

DS de biologie végétale

Thème 1 – Réponse à une attaque d'herbivore

1) Section de limbes de Maïs et conséquences

Question 1a – Décrivez avec précision l'enregistrement observé au point A.

- *Le potentiel de repos est de -157 mV. Il est stable avant la section.*
- *Au moment de la section apparaît une **dépolarisation** de 20 mV environ, de durée très brève (de l'ordre de la seconde). Le potentiel revient au potentiel de repos (la valeur est quelques mV plus basse) tout aussi rapidement.*
- *Puis, après un délai stabilisé de 50 s environ, la membrane du tube criblé s'**hyperpolarise** : la valeur du potentiel descend de 35 mV environ, atteignant un potentiel membranaire de -190 mV. La diminution du potentiel s'étend sur environ 1 minute.*
- *Le potentiel revient ensuite doucement à sa valeur de repos, en 4 à 5 minutes.*

Question 2 – Proposer une origine possible à chacun des signaux électriques observés.

Les variations de potentiels membranaires peuvent être dues à des flux ioniques.

La dépolarisation pourrait être due à une entrée de Ca^{2+} (le Na^+ est peu probable dans une plante).

L'hyperpolarisation serait due à une sortie massive d'ions K^+ ou une entrée d'anions.

Question 3 – Calculez la vitesse de déplacement du signal. Comparez-le avec la vitesse de circulation de la sève élaborée, qui est de $1,5 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$. Que peut-on en conclure ?

Les points A et B sont distants de 1 cm. La dépolarisation est décalée de 2 s par rapport à l'enregistrement en A. Le signal se déplace donc à $0,5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ soit $30 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$. C'est donc 20 fois plus rapide que la conduction de la sève élaborée. Le signal ne passe donc pas par la voie du phloème mais par une voie électrique plus rapide.

Question 4 – Analysez les courbes en ordonnant les évolutions observées d'un point de vue temporel. Proposez un scénario d'action probable.

Les courbes peuvent être comparées au témoin non sectionné : seules les valeurs qui présentent une différence significative seront précisées.

*L'effet premier s'observe pour la **transpiration**, qui diminue de façon significative à partir de 12 minutes.*

La perte d'eau est divisée par 2,5 au bout de 30 minutes.

*L'**assimilation du CO_2** diminue également mais seulement à partir de 24 minutes. Elle est divisée par 2 en 30 minutes.*

On peut imaginer que :

1. *la section induit un signal électrique qui ferme les stomates, ce qui diminue les pertes hydriques ;*
2. *la fermeture des stomates provoque une diminution de l'assimilation du CO_2 par la RubisCO.*

La feuille réagit donc à la blessure.

2) Effet des chenilles herbivores sur les feuilles d'*Arabidopsis*

Question 5 – Décrivez le phénomène observé lors de la consommation de la feuille. Localisez le signal calcique dans la feuille pointée en blanc. Quel(s) tissu(s) est (sont) susceptible(s) de conduire le signal ?

Au début, la plante n'émet pas de fluorescence, ou très peu et seulement dans la région immédiate de la chenille. Au bout de 10 s, la feuille pointée en blanc présente une fluorescence au niveau de ses nervures : cette fluorescence est encore plus visible au bout de 20 s. La fluorescence est alors visible sur une autre feuille, également dans les nervures.

Cela indique que la consommation de la feuille centrale induit un signal calcique (entrée massive de Ca^{2+}) dans les nervures de toute la plante : le tissu serait donc le phloème et/ou le xylème.
L'attaque par l'herbivore est transmise sous la forme d'un influx de calcium.

Question 6 – Comparez **succinctement** la figure 5 avec la figure 2 obtenue sur le limbe de Maïs.

Le potentiel de surface de la feuille suit la même évolution que dans le document 1.1

- d'abord une brève dépolarisation d'environ 10 mV en quelques secondes
- puis une forte hyperpolarisation de -50 mV ressentie pendant environ 4 minutes.

Les valeurs sont différentes du fait de la mesure mais le schéma de réaction semble identique.

Question 7 – Formulez deux hypothèses reliant les paramètres suivis en figure 5. Vous appuieriez vos hypothèses sur la chronologie des événements.

