



Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

L'histoire du dioxygène terrestre

Sur 10 points

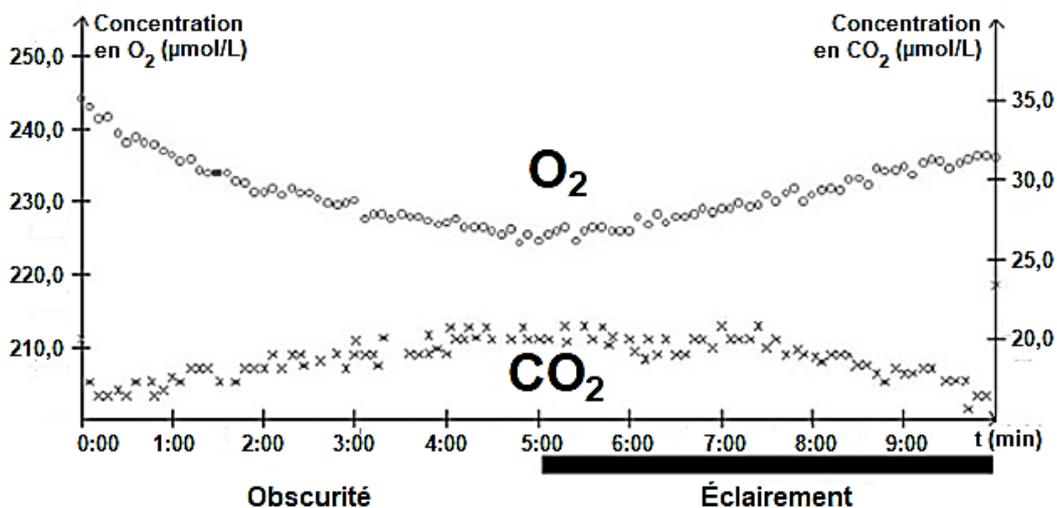
L'atmosphère primitive de la Terre, issue du dégazage au cours du refroidissement de la Terre, était très différente de l'atmosphère actuelle. La transformation de l'atmosphère au cours du temps est marquée en particulier par un fort enrichissement en dioxygène, ce qui lui a conféré un caractère oxydant.

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'éclairage. 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 : $\text{sucre} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- La photosynthèse : $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ en présence de lumière \rightarrow sucre + O_2
- La fermentation alcoolique : sucre \rightarrow CO_2 + 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.

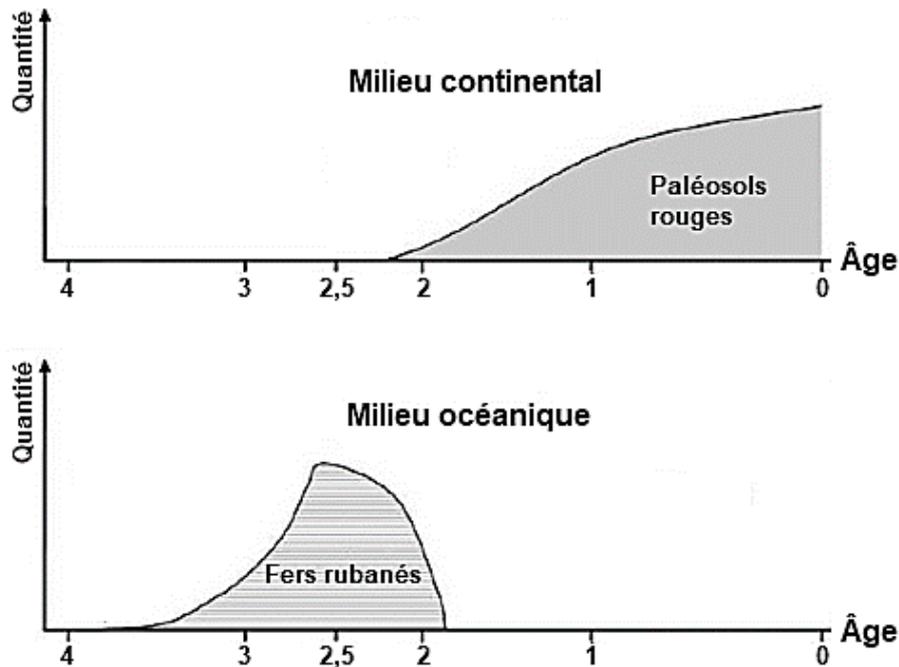
Le tableau ci-dessous présente différents oxydes de fer :

