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

Prénom(s) :

N° candidat : (Les numéros figurent sur la convocation.)

N° d'inscription :

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
sans 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 : 15

Parmi les trois exercices qui composent ce sujet, le candidat en traite obligatoirement deux.

L'exercice 1, du niveau de la classe de terminale, doit être obligatoirement abordé.

Pour le deuxième exercice, le candidat choisit entre l'exercice 2 et l'exercice 3 qui sont du niveau de la classe de première. Il indique son choix en début de copie.

Exercice 1 (obligatoire) – *Niveau terminale*

Thème « Science, climat et société »

L'évolution de la composition de l'atmosphère primitive

Sur 10 points

Partie 1 – L'évolution de la quantité de dioxygène dans l'atmosphère

Contrairement à l'atmosphère actuelle, l'atmosphère primitive était totalement dépourvue de dioxygène. Bien que présent dans les océans dès - 3,5 milliards d'années, ce gaz n'apparaît dans l'atmosphère que vers - 2,4 milliards d'années.

1- D'après l'expérience présentée dans le document 1 suivant, indiquer à quelle condition un précipité rouge d'hydroxyde de fer peut se former. Justifier.

Document 1 – Ions Fe^{2+} et dioxygène

Exploités comme gisements de fer, les formations de fer rubanés sont des roches sédimentaires formées en grandes quantités dans les océans entre - 3,8 et - 2,2 milliards d'années. Elles contiennent du fer à l'état oxydé, issu de l'oxydation du fer qui était présent à l'époque dans les océans sous forme d'ions Fe^{2+}.

Figure A – Échantillon de fer rubané (Afrique du Sud).

Source : https://planet-terre.ens-lyon.fr

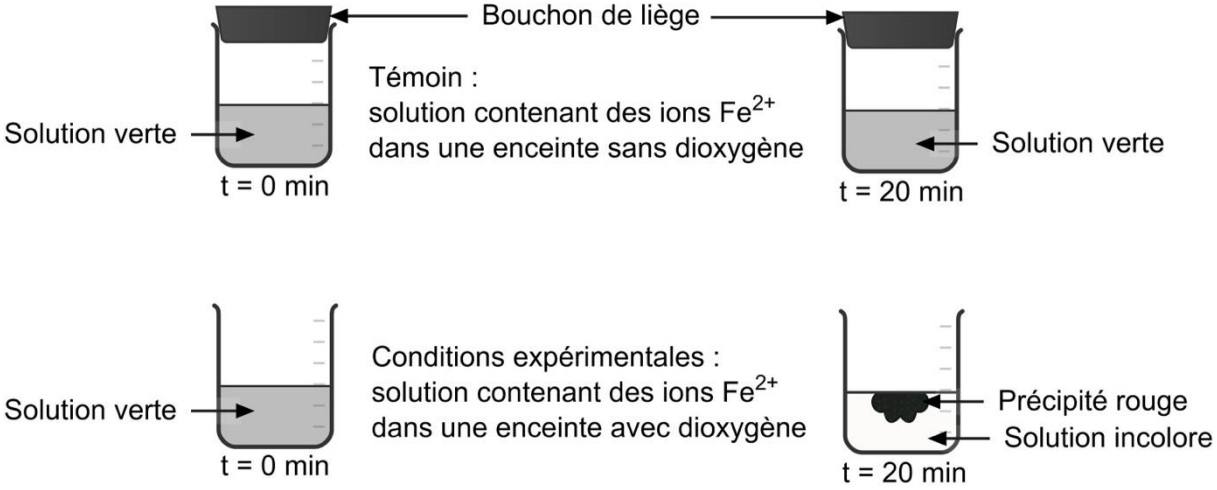


Figure B - Résultats d'une expérience d'oxydation des ions Fe^{2+}

Source : schémas réalisés par l'auteur

Lors de l'altération par l'eau des roches continentales, des ions Fe^{2+} sont libérés. Ils sont transportés sous forme soluble jusque dans les océans. En présence d'oxygène, ils s'oxydent en ions Fe^{3+} qui précipitent sous forme d'hydroxyde de fer (précipité rouge). Ce précipité s'accumule au fond des océans et forme les fers rubanés.

Remarque : à l'époque de la formation des fers rubanés, l'atmosphère primitive était réductrice (dépourvue de dioxygène).

