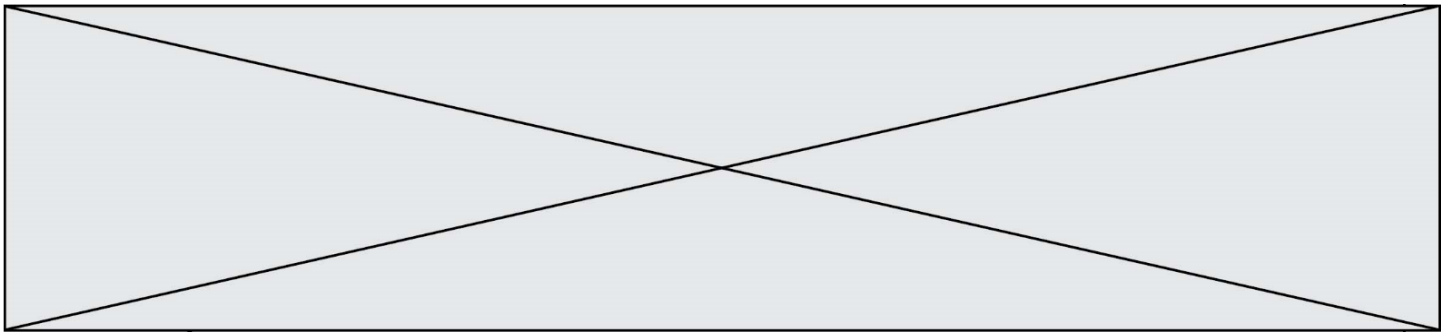




Exercice 1 (obligatoire) – Niveau première (mathématiques)

Population de deux villages

Sur 4 points

Partie A – Premier village

Un village compte 1 500 habitants au 1^{er} janvier 2023. Le maire estime que la population de ce village va augmenter de 2 % par an.

En utilisant cette estimation, on choisit de modéliser la population de ce village à l'aide d'une suite (u_n) où u_n désigne le nombre d'habitants du village au 1^{er} janvier de l'année 2023 + n , avec n entier naturel. Ainsi $u_0 = 1\,500$.

- 1- Selon les estimations du maire, combien d'habitants y aura-t-il dans ce village le 1^{er} janvier 2024 ?
- 2- Justifier que (u_n) est une suite géométrique dont on précisera la raison.
- 3- Exprimer, pour tout entier naturel n , u_n en fonction de n .

Partie B – Second village

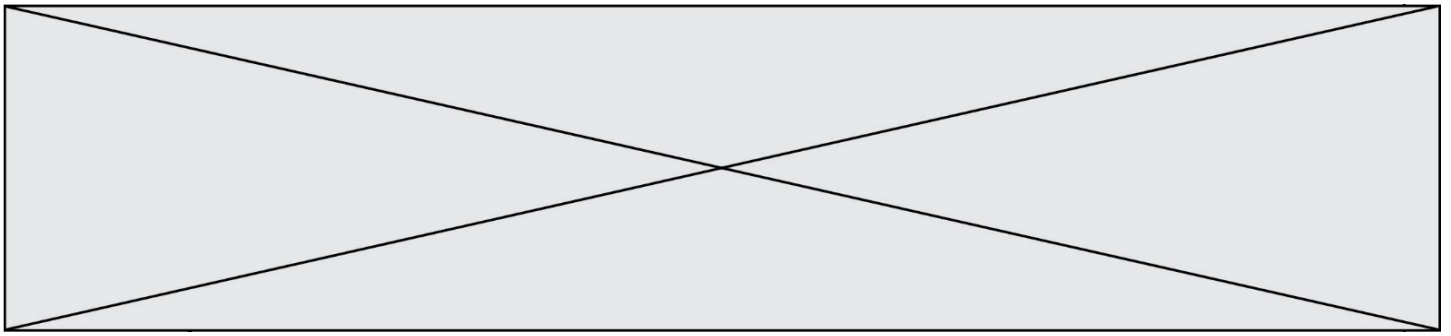
Un village voisin compte 2 000 habitants au 1^{er} janvier 2023. Le maire estime que la population de ce village va augmenter de 30 habitants par an.

En utilisant cette estimation, on choisit de modéliser la population de ce village à l'aide d'une suite (v_n) où v_n désigne le nombre d'habitants de ce village au 1^{er} janvier de l'année 2023 + n , avec n entier naturel. Ainsi $v_0 = 2\,000$.

- 1- Justifier que (v_n) est une suite arithmétique dont on précisera la raison.
- 2- Exprimer, pour tout entier naturel n , v_n en fonction de n .

Partie C – Comparaison du nombre d'habitants

En utilisant les modélisations précédentes, déterminer au bout de combien d'années le nombre d'habitants du premier village sera supérieur au nombre d'habitants du second village.



