

3.4. Notion de demi-vie

Selon son éloignement par rapport à la vallée de la stabilité, un noyau, même instable peut "tenir" longtemps avant de se désintégrer.

À savoir : Chaque noyau instable se désintégrera forcément, c'est **inéluatable**. Mais le moment de cette désintégration n'est pas prévisible, il est **aléatoire**.

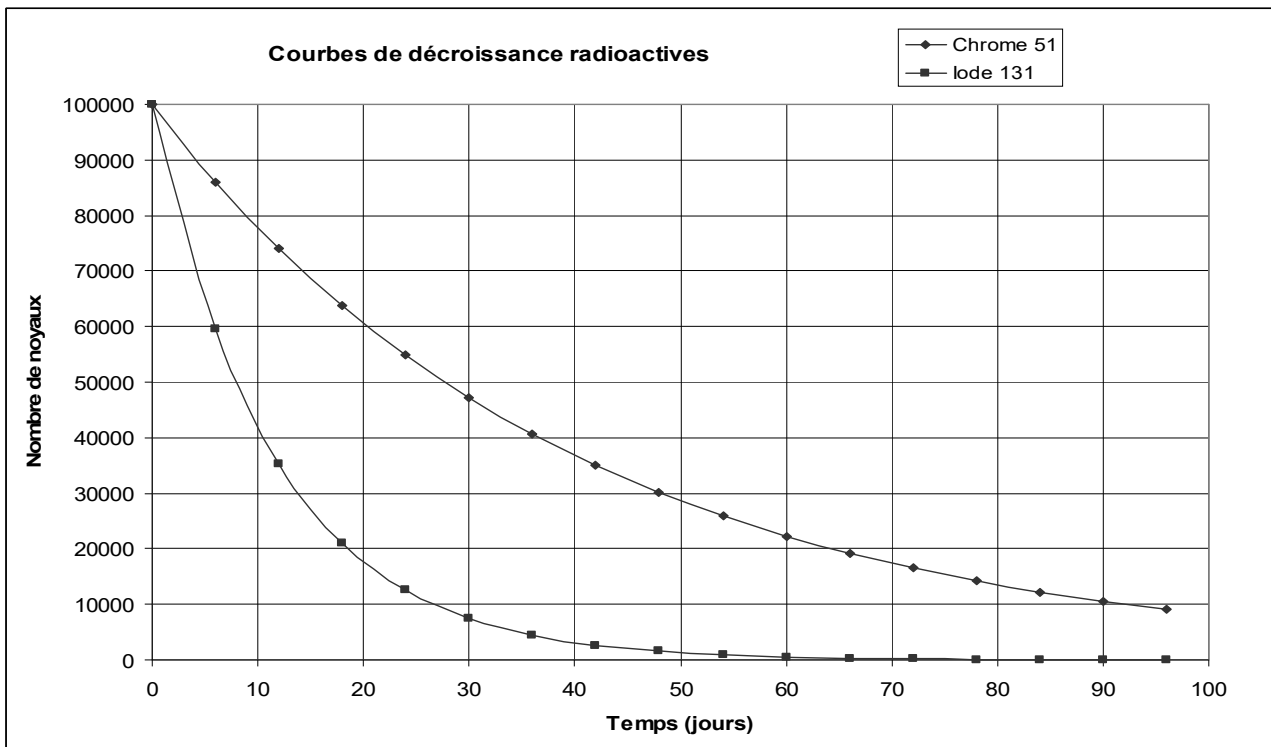
Un échantillon de matière contient plusieurs milliards de noyaux.

Même si, pour chaque noyau, la désintégration est aléatoire, sur une grande population, on a des comportements statistiques qui apparaissent.

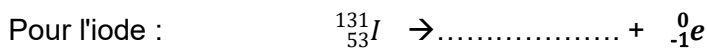
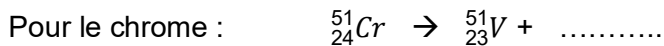
ACTIVITÉ : DÉCROISSANCE RADIOACTIVE

On s'intéresse aux noyaux suivants : ${}^{51}_{24}\text{Cr}$ et ${}^{131}_{53}\text{I}$, deux noyaux instables.

Pour un échantillon donné contenant initialement 100 000 noyaux de chrome 51 (${}^{51}_{24}\text{Cr}$) ou 100 000 noyaux d'iode 131 (${}^{131}_{53}\text{I}$), on peut représenter graphiquement, l'évolution du nombre de noyaux au cours du temps. Cette courbe caractéristique s'appelle la courbe de décroissance radioactive.



