

CLASSE : Première

VOIE : Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h12

Sujet 2024 avec maths n°ENSSCIMAT131

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique **avec****enseignement de mathématiques spécifique**CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui NonDICTIONNAIRE AUTORISÉ : Oui Non

Mise en évidence des échanges cellulaires par marquage radioactif

Exercice au choix sur 12 points

Thème « *Une longue histoire de la matière* »

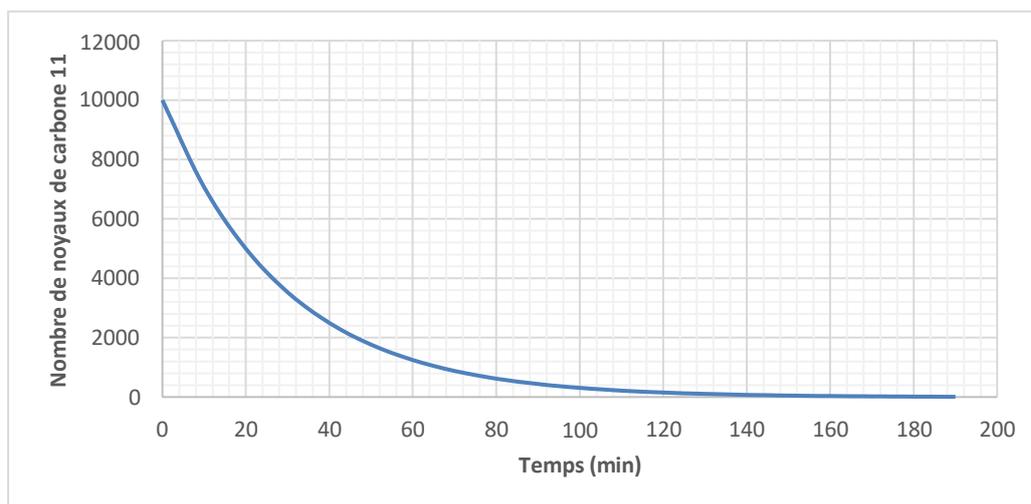
Les molécules organiques sont constituées de différents atomes, dont l'atome de carbone. Dans les techniques de marquage radioactif, les scientifiques peuvent synthétiser, en laboratoire, des molécules contenant des atomes radioactifs. Grâce à ce procédé, on peut détecter la présence et les mouvements 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

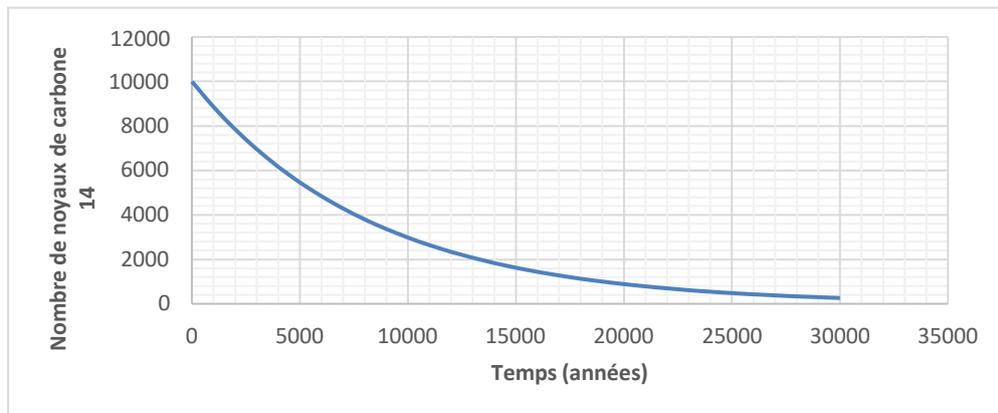
- 1- Rappeler la définition de la demi-vie d'un noyau radioactif, grandeur caractéristique de ce dernier.

Document 1 – Courbe de décroissance radioactive du carbone 11



Source personnelle

Document 2 – Courbe de décroissance radioactive du carbone 14



Source personnelle

- 2- 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.
- 3- 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.
- 4- 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.

Document 3 – expérience historique d'utilisation du marquage radioactif

Ernest Lawrence (1901-1958), physicien américain et titulaire du prix Nobel de physique en 1939, inventa et développa un dispositif permettant de produire des isotopes radioactifs tels que le carbone 11, l'azote 13 et l'oxygène 15. En 1937, Lawrence demanda à son collègue chimiste Martin Kamen (1913-1985) d'assister le physiologiste Israel Chaikoff (1902-1966) dans les travaux portant sur le métabolisme des sucres chez les Rats. Pour réaliser ces études, du glucose radioactif marqué au ^{11}C (^{11}C – glucose) fut photosynthétisé par des algues d'eau douce à partir du $^{11}\text{CO}_2$. Les mesures expérimentales permettant sa détection échouèrent en raison du faible nombre de noyaux restants à la fin du processus de détection. En 1940, Kamen trouva une alternative au ^{11}C en utilisant du carbone 14 (^{14}C).