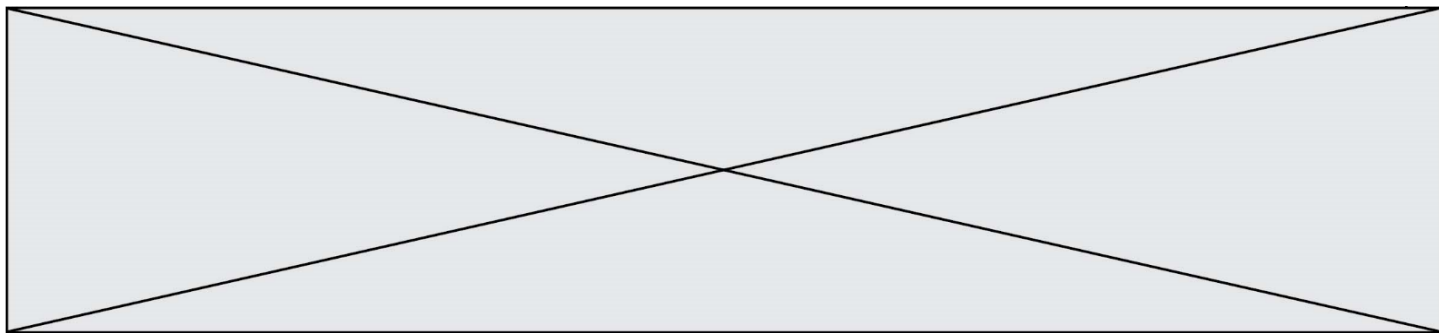
Document 2 – Les temps de sédimentation et d'érosion par Charles Darwin

« Ainsi que Lyell l'a très justement fait remarquer, l'étendue et l'épaisseur de nos couches de sédiments sont le résultat et donnent la mesure de la dénudation¹ que la croûte terrestre a éprouvée ailleurs. Il faut donc examiner par soi-même ces énormes entassements de couches superposées, étudier les petits ruisseaux charriant de la boue, contempler les vagues rongant les antiques falaises, pour se faire quelque notion de la durée des périodes écoulées [...]. Il faut surtout errer le long des côtes formées de roches modérément dures, et constater les progrès de leur désagrégation. [...] Rien ne peut mieux nous faire concevoir ce qu'est l'immense durée du temps, selon les idées que nous nous faisons du temps, que la vue des résultats si considérables produits par des agents atmosphériques² qui nous paraissent avoir si peu de puissance et agir si lentement. Après s'être ainsi convaincu de la lenteur avec laquelle les agents atmosphériques et l'action des vagues sur les côtes rongent la surface terrestre, il faut ensuite, pour apprécier la durée des temps passés, considérer, d'une part, le volume immense des rochers qui ont été enlevés sur des étendues considérables, et, de l'autre, examiner l'épaisseur de nos formations sédimentaires. [...]

J'ai vu, dans les Cordillères, une masse de conglomérats³ dont j'ai estimé l'épaisseur à environ 10 000 pieds [3 km] ; et, bien que les conglomérats aient dû probablement s'accumuler plus vite que des couches de sédiments plus fins, ils ne sont cependant composés que de cailloux roulés et arrondis qui, portant chacun l'empreinte du temps, prouvent avec quelle lenteur des masses aussi considérables ont dû s'entasser. [...] M. Croll démontre, relativement à la dénudation produite par les agents atmosphériques, en calculant le rapport de la quantité connue de matériaux sédimentaires que charrient annuellement certaines rivières, relativement à l'étendue des surfaces drainées, qu'il faudrait six millions d'années pour désagréger et pour enlever [...] une épaisseur de 1 000 pieds [35 mètres] de roches. Un tel résultat peut paraître étonnant, et le serait encore si, d'après quelques considérations qui peuvent faire supposer qu'il est exagéré, on le réduisait à la moitié ou au quart. Bien peu de personnes, d'ailleurs, se rendent un compte exact de ce que signifie réellement un million. »

Source : extrait "Du laps de temps écoulé, déduit de l'appréciation de la rapidité des dépôts et de l'étendue des dénudations", L'origine des espèces, Charles Darwin (1859)

- 1 - La dénudation correspond à l'effacement des reliefs par érosion.
- 2 - Les agents atmosphériques désignent les agents responsables de l'érosion comme la pluie, le gel, le vent.
- 3 - Un conglomérat est une roche issue de la dégradation mécanique d'autres roches et composée de sédiments liés par un ciment naturel.



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.

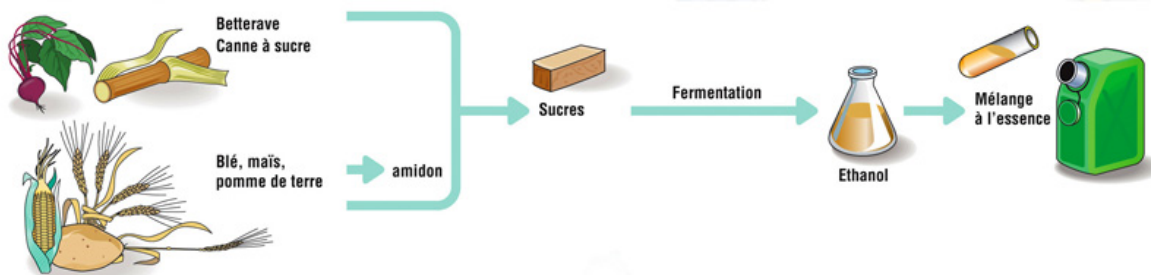
Source : d'après <https://culturesciences.chimie.ens.fr>

- 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.



