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 – Épreuve de fin de cycle

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

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique
avec enseignement de mathématiques spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

Niveaux visés (LV) : ø

Axes de programme : ø

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒Oui ☐ Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐Oui ☒ Non

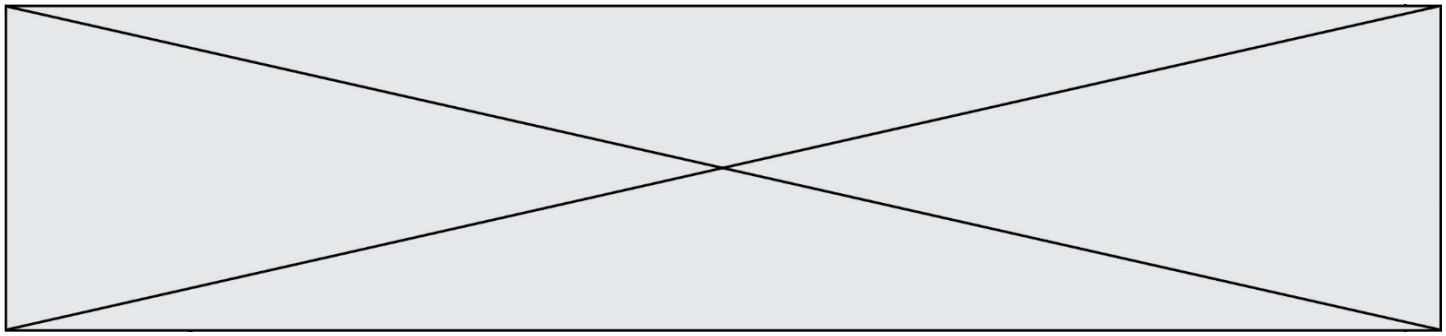
☐ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

☐ 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 : 18

Parmi les trois exercices qui composent ce sujet, le candidat en traite obligatoirement deux.
L'exercice 1, relatif à l'enseignement de mathématiques spécifique, doit être obligatoirement abordé.
Pour le deuxième exercice, le candidat choisit entre l'exercice 2 et l'exercice 3 qui sont relatifs à l'enseignement commun de l'enseignement scientifique du cycle terminal. Il indique son choix en début de copie.
Les exercices 2 et 3 comprennent chacun deux parties portant respectivement sur le programme de première et le programme de terminale d'enseignement scientifique.



Exercice 1 (obligatoire) – *Niveau première (mathématiques)*

Croissance exponentielle

Sur 4 points

On sait que le nombre de bactéries dans une solution augmente progressivement de sorte que chaque heure la quantité de bactéries triple.
Il y a initialement 200 bactéries.

Partie A – Première modélisation

On modélise cette situation en notant, pour tout entier naturel n, u_n le nombre de bactéries après n heures dans la solution. Sous ces conditions, on a $u_0 = 200$.

1- Justifier que la suite (u_n) est une suite géométrique et déterminer sa raison.

2- En déduire, pour tout entier naturel n, u_n en fonction de n.

3- Au bout de combien d'heures, le nombre de bactéries dépassera-t-il $100\,000$?

Partie B – Seconde modélisation

Dans cette partie, on suppose que, pour une journée donnée, la quantité de bactéries peut être modélisée par la fonction f définie sur l'intervalle $[0\,;\,24]$ par :

$$f(t) = 200 \times 3^t$$

où t représente le temps écoulé, exprimé en heures.

1- Calculer la quantité de bactéries au bout de deux heures.

2- On donne ci-après, dans un repère orthogonal du plan, la courbe représentative C_f de la fonction f sur l'intervalle $[0\,;\,3]$. On a tracé en pointillés la droite tangente à C_f au point A d'abscisse 2.

Avec la précision permise par le graphique, déterminer la valeur de $f'(2)$ en expliquant la démarche. Comment interpréter cette valeur dans le contexte de l'exercice ?

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille *(naissance)* **:**
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

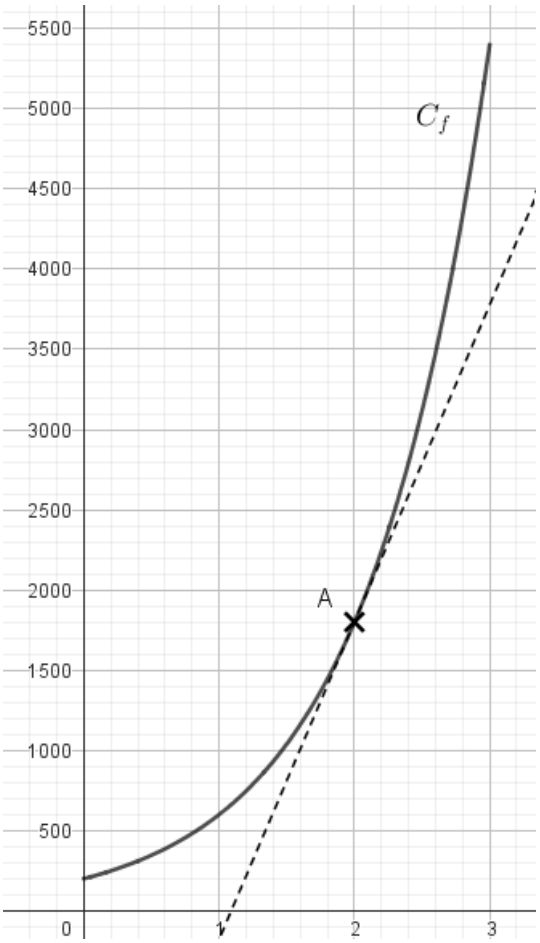
N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.1



