



Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Une histoire du vivant »

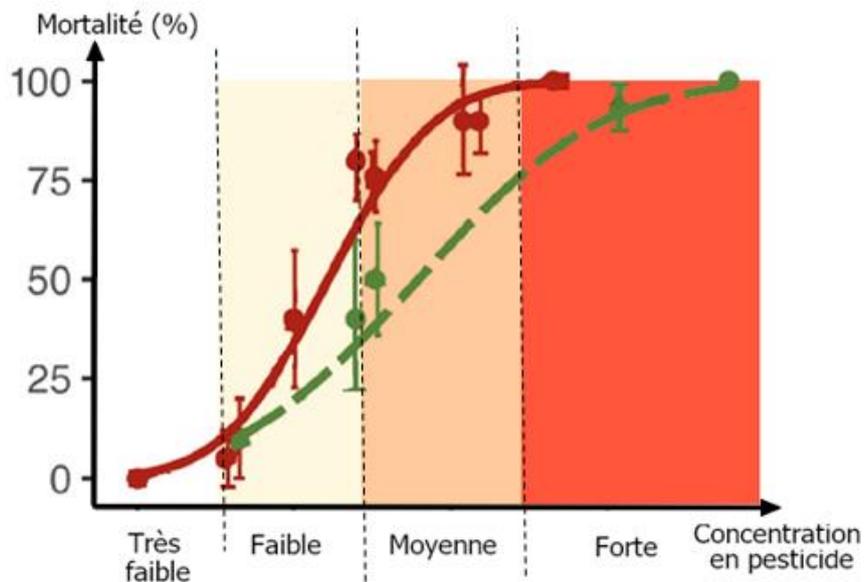
Prolifération et détection des punaises de lit

Sur 10 points

Les punaises de lit sont des insectes qui se nourrissent du sang de mammifère à sang chaud. Elles vivent au côté de l'Homme depuis des milliers d'années. Depuis les années 1990, on observe une recrudescence à l'échelle mondiale. La France n'est pas épargnée par ce fléau. La première partie concerne la résistance des punaises de lit aux insecticides tandis que la seconde partie s'intéressera à un moyen de détecter des punaises de lit à l'aide de l'intelligence artificielle.

Partie 1 – Résistance des punaises de lit aux insecticides

Document 1 – Graphique présentant la mortalité des populations, issues de deux souches de punaises de lit, soumises chacune à une quantité croissante de pesticides



La courbe en pointillé correspond à une souche de punaises de lit prélevée sur le terrain tandis que la courbe en trait plein correspond à une souche de laboratoire. La souche de laboratoire n'est pas préalablement soumise aux pesticides.

Source : <https://doi.org/10.1111/eva.13550>



- 5- Construire un raisonnement argumenté qui permet d'affirmer que la sélection naturelle est un mécanisme conduisant à la résistance des punaises de lit aux insecticides.

Partie 2 – L'intelligence artificielle (IA) pour détecter les punaises de lit

Document 3 – Une société innove avec l'intelligence artificielle pour aider les hôtels dans la lutte contre les punaises de lit

