

Exercice 1 : Une élévation inquiétante du niveau des océans

Sur 10 points

Le but de cet exercice est d'évaluer l'élévation de température de la couche supérieure de l'océan et son impact sur la hausse du niveau de l'eau.

Partie 1. Étude de l'élévation de la température de la couche supérieure des océans

L'océan joue un rôle majeur le changement climatique en raison de sa grande masse et de sa capacité thermique élevée par rapport à l'atmosphère. De plus, en raison d'un albédo très bas, il absorbe le rayonnement solaire beaucoup plus facilement que la glace.

D'après : GIEC -Climate Change 2013: The Physical Science Basis

Données :

- La Terre peut être assimilée à une sphère dont 71 % de la surface est recouverte par les océans.
- Le rayon moyen de la Terre est $R = 6\,371$ km
- La surface d'une sphère est $S = 4 \times \pi \times R^2$
- La masse volumique de l'eau de mer est $\rho = 1,02 \cdot 10^3$ kg.m⁻³

1. Calculer la surface S des océans sur Terre en m².
2. L'élévation de température des océans concerne essentiellement la couche superficielle d'une profondeur $h = 300$ m.
Vérifier que le volume V de cette couche superficielle est de l'ordre de 1×10^{17} m³.
3. À partir du document 1, estimer l'énergie E emmagasinée par la couche supérieure des océans entre 1970 et 2010.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

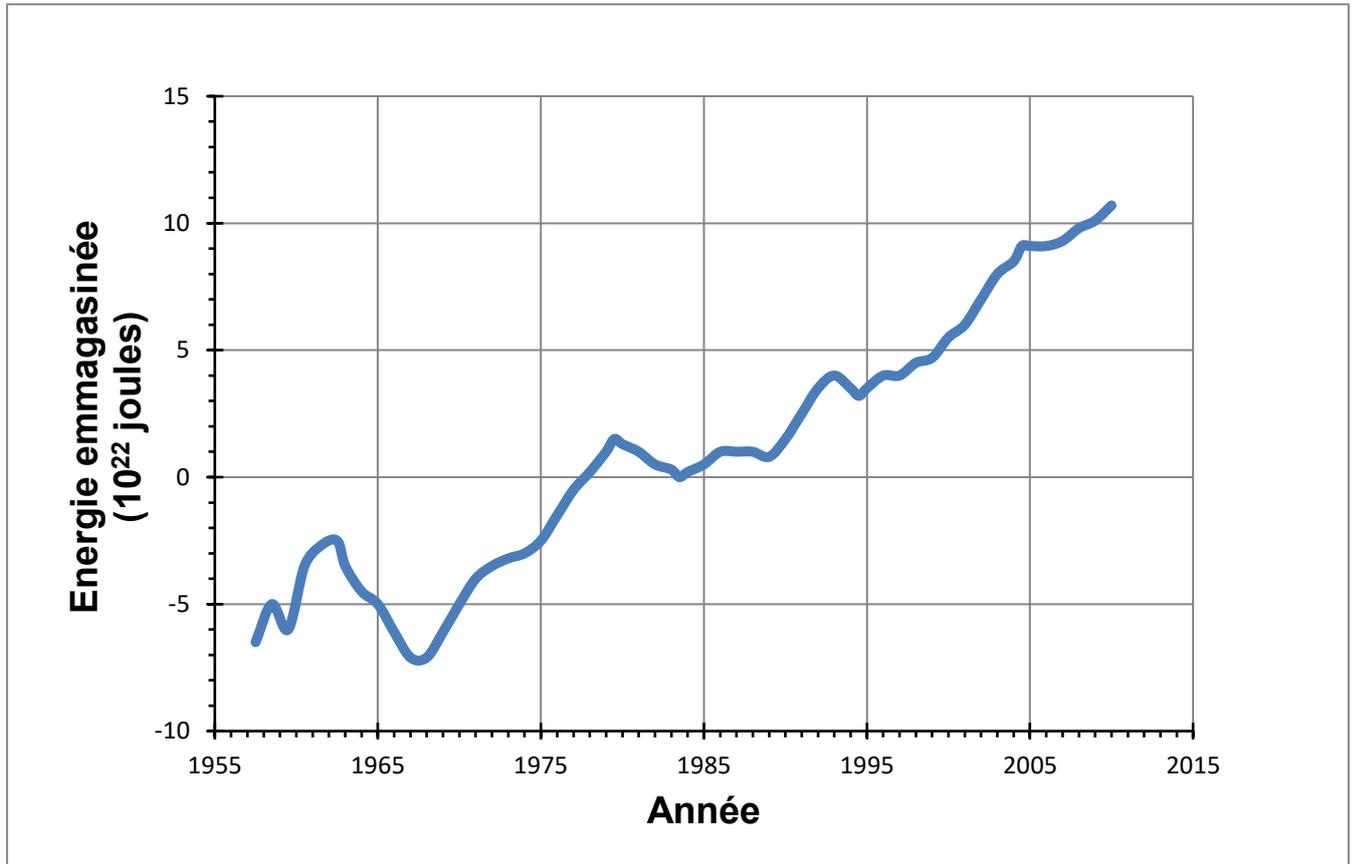
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Document 1. Estimation de l'énergie thermique accumulée par la couche supérieure (0-700 m) des océans entre 1955 et 2013