Exercice 2 (au choix)

Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

Activités humaines et stress hydrique

Sur 8 points

L'hydrosphère désigne les zones du globe terrestre occupées par de l'eau ou de la glace, comme les glaciers, les nappes souterraines, les océans, les mers, les cours d'eau, etc. Dans cet exercice, il s'agit d'étudier l'impact de l'humain sur l'équilibre fragile qui existe entre l'hydrosphère, l'atmosphère et la biosphère.

Partie 1 – Le stress hydrique des végétaux

Document 1 – Le phénomène de stress hydrique

Si une plante évacue plus d'eau qu'elle n'en absorbe, elle se retrouve en situation de stress hydrique.

Deux phénomènes peuvent contribuer au stress hydrique des végétaux :

- le processus de photosynthèse, qui consomme de l'eau. Cette transformation chimique peut être modélisée par une réaction dont l'équation est :

$$6\ CO_2 + 6\ H_2O \xrightarrow{\text{lumière}} C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$

- la transpiration, qui correspond au volume d'eau évaporé des sols et transpiré par les plantes.

Lorsqu'une plante est en situation de stress hydrique, sa croissance ralentit, sa germination diminue et ses feuilles deviennent vert sombre, entre autres conséquences.

Source : d'après Wikipedia

1- À l'aide de l'équation de la photosynthèse et de vos connaissances en lien avec les transformations chimiques, justifier la phrase soulignée dans le document 1.

2- À partir des informations données dans le document 1, expliquer en quoi le réchauffement climatique peut être un facteur de stress hydrique pour les végétaux.

Partie 2 – Le stress hydrique écologique

Après avoir étudié quelques aspects du stress hydrique chez les végétaux et dans les cultures, nous allons maintenant nous intéresser au stress hydrique écologique.

La notion de stress hydrique peut décrire une situation de pénurie d'eau, dans laquelle la demande en eau douce dépasse la quantité de ressources disponibles.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) considère qu'il y a stress hydrique, si un être humain dispose de moins de 1700 mètres cubes d'eau douce par an.

Document 2 – Le dessalement de l'eau

La répartition de l'eau douce sur la Terre est très inégale, tout comme sa consommation. Si la moyenne mondiale de consommation d'eau est de 137 litres par habitant et par jour, cette valeur s'élève à 15 litres environ en Afrique subsaharienne contre 600 litres en Amérique du Nord ou au Japon. Depuis les cent dernières années, l'utilisation mondiale de l'eau a été multipliée par six. Elle continue d'augmenter rapidement, de près de 1 % par an.

Pour faciliter l'accès à l'eau douce, il est possible de transformer l'eau salée des mers et des océans. Les deux techniques de dessalement de l'eau de mer principalement utilisées sont présentées dans le tableau suivant :

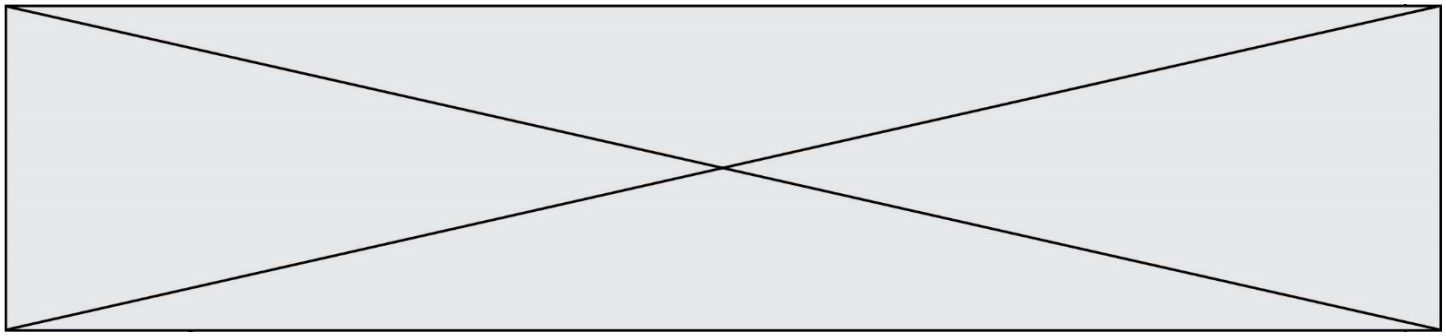
Nom de la méthode	Principe physique	Coût énergétique
Distillation	Séparation de l'eau et du sel en vaporisant l'eau uniquement	6,5 kWh pour obtenir 1 m^3 d'eau douce
Osmose inverse	Filtration sous pression de l'eau de mer	12 600 kJ pour obtenir 1 m^3 d'eau douce

Source : d'après l'auteur

3- Expliquer la phrase soulignée dans le document 2, en vous appuyant sur des exemples de votre connaissance.

