





## Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

### L'histoire du dioxygène terrestre

Sur 10 points

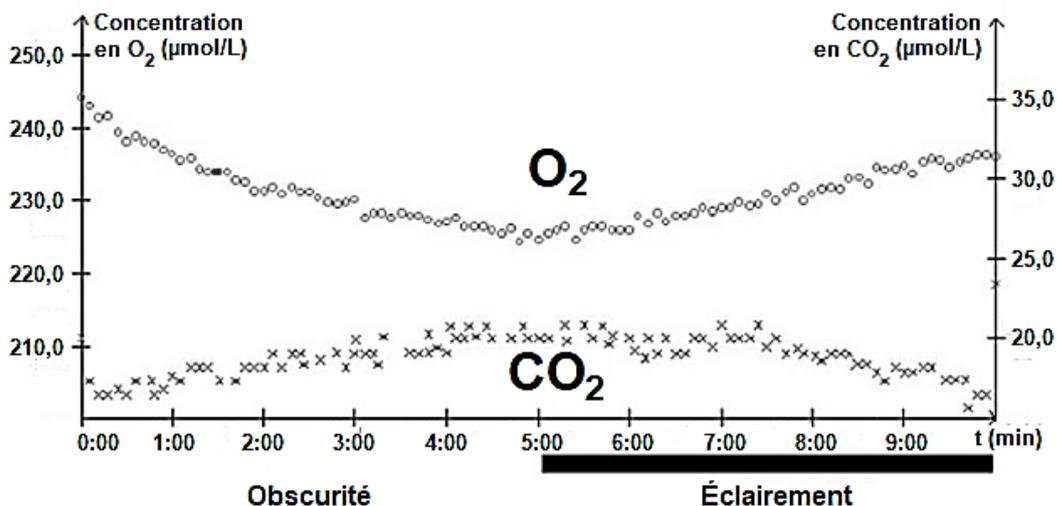
L'atmosphère primitive de la Terre, issue du dégazage au cours du refroidissement de la Terre, était très différente de l'atmosphère actuelle. La transformation de l'atmosphère au cours du temps est marquée en particulier par un fort enrichissement en dioxygène, ce qui lui a conféré un caractère oxydant.

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.

#### **Document 1 : 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.

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



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 :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

### Données :

Il existe différents types de métabolismes, notamment :

- La respiration : sucre + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
- La photosynthèse : CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O en présence de lumière → sucre + O<sub>2</sub>
- La fermentation alcoolique : sucre → CO<sub>2</sub> + 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.

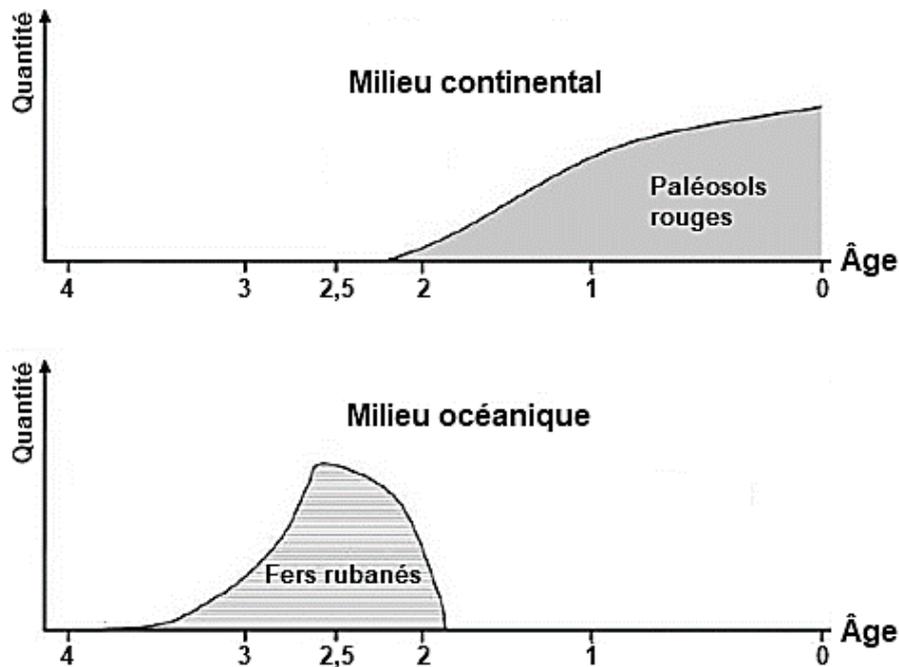
Le tableau ci-dessous présente différents oxydes de fer :

