

Entraînement à l'étude documentaire

CPES 1 – Janson de Sailly / Université Paris-Cité

DISCLAIMER : Les leçons en rapport avec ces études de document n'ont pas été étudiées. Cela ne devrait pas non plus être impossible de travailler dessus, ne serait-ce que pour comprendre la méthode.

Exercice 1 : CO₂, plantes et évolution

Difficulté : ★☆☆

Chapitre en lien : M2

Tiré du concours général des lycées session 2025

On s'intéresse à la reconstitution des teneurs en dioxyde de carbone (noté pCO₂) au cours des temps géologiques. Pour ceci, on utilisera deux indices liés aux stomates des végétaux et plus particulièrement de *Gingko* :

– la **densité stomatique** (SD), correspond au nombre de stomates par unité de surface de feuille en mm²

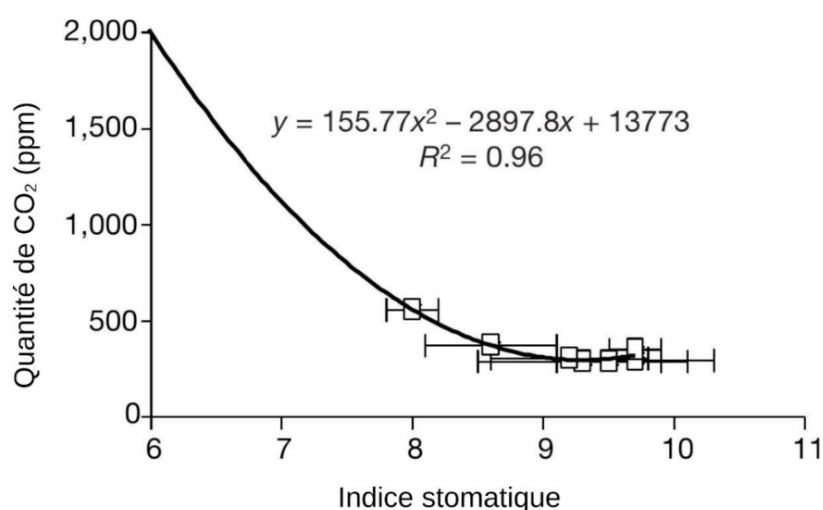
– l'**indice stomatique** (SI) fondé sur la densité stomatique (SD) et sur la quantité de cellules épidermiques présentes par unité de surface foliaire (ED) : $SI = (SD / (SD + ED))$

Les résultats sont présentés dans le document 1.

DOCUMENT 1 : Densité stomatique et indice stomatique de quelques espèces de *Gingko* actuels ou fossiles

Espèces	Age	Densité stomatique (SD)	Indice stomatique (SI)
<i>Gingko biloba</i>	1998	97,7	9,3
<i>Gingko biloba</i>	1924	134,0	Non déterminé
<i>Gingko coriacea</i>	Crétacé ancien	20,3	3,4
<i>Gingko huttoni</i>	Jurassique moyen	44,8	5,5
<i>Gingko yimaensis</i>	Jurassique-moyen à ancien	10,1	2,6
<i>Gingko obrutschewii</i>	Jurassique ancien	59,3	6,7

DOCUMENT 2 : Évolution de l'indice stomatique en fonction de la teneur en CO₂ atmosphérique



Q1 Quelle est la différence entre les points (carrés) et la courbe (document 18) ?

Q2 Comment pouvez-vous interpréter la relation entre quantité de stomates et quantité de CO₂ ?