4- Montrer que la distillation est plus coûteuse énergétiquement que l'osmose inverse. Donnée : $1\ \text{kWh} = 3{,}6 \times 10^6\ \text{J}$.

5- Citer des intérêts et des limites au dessalement de l'eau. Argumenter en utilisant les données des documents et vos propres connaissances.



Partie 3 – Activités humaines et stress hydrique

6- En vous appuyant sur vos connaissances et vos réponses, expliquez-en quoi les activités humaines contribuent à augmenter le stress hydrique des végétaux et le stress hydrique écologique (argumenter la réponse par un texte comptant entre 5 et 10 lignes).

Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

L'atmosphère de la Terre

Sur 8 points

Notre planète Terre est singulière dans le système solaire, notamment par son atmosphère. Dans cet exercice, nous étudions cette atmosphère en la comparant à celle de Vénus et en analysant son évolution depuis sa formation.

Partie 1 – Vénus et la Terre : des atmosphères jumelles ?

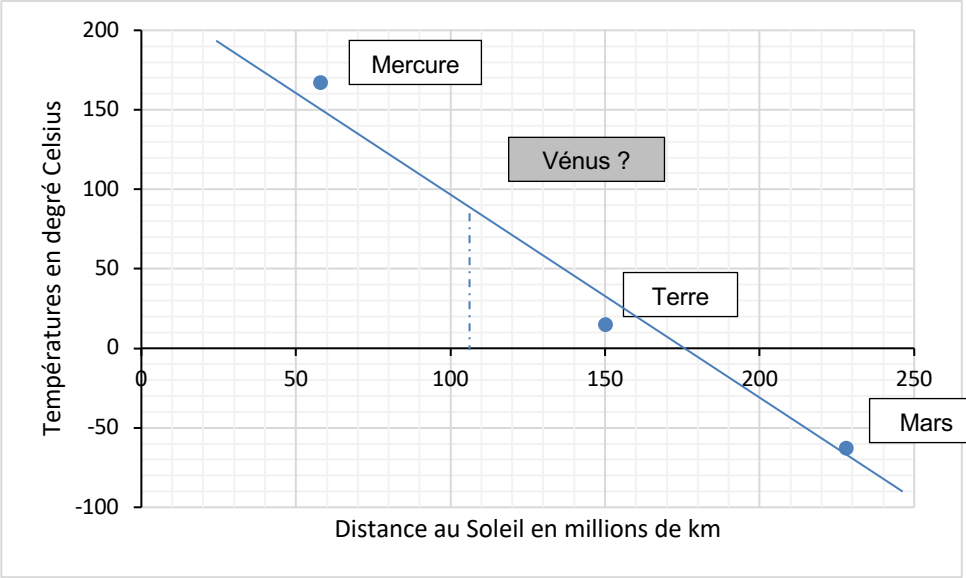
Vénus est la deuxième planète du système solaire par sa distance au Soleil. Elle est appelée l'Étoile du berger car elle brille intensément. De par sa taille équivalente et sa proximité de la Terre, Vénus a longtemps été considérée comme la « sœur jumelle » de la Terre.

Document 1 – Paramètres physico-chimiques des quatre planètes telluriques

Planètes	Composition atmosphérique (en % volumique)	Pression atmosphérique (en Pa)	Distance moyenne au Soleil (en millions de km)	Température moyenne de surface (en °C)
Mercure	atmosphère quasi inexistante	≈ 0	58	167
Vénus	CO_2 (96,5 %) N_2 (3,5 %)	1×10^7	108	
Terre primitive	H_2O (80 %) CO_2 (12 %) N_2 (5 %) Autres (3 %)	1×10^7	150	> 1500
Terre actuelle		1×10^5	150	+ 15
Mars	CO_2 (95 %) N_2 (2,7 %) Autres (2,3%)	6×10^3	228	-63

1- Rappeler la composition atmosphérique actuelle de la Terre en précisant le pourcentage de chaque constituant.

