



Fiche : Transformations nucléaires et décroissance radioactive

FICHE • C15 • TERMINALE

Spécialité de terminale, programme officiel. Cours original rédigé avec une IA. Le cours de ton enseignant fait foi.

Sommaire du cours

L'essentiel	1
Formules et définitions à connaître	2
Pièges à éviter	2
Je me teste	3

L'essentiel

- Un noyau contient Z protons et $N = A - Z$ neutrons ; A est le nombre de nucléons.
- Des isotopes ont le même Z mais des nombres de neutrons différents ; ils ont les mêmes propriétés chimiques.
- L'interaction forte, attractive et de très courte portée, assure la cohésion du noyau malgré la répulsion entre protons.
- Dans le diagramme (N, Z) , les noyaux stables forment la vallée de stabilité, proche de $N = Z$ pour les noyaux légers.
- Un excès de neutrons conduit à une désintégration β^- , un excès de protons à β^+ , un noyau très lourd à α .
- Une transformation nucléaire conserve le nombre de nucléons et la charge électrique (lois de Soddy), mais change l'élément.
- La particule α est un noyau ${}^4_2\text{He}$; la particule β^- un électron ${}^0_{-1}\text{e}$; la particule β^+ un positon ${}^0_{+1}\text{e}$.
- Un noyau fils excité se désexcite en émettant un photon γ , sans changer A ni Z .
- La désintégration d'un noyau est aléatoire et spontanée ; seule une population nombreuse suit une loi prévisible.
- La loi de décroissance s'écrit $N(t) = N_0 \exp(-\lambda t)$, avec λ la constante radioactive en s^{-1} .
- L'activité $A = \lambda N$ est le nombre de désintégrations par seconde, en becquerels ; elle décroît comme N .
- La demi-vie $t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$ est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux se sont désintégrés ; après n demi-vies, il reste $N_0/2^n$.
- Une datation donne $t = (t_{1/2} / \ln 2) \times \ln(A_0/A)$; elle n'est fiable que pour des âges de l'ordre de quelques demi-vies.



- En médecine, on utilise des émetteurs γ ou β^+ pour l'imagerie et des émetteurs β^- pour détruire des cellules ciblées.
- La dose absorbée se mesure en gray ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$), la dose efficace en sievert.
- On se protège d'une source par le temps, la distance et un écran adapté.

Formules et définitions à connaître

Grandeur	Formule	Unité	Condition
Nombre de neutrons	$N = A - Z$	sans unité	tout noyau
Loi de décroissance	$N(t) = N_0 \exp(-\lambda t) = N_0 \times 2^{-t/t_{1/2}}$	sans unité	grand nombre de noyaux
Activité	$A = -dN/dt = \lambda N$	Bq	λ en s^{-1}
Décroissance de l'activité	$A(t) = A_0 \exp(-\lambda t)$	Bq	même noyau
Demi-vie	$t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$	s (ou min, h, ans)	indépendante de N_0
Constante de temps	$\tau = 1/\lambda$	s	$N(\tau) = N_0/e$
Âge par datation	$t = (t_{1/2} / \ln 2) \times \ln(A_0/A)$	même unité que $t_{1/2}$	âge de l'ordre de quelques $t_{1/2}$
Dose absorbée	$D = E/m$	$\text{Gy} = \text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$	énergie reçue par la matière

Pièges à éviter

- Oublier de vérifier séparément la conservation de A et celle de Z.



- Croire que l'électron β^- vient du cortège électronique : il naît dans le noyau.
- Penser qu'après 2 demi-vies il ne reste plus rien : il reste un quart.
- Calculer $A = \lambda N$ avec λ en jour^{-1} et annoncer des becquerels.
- Croire que la température ou l'état chimique modifie la demi-vie.
- Juger un émetteur α inoffensif sans distinguer exposition externe et inhalation.

Je me teste

1. Composition de $^{238}_{92}\text{U}$? $\rightarrow$ 92 protons, 146 neutrons, 238 nucléons.
2. Qu'ont en commun deux isotopes ? $\rightarrow$ Le même nombre de protons Z .
3. Quel type de désintégration pour un noyau trop riche en neutrons ? $\rightarrow \beta^-$.
4. Noyau fils de la désintégration α de $^{226}_{88}\text{Ra}$? $\rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn}$.
5. Relation entre activité et nombre de noyaux ? $\rightarrow A = \lambda N$.
6. Unité de l'activité ? $\rightarrow$ Le becquerel, une désintégration par seconde.
7. Fraction restante après 3 demi-vies ? $\rightarrow 1/8$.
8. Relation entre $t_{1/2}$ et λ ? $\rightarrow t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$.
9. Jusqu'à quel âge environ date-t-on au carbone 14 ? $\rightarrow$ Environ 40 000 à 50 000 ans.
10. Écran adapté contre les rayons γ ? $\rightarrow$ Plomb ou béton épais.