Q3 Analyser les documents 1 & 2 afin d'établir l'évolution de la teneur en CO₂ du Jurassique à l'actuel

Difficulté : ★★★

Chapitre en lien : G2

Tiré du concours général des lycées session 2023

Exercice 2 : Lactose, lactase et intolérance

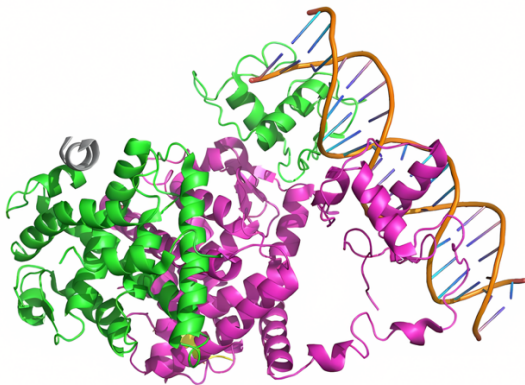
En France, 30 à 50 % des adultes ont une digestion incomplète du lactose.

L'intolérance au lactose est un problème de digestion du lactose contenu dans le lait et ses produits dérivés. Elle provient d'un déficit de lactase. Si la lactase est produite en quantité insuffisante, le lactose n'est pas complètement digéré et parvient dans le colon (gros intestin) où il est fermenté par des bactéries. Ce processus provoque la production de gaz (dont le dioxyde de carbone et le méthane) dans le gros intestin et crée un appel d'eau dans l'intestin grêle. Il en découle une accélération du transit intestinal avec diarrhées, gaz et douleurs.

L'importance des symptômes varie d'un individu à l'autre. Elle est fonction de l'activité lactase restante et de la quantité de lactose absorbée.

DOCUMENT 1 : Le récepteur *PPAR γ*

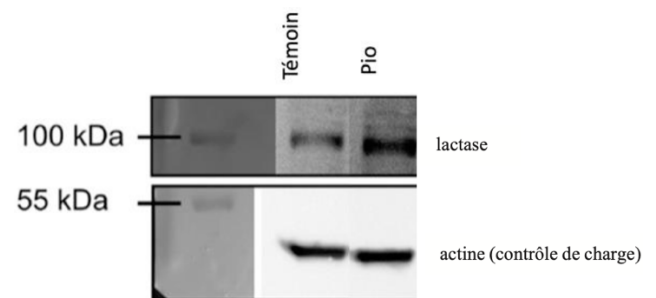
La molécule *PPAR γ* est un facteur de transcription actif dans le noyau qui peut s'associer à l'ADN (ici en orange). C'est un récepteur de molécules ayant des rôles de messagers intracellulaires.



DOCUMENT 2 : Analyse par western blot

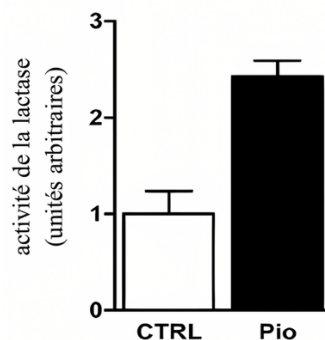
Pio est une molécule activant *PPAR γ* à la place du messenger habituel. Les cellules ont été stimulées pendant 24 heures avec ou sans *Pio*.

Dans cette manipulation, deux anticorps sont utilisés : un anticorps reconnaissant la lactase et un anticorps reconnaissant l'actine (une protéine traduite dans toutes les cellules).



DOCUMENT 3 : Activité de la lactase avec *Pio*

Les cellules ont été stimulées pendant 24 heures avec ou sans *Pio* et les valeurs présentées en unités arbitraires.



Q1 Analyser les documents 1, 2 et 3 pour montrer en quoi *Pio* est une molécule intéressante pour réduire les symptômes liés à l'intolérance au lactose.

