

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

VOIE : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique
sans enseignement de mathématiques spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

Niveaux visés (LV) : ∅

Axes de programme : ∅

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : Oui Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

Nombre total de pages : 13

**Le candidat traite seulement deux exercices, de son choix,
parmi les trois qui sont proposés dans ce sujet.**

Il indique son choix en début de copie.



Exercice 1 – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

Températures de surface de la Terre et du Soleil

Sur 10 points

Partie 1 – Origine de l'énergie solaire

La Terre reçoit l'essentiel de son énergie du soleil. Cette énergie conditionne sa température de surface.

- 1- Préciser le phénomène physique à l'origine de l'énergie dégagée par le soleil.
- 2- A partir de la relation d'Einstein : $E = \Delta m \times c^2$, calculer la masse solaire transformée chaque seconde en énergie, sachant que l'énergie émise chaque seconde par le soleil a pour valeur $3,9 \times 10^{26}$ J.

Donnée : vitesse de la lumière dans le vide $c = 3,0 \times 10^8$ m·s⁻¹

Partie 2 – Température de surface du Soleil

L'étude du spectre du rayonnement émis par le Soleil, que l'on peut modéliser comme un spectre de corps noir, permet de déterminer la température de la surface du Soleil.

À l'aide du document 1 fourni sur la page ci-après, répondre aux questions 3 à 5 :

- 3- Déterminer les longueurs d'ondes correspondant au maximum d'émission pour les températures de 4000 K, 5000 K et 6000 K. Décrire qualitativement l'évolution de la longueur d'onde au maximum d'émission en fonction de la température du corps.
- 4- Justifier à partir de la valeur de la longueur d'onde d'émission maximale du spectre solaire que la température du Soleil est comprise entre 5500 K et 6000 K.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 1 – Spectres d'émission

