


Modèle CCYC : ©DNE	[ ]																									
Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>	[ ]																									
Prénom(s) :	[ ]																									
N° candidat :	[ ]										N° d'inscription :		[ ]													
 LIBERTÉ • ÉGALITÉ • FRATERNITÉ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	(Les numéros figurent sur la convocation.)																									
	Né(e) le :	[ ]	[ ]	/	[ ]	[ ]	/	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]															

1.1

## ÉVALUATION

**CLASSE** : Terminale – Épreuve de fin de cycle

**VOIE** :  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT** : Enseignement scientifique  
**sans** enseignement de mathématiques spécifique

**DURÉE DE L'ÉPREUVE** : 2 h

Niveaux visés (LV) :  $\emptyset$

Axes de programme :  $\emptyset$

**CALCULATRICE AUTORISÉE** :  Oui  Non

**DICTIONNAIRE AUTORISÉ** :  Oui  Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

**Nombre total de pages** : 12

**Parmi les trois exercices qui composent ce sujet, le candidat en traite obligatoirement deux.**

**L'exercice 1, du niveau de la classe de terminale, doit être obligatoirement abordé.**

**Pour le deuxième exercice, le candidat choisit entre l'exercice 2 et l'exercice 3 qui sont du niveau de la classe de première. Il indique son choix en début de copie.**



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

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

Combustible	Gaz naturel	Essence	Biomasse
Énergie massique libérée	$50 \text{ MJ.kg}^{-1}$	$45 \text{ MJ.kg}^{-1}$	$17 \text{ MJ.kg}^{-1}$

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

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

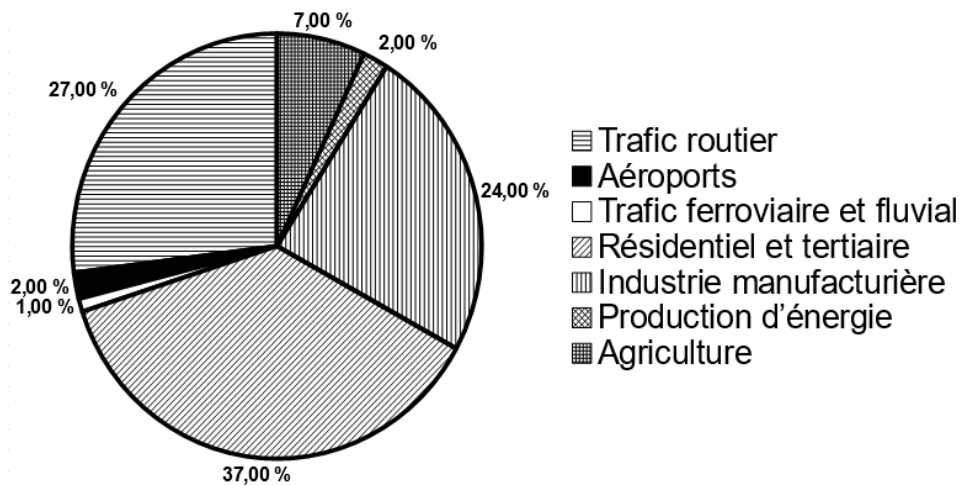
Combustible	Gaz naturel	Essence	Biomasse
Masse de CO <sub>2</sub> produite	56 g	À calculer à la question 5	95 g

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 utilisés comme source(s) d'énergie renouvelable.
- 2- Calculer la masse d'essence, notée  $m_{\text{essence}}$ , nécessaire pour obtenir une énergie de valeur 1 MJ.
- 3- Sachant que la masse d'une mole d'essence est égale à 114 g, vérifier que la quantité de matière, notée  $n_{\text{essence}}$ , présente dans la masse d'essence nécessaire pour obtenir une énergie de valeur 1 MJ vaut environ :  $n_{\text{essence}} = 0,2 \text{ mol}$ .
- 4- À l'aide de l'équation de la réaction modélisant la combustion de l'essence, vérifier que la quantité de matière de dioxyde de carbone produite  $n_{\text{CO}_2}$  est telle que  $n_{\text{CO}_2} = 8n_{\text{essence}}$ . Calculer  $n_{\text{CO}_2}$ .
- 5- La masse d'une mole de dioxyde de carbone étant égale à 44 g, déterminer la masse de CO<sub>2</sub> libérée dans l'atmosphère par la combustion de l'essence pour obtenir une énergie de valeur 1 MJ.
- 6- Comparer la masse de dioxyde de carbone émise par MJ produit pour chaque combustible du document 1 et indiquer quel est l'impact environnemental majeur du dioxyde de carbone.
- 7- Identifier les 3 secteurs d'activité émettant le plus de particules fines, à partir du document 2 de la page suivante.