1. Compléter les deux équations de désintégration radioactives de ces radioéléments en respectant les règles déjà rappelées dans la partie 1. du cours.



2. Pourquoi les courbes obtenues sont-elles des courbes **décroissantes** ?

3. Pour le chrome 51 :

- Graphiquement, déterminer la durée nécessaire pour passer de 100000 à 50000 noyaux (faire les constructions nécessaires en rouge)
- Graphiquement, déterminer la durée nécessaire pour passer de 80000 à 40000 noyaux (faire les constructions nécessaires en vert)
- Graphiquement, déterminer la durée nécessaire pour passer de 20000 à 10000 noyaux (faire les constructions nécessaires en bleu)

Que remarque-t-on ?

4. Mêmes questions pour l'iode ^{131}I :
 - durée nécessaire pour passer de 100000 à 50000 noyaux (en rouge)
 - durée nécessaire pour passer de 80000 à 40000 noyaux (en vert)
 - durée nécessaire pour passer de 20000 à 10000 noyaux (en bleu)

Que remarque-t-on ?

La grandeur que vous venez de découvrir s'appelle la demi-vie. Elle a une valeur différente selon l'élément radioactif qui se désintègre. Elle est caractéristique de chaque noyau radioactif.

5. Selon vous, lequel des deux radioéléments étudiés est le plus instable ? Justifier

A retenir : La demi-vie ($t_{1/2}$) d'un noyau radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux présents dans un échantillon se désintègrent. Cette valeur est propre à chaque radioélément et rend compte de sa probabilité de désintégration. Plus un noyau est instable, plus sa demi-vie est courte.

6. Pour un noyau de demi-vie $t_{1/2}$, quelle est la durée au bout de laquelle le nombre de noyaux restant est égal à $\frac{1}{4}$ des noyaux présents au départ.
7. Combien de noyaux reste-t-il au bout d'une durée égale à $3 \times t_{1/2}$? Et au bout de $n \times t_{1/2}$?
8. Graphiquement, évaluez le temps nécessaire à désintégrer 80% des noyaux de $^{51}_{24}\text{Cr}$
9. Calculer combien de demi-vies sont au minimum nécessaires pour n'avoir plus que 5% des noyaux radioactifs encore présents.

Pour aller plus loin (facultatif)

Valeurs de quelques demi-vies

Noyau père	$^{238}_{92}\text{U}$	$^{14}_6\text{C}$	$^{131}_{53}\text{I}$	$^{235}_{92}\text{U}$	$^{137}_{55}\text{Cs}$	$^{94}_{38}\text{Sr}$	$^{139}_{54}\text{Xe}$
Demi-vie $t_{1/2}$	$4,6 \cdot 10^9$ ans	5700 ans	8,1 j	$7 \cdot 10^8$ ans	30 ans	75 s	39 s

On estime qu'au bout d'une durée égale à $10 \times t_{1/2}$ l'élément radioactif n'est plus présent qu'à l'état de traces.

- Sachant que l'âge de la Terre est estimé à 4,5 milliards d'années, expliquer pourquoi on trouve toujours de l'uranium sur Terre alors que c'est un isotope radioactif
- On trouve sur Terre du carbone 14. En quoi est-ce surprenant ? Proposer une explication.

Dans les centrales nucléaires, de nombreux noyaux radioactifs sont produits dans les réacteurs, ils n'ont pas d'intérêt pour la production d'électricité mais on ne peut pas éviter leur apparition (produits secondaires). Les demi-vies des noyaux radioactifs formés dans les centrales vont de quelques secondes (xénon 139, strontium 94), à plusieurs millions d'années (uranium 235), en passant par des valeurs intermédiaires (8 j pour l'iode 131, 30 ans pour le césium 137). Ce large éventail de demi-vies est un problème dans le traitement des déchets radioactifs. Voir la vidéo : <https://youtu.be/HrBJaSA8RLo> (lien sur l'ENT)

- L'accident de Tchernobyl a eu lieu en 1986. On observe encore actuellement une contamination des sols et donc des chaînes alimentaires qui interdit la réinstallation des populations autour de Tchernobyl. Parmi les noyaux cités, lesquels peuvent être responsables de cette contamination du sol ?