Si on représente les températures moyennes de surface en fonction de la distance moyenne au Soleil, on obtient le graphique ci-dessous :



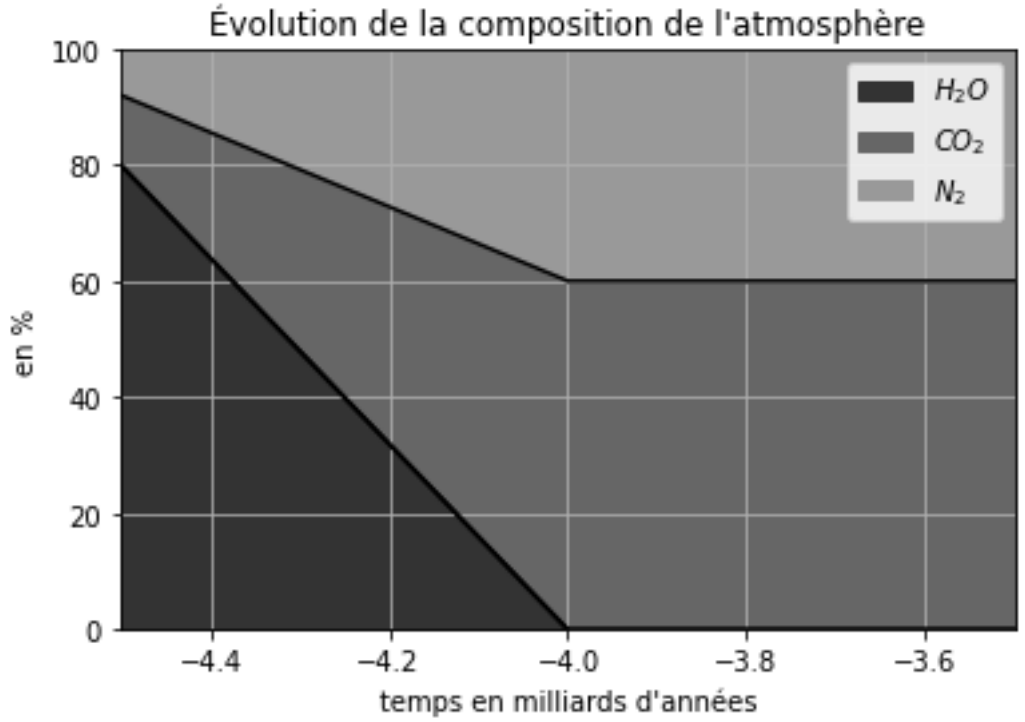
2- Le graphique précédent semble indiquer qu'il y a une relation affine entre la température moyenne de surface d'une planète et sa distance au soleil. Préciser, si tel était le cas, la température moyenne de surface que devrait avoir Vénus.

3- La température moyenne de Vénus est en réalité voisine de 462 °C. L'hypothèse énoncée en question 1 est-elle validée ? En exploitant le document 1 et ses connaissances personnelles, proposer une hypothèse expliquant la température moyenne observée de Vénus.

4- À l'aide du document 1 et des connaissances, formuler des arguments pour expliquer que l'atmosphère de Vénus ne peut être considérée ni comme « jumelle » de celle de la Terre primitive ni comme « jumelle » de celle de la Terre actuelle.

Partie 2 - L'évolution de l'atmosphère terrestre au cours des temps géologiques

Document 2 – Évolution de la concentration de quelques gaz de l'atmosphère terrestre au cours du temps



5- En exploitant le document 2 et ses connaissances personnelles, expliquer l'évolution de la teneur en eau de l'atmosphère de la Terre observée sur le document 2.

Document 3 – Stromatolithes et métabolisme des cyanobactéries actuelles

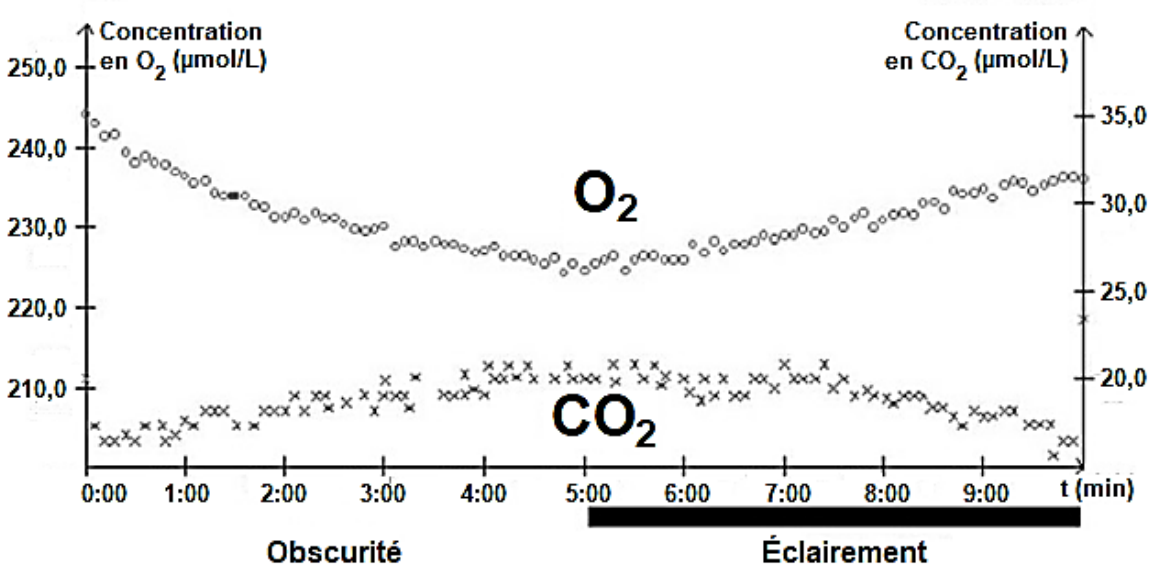
Les stromatolithes sont des constructions carbonatées parmi les plus anciennes roches fossiles d'origine biologiques connues : les plus anciennes ont été datées à environ 3,5 milliards d'années. Elles se sont formées à partir de micro-organismes comme les cyanobactéries. On en trouve à quelques endroits de la Terre sur les littoraux marins ou lacustres.

