

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

La datation

✔ Objectifs

- La demi-vie d'un noyau radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon macroscopique se soit désintégrée.
- Utiliser une décroissance radioactive pour une datation.

👤 Classe

1^{ère} ES

🕒 Durée

1 h

1 La datation

📄 Document 1: Datation au carbone 14



Vidéo: Principe de fonctionnement <https://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/actualites/veille-scientifique/comment-ca-marche-la-datation-par-le-carbone-14>

1. Question préliminaire: qu'est-ce que la décroissance radioactive ?¹

Solution: La décroissance radioactive est la réduction du nombre de noyaux d'un isotope instable par radioactivité (désintégration) dans un échantillon.

2. Quelle est le lien et la différence entre carbone 12 et carbone 14 ?

Solution: Ce sont des isotopes: si le carbone 14 et le carbone 12 ont le même nombre de protons, le carbone 14 a 2 neutrons de plus que le carbone 12.

3. Comment est formé le carbone 14 ? Que devient-il ensuite ?

Solution: Le carbone 14 est formé dans la haute atmosphère par interaction entre un neutron et de l'azote. Le carbone 14 s'oxyde ensuite pour former du dioxyde de carbone, qui est capté par les végétaux (photosynthèse) ou les animaux (nutrition). Ce carbone 14 se désintègre ensuite en azote.

4. Rappeler la définition du temps de demi-vie. Quelle est le temps de demi-vie du carbone 14 ?

Solution: Le temps de demi-vie du Carbone 14 vaut 5735 ans. C'est-à-dire qu'au bout de 5730 ans, le nombre d'atomes de carbone 14 restant sera divisé par 2.

¹Activité adaptée d'une proposition de l'académie de Guyane.

5. Comment détermine-t-on l'âge d'un échantillon ?

Solution: Connaissant la proportion de carbone 14 par rapport à celui de carbone 12, on est capable de retrouver l'âge de l'échantillon.

2 Datation au carbone 14 de la grotte de Lascaux

Document 2: Grotte de Lascaux

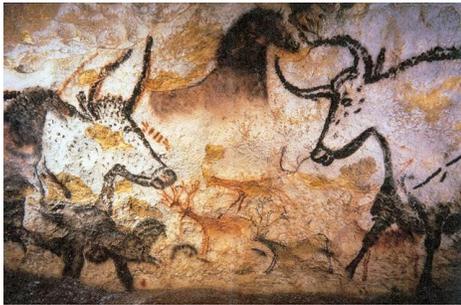


Figure 1: Lascaux

La grotte de Lascaux se trouve sur la commune de Montignac en Dordogne, dans la vallée de la Vézère, en France.

C'est l'une des plus importantes grottes ornées par le nombre et la qualité esthétique de ses œuvres. Elle est parfois surnommée « la chapelle Sixtine de l'art pariétal ».

La couleur noire des peintures a été obtenue en utilisant du dioxyde de manganèse MnO_2 . Les peintures et les gravures qu'elle renferme n'ont donc pas pu faire l'objet de datations directes précises : leur âge est déterminé à partir de datations et d'études réalisées sur les objets découverts dans la grotte.

6. Pourquoi la datation directe au carbone 14 des peintures des grottes de Lascaux n'est-elle pas possible ?

Solution: Les peintures des grottes de Lascaux ne sont pas produites à partir de matière organique contenant du carbone. Sans carbone, il est impossible d'utiliser la technique de datation au carbone 14.

