



EXERCICE 1

TEMPERATURE MOYENNE DE SURFACE DE LA TERRE

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- Calculer la masse solaire transformée chaque seconde en énergie, sachant que la puissance rayonnée par le soleil a pour valeur $3,9 \times 10^{26}$ W.
Donnée : vitesse de la lumière dans le vide $c = 3,0 \times 10^8$ m·s⁻¹
- 3- 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.

Document 1 : spectres d'émission

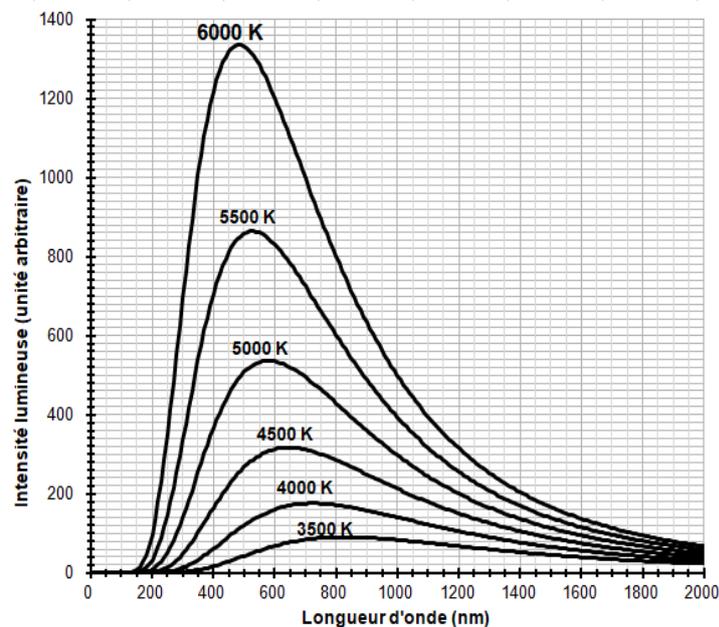


Figure 1a : spectres d'émission du corps noir à différentes températures (exprimées en K).

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

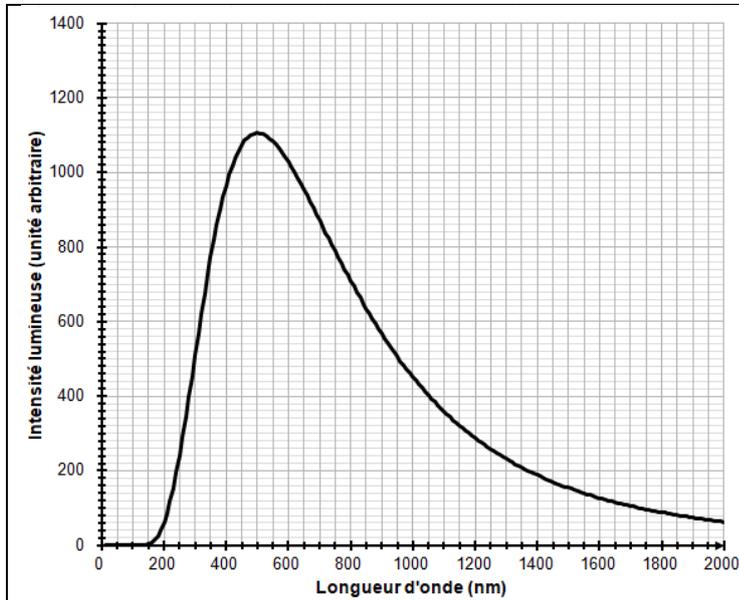


Figure 1b : modèle du spectre d'émission du soleil.

À l'aide du document 1 répondre aux consignes suivantes :

3-a- Déterminer les longueurs d'ondes correspondant au maximum d'émission pour les températures de 4000, 5000 et 6000 K. Décrire qualitativement l'évolution de la longueur d'onde au maximum d'émission en fonction de la température du corps.

3-b- 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.

3-c- 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 :

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

avec :

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

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

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

4-a- Sachant que l'albedo terrestre est en moyenne égal à 0,30 et que la puissance surfacique transportée par la lumière solaire vers la Terre est en moyenne de $342 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, calculer la puissance surfacique solaire moyenne absorbée par le sol terrestre.



4-b- Préciser, en justifiant la réponse, si une augmentation de l'albedo terrestre conduirait à une augmentation ou une diminution de la température moyenne à la surface de la Terre.

EXERCICE 2

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.

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

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 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.



Question 4

Document-réponse 2 à compléter

