



UE 2

Radioactivité - Cinétique des transformations radioactives

Activité

L'activité A correspond au nombre de désintégration par unité de temps.

$$A = \frac{dN}{dt} = \lambda \times N$$

Dans le SI, elle est exprimée en Becquerel Bq (= une désintégration par seconde)

Historiquement elle était exprimée en Curie Ci, c'est l'activité de 1g de ^{226}Ra équivalent à $3,7 \times 10^{10}$ Bq = 37 GBq

$$\begin{aligned} 1 \text{ mCi} &= 10^{-3} \text{ Ci} \\ &= 3,7 \times 10^6 \text{ Bq} = 3,7 \text{ MBq} \end{aligned}$$

Décroissance radioactive

Un radioélément non stable se désintègre via l'émission ou non de particules et d'ondes électromagnétiques, de matière naturelle.

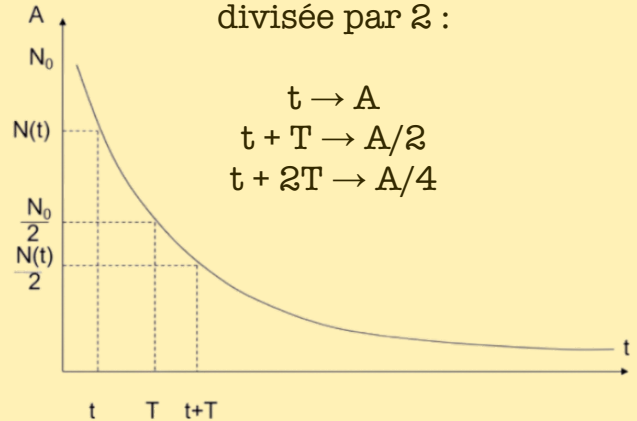
L'activité est proportionnelle au nombre de noyaux radioactifs N , et elle diminue exponentiellement au cours du temps selon la relation :

$$A = \lambda \times N = \lambda \times N_0 \times e^{-\lambda t}$$

$$A = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

$$\text{Car : } N = N_0 \times e^{-\lambda t}$$

T correspond à la période radioactive, après chaque période T , l'activité est divisée par 2 :



Relations

La constante radioactive λ et la période T (= demi-vie) sont reliées par la formule :

$$T = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

Le nombre de noyaux N , la masse m et de la masse molaire M sont reliées par la formule :

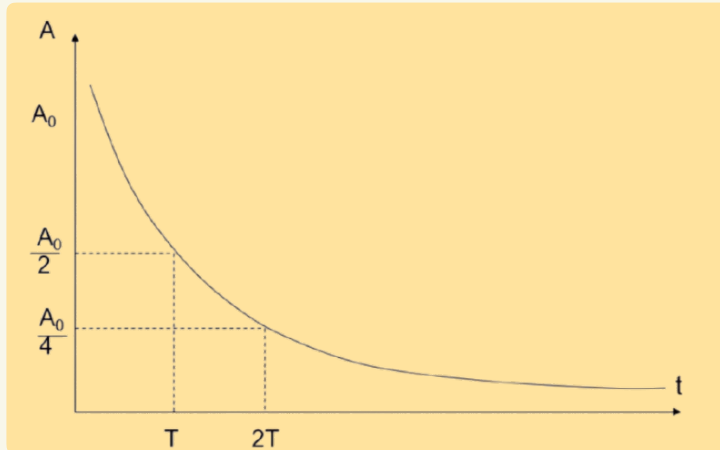
$$N = \frac{m}{M} \times Na = n \times Na$$

Demi-vie effective

Combine la demi-vie physique T_{phy} et la demi-vie biologique T_{bio} , pour estimer la durée de radioactivité dans l'organisme.

$$T_{eff} = \frac{T_{phy} \times T_{bio}}{T_{phy} + T_{bio}}$$

Utilisée en radioprotection, la période effective est cruciale pour doser l'exposition d'un patient en médecine nucléaire en prenant en compte l'élimination biologique du produit.



Handwritten signature

Cas particuliers de filiation

Les noyaux radioactifs présents dans les sols terrestres passent par plusieurs étapes avant d'arriver sur un élément stable. On peut dégager 3 grandes familles

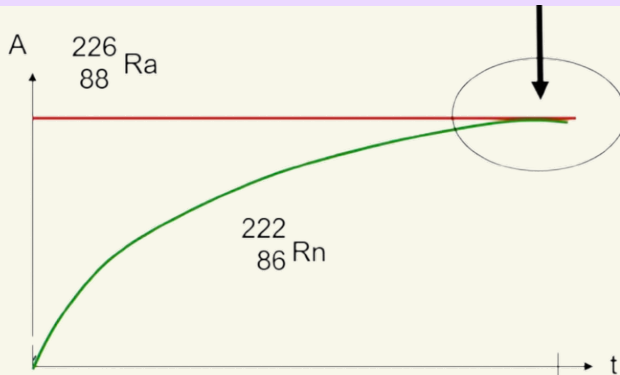
- Thorium 232
- Uranium 235
- Uranium 238

Cas particulier lorsque N_1 et N_2 ont des périodes très différentes.

$T_1 \gg T_2$ donc $\lambda_1 \ll \lambda_2$

Ce qui amène après un moment $A_2(t) = A_1(t)$, on parle d'**équilibre séculaire**

Exemple : Ra^{226} (1622 ans) et Rn^{222} (3,8 jours)



L'équilibre de régime est un équilibre séculaire à une échelle beaucoup plus petite:
 $T_1 > T_2$ et $\lambda_1 < \lambda_2$ ce qui amène après un moment à :

$$A_2(t) = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} A_1(t)$$

