

La datation par la radioactivité

Comment utiliser la radioactivité pour comprendre notre histoire ?

CAPACITÉS ATTENDUES (PROGRAMME OFFICIEL)

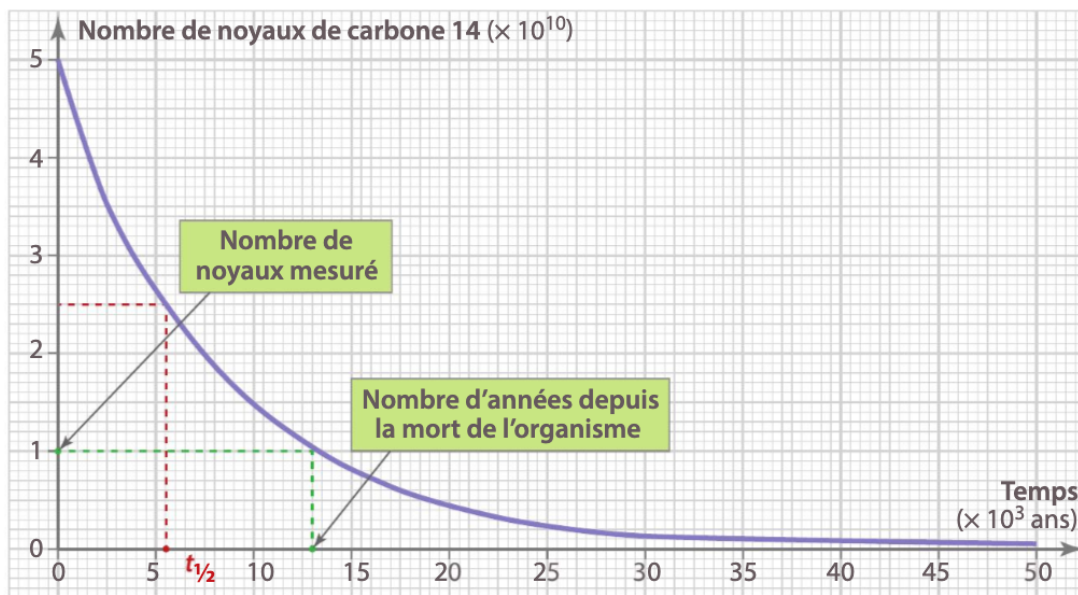
- Comprendre qu'un noyau instable se désintègre de manière aléatoire (radioactivité).
- Définir et utiliser la notion de demi-vie $t_{1/2}$.
- Calculer le nombre de noyaux restants au bout de n demi-vies ou exploiter une décroissance radioactive pour la datation.
- Exploiter des documents historiques ou scientifiques (ex: datation de la Terre ou de météorites).

Le "compte à rebours" de la nature

Certains noyaux atomiques présents dans les roches ou les êtres vivants sont instables : ils se désintègrent spontanément au cours du temps en émettant des rayonnements (c'est la radioactivité).

Pour un noyau donné, il est impossible de prévoir quand il va se désintégrer (le phénomène est aléatoire). En revanche, à l'échelle d'un échantillon macroscopique contenant des milliards de noyaux, on observe une diminution régulière de leur nombre au fil du temps.

La demi-vie (notée $t_{1/2}$) d'un élément radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux radioactifs initialement présents dans un échantillon se soit désintégrée. Cette durée est propre à chaque isotope (par exemple, le Carbone 14 a une demi-vie de 5 730 ans, tandis que l'Uranium 238 a une demi-vie de 4,5 milliards d'années).



1. D'après le texte, qu'est-ce qui caractérise l'instant précis où un noyau radioactif individuel se désintègre ?
2. Définissez avec vos propres mots la notion de « demi-vie ».
3. Si un échantillon contient initialement 100 % de noyaux radioactifs :
 - Quel pourcentage de noyaux radioactifs reste-t-il au bout de 1 demi-vie ?
 - Au bout de 2 demi-vies ?
 - Au bout de 3 demi-vies ?
4. Proposez une formule mathématique simple permettant de calculer la proportion de noyaux restants au bout de n demi-vies.

Datation au Carbone 14 et archéologie

Le carbone 14 (^{14}C) est un isotope radioactif présent en quantité constante dans l'atmosphère et absorbé par tous les êtres vivants (arbres, animaux, humains) tant qu'ils sont en vie.

Dès qu'un organisme meurt, il cesse d'assimiler du carbone : le ^{14}C qu'il contient commence alors à se désintégrer sans être renouvelé. Sa demi-vie est de 5 730 ans.

En mesurant la quantité résiduelle de carbone 14 dans un os ancien ou un morceau de bois carbonisé, les scientifiques peuvent estimer la date de la mort de l'organisme.

1. Un archéologue met au jour des fragments de charbon de bois dans une ancienne grotte préhistorique. L'analyse en laboratoire montre que le charbon ne contient plus que 25 % de la quantité initiale de carbone 14.
 - À l'aide de vos réponses de la Partie A, déterminez combien de demi-vies se sont écoulées depuis la mort de l'arbre.
 - Calculez l'âge de cet échantillon de charbon de bois.
2. Pourquoi cette méthode de datation au Carbone 14 n'est-elle pas adaptée pour dater des roches géologiques très anciennes (comme l'âge de la Terre, estimé à plus de 4 milliards d'années) ? Quel type d'élément doit-on privilégier à la place ?

L'âge de la Terre et la radioactivité

Pendant longtemps, l'âge de la Terre a fait l'objet de vifs débats scientifiques (notamment entre physiciens et géologues au XIXe siècle). C'est la découverte de la radioactivité par Henri Becquerel et Marie Curie, puis son application à la géologie (notamment par Arthur Holmes et Ernest Rutherford au XXe siècle), qui a permis de clore le débat.

Les géologues utilisent des couples de radionucléides (comme le couple Uranium/Plomb) piégés dans les minéraux des roches lors de leur solidification. En mesurant le rapport entre le nombre de noyaux "pères" (radioactifs) restants et le nombre de noyaux "fils" (produits par la désintégration), on obtient l'âge de la roche.

Aujourd'hui, grâce à la datation radiométrique des plus vieilles roches terrestres et des météorites (témoins de la formation du système solaire), l'âge de la Terre est précisément établi à 4,57 milliards d'années.