D'après : <https://www.nodc.noaa.gov>

4. Lorsque l'eau emmagasine de l'énergie par transfert thermique, et s'il n'y a pas de changement d'état, sa température augmente. La variation d'énergie stockée, ΔE peut-être reliée à la variation de température par la relation : $\Delta E = m \times c \times \Delta T$ avec

m : masse d'eau, en kilogramme (kg)

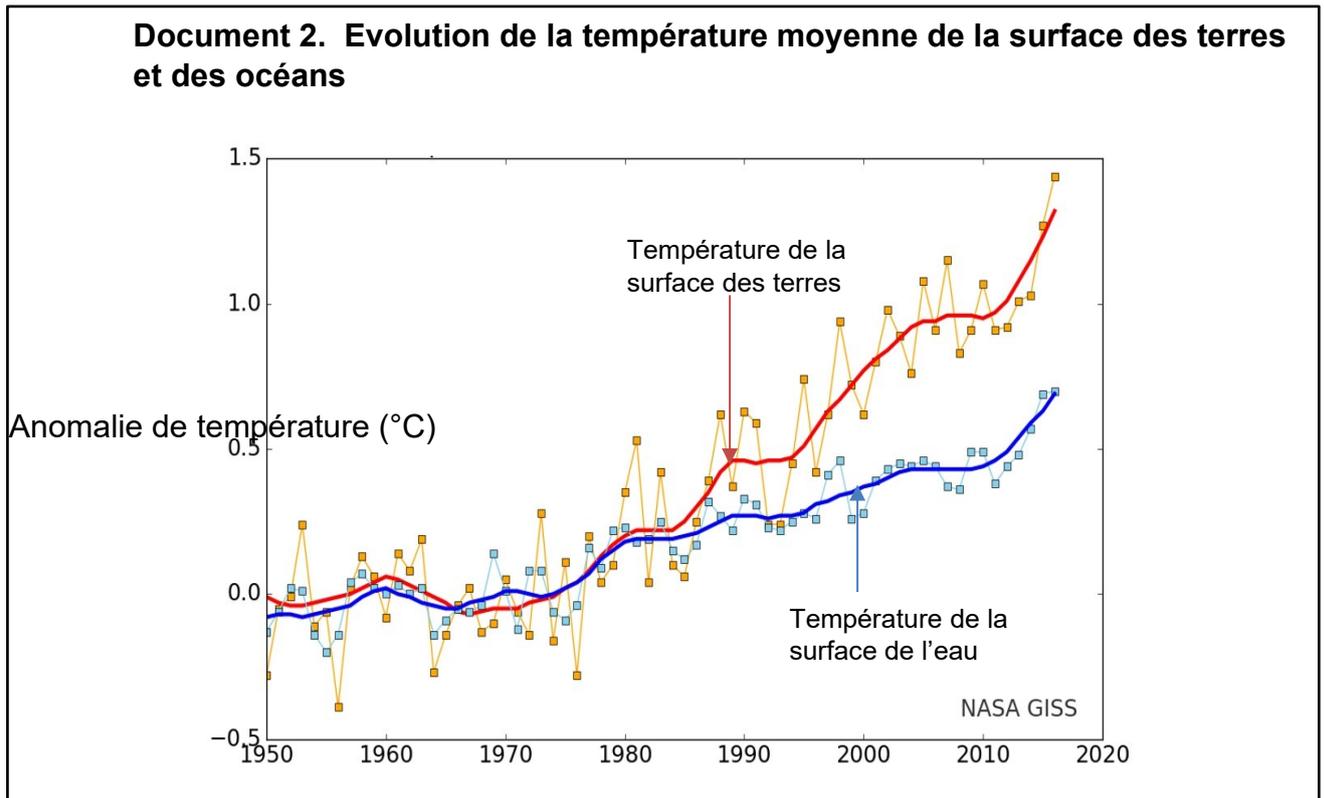
ΔT : variation de température, en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

