

EXERCICE 1 DÉTERMINATION DE L'ÂGE DE LA TERRE

Première Partie

Buffon est un scientifique du XVIII^e siècle, voici un extrait de son premier mémoire.

Document 1. Recherches sur le refroidissement de la Terre et des planètes

En supposant, comme tous les phénomènes paraissent l'indiquer, que la Terre ait été autrefois dans un état de liquéfaction causée par le feu, il est démontré, par nos expériences, que si le globe était entièrement composé de fer ou de matière ferrugineuse^a, il ne se serait consolidé jusqu'au centre qu'en 4 026 ans, refroidi au point de pouvoir le toucher sans se brûler en 46 991 ans ; et qu'il ne se serait refroidi au point de la température actuelle qu'en 100 696 ans ; mais comme la Terre, dans tout ce qui nous est connu, nous paraît être composée de matières vitrescibles^b et calcaires qui se refroidissent en moins de temps que les matières ferrugineuses, [...] on trouvera que le globe terrestre s'est consolidé jusqu'au centre en 2 905 ans environ, qu'il s'est refroidi au point de pouvoir le toucher en 33 911 ans environ, et à la température actuelle en 74 047 ans environ.

Buffon, G.-L. L. (s. d.). Supplément à la théorie de la Terre.

Notes :

a. Matière composée en grande partie de fer.

b. Qui peut être changé en verre.

1- Dans le document 1, Buffon présente sa démarche pour trouver l'âge de la Terre. Il modélise la Terre par une boule de matière en fusion qui se refroidit.

1-a- Indiquer les trois étapes du refroidissement de la Terre décrites par Buffon.

1-b- Donner l'argument sur lequel s'appuie Buffon pour réévaluer sa première estimation de l'âge de la Terre.

2- À partir d'expériences, Buffon établit les données contenues dans le tableau ci-dessous, donnant le temps de refroidissement « au point de pouvoir la toucher sans

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 : / /

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

se brûler » (en minute) d'une boule de fer en fonction de son diamètre (en demi-pouces) :

Document 2. Temps de refroidissement « au point de pouvoir toucher sans se brûler »

Diamètre d (en demi-pouce)	1	3	5	7	9
Temps t de refroidissement observé (en minute)	12	58	102	156	205

Dans le repère du document-réponse 1 de l'annexe, placer les points représentant les données du tableau, puis tracer la droite passant par les points d'abscisses 3 et 9.

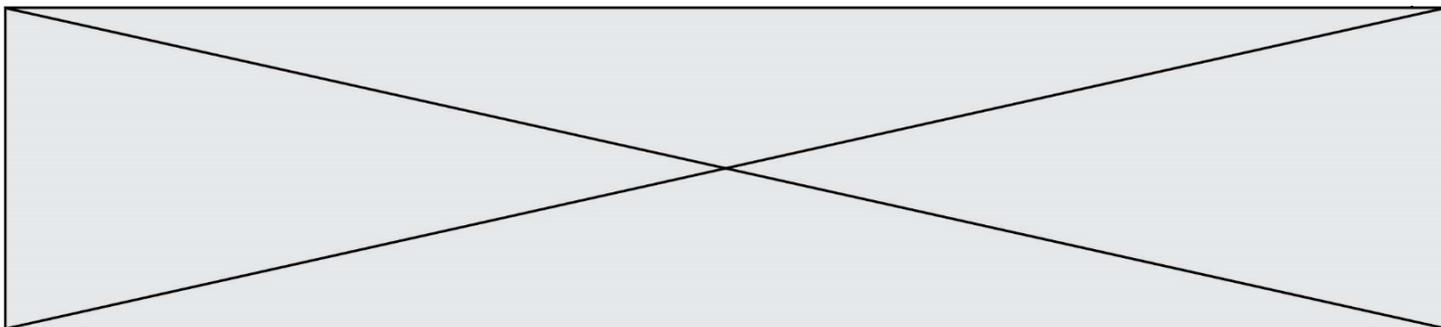
3- On suppose que la Terre a un diamètre égal à 12 740 km, c'est-à-dire à environ 1 milliard de demi-pouces.