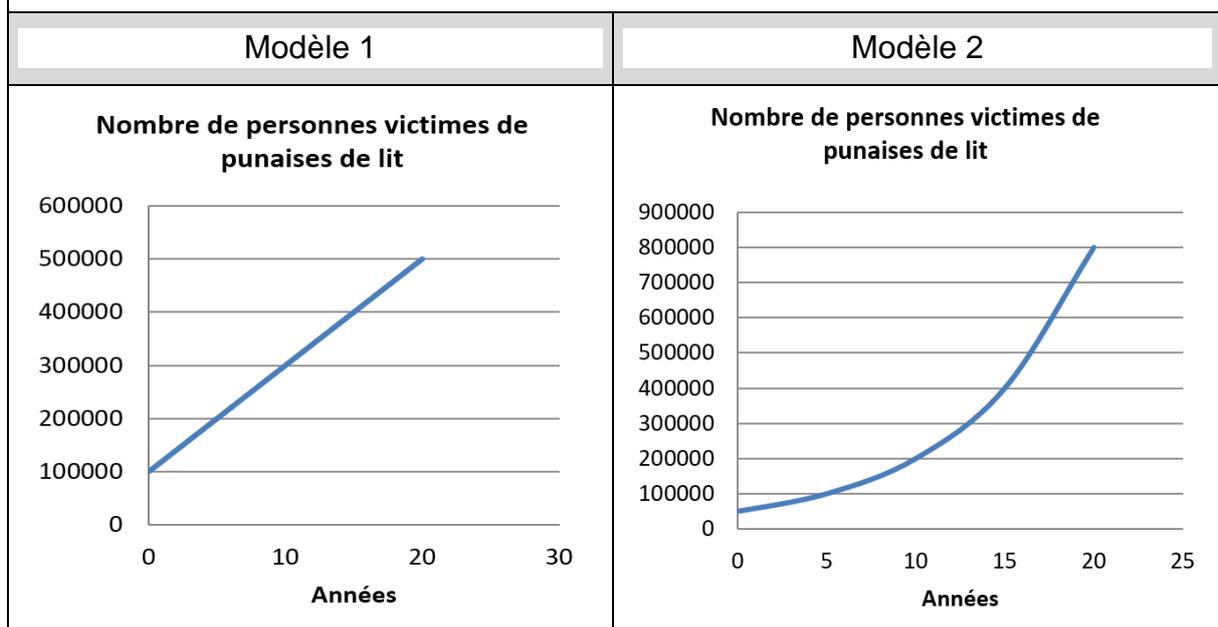
Un fondateur d'une entreprise de détection des punaises de lit a communiqué dans la presse que « le nombre d'infestations double en France tous les cinq ans ».

Pour faire face à ce fléau, un hôtel parisien a récemment utilisé un appareil dernier cri pour détecter la présence de punaises de lit dans l'établissement.

Un boîtier, posé à proximité du lit d'une chambre, diffuse des phéromones pour attirer les punaises. Lorsque l'une d'entre elles pénètre la boîte, une photo est prise par une caméra embarquée couplée à une intelligence artificielle (IA). Si l'insecte s'avère être une punaise de lit, une alerte est envoyée par mail à l'hôtelier.

Source : d'après un article de BFM TV

Document 4 – Courbe de modèles



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

- 6- Parmi les deux modèles du document 4 qui représentent l'évolution du nombre d'infestations en France durant les dernières années, indiquer en justifiant celui qui traduit le mieux les propos du fondateur de l'entreprise de détection de punaises de lit présentés dans le document 3.
- 7- Parmi les trois propositions ci-dessous, indiquer l'extension qui pourrait correspondre au type de fichier généré par la camera et traité par l'intelligence artificielle parmi les 3 suivantes : .exe, .jpg, .txt.
- 8- Sachant qu'une photo prise par la caméra comporte 8 millions de pixels et que chaque pixel est codé sur 3 octets, calculer le nombre maximal de photos prises par la caméra que peut contenir un espace de stockage de 32 Go.
- Donnée : 1 Go = 10^9 octets
- 9- En utilisant vos connaissances, expliquer pourquoi ce système basé sur l'intelligence artificielle devient de plus en plus performant.



Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « Son, musique et audition »

Audition et apprentissages chez les jeunes enfants

Sur 10 points

En France, il est actuellement obligatoire que les équipes médicales encadrant les nouveaux nés proposent aux parents de réaliser un test de dépistage auditif. En effet, l'audition conditionne bon nombre d'apprentissages de l'enfant, particulièrement dans les domaines du langage et de la communication. Le dépistage d'un éventuel trouble peut ainsi être suivi d'un traitement rapide, adapté et efficace.