2- Analyser le document 2 page suivante et relier la chronologie de formation des fers rubanés à l'évolution de la teneur atmosphérique en dioxygène.

3- À l'aide des documents 1 et 2, proposer une explication à la fin de la formation des fers rubanés après 2,2 milliards d'années.

Document 2 – Évolution du dioxygène atmosphérique

L'analyse chimique des roches très anciennes a permis d'établir les taux de dioxygène atmosphérique au cours de l'histoire de la Terre.

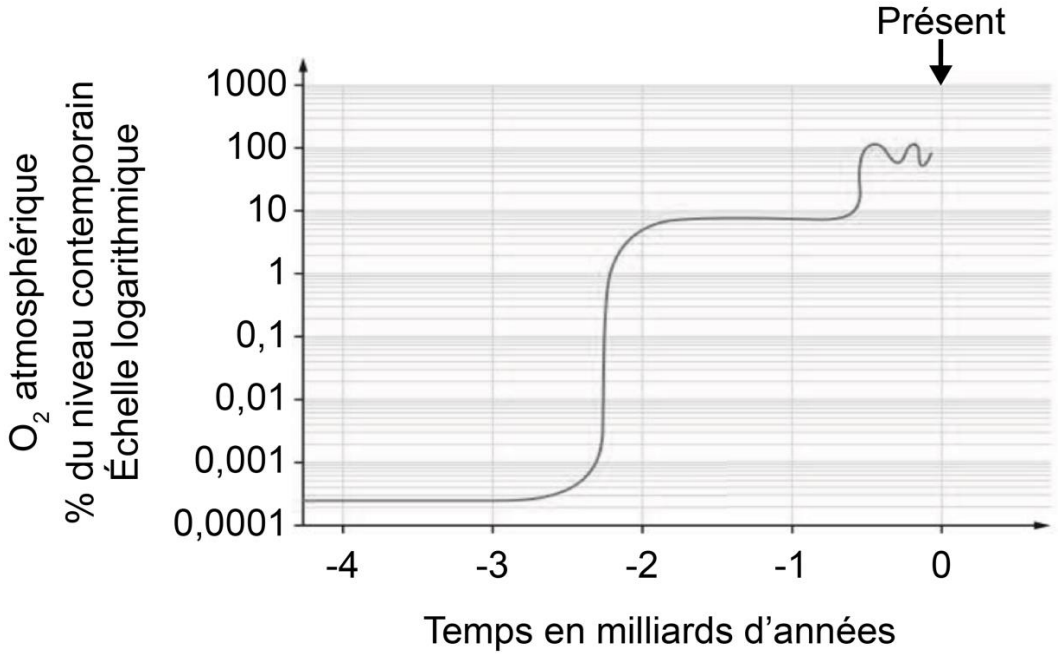


Figure C – Évolution du taux de dioxygène atmosphérique au cours des temps géologiques

Source : Campbell, 2012

Document 3 – Formation de la rouille

La rouille se forme à partir du fer (ou d'alliage contenant du fer comme l'acier). On cherche à comprendre le rôle du dioxygène de l'atmosphère dans la formation de la rouille à partir de fer. On place pour cela de la laine de fer dans une éprouvette humidifiée retournée sur de l'eau. Cette dernière a été préalablement bouillie pour retirer tous les gaz dissous qu'elle pouvait contenir. On réalise alors trois expériences schématisées ci-dessous.