La droite précédemment tracée a pour équation $t = 24,5 \times d - 15,5$, où t est la durée de refroidissement (en minute) et d le diamètre de la boule (en demi-pouce).

En supposant que cette droite modélise l'évolution du temps de refroidissement en fonction du diamètre, retrouve-t-on les 46 991 années obtenues par Buffon comme temps de refroidissement d'une boule de fer de la taille de la Terre ? Présenter les calculs permettant de répondre à la question.

Deuxième Partie

Des méthodes de datation de l'âge de la Terre plus récentes font intervenir la décroissance radioactive. Lors de la formation de la Terre, de l'uranium naturel s'est créé, en particulier l'isotope radioactif ^{235}U . L'examen de roches montre qu'aujourd'hui, il reste environ 1 % de l'uranium 235 présent lors de la formation de la Terre.



4- Le graphique du document-réponse 2 de l'annexe représente le nombre de noyaux d'uranium 235 restants en fonction du temps.

On note N_0 le nombre de noyaux à l'instant initial $t = 0$.

4-a- Sur ce graphique, repérer la demi-vie $T_{1/2}$ de l'uranium 235. Faire apparaître les traits de construction.

4-b- Sur ce graphique, graduer l'axe des abscisses en multiples de la demi-vie.

4-c- En utilisant ce graphique, estimer au bout de combien de demi-vies il ne reste plus que 1% des noyaux d'uranium 235 ? On notera sur la copie la bonne réponse parmi les trois suivantes, sans justifier.

Réponse A : entre 1 et 3 demi-vies

Réponse B : entre 3 et 5 demi-vies

Réponse C : entre 6 et 8 demi-vies

5- Sachant que la demi-vie $T_{1/2}$ de l'uranium 235 est de 0,704 milliard d'années, proposer une estimation de l'âge de la Terre.

EXERCICE 2

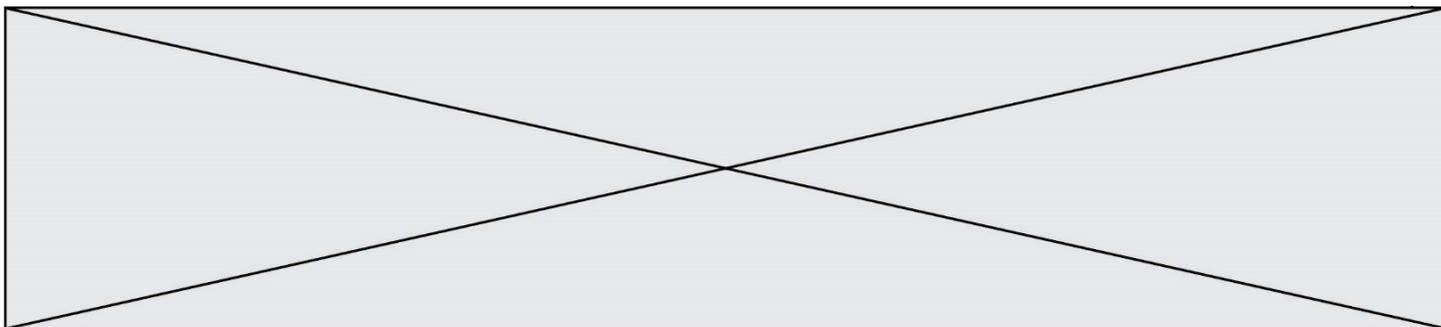
LA PILE VÉGÉTALE

Il est possible de produire de l'électricité en installant des électrodes dans un sol gorgé d'eau où poussent des plantes telles que le riz. Cette technologie permet de convertir l'énergie chimique issue de la photosynthèse en énergie électrique. Le rendement de ce dispositif reste pour le moment faible mais cela pourrait à terme transformer les rizières en unités de production électrique.