Source : d'après <https://www.universalis.fr/encyclopedie/carbone-14-et-les-traceurs-radioactifs>

- 5- À partir du document 3 et des résultats trouvés à la question 2, justifier l'utilisation préférentielle du carbone 14 en biochimie.

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

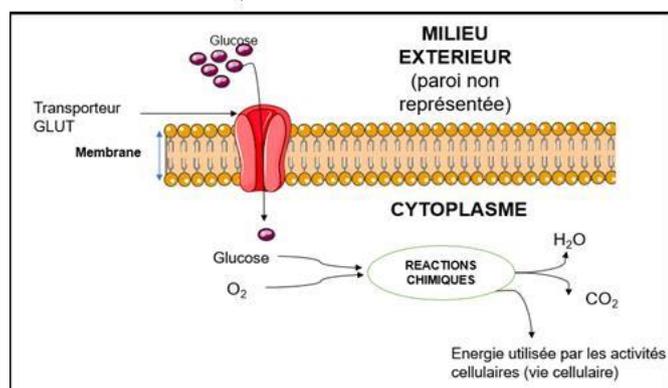
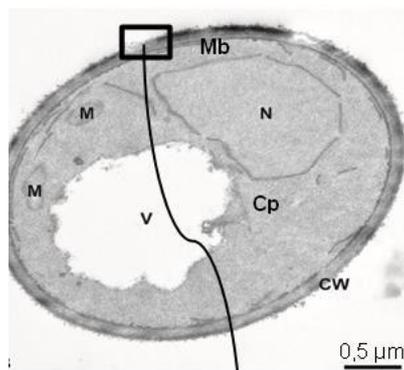
Afin de comprendre le mode d'action de la cytochalasine B sur la Levure *Saccharomyces cerevisiae*, qui est un organisme unicellulaire, des molécules de glucose sont marquées au carbone 14 (document 4).

Document 4 – 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/>

- 6- Citer la technique qui a permis d'obtenir la photographie présentée dans le document 4.

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 5.

Document 5 – 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.

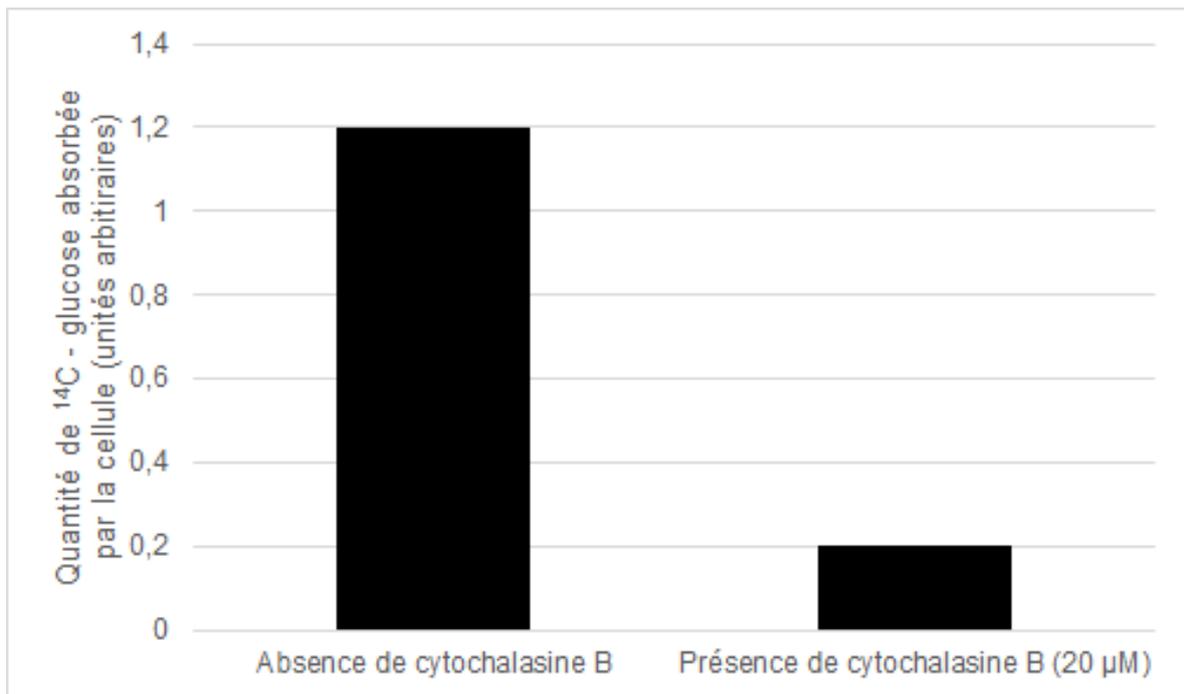
Des résultats similaires sont observés chez la Levure.

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).

- 7- Montrer, à partir des documents 4 et 5, que la Levure est en interaction avec son milieu grâce à des structures spécifiques qui seront nommées.

Document 6 – 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, en un temps donné, par la cellule 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).

- 8- À partir des informations tirées du document 6 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).