

DECROISSANCE RADIOACTIVE

I – LOI DE DECROISSANCE

1. Désintégration nucléaire

- La désintégration d'un noyau est un phénomène et

Pour déterminer le nombre de désintégrations par seconde on effectue une série de mesures : on peut alors déterminer la valeur moyenne et l'écart type : Il y a 95% de chance que le nombre de désintégrations soit compris entreet

➔

➔

2. Loi de décroissance

La population radioactive décroît de façon

A l'instant (t) : noyaux radioactifs

A (t + Δt) : noyaux se sont désintégrés

..... dépend : {
-
-
-

$$\Delta N_{(t)} =$$

unité de λ : (c'est la probabilité pour qu'un noyau se désintègre en une seconde)

Donc $\frac{\Delta N}{\Delta t} =$ et lorsque Δt est très petit : =

Cette équation, qui met en relation une fonction $N_{(t)}$ et sa dérivée est une équation différentielle, qui admet pour solution mathématique la fonction :

$$N_{(t)} =$$

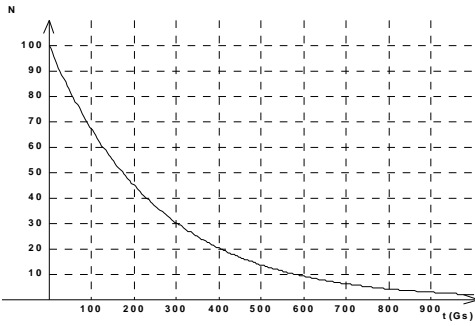
N_0 étant une constante = population radioactive à

3. Constante de temps.

On définit la constante de temps $\tau =$. C'est une caractéristique de l'élément radioactif

La loi de décroissance s'écrit alors : $N_{(t)} =$

Cas particulier : pour $t = \tau$: $N_{(t)} = =$



Détermination graphique de τ :

1^{ère} méthode : On détermine, puis....., et à l'aide de la courbe, on détermine τ .

2^{ème} méthode : la tangente à l'origine coupe l'axe des temps en $t = \tau$.

4. Demi-vie.

On utilise plutôt une autre durée caractéristique : la demi-vie est

La loi de décroissance s'écrit, à $t_{1/2}$: $N(t_{1/2}) = \dots\dots\dots$ d'où : $\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

et en prenant la fonction inverse $\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ soit :

$t_{1/2} = \dots\dots\dots$

Remarque : on peut également déterminer $t_{1/2}$ sur la courbe.

UTILISATION DE LA LOI DE DECROISSANCE.

1. Activité.

L'activité d'une source radioactive est

$A(t) =$

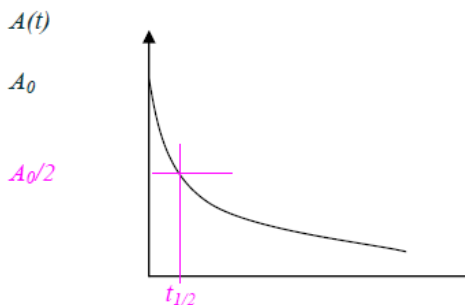
L'activité est une valeur positive, proportionnelle au, et à leur, : ce n'est pas une caractéristique de l'élément radioactif.

$A(t) =$

D'autre part : $A = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ que l'on écrit aussi :

$A(t) =$

L'unité d'activité est le Becquerel Bq. 1 Bq = 1 désintégration/s



remarque : La demi-vie est aussi la durée nécessaire pour que l'activité d'un échantillon diminue de moitié.

2. Effets biologiques

L'action sur les tissus dépend de plusieurs paramètres :

- Du nombre de particules reçues par seconde qui est fonction de l'activité A de la source, de la distance à la source et du milieu plus ou moins absorbant de propagation du rayonnement ;
- De l'énergie et de la nature de chaque particule ;
- Du fractionnement de la dose reçue ;
- De la nature des tissus touchés.

Le rayonnement radioactif est un rayonnement ionisant qui lors de sa pénétration dans les tissus vivants peut arracher des électrons aux atomes qui constituent les cellules. Les ions ou les radicaux libres créés sont souvent très réactifs et peuvent entraîner des réactions chimiques avec d'autres molécules dont l'A.D.N.

En médecine, la maîtrise de la zone exposée peut permettre de détruire de manière sélective des cellules cancéreuses (radiothérapie).

Les radioéléments sont utilisés comme traceurs pour étudier le fonctionnement d'un organe (scintigraphie).

3. Datations

Principe : $N(t) = \dots\dots\dots$ donc $\ln(N(t)) = \dots\dots\dots$

soit $\dots\dots\dots = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

- Pour déterminer (t) il faut :
- Mesurer N_t ou mesurer l'activité A_t
 - Connaître λ , constante radioactive de l'élément étudié
 - Connaître N_0 population initiale de l'élément à $t=0$

Remarque : la demi-vie de l'élément radioactif doit être compatible avec la durée à mesurer (au delà de 10 demi vies, il n'y a plus de noyaux radioactifs dans l'échantillon.)

• Datation au carbone 14 : (matières animales ou végétales)c

- $t_{1/2} = 5568 \pm 30$ ans. Cette méthode est valable pour des durées jusqu'à $\dots\dots\dots$
- Tous les êtres vivants absorbent le C présent dans l'atmosphère (photosynthèse ou alimentation) .
- La proportion de ^{14}C isotope radioactif β^- décroît à partir de la mort de l'échantillon.

Remarque : La proportion de ^{14}C - radioactif- est très faible par rapport à la quantité de ^{12}C -stable-, donc la masse totale de carbone varie très peu : au cours du temps, elle est pratiquement toujours égale à la masse de ^{12}C .

Hypothèse : La proportion de ^{14}C est partout la même, et était la même aux époques antérieures.

- ➔ On mesure la masse $m(t)$ de l'échantillon $\iff n(t)$ moles de carbone (^{12}C et ^{14}C) $\iff N_{\text{total}}(t)$, nombre noyaux de carbone, très voisin du nombre $N_{\text{total}, t=0}$ d'atomes de carbone à l'instant initial $\iff N_0$, nombre initial d'atomes de ^{14}C radioactifs (on admet que le % de ^{14}C était le même à l'époque et au lieu considéré)
- ➔ On mesure $A(t)$ ou N_t , nombre de noyaux radioactifs restants à l'instant (t)
- ➔ Connaissant N_t et N_0 on détermine l'âge de l'échantillon

• Autres méthodes.

Pour la datation des vieilles roches, plusieurs méthodes utilisent des radioéléments de demi-vie s'exprimant en milliards d'années. (Ex. : les couples $^{238}\text{U} / ^{206}\text{Pb}$; $^{87}\text{Rb} / ^{87}\text{Sr}$)