

1/ Echanges membranaires

Les expériences suivantes ont été réalisées avec des cellules végétales. Interprétez les résultats obtenus. Remarque : la substance "A" est toujours la même dans les quatre parties de l'expérience. D'après l'ensemble des informations fournies :

- Que peut-on dire de la perméabilité de la membrane à la substance "A" : la membrane est-elle perméable ou imperméable à la substance "A" ?
- Si la membrane est perméable, par quel mode de transport la substance "A" la traverse-t-elle ?
- Expliquez les observations faites dans chacune des 4 parties de l'expérience.

Soient 4 cellules végétales identiques dont le milieu intracellulaire contient la substance "A" à une concentration de 1 mmol/L. Chacune est placée dans l'un des 4 milieux décrits dans le tableau suivant ; ceux-ci sont isotoniques par rapport au milieu intracellulaire pour tous les solutés, sauf pour la substance "A".

Partie	Milieu extracellulaire	Résultats
1	[A] = 40 mmol/L, $t^{\circ} = 22^{\circ}\text{C}$	On observe une légère plasmolyse de la cellule ; puis la cellule redevient turgescente rapidement.
2	[A] = 60 mmol/L, $t^{\circ} = 22^{\circ}\text{C}$	On observe une légère plasmolyse de la cellule ; la cellule redevient turgescente de façon plus rapide que la cellule mise dans le milieu 1.
3	[A] = 150 mmol/L, $t^{\circ} = 22^{\circ}\text{C}$	On observe une légère plasmolyse de la cellule ; la cellule redevient turgescente exactement à la même vitesse que la cellule mise dans le milieu 2.
4	[A] = 150 mmol/L, $t^{\circ} = 48^{\circ}\text{C}$	On observe une plasmolyse lente, mais accentuée et persistante de la cellule.

1/ ECHANGES MEMBRANAIRES - Corrigé

c) Explication des observations faites dans l'expérience :

Partie 1 :

La diffusion la plus rapide est toujours celle de l'eau (osmose). Comme le milieu 1 (40 mmol/L de A) est hypertonique par rapport à la cellule (1 mmol/L de A), l'eau sort immédiatement de la cellule, ce qui explique la légère plasmolyse. Ensuite, si la cellule redevient turgescente, c'est que la substance A a pu entrer dans la cellule ; de l'eau a suivi et a rétabli le volume cellulaire. (une cellule vivante reprend généralement sa turgescence en milieu isotonique lorsque l'égalité des concentrations est atteinte). Il y a donc eu diffusion de A jusqu'à égalité des concentrations de A de part et d'autre de la membrane plasmique.



Partie 2 :

[A] = 60 mmol/L. Ici le gradient de concentration de A est plus fort que dans la partie 1, donc A va diffuser plus rapidement (rappel : la vitesse de diffusion d'un soluté est proportionnelle au gradient de concentration qui existe de part et d'autre de la membrane plasmique).

Partie 3 :

[A] = 150 mmol/L. Ici le gradient de concentration de A est encore ^{qui dans la partie 2} plus fort, mais la vitesse de diffusion n'est pas plus grande que dans la partie 2. On peut donc conclure que la substance A traverse la membrane par diffusion facilitée, en passant à travers les protéines transmembranaires (perméases), qui sont en nombre limité dans la cellule. Déjà dans la partie 2 de l'expérience, toutes les perméases de la cellule devraient être occupées à faire entrer la substance A ; lorsqu'on les soumet à un gradient encore plus fort de A (partie 3), elles ne peuvent pas faire diffuser le soluté A plus vite (il y a saturation des perméases).

Partie 4 :

[A] = 150 mmol/L, $t^{\circ} = 48^{\circ}\text{C}$. Ici la seule différence avec la partie 3 de l'expérience réside dans la température... et les résultats sont complètement différents.

Rappel : une protéine doit avoir une forme tridimensionnelle (conformation) précise pour pouvoir faire son travail ; c'est le cas des perméases (qui doivent pouvoir "reconnaître" leur soluté et changer leur forme pour les transporter). Si la température est aussi élevée que 48°C , les protéines se dénaturent : elles perdent leur conformation 3D [à cause des interactions modifiées entre leurs acides aminés (ici, certaines liaisons chimiques plus faibles ne résistent sans doute pas à l'agitation moléculaire accrue découlant de la température élevée)].

qu'arrive-t-il à notre cellule si elle ne peut plus faire entrer la substance A (ses perméases à A, des protéines, sont dénaturées) ? Elle est en milieu hypertonique ([A] = 150 mmol/L), donc de l'eau va sortir de la cellule ; l'eau sortira en passant entre les phospholipides (= osmose par diffusion simple), car les aquaporines (des canaux protéiques) sont aussi probablement non fonctionnelles, dénaturées par la température élevée (d'où la lenteur de la plasmolyse). La plasmolyse est accentuée, car la concentration extracellulaire en solutés est élevée, donc beaucoup d'eau doit sortir de la cellule pour atteindre l'égalité de concentration des solutés de part et d'autre de la membrane. La plasmolyse persiste, car puisque A ne peut plus diffuser, c'est le seul moyen de maintenir l'égalité des concentrations de part et d'autre de la membrane.