Photo de stromatolithes à Highborne aux Bahamas

Source : Wikipédia

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.

Évolution des teneurs en dioxygène et dioxyde de carbone de la culture de cyanobactéries



6- En exploitant le document 3 et ses connaissances personnelles, donner, en le justifiant, le nom des métabolismes mis en œuvre par les cyanobactéries dans l'expérience, entre 0 et 5 minutes puis entre 5 et 10 minutes.

8- En exploitant l'ensemble des documents de l'exercice et ses connaissances personnelles, décrire les quatre grandes étapes expliquant l'évolution de la composition de l'atmosphère terrestre depuis sa formation jusqu'aux changements les plus récents.

Exercice 3 (au choix)

Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

Roches et structures microscopiques de la silice

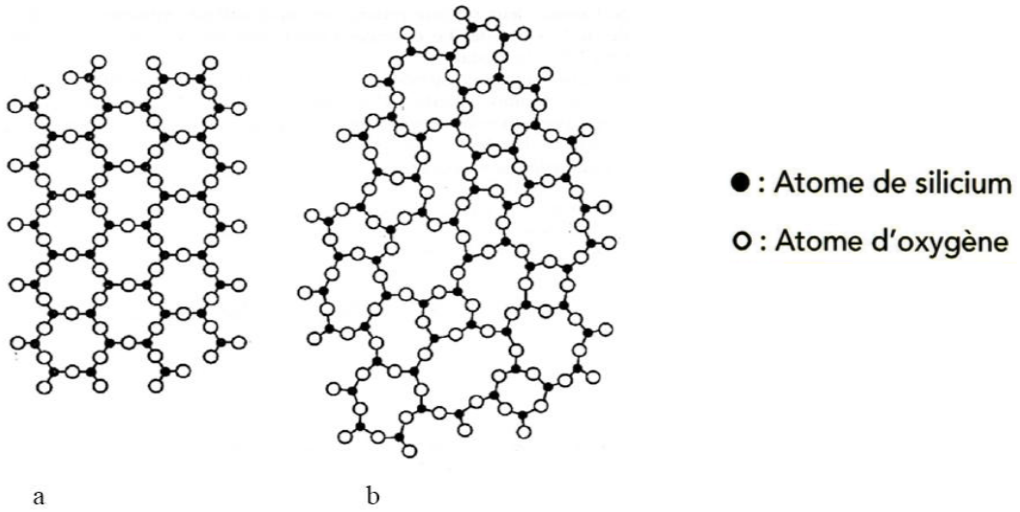
Sur 8 points

La silice de formule chimique SiO_2 entre dans la composition de nombreux minéraux (quartz, etc.). La silice représente 60,6 % de la masse de la croûte terrestre continentale. De nombreuses roches sont constituées de silice (granite, basalte, gabbro, etc.) et l'étude des différentes structures possibles permet d'en savoir plus sur les conditions de formation des roches.

Le verre utilisé dans l'industrie est un solide non cristallin (amorphe), dur, fragile (cassant) et transparent. Sa composition chimique contient une part importante de silice.

Partie A – La silice : une structure amorphe ou cristalline

Document 1 – Deux structures en coupe de la silice

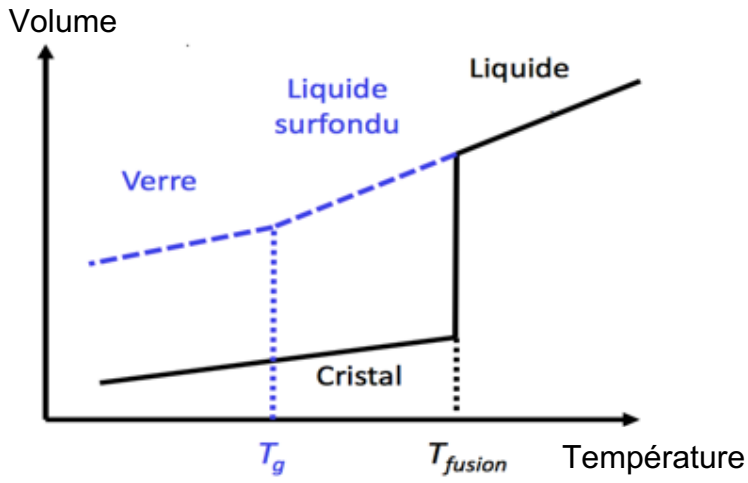


Source : d'après CHAGUETMI, Salem (2010), Élaboration et caractérisation de nouveaux verres de fluorohafnates de strontium et de phosphosulfates. Thèse, Université Mohamed Khider Biskra http://thesis.univ-biskra.dz/1006/3/Chapitre%201.pdf

1- La figure du document 1 montre deux structures possibles de la silice. L'une d'elles est dite cristalline, l'autre amorphe (verre). Préciser la représentation, a ou b, qui correspond à une structure cristalline. Justifier le choix.

