

Devoir surveillé n°7 - Corrigé

Mardi 7 mai 2024

Épreuve d'analyse de documents de biologie

durée : 1h45

LES VÉGÉTAUX FACE AUX INCENDIES

PARTIE 1. ÉTUDE DU CHÊNE LIÈGE

Question 1 – Analysez le document 1.

La fiabilité des résultats statistiques est bonne étant donné le grand effectif des échantillons (100 individus). Les chênes de diamètre inférieur à 8 cm meurent alors que les chênes dont le diamètre est supérieur à 12 cm résistent à plus de 95% à l'incendie. Il semble y avoir un **diamètre seuil** au-delà duquel la **résistance** est acquise.

L'effet du diamètre de la tige est également visible dans la reprise de la vie végétative l'année suivant l'incendie. Si on compare, à **épaisseur d'écorce identique**, la hauteur retrouvée après un an, on constate que :

- pour une écorce de 3 cm, les tiges de 10 cm retrouvent leur hauteur à 60 %, celles de 20 cm à 80 % et celles de plus de 30 cm à plus de 95 %.
- pour une écorce de 1 cm d'épaisseur, les tiges de 10 cm retrouvent leur hauteur à 35 % seulement, celles de 20 cm à 55 % et celles de plus de 40 cm à 75 %.

L'épaisseur de l'écorce semble aussi un critère de **résilience** puisque, par exemple pour un diamètre de tige (écorce exclus) de 20 cm, la hauteur de l'arbre au bout d'un an n'est que de 50% pour une écorce de 1 cm contre 75% pour 2 cm, 85% pour 3 cm et presque 100% pour 5 cm.

Conclusion : Il y a donc une corrélation entre la résistance et la résilience d'un chêne vert et son diamètre, lui-même lié à l'épaisseur de son écorce. Une écorce épaisse permettrait de protéger les tissus profonds, impliqués dans la vie et la croissance des arbres.

Question 2 a – En tenant compte des informations apportées par le document 2, proposez une explication aux conclusions de la question 1.

Le cambium est le tissu qui assure la croissance en épaisseur des troncs de Dicotylédones : il est à l'origine de la formation du bois et du liber.

On remarque que lorsque l'écorce est plus épaisse (> 2 cm), la température du cambium ne dépasse pas 60°C : les cellules ne meurent pas (ou du moins pas toutes) et permettent ensuite de reprendre la croissance et de produire de nouveaux tissus l'année suivante.

Au contraire, pour des épaisseurs < 1 cm, la température du cambium est comprise entre 60 et 120°C. Ainsi, il est possible que les cellules cambiales meurent, ce qui provoque l'arrêt de croissance de l'arbre.

Question 2 b – Proposez une amélioration possible à ce document.

Identifier les espèces permettrait de voir l'influence de l'anatomie, qui peut différer entre espèces. Essayer de trouver une droite de régression avec un calcul du R^2 est aussi une approche plus scientifique, mais elle nécessiterait davantage de points car la dispersion est grande.

Question 3 - En utilisant les informations dont vous disposez, expliquez en quoi cette particularité anatomique favorise une adaptation au climat méditerranéen.

Le liège (ou suber) produit par le chêne liège est formé de petites cellules mortes remplies d'air. Or l'air conduit 20 fois moins la chaleur qu'un tissu hydraté (ici modélisé par l'eau). La couche de liège constitue donc une protection thermique contre la chaleur lors des incendies plus fréquents en région méditerranéenne. Donc une couche épaisse de liège favorise les espèces face aux incendies.

Remarque : elle pourrait éventuellement convenir pour un épisode de canicule de courte durée.

PARTIE 2. PHYSIOLOGIE DE LA GERMINATION APRÈS UN INCENDIE

Question 4 – Analysez le document 4 et concluez sur le rôle de KAR1.

L'effet de KAR1 est net dès la dose de $1 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour la laitue, dont le % de germination double par rapport au témoin sans karrikine, allant de 50 à 100 % (valeur aussi atteinte pour des concentrations supérieures). Pour l'emmenanthe, l'effet maximal est atteint pour $10 \mu\text{g.L}^{-1}$ avec environ 65 % de germination (contre 10 % sans KAR1 et 45 % avec $1 \mu\text{g.L}^{-1}$).

KAR1 stimule donc la germination de ces 2 espèces : elle semble avoir un effet physiologique positif.

Question 5 – À partir de la description du document 5, précisez l'effet des karrikines sur de jeunes plantules.

Les photos du doc 5A montrent que la croissance végétative est limitée avec ajout de KAR1 : la tige (ou hypocotyle) mesure 3 mm contre 6 mm pour les plantules témoins. Le développement des premières feuilles (probablement les cotylédons) est cependant identique d'après la photo.

La différence dans l'appareil caulinaire réside dans l'intensité du vert, dont l'intensité est plus que doublée avec apport de KAR1 : cette couleur verte est corrélée à la quantité de chlorophylle a dont la teneur est augmentée de 0,15 à 0,19 soit 25 % de plus.

