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.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

Niveaux visés (LV) : ø

Axes de programme : ø

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 : 8

Le candidat traite les deux exercices qui sont proposés dans ce sujet.

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 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.

<u>Document 1 :</u> 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	$CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$
Essence modélisée par l'octane C_8H_{18}	$2\ C_8H_{18} + 25\ O_2 \rightarrow 16\ CO_2 + 18\ H_2O$
Biomasse (bois) modélisée par $C_6H_{10}O_5$	$C_6H_{10}O_5 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 5\ H_2O$

Énergie massique libérée par kg de combustible brûlé :

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

Masse de CO_2 produite pour 1 MJ d'énergie obtenue :

Combustible	Gaz naturel	Essence	Biomasse
Masse de CO_2 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_{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_{essence}, présente dans la masse d'essence nécessaire pour obtenir une énergie de valeur 1 MJ vaut environ : $n_{\text{essence}} = 0{,}2\ \text{mol}$.

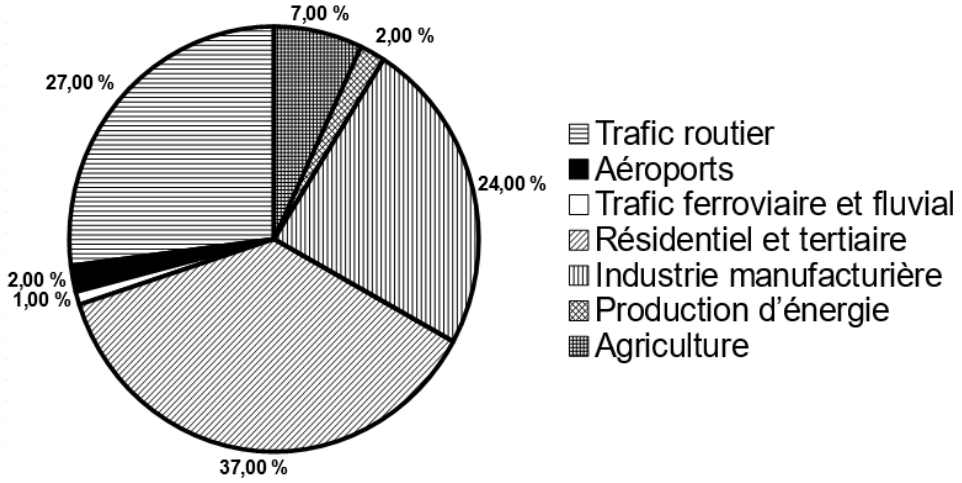
4- À l'aide de l'équation de la réaction modélisant la combustion de l'essence, vérifier que la quantité de matière de dioxyde de carbone produite n_{CO_2} est telle que $n_{CO_2} = 8n_{\text{essence}}$. Calculer n_{CO_2}.

5- La masse d'une mole de dioxyde de carbone étant égale à 44 g, déterminer la masse de CO_2 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.

<u>Document 2 :</u> 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 ».

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 ($PM_{2.5}$) : 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 :

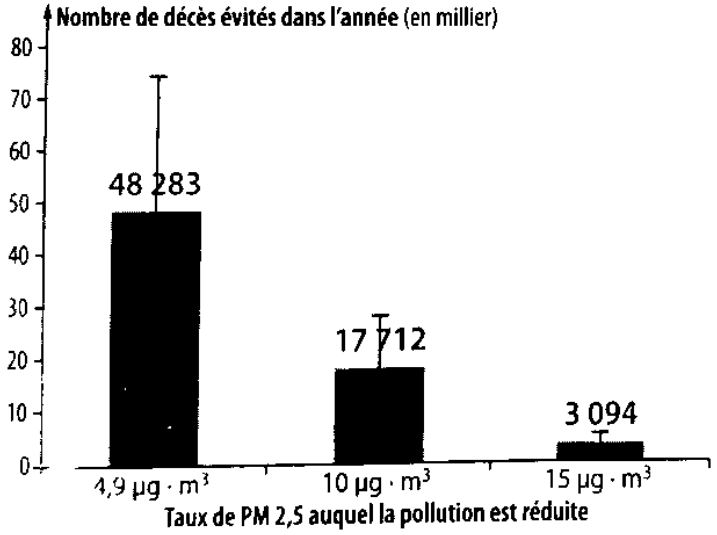
• réduction à 4,9 $\mu g.m^{-3}$, valeur que l'on peut mesurer dans des villages de haute montagne à faible activité économique ;