Hypothèse 1 : la fluorescence due au calcium débute lors de la dépolarisation donc ce serait la dépolarisation qui provoquerait l'entrée de Ca^{2+} dans les cellules.

Hypothèse 2 : c'est le flux de calcium qui provoque les variations du potentiel de membrane puisque la fluorescence est maximale au moment de l'hyperpolarisation.

Question 8 – Expliquez en quoi cette expérience permet de valider l'une de vos hypothèses (précisez bien laquelle).

Lorsque le potentiel de membrane ne peut pas varier, il n'y a aucune fluorescence. C'est donc l'hypothèse 1 qui est juste. C'est la dépolarisation qui induit l'entrée de Ca^{2+} et non l'inverse.

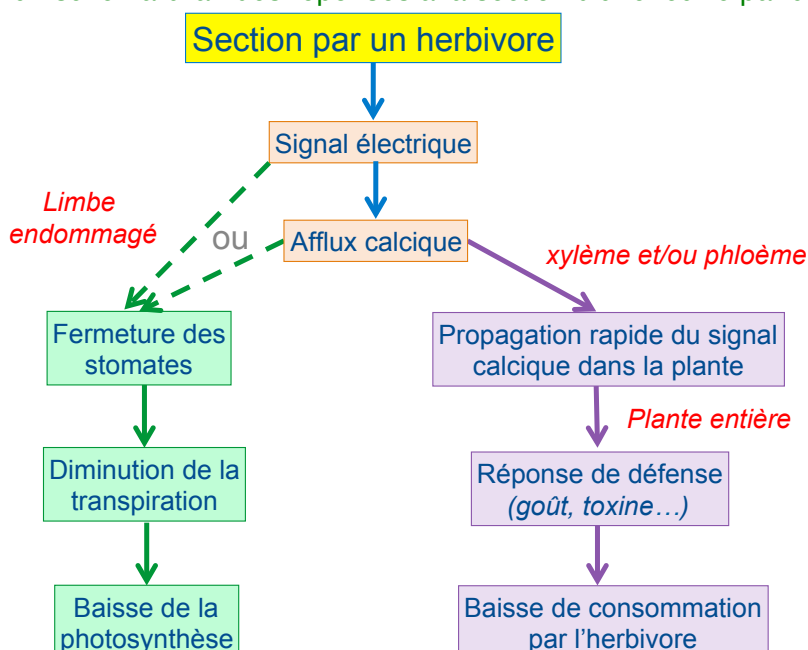
Question 9 – Montrez à l'aide de la figure 7 que la hausse de Ca^{2+} dans le cytosol des cellules compagnes participe à une défense de la plante envers les herbivores.

Les mutants présentent des transporteurs dysfonctionnels aux ions calcium. Or les chenilles présentent une masse significativement plus importante que le témoin (jusqu'à 50% en plus que le témoin pour le mutant 3.1+3.3).

Cela signifie que les plants mutants ont été davantage consommés que les plants sauvages. La présence de canaux fonctionnels est donc un moyen de limiter le développement des larves, en diminuant leur consommation.

Peut-être la production d'un goût amer, la libération d'une molécule dissuasive...

Question 10 – Réalisez un schéma bilan des réponses à la section d'une feuille par un herbivore.



Thème 2 – Teneur en nitrates du sol et nutrition des végétaux

1) Effet de la teneur en nitrates sur l'absorption racinaire

Question 1 – Caractériser le type de cinétique de l'absorption du nitrate et déterminez les paramètres cinétiques usuels.

L'absorption du nitrate suit une cinétique de type michaélienne. Il met probablement en jeu un transporteur qui se fixe au nitrate (effet de saturation).

Pour le lot A, la v_{max} semble proche de $125 \mu\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de MS. Le K_M est la concentration en nitrate pour $v_{max}/2$ donc le K_M est proche de $100 \mu\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}$.

Pour le lot B, la v_{max} est d'environ $20 \mu\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de MS et le K_M avoisine $5 \mu\text{mol}\cdot\text{h}^{-1}$.

Question 2 – Comparez les courbes d'absorption pour les deux conditions de culture testées.