KAR1 pourrait favoriser le développement caulinaire en augmentant l'intensité de la photosynthèse. Par contre, la croissance de l'axe est plus modérée.

Question 6 – Analysez succinctement le document 6 pour en déduire un rôle de KAR1.

Seul le plantule de gauche présente une mycorhize : le mycélium du champignon est établi entre les cellules de la racine : il est facilement identifié par la présence de vésicule et arbuscule. Si les karrikines ne peuvent pas activer leur voie de transduction, la symbiose ne s'établit pas : le plant muté ne semble pas présenter de symbiose mycorhizienne. La voie de réponse aux karrikines semble donc favoriser la colonisation des racines par les champignons mycorhiziens et le développement des structures mycéliennes.

Question 7 – Montrez en vous appuyant sur le document 7 que les karrikines jouent un rôle dans la résistance à la sécheresse des plants d'*Arabidopsis thaliana*. Vous proposerez un mécanisme incluant l'ouverture stomatique.

Le document 7A montre que les plantules sauvages, sensibles à la karrikine, ont bien mieux résisté à 14 jours de sécheresse que les plants insensibilisés : la densité de plantules sauvages verts à large feuille est bien plus élevée que les mutants. Les karrikines renforcent la résistance des plants à la sécheresse.

Le document 7B montre quant à lui que l'une des actions des karrikines serait liée au degré d'ouverture des stomates en réponse à l'ABA, hormone de stress hydrique.

- Étude de l'effet de l'ABA : l'ABA induit la fermeture des stomates dans les deux lots de plants. En effet, sans ABA, les stomates sont ouverts de $6 \mu\text{m}$ pour les plants sauvages ($8 \mu\text{m}$ pour les mutants) alors que le diamètre baisse à 5 voire $4 \mu\text{m}$ lors de l'ajout d'ABA à 30 et $50 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (contre 7 et $5 \mu\text{m}$ pour les mutants) => ABA provoque la fermeture des stomates donc une moindre déperdition d'eau par évapotranspiration. L'ABA diminue la turgescence des cellules de garde, réduisant l'ostiole.
- Étude de la mutation : les mutants présentent une moindre réaction à l'ABA : dans tous les cas, les stomates des mutants sont davantage ouverts (de 2 à $3 \mu\text{m}$) que ceux des plants sauvages. Ceci induit une plus forte perte hydrique et donc une moindre résistance aux périodes sèches.

Ainsi, les karrikines augmentent la réponse au stress hydrique en induisant une **plus forte réaction à l'ABA** donc une meilleure régulation des pertes d'eau en cas d'aridité.

PARTIE 3. MODE D'ACTION DES KARRIKINES À L'ÉCHELLE MOLÉCULAIRE

Question 8 – À partir d'une exploitation du document 8, justifiez que KAR1 se fixe sur son récepteur au niveau d'un seul site de fixation selon des facteurs cinétiques que vous préciserez.

La forme de la courbe de fixation est une hyperbole, caractéristique d'une cinétique à 1 seul site de liaison, de type michaelienne, sans effet coopératif. La vitesse maximale de fixation V_{max} est d'environ 320 UA. L'affinité est représentée par la valeur de $K_{0,5} = 0,08 \text{ mmol.L}^{-1}$.

Question 9 – À partir d'une analyse des documents 9 à 11, soulignez le rôle de l'alanine 219 dans l'interaction entre KAR1 et KAI2 ainsi que les conséquences de cette interaction.

Alors qu'on constate dans le document 9 une croissance moindre chez les plants sauvages WT en présence de KAR1, on note une croissance équivalente en absence ou en présence de KAR1 chez les plants mutants *ply2*. Cela permet de conclure que la voie de réponse à KAR1 n'est pas fonctionnelle chez le mutant *ply2* et donc que l'alanine 219 est essentielle à la fixation de KAR1 sur KAI2 et à la mise en place d'une réponse, ici l'inhibition de la croissance.

Le document 10 confirme cette conclusion en montrant qu'au niveau moléculaire, la substitution de l'alanine 219 par une valine chez le mutant *ply2* semble bloquer l'accès au site de fixation de KAR1.

L'alanine est un acide aminé plus petit que la valine : il permet ainsi le positionnement de KAR1.

Le document 11 montre que la fixation de KAR1 sur KAI2 modifie la position des acides aminés de KAI2 : il y a un changement de conformation du récepteur KAI2 lors de la fixation de KAR1.

Ce changement de conformation serait à l'origine de la transduction du signal.

Question 10 – Sous forme d'un schéma-bilan, présentez à toutes les échelles le rôle des karrikines sur la germination et la physiologie d'une graine de végétal pyrophyte après un feu. Votre schéma s'appuiera sur les réponses aux questions des parties 2 et 3.