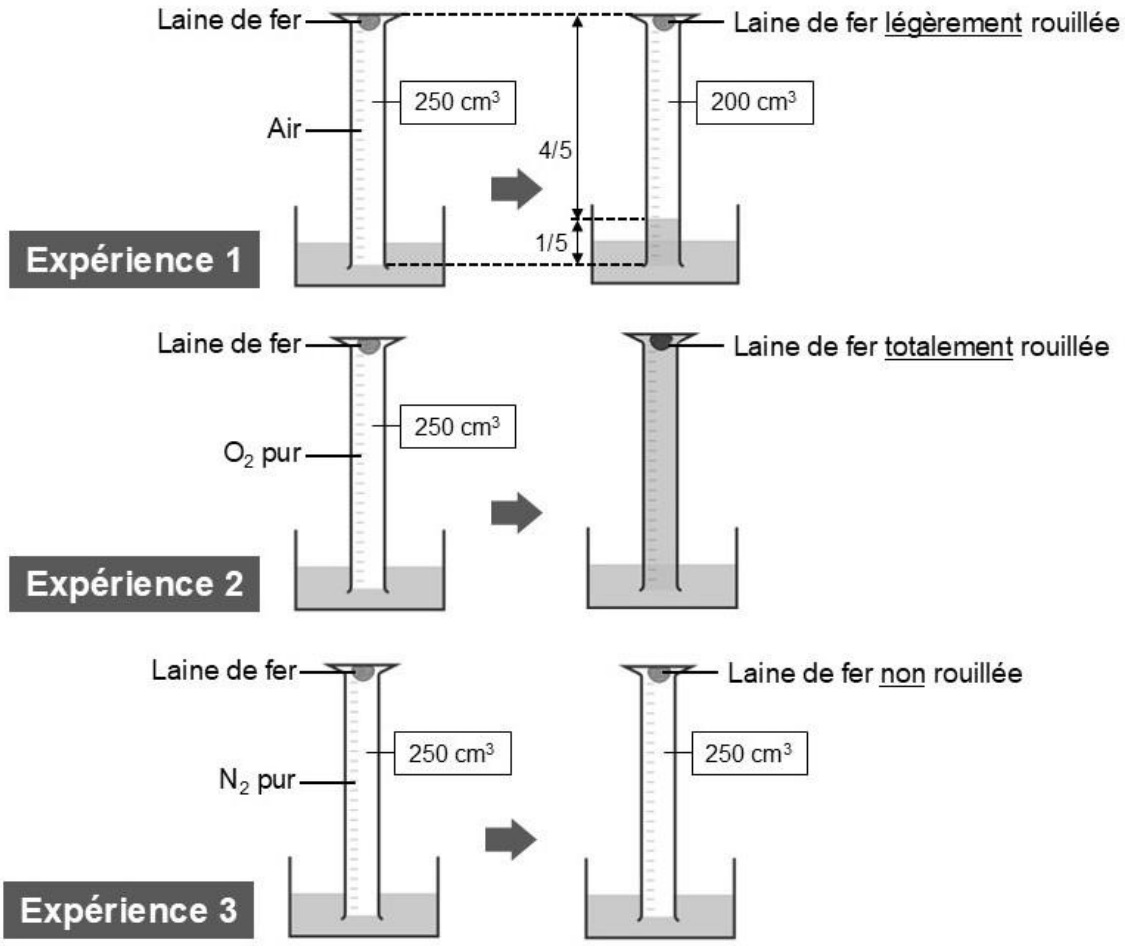


Figure D – Les expériences et leurs résultats

Source : schémas réalisés par l'auteur

4- Montrer, à l'aide du document 3, que l'atmosphère actuelle est composée d'environ un cinquième de dioxygène en volume.

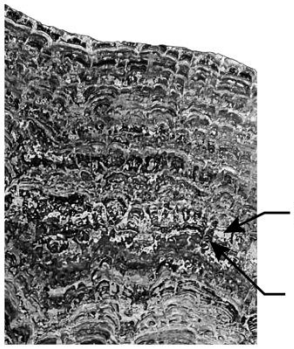
Partie 2 – La contribution des cyanobactéries à l'évolution de la composition de l'atmosphère

Document 4 – Cyanobactéries et formation des stromatolithes

Les stromatolites sont des bioconstructions calcaires que l'on retrouve dans des milieux marins chauds et peu profonds. Ils sont créés par des cyanobactéries. Les plus anciens ont été datés de 3,5 milliards d'années.

Figure E – Stromatolithe actuel dans la baie de Shark (Australie)

https://stromatolites.weebly.com



Détail d'une coupe d'un stromatolithe fossile daté du protérozoïque

Source : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Stromatolites_Cochabamba.jpg