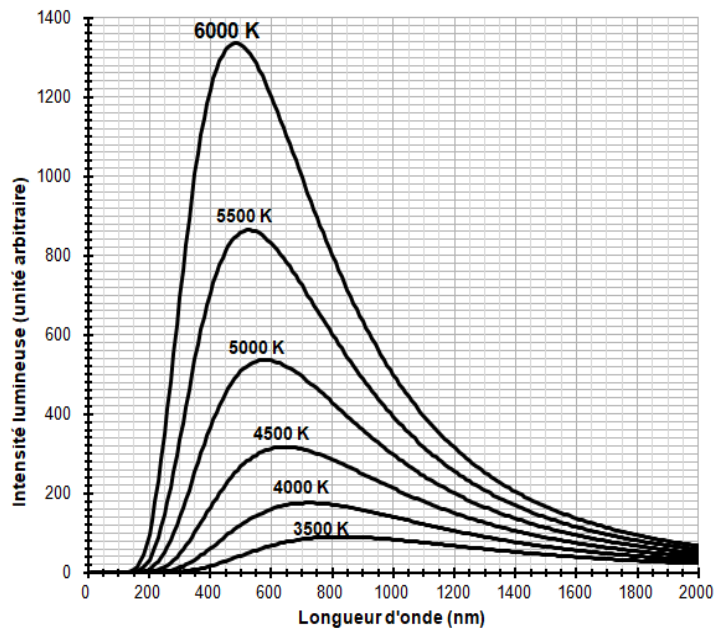


Figure 1a : spectres d'émission du corps noir à différentes températures

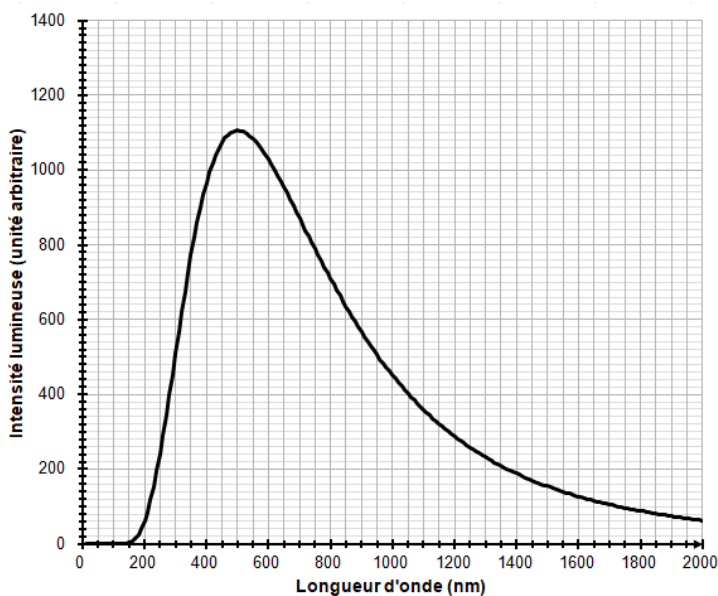
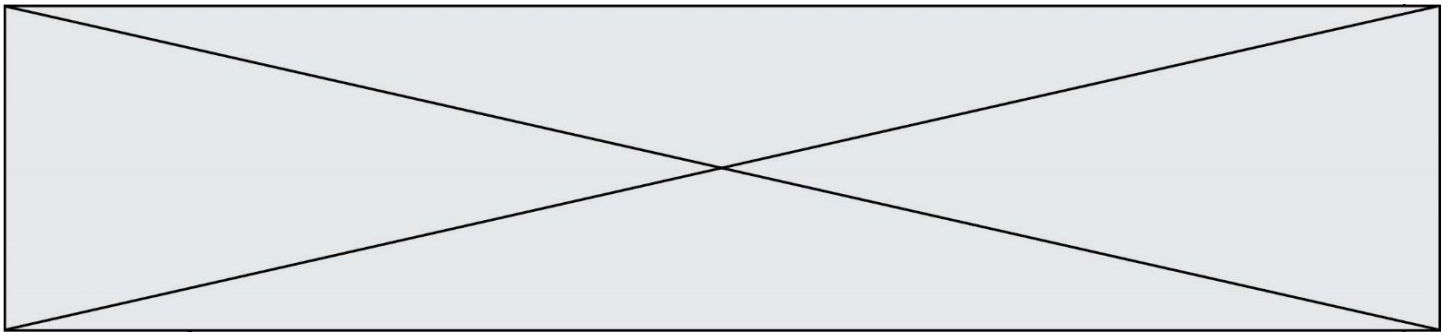


Figure 1b : modèle du spectre d'émission du soleil.



La température de surface du Soleil peut être déterminée plus précisément à partir de la loi de Wien. Cette loi permet de déterminer la température d'un corps noir à partir de la longueur d'onde λ_{max} de son maximum d'émission par la relation :

$$\lambda_{max} = \frac{k}{T}$$

avec :

T : température du corps noir, en kelvins (K)


k : constante égale à $2,898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

- 5- En considérant que le Soleil se comporte comme un corps noir, déterminer sa température de surface T à partir de la loi de Wien.

Partie 3 – Énergie solaire et albedo

L'albedo est un paramètre influençant la température de surface de la Terre

- 6- Sachant que l'albedo terrestre est en moyenne égal à 0,30 et que la puissance surfacique transportée par la lumière solaire vers la surface de la Terre est en moyenne de $342 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, calculer la puissance surfacique solaire moyenne absorbée par le sol terrestre.
- 7- Actuellement l'albedo moyen terrestre tend à diminuer. Préciser, en justifiant votre réponse, si cette diminution conduit à une augmentation ou une diminution de la température moyenne à la surface de la Terre.

Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)
Prénom(s) :
N° candidat : **N° d'inscription** :
(Les numéros figurent sur la convocation.)
Né(e) le : / /

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Exercice 2 – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

Titre de l'exercice

Sur 10 points

Ötzi est une momie naturelle retrouvée dans les Alpes il y a 30 ans, allongée à plat ventre, au bord d'un lac gelé situé à 3 000 mètres d'altitude dans la vallée d'Ötztal.