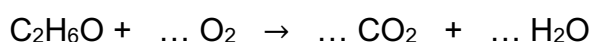
Crédits : IFP Energies nouvelles

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>

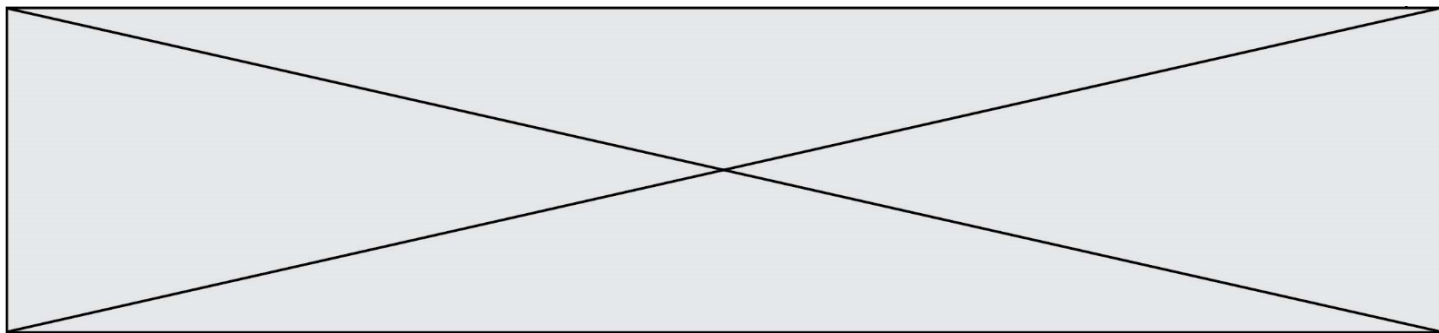
- 2- Justifier pourquoi les agrocarburants sont des carburants renouvelables.
- 3- Compléter l'équation de réaction chimique modélisant la combustion complète par le dioxygène dans un moteur thermique dont le carburant est l'éthanol de formule C_2H_6O :



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 ₈ H 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 CO₂ 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.

Modèle CCYC : ©DNE

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

Prénom(s) :

N° candidat :

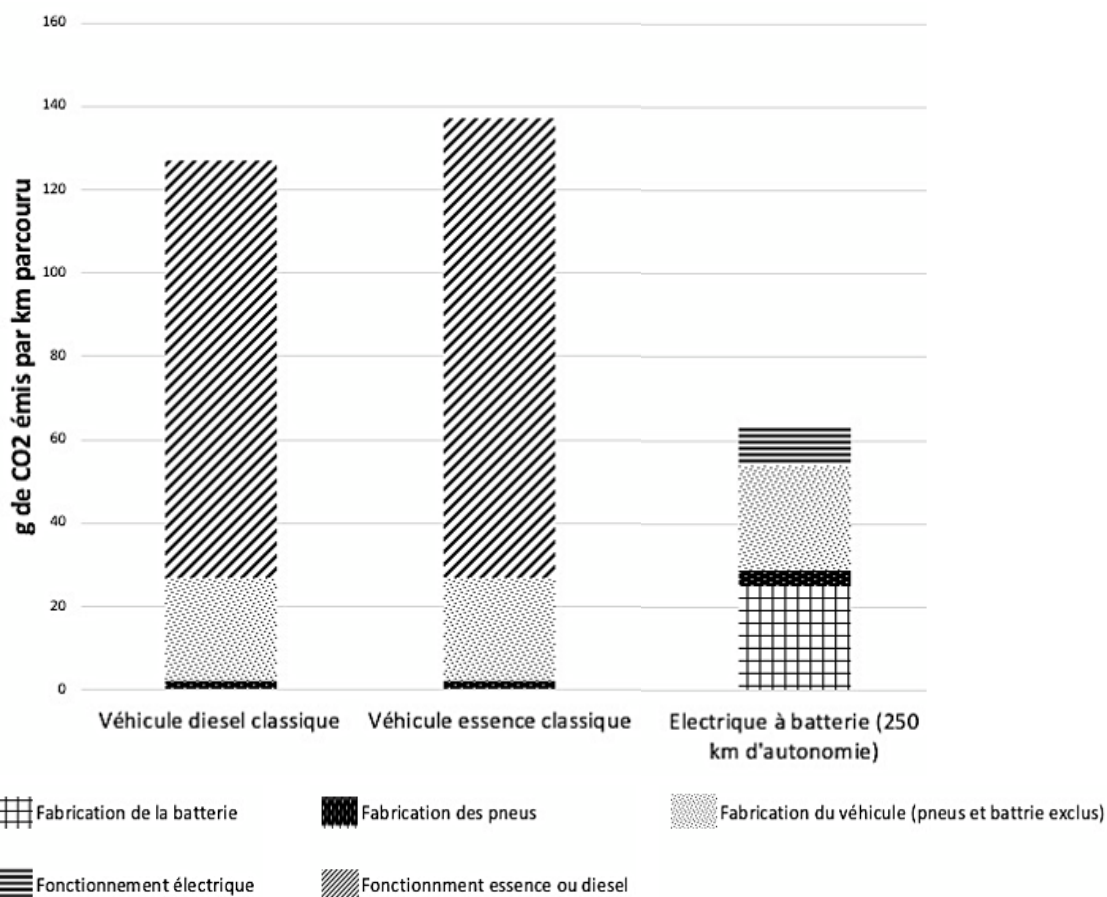
N° d'inscription :



