

### 3.5. Utilisation de la radioactivité pour la datation

#### ACTIVITE : DATATION DE LA GROTTTE CHAUVET

##### Document 1 : L'élément carbone

Le carbone est un élément chimique de numéro atomique  $Z = 6$ .

C'est l'élément chimique qui constitue l'armature des molécules organiques. Il est présent chez tous les êtres vivants.

##### Document 2 : Le carbone 14

Le carbone existe sous différents isotopes.

Le plus abondant est le carbone  $^{12}_6\text{C}$  non radioactif. Mais un très faible pourcentage du carbone sur Terre est du carbone 14 :  $^{14}_6\text{C}$  radioactif.

Le carbone 14 est fabriqué en continu dans la haute atmosphère par une réaction nucléaire qui transforme l'azote 14 atmosphérique en carbone 14 sous l'impact de rayonnement cosmique.

Le carbone 14 est rapidement oxydé pour former du dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ . Ce  $\text{CO}_2$  est absorbé par les végétaux chlorophylliens au cours de la photosynthèse. Progressivement, le carbone 14 se répand dans tout au long de la chaîne alimentaire : on le retrouve donc dans tous les organismes vivants avec la même proportion.

##### Document 3 : Désintégration du carbone 14

Le carbone 14 est un noyau instable qui se désintègre spontanément.

La demi-vie du carbone 14 vaut 5500 ans.

On mesure la radioactivité dans un échantillon en cpm/g

- Tant qu'un être est vivant, le nombre de désintégrations observées chaque minute est constant car il y a renouvellement permanent des atomes de C par l'alimentation et la respiration. La valeur de référence est 13,6 cpm/g (13,6 désintégrations par minute et par gramme de matière)
- Après la mort de l'organisme, le carbone 14 n'est plus renouvelé dans l'organisme. Comme il est radioactif, les noyaux se désintègrent au fil du temps, la quantité de carbone 14 diminue, la mesure de la radioactivité, en cpm/g, diminue.

L'activité radioactive diminue au fil des ans. Ce phénomène permet de dater avec une bonne précision la mort de l'organisme

##### Document 4 : Les grottes ornées

Les lions de la grotte Chauvet



Peinture de la grotte de Lascaux



La grotte Chauvet (Ardèche), découverte en 1994, est une grotte richement ornée de peintures murales. Pour les spécialistes de l'art pariétal (art mural préhistorique), ces peintures requièrent la maîtrise des mêmes techniques (perspectives, représentation du mouvement) que celles de Lascaux (Dordogne), découverte en 1940 (peintures datées de 18 000 ans). Les peintures de la grotte Chauvet seraient donc contemporaines de celles de Lascaux.

Pourtant, dans la grotte Chauvet, les animaux dangereux sont exceptionnellement fréquents (les félins, rhinocéros, mammoths dépassent 66 % du répertoire des animaux déterminés) au détriment des animaux plus ordinaires tels que cheval et bison, davantage représentés dans la grotte de Lascaux.