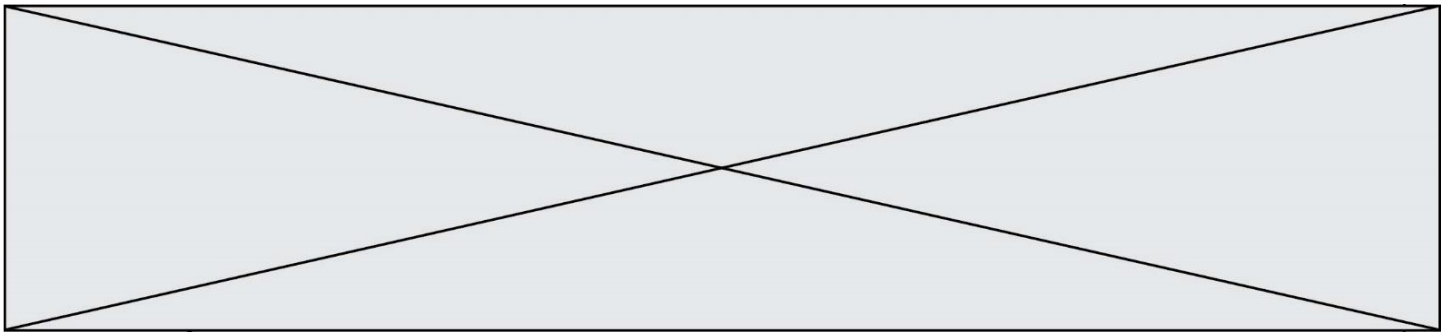
Les analyses scientifiques ont révélé qu'il s'agit d'une très ancienne scène de crime...



Découverte de la momie et reconstitution de Ötzi, musée archéologique de Haut-Adige

Crédit photo : SOUTH TYROL MUSEUM OF ARCHAEOLOGY.

L'objectif de cet exercice est d'estimer la date de l'assassinat d'Ötzi.



Partie 1 – L'atome de carbone

Document 1 – Origine et cycle du carbone ^{14}C

Le carbone présent dans l'atmosphère essentiellement sous forme de dioxyde de carbone (CO_2) possède plusieurs isotopes : carbone 12, carbone 13, carbone 14.

Le carbone 14 est un isotope radioactif du carbone donc instable ; il se désintègre spontanément en un noyau fils (azote 14) plus stable.

Sa période radioactive (ou « demi-vie ») est de 5 730 ans.

On peut considérer que tant qu'une plante ou un animal est vivant, son organisme échange du carbone avec son environnement, si bien que le carbone qu'il contient aura la même proportion de ^{14}C (carbone 14) que dans la biosphère.

Lorsque cet organisme meurt, son métabolisme cesse, il ne reçoit plus de carbone 14 et celui qu'il contient va se désintégrer peu à peu au cours du temps selon une loi exponentielle.

La datation par le carbone 14 se fonde alors sur le comptage du carbone 14 résiduel dans l'organisme mort.