Dans cet exercice, on cherche à comprendre le principe et l'intérêt d'un tel dépistage auditif précoce.

Document 1 – Organisation de l'appareil auditif et principe du test de dépistage

Une sonde placée dans le conduit auditif contient un haut-parleur (« émetteur ») qui émet un son et un microphone (« récepteur ») qui recueille les sons émis par les cellules ciliées de la cochlée. Ce test simple, non invasif et rapide, permet le dépistage d'un problème de surdité cochléaire chez le nouveau-né. Il permet aussi de suivre l'évolution de l'audition chez des sujets à risque victimes d'hypoacusies professionnelles (c'est-à-dire des baisses de l'audition liées à une activité professionnelle) ou victimes d'une hypoacousie liée à la prise de médicaments oto-toxiques.

Ce test permet de tester l'existence d'une audition entre 0 et 30 dB, pour des fréquences entre 700 et 5000 Hz.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

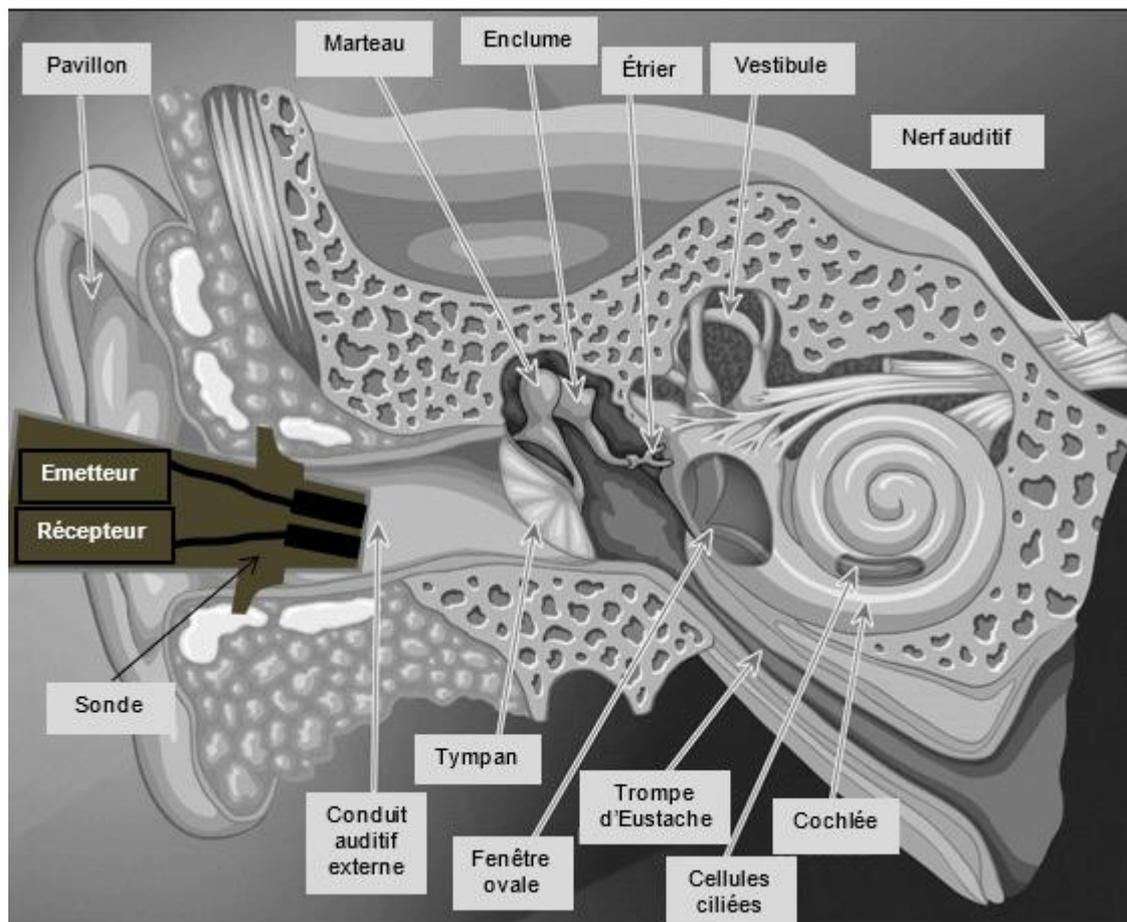
N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1



