



Exercice 1 – 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, entre autres, du dioxyde de carbone et des particules fines qui impactent la santé publique.

On se propose d'étudier ces deux paramètres distincts dans la suite de l'exercice.

Partie 1 – Émission de dioxyde de carbone par combustion

La combustion de différents carburants ou de la biomasse s'accompagne d'une libération d'énergie thermique, convertie en énergie électrique dans des centrales. La transformation chimique associée conduit également à la production de dioxyde de carbone et d'eau.

Document 1 – Données concernant la combustion de carburants

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 ₄	$\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Essence modélisée par l'octane C ₈ H ₁₈	$2 \text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 25 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 16 \text{CO}_2(\text{g}) + 18 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Biomasse (bois) modélisée par C ₆ H ₁₀ O ₅	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5(\text{s}) + \dots \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \dots \text{CO}_2(\text{g}) + \dots \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Énergie massique libérée par kg de combustible brûlé

Combustible	Gaz naturel	Essence	Biomasse
Énergie massique libérée	50 MJ/kg	45 MJ/kg	17 MJ/kg



Partie 2 – Pollution aux particules fines

Document 3 – Particules fines

Les particules fines ($PM_{2,5}$) sont des entités solides de diamètre inférieur à $2,5 \mu m$. Comme toutes particules, elles sont constituées d'un mélange de différents composés chimiques.

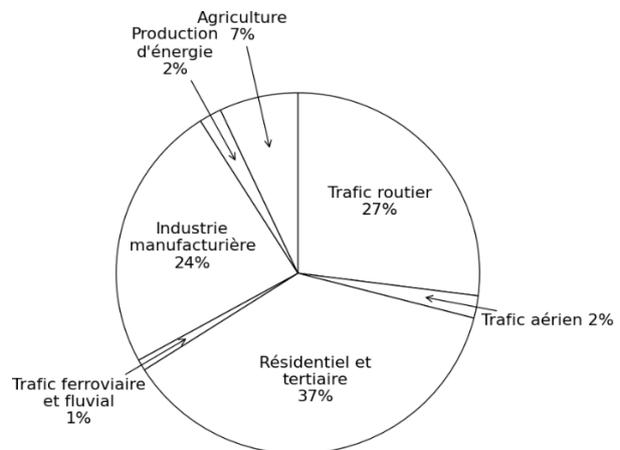
L'Organisation mondiale de la santé (OMS) indique que la santé publique est impactée par la pollution de l'air. Le Ministère en charge des Solidarités et de la Santé estime qu'environ 48 000 personnes décèdent chaque année des effets de la pollution de l'air en France.

Source : d'après site web d'AirParif, www.airparif.fr

Document 4 – Pollution aux particules fines

Le diagramme ci-contre montre la 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 Île de France.

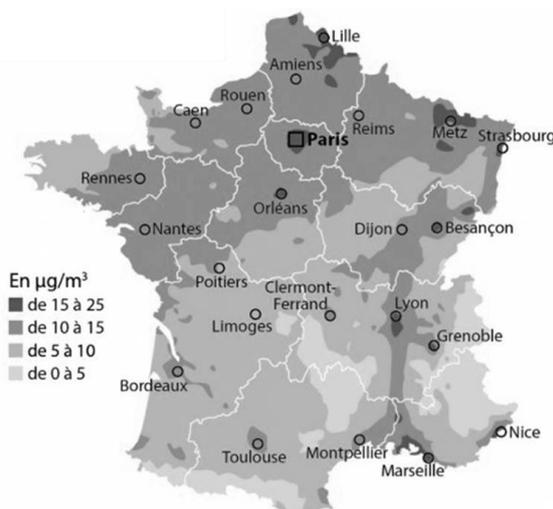
Source : d'après site web d'AirParif, www.airparif.fr



La contribution des différents secteurs à la pollution atmosphérique varie selon le lieu.

En fonction du lieu sur le territoire français, les concentrations atmosphériques en $PM_{2,5}$ ne sont pas les mêmes, comme indiqué sur la carte ci-contre.

