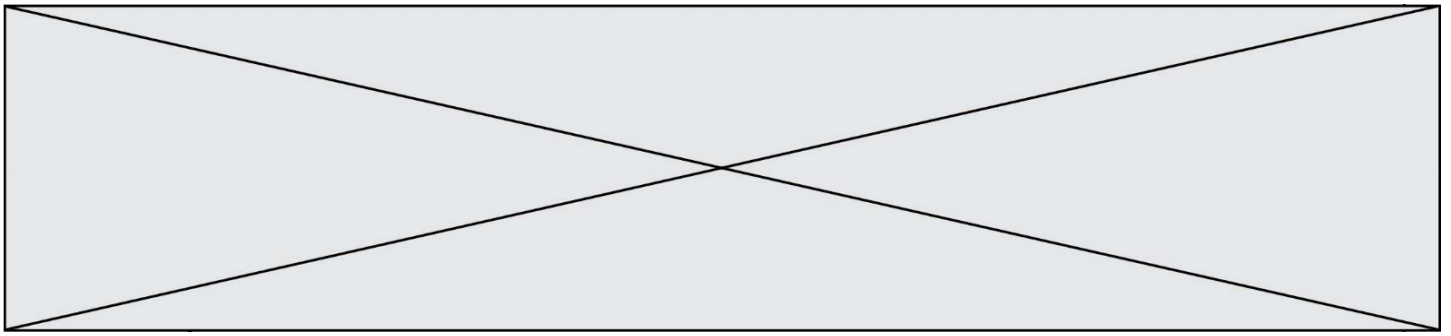




Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

Le protoxyde d'azote et le réchauffement climatique

Sur 10 points

« Troisième gaz à effet de serre au monde, le protoxyde d'azote (N_2O) joue un rôle important dans le réchauffement du climat, à quantités égales, il contribue environ 300 fois plus au réchauffement de l'atmosphère par effet de serre que le dioxyde de carbone » (Météo France, 2020). À l'échelle mondiale, une part de sa production est d'origine naturelle (majoritairement issue des sols et dans une moindre mesure de l'océan) et l'autre part est d'origine anthropique.

On cherche à étudier l'implication du protoxyde d'azote (N_2O) comme gaz à effet de serre et caractériser la part des activités humaines dans ces émissions.

- 1- En utilisant vos connaissances, choisir la (ou les) proposition(s) exacte(s) dans chacune des séries A), B), C) et D) puis indiquer, sur la copie, la (ou les) lettre(s) correspondante(s).

A) Le sol terrestre émet un rayonnement dans le domaine du spectre :

- a- visible ;
- b- infrarouge ;
- c- ultraviolet.

B) Un gaz à effet de serre se caractérise par le fait qu'il :

- a- absorbe une partie du rayonnement visible ;
- b- réfléchit une partie du rayonnement visible ;
- c- absorbe une partie du rayonnement infrarouge ;
- d- réfléchit une partie du rayonnement infrarouge.

C) Les deux principaux gaz à effet de serre impliqués dans le forçage radiatif sont :

- a- le dioxyde de carbone (CO_2) ;
- b- le dioxygène (O_2) ;
- c- la vapeur d'eau (H_2O) ;
- d- le diazote (N_2) ;
- e- le méthane (CH_4).