Exercice 3 : Bactérie, fermentation et alcool

Difficulté : ★★★☆

Chapitre en lien : M1 et G2

Tiré du concours agro-véto voie TB session 2017

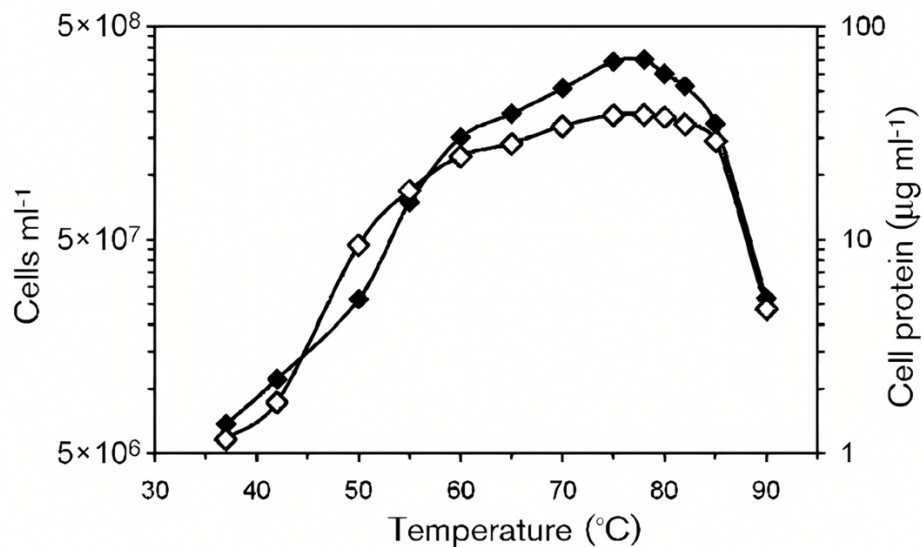
L'accroissement de la demande mondiale en carburant, la baisse inexorable des réserves de pétrole font des biocarburants une ressource alternative durable et renouvelable pour le futur.

Des efforts considérables ont été mis en œuvre afin de produire des biocarburants de deuxième génération à partir d'une biomasse lignocellulosique (bois, paille, déchets, résidus agricoles et forestiers, cultures dédiées). La culture des plantes utilisées n'entre plus en concurrence directe avec les cultures vivrières.

Le sujet propose d'étudier une souche de *Caldicellulosiruptor bescii*, bactérie cellulolytique modifiée génétiquement, candidate de choix pour la production directe de bio-éthanol à partir d'une biomasse lignocellulosique. Cette souche présente l'intérêt de réaliser l'ensemble des étapes de production de bio-éthanol, depuis la digestion de la biomasse jusqu'à sa synthèse, sans recourir ni à un prétraitement chimique, ni à une digestion enzymatique exogène (deuxième génération simplifiée).

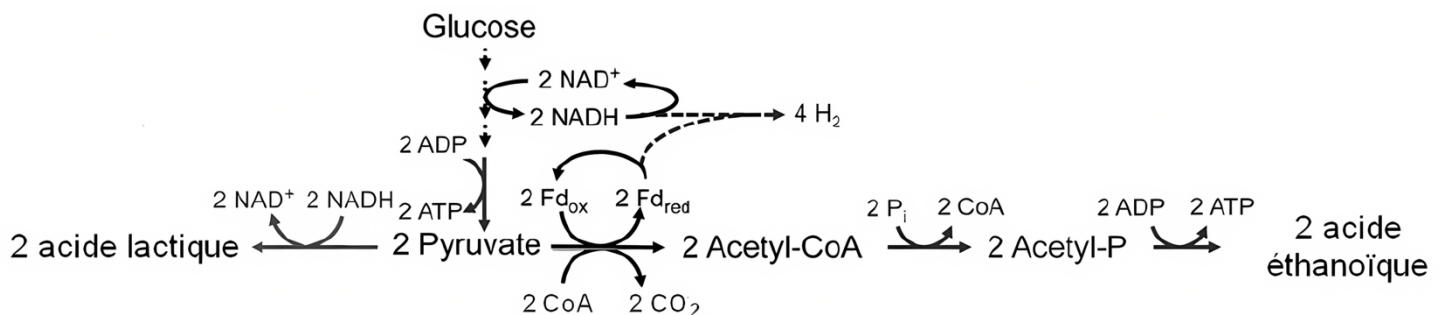
DOCUMENT 1 : Effet de la température sur la croissance de *C. bescii*

La croissance est suivie par mesure de la concentration bactérienne (♦) et mesure de la concentration en protéines (◇).