Source : www.invs.sante.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 :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

- 6- Identifier les trois secteurs d'activité contribuant le plus à l'émission de particules fines, à partir du document 4.
- 7- Indiquer le type de zone géographique le moins impacté par la pollution aux particules fines sur le territoire français en vous appuyant sur le document 4.

Partie 3 – Synthèse

- 8- Un collectif citoyen émet la proposition suivante : « *pour lutter contre le réchauffement climatique dans notre commune, nous proposons d'interdire les véhicules les plus polluants en centre-ville grâce à la mise en place d'une ZFE (Zone à Faibles Émissions), ce qui permettra de réduire significativement notre impact sur l'effet de serre.* » Nuancer de manière argumentée cette affirmation en vous appuyant sur l'ensemble des documents de l'exercice et notamment :
 - la comparaison entre la nature physique du CO₂ et des particules fines ;
 - les effets du CO₂ sur le climat et des particules fines sur l'environnement ;
 - les échelles de temps et d'espace de leurs impacts.

Votre réponse devra montrer en quoi cette mesure peut être pertinente tout en expliquant pourquoi l'affirmation mérite d'être nuancée.



Exercice 2 – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

Quelles menaces pour les zones littorales ?

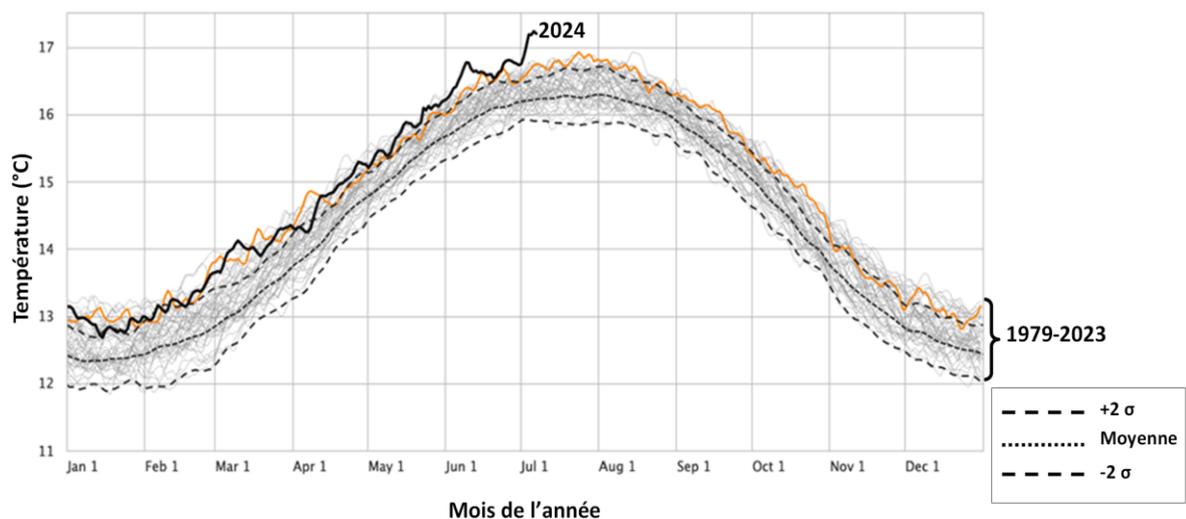
Sur 10 points

Avec plus de 60 % de la population mondiale vivant à moins de 150 km d'une côte (source INSEE), les littoraux sont un espace majeur des activités humaines. Cependant, partout dans le monde, ils sont actuellement sous la menace des conséquences du dérèglement climatique. Sont-ils tous exposés aux mêmes dangers ?

Partie 1 – Zones littorales tropicales et ouragans : l'exemple de Béryl

L'ouragan Béryl a dévasté les petites Antilles le 1^{er} Juillet 2024, entraînant décès et destructions. Classé très dangereux, de catégorie 5 (sur 5) sur l'échelle de Saffir-Simpson, il « est tout simplement extraordinaire du point de vue de la climatologie et de l'histoire des ouragans atlantiques » selon Météo France qui le qualifie « d'anomalie climatologique ».

