

La radioactivité et ses applications en sciences

Introduction

En médecine, la radioactivité est utilisée en imagerie médicale pour réaliser des diagnostics, mais aussi dans un but thérapeutique pour soigner des tumeurs cancéreuses.

Qu'est-ce que la radioactivité et comment est-elle utilisée en médecine ?

✓ Ce que j'ai déjà vu

- La composition d'un noyau atomique
- Le symbole d'un noyau



Documents

Doc. 1

Une découverte fortuite

En 1896, Henri Becquerel étudie les propriétés de fluorescence des sels d'uranium en les exposant aux rayons solaires, puis en les déposant sur une plaque photographique. Après quelques minutes, la plaque est impressionnée comme si elle avait été exposée à la lumière. Henri Becquerel suppose alors que l'uranium est fluorescent, c'est-à-dire capable d'absorber la lumière et de la réémettre sous forme de rayons X.

Pourtant, il découvre par hasard que si les sels d'uranium restent plusieurs jours dans un tiroir, une image apparaît tout de même sur une plaque photographique disposée à proximité ! Sa théorie sur la fluorescence des sels d'uranium est remise en cause et il en déduit que l'uranium émet des rayonnements de façon « naturelle ».

Doc. 2

La radioactivité naturelle

Quelques années après les travaux de Henri Becquerel, Marie et Pierre Curie obtiennent le prix Nobel de physique en 1903 pour la découverte de la radioactivité naturelle.

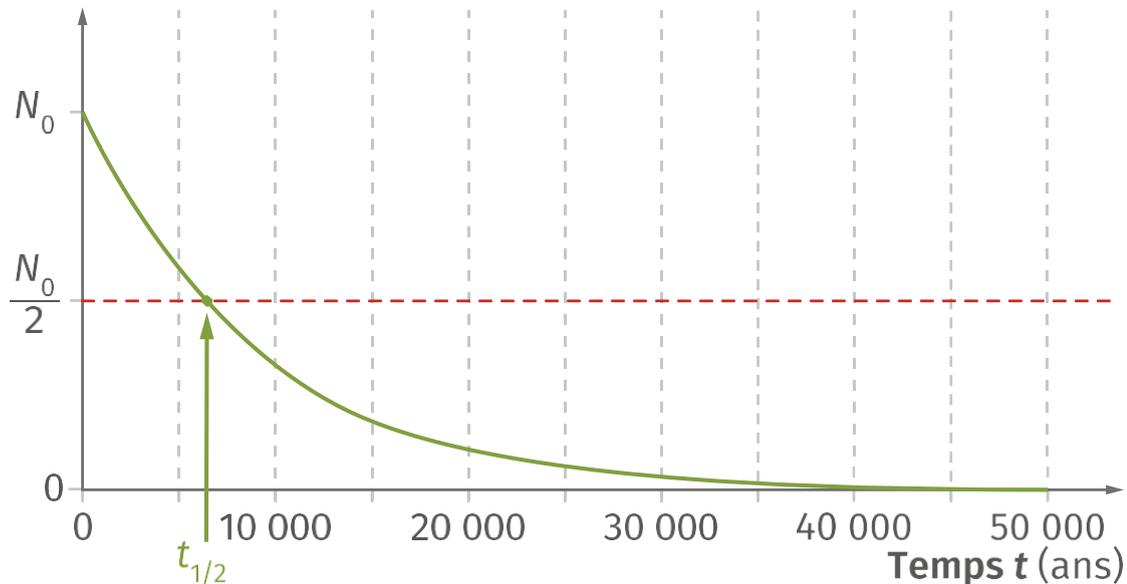
Selon leurs travaux, certains noyaux atomiques sont instables et se désintègrent. Ce phénomène, appelé radioactivité, est un phénomène naturel qui se traduit par la transformation nucléaire d'un noyau instable en un autre. Le « noyau père » se transforme en un « noyau fils » de façon inéluctable, aléatoire, spontanée et indépendante des conditions extérieures.

Supplément numérique

Retrouvez en [vidéo](#) une explication de cette expérience fortuite.