Oxyde de fer	Formule brute	Description	Équation chimique de formation de l'oxyde de fer, non ajustée
Wustite	FeO	Poudre grise	Fe + O <sub>2</sub> → FeO
Hématite	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Minéral de couleur rouille	Fe + O <sub>2</sub> → Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Magnétite	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Minéral de couleur noire	Fe + O <sub>2</sub> → Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>

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.



**Document 3 : 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  $\text{Fe}^{2+}$  oxydés en  $\text{Fe}^{3+}$  par le dioxygène entraînant la formation de l'hématite.

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

**5-** D'après les connaissances, indiquer comment se forme l'ozone ( $\text{O}_3$ ) dans la stratosphère et quel est son rôle sur le développement de la vie terrestre.





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

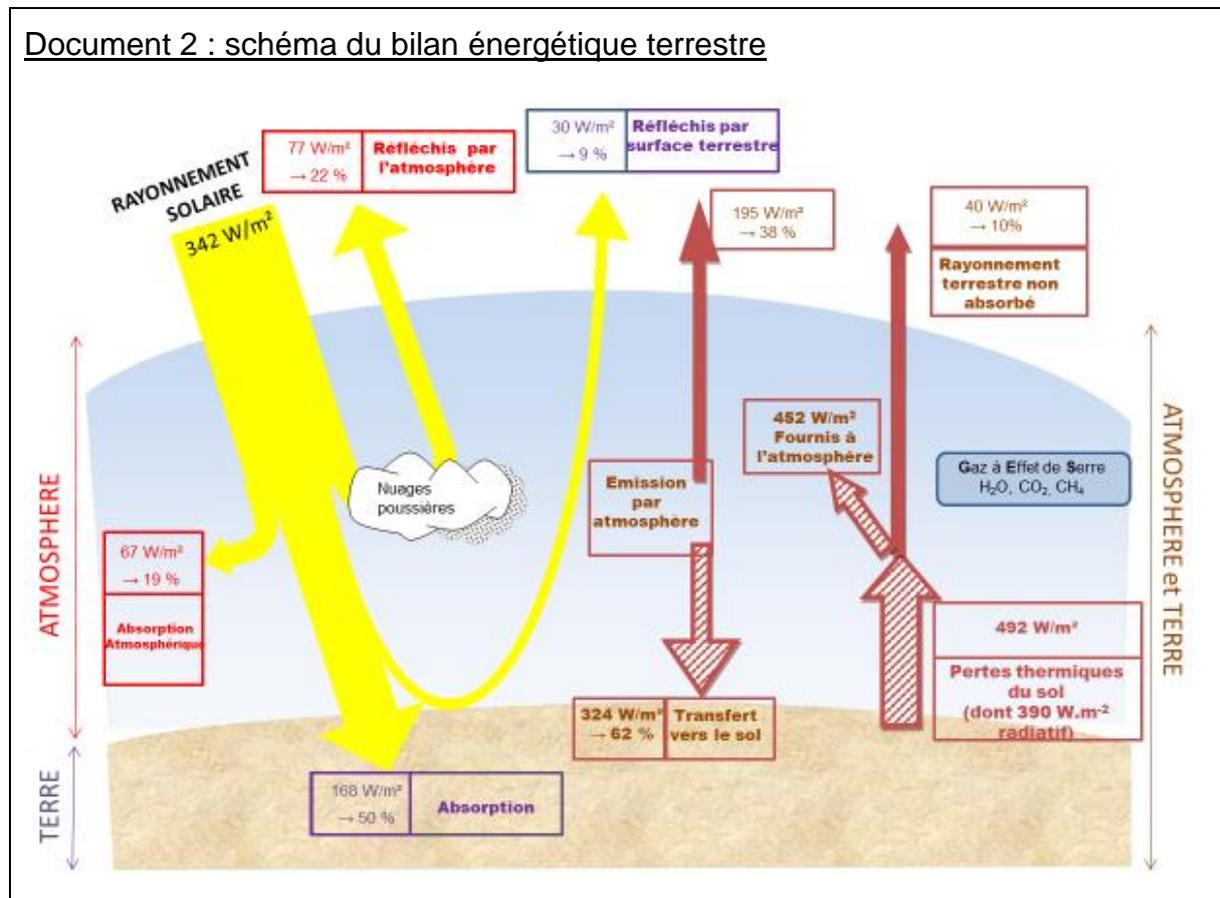
Le Soleil peut être modélisé par un corps noir, qui émet un rayonnement thermique correspondant à une température d'environ 5800 K.