Document 1 – Température moyenne des eaux de surface en Atlantique de 1979 à 2024



Source : d'après University of Maine, Climate change institute

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.)

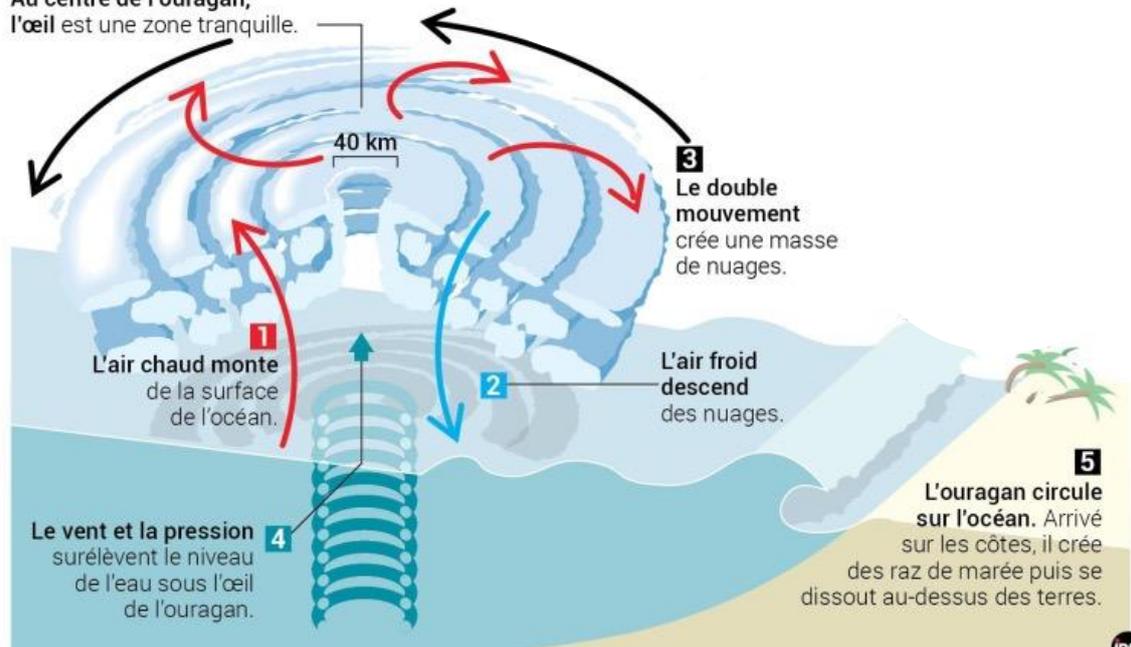
1.1

Document 2 – Mécanisme de formation d'un ouragan

L'eau chaude est la source d'énergie des cyclones tropicaux.

Au-dessus des eaux plus froides ou des terres, ils faiblissent rapidement.

Au centre de l'ouragan,
l'œil est une zone tranquille.



Source : d'après meteo-express.com

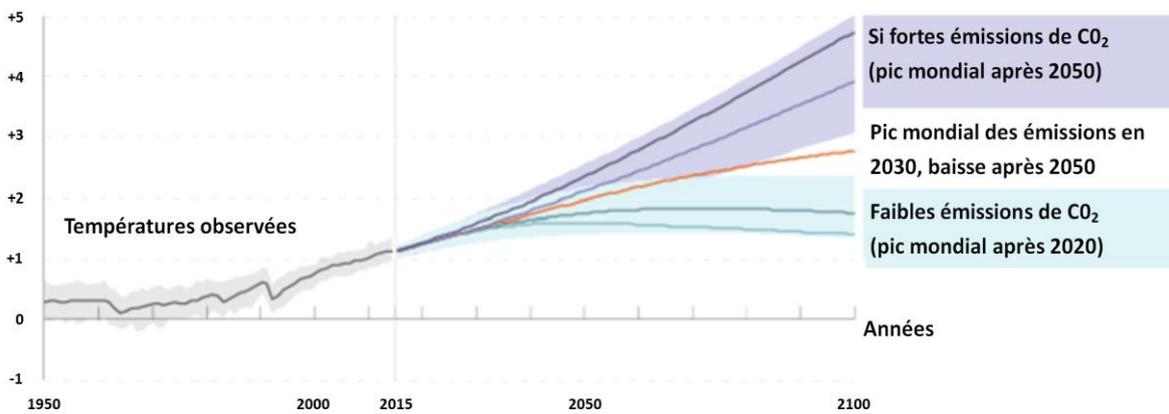
- 1- Identifier, en justifiant, un paramètre physique dont la valeur hors norme est probablement un élément à l'origine du caractère exceptionnel de l'ouragan Béryl.
- 2- Identifier les deux conséquences de l'arrivée d'un ouragan sur une zone littorale.