Né(e) le :

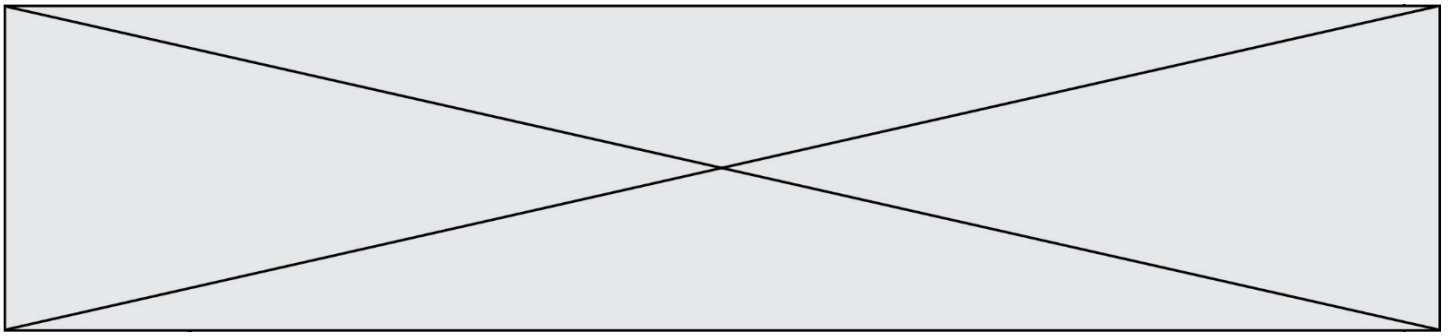
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1



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

- 8- Comparer les émissions de CO₂ pour une même distance parcourue par les différents types de véhicules.



Exercice 3 (au choix)

Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

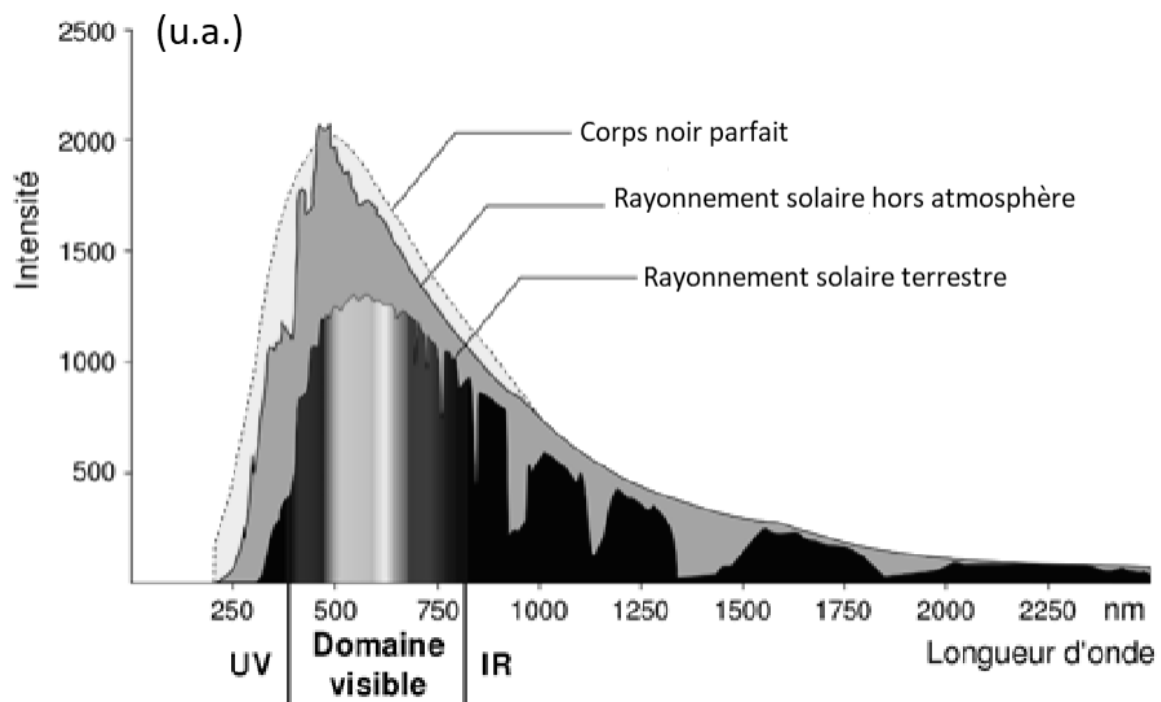
Le Soleil, source de vie sur Terre ?

Sur 8 points

Le Soleil émet un rayonnement électromagnétique dans toutes les directions ; une partie de ce rayonnement est reçue par la Terre et constitue une source d'énergie essentielle à la vie. De même, l'atmosphère terrestre contribue à créer des conditions propices à la vie sur Terre.