Les deux lots de plants sont carencés en azote. Le lot A est au contact de nitrates la veille des mesures : il montre alors une absorption de nitrate 6 fois plus importante que le lot B, resté en milieu sans nitrate.

L'affinité est par contre légèrement inférieure pour le lot A.

Le contact avec les nitrates dans un plant carencé a induit l'apparition d'un transporteur plus efficace dans l'absorption des nitrates : le flux entrant des nitrates est plus important.

Question 3 – Proposez une hypothèse susceptible d'expliquer à l'échelle moléculaire la modification d'absorption entre les plants des lots A et B.

Le fait que les caractéristiques cinétiques changent permet de faire l'hypothèse que :

- *les transporteurs sont différents, issus de l'expression de 2 gènes distincts ;*
- *ou un effecteur modifie les paramètres cinétiques du transporteur.*

Il est possible aussi d'envisager une hausse du nombre des transporteurs exprimés par le lot A. Cela ne joue en tout cas pas sur le K_M et donc la réponse est incomplète.

2) Effet de la carence en nitrate (NO_3^-) sur la distribution du carbone dans la plante

Question 4 – Définissez les notions d'organes sources et d'organes puits de la nutrition carbonée et expliquer en quoi les résultats expérimentaux du document 2 illustrent ces notions.

Les organes sources sont producteurs et exportateurs de matière organique carbonée à partir de CO_2 : ils sont photosynthétiques.

Les organes puits consomment de la matière organique soit pour leur métabolisme (puits de consommation) soit pour une mise en réserve (puits de stockage).

La matière organique circule des sources vers les puits : dans cette expérience, la matière organique marquée diminue donc dans les organes sources (ici les feuilles) alors qu'elle augmente dans les organes puits.

Question 5 – Comparez et discutez la répartition des assimilats entre les 2 organes puits pour les 2 conditions expérimentales (TN+ ou TN-).

Il faut dissocier dans l'analyse :

- *l'effet des nitrates (comparer TN+ et TN-)*
- *la répartition entre racine tubérisée et feuilles*

Dans une solution pauvre en nitrate TN-, les assimilats représentent 85 % de la radioactivité initiale (valeur tirée de la feuille marquée à 48h) et se répartissent en 10 % dans les jeunes feuilles et 75 % dans les racines tubérisées.

Dans une solution riche en nitrate TN^+ , les assimilats représentent 70 % de la radioactivité initiale (valeur tirée de la feuille marquée à 48h) et se répartissent en 20 % dans les jeunes feuilles et 50 % dans les racines tubérisées.

La plante exporte toujours davantage vers les racines tubérisées que vers les jeunes feuilles.

En milieu carencé, la plante privilégie la mise en réserve dans les tubercules plutôt que le développement végétatif. Si l'apport en azote est plus important, la plante stimule son développement végétatif (donc la formation de feuilles qui feront la photosynthèse).

Question 6 – En confrontant ces données à celles de la figure 2, analysez ces résultats.

Un milieu riche en nitrate augmente la photosynthèse et cela stimule la production de feuilles : plus de feuilles provoque alors un flux de sève plus important vers celles-ci.

Le milieu carencé en azote diminue la production de biomasse des feuilles : l'accumulation de matière carbonée dans les racines tubérisées est alors privilégiée.

La valeur de p montre que les différences sont significatives.

Question 7 – Concluez sur l'effet de la diminution de l'apport nutritif en nitrates vis-à-vis du développement des organes souterrains de la chicorée.

Une diminution de l'apport en azote favorise le développement des tubercules racinaires.

Question 8 – Déterminez l'effet de la carence en nitrate sur la mise en réserve.

Les plants carencés en nitrate montrent une activité enzymatique supérieure pour la production du polymère de stockage. Les taux de SST et SS sont deux fois supérieurs par rapport à un milieu riche en azote. La quantité d'INV semble inchangée (pas de différence significative).

La carence en nitrate favorise donc bien la mise en réserve dans les tubercules.

Question 9 – Réalisez un schéma bilan de tout ce thème, montrant les différents effets d'une carence en nitrate dans une plante.