On cherche ici à déterminer si cette technologie peut réellement constituer une solution d'avenir.



Les deux parties peuvent être traitées indépendamment.



Partie 2. La conversion de l'énergie chimique en énergie électrique

Cette partie présente le principe de fonctionnement de la « pile végétale » étudiée et ses applications potentielles.

La plante utilise la photosynthèse pour produire de la matière organique. Autour des racines vivent de très nombreux microorganismes qui se nourrissent de la matière organique issue du végétal. La réaction chimique correspondante peut être exploitée au sein d'une pile comportant deux électrodes dont l'une est positionnée près de la racine de la plante et l'autre en est plus éloignée. Cette pile peut délivrer un courant électrique qui transporte de l'énergie. On admet que la puissance électrique fournie par une « pile végétale » de cette sorte est proportionnelle à la surface que les plantes exposées au soleil et qui se trouvent au voisinage des électrodes occupent sur le sol.

2- L'énergie solaire moyenne reçue en une année par unité de surface est égale à 10^7 J et on peut estimer en moyenne qu'une plante doit recevoir 20×10^6 J d'énergie solaire pour produire 1 kg de matière organique.

Montrer que 1 m^2 de surface végétale peut produire théoriquement 0,5 kg de matière organique au cours d'une année.

3- On peut estimer qu'une « pile végétale » de 1 m^2 de surface fournit une puissance de 3 W et que l'énergie moyenne nécessaire à la recharge d'un smartphone est de 10 Wh.

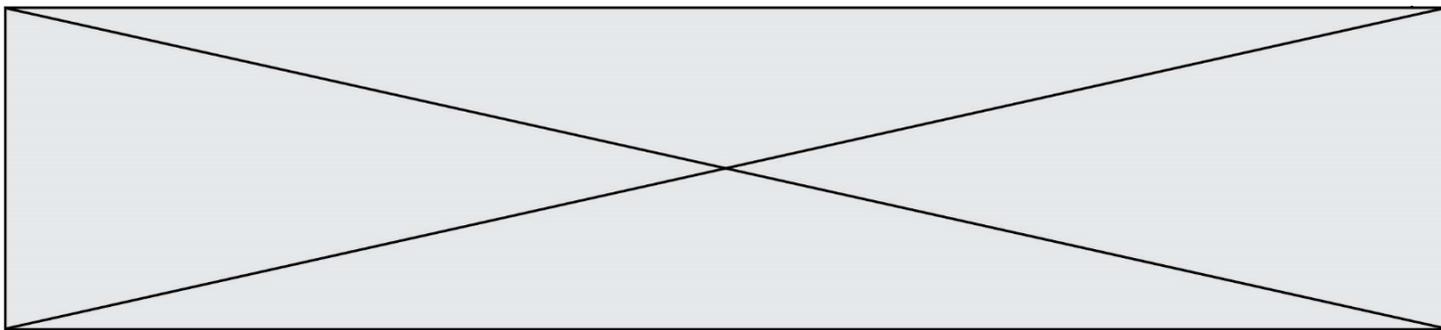
Indication : le Watt-heure (Wh) est l'énergie correspondant à une puissance d'un Watt fournie pendant une durée d'une heure.

3-a- Calculer la durée de recharge d'un smartphone avec 1 m^2 de surface de « pile végétale ».

3-b- L'énergie moyenne consommée par une famille pendant une année est 3000 kWh.

Calculer la surface nécessaire en m^2 de surface de « pile végétale » pour fournir l'énergie annuelle à une famille.

4- À partir des arguments issus de l'étude des deux parties de l'exercice et de vos connaissances, indiquer un intérêt et une limite au procédé de la « pile végétale ».



EXERCICE 1

Document-réponse 2 (question 4)

