Sujet zéro, épreuve commune, sujet 2, différentes méthodes de datation au service de la géologie, 2020

Énoncé

La datation est une belle illustration de la coopération entre plusieurs champs disciplinaires : la paléontologie, la biologie, les sciences physiques – notamment à travers les connaissances sur la désintégration radioactive – et l'archéologie qui utilise ces savoirs scientifiques et ces techniques pour étudier le mode de vie passé des êtres humains préhistoriques.

Partie 1 : L'histoire de la détermination de l'âge de la Terre

Document 1. L'âge de la Terre.

L'estimation de l'âge de la Terre a beaucoup évolué au fur et à mesure des connaissances et des progrès technologiques.
Au Moyen Âge et à la Renaissance, les déterminations de l'âge de la Terre se basent essentiellement sur la Bible qui énumère les générations depuis Adam, les érudits y ajoutant des considérations astronomiques et des données historiques écrites, un âge de la Terre de 6 000 ans est ainsi proposé.
En 1778, Buffon calcule l'âge de la Terre à partir du temps de refroidissement de globes de différentes matières chauffées au rouge. En admettant que la Terre se refroidit d'une façon analogue à ces globes, il propose que la Terre s'est formée 93 291 ans auparavant et qu'elle sera encore habitable pendant les 38 849 ans qui suivent.
D'autres méthodes seront nécessaires pour dater plus précisément la Terre. Au XXe siècle, grâce à la découverte de la radioactivité, la datation absolue permit à Clair Patterson d'annoncer que la Terre était âgée de 4,57 milliards d'années.
Source : Dossier Pour la Science n° 42, janvier-mars 2000 (Pascal Richet).

1. En plus des méthodes présentées dans le texte du document 1, citez, à partir de vos connaissances, un autre argument géologique ou biologique qui permette d'invalider l'estimation de l'âge de la Terre proposée par Buffon.

Pensez à différencier datation absolue et datation relative.

2. Selon Buffon, la Terre devrait cesser d'être habitable après un certain temps. À partir du document 1, expliquer ce qui, dans ses hypothèses, a pu l'amener à cette conclusion.

Pensez au refroidissement de la Terre.

Partie 2 : La datation des peintures rupestres de la grotte Chauvet par le carbone 14 (14C)

Découverte en Ardèche, en 1994, la grotte Chauvet est célèbre pour ses peintures rupestres réalisées par des êtres humains préhistoriques. Ces peintures comptent parmi les plus anciennes connues. Leur âge a été estimé par la méthode de datation au carbone 14.

Document 1. Deux rhinocéros qui s'affrontent représentés sur le panneau des chevaux dans la salle Saint-Hilaire de la grotte Chauvet.

Un mouchage est un frottement de la torche sur la paroi de la grotte pour retirer la partie carbonisée qui asphyxie la flamme.
Les analyses des pigments ont révélé que les peintures ont été réalisées avec des fragments de charbon de bois (traits noirs) et des minéraux :