• réduction à 10 $\mu g.m^{-3}$, valeur recommandée par l'OMS ;

• réduction à 15 $\mu g.m^{-3}$, 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



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 – *Niveau terminale*

Thème « Science, climat et société »

L'histoire du dioxygène terrestre

Sur 10 points

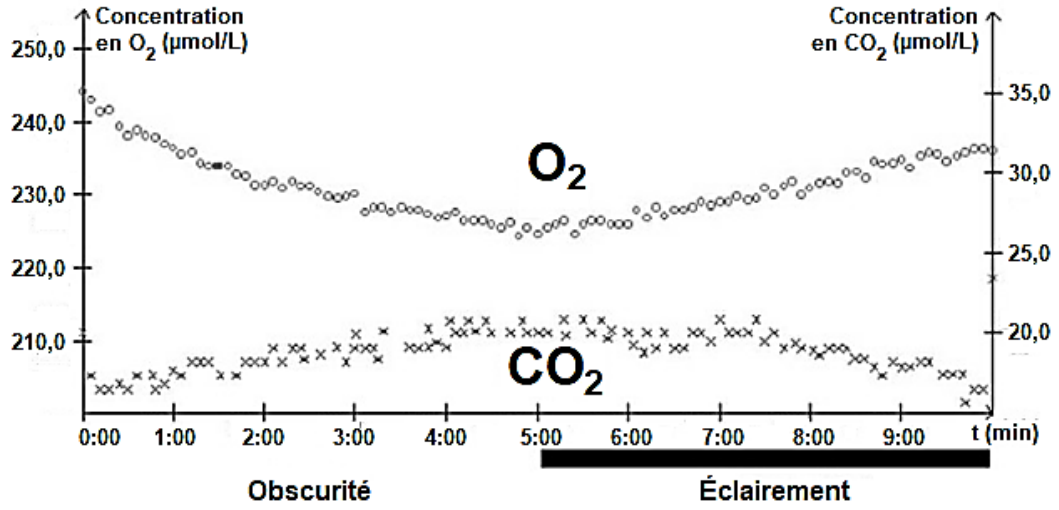
L'atmosphère primitive de la Terre, issue du dégazage au cours du refroidissement de la Terre, était très différente de l'atmosphère actuelle. La transformation de l'atmosphère au cours du temps est marquée en particulier par un fort enrichissement en dioxygène, ce qui lui a conféré un caractère oxydant.

L'objectif de cet exercice est de rechercher des arguments expliquant l'enrichissement de l'atmosphère en dioxygène, il y a 2,4 milliards d'années.

<u>Document 1</u> : métabolisme des cyanobactéries actuelles

Une culture de cyanobactéries est placée dans une enceinte hermétique. Les teneurs en dioxygène et en dioxyde de carbone sont relevées sous différentes conditions d'éclairement. Les résultats sont présentés sur le graphique ci-dessous.

<u>Évolution des teneurs en dioxygène et dioxyde de carbone de la culture de cyanobactéries</u>



Données :

Il existe différents types de métabolismes, notamment :

- La respiration : $\text{sucre} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
- La photosynthèse : $CO_2 + H_2O$ en présence de lumière $\rightarrow \text{sucre} + O_2$
- La fermentation alcoolique : $\text{sucre} \rightarrow CO_2 + \text{éthanol}$

Les réactions ne sont pas ajustées, elles indiquent seulement la nature des réactifs et des produits.

1- À l'aide du document 1, donner, en le justifiant, le nom du métabolisme utilisé par les cyanobactéries, dans l'expérience, entre 0 et 5 minutes puis entre 5 et 10 minutes.

2- Les stromatolithes sont des constructions carbonatées d'origine biologique formées par des micro-organismes, dont les cyanobactéries. Les plus anciens ont été datés à environ 3,5 milliards d'années. À partir du document 1 et des connaissances, justifier l'origine de la production de dioxygène à partir de 3,5 milliards d'années.