À partir de deux échantillons identiques de silice liquide, on peut obtenir soit un verre, soit un cristal selon la vitesse de refroidissement.

Document 2 – Évolution du volume d'un échantillon de silice lors d'un changement d'état



Température de transition vitreuse : $T_g = 1473$ K

Température de fusion : $T_{fusion} = 1996$ K

2- Comparer qualitativement les volumes des deux échantillons obtenus (verre ou cristal) à la température de 1400 K.

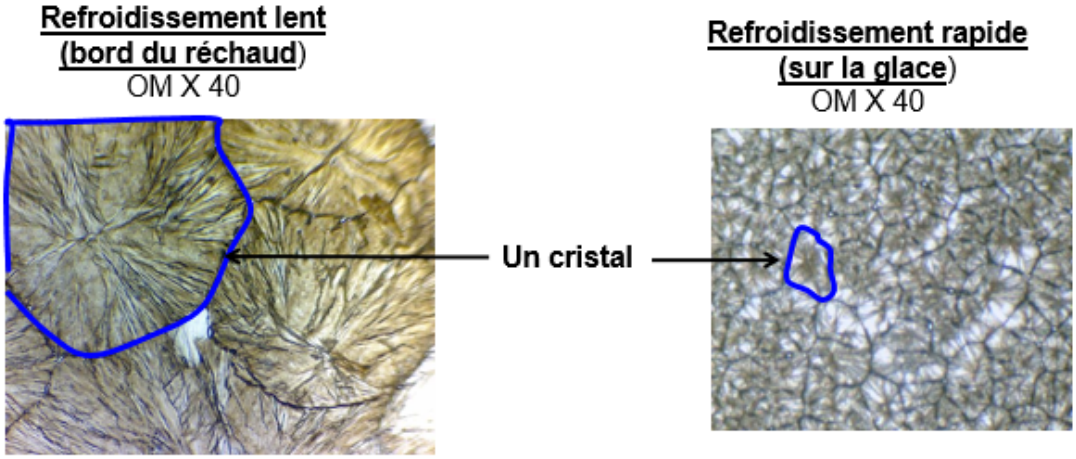
3- Proposer une explication à cette différence de volume à l'aide du document 1.

Partie B – Granite, basalte et gabbro

Granite, basalte et gabbro sont trois roches magmatiques. Le granite est une roche de la croûte continentale tandis que le basalte et le gabbro sont deux roches qui constituent principalement la croûte océanique.

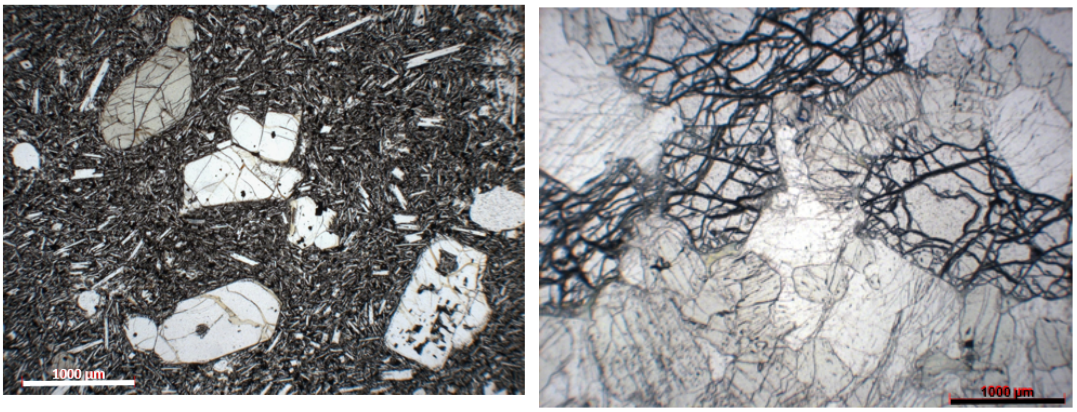
Document 3 – Un modèle de l'influence des conditions de refroidissement sur la cristallisation

De la poudre de vanilline a été déposée sur une lame, recouverte d'une lamelle, chauffée jusqu'à devenir liquide, puis refroidie. Les résultats sont observés au microscope polarisant.



Source : d'après l'auteur

Document 4 – Lame de basalte (à gauche) et lame de gabbro (à droite) observées en lumière polarisée non analysée



Source : https://lithotheque.ens-lyon.fr/Lithotheque

4- À partir de l'analyse des documents 3 et 4, expliquer la différence de structure observée pour ces deux roches magmatiques que sont le basalte et le gabbro.

Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

Quelles alternatives aux voitures thermiques ?

Sur 8 points

En 2021, les voitures utilisant essence ou diesel représentaient 98 % du parc automobile mondial (d'après le ministère de la transition écologique et du développement durable), générant ainsi des émissions polluantes. Les voitures à l'éthanol ou électriques émergent comme des alternatives à l'utilisation des énergies fossiles. On peut par exemple lire dans le magazine AutoPlus que la voiture électrique est une voiture « zéro émission, simplement révolutionnaire ».

L'objectif de cet exercice est d'étudier si le remplacement des voitures thermiques par d'autres motorisations répond aux préoccupations écologiques actuelles sur les émissions de dioxyde de carbone.

Document 1 – Carburants automobiles

On appelle « carburants » les substances dont la combustion permet le fonctionnement des moteurs thermiques. L'énergie chimique contenue dans le carburant est donc destinée à être convertie en énergie mécanique. Comme la plupart des carburants courants, l'essence ou le gazole sont en fait un mélange de nombreuses espèces chimiques extraites du pétrole : différents hydrocarbures (énergie chimique) et des additifs en faibles proportions introduits pour donner des propriétés particulières au mélange.

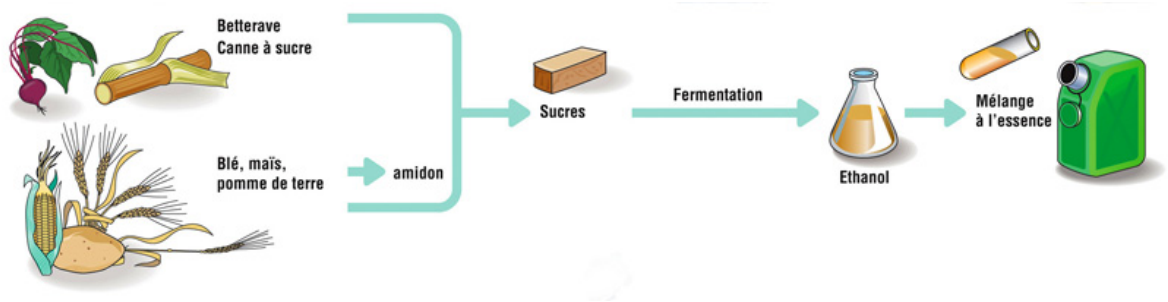
Source : d'après https://culturesciences.chimie.ens.fr

1- Expliquer pourquoi le pétrole ne peut pas être considéré comme une source d'énergie renouvelable. Justifier en vous appuyant sur la définition de ce terme.

Document 2 – Les agrocarburants

Les agrocarburants sont des carburants de substitution obtenus à partir de biomasse (matière première d'origine végétale, animale ou issue de déchets). Ils sont destinés à être utilisés dans les transports, principalement sous forme d'additifs ou de compléments aux carburants fossiles.

Les agrocarburants qu'on incorpore dans l'essence sont constitués essentiellement d'éthanol, issu principalement de la fermentation des sucres présents dans les betteraves ou les céréales.



Crédits : IFP Energies nouvelles

Les agrocarburants qu'on incorpore dans le gazole, regroupés généralement sous l'appellation « biodiesel », sont fabriqués à partir de matières oléagineuses comme le colza, le tournesol, les huiles alimentaires usagées ou les graisses animales.

Il importe de distinguer les agrocarburants de première génération, qui sont les plus consommés aujourd'hui, et ceux de seconde génération. Les premiers sont produits à partir de cultures destinées traditionnellement à l'alimentation, alors que les seconds sont élaborés à partir de matières premières non alimentaires. La troisième génération, ou algocarburant, devrait être produite dans le futur à partir d'algues ou de bactéries.

Source : d'après https://agriculture.gouv.fr/tout-savoir-sur-les-biocarburants

2- Justifier pourquoi les agrocarburants sont des carburants renouvelables.

3- Compléter l'équation de réaction chimique modélisant la combustion complète par le dioxygène dans un moteur thermique dont le carburant est l'éthanol de formule C_2H_6O :

$$C_2H_6O + \ldots O_2 \rightarrow \ldots CO_2 + \ldots H_2O$$

On souhaite comparer les émissions de dioxyde de carbone pour différents véhicules effectuant un même trajet.

Données :

- L'énergie produite par la combustion d'une tonne d'éthanol est E = 0,690 tep.
- 1 tep (tonne d'équivalent pétrole) = 41 868 MJ.
- 1 MJ (mégajoule) = 10^6 J.

- 1 t (tonne) = 10^3 kg.
- 1 g d'éthanol produit 1,9 g de dioxyde de carbone.

4- Montrer que la masse m d'éthanol nécessaire pour produire une énergie de 1,0 MJ est de m = 35 g.

5- Montrer que la masse de dioxyde de carbone libérée lors de la production de cette même quantité d'énergie est égale à 66 g.