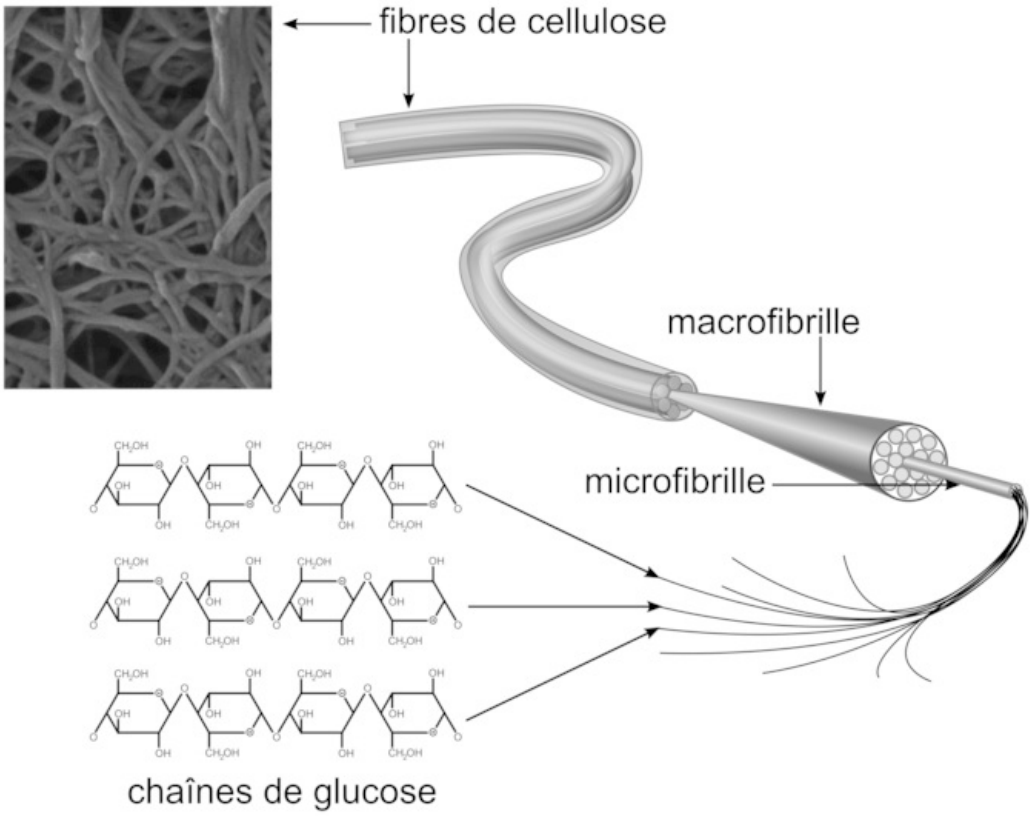
• le rouge est constitué d'oxydes de fer (Fe_2O_3) ;

• le noir de dioxyde de manganèse (MnO_2).

Source : Dossier Pour la Science n°42, janvier-mars 2004 (Hélène Valladas, Jean Cottes et Jean-Michel Genest).

Document 2. Les constituants du bois.

Les parois cellulaires très épaisses donnent au bois ses propriétés. Ces parois sont formées de deux constituants principaux, la cellulose et la lignine.
La cellulose est une macromolécule composée d'un enchaînement de plusieurs glucoses de formule $C_6H_{12}O_6$, comme le montre le schéma ci-dessous.



À partir de vos connaissances et des informations apportées par les documents 1 et 2, répondre aux questions suivantes :

3. Justifier que les oxydes minéraux ne peuvent pas être datés par la méthode du carbone 14, alors que la datation est possible pour le charbon de bois.

Identifier les atomes présents dans les oxydes minéraux et les atomes présents dans le charbon.

4. Nommer le mécanisme biologique à l'origine de la synthèse du glucose par les plantes terrestres et donner l'équation de réaction de cette synthèse de matière végétale (on veillera à ajuster les nombres stœchiométriques de l'équation). Préciser les organes impliqués dans les échanges entre la plante et son milieu.

5. Cocher la proposition exacte pour chaque question du questionnaire à choix multiple.

Les désintégrations des noyaux radioactifs sont imprévisibles. Chaque noyau radioactif a ses propres caractéristiques.

Question 1

La date de désintégration d'un noyau individuel de ^{14}C dont on connaît la date de création (prise comme origine) est :

a. aléatoire.

b. prévisible.

c. égale à 5 730 ans.

d. comprise avec certitude entre 100 et 10 000 ans.

Question 2

La durée nécessaire à la désintégration radioactive de la moitié des noyaux radioactifs d'un échantillon dépend :

a. du nombre initial de noyaux.

b. du volume de l'échantillon.

