LA LOI

DE LA

DECROISSANCE

RADIOACTIVE

I. Loi de décroissance radioactive

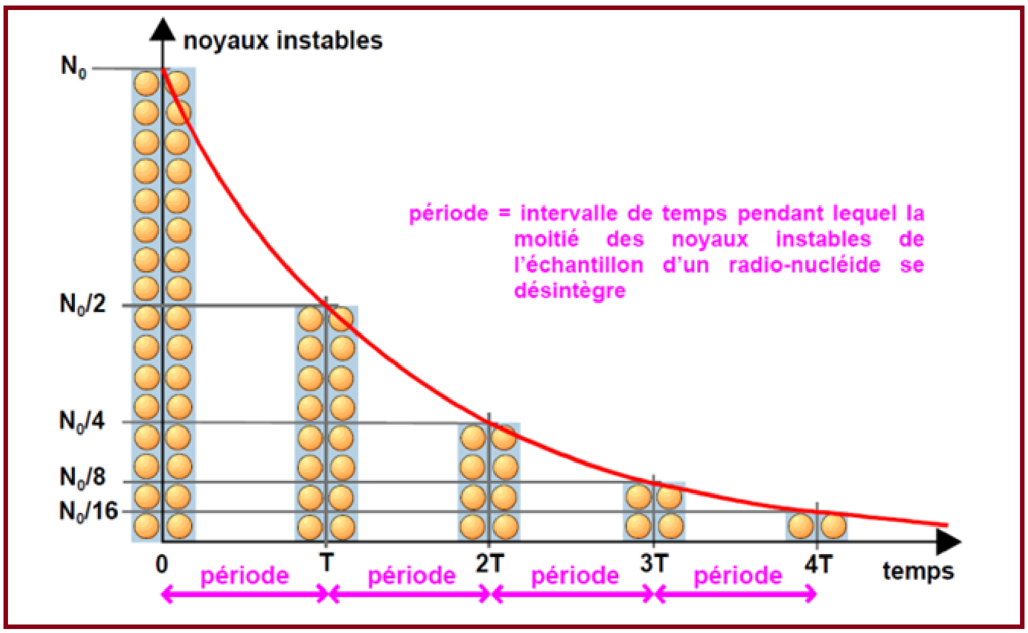
La désintégration radioactive d'un nucléide est un phénomène aléatoire; elle est indépendante des conditions physiques (température, pression..).

Soit N_0 le nombre de radionucléides présents dans un élément radioactif à un instant t_0 quelconque. suite aux désintégrations des noyaux leur nombre diminue au cours du temps.
à un instant le nombre de noyaux restants N est donné par :

$$\mathbf{N = N_0 . e^{-\lambda t}} \quad (1)$$

N_0 = le nombre initial de noyaux radioactifs.

N = le nombre de noyaux radioactifs restants.



λ = la constante radioactive de l'élément. (λ représente la probabilité de désintégration).

Relation entre la masse d'un radionucléide et son activité

loi de désintégration radioactive peut être exprimée en fonction de masses:
soit N le nombre de noyaux radioactifs; leur masse est donné :

$$M \longrightarrow N_A atomes$$

$$m \longrightarrow N \; atomes$$

m = N. $\frac{M}{N_A}$ N = m. $\frac{N_A}{M}$

M est la masse molaire,

N_A nombre d'Avogadro.

on remplace dans l'équation (1) on aura :

$m.\frac{N_A}{M} = m_0.\frac{N_A}{M} \ .e^{-\lambda.t}$ donc $\mathbf{m = m_0. e^{-\lambda.t}}$

N_0 = la masse initiale des noyaux radioactifs.

N = la masse restante des noyaux radioactifs.

I. L'activité

l'activité est le nombre de noyaux radioactifs ou instables qui sont désintégrés par unité de temps. Elle représente la vitesse instantanée de la disparition des noyaux instables, elle est proportionnelle à leur nombre. cette activité dépend du nombre de noyaux présent, comme ce dernier diminue au cours du temps donc l'activité aussi diminue au cour du temps.

$\boxed{A = \lambda .N}$

on a $N = N_0. e^{-\lambda.t}$ on multiplie par λ on aura $\lambda.N = \lambda N_0. e^{-\lambda.t}$ donc:

