Loi de décroissance radioactive

Nous considérons toujours une **population** de noyaux radioactifs (afin de pouvoir valider des résultats statistiques)

N(t) : nombre de noyaux présents à la date t
N(t+Δt) nombre de noyaux présents un peu plus tard (après qu'une durée Δt s'est écoulée depuis la date t, on se trouve donc à la date t + Δt.
N(t +Δt) - N(t) = ΔN = $-\bar{n}$ *($\bar{n}$ est le nombre moyen de désintégrations pendant la durée Δt)*
l'activité A : le nombre moyen de désintégrations par secondes :$A = \frac{\bar{n}}{\Delta t} = -\frac{\Delta N}{\Delta t}$
Si l'on fait tendre l'intervalle de temps Δt vers zéro, A devient A(t) l'activité à la date t et correspond à une fonction dérivée, notée :

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

(A(t) est l'opposé de la dérivée par rapport au temps du nombre de noyaux présents à la date t)

L'unité S.I. de A est le becquerel (Bq), 1 Bq = 1 désintégration par seconde.

A peut être vue comme une vitesse moyenne de disparition des noyaux.

A décroit au cours du temps : **plus on avance dans le temps, moins il reste de noyaux radioactifs présents, moins il se produit (en moyenne) de désintégrations**.

La demi-vie, notée $t_{1/2}$, d'un noyau radioactif : durée au bout de laquelle son activité est divisée par deux. (*regardons le diagramme N/Z des noyaux, les demi-vies sont indiquées*)

C'est en quelque sorte la durée au bout de laquelle la "vitesse de désintégration (moyenne)" est divisée par deux...

Dans la mesure où, ici, le phénomène est purement aléatoire, il faut comprendre que si A est divisé par deux, N l'est aussi.

<u>Maintenant un point crucial :</u>

Pour un noyau donné, la demi-vie a toujours la même valeur, quelle que soit l'origine des temps choisie, <u>quelle que soit la valeur initiale de A</u>, (notée A_0) quelles que soient les conditions de l'expérience (pour les conditions de l'expérience, on se doutaient un peu qu'elles n'avaient aucune influence sur ce qui se passe au niveau des noyaux).

Sur la base de cette proposition, nous traçons sans difficulté l'allure d'une courbe A = f(t) et nous commentons :

- « Décroissance radioactive » !!
- Demi-vie : la même quel que soit le point de départ choisi
- Ceci nous rappelle la courbe observée expérimentalement pour l'expérience « Radon »

Allons plus loin :
Nous mesurons, à différentes dates, le coefficient directeur $\frac{dN}{dt}(t)$ sur la courbe N=f(t) et nous constatons :

$$\frac{dN}{dt}(t) \Big/ N(t) = \text{constante} \quad (\textbf{notée - }\boldsymbol{\lambda})$$

Il y a décroissance à taux constant : même durée pour consommer 50 % d'une population, qqs l'état de la population.

<u>La fonction mathématique caractéristique de cette propriété (ce qui vient d'être appelé « la décroissance à taux constant ») est appelée **fonction exponentielle.**</u>

On la note $f(x) = e^x$ avec e = 2,718 (on reconnait une fonction croissante car e > 1)
Ici nous décrivons la décroissance d'une population de noyaux, donc nous écrivons :

$$N(t) = N_0e^{-\lambda t}$$

En conclusion, n'importe quelle population N de noyaux radioactifs évolue dans le cadre d'une loi de décroissance radioactive telle que l'on vient de la caractériser :

$\Delta N = -\lambda N \Delta t$; $N(t) = N_0e^{-\lambda t}$; constante radioactive λ ; demie vie $t_{1/2} = \frac{Ln2}{\lambda}$

et ce quel que soit le type de radioactivité des noyaux (à condition toutefois qu'il n'y ait qu'un seul mode de désintégration radioactive à la fois)

<u>Remarque</u> : ces raisonnements et expressions faits avec N(t) sont aussi valables avec A(t).