Oxyde de fer	Formule brute	Description	Équation chimique de formation de l'oxyde de fer, non ajustée
Wustite	FeO	Poudre grise	$\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{FeO}$
Hématite	Fe_2O_3	Minéral de couleur rouille	$\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
Magnétite	Fe_3O_4	Minéral de couleur noire	$\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$

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 Fe^{2+} oxydés en Fe^{3+} par le dioxygène entraînant la formation de l'hématite.

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

5- D'après les connaissances, indiquer comment se forme l'ozone (O_3) dans la stratosphère et quel est son rôle sur le développement de la vie terrestre.



Rappel sur la loi de Wien : la longueur d'onde correspondant à l'intensité lumineuse maximale λ_{\max} est donnée par

$$\lambda_{\max} = \frac{2,89 \cdot 10^{-3}}{T}$$

avec λ_{\max} en mètres et T en kelvins.

Relation entre température Θ en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) et température T en kelvins (K) : $\Theta = T - 273,15$.

La longueur d'onde correspondante à l'intensité lumineuse maximale pour le Soleil est $\lambda_{\max} = 500 \text{ nm}$.

À partir de vos connaissances et des informations apportées par les documents, répondre aux questions suivantes.

2- Indiquer si la température de surface de l'étoile Véga est supérieure ou inférieure à celle du Soleil. Justifier votre réponse.

3- Recopier sur votre copie la proposition la plus juste parmi les suivantes et justifier votre réponse.

La température de surface de l'étoile Véga vaut environ :

- 750 K
- 7500 K
- 7200 $^{\circ}\text{C}$
- 72000 $^{\circ}\text{C}$

4- L'énergie nécessaire à la production de biomasse par les animaux provient indirectement du Soleil. Justifier cette affirmation en s'appuyant sur des informations extraites des documents 2 et 3 suivants, ainsi que de vos connaissances.

La réponse ne doit pas excéder une page.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



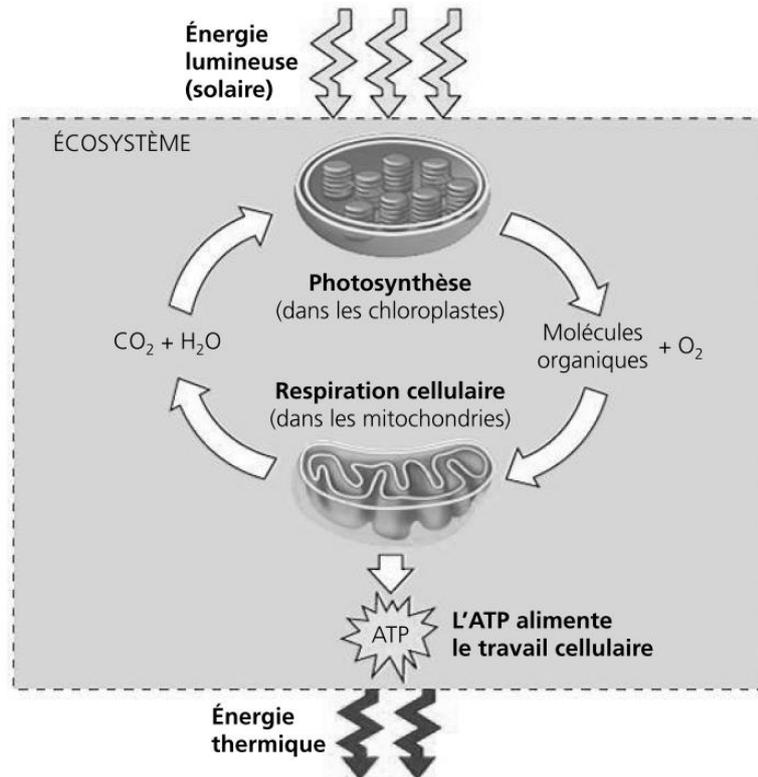
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 2. Photosynthèse, respiration et fonctionnement d'une plante



La photosynthèse est un métabolisme qui se déroule dans les cellules chlorophylliennes. La respiration cellulaire est un métabolisme se déroulant dans toutes les cellules et qui produit un type de molécule permettant des transferts d'énergie donc le fonctionnement cellulaire : l'ATP (adénosine tri-phosphate).