Partie 1 – Le rayonnement solaire

Document 1 – Spectre du rayonnement émis par le Soleil en fonction de la longueur d'onde



Source : D'après https://www.ilephysique.net/img/forum_img/0258/forum_258713_1.jpg

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

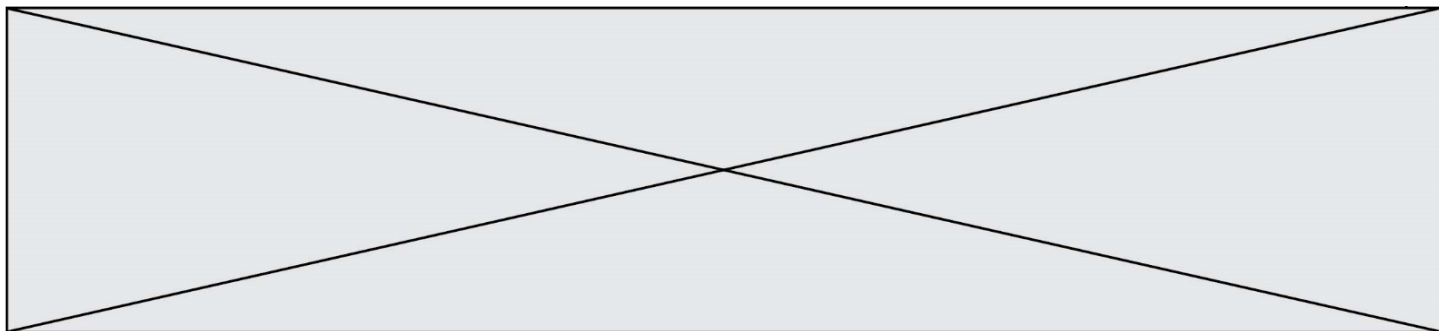
La relation entre la température en degrés Celsius θ ($^{\circ}\text{C}$) et la température absolue T en kelvins (K) est : $T(\text{K}) = 273 + \theta(^{\circ}\text{C})$.

Le Soleil peut être modélisé par un corps noir, qui émet un rayonnement thermique correspondant à une température d'environ 5800 K.

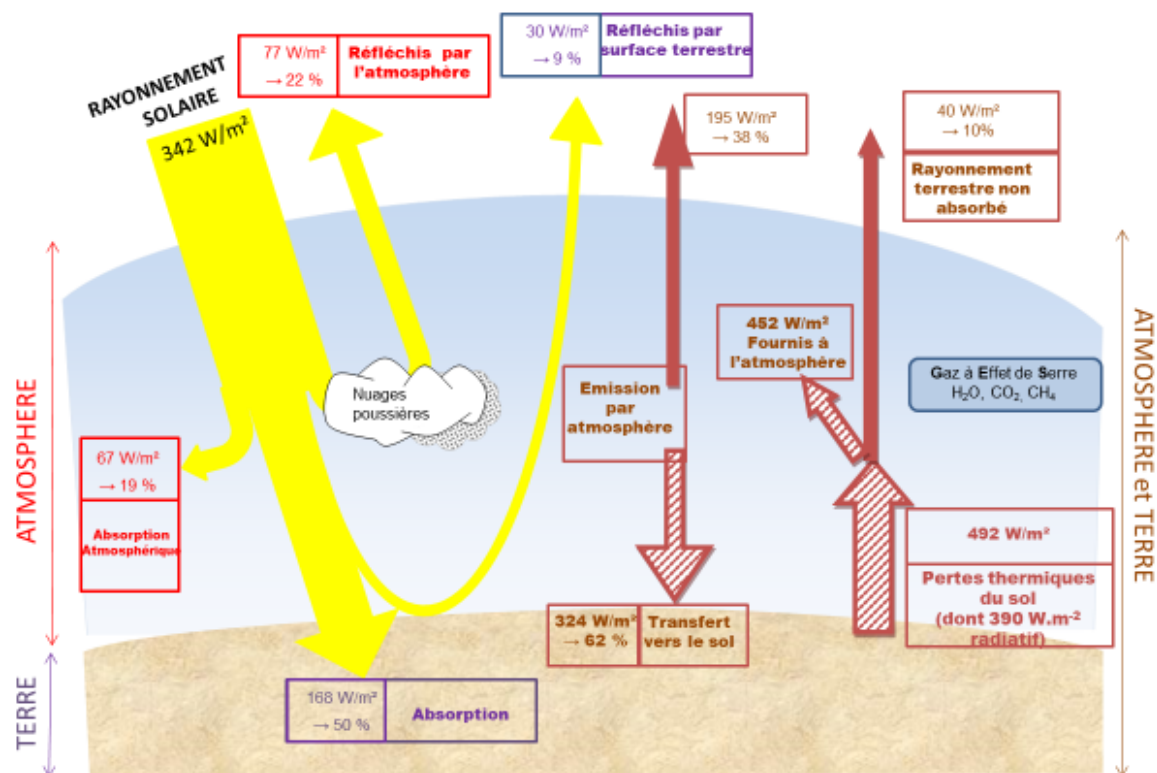
La loi de Wien est la relation entre la température de surface T d'un corps et la longueur d'onde λ_{max} au maximum d'émission :

$$\lambda_{\text{max}} \times T = 2,90 \times 10^{-3} \text{ m.K} \quad \text{avec } T \text{ en kelvins et } \lambda_{\text{max}} \text{ en mètres.}$$