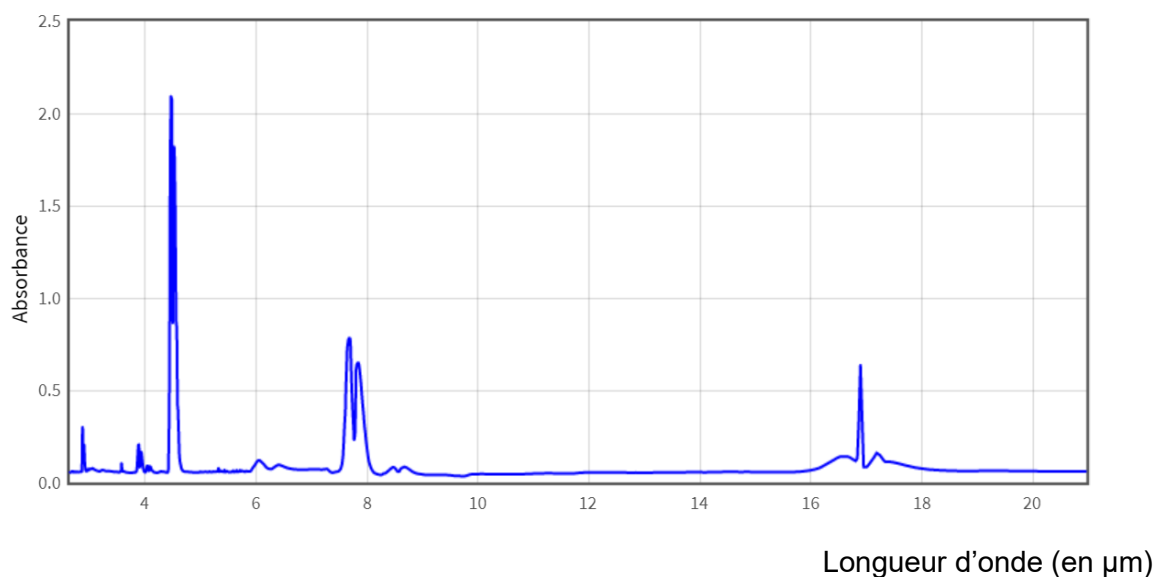


D) Depuis un siècle, l'ordre de grandeur d'augmentation de la température moyenne du globe est de :

- a- 0,2 °C ;
- b- 1 °C ;
- c- 2 °C ;
- d- 5 °C ;
- e- 20 °C.

2- Sachant que le sol émet un rayonnement de longueur d'onde comprise entre 7 et 15 μm , montrer que le protoxyde d'azote est un gaz à effet de serre, en exploitant le document 1.

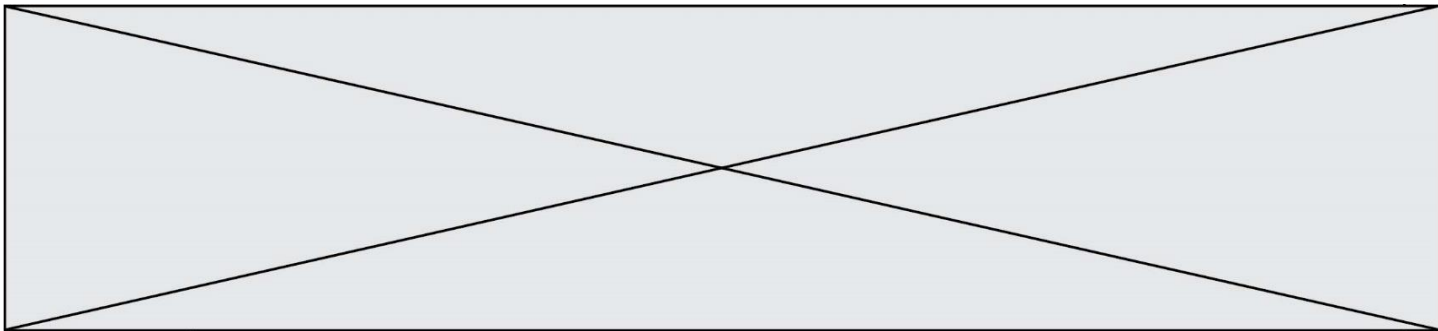
Document 1 – Spectre d'absorption infrarouge du protoxyde d'azote (N_2O)



Source : d'après la base de données du National Institute of Standard and Technologie (USA)

3- Utiliser les informations du document 2 pour :

- a) exprimer les émissions totales de N_2O anthropiques en tonnes d'azote pour l'année 2005 ;
- b) calculer le pourcentage des émissions de N_2O anthropiques par rapport aux émissions totales de N_2O pour 2005.