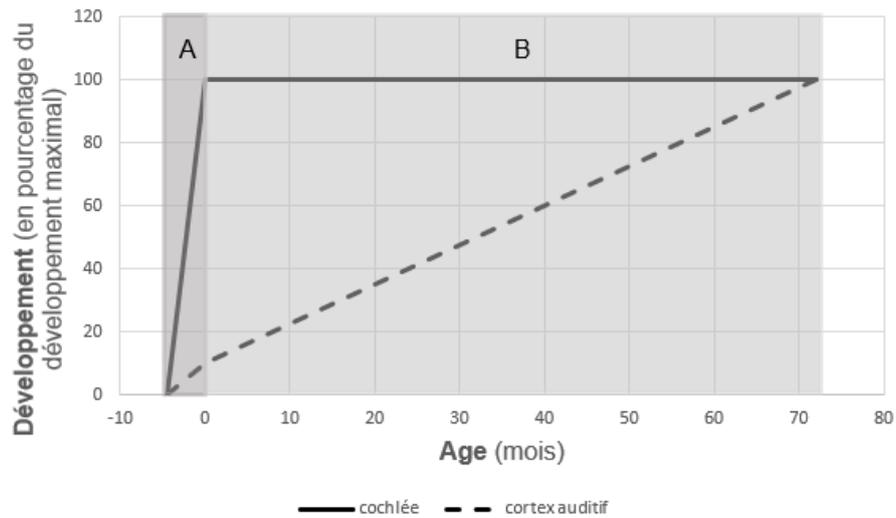
Source : d'après nosoreilles-onytient.org

- 1- À l'aide des connaissances et du document 1, indiquer si le test ci-dessus permet de tester l'intégralité du domaine des fréquences audibles.
- 2- Expliquer l'intérêt d'effectuer le test pour des niveaux sonores compris entre 0 et 30 dB.
- 3- Identifier la bonne proposition ci-dessous et la recopier sur votre copie.
L'oreille interne a pour rôle :
 - a- la réception des ondes sonores
 - b- l'amplification des ondes sonores
 - c- la transmission des ondes sonores
 - d- la conversion des ondes sonores en messages nerveux