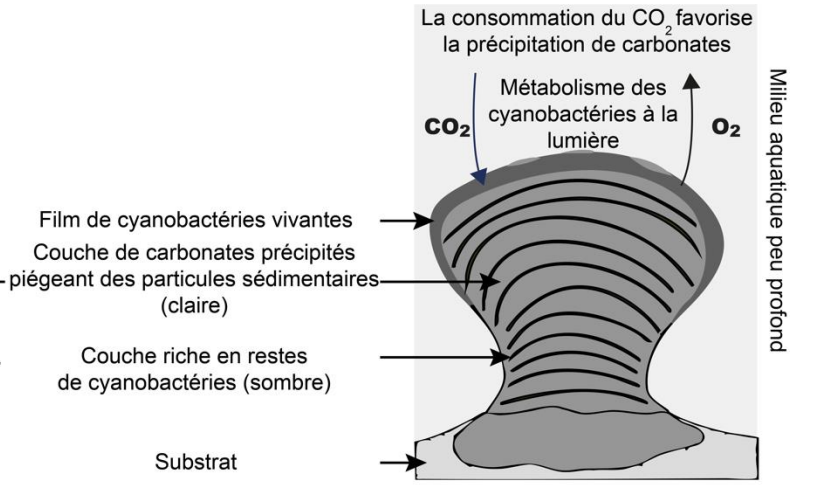


Schéma d'une coupe de stromatolithe en activité

Source : schéma réalisé par l'auteur

Figure F – Organisation et fonctionnement d'un stromatolithe

Dans une eau chaude et peu profonde, les cyanobactéries contenues dans les stromatolithes fabriquent leurs propres molécules organiques selon la réaction chimique suivante :

$$CO_2 + H_2O \rightarrow \text{glucides} + O_2$$

Cette réaction chimique, en consommant du CO_2, favorise la précipitation des ions carbonates (HCO_3^-) sous forme de calcaire ($CaCO_3$) :

$$2\,HCO_3^- + Ca^{2+} \rightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

Figure C – Cyanobactéries actuelles observées au microscope

5- À partir du document 4 et de vos connaissances, donner le nom de la réaction chimique pratiquée par les cyanobactéries permettant la synthèse de molécules organiques.

6- L'atmosphère primitive de la Terre était totalement dépourvue de dioxygène. Indiquer l'origine probable de l'augmentation de la quantité de dioxygène dans l'atmosphère. Justifier.

7- À l'aide de la réponse à la question 6 et de la figure C du document 2, justifier que l'apparition des êtres vivants a contribué à l'évolution de la composition de l'atmosphère terrestre en favorisant une hausse de la teneur en dioxygène et une baisse de la teneur en dioxyde de carbone.

8- En vous appuyant sur cet exemple et au moins un autre exemple issu de vos connaissances, expliquer comment les scientifiques parviennent à reconstituer les environnements du passé alors qu'ils ne disposent d'aucune mesure directe. Indiquer les types d'indices utilisés et préciser comment les scientifiques les interprètent.

Exercice 2 (au choix) – *Niveau première*

Thème « La Terre, un astre singulier »

Activités humaines et stress hydrique

Sur 10 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

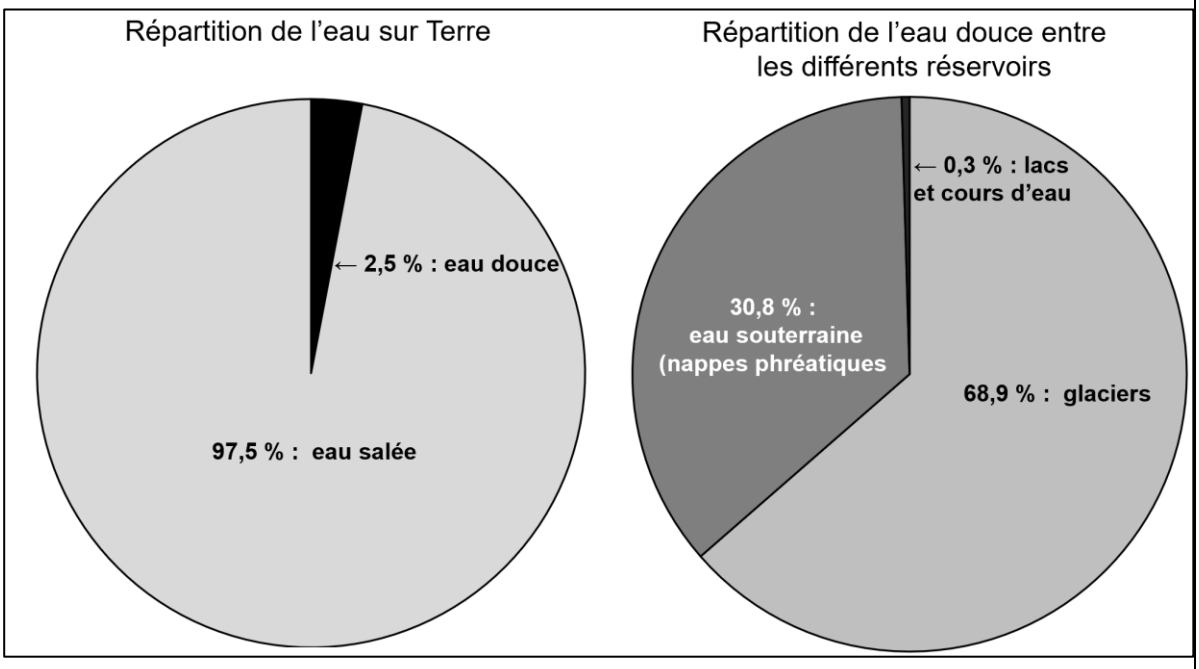
Après avoir étudié quelques aspects du stress hydrique chez les végétaux et dans les cultures, nous allons maintenant nous intéresser au stress hydrique écologique.

