DÉCROISSANCE RADIOACTIVE

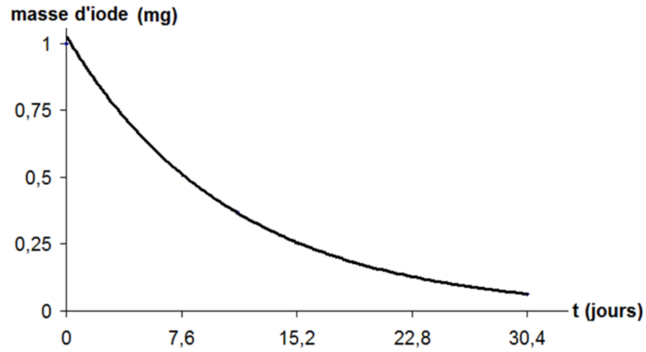
Synthèse (2/3)

- La désintégration radioactive d'un noyau étudiée dans la synthèse 1/3 a la propriété d'être :
  - **spontanée** : le noyau instable est le seul réactif ;
  - **aléatoire** : la date à laquelle intervient la désintégration d'un noyau est imprévisible ;
  - **inéluctable** : un noyau radioactif finit forcément par se désintégrer.

↳ Mais bien que la désintégration d'un seul noyau est aléatoire, on peut tout de même prévoir l'évolution au cours du temps d'une population de noyaux….

►►Loi de décroissance radioactive

Exemple : *Lors d'une scintigraphie, un patient absorbe 1mg d'iode 131 radioactif β- ; la courbe ci-contre représente l'évolution de de la masse d'iode dans le corps du patient au cours du temps*



↳ Quelque-soit le noyau radioactif considéré, toutes les courbes de décroissance radioactive ont la même allure.

- On admettra que l'on peut modéliser la courbe représentant l'évolution d'une population de noyaux radioactifs par une exponentielle décroissante :

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

Avec

N_0 : ***le nombre de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon à t = 0***

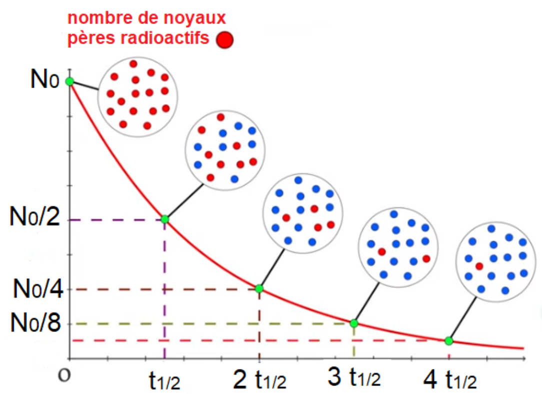
λ : ***la constante radioactive****, exprimée en s^{-1}. Sa valeur est propre à chaque noyau.*

- Plus la constante radioactive λ est élevée, plus la décroissance de la population est rapide.

►►La période radioactive ou demi-vie : $t_{1/2}$

La décroissance du nombre de noyaux radioactifs peut être plus ou moins rapide selon la nature des noyaux, on peut les comparer en utilisant la notion de **période** ou **demi-vie** (noté $t_{1/2}$).

- La période radioactive (ou demi-vie) d'un élément radioactif est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs initialement présents se sont désintégrés



Période radioactive de quelques noyaux

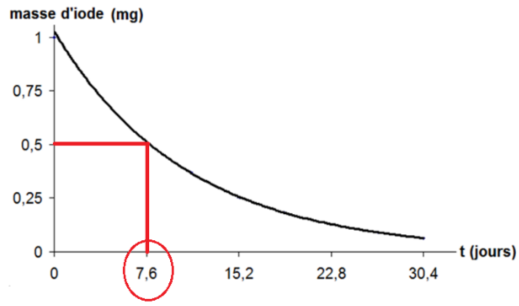
^{238}U	^{235}U	^{14}C	^{131}I	^{30}S
$4,5.10^9$ ans	7.10^8 ans	5700 ans	8 jours	3 min