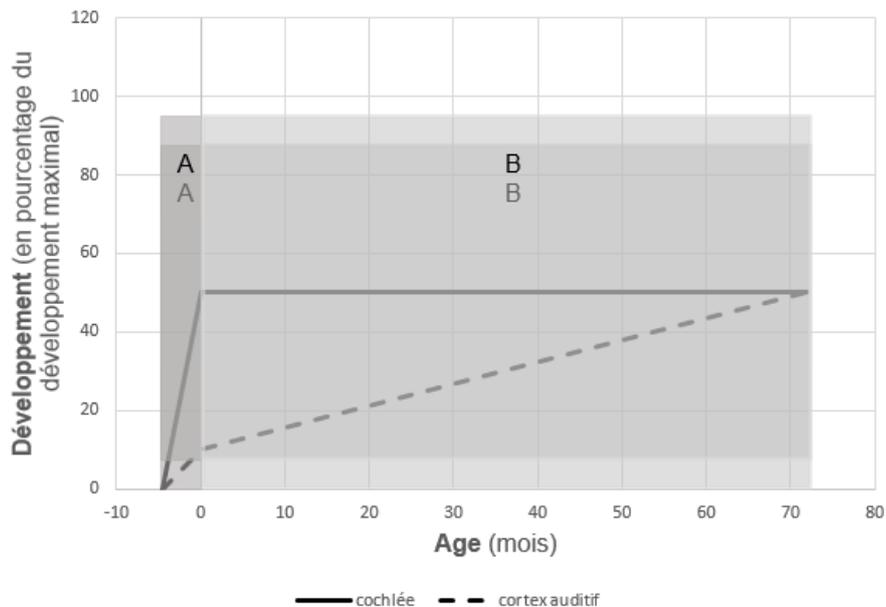


Document 2 – Lien entre le développement cérébral et le développement cochléaire

En absence d'anomalie du développement cochléaire :



En cas d'anomalie du développement cochléaire :



Zone A : De 4 mois $\frac{1}{2}$ de grossesse à la naissance (= 0 mois)

Zone B : De la naissance à 6 ans (= 72 mois)

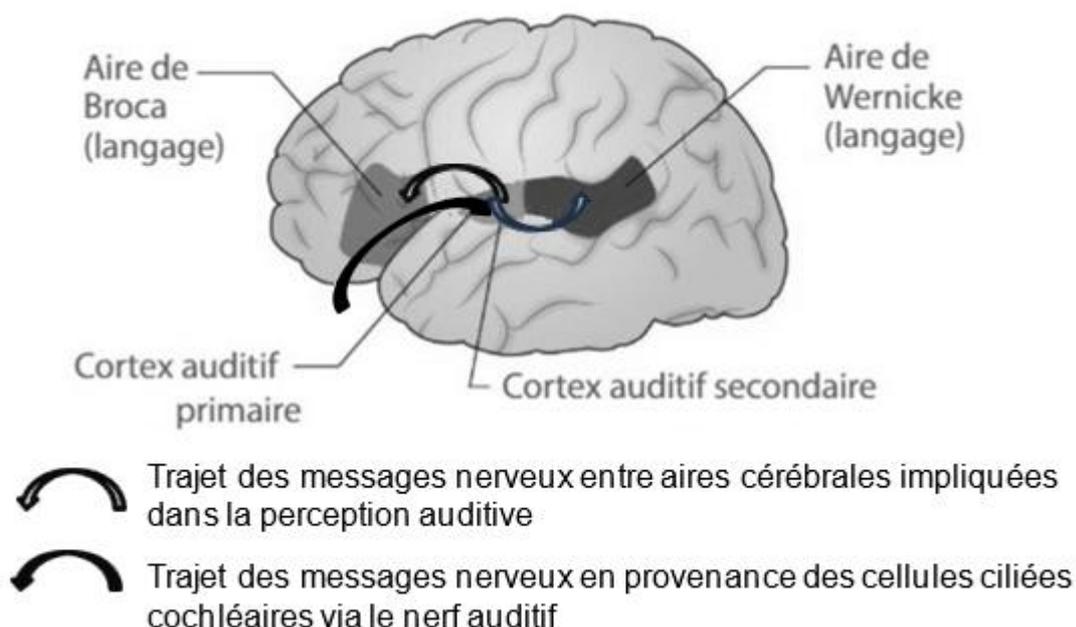
Source : d'après www.cochlea.eu

Document 3 – Communication neuronale entre aires cérébrales impliquées dans la perception auditive

Le cortex auditif primaire traite les sons en provenance de l'oreille interne via le nerf auditif. Il intervient dans la perception/sensation sonore. Il communique avec le cortex auditif secondaire où l'analyse se précise. Les facultés du langage mettent en jeu des aires cérébrales telles que l'aire de Broca ou de Wernicke. Ainsi, par communication entre aires cérébrales, les sons peuvent être interprétés et produits via la parole.

La communication entre les aires cérébrales est permise par le réseau de neurones qui les constituent. En effet, les neurones sont des cellules pourvues d'un corps cellulaire et de prolongements par lesquels les messages nerveux circulent. En établissant des contacts entre eux par ces prolongements, les neurones communiquent.