- 1- Déterminer approximativement, à partir du document 1, la valeur de la longueur d'onde correspondant au maximum d'intensité du rayonnement solaire hors atmosphère.
- 2- Justifier par un calcul que dans l'hypothèse où le soleil est modélisé par un corps noir, sa température de surface est voisine de 5800 K.
- 3- À partir des valeurs indiquées dans le document 2, montrer que le bilan énergétique à la surface de la Terre est équilibré, autrement dit que la puissance que la Terre reçoit est égale à celle qu'elle fournit à l'extérieur. Montrer que cela est également le cas pour le système global Terre-atmosphère.



Document 2 – Schéma du bilan énergétique terrestre



Le schéma précédent présente les flux énergétiques émis, diffusés et réfléchis par les différentes parties de l'atmosphère. L'albédo terrestre moyen est de 30 %.

Les flèches pleines correspondent à des transferts radiatifs. Les flèches hachurées correspondent à des transferts mixtes- radiatifs et non radiatifs.

Sont précisés : les puissances par unité de surface associées à chaque transfert et le pourcentage qu'elles représentent relativement à la puissance solaire incidente ($342 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$).

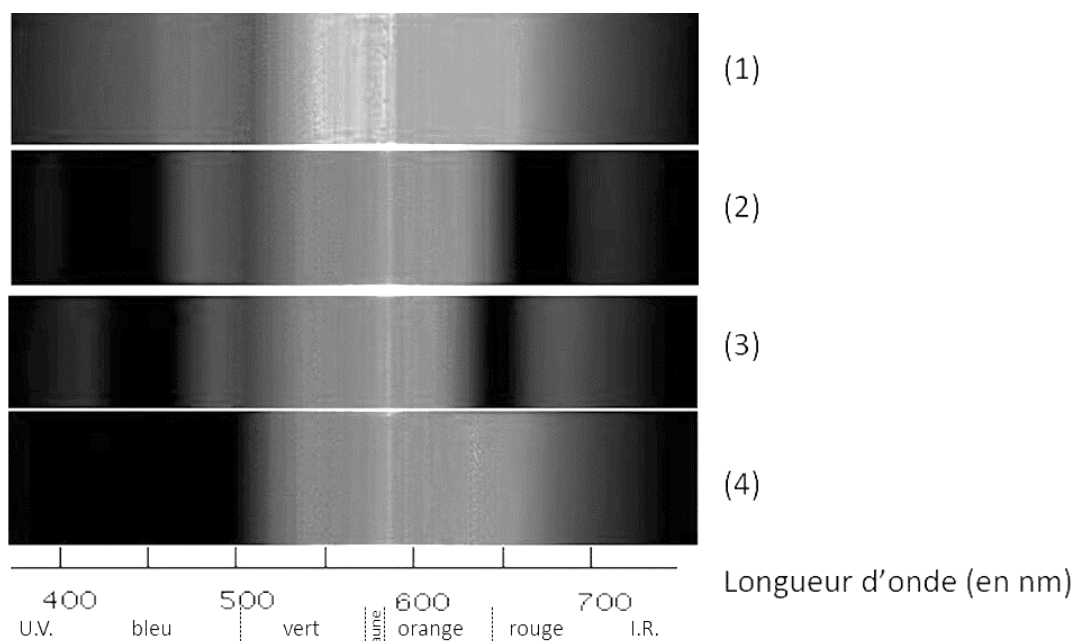
Source : Document créé par l'auteur



Partie 2 – La conversion de l'énergie solaire

Document 3 – Spectre des chlorophylles

Les organismes chlorophylliens renferment de nombreux pigments photosynthétiques comme les chlorophylles a et b, et les caroténoïdes. En faisant traverser par de la lumière blanche (spectre 1), des solutions contenant chacune un seul de ces pigments, on obtient les spectres suivants : chlorophylle a (spectre 2), chlorophylle b (spectre 3) et caroténoïdes (spectre 4).