Afin de se préparer à ces phénomènes très destructeurs et protéger les populations, les scientifiques cherchent à anticiper l'intensification de ces ouragans.



Document 3 – Écarts de température par rapport à la situation pré-industrielle (1850) observés (avant 2015) ou calculés par différents modèles (GIEC)

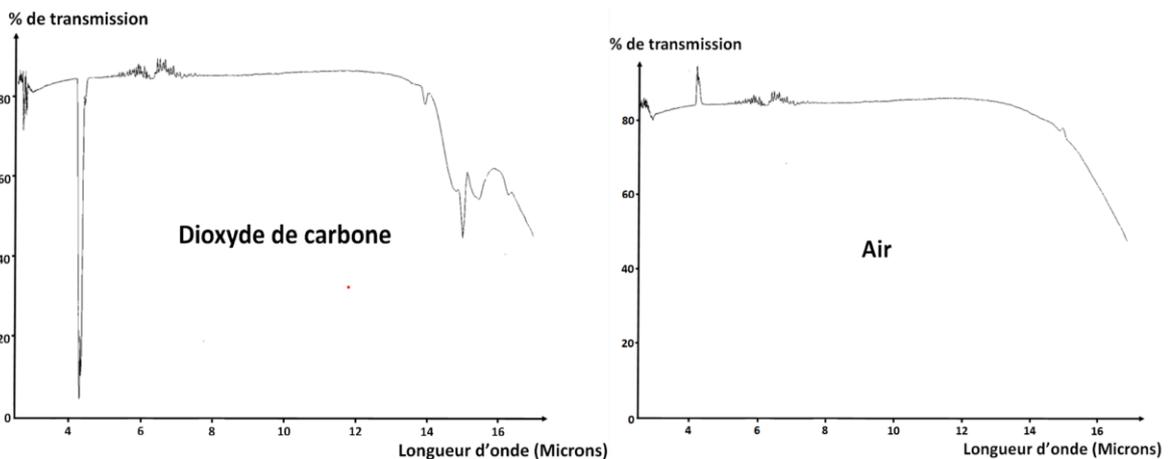
Écart de température en °C à la période 1850-1900



Source : d'après GIEC

- 3- Analyser l'effet d'une augmentation de la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère sur la température moyenne mondiale.

Document 4 – Spectres infrarouges en transmission de CO₂ et de l'air



Plus la transmission à une longueur d'onde donnée est élevée, moins le rayonnement correspondant est absorbé par les gaz.

Note : 1 micron = 1 micromètre.