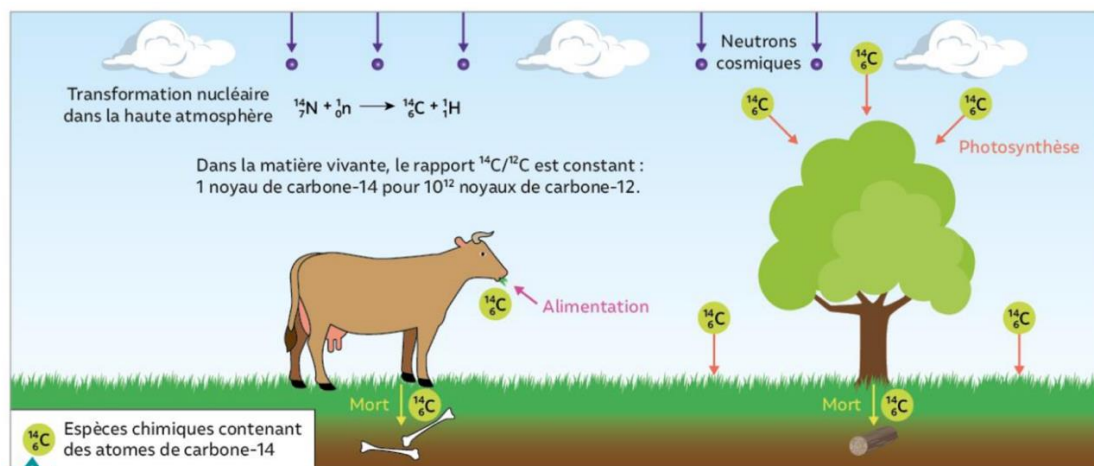


Figure A – Cycle du Carbone 14

Source : Manuel Nathan 1^{ère} Enseignement Scientifique

À l'aide des informations du document 1 :

- 1- Donner la caractéristique d'un isotope radioactif.
- 2- Énoncer ce qu'il faut quantifier pour évaluer la date de la mort d'un être vivant. Justifier votre réponse.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

- 3- Énumérer la succession des évènements qui aboutissent à la présence de carbone 14 dans le corps d'Ötzi.

Partie 2 – Datation d'une mort

À la mort d'Ötzi, le nombre initial N_0 de noyaux de carbone 14 contenu dans son corps était de $3,87 \times 10^{15}$.

À la découverte de la momie, elle possédait une activité radioactive en carbone 14 de :

$$A = 7910 \text{ Bq}$$

- 4- Établir la valeur de la demi-vie du carbone 14, en utilisant le graphique du document 3 (page suivante) et en exposant la démarche permettant de la déterminer.
- 5- À l'aide des informations du document 2 (ci-après), calculer le nombre N de noyaux résiduels dans la momie au moment de sa découverte.
- 6- Sachant que $3,87 \times 10^{15}$ noyaux correspondent à 100 % de noyaux de carbone 14, vérifier que le pourcentage de carbone 14 résiduel lors de la découverte de la momie est de 53 %.
- 7- À l'aide du résultat de la question précédente et de la courbe de décroissance radioactive du carbone 14, estimer la date de l'assassinat d'Ötzi.

Document 2 – Définition de l'activité d'un échantillon

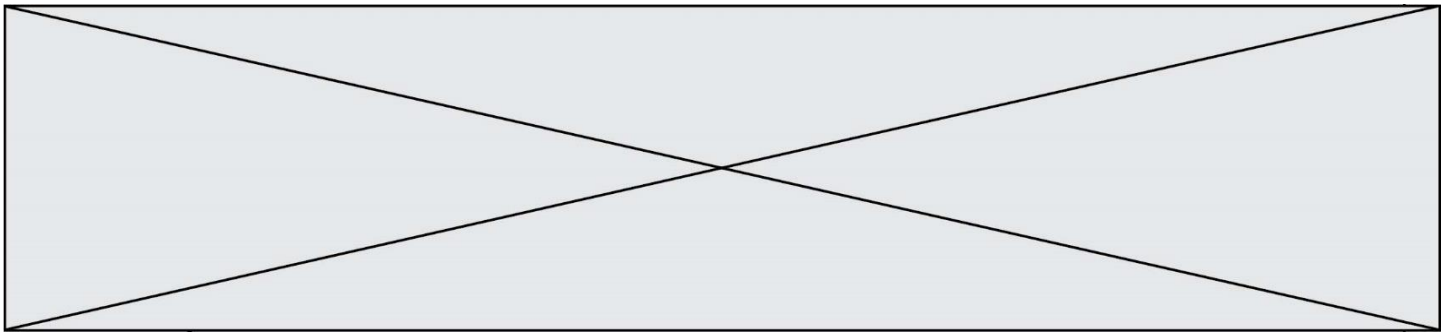
On appelle activité A d'un échantillon radioactif le nombre de désintégrations de noyaux qui s'y produisent par seconde. Ainsi l'activité A en Bq de cet échantillon et le nombre de noyaux N qu'il contient sont liés par la relation :

$$N = \frac{A \times t_{1/2}}{0,69}$$

$t_{1/2}$: demi-vie de l'échantillon radioactif exprimée en seconde.