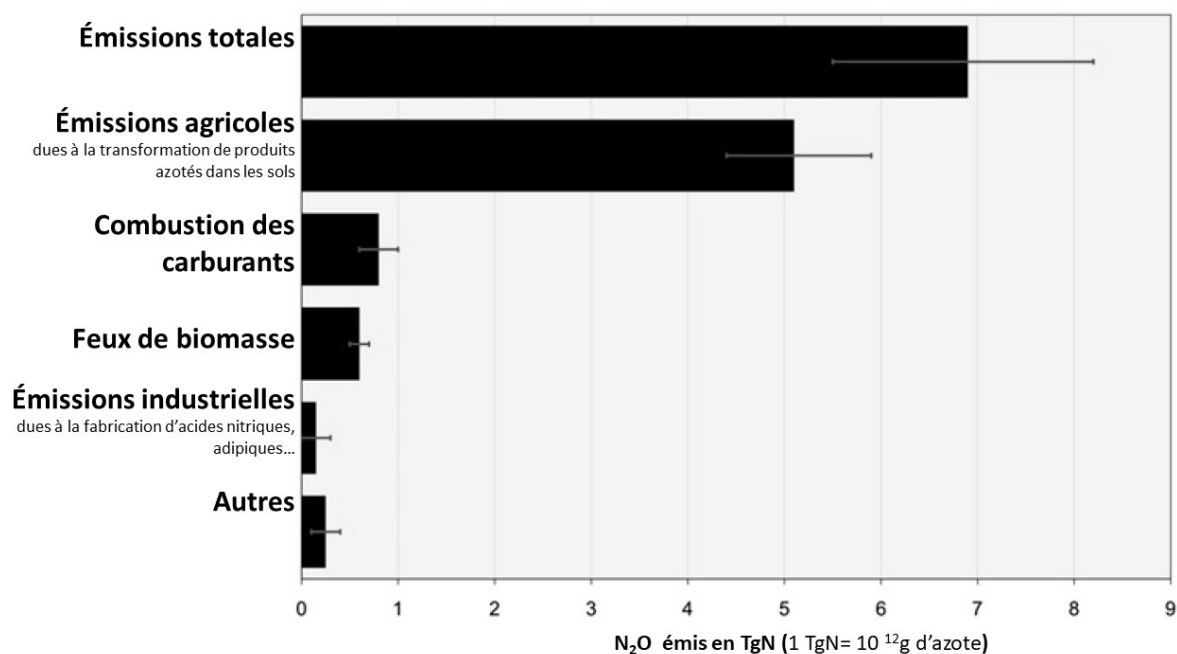


- 4- En utilisant les documents 2, 3 et 4 suivants, expliquer en quoi certaines activités agricoles contribuent au réchauffement climatique.

Document 2 – Émissions mondiales de protoxyde d'azote en 2005

En 2005, la production mondiale de protoxyde d'azote, toutes origines confondues, était estimée à 14,5 millions de tonnes.

Le graphique ci-dessous présente les émissions anthropiques de N_2O en 2005.



Source : d'après www.pnas.org

Les émissions de N_2O d'origine agricole proviennent essentiellement de la transformation des produits azotés tels que les engrais dans les sols, les déjections des animaux d'élevage (lisier, fumier) ou les résidus de récolte.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

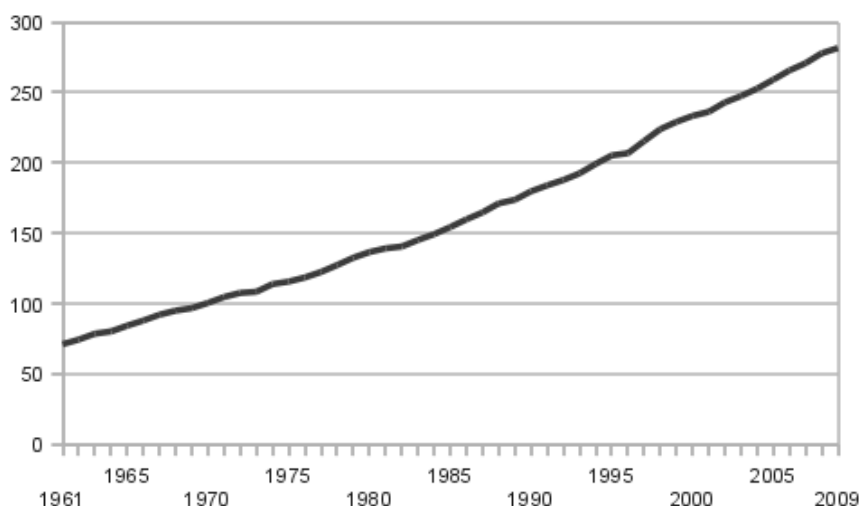
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

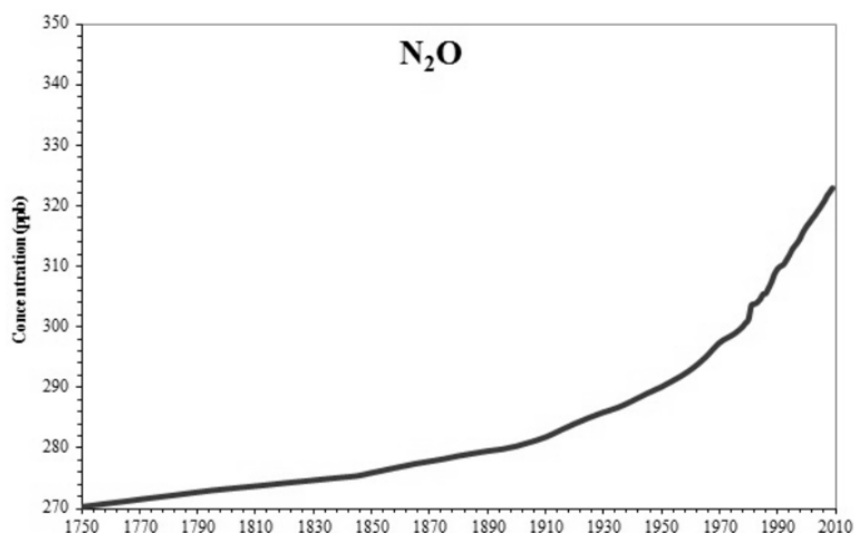
Document 3 – Évolution de la production mondiale de viande de 1961 à 2009 en millions de tonnes