Doc. 3 La loi de décroissance radioactive

Nombre de noyaux radioactifs N



Dans un échantillon contenant au départ N_0 noyaux radioactifs, leur population décroît de telle sorte que le nombre N de noyaux est divisé par deux au bout d'une durée appelée « demi-vie » notée $t_{1/2}$ et qui dépend de la nature du noyau. Par exemple, la demi-vie du carbone 14 vaut 5 730 ans.

Doc. 4 La datation au carbone 14

Le noyau du carbone 14 ($Z = 6$) est un noyau radioactif instable, qui se désintègre en libérant un électron et en se transformant en un autre noyau, l'azote 14 ($Z = 7$). L'équation de désintégration s'écrit : ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$

Le carbone 14 est utilisé pour dater des objets constitués de carbone C, comme des outils en bois ou tout artefact constitué de matière organique.

La proportion de noyaux d'atomes de carbone 14 présents dans l'échantillon par rapport à l'ensemble de tous les noyaux de carbone, en le comparant à un échantillon identique récent, permet de dater la période à laquelle l'objet a été fabriqué ou à laquelle l'être vivant est mort.

Doc. 5 La tomographie par émission de positons

La scintigraphie est une technique d'imagerie médicale qui consiste à injecter dans le corps d'un patient une substance faiblement radioactive, appelée « traceur », et à enregistrer les rayonnements.

Par exemple, la tomographie par émission de positons (TEP) est principalement utilisée pour évaluer le flux sanguin dans des organes tels que le cœur ou le cerveau, et ainsi détecter des cancers, des maladies dégénératives (comme les maladies d'Alzheimer ou de Parkinson) ou des anomalies.

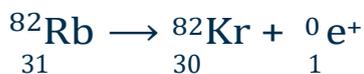
La TEP est une technique qui utilise des quantités faibles de substances radioactives. Elle est déconseillée aux femmes enceintes en raison des rayonnements considérés comme trop intenses.

Doc. 6 Les radioisotopes utilisés en médecine

Pour réaliser des examens par TEP, il faut utiliser des radioisotopes qui se désintègrent en émettant des positons, et qui ont une demi-vie très courte. On utilise principalement le rubidium 82 et le gallium 68.

Isotopes	^{82}Rb	^{68}Ga
Demie-vie $t_{1/2}$	1,3 min	68 min

Équations de désintégration du rubidium 82 et du gallium 68 :



Doc. 7 L'héritage de Marie Curie

Au cours de la Première Guerre mondiale, Marie Curie met ses travaux sur la radioactivité au service de la médecine. Elle participe notamment aux progrès de l'imagerie médicale avec le développement de la radiographie pour les blessés de guerre, ainsi que la radiothérapie à l'aide du radon pour le traitement contre le cancer.

Ses travaux l'ont exposée dès 1897, et de façon prolongée, aux rayonnements d'échantillons d'uranium et de radium. Marie Curie meurt le 4 juillet 1934, à l'âge de 66 ans, des suites d'une leucémie provoquée par ces rayonnements.



Vocabulaire

Noyau radioactif : noyau instable qui se désintègre spontanément. L'instant de désintégration n'est pas prévisible.

Positon : particule de même masse que l'électron, mais qui porte une charge positive. Le positon est l'antiparticule de l'électron.



Questions

1. **Doc. 1** Identifiez les observations qui ont permis à Henri Becquerel d'affirmer que la radioactivité est effectivement un phénomène naturel.

2. **Doc. 2** Explicitez les termes suivants : *désintégration aléatoire, spontanée et indépendante des conditions extérieures*.