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 – Répartition de l'eau sur Terre

L'eau (douce et salée) recouvre 72 % de la surface du globe pour un volume total estimé à 1400 millions de mètres cubes.

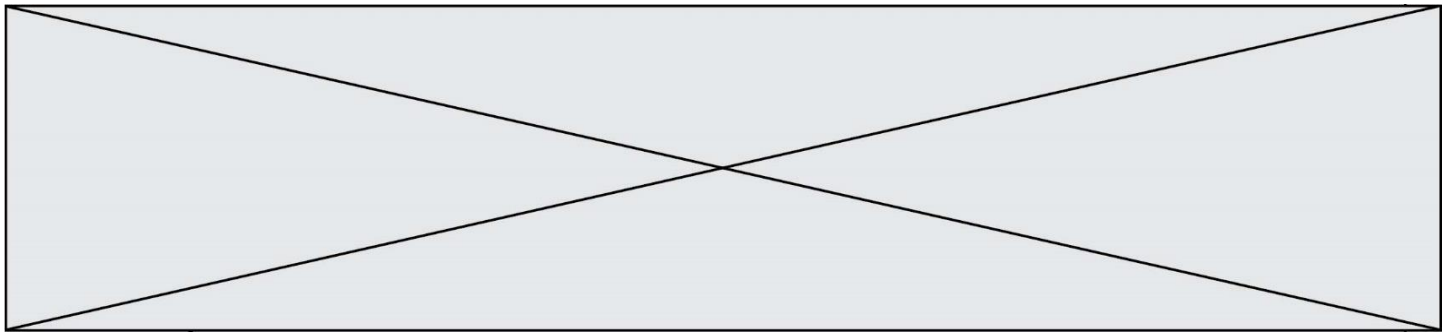


Source : d'après Wikipedia

3-a- En vous appuyant sur le document 2, nommer le plus grand réservoir d'eau sur Terre.

3-b- En vous appuyant sur le document 2, nommer les deux réservoirs d'eau douce liquide utilisables par l'être humain.

3-c- En vous appuyant sur le document 2, montrer que le volume d'eau douce utilisable par l'être humain est d'environ 11 millions de mètres cubes.



Document 3 – 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

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

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

6- 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

7- 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).

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 3 (au choix) – *Niveau première*

Thème « Une longue histoire de la matière »