ΔE : variation d'énergie stockée, en joule (J)

c : capacité thermique de l'eau, $c = 3,98 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ pour l'eau de mer



4.a. Calculer l'élévation de température de la couche supérieure de l'océan entre 1970 et 2010.



4.b. Indiquer si la valeur obtenue est en accord avec les observations (document 2).

Partie 2. Étude de la dilatation thermique de l'océan

5. Lorsqu'un corps s'échauffe, son volume change. Le coefficient de dilatation β caractérise cette évolution.

Dans le cas de l'océan, on admet que seule la hauteur de la couche superficielle évolue alors que la surface reste inchangée.

Pour une augmentation de température ΔT , on a la relation :

$$\frac{\Delta h}{h} = \beta \times \Delta T$$

Δh étant la variation de la hauteur h , et h la hauteur initiale.

Le coefficient de dilatation de l'eau de mer est $\beta = 2,6 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ à 15 °C.

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.)

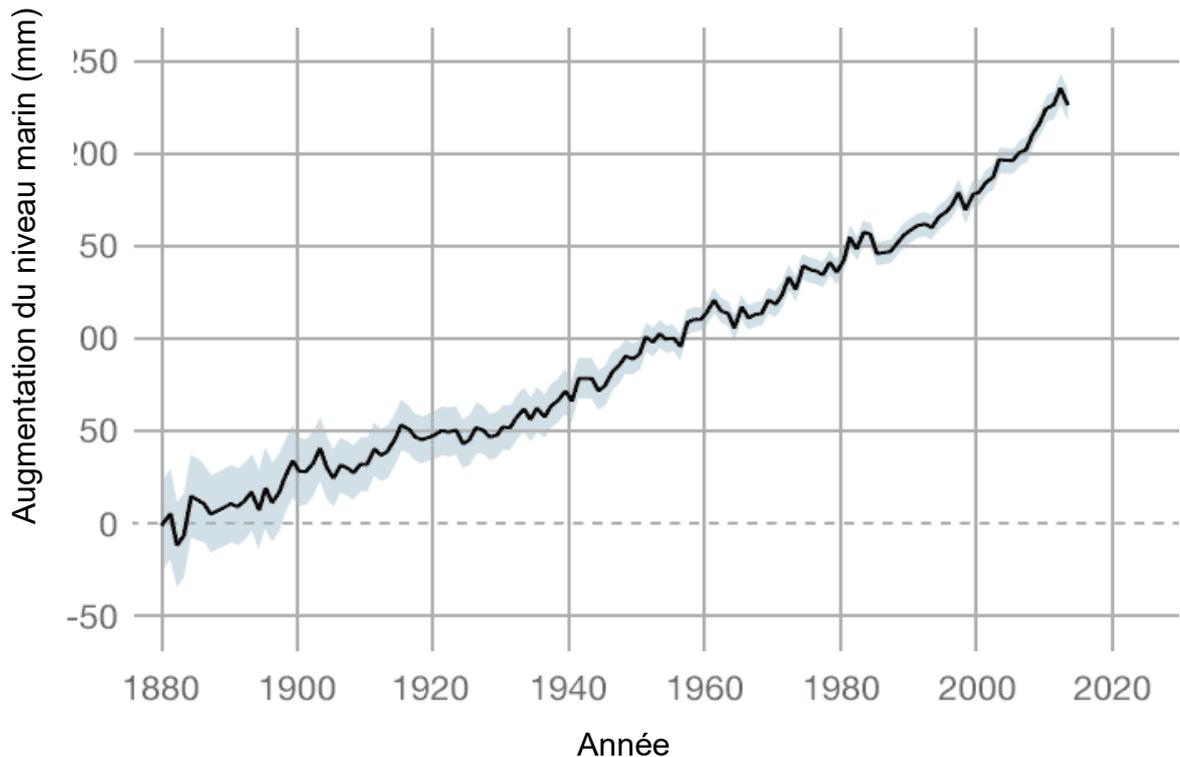
1.1

5.a. En prenant en compte une élévation de température de la couche superficielle (d'épaisseur $h=300$ m) de l'océan de $0,4$ °C entre 1970 et 2010, calculer l'élévation du niveau de la mer provoquée par cet échauffement.

5.b. À l'aide du **document 3**, estimer l'élévation du niveau de la mer entre 1970 et 2010.

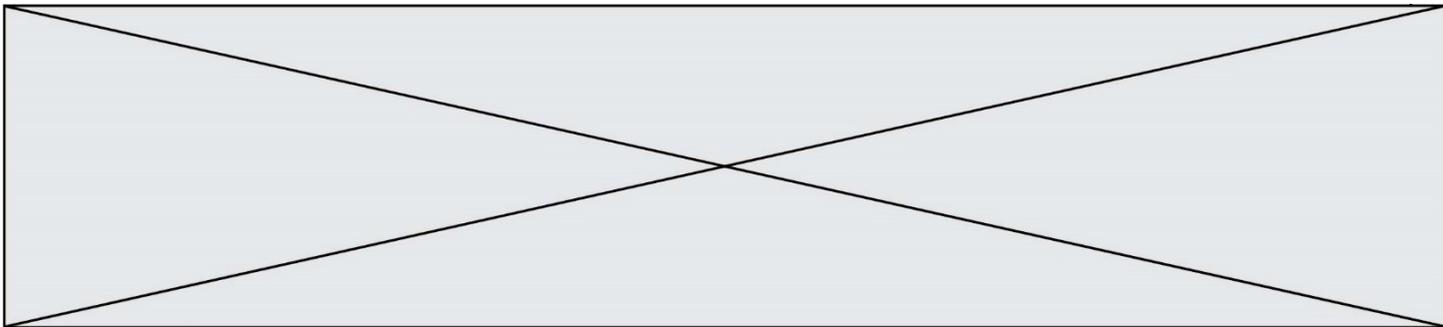
5.c. Indiquer un autre facteur intervenant dans l'élévation du niveau de la mer et expliquant l'écart entre les précédentes valeurs obtenues.

