





## Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

### Les impacts de la combustion sur l'environnement et la santé

Sur 10 points

La combustion de carburants fossiles et de la biomasse libère du dioxyde de carbone qui a un impact environnemental majeur.

Il est également reconnu par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) que la santé publique est impactée par la pollution de l'air. Le Ministère des Solidarités et de la Santé estime qu'environ 48 000 personnes décèdent chaque année des effets de la pollution de l'air en France.

On se propose d'étudier la part et les impacts de la combustion de carburants fossiles et de biomasse sur la santé humaine.

#### **Document 1 :** Production de dioxyde de carbone lors de la combustion de carburants fossiles et de la biomasse

Combustible	Équation de la réaction
Gaz naturel méthane CH <sub>4</sub>	$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
Essence modélisée par l'octane C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	$2 \text{C}_8\text{H}_{18} + 25 \text{O}_2 \rightarrow 16 \text{CO}_2 + 18 \text{H}_2\text{O}$
Biomasse (bois) modélisée par C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$

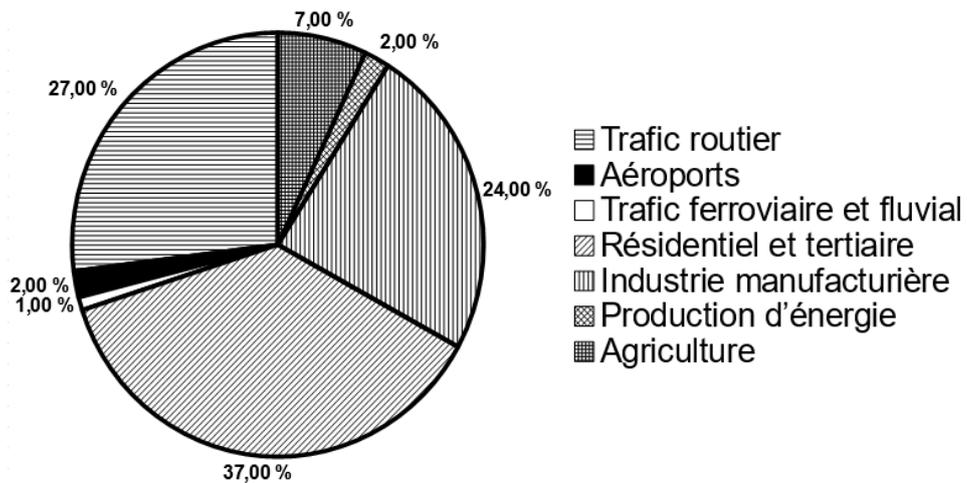
#### Énergie massique libérée par kg de combustible brûlé :

Combustible	Gaz naturel	Essence	Biomasse
Énergie massique libérée	50 MJ.kg <sup>-1</sup>	45 MJ.kg <sup>-1</sup>	17 MJ.kg <sup>-1</sup>





**Document 2 : Répartition (en %) par grands secteurs d'activité des émissions annuelles de particules fines de dimensions inférieures à  $2,5 \mu m$  (PM 2,5) en Ile-de-France**



Source : d'après Airparif 2007

**8-** À partir de l'étude présentée dans le document 3 de la page suivante, rédiger un texte argumenté expliquant la signification du chiffre : « 48000 décès par an en France sont dus à la pollution ».

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 3 : Impacts sanitaires de la pollution de l'air en France (2016)

La plupart des sources de pollution atmosphériques émettent des particules fines de diamètre inférieur à 2,5 micromètres (PM<sub>2.5</sub>) : transports, résidentiel/tertiaire, agriculture, industrie. Leur contribution relative à la pollution atmosphérique varie cependant selon le lieu.

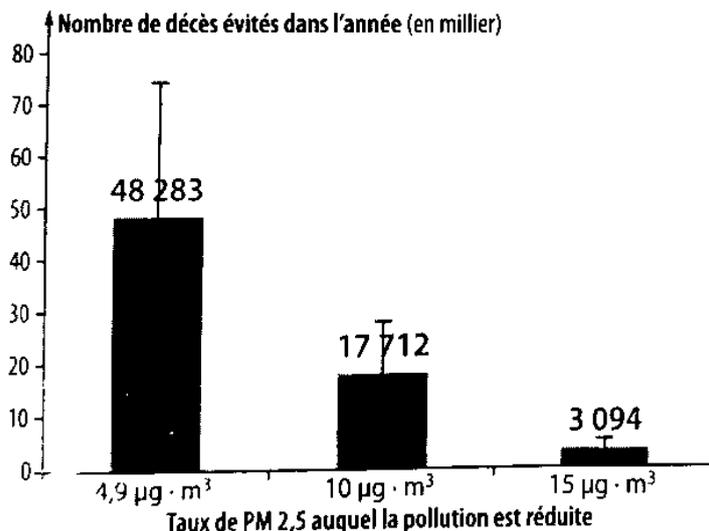
Désirant déterminer l'effet qu'une réduction de pollution aurait sur la mortalité prématurée en France, les chercheurs ont recueilli pour l'année 2007 les mesures de concentrations moyennes en particules fines PM<sub>2.5</sub> et le nombre total de décès.