Mise en évidence des échanges cellulaires par marquage radioactif

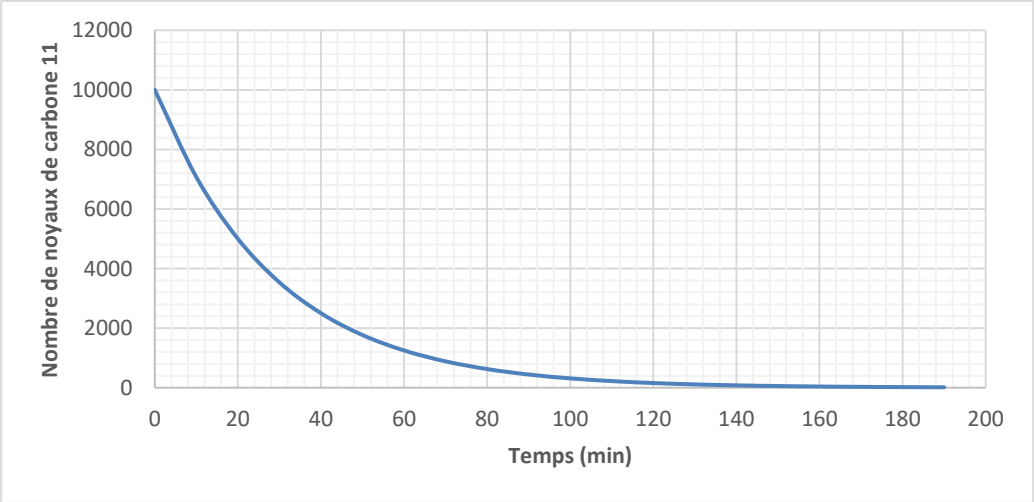
Sur 10 points

Les molécules organiques sont constituées de différents atomes, dont l'atome de carbone. Dans les techniques de marquages radioactifs, les scientifiques peuvent synthétiser, en laboratoire, des molécules contenant des atomes radioactifs. Grâce à ce procédé, on peut détecter la présence et les mouvements de ces molécules radioactives au sein de la cellule ainsi qu'entre la cellule et son environnement.

L'objectif est de comprendre l'utilisation d'un marquage radioactif pour déterminer l'action d'une substance, la cytochalasine, sur les échanges entre la Levure (Champignon unicellulaire) et son environnement.

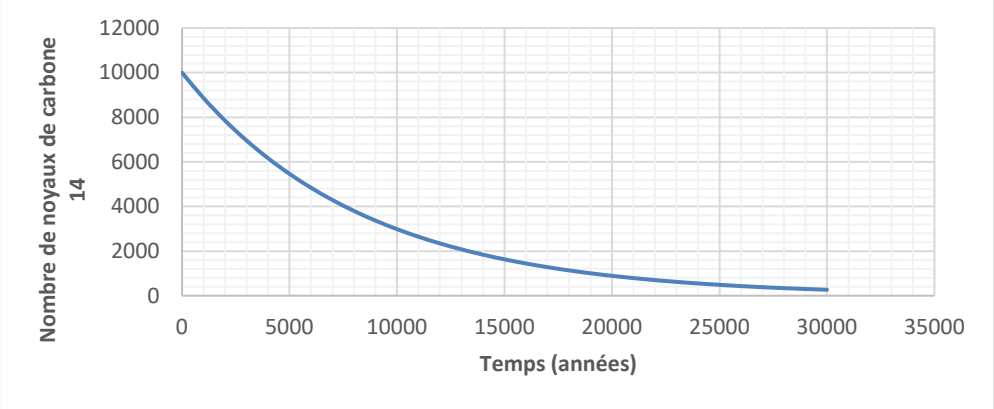
Partie 1 – Marquage radioactif du glucose

Document 1 – Courbe de décroissance radioactive du carbone 11



Source personnelle

Document 2 – Courbe de décroissance radioactive du carbone 14



Source personnelle

1- À partir des documents 1 et 2, expliquer la démarche qui permet de déterminer graphiquement les demi-vies du ^{11}C et du ^{14}C et donner leurs valeurs.

2- Un nombre initial de 10 000 noyaux de ^{14}C est présent dans un échantillon de glucose marqué au ^{14}C. Calculer, en expliquant le raisonnement, le nombre de noyaux de ^{14}C restants au bout de quatre demi-vies.

3- À partir du document 2, déterminer la durée nécessaire pour obtenir un nombre de noyaux de ^{14}C égal à 40 % du nombre initial. Expliquer la démarche retenue.

Partie 2 – Utilisation du glucose radioactif et compréhension du mode d'action de la cytochalasine B

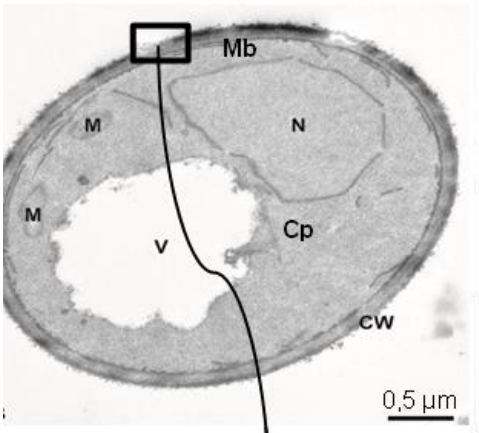
Afin de comprendre le mode d'action de la cytochalasine B sur la Levure *Saccharomyces cerevisiae*, qui est un organisme unicellulaire, des molécules de glucose sont marquées au carbone 14 (document 3).