Q1 Analyser le document 1. Proposer une explication de l'allure générale des deux courbes obtenues.

DOCUMENT 2 : Voies métaboliques simplifiées chez *C. bescii*



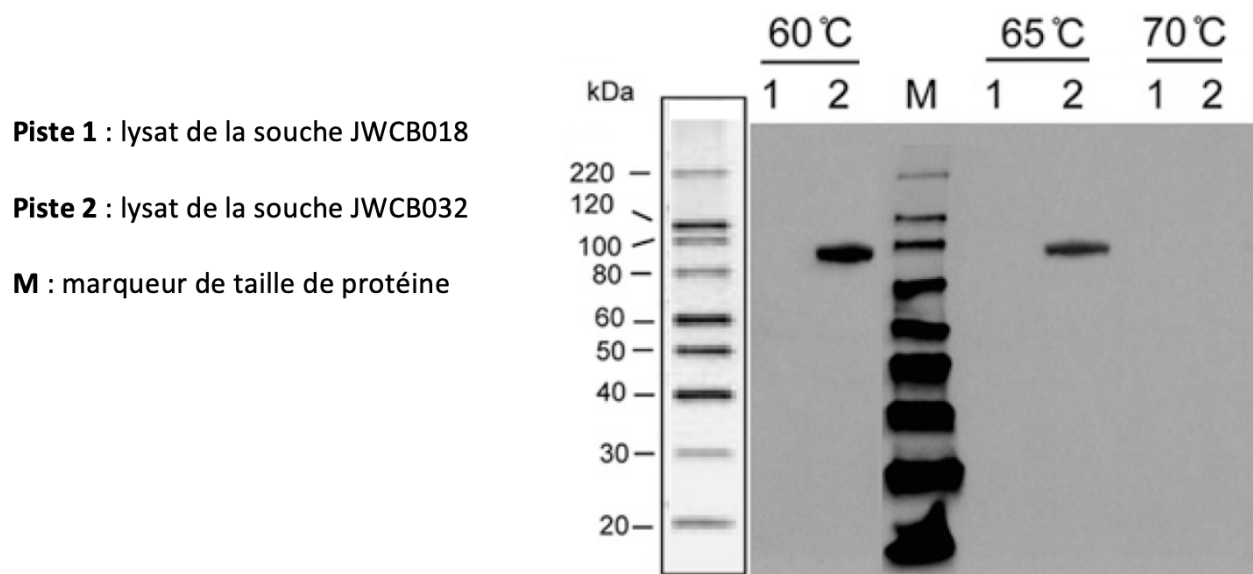
Q2 Quelles voies métaboliques vous identifiez dans le document 2 ?

Un mutant naturel de *C. bescii*, la souche JWCB018, est déficient en *ldh* (*ldh*, gène codant la lactate déshydrogénase).

A partir de ce mutant, on a créé la souche JWCB032 productrice de bio-éthanol en lui intégrant, par recombinaison à sites spécifiques, le gène *adhe* (séquence d'environ 2,4 kpb).

DOCUMENT 3 : Contrôle de l'expression de l'enzyme AdhE par Western Blot

Les bactéries sont cultivées dans 50 mL de milieu LOD à 1 % (m/v) de cellobiose (un monomère de la cellulose), à trois températures différentes 60 °C, 65 °C et 70 °C.



Q3.a Quel est le sens de migration sur l'électrophorèse présentée au document 3 ?

Q3.b Calculer et commenter la taille de l'enzyme exprimée par la souche JWCB032

Données : 1 acide aminé ~110 Da

DOCUMENT 4 : Résultats de production des 3 souches de *C. bescii*

Les cultures sont réalisées en double essai, en flacon de 125 mL contenant 50 mL de milieu LOD à 1 % (m/v) de cellobiose, à 65 °C, sous agitation à 150 rpm.