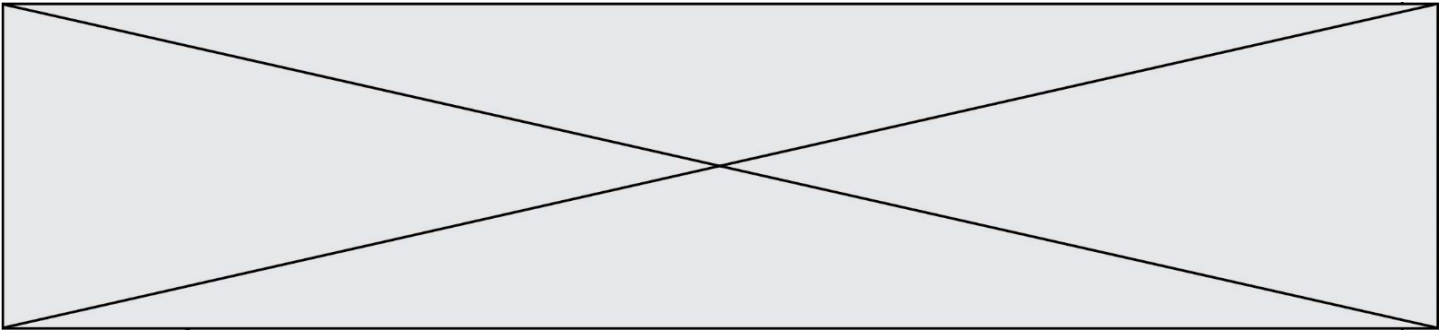


Source : D'après <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese/exp233.html>

4- Pour **chacune** des propositions suivantes (4-1 et 4-2), indiquer la bonne réponse.

4-1- Ces différents spectres nous permettent alors :

- a- de déterminer la température de la plante.
- b- d'en déduire la composition chimique des pigments.
- c- d'en déduire les longueurs d'ondes absorbées par chaque pigment photosynthétique.
- d- d'en déduire la quantité de chaque pigment.



4-2- L'être humain est dépendant de l'énergie solaire utilisée par les plantes pour son fonctionnement car, en présence de lumière et lors de la photosynthèse, les plantes produisent :

- a- matière organique et O_2 .
- b- matière organique et CO_2 .
- c- matière minérale et O_2 .
- d- matière minérale et CO_2 .



Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

L'origine du dioxygène atmosphérique

Sur 8 points

L'atmosphère primitive de la planète Terre, qui s'est formée il y a 4,6 milliards d'années, présentait une composition différente de celle de l'atmosphère terrestre actuelle. Riche en vapeur d'eau et en dioxyde de carbone, cette atmosphère était dépourvue de dioxygène. Des indices géologiques ont permis de montrer que l'atmosphère terrestre s'est oxygénée bien après la formation de la planète.

Cet exercice s'intéresse à l'origine du dioxygène atmosphérique.

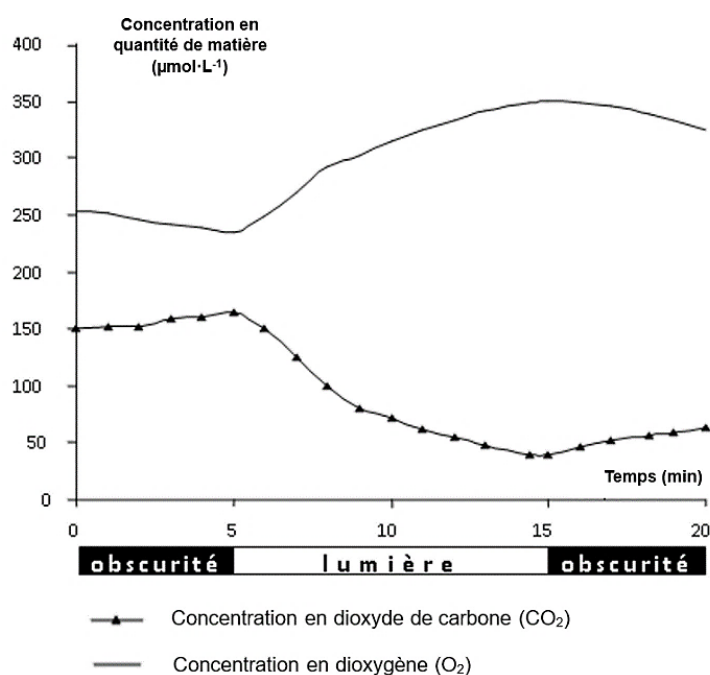
Document 1 – Les stromatolithes, des témoins de l'apparition du dioxygène dans les océans

Les stromatolithes sont des formations sédimentaires produites par l'action de cyanobactéries, bactéries vivant dans les eaux chaudes peu profondes. Les stromatolithes fossiles les plus anciens qui ont été découverts jusqu'à présent sont datés de -3,5 milliards d'années.

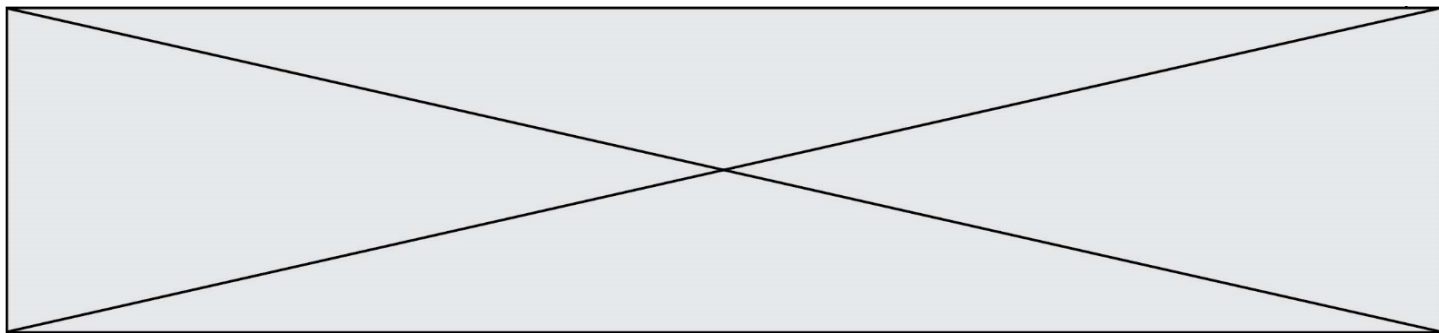
On place des cyanobactéries dans une enceinte fermée. Dans ces conditions, aucun échange entre le milieu de culture et le milieu extérieur n'est possible. Les cyanobactéries sont alternativement placées à la lumière et à l'obscurité.