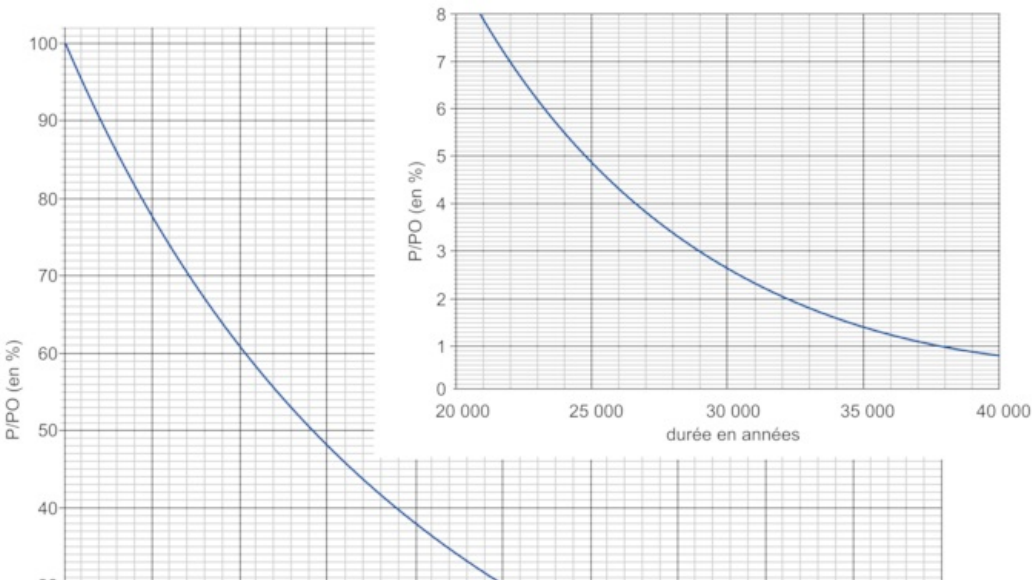
c. de la nature chimique des noyaux.

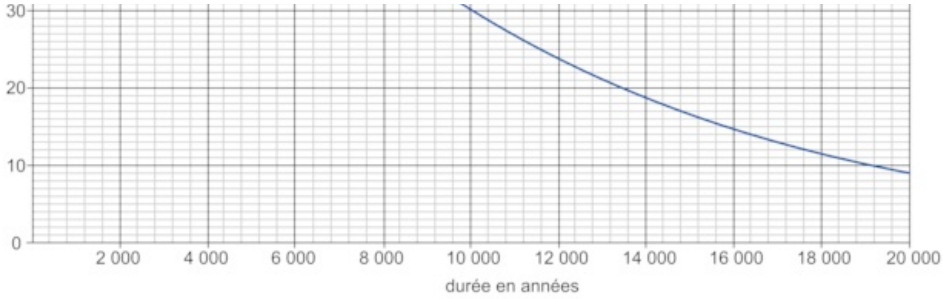
d. de la température.

Un graphique représentant le rapport P/P0 du nombre d'atomes ^{14}C résiduels sur le nombre d'atomes ^{14}C présents au moment de la mort en fonction du nombre d'années écoulées depuis la mort est donné.

6. En exploitant ce graphique, estimer, après l'avoir définie, la demi-vie du carbone 14.

Figure 1. Rapport P/P0 du nombre d'atomes ^{14}C résiduels sur le nombre d'atomes ^{14}C présents au moment de la mort en fonction du temps. L'encart permet de mieux visualiser la période entre 20 000 et 40 000 ans.





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

7. Estimer par un encadrement l'ancienneté des traces de l'habitation de la grotte Chauvet par les êtres humains préhistoriques en datant les mouchages de torche et les traits réalisés à l'aide de charbons de bois.

Le document 3 permet de donner des valeurs P/P0 lors de la datation au carbone 14 des peintures et des prélèvements sur les mouchages de torche.

© 2000-2025, Miscellane