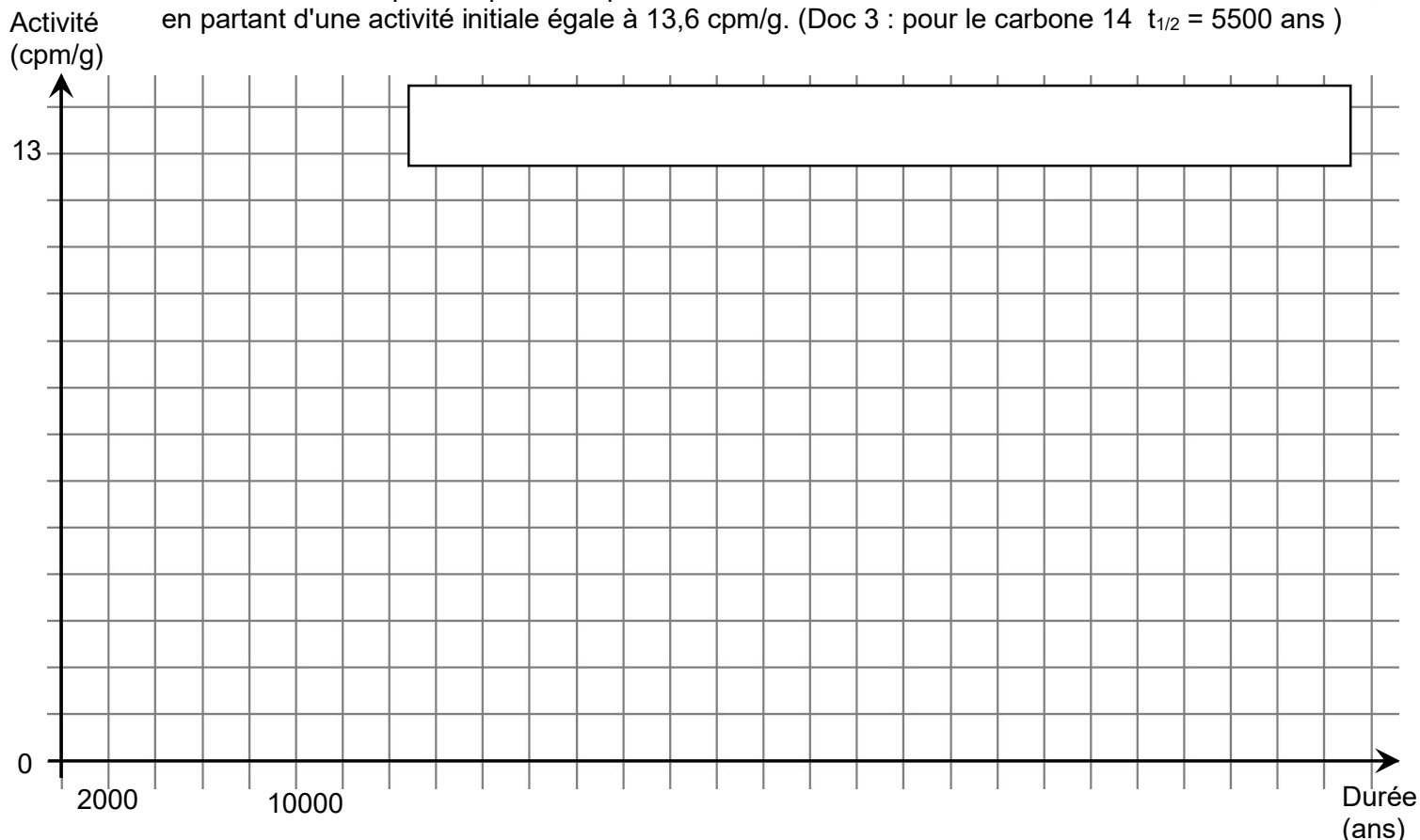
L'activité radioactive mesurée dans des fragments de charbon de bois ayant servi à réaliser les peintures de la grotte Chauvet est de 0,40 cpm/g

**Problématique : Quel est l'âge des peintures rupestres de la grotte Chauvet ? Sont-elles contemporaines de celles des grottes de Lascaux.**

### Questions :

1. On peut construire une courbe de désintégration radioactive soit en nombre  $N$  de noyaux, soit avec la valeur mesurée pour la radioactivité (différentes unités existent). L'activité radioactive d'un échantillon évolue exactement comme le nombre  $N$  de noyaux radioactifs présents : elle est divisée par 2 au bout de la durée  $t_{1/2}$

Construire avec la plus de précision possible, la courbe de décroissance radioactive du carbone 14, en partant d'une activité initiale égale à 13,6 cpm/g. (Doc 3 : pour le carbone 14  $t_{1/2} = 5500$  ans )



2. Par lecture graphique, rechercher à quel instant l'activité est égale à l'activité relevée dans le charbon de la grotte Chauvet.
3. Répondre aux deux questions de la problématique.
4. Quelle serait l'activité d'un échantillon de peinture prélevé dans la grotte de Lascaux ?
5. Proposer une explication au fait que les types d'animaux représentés dans les deux grottes sont si différents.
6. On estime qu'on ne peut dater par le carbone 14 que des vestiges de moins de 40 à 50000 ans. Expliquer pourquoi.
7. Les pigments utilisés dans les peintures pariétales sont des ocres (argile qui doit sa couleur à des oxydes de fer) pour les parties brun-rouge et des poudres de charbon de bois pour les parties noires. Pourquoi choisit-on de prélever un échantillon de charbon de bois pour effectuer une datation au carbone 14 ?

