



Exercice 1 – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

L'évolution de la composition de l'atmosphère primitive

Sur 10 points

Partie 1 – L'évolution de la quantité de dioxygène dans l'atmosphère

Contrairement à l'atmosphère actuelle, l'atmosphère primitive était totalement dépourvue de dioxygène. Bien que présent dans les océans dès - 3,5 milliards d'années, ce gaz n'apparaît dans l'atmosphère que vers - 2,4 milliards d'années.

- 1- D'après l'expérience présentée dans le document 1 suivant, indiquer à quelle condition un précipité rouge d'hydroxyde de fer peut se former. Justifier.

Document 1 – Ions Fe^{2+} et dioxygène

Exploités comme gisements de fer, les formations de fer rubanés sont des roches sédimentaires formées en grandes quantités dans les océans entre - 3,8 et - 2,2 milliards d'années. Elles contiennent du fer à l'état oxydé, issu de l'oxydation du fer qui était présent à l'époque dans les océans sous forme d'ions Fe^{2+} .



Figure A – Échantillon de fer rubané (Afrique du Sud).

Source : <https://planet-terre.ens-lyon.fr>



Document 2 – Évolution du dioxygène atmosphérique

L'analyse chimique des roches très anciennes a permis d'établir les taux de dioxygène atmosphérique au cours de l'histoire de la Terre.

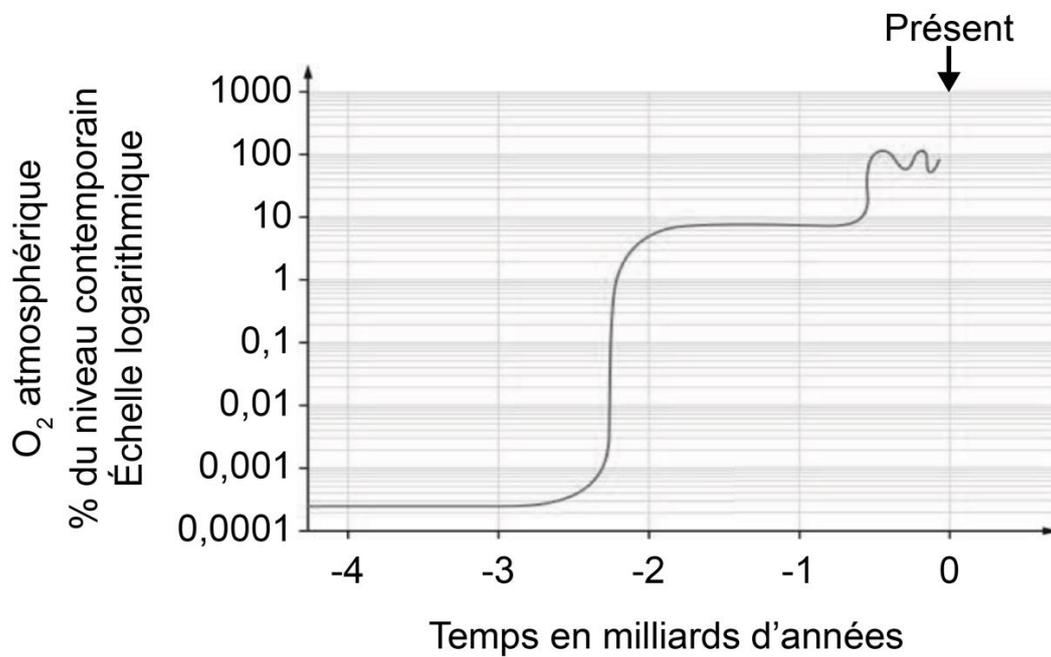


Figure C – Évolution du taux de dioxygène atmosphérique au cours des temps géologiques

Source : Campbell, 2012



Document 3 – Formation de la rouille

La rouille se forme à partir du fer (ou d'alliage contenant du fer comme l'acier). On cherche à comprendre le rôle du dioxygène de l'atmosphère dans la formation de la rouille à partir de fer. On place pour cela de la laine de fer dans une éprouvette humidifiée retournée sur de l'eau. Cette dernière a été préalablement bouillie pour retirer tous les gaz dissous qu'elle pouvait contenir. On réalise alors trois expériences schématisées ci-dessous.