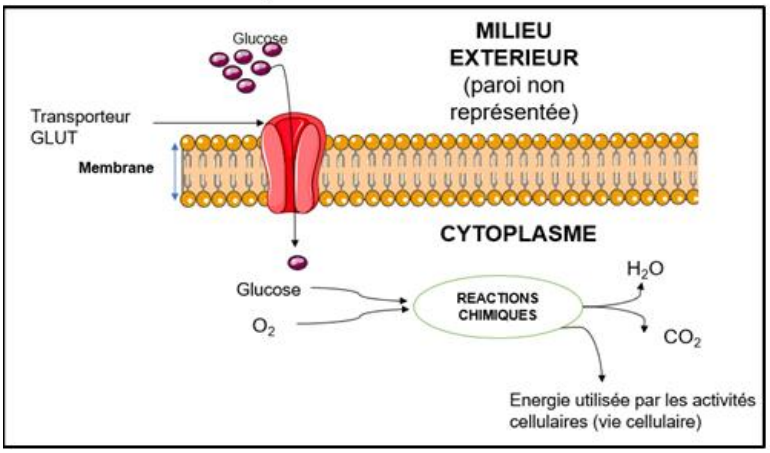
Document 3 – Observation de *Saccharomyces cerevisiae* et schéma d'interprétation de la membrane plasmique

La photographie de *Saccharomyces cerevisiae* ci-dessous présente les différentes structures qui la composent avec un schéma interprétatif d'une portion de la membrane plasmique.

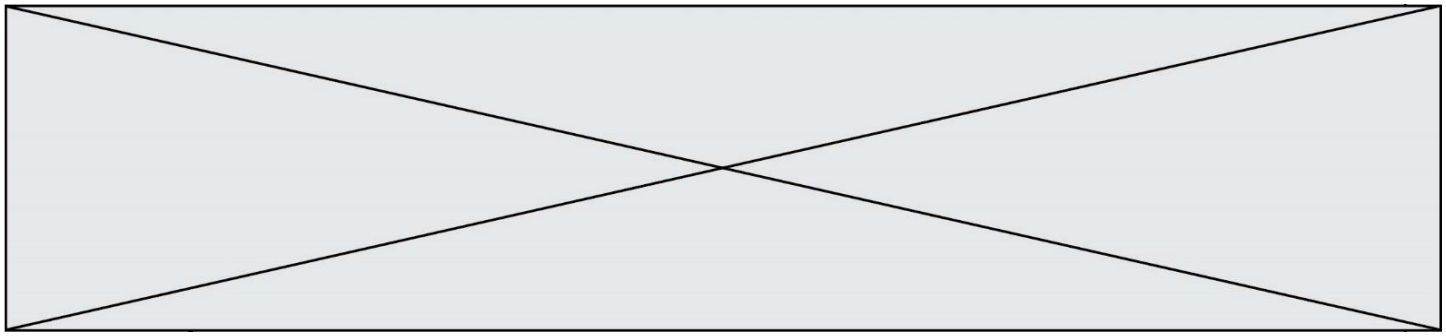
Légendes :

CW = Paroi ; Mb = Membrane plasmique ; N = Noyau ; V = vacuole ; M = Mitochondries ; Cp = Cytoplasme.





Source : photographie modifiée d'après Frankl, Andri et al. "Electron microscopy for ultrastructural analysis and protein localization in Saccharomyces cerevisiae." Microbial Cell 2 (2015). Schéma d'après https://smart.servier.com/



Afin de comprendre le rôle des transporteurs GLUT présents dans la membrane des Levures, des expériences sont réalisées en présence de ^{14}C-glucose. Les résultats sont présentés dans le document 4.