Ils ont ensuite appliqué une relation mathématique, établie dans des études précédentes, afin de calculer l'effet de différents scénarios :

- réduction à 4,9 µg.m<sup>-3</sup>, valeur que l'on peut mesurer dans des villages de haute montagne à faible activité économique ;
- réduction à 10 µg.m<sup>-3</sup>, valeur recommandée par l'OMS ;
- réduction à 15 µg.m<sup>-3</sup>, objectif fixé par le Plan national santé-environnement de 2009.

La population française en 2019 est de 65 millions d'habitants.

Nombre de morts qui auraient été évités dans l'année selon la modélisation réalisée par les chercheurs



Source : d'après Santé Publique France

<https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2016/impacts-sanitaires-de-la-pollution-de-l-air-en-france-nouvelles-donnees-et-perspectives>



## Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

### Le rayonnement solaire reçu sur Terre

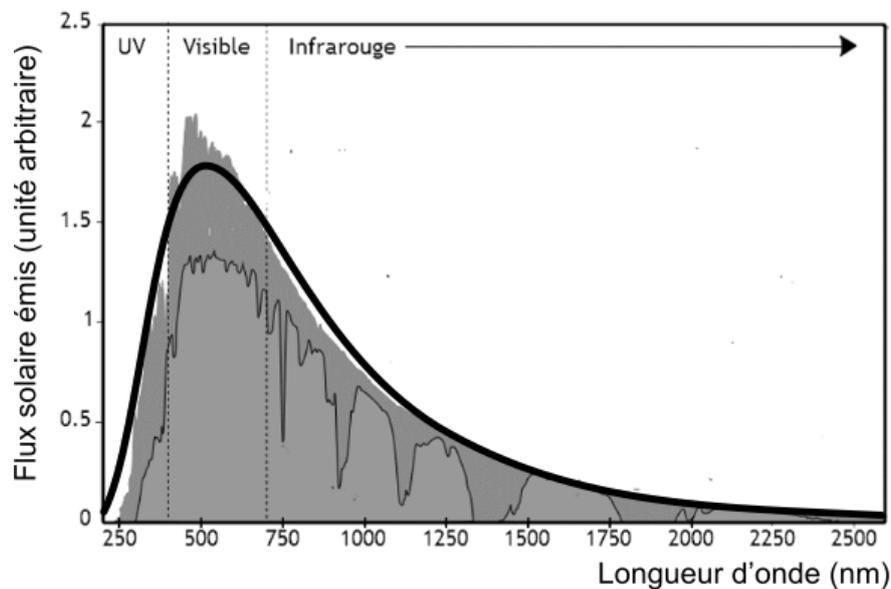
Sur 10 points

L'exercice s'intéresse aux caractéristiques du rayonnement solaire reçu sur Terre.

Donnée : la vitesse de propagation de la lumière dans le vide vaut  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

#### PARTIE A. TEMPÉRATURE DE LA SURFACE DU SOLEIL

Document 1. Spectre du rayonnement émis par le Soleil.



Le spectre de corps noir modélisant au mieux le spectre d'émission solaire est indiqué sur la courbe en trait épais.

Source : AbulÉdu-fr

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

1- Selon la loi de Wien, la longueur d'onde d'émission maximale d'un corps noir est inversement proportionnelle à la température absolue de la surface d'une étoile selon la formule :

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

où  $\lambda_{\max}$  représente la longueur d'onde du maximum d'émission (exprimée en mètres),  $k$  est une constante de valeur  $2,89 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$  et  $T$  représente la température absolue (exprimée en kelvins).

À l'aide de ces informations et du document 1, déterminer la température de surface du Soleil.