**Testez-vous :**

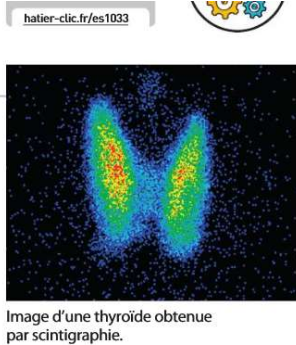
- La demi-vie d'un isotope radioactif c'est ?
  - La moitié du temps nécessaire à une désintégration
  - La durée d'une demi-désintégration
  - La durée nécessaire à la désintégration de la moitié des noyaux présents
- Au bout de 2 demi-vies, le nombre de noyau radioactifs encore présents
  - Vaut 0
  - Vaut la moitié de la valeur initiale
  - Vaut le quart de la valeur initiale
  - Vaut le huitième de la valeur initiale
- La demi-vie d'un isotope radioactif ?
  - Est différente d'un isotope radioactif à l'autre
  - Change au cours du temps
  - N'est jamais inférieure à 1h
  - Est une constante caractéristique de l'isotope
- Quels vestiges peut-on dater au carbone 14 ? (indiquer pourquoi oui ou pourquoi non)
  - Un tesson de poterie en argile
  - Un crane
  - Une lance en bois
  - Un vêtement en cuir
- Le carbone 14 a une demi-vie de 5500 ans. Quels vestiges peut-on dater au carbone 14 (indiquer pourquoi oui ou pourquoi non)
  - Lucy, fossile humain de 3,18 millions d'années
  - Un baobab encore vivant dont l'âge avoisine les 5000 ans
  - Une momie d'environ 3000 ans
  - Une bûche de bois de chauffage coupée l'an dernier

**Pour vous préparer au contrôle :** ex 6 p 33 (corrigé sur le manuel à la même page), 10 et 11 p 34

**6 La scintigraphie**

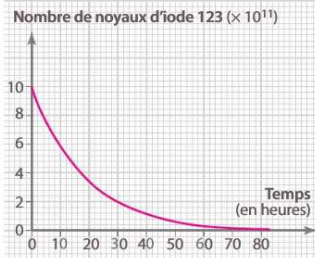
**1 L'imagerie médicale**

De nombreuses techniques d'imagerie médicale utilisent des composés radioactifs. La scintigraphie est un procédé d'exploration du corps humain permettant de diagnostiquer certaines pathologies telles que des cancers ou des dysfonctionnements d'organes (cœur, cerveau, etc.). Des noyaux radioactifs, administrés au patient, émettent des rayonnements en se désintégrant. Ces rayonnements sont détectés puis analysés par ordinateur pour produire une image donnant des informations sur le fonctionnement des organes. Compte tenu de la dangerosité des rayonnements émis, des doses limitées de noyaux radioactifs sont injectées.



**2 Troubles de la thyroïde**

La thyroïde est une glande endocrine située à l'avant du cou et sécrétant des hormones essentielles au bon fonctionnement de l'organisme. Une patiente souffrant de troubles thyroïdiens doit pratiquer une scintigraphie. De l'iode 123 (<sup>123</sup>I) lui est injecté par intraveineuse une heure avant l'examen.



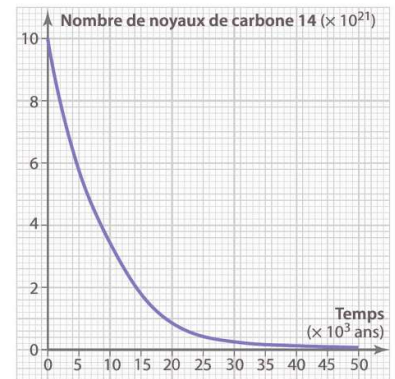
- Pourquoi utilise-t-on des doses limitées de produits radioactifs lors d'une scintigraphie ?
- Combien de noyaux radioactifs d'iode 123 ont-ils été injectés à la patiente ? Déterminer graphiquement la demi-vie de l'iode 123.
- Calculer le nombre de noyaux d'iode 123 restants au bout de trois demi-vies.
- Déterminer la durée au bout de laquelle il ne reste qu'un dixième du nombre initial des noyaux injectés.

**11 La datation au <sup>14</sup>C et ses limites**

Des mesures réalisées sur l'échantillon d'un fragment osseux retrouvé dans une sépulture ont montré un nombre de noyaux de carbone 14 égal à  $2,5 \times 10^{21}$ .

- Déterminer graphiquement le temps écoulé entre la mort de l'individu et la découverte du fragment osseux.
- La limite de la datation au carbone 14 est d'environ 50 000 ans. Justifier cette limite à l'aide du graphique.
- Estimer à combien de demi-vies correspond cette limite.

[Aide à la résolution, p. 261](#)



**10 Quel élément chimique ?**

On a tracé les courbes de décroissance obtenues avec un nombre initial  $N_0$  de deux noyaux radioactifs (fig. 1) et on donne les demi-vies de quelques noyaux (fig. 2).

Plutonium 239	Iode 131	Radium 226	Plutonium 239
19 heures	8,1 jours	1 600 ans	24 000 ans

► Identifier, en détaillant votre raisonnement, le noyau correspondant à chaque courbe.