Production mondiale de viande (10^6 tonnes)



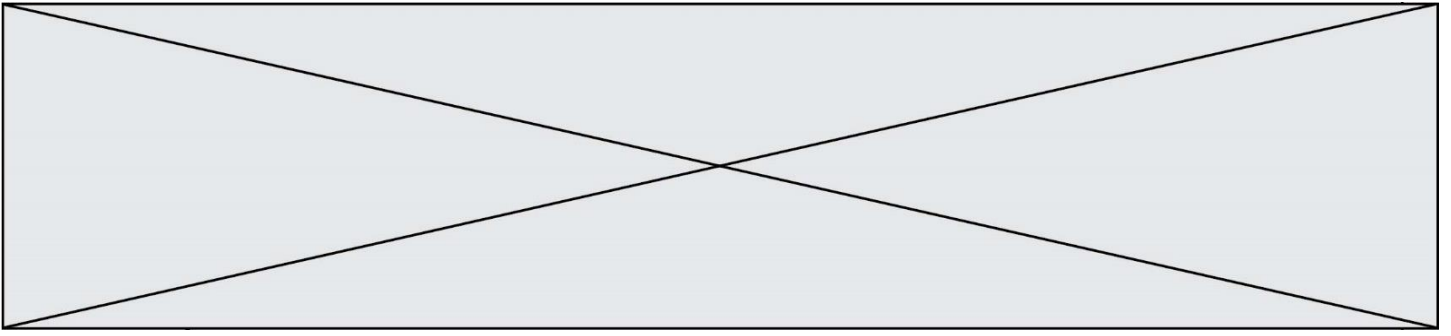
Source : FAOSTAT

Document 4 – Évolution de la concentration atmosphérique en N_2O de 1750 à 2010



Une concentration de 1 ppb, signifie qu'une molécule sur un milliard (soit 10^{-9}) dans un échantillon d'air est du N_2O .

Source : d'après l'EEA (agence européenne pour l'environnement)



L'une des conséquences du réchauffement climatique est l'élévation du niveau des océans, causée par la dilatation thermique de l'eau. On estime la surface de l'océan Atlantique à $82\,400\,000\text{ km}^2$, et son volume à $323\,600\,000\text{ km}^3$.

On rappelle la définition du coefficient de dilatation thermique :

$$\alpha = \frac{\Delta V}{V_{T_0} \times \Delta T}$$

avec

- α : le coefficient de dilatation thermique de l'eau égal à $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$;
- ΔV : la variation de volume exprimée en m^3 ;
- ΔT : la variation de température exprimée en $^\circ\text{C}$;
- V_{T_0} : le volume initial exprimé en m^3 .

Le scénario le plus pessimiste du GIEC prévoit une augmentation de température égale à $5\text{ }^\circ\text{C}$ d'ici à l'an 2100.

- 5- Calculer la variation du volume de l'océan associée à cette variation de température.
- 6- En déduire la valeur de l'élévation du niveau de l'océan Atlantique dans ce cas de figure pessimiste.

Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

La photosynthèse artificielle

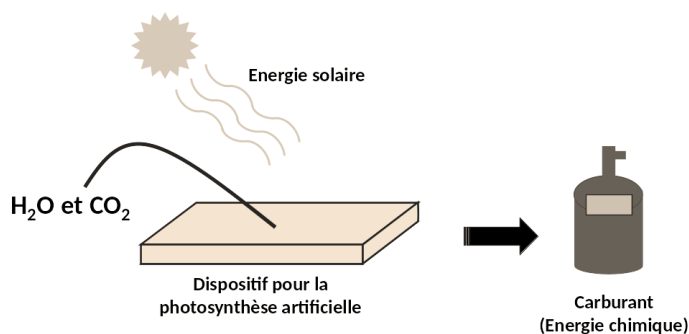
Sur 10 points

La photosynthèse est une réaction biochimique qui se produit chez les végétaux et certains micro-organismes. Depuis la fin des années 1980, des laboratoires cherchent à mettre au point des technologies de photosynthèse dite « artificielle » qui s'inspirent du processus naturel dans le but de produire de la matière organique pouvant constituer une ressource d'énergie verte pour produire de l'électricité.