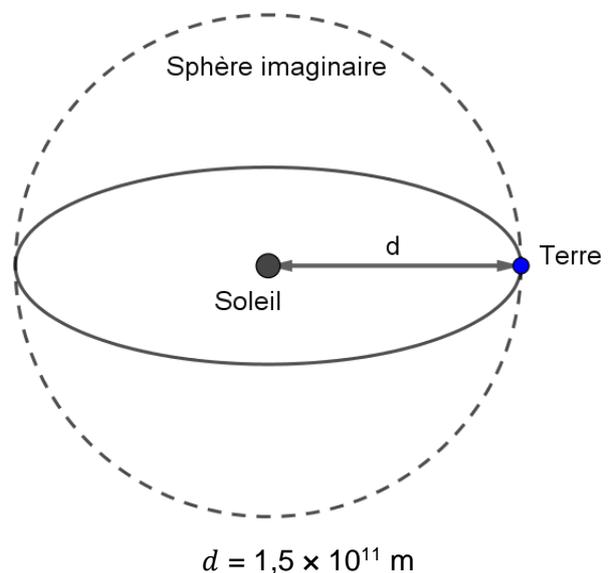
## PARTIE B. ÉNERGIE SOLAIRE REÇUE PAR LA TERRE

### Document 2. Modélisation permettant le calcul de la puissance rayonnée

À une distance donnée du Soleil, la totalité de la puissance émise par le Soleil se trouve uniformément répartie sur une sphère de rayon égal à cette distance.

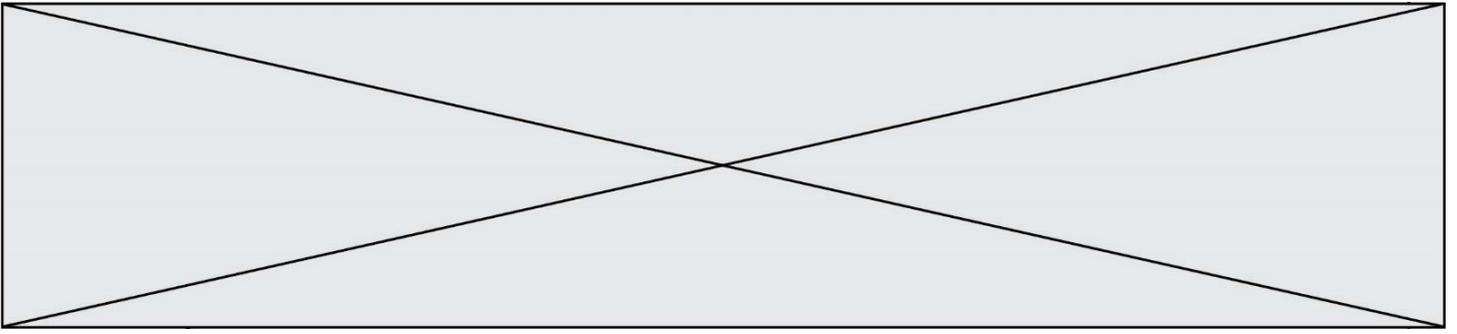
Sur le schéma ci-contre, la Terre et le Soleil ne sont pas représentés à l'échelle.

On rappelle que l'aire d'une sphère de rayon  $d$  est  $S = 4\pi d^2$  et que l'aire d'un disque de rayon  $R$  est  $S_{\text{disque}} = \pi R^2$ .



2- Le rayonnement solaire met en moyenne 500 s à nous parvenir depuis le Soleil.

Montrer que la distance moyenne Soleil-Terre est  $d = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$ .



**3-** La constante solaire exprime la puissance émise par le Soleil que recevrait un mètre carré de la surface terrestre exposé directement aux rayons du Soleil si l'atmosphère terrestre n'existait pas, la surface étant perpendiculaire aux rayons solaires. Elle varie au cours de l'année. Sa moyenne annuelle est de  $1\,370\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

En s'appuyant sur le document 2 et la valeur de la constante solaire, calculer la puissance totale rayonnée par le Soleil.

**4-** La Terre intercepte le rayonnement solaire sur une surface correspondant à un disque de rayon  $R = 6\,400\text{ km}$ .

Calculer l'aire de cette surface, exprimée en  $\text{m}^2$ .

**5-** Montrer par le calcul que la puissance solaire reçue par la Terre (en dehors de l'atmosphère) d'après ce modèle est voisine de  $1,77 \times 10^{17}\text{ W}$ .

**6-** Expliquer pourquoi la puissance solaire reçue par unité de surface terrestre n'est pas uniforme à la surface de la Terre. Il est recommandé de s'appuyer sur un schéma.





