

Tchernobyl et la décroissance radioactive

Plus de trente ans après l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl, les scientifiques ont montré, lors de mesures effectuées sur les sols, la présence d'isotopes radioactifs rejetés à l'époque dans l'atmosphère alors que d'autres ont totalement disparu.

Comment le nombre de noyaux radioactifs évolue au cours du temps ?

Doc 1 : Nombre d'atomes excités dans un échantillon de baryum 137

La désintégration du césium 137 par émission β^- produit des noyaux de baryum 137m excités. Par désexcitation le baryum 137m se transforme en baryum 137 stable.

Le nombre de noyaux de baryum 137 a été estimé grâce à la mesure du nombre de désexcitations enregistrées par un scintillateur. La désexcitation étant aléatoire, les valeurs ne sont pas forcément décroissantes.

Le nombre de noyaux excités restants est donné dans le tableau ci-dessous :

t (s)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540
Nombre de noyaux excités pendant 10 s	7 797	7 184	6 827	5 906	6 102	4 697	4 189	3 705	3 584	2 833	2 252	2 179	2 155	1 695	1 235	969	1 235	726	848
t (s)	570	600	630	660	690	720	750	780	810	840	870	900	930	960	990	1020	1050	1080	1110
Nombre de noyaux excités pendant 10 s	605	581	629	605	436	315	363	436	266	291	194	170	194	218	170	97	145	73	121

Doc 2 : Constante radioactive et demi-vie

La constante radioactive, notée λ , représente « la probabilité qu'un noyau se désintègre dans la seconde à venir ».

Pendant une durée Δt cette probabilité devient donc : $\lambda \times \Delta t$

La demi-vie $t_{1/2}$ d'un isotope radioactif est le temps nécessaire pour que la moitié des noyaux radioactifs initialement présents se soient désintégrés.

Relation entre constante radioactive λ et demi-vie : $t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$

Isotope radioactif	Iode 131	Randon 137	Baryum 137	Carbone 14
$t_{1/2}$	8,02 jours	3,8 jours	2,55 min	5730 années

Protocole

- ☐ À l'aide d'un tableur, tracer le graphe représentant le nombre de noyaux excités en fonction du temps et réaliser la modélisation.
- ☐ Déterminer la valeur du temps de demi-vie sur le graphe.
- ☐ Dériver la fonction $N(t)$, puis tracer et modéliser le graphe $\frac{dN(t)}{dt}$ en fonction de $N(t)$.

Exploitation

1. Écrire l'équation de désintégration du césium 137m en baryum 137.
2. Montrer que le modèle mathématique obtenu s'écrit : $N(t) = N_0 \times e^{-\lambda t}$ avec λ constante radioactive. En déduire la valeur de λ et de la demi-vie $t_{1/2}$.
3. Montrer grâce la modélisation que $\frac{dN(t)}{dt}$ est proportionnelle à $N(t)$.
4. Comparer la valeur de λ trouvée dans la question 2 avec la constante de proportionnalité trouvée en 3.
En déduire une relation entre $\frac{dN(t)}{dt}$ et $N(t)$.
5. Montrer que $N(t) = N_0 \times e^{-\lambda t}$ est solution de l'équation différentielle : $\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda \times N(t)$.