Les différents métabolites sont dosés à l'état initial et après 48 h de croissance. Les rendements (« yields ») de conversion notés Y sont calculés, par exemple $Y_{L/C}$ représente le rendement de conversion du cellobiose en lactate.

Souches	Concentration des différents métabolites (à 48h) (mmol·L ⁻¹)						Rendement de conversion (à 48 h)			
	Cellobiose <i>initial</i> (mmol·L ⁻¹)	Cellobiose <i>final</i>	Lactate	Acetate	Ethanol	diHydrogene	$Y_{L/C}$	$Y_{A/C}$	$Y_{E/C}$	$Y_{H/C}$
Sauvage	28.4 ± 0.11	18.9 ± 0.42	1.3 ± 0.07	6.9 ± 0.23	0.0	11.8 ± 0.21	0.65	3.45	0.0	5.90
JWCB018	28.4 ± 0.36	19.7 ± 0.27	0.0	9.3 ± 0.56	0.0	14.5 ± 0.53	0.0	4.05	0.0	6.30
JWCB032	28.4 ± 0.25	16.9 ± 1.57	0.0	5.5 ± 0.30	15.3 ± 0.19	9.8 ± 0.64	0.0	1.14	3.19	2.04

Note : Lactate (L), Acétate (A), Ethanol (E), diHydrogène (H), Cellobiose (C)

Q4 Analyser et expliquer les résultats du document 4 pour conclure quant à l'intérêt de la souche JWCB032.

Exercice 4 : Lait, digestion et exosomes

Difficulté : ★★★★★

Chapitre en lien : BC2 (oui), M1 et G2

Tiré du concours agro-vétro voie BCPST session 2025

Les exosomes correspondent à des vésicules extracellulaires retrouvées dans le lait, contenant divers composants.

DOCUMENT 1: Les exosomes et la digestion

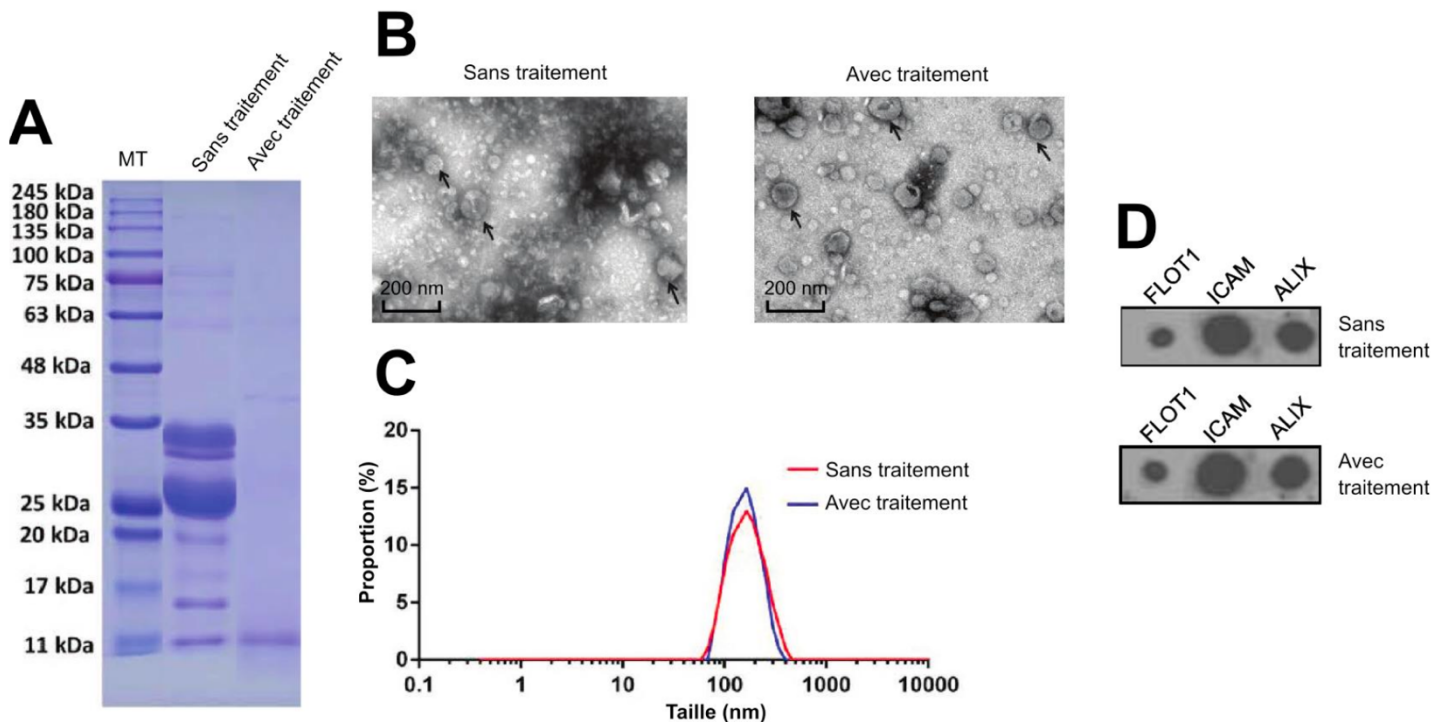
On réalise le traitement in vitro suivant, mimant les premières étapes de la digestion : 3 mL de lait sont placés dans de la salive (pH = 6,8) pendant 5 minutes, puis dans du suc gastrique (pH = 2) pendant 60 minutes, puis dans du liquide pancréatique (pH = 7) pendant 60 minutes.