Rappelons ici les réponses aux 3 questions posées dans ce problème :

- La membrane est perméable à la substance A.
- La substance A traverse la membrane par diffusion facilitée.
- Voir les explications données ci-haut pour chacune des 4 parties de l'expérience.

Université Moulay Ismail
 Faculté des sciences - Meknès
 Département de biologie

Année universitaire : 2019-2020
 Printemps : 2020
 Semestre pédagogique : 4

2/ Aspects biochimiques de l'assimilation de l'azote :

Un agriculteur possède deux parcelles de terrain qu'il décide de cultiver chacune avec deux espèces différentes :

- l'une est plantée avec la luzerne (famille des légumineuses).
- la seconde est plantée avec du tournesol (famille des astéracées).

- a) Quelle est la source principale d'azote pour chacune de ces plantes ?
 - En absence d'engrais ?
 - Après addition d'engrais chimiques ?
- b) Détaillez le processus biochimique par lequel la luzerne est susceptible d'élaborer du glutamate en absence d'engrais.
- c) De la même façon détaillez le processus biochimique par lequel le tournesol élabore son glutamate en absence d'engrais.

TD_3/S_4/PHYSIOLOGIE VEGETALE

NUTRITION_AZOTEE - corrigé

2/ Aspects biochimiques de l'assimilation de l'azote :

(a) Source principale d'azote :

(i) Luzeerne :

+ En absence d'engrais chimiques : c'est l'azote atmosphérique (N₂).

+ Après addition d'engrais chimiques : ce sont les nitrates NO₃⁻ (les nitrates inhibent la nitrogénase ; les nitrates sont *abondants dans le sol.*)

(ii) Tournesol :

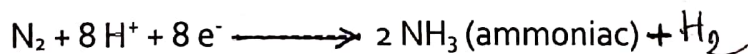
Dans les 2 cas (en absence ou après addition d'engrais chimiques) : ce sont les nitrates NO₃⁻ (les nitrates sont la forme azotée la plus abondante dans le sol et la plus disponible pour les végétaux).

(b) Processus biochimique par lequel la luzeerne est susceptible d'élaborer du glutamate en absence d'engrais :

Ce processus comporte 2 phases :

α) Réduction de l'azote moléculaire

L'azote atmosphérique N₂ est réduit en ammoniac par l'action de la nitrogénase (Nase), enzyme qui catalyse la réaction suivante :



Mode d'action de la nitrogénase :

- la source d'électrons est représentée par la ferrédoxine fournie par la respiration du symbionte (bactéroïde).

- la nitrogénase est inhibée par les ions nitrate (NO₃⁻) et les ions ammonium (NH₄⁺). *Elle est inactivée par l'oxygène.*

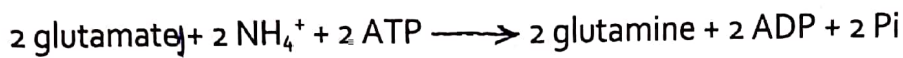
Ensuite, l'ammoniac réagit avec l'eau pour donner des ions ammonium et des ions hydroxydes selon la réaction : $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

β) Synthèse du glutamate

La transformation des ions ammonium en glutamate met en jeu le cycle de la glutamate synthase dans lequel interviennent 2 enzymes : la glutamine synthétase (GS) et la glutamate synthase (GOGAT).