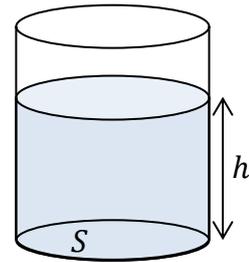
Source : planet-terre.ens-lyon.fr



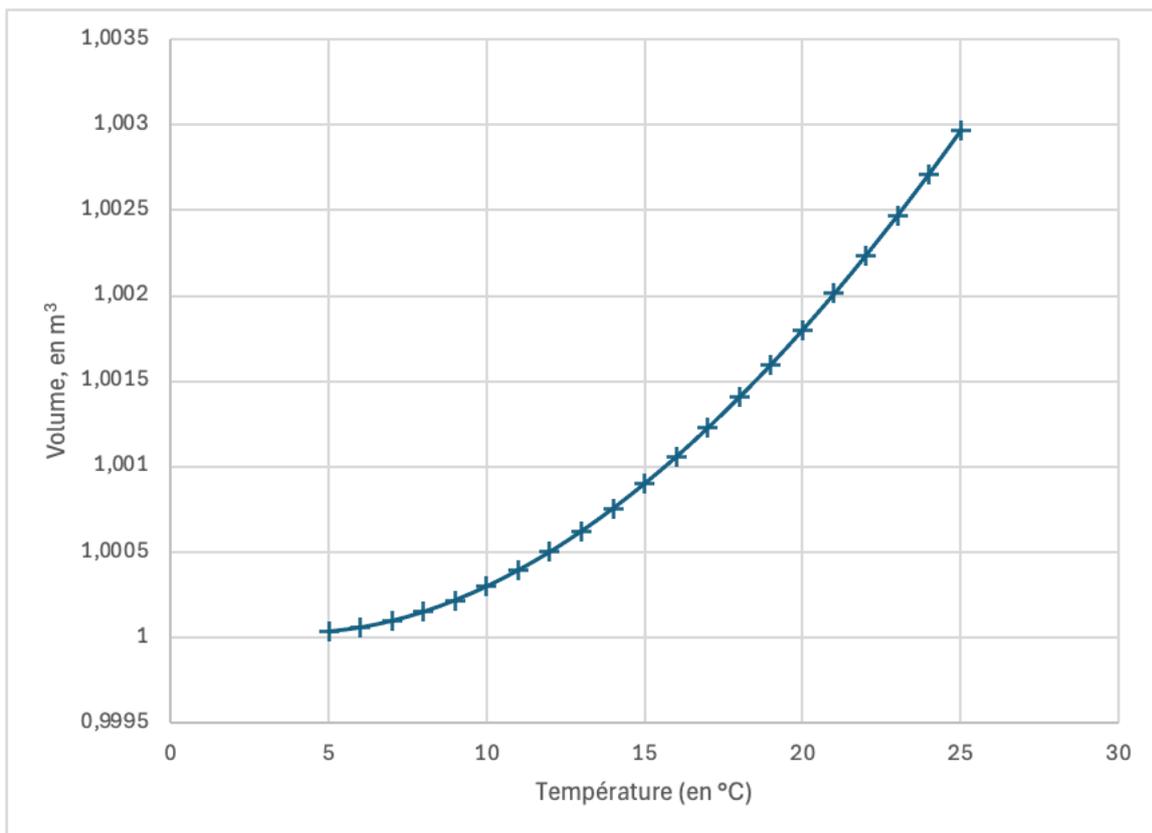
6- Évaluer la perte de territoire (en km^2) que subiraient les Pays-Bas si le niveau de la mer s'élevait d'un mètre, en l'absence de solutions compensatoires.

Pour comprendre les conséquences d'une élévation de la température sur le niveau des océans, on étudie le comportement d'une tonne d'eau, placée dans un récipient cylindrique de base de surface $S = 0,100 \text{ m}^2$.

On rappelle que le volume V du cylindre d'eau vaut $V = h \times S$ avec h la hauteur d'eau.



Document 6 – Volume occupé par une tonne d'eau en fonction de la température



Source : auteur du sujet

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

7- Montrer que la hauteur de liquide dans le récipient cylindrique à 15,5 °C vaut environ 10,01 m.

Un scénario pessimiste prévoit une élévation de la température moyenne de la Terre de 5,5 °C.

8- Montrer qu'une augmentation de 5,5 °C provoque une élévation d'environ 0,1 % du niveau de liquide.

La profondeur moyenne des océans sur Terre est de 3 800 m.

9- Montrer que l'approche expérimentale précédente permet de prévoir que l'augmentation de 5,5 °C de la température aurait pour conséquence une élévation de 3,8 m du niveau de la mer.

La modélisation à partir de l'expérience précédente néglige notamment la salinité de l'eau de mer ou encore les variations de température.

10- Justifier la nécessité pour les scientifiques de créer en laboratoire des modèles simplifiés, malgré leurs limites, pour étudier les phénomènes naturels.