Document 3: Courbe de décroissance radioactive du carbone 14 ^{14}C

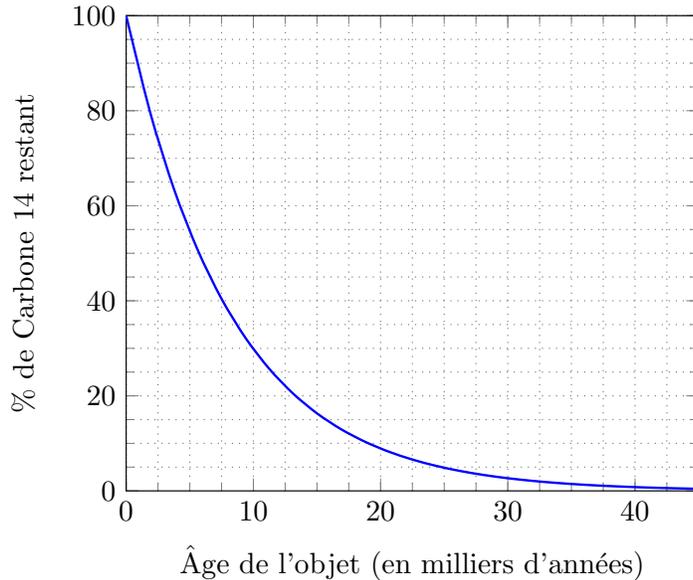


Figure 2: Courbe de décroissance radioactive du carbone 14

Document 4: Analyse d'un échantillon de charbon

Lors des premières visites des grottes de Lascaux dans les années 1940, André Glory et son équipe de scientifiques entreprennent quelques relevés. Il y trouve notamment des pointes de sagaies décorées en bois de renne ainsi que du charbon de bois provenant de lampes.

Ces échantillons de charbons ont été analysés expérimentalement. Pour cela, un procédé technique a permis de déterminer que dans un échantillon de 40 g de charbon (constitué uniquement de carbone), ce qui correspond à un total de de $2,0 \times 10^{24}$ atomes de carbone 12 et $6,05 \times 10^{-12}$ g soit $2,6 \times 10^{11}$ atomes de carbone 14.

Document 5: Les différents isotopes du carbone

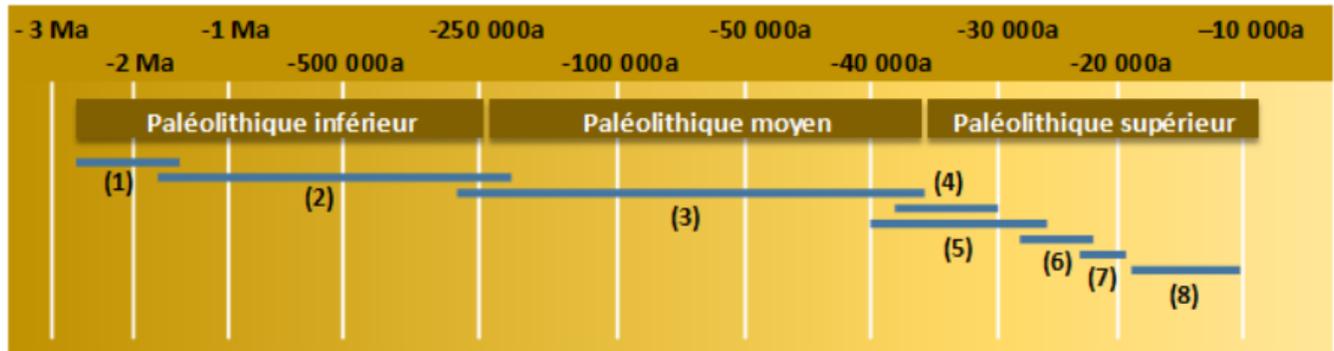
Le carbone est l'élément chimique de numéro atomique 6 et de symbole C. Il possède un isotope stable (Carbone 12 ^{12}C) et un isotope radioactif, le carbone 14 (^{14}C) ce qui permet de dater des éléments utilisant du carbone pour leur structure.

Le carbone 14, étant instable, se désintègre spontanément au cours du temps. Cependant, il est en permanence produit dans la haute atmosphère sous l'effet des rayons cosmique. Il se crée donc un équilibre entre ces deux isotopes tel que le rapport reste constant:

$$\frac{\text{Nombre d'atomes de carbone 14}}{\text{Nombre d'atomes de carbone 12}} = 1,0 \times 10^{-12} \quad (1)$$

Cela signifie que dans tout être vivant (végétal ou animal), les isotopes du carbone sont dans ces proportions.

Document 6: Frise chronologique de la préhistoire (période du paléolithique)



Légende : Période préhistorique

(1) Oldowayen ; (2) Acheluéen ; (3) Moustérien ; (4) Chatelperronien ;
 (5) Aurignacien ; (6) Gravettien ; (7) Solutréen ; (8) Magdalénien

Figure 3: Frise chronologique de la préhistoire (période du paléolithique)

7. Vérifier graphiquement le temps de demi-vie du carbone 14.

Solution:

