Décroissance Radioactive

7. LOI DE DECROISSANCE RADIOACTIVE

- La loi d'évolution du nombre N de noyaux radioactifs présents en fonction du temps
- La loi de décroissance radioactive **est** : $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda.t}$

$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda.t}$	Avec	N_0 est le nombre de noyaux présents à la date t=0 N(t) le nombre de noyaux encore présents à l'instant t. λ (s^{-1}) une constante radioactive

❖ Autres expressions de la loi de décroissance radioactive

$m= m_0.e^{-\lambda t}$	avec	m_0 : masse de l'échantillon présents à la date t=0 m : masse de l'échantillon présents à l'instant t

$n= n_0.e^{-\lambda t}$	avec	n_0 : Quantité de matière de l'échantillon présents à la date t=0 n : Quantité de matière de l'échantillon présents à l'instant t

❖ La constante radioactive.

- Chaque nucléide radioactif est caractérisé par une constante radioactive λ, qui est la probabilité de désintégration d'un noyau par unité de temps.
- Elle s'exprime en s^{-1}.
- La constante λ ne dépend que du nucléide et est indépendante du temps, des conditions physiques et chimiques.
- $\tau = \frac{1}{\lambda}$: la constante de temps, s'exprime en (s)

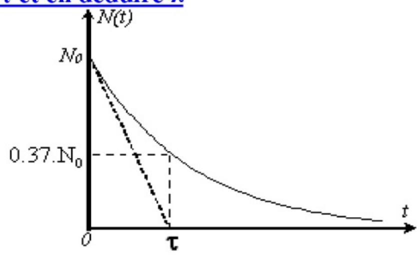
⁂ Comment déterminer graphiquement τ et en déduire λ

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

À instant t= τ on a $N(\tau) = N_0 \cdot e^{-1}$ donc $N(\tau)=0.37.N_0$

$$\text{Ou } \frac{N(\tau)}{N_0} = 0.37 = 37\%$$

On repère sur l'axe N(t) le point $N(\tau)$ et après projections sur l'axe des temps on détermine τ et on peut en déduire $\lambda = \frac{1}{\tau}$



❖ Demi – vie.

La demi – vie ($t_{1/2}$) ou période radioactive :

- Est une caractéristique d'un nucléide
- C'est la durée correspondant à la désintégration de la moitié des noyaux radioactifs présents dans l'échantillon.
- Elle s'exprime en seconde (s).

A $t_{1/2}$, on a : $N\left(t_{\frac{1}{2}}\right) = \frac{N_0}{2}$ d'où $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$

❖ Activité d'un échantillon.

$$a = a(t) = -\frac{dN}{dt}$$

a(t) =A(t) : L'activité d'un échantillon radioactif, **est le nombre de désintégration** de noyau radioactifs présents dans l'échantillon en une seconde.

L'unité de l'activité est le becquerel (Bq). Un becquerel correspond à une désintégration par seconde

1Bq = 1desintegration/seconde

$$a(t) = -\frac{dN}{dt} = -\frac{dN_0.e^{-\lambda.t}}{dt} = \lambda.N_0.e^{-\lambda.t} = \lambda.N(t)$$

avec $a_0=\lambda.N_0$: L'activité d'un échantillon radioactif à l'instant t=0

d'où $a(t) = a_0.e^{-\lambda.t}$

❖ Equation differentielle

On a $a(t) = -\frac{dN}{dt} = \lambda.N$ alors $\frac{dN}{dt} + \lambda.N = 0$: équation différentielle vérifié par N

❖ La datation au carbone 14.

- La datation de matériaux organiques (végétaux ou animaux) est possible en mesurant l'activité du carbone 14 dans l'échantillon (l'isotope naturel du carbone 14 est le carbone 12). Pour le carbone 14, $t_{½}$ = 5568 ans.
- Dès qu'un être vivant meurt, le carbone 14 n'est plus renouvelé : sa proportion se met à décroître.
- Pour déterminer l'âge du matériau mort, on mesure l'activité a(t) du carbone 14 d'un échantillon de matériau mort et on applique la formule : $a(t) = a_0 \cdot e^{-\lambda.t}$

⁂ Comment Calculer l'activité a

$a = \lambda.N$

Remplacer λ par $t_{1/2}$

$\ell n(2) = \lambda.t_{1/2}$

$\lambda = \dfrac{\ell n(2)}{t_{1/2}}$

Remplacer N par :

$\dfrac{N}{N_0}$ Un quotient ou un pourcentage et en déduire N	$N = N_0.e^{-\lambda.t}$	$\mathbf{n = \dfrac{N}{N_A} = \dfrac{m}{M}}$	**$m=N.m_1$**