La loi de Wien est la relation entre la température de surface  $T$  d'un corps et la longueur d'onde  $\lambda_{\text{max}}$  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.



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 :  /  /



1.1

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 ( $342 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ).

Document créé par l'auteur

**3-** Définir l'albédo terrestre à l'aide de vos connaissances.

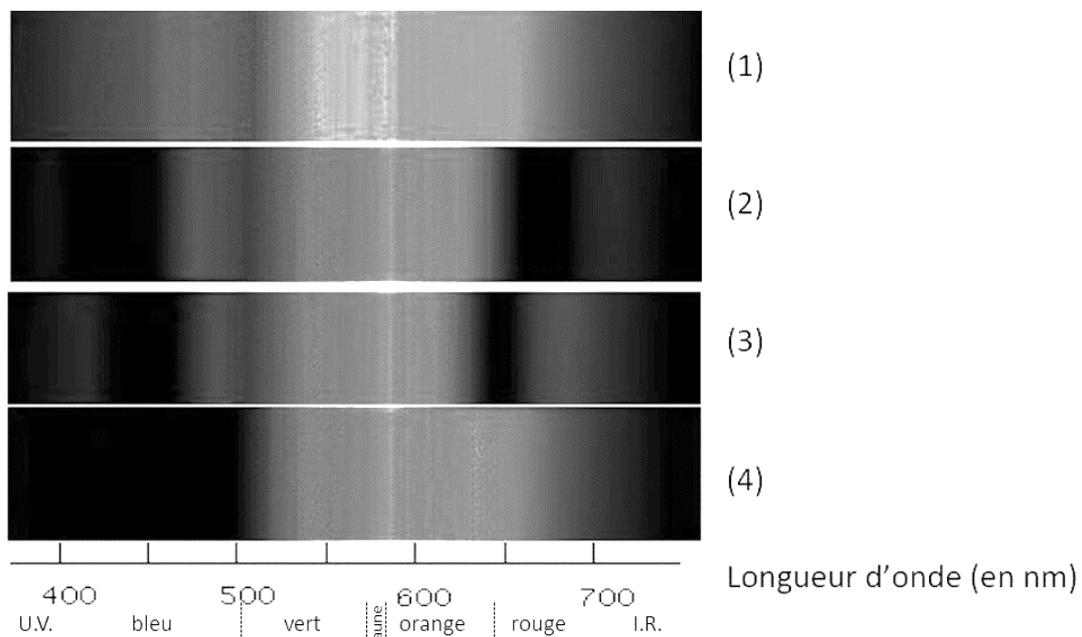
**4-** À partir des valeurs indiquées dans le document 2, montrer que le bilan énergétique à la surface de la Terre est équilibré, autrement dit que la puissance que la Terre reçoit est égale à celle qu'elle fournit à l'extérieur. Montrer que cela est également le cas pour le système global Terre-atmosphère.