Pour modéliser les propriétés énergétiques des carburants, on les assimile à des hydrocarbures moyens (octane et dodécane), de caractéristiques données ci-dessous :

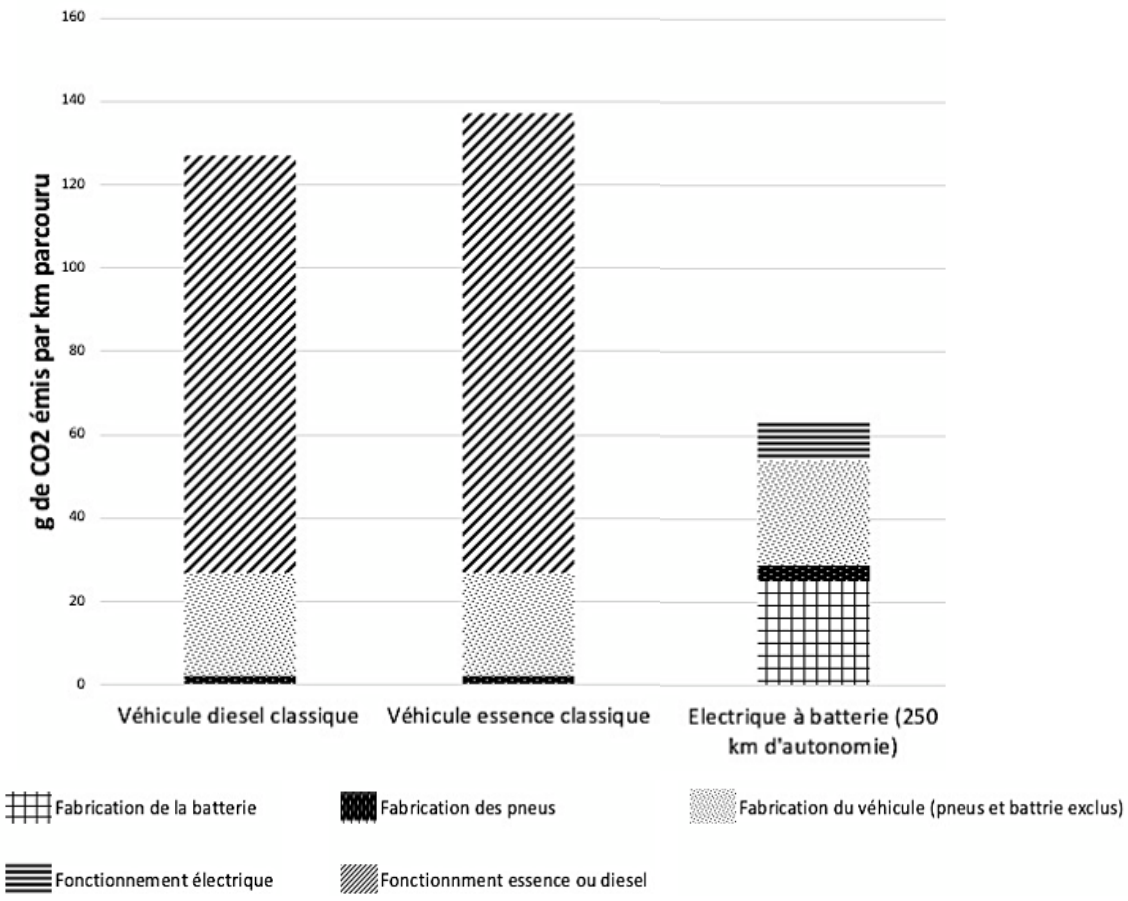
Carburant	**Hydrocarbure modèle**	**Formule chimique**	**Masse de dioxyde de carbone CO_2 produite par unité d'énergie dégagée par la combustion ($g.MJ^{-1}$)**
Essence	Octane	C_8H_{18}	69
Gazole	Dodécane	$C_{12}H_{26}$	71

6- Comparer la masse de dioxyde de carbone libérée pour une même quantité d'énergie pour l'octane, le dodécane et l'éthanol et expliquer pourquoi l'écart entre les trois valeurs ne permet pas de conclure en faveur d'un des types de carburants.

7- Présenter alors un avantage et un inconvénient à intégrer des biocarburants aux carburants fossiles.

Document 3 – Émission de dioxyde de carbone par km parcouru d'une personne utilisant son véhicule, pour différentes motorisations

La procédure d'essai mondiale harmonisée pour les véhicules légers (en anglais *Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures*, ou WLTP) est une norme d'essais d'homologation des véhicules qui permet de mesurer la consommation de carburant, l'autonomie électrique et les rejets de CO_2 et de polluants. Elle a été utilisée pour comparer des voitures de type berlines compactes de motorisations différentes. Les résultats sont reportés dans la figure ci-après.



Source : d'après A. Juton, F. Le Berr, La Revue 3EI, 99, p.3, janv.2020

8- Comparer les émissions de CO_2 pour une même distance parcourue par les différents types de véhicules.