**1-** Rappeler la définition de la demi-vie  $t_{1/2}$  associée à cette désintégration radioactive. Sur le document réponse, faire apparaître la construction graphique permettant de repérer la valeur de la demi-vie du noyau.

La grotte a connu deux phases d'occupation, l'une à l'Aurignacien (entre 37 000 et 33 500 années avant aujourd'hui), l'autre au Gravettien (31 000 à 28 000 années avant aujourd'hui).

Il existe de nombreux noyaux radioactifs mais leur demi-vie est différente (quelques exemples sont donnés dans le document 2).

Document 2. Différents noyaux radioactifs et leur demi-vie

Noyaux radioactifs	Demi-vie (années)
Uranium 238	$4,4688 \times 10^9$
Uranium 235	$7,03 \times 10^8$
Potassium 40	$1,248 \times 10^9$
Carbone 14	$5,568 \times 10^3$
Iode 131	$2 \times 10^{-2}$

**2-** Déterminer le noyau radioactif dont la demi-vie est la mieux adaptée pour dater l'occupation de la grotte. Justifier.

Le charbon de bois est obtenu à partir du bois, qui est un matériau d'origine végétale. La peinture des chevaux (document 1-a) a été réalisée sur les parois de la grotte avec du charbon de bois.

On rappelle que le carbone radioactif ( $^{14}\text{C}$ ) est présent naturellement dans le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) atmosphérique.

Les végétaux fixent le carbone atmosphérique au sein de leur matière organique grâce à la photosynthèse. Après leur mort ou leur prélèvement par l'être humain, ils n'échangent plus de carbone avec l'atmosphère.

**3-a** Compléter le document réponse représentant la désintégration de  $^{14}\text{C}$  au sein du charbon de bois.

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

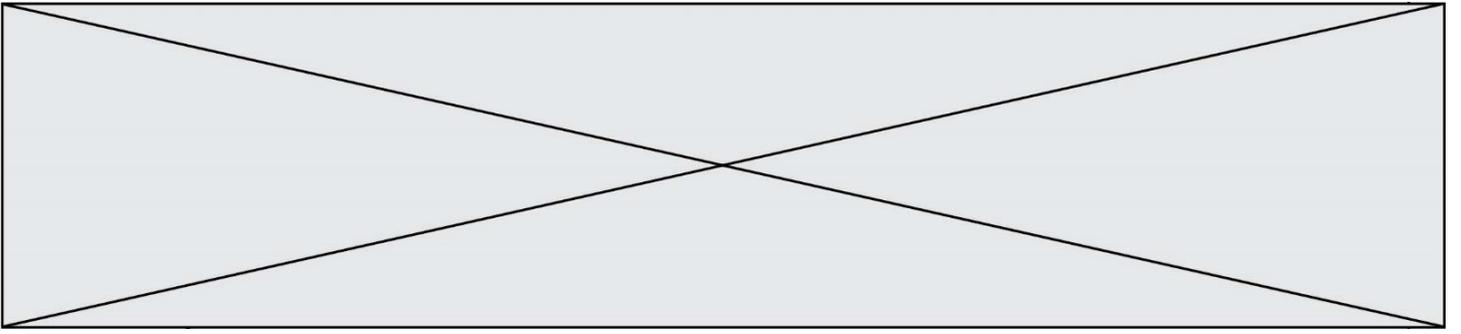
**3-b** Indiquer si, en principe, la datation pourrait être réalisée avec un échantillon comprenant initialement *un seul* noyau de  $^{14}\text{C}$ , en admettant que l'on dispose d'appareils susceptibles de détecter la présence d'un seul noyau de  $^{14}\text{C}$ .

**4-a** Sachant qu'il ne reste que 2,34 % du  $^{14}\text{C}$  initial dans le charbon de la peinture, donner un encadrement en nombres entiers de demi-vies de la date de la mort du bois qui a servi – sous forme de charbon de bois – à réaliser la peinture.

**4-b** On utilise la figure 1 du document réponse dans laquelle on prend comme origine des âges l'instant correspondant à 5 demi-vies du  $^{14}\text{C}$ , pour lequel  $N_0$  représente 3,13 % du nombre initial de noyaux de  $^{14}\text{C}$  présents dans le charbon de la peinture. Déterminer graphiquement en années la durée nécessaire pour que le pourcentage de  $^{14}\text{C}$  restant dans le charbon de bois passe de 3,13 % à 2,34 %.