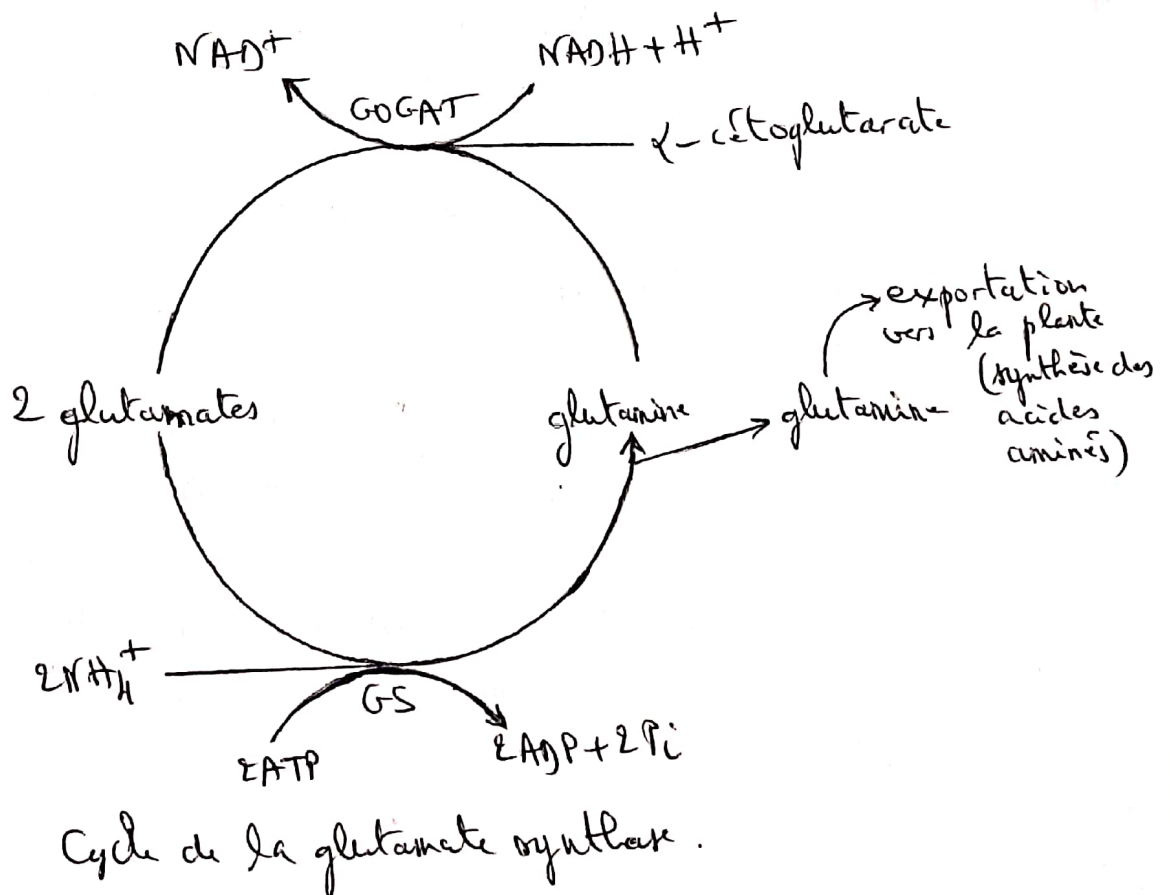
(β_1) Action de la glutamine synthétase (GS)

La glutamine synthétase (GS) catalyse la réaction suivante :



(β_2) Action de la glutamate synthase (GOGAT)

La GOGAT catalyse la réaction suivante :



(c) Processus biochimique par lequel le tournesol élabore son glutamate en absence d'engrais :

Chez le tournesol, la source principale d'azote est représentée par les ions nitrates (NO_3^-) aussi bien en absence d'engrais chimiques qu'après leur addition.

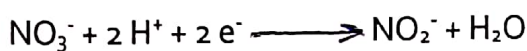
Le processus biochimique par lequel le tournesol élabore son glutamate en absence d'engrais comporte 2 phases :

(α) Réduction des nitrates :

La réduction des nitrates s'effectue en 2 étapes mettant en jeu les 2 enzymes suivantes : la nitrate réductase (NR) et la nitrite réductase (NiR).

(α_1) Action de la nitrate réductase (NR) :

La NR catalyse la réaction de réduction des nitrates en nitrites selon l'équation suivante :



La NR contient un FAD, du molybdène. La source des électrons est représentée par le NADH (provenant de la respiration ou indirectement de la photosynthèse).

(α_2) Action de la nitrite réductase (NiR) :

La NiR catalyse la réaction de réduction des nitrites en ammoniac selon l'équation suivante :



La NiR est une protéine fer - soufre (Fe - S) associée au sirohème (transporteur d'électrons) (~~de nature ferroporphyrrique~~). La source d'électrons est représentée par la ferrédoxine (provenant de la photosynthèse).

(β) Synthèse du glutamate :

A partir de l'ammoniac jusqu'au glutamate, le reste du processus biochimique est identique à celui des légumineuses (intervention de la GS [réaction β_1] et de la GOGAT [réaction β_2] via le cycle de la glutamate synthase).
Fin