Décroissance radioactive

I) Stabilité et instabilité des noyaux.

a) La radioactivité

Déf : Un noyau radioactif est un noyau **instable** qui se désintègre **spontanément** de manière **aléatoire**, en donnant un noyau fils et en émettant des particules α, ou β.

b) Les isotopes

Les isotopes sont des noyaux qui ont le même nombre de protons (Z) mais pas le même nombre de nucléons (A).

$${}^{12}_{6}C \quad {}^{13}_{6}C \quad {}^{14}_{6}C$$

c) Les caractéristiques d'un noyau

Le symbole du noyau d'un atome est

$${}^{A}_{Z}X$$

Z : numéro atomique ou nombres de charges. Z représente le nombre de **protons** du noyau.

A est le nombre de masses ou nombre de nucléons (**protons + neutrons**)

Exemple : ${}^{238}_{92}U$

238 nucléons : → 92 protons
→ 238 – 92 = 146 neutrons

92 électrons

II) La radioactivité et les équations de réactions

(lois de Soddy)

Loi de conservation du nombre de charges : le nombre de charges du noyau père (Z) est égal à la somme des nombres de charges du noyau fils et de la particule formée.

Loi de conservation du nombre de nucléons : le nombre de nucléons du noyau père est égal à la somme du nombre de nucléons du noyau fils et de la particule formée.

Radioactivité alfa : α

$$\underset{\text{noyau père}}{{}^{A}_{Z}X} \xrightarrow{\alpha} \underset{\text{noyau fils}}{{}^{A-4}_{Z-2}Y} + \underset{\text{noyau d'hélium}}{{}^{4}_{2}He}$$

Radioactivité bêta – : β^-

$$\underset{\text{noyau père}}{{}^{A}_{Z}X} \xrightarrow{\beta^-} \underset{\text{noyau fils}}{{}^{A}_{Z+1}Y} + \underset{\textbf{électron}}{{}^{0}_{-1}e}$$

Radioactivité bêta + : β^+

$$\underset{\text{noyau père}}{{}^{A}_{Z}X} \xrightarrow{\beta+} \underset{\text{noyau fils}}{{}^{A}_{Z-1}Y} + \underset{\textbf{positon}}{{}^{0}_{+1}e}$$

Désexcitation gamma : γ

Lorsque le noyau fils est excité

$$\underset{\text{excité}}{{}^{A}_{Z}X^*} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

III) Loi de décroissance radioactive

- ΔN : nombre de désintégrations pendant la durée Δt en s. N : nombre de noyaux présents à la date t λ : constante de radioactivité en s^{-1} (dépend du type de (noyau)	$-\dfrac{\Delta N}{\Delta t} = \lambda \times N$

Constante de temps d'un noyau : $\tau = 1/\lambda$ (τ en s)

Loi de décroissance radioactive

La désintégration des noyaux radioactifs **au niveau microscopique est aléatoire.**

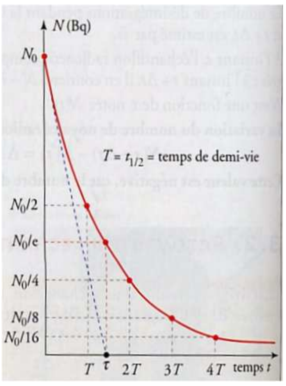
Par contre au niveau macroscopique, elle est prévisible : le nombre moyen N de noyaux non désintégrés est calculable par la loi de décroissance radioactive :

$N = N_o\, e^{-\lambda t}$	N : nombre de noyaux présents à la date t No : nombre de noyaux présents à la date t=0 λ : constante radioactive en en s^{-1} si t en s.

Demi–vie :La demi vie d'un échantillon de noyaux radioactifs noté $t_{½}$ est la durée nécessaire pour que statistiquement, la moitié des noyaux présents à la date t (N (t)) se soit désintégrée à la date (t+ $t_{½}$).

$$\mathbf{N_{(t + t_{½})} = \frac{N_{(t)}}{2}}$$

Au bout d'une demi vie l'activité d'un échantillon est divisée par 2.
La demi-vie dépend de la constante radioactive (λ) et donc de la nature du noyau.



IV) Activité d'une source et effets biologiques

L'activité A d'une source radioactive est égale au nombre moyen de désintégrations par seconde dans l'échantillon
A est en Becquerel (Bq) : 1 Bq = 1 désintégration par seconde.

$$\mathbf{A = \lambda \times N}$$

On a donc aussi :

$$A = A_o \, e^{-\lambda t}$$

L'activité à l'origine (t=o) Ao est toujours > à l'activité à une date quelconque t.
Plus l'activité d'une source est élevée plus la source est potentiellement dangereuse.

V) Datation

Pour déterminer la date t, il faut connaître :

- la constante radioactive (λ)
- le nombre de noyaux radioactifs à la date t (N(t))
- la nombre de noyaux radioactifs à la date t = o (No)

Tant qu'un être est vivant, on considère que le nombre de noyaux radioactifs reste constant. A partir du moment de sa mort, la quantité de noyaux radioactifs diminue, mais *: EN RESPECTANT LA LOI DE DECROISSANCE RADIOACTIVE.*

Exercice : Evaluer la date d'une éruption volcanique.
On découvre un bois qui a été carbonisé lors de cette éruption.
Pour 1g de bois :

- activité du bois brûlé A= 4.8 dés/min
- activité d'un bois vivant équivalent au bois brûlé Ao = 13.4 dés/min

Remarque Ao > A et λ = 1,24. 10^{-4}année^{-1}

$$A = A_o \, e^{-\lambda t} \iff \frac{A}{A_o} = e^{-\lambda t} \quad \text{on prend le logarithme néperien :} \quad \ln \frac{A}{A_o} = \ln e^{-\lambda t}$$

$$\text{donc} \quad \ln \frac{A}{A_o} = -\lambda t \quad \text{soit} \quad t = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{A}{A_o}$$

$$t = -\frac{1}{1{,}24 \, . \, 10^{-4}} \ln \frac{4{,}8}{13{,}5} = 8\,300 \text{ ans}$$

L'éruption a donc eu lieu : 2010 – 8300 = - 6290 soit 6300 ans avant JC.