



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

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

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

Masse de CO<sub>2</sub> produite pour 1 MJ d'énergie obtenue

Combustible	Gaz naturel	Essence	Biomasse
Masse de CO <sub>2</sub> produite	56 g	70 g	95 g

Rappel : 1 MJ = 1 × 10<sup>6</sup> J

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

- 1- Indiquer le (ou les) combustible(s) mentionnés dans le document 1 pouvant être considérés comme source(s) d'énergie renouvelable. Justifier votre réponse.
- 2- Calculer la masse d'essence, notée  $m_{\text{essence}}$ , nécessaire pour obtenir une énergie de valeur 1 MJ.
- 3- Recopier et ajuster l'équation de la réaction de combustion de la biomasse (bois) modélisée par C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub> du document 1.
- 4- Comparer la masse de dioxyde de carbone émise par MJ d'énergie obtenue pour chaque combustible du document 1

### Document 2 – Bilan carbone d'un combustible

Le bilan carbone d'un combustible correspond à la quantité totale de dioxyde de carbone émise dans l'atmosphère lors de son cycle de vie, incluant l'extraction, le transport, la transformation et la combustion. Ce bilan carbone correspond finalement à la différence entre l'émission et l'absorption de dioxyde de carbone au cours du cycle de vie d'un combustible.

Source : d'après [https://www.citepa.org/fr/2023\\_01\\_b04](https://www.citepa.org/fr/2023_01_b04)

- 5- Sur un site internet, on trouve l'affirmation suivante : « l'utilisation de la biomasse à la place de combustibles fossiles permet de diminuer l'ampleur du réchauffement climatique ». Expliquer en quoi cette affirmation est justifiée (15 lignes maximum) en intégrant les éléments suivants :
  - rappel du lien entre émissions de CO<sub>2</sub> et réchauffement climatique ;
  - utilisation des données chiffrées disponibles dans l'exercice (document 1 et réponses aux questions précédentes) ;
  - lien entre vos connaissances concernant la biomasse et les informations du document 2.



## 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.

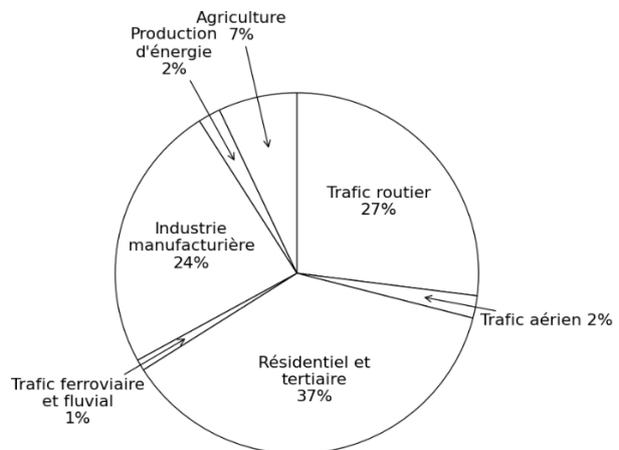
L'Organisation mondiale de la santé (OMS) indique que la santé publique est impactée par la pollution de l'air. Le Ministère en charge des Solidarités et de la Santé estime qu'environ 48 000 personnes décèdent chaque année des effets de la pollution de l'air en France.

Source : d'après site web d'AirParif, [www.airparif.fr](http://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.

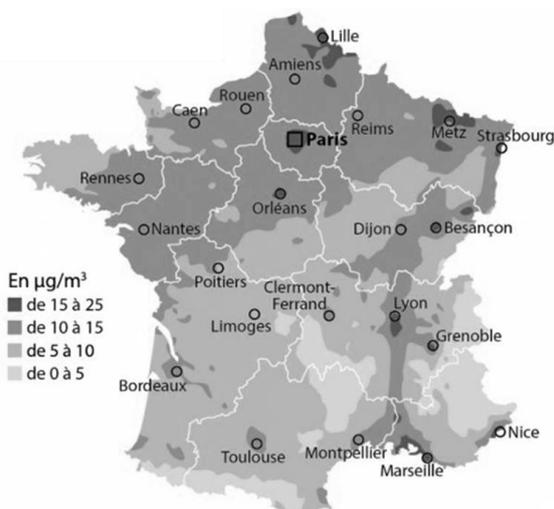
Source : d'après site web d'AirParif, [www.airparif.fr](http://www.airparif.fr)



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](http://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 CO<sub>2</sub> et des particules fines ;
  - les effets du CO<sub>2</sub> 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.