

3.5. Utilisation de la radioactivité pour la datation

ACTIVITÉ : 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 le 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 CO_2 . Ce 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 compte la radioactivité en cpm/g (= coups par minute et par gramme, c'est le nombre de désintégrations observées en 1min). Tant qu'un être est vivant, sa radioactivité vaut 13,6 cpm/g

Après la mort de l'organisme, le carbone 14 n'est plus renouvelé dans l'organisme et il poursuit ses désintégrations radioactives, sa quantité 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.

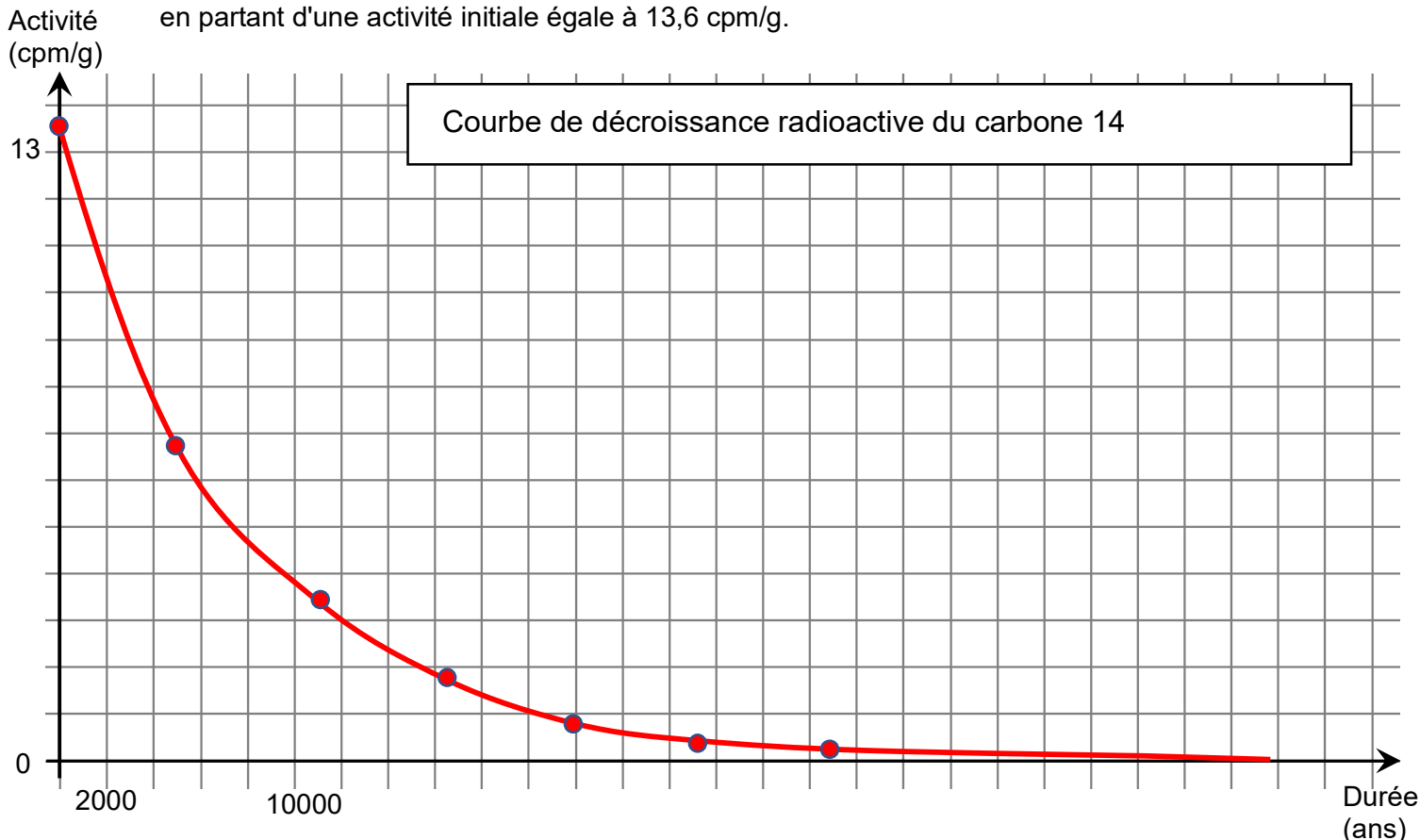
L'activité radioactive mesurée dans des fragments de charbon de bois ayant servi à réaliser les peintures de la grotte Chauvet est de 0,40 cpm/g

Problématique : Quel est l'âge des peintures rupestres de la grotte Chauvet et 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.



La demi-vie du carbone 14 vaut 5500 ans, il faut placer un point tous les 5500 ans.

A $t = 0$ l'activité vaut 13,6 cpm/g : point (0 ; 13,6)

A $t = 5500$ ans l'activité est divisée par 2 : point (5500 ; 6,8 ($= \frac{13,6}{2}$))

Et ainsi de suite : (11 000 ; 3,4) puis (16 500; 1,7) (22 000; 0,85) ; (27 500; 0,425) et (33 000; 0,21)
difficile de placer les suivants

2. Par lecture graphique, rechercher à quel instant l'activité est égale à l'activité relevée dans le charbon de la grotte Chauvet.

L'activité dans la grotte Chauvet vaut 0,40 cpm/g (fin du doc4). On cherche l'abscisse associée à une activité de 0,40 cpm/g. On lit environ 28 000 à 30 000 ans.

3. Répondre aux deux questions de la problématique.

Les peintures rupestres de la grotte Chauvet ont environ 30 000 ans.

Elles ne sont pas contemporaines de la grotte de Lascaux qui elles datent de 18 000 ans.

Plus de 10 000 ans séparent ces deux œuvres.

4. Proposer une explication au fait que les types d'animaux représentés dans les deux grottes sont si différents.

En 10 000 ans, beaucoup de choses ont pu se passer, notamment dans l'environnement. Par exemple, une modification du climat a pu déplacer la faune évoluant autour des grottes.

5. On estime qu'on ne peut dater par le carbone 14 que des vestiges de moins de 40 à 50000 ans. Expliquer pourquoi.

A 30 000 ans, l'activité ne vaut déjà plus que 0,40 cpm/g. Si on date des objets encore plus anciens, il n'y aura presque plus de carbone 14, l'activité sera quasiment nulle. Quand on a une activité nulle, on ne peut plus dater, on ne sait pas depuis quand le dernier atome de carbone 14 s'est désintégré.

6. 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 ?

Les argiles sont des oxydes de fer, elles contiennent de l'oxygène et du fer, mais pas de carbone. On ne peut pas dater au carbone 14 un vestige qui ne contient pas l'élément carbone !

A retenir : on date au carbone 14 des objets issus du vivant (= organique) : les os, l'ivoire, le bois, le cuir, le lin etc...

Et les objets à dater ne doivent pas être ni trop récents (sinon l'activité mesurée vaut 13,6 cpm/g comme pour un être vivant) ni trop anciens (sinon l'activité mesurée vaut 0)