L'objectif de ce sujet est d'expliquer l'intérêt de la photosynthèse artificielle et d'étudier la possibilité d'utiliser des dispositifs de photosynthèse artificielle pour alimenter un foyer en électricité.

Partie 1 – La conversion de l'énergie solaire en énergie chimique par les photosynthèses

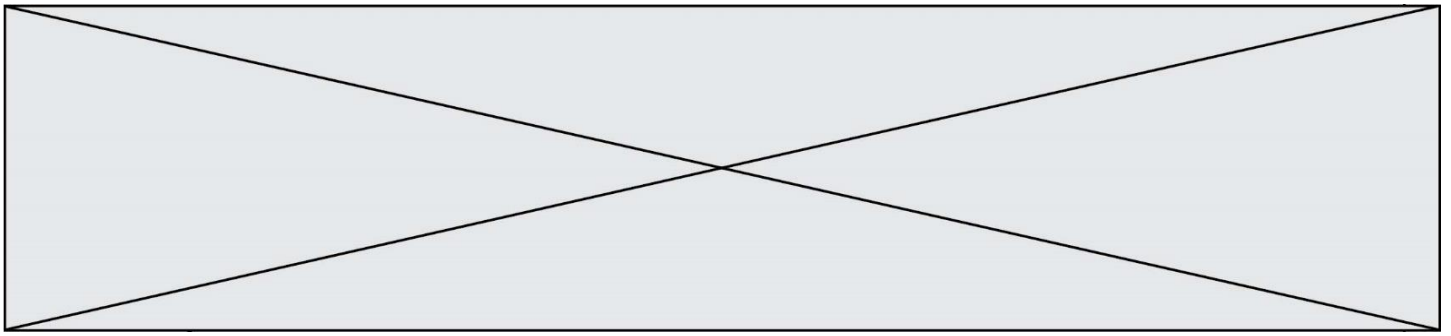
Les dispositifs de photosynthèse artificielle sont conçus avec des matériaux spéciaux qui sont capables de capter et convertir l'énergie solaire en énergie chimique stockée dans les carburants formés (produits carbonés et/ou dihydrogène).



Principe de la photosynthèse artificielle

Produit par l'auteur

Cette énergie chimique pourra ensuite être convertie en électricité. La photosynthèse artificielle s'appuie sur le principe de la photosynthèse naturelle qui nécessite de l'énergie lumineuse.



Document 1 – Expérience réalisée sur une feuille de *Pelargonium*

Une expérience est réalisée en laboratoire avec une feuille de *Pelargonium*, recouverte partiellement d'un cache, éclairée pendant 12 heures. Le dispositif expérimental est présenté dans la figure A ci-dessous. Le cache est ensuite enlevé et la feuille est décolorée dans de l'éthanol bouillant sous hotte en présence d'un dispositif réfrigérant. La feuille est ensuite colorée à l'aide de l'eau iodée. L'eau iodée adopte une coloration noir-violet en présence d'amidon (glucide). Elle reste jaune en l'absence d'amidon. Les résultats obtenus sur la feuille sont présentés sur la photographie de la figure B.



Figure A : dispositif expérimental présentant le cache posé sur la feuille de *Pélargonium*.



Figure B : résultats obtenus suite à la coloration à l'eau iodée.

Source : d'après <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/manipulations-en-svt/experiences-sur-la-photosynthese>

- 1- Expliquer en quoi les photosynthèses naturelle et artificielle sont considérées comme des modes de conversion d'une énergie solaire en une énergie chimique à partir des données tirées du document 1 et de vos connaissances.

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

Partie 2 – Efficacité énergétique de la photosynthèse artificielle

L'efficacité énergétique (rapport entre l'énergie chimique reçue et l'énergie solaire utilisée) de la photosynthèse naturelle ne dépasse pas les 1 % chez les végétaux. À l'heure actuelle, l'efficacité énergétique de la photosynthèse artificielle est également faible.

- 2- La puissance surfacique solaire moyenne reçue au sol est de 350 W.m^{-2} . La surface d'un dispositif de photosynthèse artificielle est de 10 cm^2 .

Montrer que la puissance solaire reçue par le dispositif est égale à $0,35 \text{ W}$.

- 3- Calculer l'énergie solaire reçue par le dispositif pour une durée d'ensoleillement de 6 h par jour.