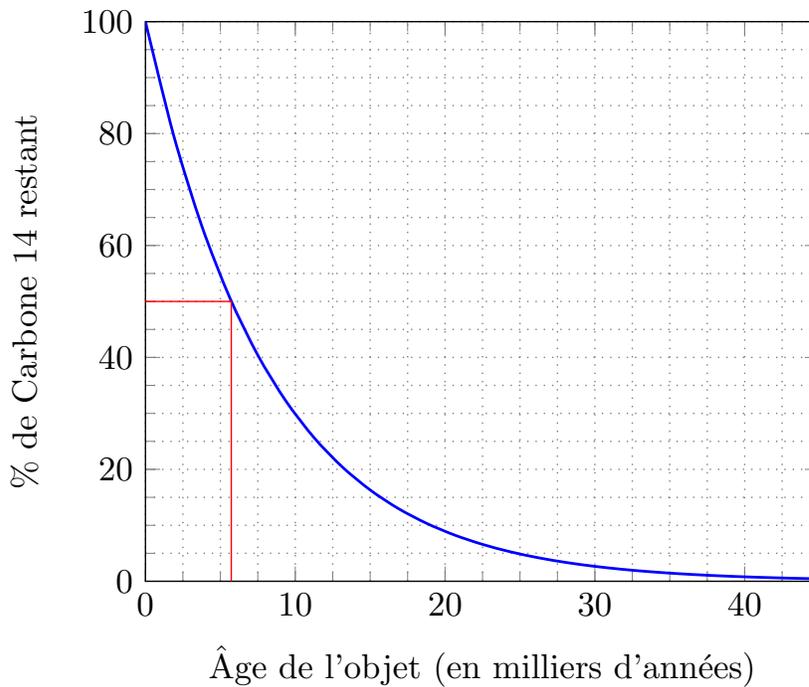


Figure 4: Mesure graphique du temps de demi-vie

8. Calculer la quantité de carbone 14 initiale.

Solution: Comme le carbone 12 est stable, sa quantité n'a pas variée au cours du temps. On peut donc utiliser la quantité actuelle pour retrouver celle de carbone 14 initiale:

$$\frac{N_{ini}}{N_{C12}} = \frac{\text{Nombre d'atomes de carbone 14 initial}}{\text{Nombre d'atomes de carbone 12 initial}} = 1,0 \times 10^{-12} \quad (2)$$

donc

$$N_{ini} = 1,0 \times 10^{-12} \times N_{C12} = 1,0 \times 10^{-12} \times 2,0 \times 10^{24} = 2,0 \times 10^{12} \quad (3)$$

Il y avait initialement $2,0 \times 10^{12}$ atomes de carbone 14.

9. Au cours de quelle période préhistorique les peintures des grottes de Lascaux ont-elles été réalisées ?

Solution: On calcule le rapport suivant:

$$\frac{N_{actuel}}{N_{ini}} = \frac{2,6 \times 10^{11}}{2,0 \times 10^{12}} = 0,13 = 13\% \quad (4)$$

Par lecture graphique,

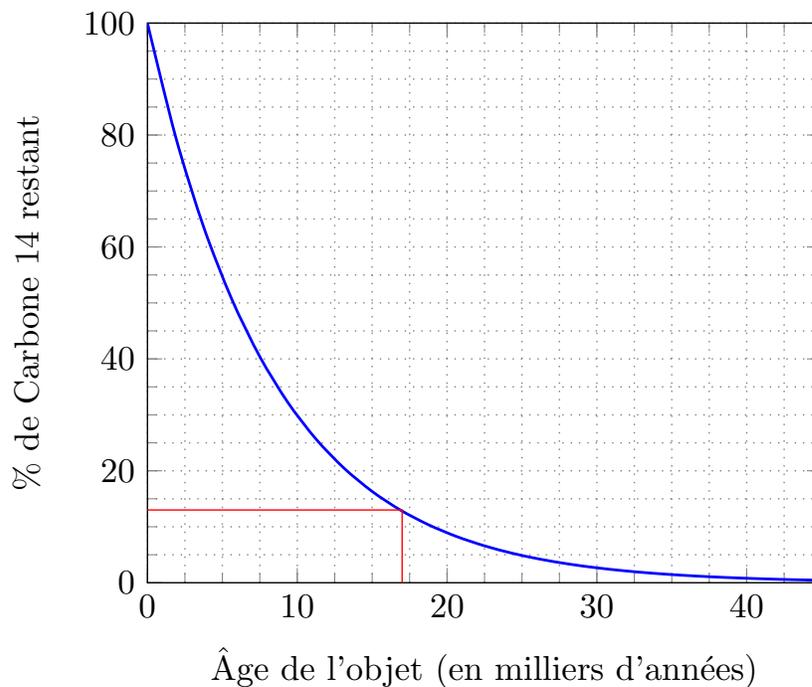


Figure 5: Mesure graphique de l'âge de l'échantillon

on trouve que 13% de carbone 14 restant correspond à un âge de 17 milliers d'années, soit la période du Magdalénien.