(A) Coloration au bleu de Coomassie (colorant des protéines) d'un gel d'électrophorèse de protéines de lait réalisé en conditions dénaturantes, sans ou avec traitement du lait. MT = marqueur de taille, kDa = kiloDalton.

(B) Visualisation en microscopie électronique de constituants du lait particuliers, les exosomes (vésicules extracellulaires), sans ou avec traitement du lait. Les flèches indiquent les exosomes.

(C) Comparaison des tailles des exosomes sans ou avec traitement.

(D) Western blot révélant 3 protéines contenues dans les exosomes, sans ou avec traitement du lait.



Q1 À partir de l'analyse du document 1, déterminer le devenir des protéines du lait (libres ou au sein des exosomes) lors de la digestion.

DOCUMENT 2 : Les exosomes et l'épithélium intestinal

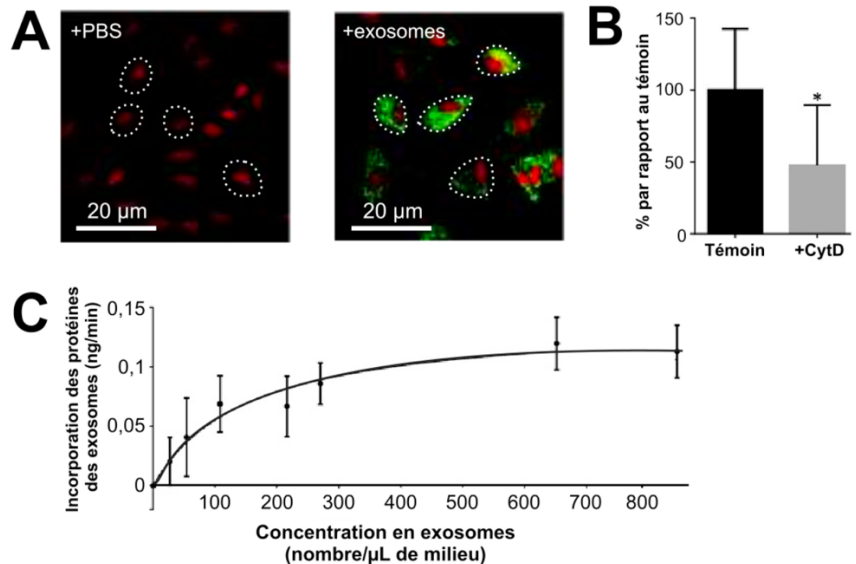
Après traitement selon le protocole précédent, le lait est mis en présence de cellules épithéliales intestinales en culture.