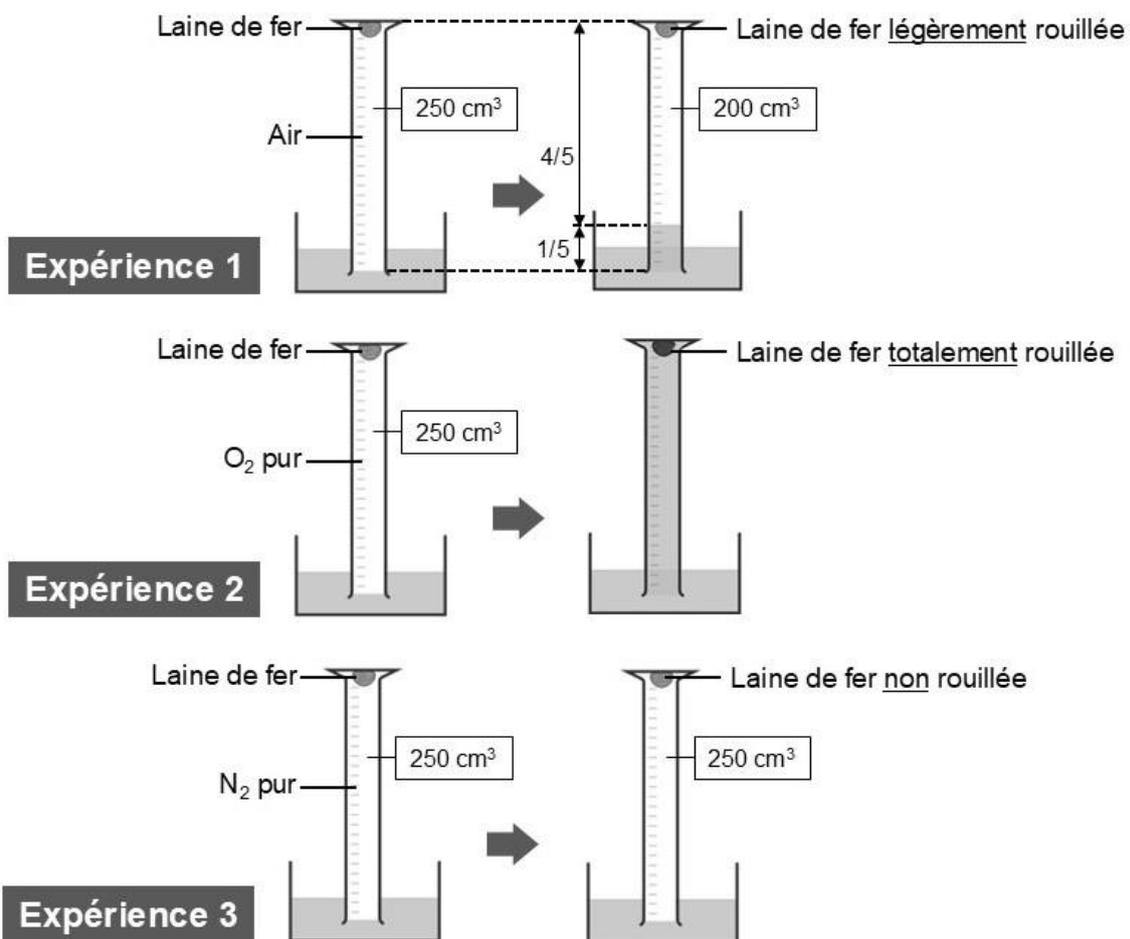


Figure D – Les expériences et leurs résultats

Source : schémas réalisés par l'auteur

- 4- Montrer, à l'aide du document 3, que l'atmosphère actuelle est composée d'environ un cinquième de dioxygène en volume.



Partie 2 – La contribution des cyanobactéries à l'évolution de la composition de l'atmosphère

Document 4 – Cyanobactéries et formation des stromatolites

Les stromatolites sont des bioconstructions calcaires que l'on retrouve dans des milieux marins chauds et peu profonds. Ils sont créés par des cyanobactéries. Les plus anciens ont été datés de 3,5 milliards d'années.