Aires cérébrales impliquées dans la perception auditive :





Neurones du cortex auditif primaire au moment où la cochlée commence à fonctionner (fœtus de 5 mois) :

Sans cochlée (surdité de naissance), le cerveau auditif va rester dans cet état immature

Prolongement

Corps cellulaire



Neurones du cortex auditif primaire à la fin du développement de la cochlée ( quivalent à un cerveau humain de 6 ans) :

Prolongement

Corps cellulaire



Source : d'après Hatier 1^{ère} enseignement scientifique et www.cochlea.eu

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

- 4- À partir du document 2, identifier dans chacune des deux séries de propositions celle qui est juste et la recopier sur la copie :

Dans un cas normal, le développement de la cochlée :

- a- débute à la naissance
- b- est achevé à la naissance
- c- débute à 6 ans
- d- est achevé à 4 mois ½ de vie fœtale

Dans un cas normal, le développement des centres auditifs cérébraux :

- e- est indépendant du développement de la cochlée
- f- est maximal après celui de la cochlée
- g- est maximal avant celui de la cochlée
- h- est achevé à la naissance

- 5- Après avoir comparé les neurones du cortex auditif primaire chez un fœtus de 5 mois et chez un enfant de 6 ans (document 3), expliquer comment s'effectue l'apprentissage normal du langage.
- 6- À partir de la mise en lien des documents 2 et 3, rédiger un argumentaire destiné à montrer l'intérêt d'un dépistage auditif précoce pour optimiser les apprentissages, notamment de langage, chez l'enfant.



Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

Mise en évidence des échanges cellulaires par marquage radioactif

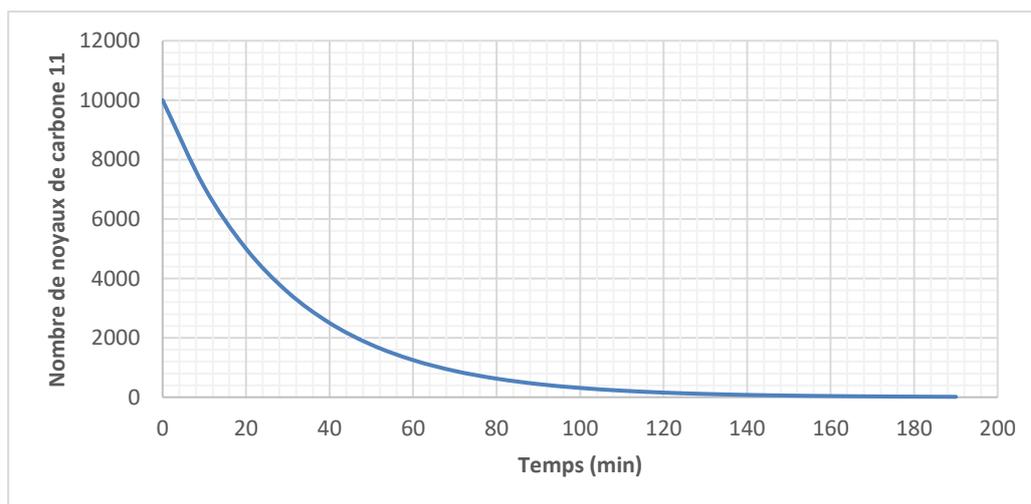
Sur 10 points

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

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

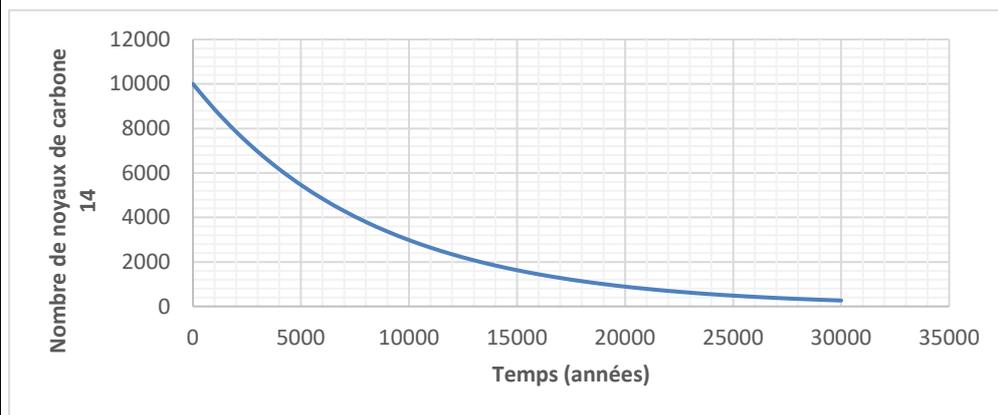


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

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

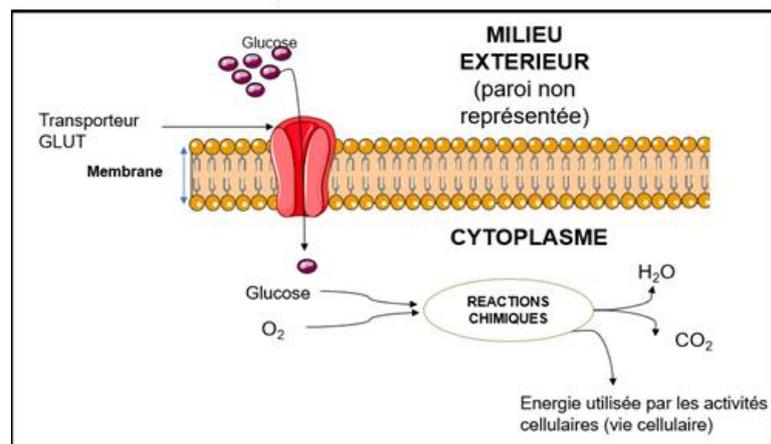
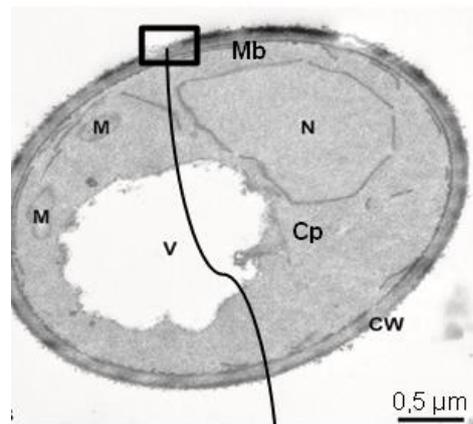
Afin de comprendre le mode d'action de la cytochalasine B sur la Levure *Saccharomyces cerevisiae*, qui est un organisme unicellulaire, des molécules de glucose sont marquées au carbone 14 (document 3).

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/>

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

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.