**4-c** Indiquer si cette peinture a été faite lors de l'occupation à l'Aurignacien ou au Gravettien. Justifier.

**5-** Au sein de cette grotte, on trouve également des gravures réalisées dans le calcaire (exemple de la gravure du hibou moyen-duc du document 1-b). La méthode précédente ne peut pas être utilisée pour la dater. Proposer une explication.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

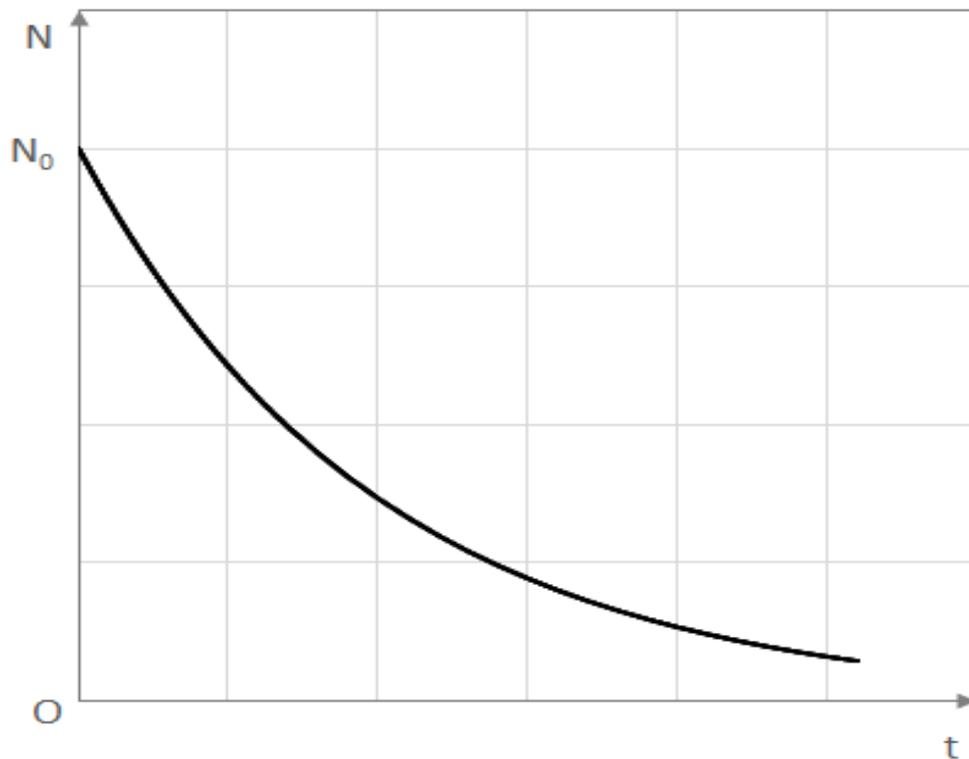
## Document réponse à rendre avec la copie

### Exercice 3

### Les peintures et les gravures de la grotte Chauvet

#### Questions 1 et 4-b

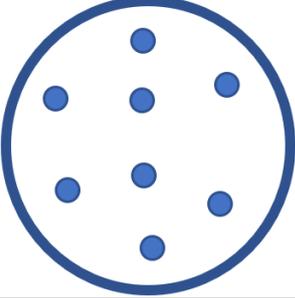
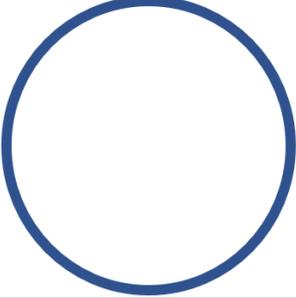
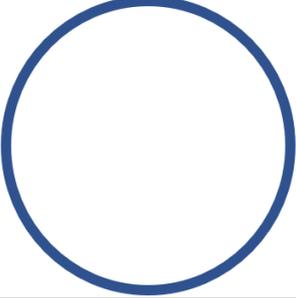
Figure 1. Évolution du nombre de noyaux radioactifs en fonction du temps





**Question 3-a**

Évolution du nombre de noyaux de  $^{14}\text{C}$  dans le charbon de bois au cours du temps

Age	0 ans	5570 ans	11140 ans
			
Pourcentage de $^{14}\text{C}$ par rapport au $^{14}\text{C}$ initial			

Dans la première ligne du tableau, chaque point représente un très grand nombre de noyaux de  $^{14}\text{C}$ .

Compléter cette première ligne avec les nombres de points appropriés.

Compléter la deuxième ligne en indiquant les pourcentages de  $^{14}\text{C}$  restant par rapport à la valeur initiale au moment de la mort.