Source : d'après *Biologie*, Reece, Urry *et al* ; 4^{ème} édition

Document 3. Représentation schématique des flux d'énergie et de matière organique (biomasse) dans un écosystème

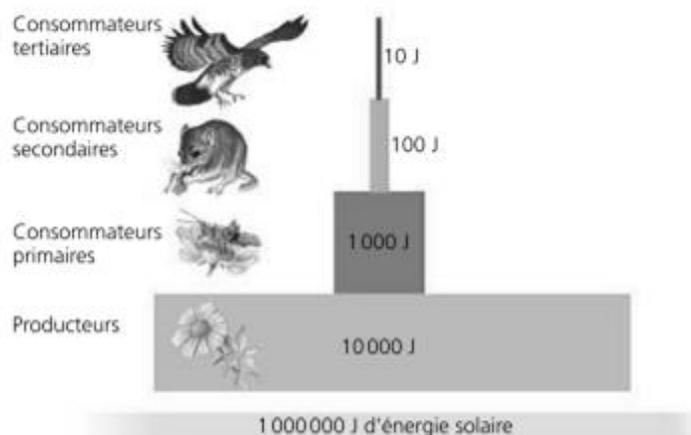


Figure 1 : une pyramide énergétique dans un écosystème terrestre

Les différents maillons d'un réseau trophique sont positionnés verticalement en fonction de leur place fonctionnelle (des producteurs primaires à la base aux consommateurs tertiaires en haut). Dans cet exemple d'écosystème, environ 10 % de l'énergie disponible à chaque niveau trophique sont convertis en nouvelle biomasse au niveau suivant, ce qui représente une efficacité trophique de 10 %.

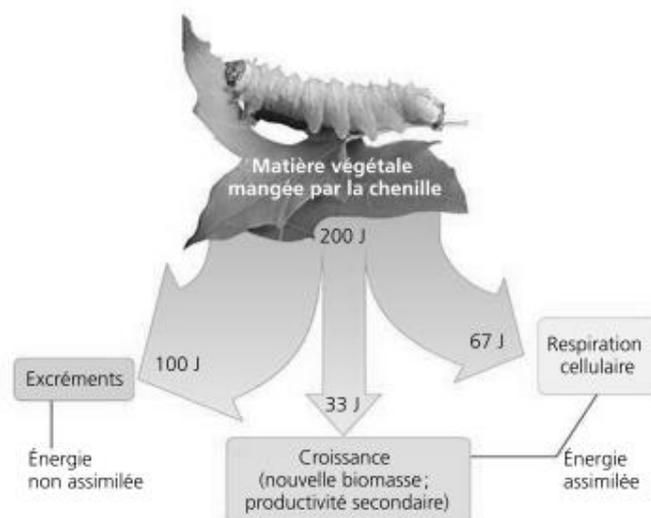


Figure 2 : la répartition de l'énergie dans un niveau de chaîne trophique

Moins de 17 % de la nourriture d'une chenille sert réellement à la production de biomasse (croissance).