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

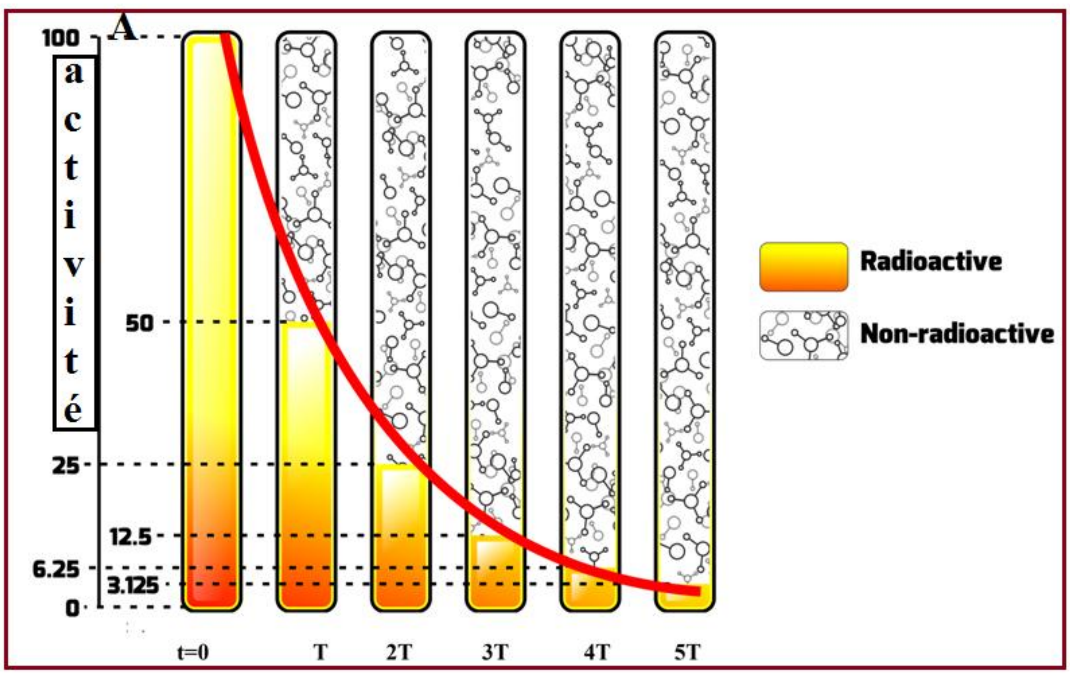
A = $atvivité$ à t $donnée$.

$A_0 = ativité\ initiale$.

A = activité en Becquerels (1 Bq = 1 désintégration/seconde) ou en curies (Ci).

L'activité peut être exprimée en Curie (Ci), qui est l'activité correspondante à la désintégration de 1g de Radium Ra pendant 1 seconde selon la réaction:

Curie (Ci) = 37.10 9 Bq



II. La période :

Chaque isotope radioactif –radionucléide – est caractérisé par le rythme de sa désintégration. On appelle **période**, ou parfois demi-vie, et on note **T**, la durée au bout de laquelle exactement la moitié d'un nombre donné de noyaux se sera désintégré. La période est une donnée statistique : il est impossible de prédire à quel moment un noyau radioactif individuel se désintégrera, mais si on part d'un milliard de ces noyaux, on connaît avec une extrême précision quand il n'en restera plus que 500 millions. Et cette période caractéristique d'un noyau précis peut aller d'une fraction de milliseconde à quelques milliards d'années

exemples:

- la période radioactive de l'uranium-238 est de 4,5 milliards d'années ;
- la période radioactive de l'uranium-235 est de 710 millions d'années ;
- la période radioactive du césium-137 est de 30 ans ;
- la période radioactive des atomes d'iode-131 est de 8 jours ;
- la période radioactive des atomes de fluor-18 est de 110 minutes

Elle représente aussi le temps nécessaire pour que l'activité de l'échantillon diminue de moitié.

on a $N = N_0 . e^{-\lambda . t}$

à t =T on a $N=\frac{N_0}{2}$ alors $\frac{N_0}{2} = N_0 . e^{-\lambda . T}$ $\frac{1}{2} = e^{-\lambda . T}$

ln (1/2) = $-\lambda . T$ donc $T = \frac{ln(2)}{\lambda}$

- La période T ne dépend pas du nombre initial des noyaux.
- La température et la pression n'affectent pas la valeur de T.
- La période caractérise un nucléide donné.

III. Vie moyenne

Par définition la vie moyenne τ d'un radionucléide est le temps moyen met par un noyau avant de se désintégré ; on peut l'appeler l'espérance de vie du noyau.

La vie moyenne correspond au temps au bout duquel le nombre d'atomes a décru d'un facteur 1/e.

on a $\mathbf{N = N_0 . e^{-\lambda t}}$

à t = τ on a $\mathbf{N = \frac{N_0}{e}}$ alors $\mathbf{\frac{N_0}{e} = N_0 . e^{-\lambda . \tau}}$ $\mathbf{\frac{1}{e} = e^{-\lambda . \tau}}$

- ln (e) = $-\boldsymbol{\lambda . \tau}$ **donc** $\boldsymbol{\tau = \frac{1}{\lambda}}$

relation entre le nombre de noyaux et la période

si on pose n = t/T

on a $\mathbf{N} = \boldsymbol{N_0}.\boldsymbol{e}^{-\lambda.t}$

et $\lambda = \frac{ln(2)}{T}$ on remplace on aura $\mathbf{N} = \boldsymbol{N_0}.\boldsymbol{e}^{-\frac{ln(2)}{T}.t}$

$ln\frac{N}{N_0} = -\frac{ln(2)}{T}.t$ $\quad ln\frac{N}{N_0} = \frac{T}{T}\,ln(\frac{1}{2})$ $\quad ln\frac{N}{N_0} = ln(\frac{1}{2})^{\frac{t}{T}}$

donc N= $N_0.(\frac{1}{2})^{\frac{t}{T}}$

de même on peut écrire :

- pour l'activité : **A=** $A_0.(\frac{1}{2})^{\frac{t}{T}}$
- pour la mase : **m=** $m_0.(\frac{1}{2})^{\frac{t}{T}}$