Document 4 – Absorption du glucose marqué au carbone 14 par des cellules

Des cellules dont les membranes contiennent des transporteurs GLUT fonctionnels sont cultivées dans un milieu contenant du glucose marqué radioactivement au ^{14}C. La quantité de glucose marqué au ^{14}C absorbée par la cellule est ensuite déterminée. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Temps (minutes)	0	1	2	6	10
Quantité de glucose marqué au ^{14}C absorbée par la cellule (en unités arbitraires)	0	1,8	2,2	2,5	2,7

Dans le cas d'une inactivation des transporteurs GLUT, l'absorption de glucose marqué au ^{14}C est très fortement inhibée.

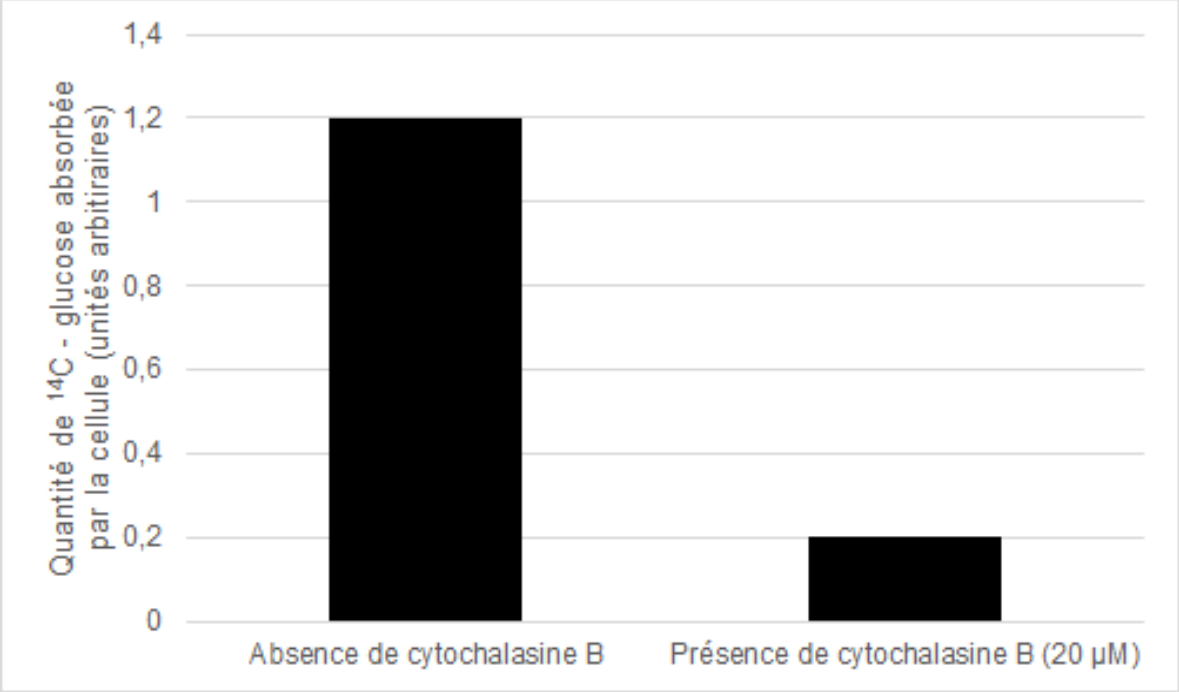
Des résultats similaires sont observés chez la Levure.

Source : d'après Lundgaard, I., Li, B., Xie, L. et al. Direct neuronal glucose uptake heralds activity-dependent increases in cerebral metabolism. Nat Commun 6, 6807 (2015).

4- Montrer, à partir des documents 3 et 4, que la Levure est en interaction avec son milieu grâce à des structures spécifiques qui seront nommées.

Document 5 – Absorption par des cellules de glucose marqué au ^{14}C, en présence de cytochalasine B

Des cellules sont cultivées dans un milieu en présence de glucose marqué au ^{14}C et soit, en présence de cytochalasine B, soit en son absence. La quantité de glucose marqué au ^{14}C absorbée par la cellule, en un temps donné, est déterminée. Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous. Des résultats similaires sont obtenus sur des Levures.



Source : d'après Lundgaard, I., Li, B., Xie, L. et al. Direct neuronal glucose uptake heralds activity-dependent increases in cerebral metabolism. Nat Commun 6, 6807 (2015).

5- À partir des informations tirées du document 5 et des connaissances, indiquer les effets de la cytochalasine B sur les Levures et justifier son utilisation commerciale comme antifongique (substance permettant de tuer les Champignons).