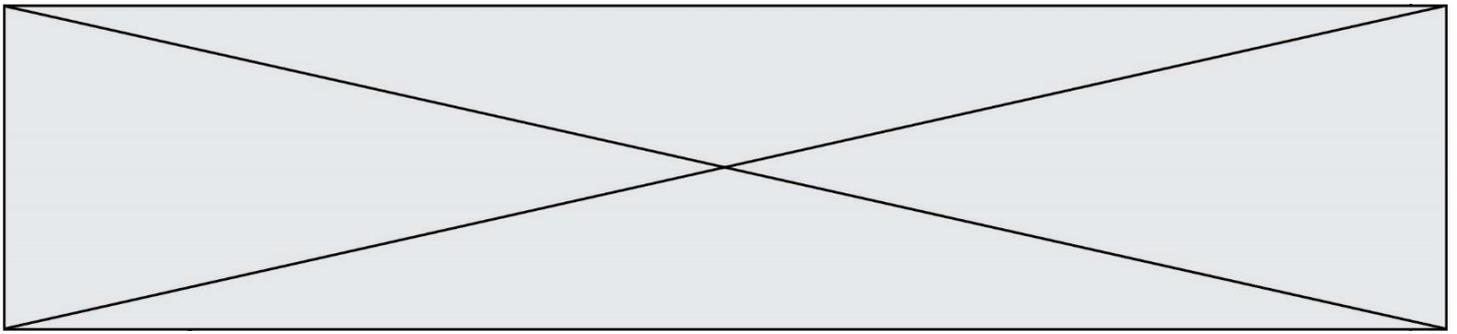
Temps (minutes)	0	1	2	6	10
Quantité de glucose marqué au ^{14}C absorbée par la cellule (en unités arbitraires)	0	1,8	2,2	2,5	2,7

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.

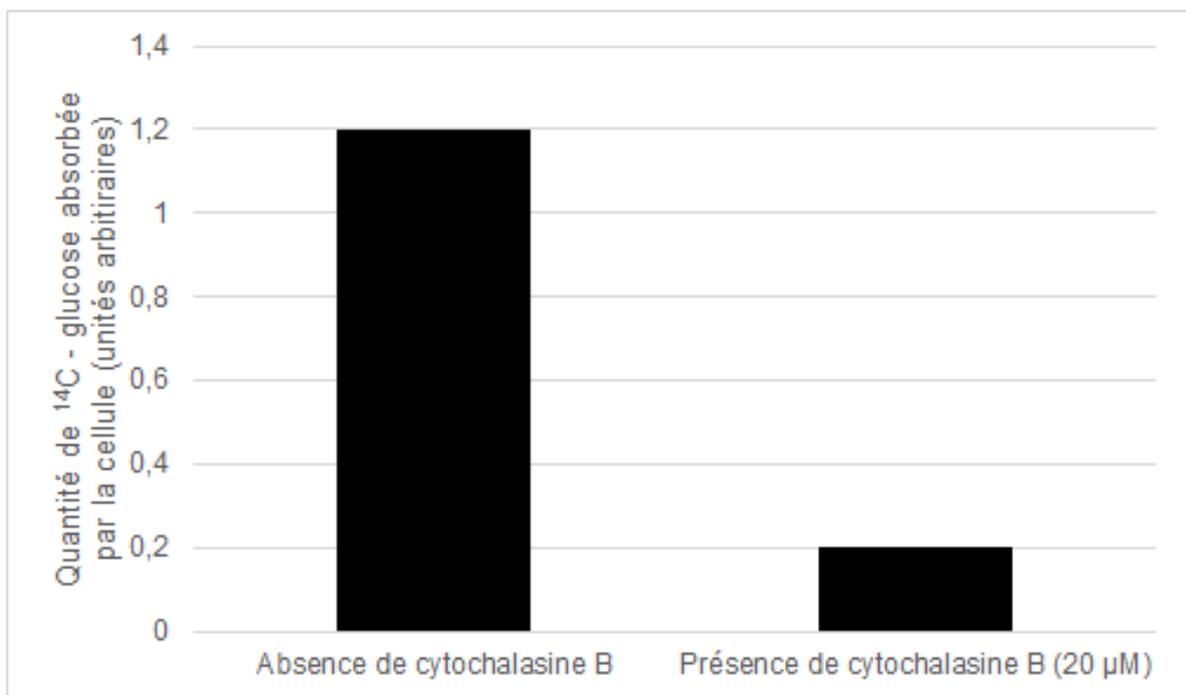
Source : d'après Lundgaard, I., Li, B., Xie, L. et al. Direct neuronal glucose uptake heralds activity-dependent increases in cerebral metabolism. *Nat Commun* 6, 6807 (2015).

- 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).