Document 3. Augmentation du niveau de la mer entre 1880 et 2016



<https://climate.nasa.gov/>

Fin de l'exercice



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

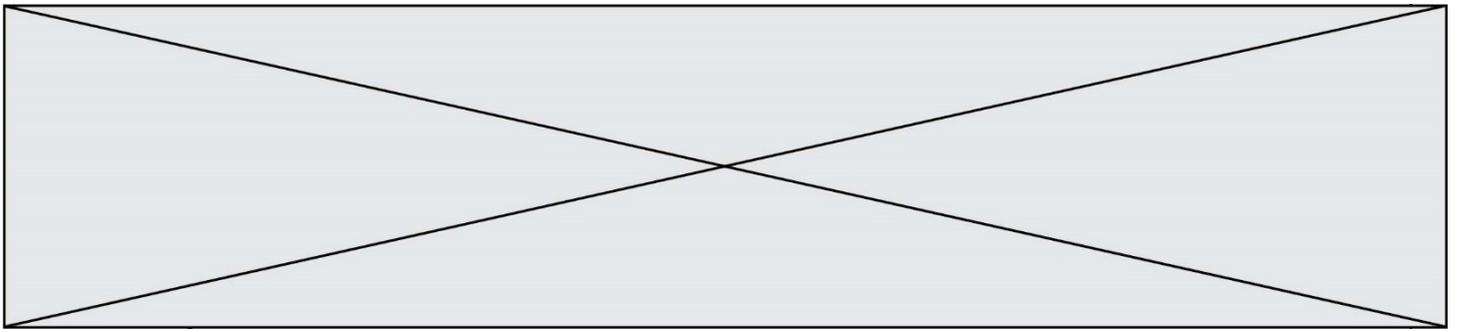
Énergie massique libérée par kg de combustible brûlé :

Combustible	Gaz naturel	Essence	Biomasse
Energie massique libérée	50 MJ.kg ⁻¹	45 MJ.kg ⁻¹	17 MJ.kg ⁻¹

Masse de CO₂ produite pour 1 MJ d'énergie obtenue :

Combustible	Gaz naturel	Essence	Biomasse
Masse de CO₂ produite	56 g	À calculer en question 5	95 g

D'après J.- C Guibet, Publications de l'Institut français du pétrole, 1997 et W. - M. Haynes, CRC Handbook of Chemistry and Physics, 2012.



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

Document 3 : impacts sanitaires de la pollution de l'air en France (rapport de 2016)

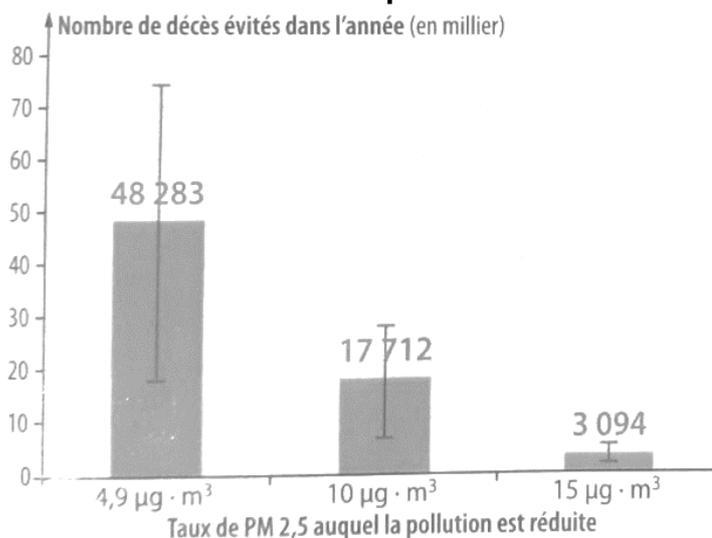
La plupart des sources de pollution atmosphériques émettent des particules fines de diamètre inférieur à 2,5 micromètres (PM_{2.5}) : transports, résidentiel/tertiaire, agriculture, industrie. Leur contribution relative à la pollution atmosphérique varie cependant selon le lieu.

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_{2.5} 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⁻³, valeur que l'on peut mesurer dans des villages de haute montagne à faible activité économique ;
- réduction à 10 µg.m⁻³, valeur recommandée par l'OMS ;
- réduction à 15 µg.m⁻³, 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



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>

Fin de l'exercice