A : Visualisation en microscopie à fluorescence des noyaux (en rouge) et une protéine des exosomes (en vert). Quelques membranes plasmiques sont indiquées en pointillés.

B : Nombre d'exosomes internalisés (en % par rapport au témoin) après ajout de cytochalasine D (CytD), un inhibiteur de l'endocytose.

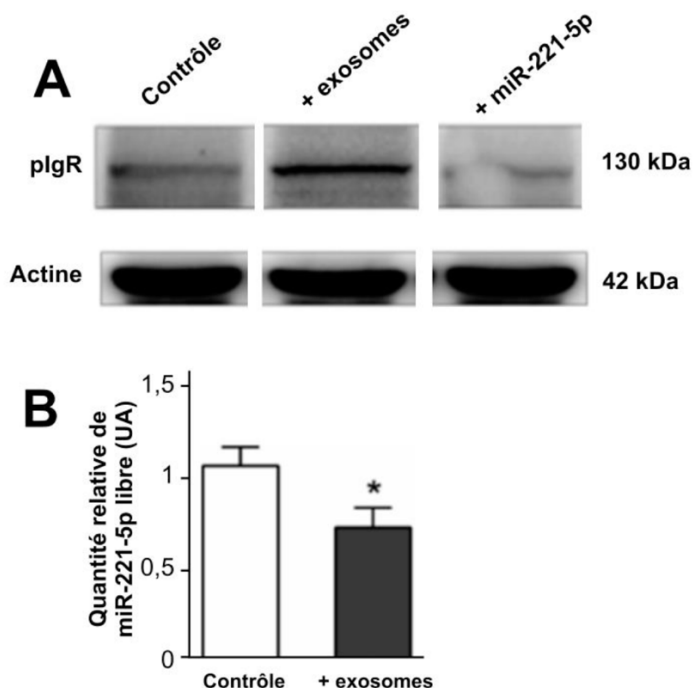
C : Vitesse d'incorporation des exosomes en fonction de leur concentration dans le milieu.

* = résultats statistiquement différents.



Q2 À partir d'une analyse du document 2, montrer que les exosomes sont endocytés après liaison à un récepteur membranaire des cellules intestinales cultivées in vitro et qu'une simple fusion avec la membrane plasmique peut être exclue. (Je sais que la question est fourbe car elle appelle du BC2, mais il faut avouer qu'elle est cool)

DOCUMENT 3 : Les exosomes et l'expression génétique



plgR est une protéine des cellules de la muqueuse intestinale qui permet de transférer des anticorps depuis le milieu intérieur vers la lumière de l'intestin.

A : On met des cellules épithéliales d'intestin de souris en culture dans différentes conditions, puis on réalise un Western blot utilisant des anticorps ciblant plgR ou l'actine.

Contrôle = cellules non traitées ;

+ exosomes = cellules mises en présence d'exosomes ;

+ miR-221-5p = cellules transformées avec un ARN de petite taille.

B : Mesure de la quantité relative de miR-221-5p libre dans le cytosol des cellules épithéliales en présence ou non d'exosomes.

Q3 À partir de l'analyse du document 3A et des connaissances utiles sur les petits ARN, réaliser un schéma explicitant la fonction et le mode d'action de miR-221-5p dans les cellules intestinales.

Q4 Analyser le document 3 pour expliquer en quoi les exosomes sont impliqués dans la défense de l'organisme contre les pathogènes.