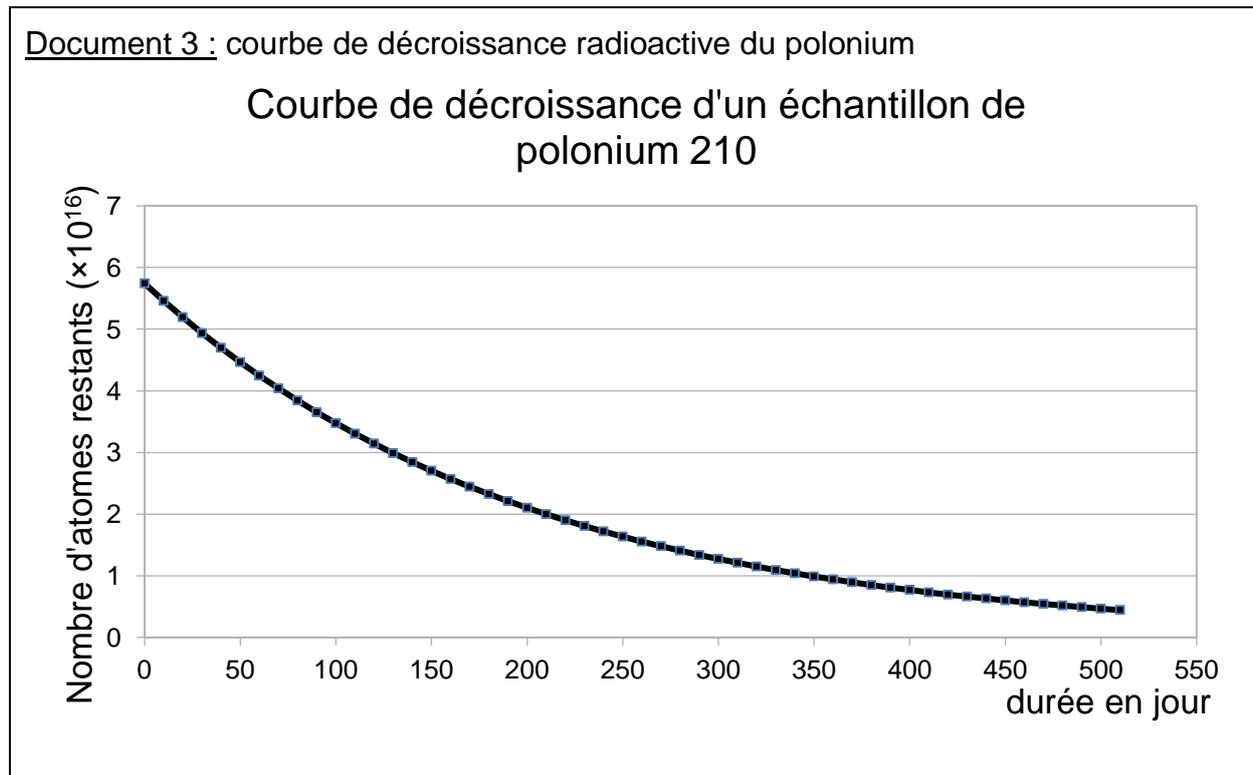
D'après *Biologie*, Reece, Urry *et al* ; 4^{ème} édition.



Partie 1 : la radioactivité du polonium

L'objectif est ici de vérifier qu'en partant avec 20 μg de polonium-210, il restera suffisamment de polonium radioactif à l'issue du voyage.

Document 3 : courbe de décroissance radioactive du polonium



1- Déterminer en μg la masse initiale de Polonium présente dans l'échantillon utilisé pour réaliser le graphique du document 3.

2- Jules Servadac écrit dans son roman : « Le polonium perd la moitié de sa radioactivité tous les 138 jours ».

2-a- Définir scientifiquement la grandeur physique sur laquelle il appuie cette affirmation, en donnant son nom.

2-b- La faire figurer sur le graphique du document réponse à rendre avec la copie en laissant apparents les traits de construction.

3- Justifier par la méthode de votre choix que, pour l'échantillon considéré, la quantité de polonium restant après le voyage sera suffisante pour accomplir la mission.

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

Partie 2 : la structure du polonium

L'objectif est ici de vérifier que les 10 μg de polonium dont Tiago a besoin pour empoisonner l'agent infiltré sont bien invisibles à l'œil nu.

4- À partir de vos connaissances et des informations apportées par le document 3, répondre aux questions suivantes :

4-a- Représenter la structure cubique simple du polonium en perspective cavalière.

4-b- Dénombrer, en indiquant les calculs effectués, les atomes par maille.

5- Montrer que la masse volumique du polonium est de $9,20 \times 10^6 \text{ g.m}^{-3}$.

6- Comparaison avec la taille d'un grain de poivre.

6-a- Calculer le volume occupé par la masse de polonium utilisée par Tiago (10 μg).

6-b- Sachant qu'un grain de poivre broyé occupe un volume d'environ 10^{-10} m^3 et est difficilement visible à l'œil nu, justifier que l'échantillon est invisible.