Figure E – Stromatolithe actuel dans la baie de Shark (Australie)

<https://stromatolites.weebly.com>



Détail d'une coupe d'un stromatolithe fossile daté du protérozoïque

Source : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Stromatolites_Cochabamba.jpg

Film de cyanobactéries vivantes
Couche de carbonates précipités piégeant des particules sédimentaires (claire)
Couche riche en restes de cyanobactéries (sombre)

Substrat

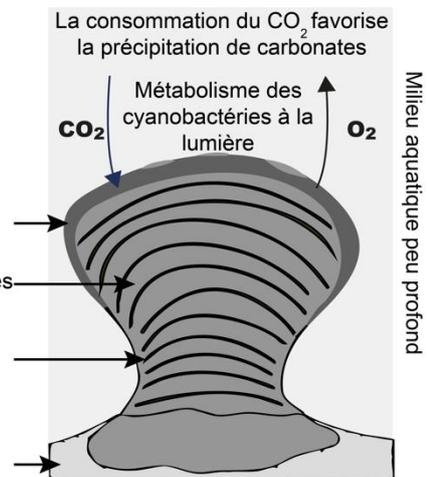


Schéma d'une coupe de stromatolithe en activité

Source : schéma réalisé par l'auteur

Figure F – Organisation et fonctionnement d'un stromatolithe



Exercice 2 – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

L'émission de gaz à effet de serre en France

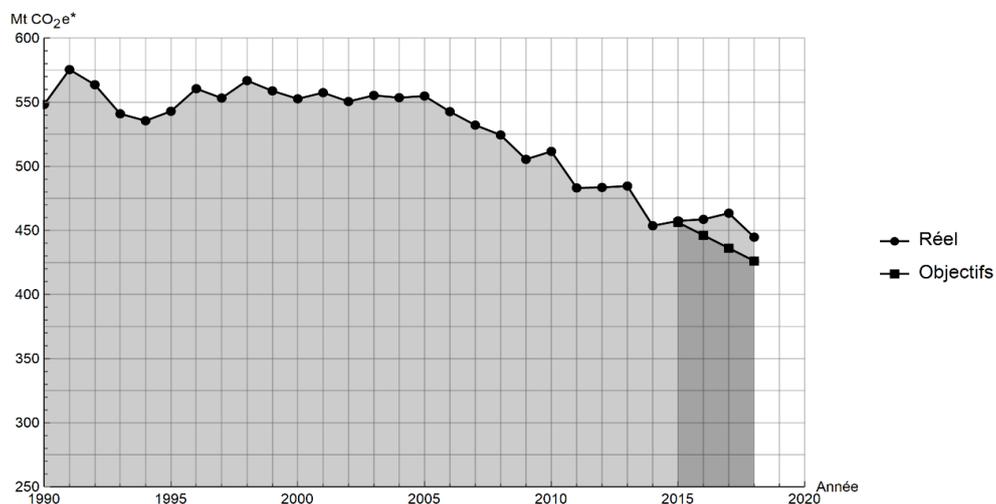
Sur 10 points

Lancé en 2016, l'observatoire climat-énergie dresse le bilan des efforts réalisés par la France pour organiser la transition énergétique.

L'objectif de cet exercice est d'étudier les émissions des gaz à effet de serre en France, plus particulièrement dans le domaine des transports.

Document 1 – Émissions de gaz à effet de serre en France

Les émissions nationales de gaz à effet de serre (représentées ici par la masse équivalente de CO₂ en millions de tonnes émise chaque année) ont baissé de 4,2 % entre 2017 et 2018 après trois années de hausse consécutives. Cette réduction est en partie liée à un hiver plus doux qui a nécessité une utilisation moins importante de chauffage.



* Mt CO₂e : masse équivalente de dioxyde de carbone émise par les activités humaines en millions de tonnes

Source : d'après <https://www.observatoire-climat-energie.fr>

- 1- En s'appuyant sur le document 1, indiquer si les objectifs sur les émissions de gaz à effet de serre ont été atteints par la France depuis 2015. Justifier la réponse.

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

2- Expliquer pourquoi l'émission de dioxyde carbone est l'une des causes du réchauffement climatique.