L'énergie reçue et stockée chimiquement par le dispositif pour une durée d'ensoleillement de 6 h par jour est égale à $1,8 \times 10^2 \text{ J}$.

- 4- Calculer l'efficacité énergétique du dispositif. Comparer cette valeur avec celle de la photosynthèse naturelle.

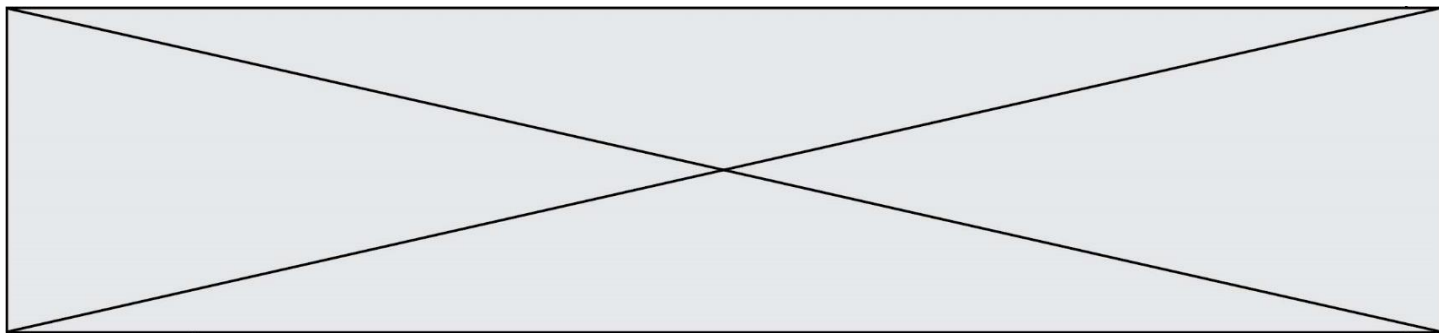
Pour la question suivante, on admettra que toute l'énergie stockée chimiquement par le dispositif peut être convertie en électricité pouvant alimenter un foyer et que la durée quotidienne d'ensoleillement est de 6 h. La consommation quotidienne d'électricité par personne par foyer en France est de 6 kWh.

- 5- Déterminer le nombre nécessaire de dispositifs pour fournir quotidiennement en électricité un foyer composé de 5 personnes.

Indication : le Watt-heure (Wh) est une unité physique qui correspond à l'énergie consommée ou délivrée par un système d'une puissance de 1 Watt pendant une durée d'une heure.

- 6- Calculer la surface totale occupée par l'ensemble des dispositifs.

Conclure sur la possibilité d'utilisation des dispositifs de photosynthèse artificielle pour alimenter quotidiennement un foyer en électricité.



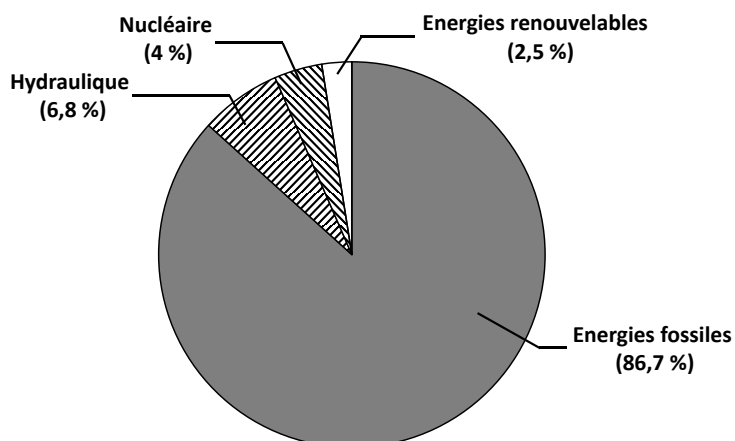
Partie 3 – L'intérêt de la photosynthèse artificielle

Document 2 – Les besoins d'énergie dans le futur

La population mondiale estimée à 7,7 milliards d'habitants en 2019 ne cessera de croître pour atteindre 9,8 milliards d'habitants en 2050. En poursuivant le rythme actuel de consommation d'énergie, celle-ci passerait d'environ 17 térawatts en 2019 à 30 térawatts en 2050. (Note : 1 térawatt = 10^{12} watts)

Source : d'après M. Fontecave ; « Photosynthèse : du CO₂ aux carburants solaires » ; Colloque Chimie et lumière, 26 février 2020, Fondation de la Maison de la Chimie.

Document 3 – Proportion de l'utilisation des différentes sources d'énergie sur la planète



Source : d'après M. Fontecave ; « Photosynthèse : du CO₂ aux carburants solaires » ; Colloque Chimie et lumière, 26 février 2020, Fondation de la Maison de la Chimie.