**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.

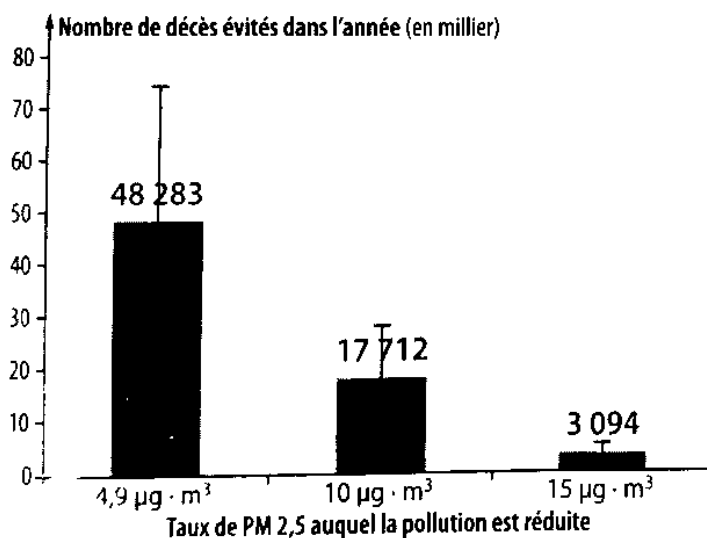
Désirant déterminer l'effet qu'une réduction de pollution aurait sur la mortalité prématurée en France, les chercheurs ont recueilli pour l'année 2007 les mesures de concentrations moyennes en particules fines PM<sub>2.5</sub> et le nombre total de décès.

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 « Son et musique, porteurs d'information »

### Numérisation et compression d'un signal sonore

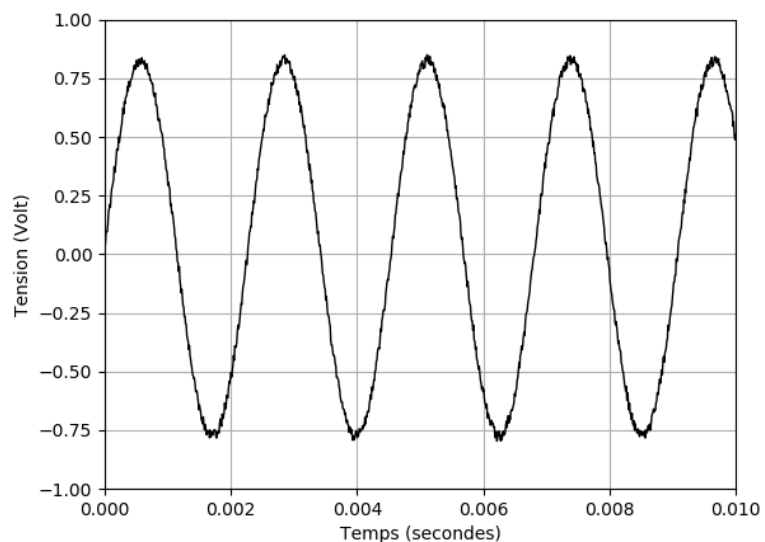
Sur 10 points

À l'aide d'un microphone, on a enregistré le signal sonore produit par un diapason.  
Le début du signal analogique obtenu est représenté sur la figure 1.

Le diapason



Figure 1



- 1- Préciser si ce signal représente un son pur ou un son composé. Justifier.
- 2- À l'aide d'un logiciel, on procède à la numérisation de ce signal.

Le logiciel procède en deux étapes : l'échantillonnage du signal puis sa quantification.

À l'issue de ces deux opérations, on obtient le signal suivant (la figure 2b représente le même signal que celui de la figure 2a, mais enregistré sur une durée plus courte).