- Au bout d'une durée de 20 périodes , le radioélément est considéré comme inactif

Dans l'exemple de la décroissance radioactive de l'iode 131 :

↳ Au bout de 7,6 jours, il reste dans le corps du patient 0,5 mg d'iode soit la moitié de la quantité initiale

La période de l'iode 131 est donc de 7,6 jours



● En médecine, on utilise des éléments radioactifs dont la période est :
- ni trop courte (*pour pouvoir faire des examens*)
- ni trop longue (*pour ne pas irradier le patient trop longtemps)*

● Dans les centrales nucléaires, on utilise des éléments radioactifs qui ont une période très longue (uranium) ce qui pose la problème de stockage des matériaux.

Relation entre le temps de demi-vie et la constante radioactive :

La quantité de noyaux radioactifs dans l'échantillon au bout d'une période est donc :

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$$
$$N_0 e^{-\lambda \times t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$$
$$e^{-\lambda \times t_{1/2}} = \frac{1}{2}$$
$$-\lambda \times t_{1/2} = \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\ln(2)$$
$$\lambda \times t_{1/2} = \ln(2)$$

Donc :

$$\boxed{t_{1/2} = \frac{ln(2)}{\lambda}}$$

Remarque *: $t_{1/2}$ est inversement proportionnelle à λ, ce qui est cohérent : plus λ est élevée, plus la décroissance est rapide donc plus la durée nécessaire à la désintégration de la moitié de l'échantillon est faible.*

►► Activité d'un échantillon radioactif

- L'activité A d'un échantillon radioactif est égale au **nombre de désintégrations par seconde** dans l'échantillon. Elle s'exprime en becquerel (Bq) *en hommage au physicien du même nom*.
1 Bq correspond à une désintégration par seconde.

Exemples :

(1) Un échantillon a une activité de 5 000 Bq : cela signifie que pendant 1 seconde il y a 5000 noyaux qui se désintègrent.

*(2) **Activités de quelques sources naturelles et artificielles***

Toute la matière autour de nous est radioactive. En effet, les isotopes instables se désintègrent spontanément. On peut comparer les activités de différents échantillons :

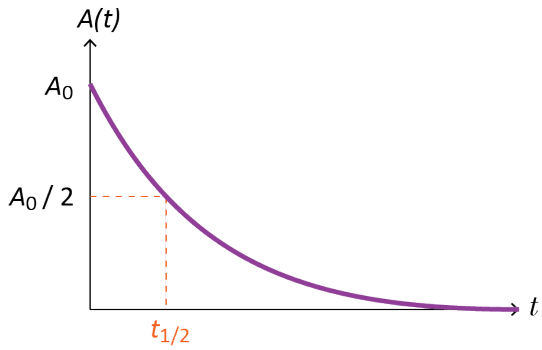
Sources	Activité (Bq)
1 L d'eau minérale ou d'eau de mer	10
1 L de lait	50 à 80
1 kg de poisson	100
1 homme de 70 kg	10 000
1 kg de sol granitique	8 000
1 kg de minerai d'uranium	25 x 10^6
1 kg de radioisotopes pour les diagnostics médicaux	70 x 10^6

- Si on dispose de l'équation de la courbe N(t), on peut déterminer A(t) l'équation de la courbe représentant la variation de l'activité d'un échantillon au cours du temps par

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

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\mathrm{A(t)} = -\frac{\mathrm{dN}}{\mathrm{dt}}(\mathrm{t}) = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$



- **L'activité suit donc une loi de décroissance radioactive analogue à N(t)**

$\mathrm{A(t)} = A_0 e^{-\lambda t}$

Avec $A_0 = \lambda N_0$ activité de l'échantillon à t = 0

Remarque : on a donc

$$\mathrm{A(t)} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N(t)$$