devient stable en émettant un rayonnement γ :



IV. DECROISSANCE RADIOACTIVE

Le nombre moyen de désintégrations dans un échantillon radioactif est proportionnel au nombre de noyaux dans l'échantillon et à la durée de comptage (**V. Activité 1**) :

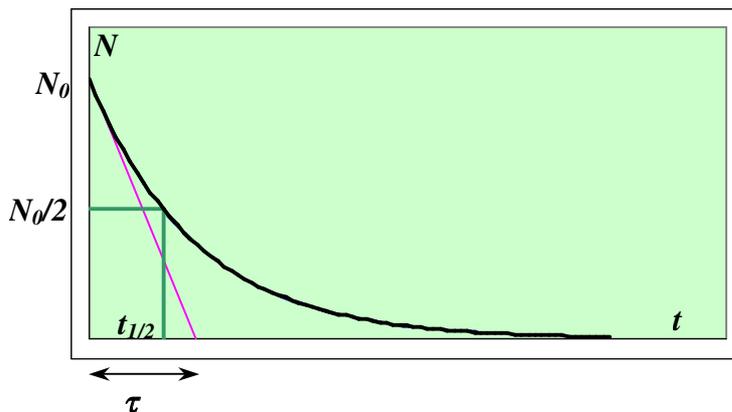
$$-\Delta N = \lambda \cdot N \cdot \Delta t \text{ avec } \lambda \text{ la constante radioactive (en } s^{-1}\text{)}.$$

Pour un échantillon contenant N_0 noyaux radioactifs à l'instant $t = 0$, le nombre $N(t)$ de noyaux encore présents à l'instant t est donné par la loi de décroissance radioactive :

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

Chaque type de noyaux radioactifs peut être caractérisé par trois constantes liées entre elles :

- La constante radioactive λ (en s^{-1}).
- La constante de temps $\tau = \frac{1}{\lambda}$ (en s).
- La demi-vie $t_{1/2}$ d'une source radioactive est la durée au bout de laquelle la *moitié* de la quantité initiale de noyaux radioactifs (ou son activité) contenus dans l'échantillon s'est désintégrée ; elle s'exprime en s et se détermine par les relations :



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

Démonstration :

$$N(t) = \frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \text{ soit } -\lambda t = \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\ln 2 \dots$$

V. DECROISSANCE RADIOACTIVE

L'activité $A(t)$ d'un échantillon radioactif mesure le nombre moyen de désintégration par unité de temps :

$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda \cdot N(t), \text{ elle s'exprime en becquerel (1 Bq représente une désintégration par seconde).}$$

VI. APPLICATIONS

La datation d'objets préhistoriques (exemple la datation au carbone 14 donne $t = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0}$), la radiothérapie (irradiation des tumeurs), la scintigraphie (suivi d'un marqueur radioactif dans l'organisme)...

Dangers : en traversant la matière, les particules α et β , ainsi que le rayonnement γ , émis par les corps radioactifs, provoquent des ionisations responsables de destructions cellulaires pouvant entraîner la mort !