- 7- À l'aide des documents 2 et 3 ainsi que des connaissances, discuter de l'intérêt de la photosynthèse artificielle en lien avec les défis auxquels l'humanité est confrontée.

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 « Une longue histoire de la matière »

Peut-on retrouver des témoins des conditions nécessaires au développement de la vie sur la planète Mars ?

Sur 10 points

Depuis février 2021, le robot Perseverance est chargé d'une mission d'envergure sur la planète Mars : collecter des dizaines d'échantillon de roches.

Perseverance a récemment découvert des preuves géologiques de l'existence d'une grande rivière à fort débit qui dévalait jadis le terrain martien.

Source : Site internet Sciencepost Juillet 2023

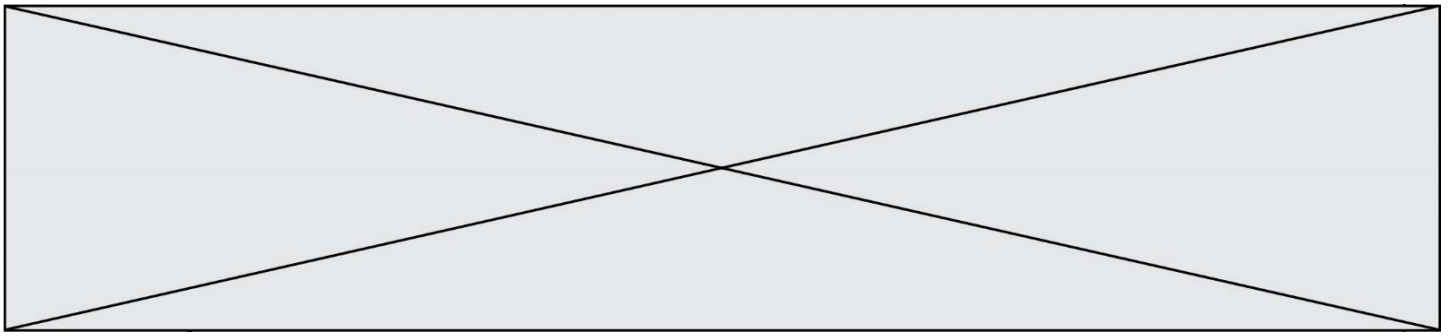
Dans cet exercice nous nous intéresserons dans un premier temps à la présence de l'eau sur Mars. Puis nous étudierons plus en détail la structure de la glace.

Quelle eau sur la planète Mars ?

Document 1 – Quelques caractéristiques des planètes Mars et Terre

Planète	Mars	Terre
Distance au Soleil (en km)	$2,3 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$
Masse de la planète (en kg)	$6,4 \times 10^{23}$	$6,0 \times 10^{24}$
Épaisseur de l'atmosphère (en km)	≈ 100	500
Principaux gaz de l'atmosphère (en % du volume)	CO ₂ (95,3 %) ; N ₂ (3,5 %) ; traces de H ₂ O et O ₂	N ₂ (78,1 %) ; O ₂ (21,0 %) ; H ₂ O (1 %) ; traces de CO ₂
Température minimale (°C)	-126	-88
Température maximale (°C)	27	58
Pression atmosphérique de surface (en Pa)	6×10^2	1×10^5

Source : D'après SVT 2^{de}, programme 2010, édition Nathan.