Document 2 : les formations sédimentaires d'oxydes de fer

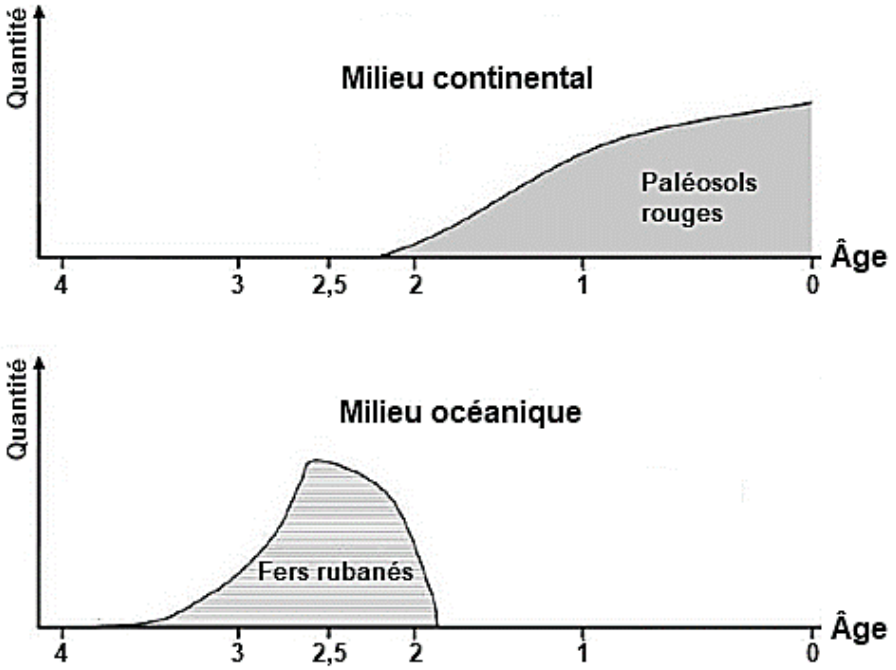
La grande majorité des minerais de fer du monde est constituée de ce qu'on appelle des fers rubanés (*Banded Iron Formation* ou BIF, en anglais). Ces BIF existent sous plusieurs formes, plus ou moins ferrugineuses, et contiennent un oxyde de fer composé de deux atomes de fer et de trois atomes d'oxygène.

Le tableau ci-dessous présente différents oxydes de fer :

Oxyde de fer	Formule brute	Description	Équation chimique de formation de l'oxyde de fer, non ajustée
Wustite	FeO	Poudre grise	$Fe + O_2 \rightarrow FeO$
Hématite	Fe_2O_3	Minéral de couleur rouille	$Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$
Magnétite	Fe_3O_4	Minéral de couleur noire	$Fe + O_2 \rightarrow Fe_3O_4$

3- Justifier que l'oxyde de fer majoritaire présent dans les BIF correspond à l'hématite et ajuster l'équation chimique de sa formation après l'avoir recopiée sur la copie.

<u>Document 3</u> : évolution de la formation des paléosols rouges et des fers rubanés au cours du temps



D'après C. Klein, Nature, 1997

L'axe des abscisses correspond à l'âge des roches en milliard d'années avant le présent. L'axe des ordonnées correspond à la quantité relative des roches formées.

Les paléosols, ou sols fossiles, se sont formés par altération de roches continentales au contact de l'atmosphère. La couleur rouge de certains de ces sols provient de la forte teneur en hématite. Les fers rubanés sont toujours des formations sédimentaires marines.

Le volcanisme continental et marin relâchent une quantité importante de fer sous forme d'ions Fe^{2+} oxydés en Fe^{3+} par le dioxygène entraînant la formation de l'hématite.

4- À l'aide du document 3, proposer une chronologie d'évènements ayant conduit à la mise en place d'une atmosphère riche en dioxygène.

5- D'après les connaissances, indiquer comment se forme l'ozone (O_3) dans la stratosphère et quel est son rôle sur le développement de la vie terrestre.