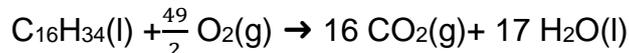
On souhaite déterminer à présent à la masse de dioxyde de carbone produite lors de la combustion du cétane (voir le document 2).

Document 2 – Émission de gaz à effet de serre dans les transports ; combustion au sein d'un moteur Diesel

Dans les transports, les émissions de gaz à effet de serre dépassent de 12,6 % la part annuelle du budget carbone qui leur est affectée.

Ce document prend exemple d'un moteur Diesel présent dans une voiture. Les moteurs Diesel fonctionnent par combustion dans un moteur thermique : une réaction chimique a lieu entre le carburant (appelé combustible) et le dioxygène de l'air (appelé comburant). Cette réaction est exothermique.

Pour les moteurs Diesel, le composé principal est le cétane, de formule brute $C_{16}H_{34}$. L'équation de la combustion complète s'écrit :



L'unité de quantité de matière utilisée par le chimiste est la mole.

Dans l'équation de la combustion du cétane pour 1 mole de cétane consommée, 16 moles de dioxyde de carbone, CO_2 , sont libérées sous forme gazeuse.

La masse m (en kg) est reliée à la quantité de matière n (en mol) :

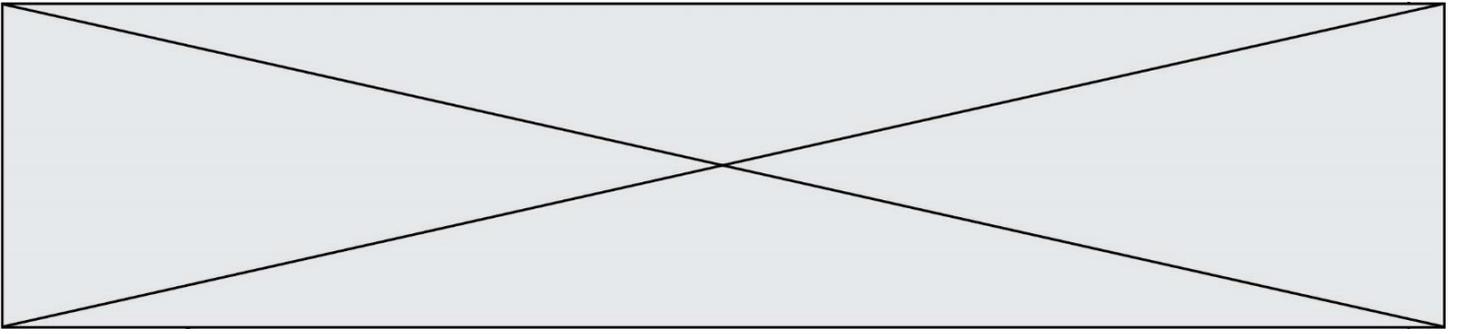
- une masse $m_{\text{cétane}} = 0,226$ kg de cétane correspond à une quantité de matière $n = 1$ mol de cétane ;
- une masse $m_{\text{dioxyde de carbone}} = 0,044$ kg de dioxyde de carbone correspond à une quantité de matière $n = 1$ mol de dioxyde de carbone.

L'énergie massique dégagée par la combustion de cétane est $42,3$ MJ / kg : ce qui signifie que pour 1 kg de cétane brûlé, une énergie de $42,3$ MJ est dégagée.

3- Vérifier que la masse de cétane consommée pour la production d'une énergie $E = 1$ MJ est égale à $m_{\text{cétane}} = 0,024$ kg.

4- En déduire la quantité de matière de cétane (en mole) consommée lors d'une combustion qui dégage 1 MJ.

5- En utilisant la valeur $n_{\text{cétane}} = 0,11$ mol, calculer la masse $m_{\text{dioxyde de carbone}}$ de dioxyde de carbone formé par sa combustion.



- 6-** Un véhicule hybride*, utilisé en trajet mixte, réduit de 25 % la consommation de carburant par rapport à son équivalent thermique (d'après auto-ies, 6 juin 2024). D'après vos connaissances et les résultats précédents, cette baisse de consommation permet-elle de réduire de 25 % le rejet de dioxyde de carbone ?

*véhicule hybride : véhicule qui combine 2 types de motorisation, une motorisation thermique et une motorisation électrique.