Document 2 – De l'eau sur Mars

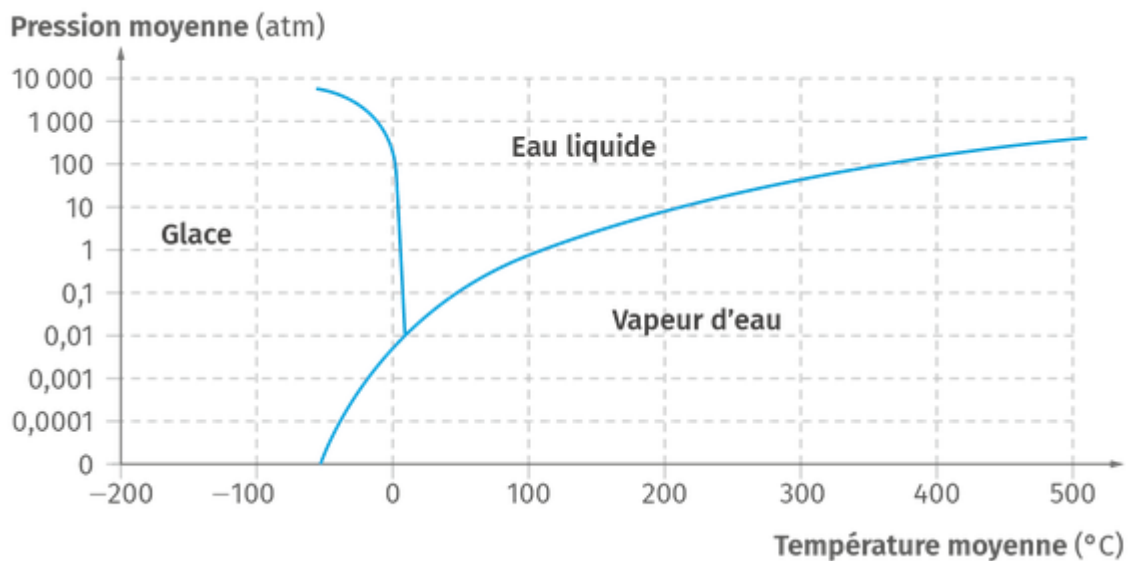
Mars est entourée d'une atmosphère contenant, entre autres, de la vapeur d'eau.

La température sur Mars oscille entre 20 °C et -120 °C environ pour une valeur moyenne voisine de -50 °C.

Des observations ont montré la présence d'une calotte de glace au pôle Nord de Mars constituée pour 15 % d'eau.

Source : D'après SVT 2^{de}, programme 2010, édition Nathan.

Document 3 – Diagramme de phases de l'eau



1 atm = 1 x 10⁵ Pa

Source : D'après lelivrescolaire.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 : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

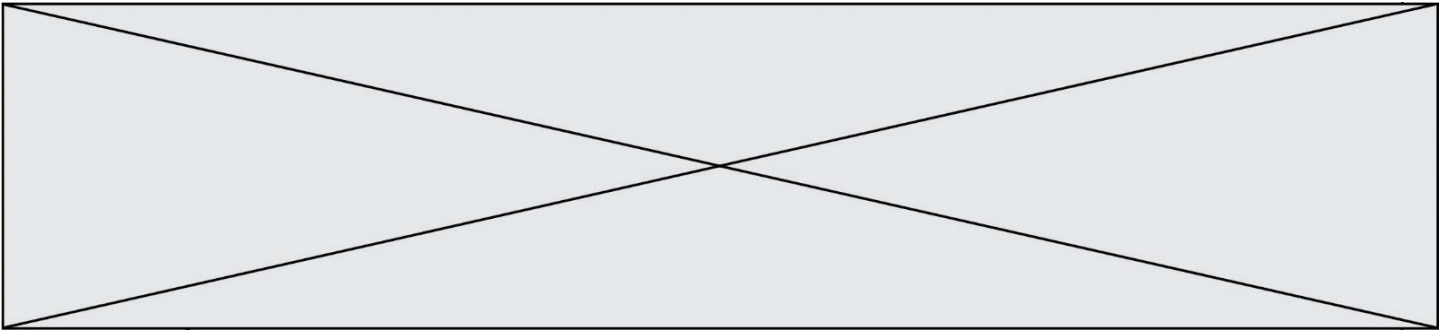
Document 4 – La recette pour la vie

Pour qu'apparaisse la vie telle qu'on la connaît sur Terre il faut :

- Des atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de phosphore et de soufre. On les trouve en abondance dans l'Univers rassemblés au sein de molécules comme l'eau (H_2O).
- De l'eau sous forme liquide, indispensable pour former des plus grosses molécules.
- De l'énergie qui peut provenir de différentes sources : énergie géothermique, énergie solaire...

Source : D'après SVJ n°335 août 2017

- 1- a) Comparer les pressions atmosphériques des planètes Mars et Terre et donner un ordre de grandeur comparatif.
b) Sachant que $1 \text{ atm} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$, convertir les pressions atmosphériques des planètes Mars et Terre en atm, en donnant le résultat sous forme décimale.
- 2- À l'aide des documents 1 à 3, préciser si on peut trouver actuellement de l'eau liquide sur Mars. Vous complétez le graphique du document réponse donné en annexe pour argumenter votre réponse.
- 3- À partir des documents proposés, préciser si les conditions nécessaires au développement de la vie sur la planète Mars sont actuellement réunies. Justifier.
- 4- Interpréter les observations effectuées par Persévérance datées de juillet 2023.
- 5- Déterminer le facteur limitant à l'existence de la vie sur mars aujourd'hui.





Document réponse à rendre avec la copie

Exercice 3 – Question 2

Graphique pour argumenter la réponse.