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 2a

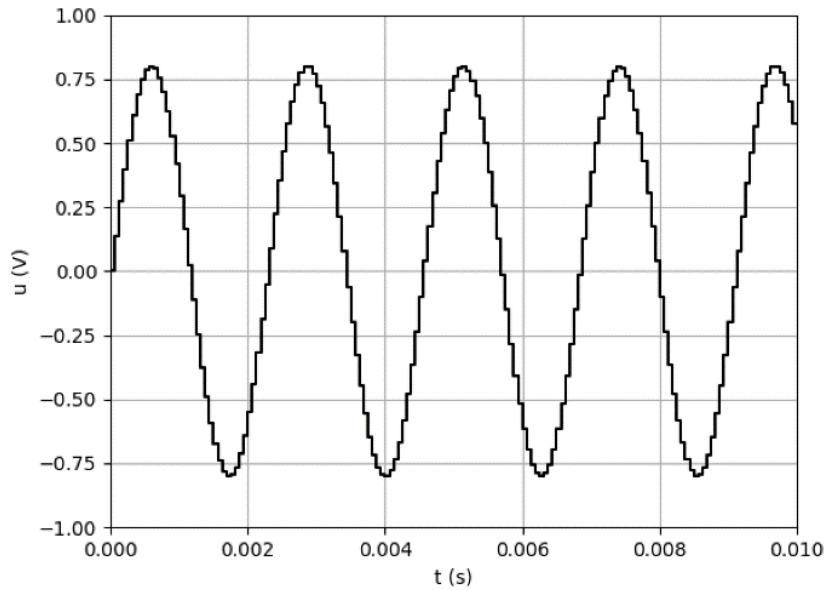
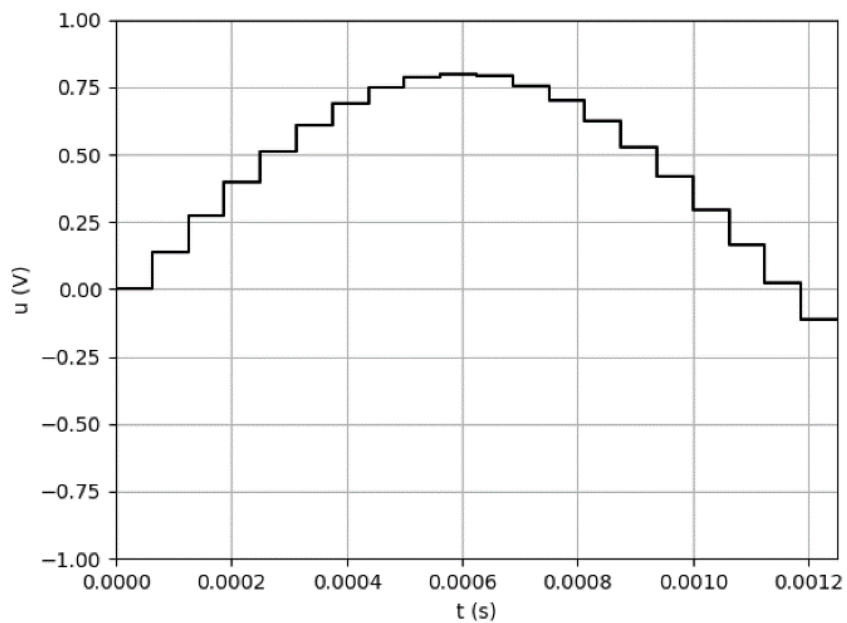


Figure 2b





**2-a-** Rappeler en quoi consiste l'échantillonnage d'un signal sonore analogique.

**2-b-** Déterminer, parmi les valeurs du tableau ci-dessous, en justifiant à l'aide de la Figure 2b, la fréquence d'échantillonnage utilisée pour cet enregistrement.

8 000 Hz	16 000 Hz	24 000 Hz	32 000 Hz
----------	-----------	-----------	-----------

**3-** Le signal échantillonné a été quantifié sur 16 bits.

**3-a-** Préciser le nombre de valeurs différentes que l'on peut coder avec une quantification sur 16 bits.

**3-b-** Si la quantification était réalisée sur 8 bits au lieu de 16 bits, indiquer les différences à prévoir sur la qualité sonore et sur la taille du fichier de stockage.

À l'aide d'un logiciel, on enregistre plusieurs morceaux de musique en qualité CD (« Compact Disc » en anglais ou disque compact), ce qui correspond à un enregistrement sur deux voix (stéréo) avec une fréquence d'échantillonnage de 44 100 Hz et une quantification sur 16 bits.

**4-** Déterminer l'espace nécessaire (en mégaoctets : Mo) pour stocker le fichier obtenu lors de l'enregistrement en qualité CD d'un morceau de musique d'une durée de 3 minutes.

**5-** Le format mp3 correspond à une compression avec perte d'informations, préciser ce que cela signifie.

**6-** L'enregistrement d'un second morceau de musique a généré un fichier numérique de 90,25 Mo de données. On l'enregistre au format mp3 pour le compresser.

Le fichier mp3 ainsi obtenu a une taille de 7,22 Mo.

Calculer le taux de compression.



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

## Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

### Histoire d'eau : deux méthodes historiques permettant d'estimer l'âge de la Terre

Sur 10 points

Deux approches ont permis d'estimer l'âge de la Terre au cours du XIX<sup>e</sup> siècle. La première utilise la mesure de la salinité de l'eau des océans tandis que la seconde se base sur l'étude des phénomènes de sédimentation et d'érosion.