## 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 de ces pigments, on obtient les spectres suivants : chlorophylle a (spectre 2), chlorophylle b (spectre 3) et caroténoïdes (spectre 4).



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

**5- Pour chacune des propositions suivantes (5.1 à 5.3), indiquer la bonne réponse.**

**5-1-** 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.

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** :  /  /



1.1

**5-2-** Dans la cellule, l'énergie solaire captée par les pigments photosynthétiques :

- a- permet la synthèse de la matière minérale.
- b- permet la synthèse de la matière organique.
- c- permet la consommation de matière organique.
- d- permet la consommation de dioxygène.

**5-3-** 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  $CO_2$ .



## Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Son et musique, porteurs d'information »

### Enregistrement de fichiers sonores

Sur 10 points

On s'interroge sur la pertinence d'utiliser un smartphone pour télécharger et stocker de la musique. Pour cela, on étudie le lien entre la qualité de la numérisation d'un signal audio et la taille des fichiers numériques correspondants.

#### Partie A : échantillonnage et quantification d'un signal audio

Le document 1 donné en annexe et à rendre avec la copie représente une portion de signal enregistré et l'échantillonnage effectué avant la conversion en signal numérique.

1- Préciser la fréquence d'échantillonnage, choisie parmi les valeurs proposées ci-dessous :

2 000 Hz ;      12 500 Hz ;      26 000 Hz ;      44 100 Hz

2- Après l'échantillonnage du signal audio, on procède à sa quantification. On admet que la tension quantifiée ne prend que des valeurs entières ; la valeur quantifiée d'une tension est l'entier le plus proche de cette tension.

Sur le document 1 en annexe, à rendre avec la copie, représenter la courbe des tensions après quantification.

3- Une plateforme de service de musique en ligne propose de la musique en qualité « 16-Bits / 44.1 kHz ».

Expliquer ce que représentent ces deux valeurs.

4- Combien de niveaux de quantification différents peut-on obtenir lorsque le codage s'effectue sur 16 bits ? Choisir la bonne réponse parmi les propositions suivantes :

16       $2 \times 16 = 32$        $16^2 = 256$        $2^{16} = 65\,536$

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 :  /  /



1.1

## Partie B : taille d'un fichier en haute définition

Dans un studio d'enregistrement, on enregistre un morceau de musique en stéréo haute définition en choisissant un encodage sur 24 bits et une fréquence d'échantillonnage de 192 kHz.

5- La taille  $T$  (en bit) d'un fichier audio numérique s'exprime en fonction de la fréquence d'échantillonnage  $f_e$  (en Hertz), du nombre  $n$  de bits utilisés pour la quantification, de la durée  $\Delta t$  de l'enregistrement et du nombre  $k$  de voies d'enregistrement (une en mono, deux en stéréo) selon la relation :

$$T = f_e \times n \times \Delta t \times k$$

Vérifier que l'espace de stockage nécessaire pour enregistrer en stéréo haute définition une seconde de musique est de 1,152 Mo. On rappelle qu'un octet est égal à 8 bits.

6- Avec 200 Mo de stockage, dispose-t-on de suffisamment d'espace pour enregistrer cinq minutes de musique en stéréo haute définition ?

7- Le dispositif d'encodage et de compression FLAC (Free Lossless Audio Codec) permet, par compression sans perte, de réduire de 55 % la taille des fichiers. Son taux de compression, défini comme le rapport de la taille du fichier compressé sur la taille du fichier initial, est donc de 45%.

Avec 200 Mo de stockage, dispose-t-on de suffisamment d'espace pour enregistrer cinq minutes de musique en stéréo haute définition compressées par FLAC ?