Données :

- 5730 ans = $1,81 \times 10^{11}$ secondes.



Document 3 – Courbe de décroissance radioactive

La courbe de décroissance radioactive du carbone 14 suivante montre l'évolution de la quantité de carbone 14 au cours du temps à partir de la mort d'un organisme.



Figure B – Courbe de décroissance radioactive du carbone ^{14}C

Source : Manuel Nathan 1^{ère} Enseignement Scientifique

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Exercice 3 – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

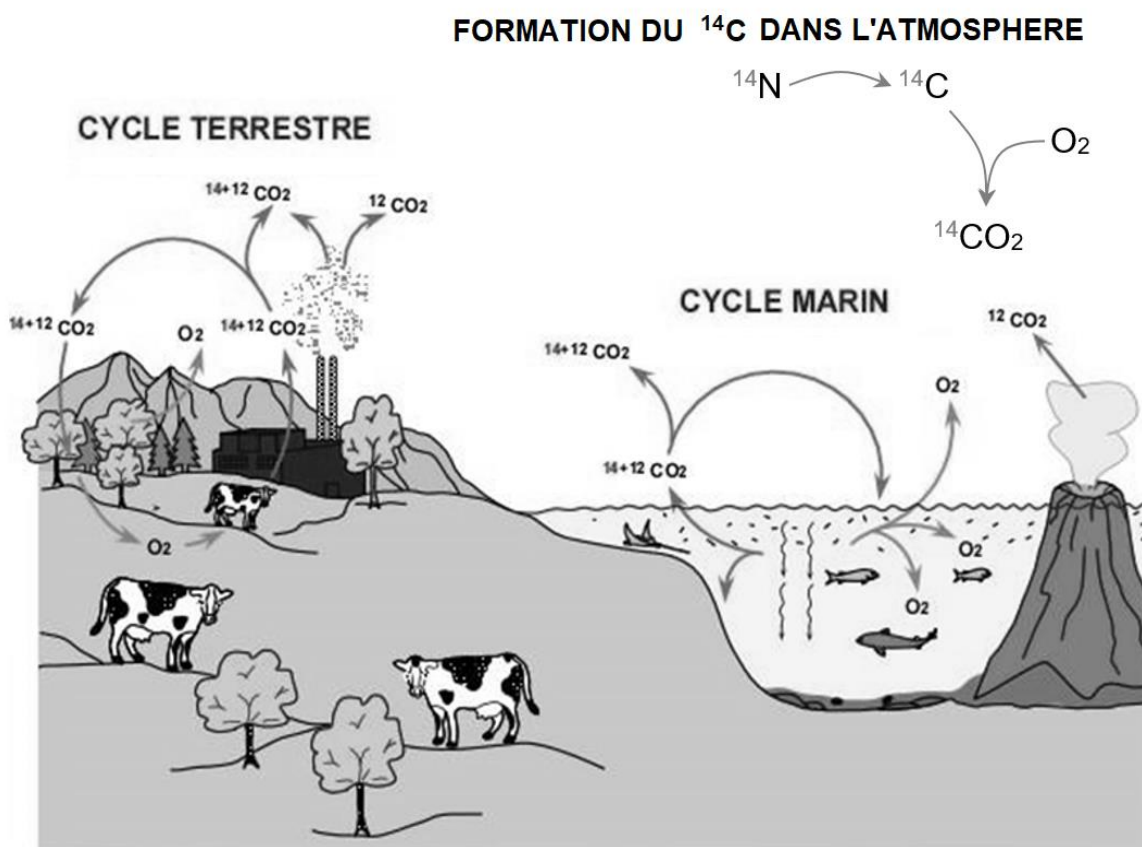
L'âge des dinosaures

Sur 10 points

L'ensemble des données scientifiques établit que les premiers dinosaures sont apparus au début du Trias il y a environ 250 millions d'années. Leur expansion débute il y a environ 232 millions d'années. La branche des dinosaures excluant les oiseaux s'éteint lors de la crise Crétacé-Paléogène, il y a 65 millions d'années.