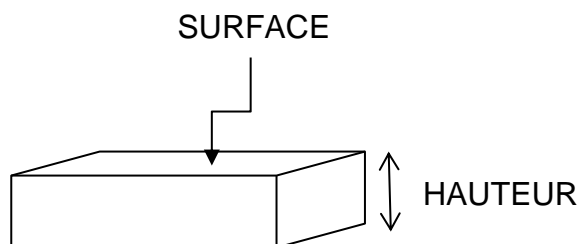
#### Partie 1. Estimation de l'âge de la Terre à l'aide de la salinité des eaux de mer

À la toute fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le physicien irlandais John Joly proposa une méthode d'estimation de l'âge de la Terre basée sur le taux de sel dans les océans : la salinité.

Les eaux de pluie ruissellent à la surface de la Terre et se chargent en sel contenu dans les roches de la croûte terrestre pour ensuite alimenter les rivières qui, à leur tour, se déversent dans les océans. La quantité de sel dissous dans les océans résulterait donc du déversement du sel contenu dans les rivières.

La première question porte sur le calcul de la masse de sel contenue dans les océans.

**1-a** Calculer, en km<sup>3</sup>, le volume total des océans modélisés sous la forme d'un parallélépipède rectangle (cf. schéma ci-contre).



Données utilisées par John Joly :

- Superficie totale des océans :  $360 \times 10^6$  km<sup>2</sup>
- Profondeur moyenne des océans : 3,797 km
- Masse volumique moyenne des océans :  $1,03 \times 10^9$  tonnes par km<sup>3</sup>
- L'eau des océans contient environ 1,07 % en masse de sel dissous
- Déversement des rivières dans les océans :  $2,72 \times 10^4$  km<sup>3</sup> par an
- Concentration moyenne du sel dissous dans les rivières : 5 250 tonnes par km<sup>3</sup>

**1-b** Calculer la masse totale des océans en tonnes.

**1-c** En déduire que la masse de sel contenue dans les océans est de  $1,5 \times 10^{16}$  tonnes environ. On fera apparaître le calcul.



2- Calculer la masse de sel apportée chaque année par les rivières à l'océan.

3- En déduire, comme l'a fait John Joly, que l'âge de la Terre calculé par cette méthode est d'environ 100 millions d'années.

4- En réalité, une partie du sel dissous subit une sédimentation dans certaines régions littorales et peut également être échangé avec du calcium lors de l'altération sous-marine du basalte. Commenter la validité de la méthode de calcul proposée par John Joly.

## Partie 2. Érosion et sédimentation

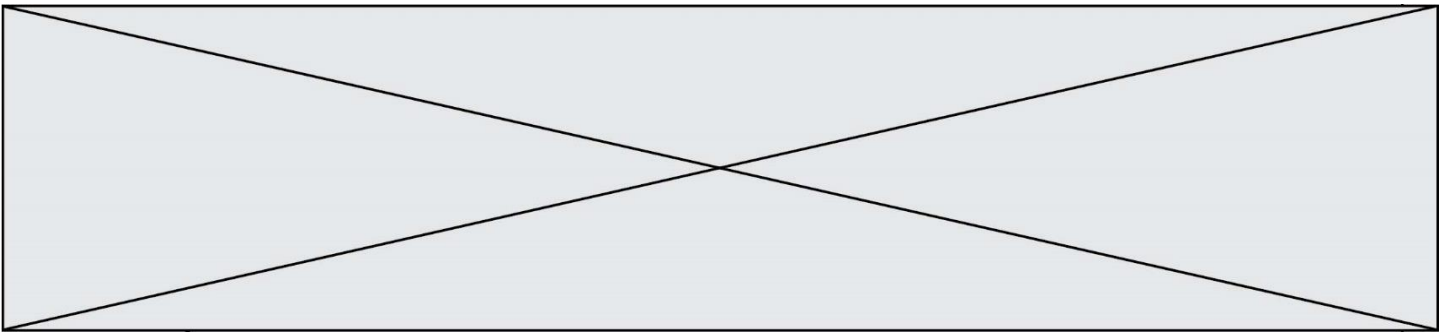
Document 1 : un exemple de destruction due à l'érosion

Le "Grind of the Navir" correspond à une ouverture faite par la mer dans une falaise des îles Shetland. Cette ouverture est élargie d'hiver en hiver par la houle qui s'y engouffre.



Extrait de la sixième édition de *Principles of geology* (1833) par Charles Lyell





**5-** Expliquer la démarche utilisée par C. Darwin permettant d'estimer un âge minimal pour la Terre. La réponse ne doit pas excéder une demi-page.

**6-** Commenter les résultats obtenus par ces deux méthodes au regard de l'âge de la Terre estimé aujourd'hui.