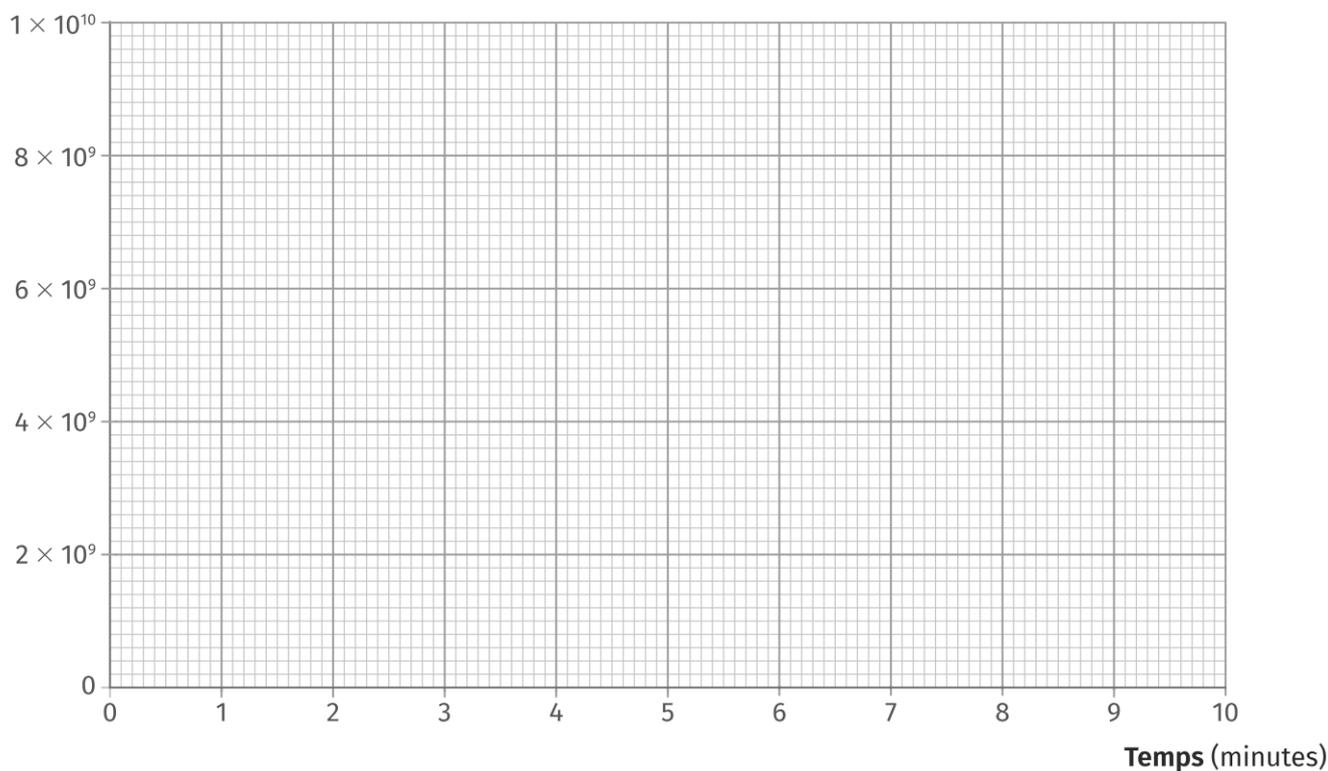
3. **Doc. 3** Précisez la durée nécessaire pour que la population en carbone 14 d'un échantillon soit divisée par 2, par 4 puis par 8.

4. **Doc. 3 et doc. 4** Estimez l'âge d'un morceau de bois dont la population en carbone 14 a été divisée par 16.

5. **Doc. 6** À l'aide de la grille millimétrée , tracez l'évolution du nombre de noyaux de rubidium 82

en fonction du temps. On suppose qu'on injecte 10^{10} noyaux d'atomes de l'élément au début de l'examen.

Nombre de noyaux radioactifs



6. Pourrait-on représenter la courbe de décroissance radioactive du gallium 68 sur le même graphe ? Justifiez.

7. **Doc. 5 et doc. 7** Citez deux applications de la radioactivité en médecine.

8. **Doc. 7** Identifiez les dangers d'une exposition prolongée aux rayonnements. Déduisez-en pourquoi les médecins sortent de la salle d'examen pendant une radiographie.

9. **Synthèse** On suppose qu'un patient peut sortir après un examen lorsque le nombre de noyaux radioactifs a été divisé par 16. Déduisez-en la durée au bout de laquelle un patient qui a subi une TEP peut sortir après un examen utilisant du rubidium 82.