On mesure les échanges gazeux entre les cyanobactéries et leur milieu de culture.

Les résultats sont présentés dans le graphique ci-contre.



Source du graphique : <http://svt.ac-dijon.fr>



- 1- Exploiter le document 1 pour montrer que le métabolisme énergétique des cyanobactéries n'est pas le même à la lumière et à l'obscurité.
- 2- Préciser les réactifs intervenant dans la réaction de la photosynthèse et les produits obtenus grâce à cette réaction.

Document 2 – L'expérience de Ruben et Kamen

En 1941, les chimistes Samuel Ruben et Martin Kamen cherchent à identifier l'origine du dioxygène produit lors de la photosynthèse.

Pour cela, ils placent des algues chlorophylliennes en suspension dans deux milieux différents (A et B) faits d'eau et de dioxyde de carbone. Mais l'eau du milieu A ne comporte pas la même proportion d'isotope de l'oxygène ^{18}O que dans le milieu B. Le dioxyde de carbone présent dans le milieu A et dans le milieu B non plus.

Les deux suspensions sont exposées à la lumière. Le dioxygène produit par les algues est recueilli et la proportion des molécules de dioxygène comportant l'élément ^{18}O est mesurée :

	Proportion de molécules comportant ^{18}O en %		
	eau	dioxyde de carbone	dioxygène produit
Suspension A	0,85	0,20	0,84
Suspension B	0,20	0,68	0,20

Source: d'après "Heavy oxygen (^{18}O) as a tracer in the study of photosynthesis"

(RUBEN S., RANDALL M., KAMEN M et HYDE J.L. (1941)).

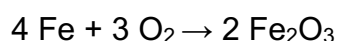
- 3- D'après les résultats obtenus par les chercheurs, identifier l'origine de l'oxygène contenu dans le dioxygène libéré par les algues.
- 4- À l'aide des connaissances, indiquer le type de réaction chimique subie par l'eau au cours de cette synthèse.



(Les numéros figurent sur la convocation.)

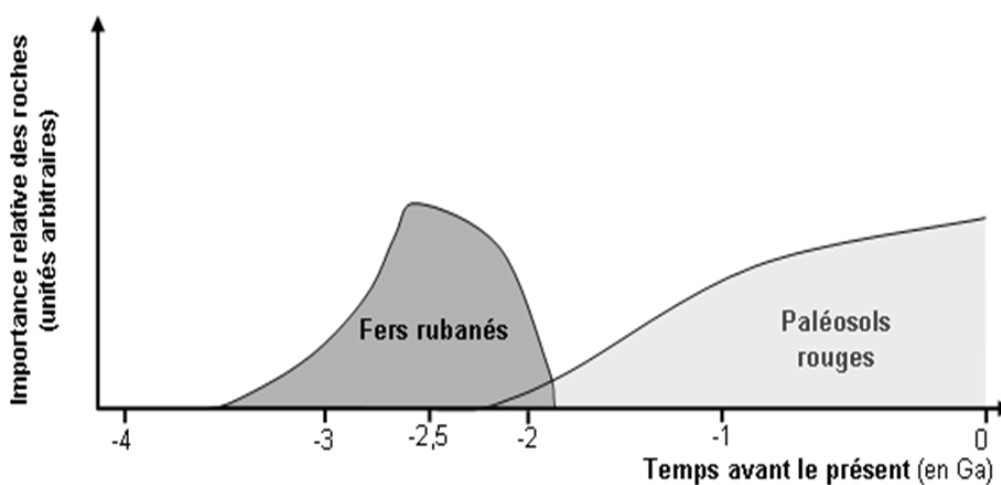
Document 3 – La formation des fers rubanés et des paléosols rouges au cours des temps géologiques

L'hématite est un minéral, de formule chimique Fe_2O_3 produit par oxydation du fer selon l'équation suivante :



On observe sur Terre plusieurs affleurements de roches présentant de fortes teneurs en hématite :

- les fers rubanés sont des couches sédimentaires qui se sont formées en milieu marin par précipitation de fer et de silice en solution dans l'eau de mer ;
- les paléosols rouges sont des roches sédimentaires qui se sont formées par altération de roches continentales au contact de l'atmosphère.



Source : d'après C. Klein, *Nature* (1997)

- 5- À partir des données du document 3, dater l'apparition du dioxygène dans les océans et le début de sa diffusion dans l'atmosphère terrestre.