Cet exercice propose de comparer des méthodes permettant de dater la période de vie des dinosaures.

Document 1 – Cycle actuel du carbone 12 et du carbone 14



Source : d'après <https://futura-sciences.com>

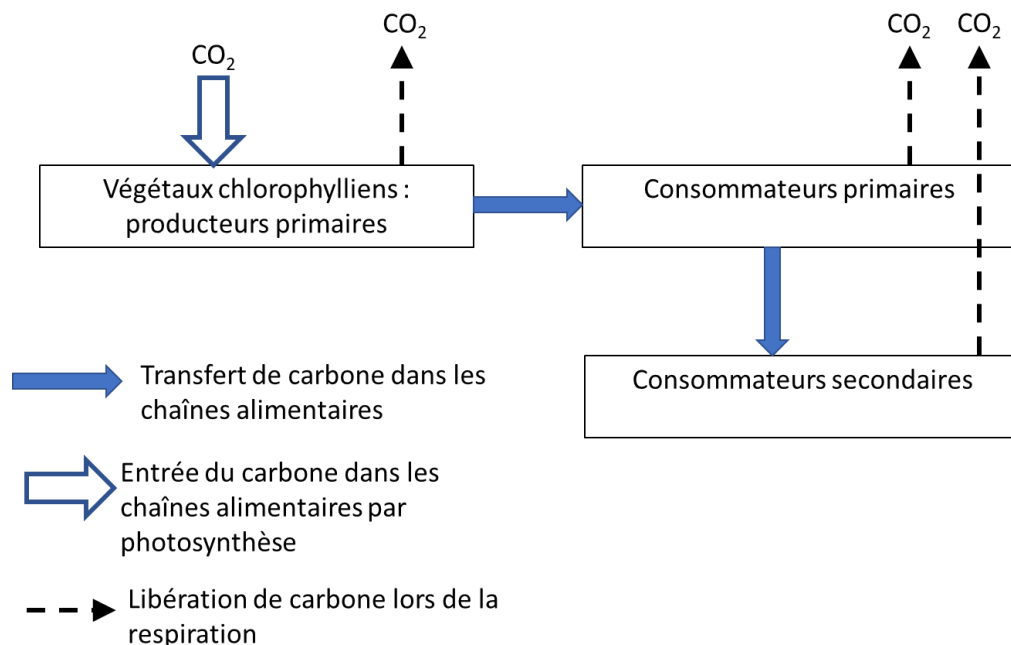


Toute matière organique vivante (végétale ou animale) contient du ^{12}C et du ^{14}C . Dans les tissus organiques et le squelette, la proportion entre ces isotopes demeure la même tout au long de la vie de l'organisme, et est égale à leur proportion dans le CO_2 atmosphérique et dans l'environnement. Connaissant cette proportion entre ^{14}C et ^{12}C dans l'environnement, on peut calculer la durée qui s'est écoulée depuis la mort de l'organisme qui a fixé le carbone jusqu'à aujourd'hui. Par conséquent, l'âge que l'on obtient avec la méthode du ^{14}C , correspond à l'âge de la mort de l'organisme.

Source : d'après http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html

1- Rappeler les principales caractéristiques de la radioactivité.

Document 2 – Schéma simplifié des échanges de carbone dans un écosystème



Source : document de l'auteur

2- En vous appuyant sur les documents 1 et 2, expliquer pour quelle raison le carbone 14, bien que se désintégrant spontanément, reste à un taux quasi constant dans l'environnement.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

- 3- Expliquer pourquoi un organisme vivant possède un taux constant de carbone 14 pendant toute sa vie.
- 4- Parmi les équations suivantes, identifier en justifiant celle qui correspond à la désintégration d'un noyau de carbone 14.
- ${}^{16}_8\text{O} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^4_2\text{He}$
- ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}^-$
- ${}^6_2\text{He} + {}^8_4\text{Be} \rightarrow {}^{14}_6\text{C}$
- 5- Sur la figure du document A en annexe à **rendre avec la copie**, vérifier que valeur de la demi-vie du carbone 14 est de 5 750 ans. Faire apparaître la construction graphique utilisée et l'expliquer.
- 6- Évaluer le nombre de noyaux de carbone 14 restant après 115 000 ans (soit 20 fois la demi-vie), si le nombre de noyaux initial dans l'échantillon est de l'ordre du million. Commenter.

Document 3 – Méthode de datation de la période de vie des dinosaures

Les dinosaures sont apparus il y a 250 millions d'années et se sont éteints il y a 65 millions d'années. Les traces de carbone 14 de cette époque ont complètement disparu.

La plupart des chercheurs estiment qu'au-delà de 30 000 ans, il y a trop peu de carbone 14 restant pour permettre une datation précise. Il faut donc utiliser d'autres isotopes, ayant une demi-vie beaucoup plus longue.

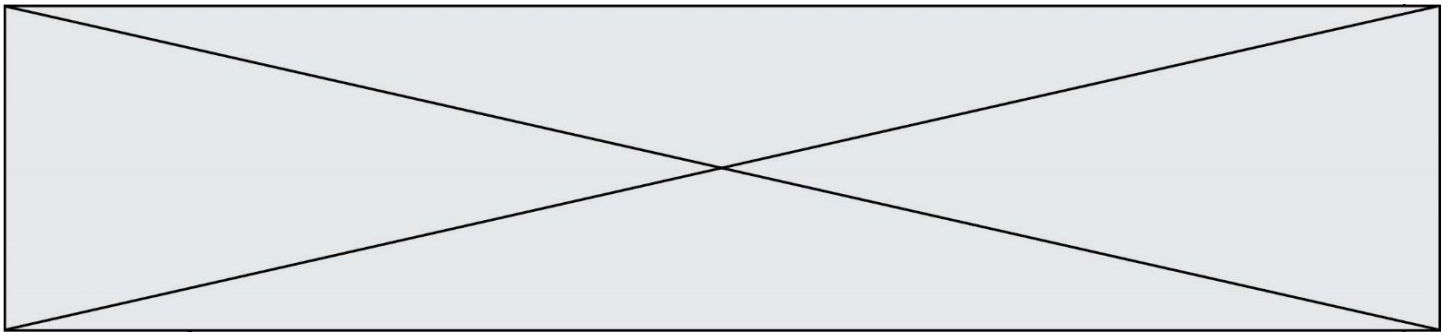
Dans le cas des dinosaures, on utilise les isotopes d'uranium 238, d'uranium 235 et de potassium 40 qui possèdent des demi-vies supérieures au milliard d'années.

Le problème est que les os et les fossiles ne contiennent pas ces isotopes contrairement aux roches et aux sédiments environnants.

L'idée est donc la suivante : on utilise la radiométrie sur les sédiments entourant les fossiles pour les dater à l'aide d'un radio-isotope approprié (comme le potassium 40 par exemple) ce qui permet ensuite de donner une fourchette sur l'âge du fossile emprisonné dans ces sédiments.

Source : d'après <https://lasciencepourtous.cafe-sciences.org/articles/ladatationradiometriqueaucarbone-14/>

- 7- À partir du document 3, expliquer comment les scientifiques ont réussi à dater la période de vie des dinosaures.



Document 4 – Le discours des créationnistes

Certains groupes créationnistes exposent une théorie dans laquelle ils datent, grâce au carbone 14, les os de dinosaures. Ils déclarent avoir utilisé 8 spécimens de dinosaures. Leurs résultats indiquent un âge allant de 22 000 à 39 000 ans. Ils expliquent avoir été très rigoureux, en éliminant notamment la contamination par le carbone moderne en tant que source du signal ^{14}C dans les os. Pour obtenir ces résultats, ils font l'hypothèse que le taux de carbone dans l'atmosphère, utilisé comme référence, serait bien plus faible que celui utilisé usuellement et défini par un consensus scientifique.

Source : document de l'auteur

- 8- Relever un élément critiquable dans le raisonnement des créationnistes.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document réponse à rendre avec la copie

Exercice 3 – Question 5

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

