

BIOLOGIE

Durée : **3 heures**

L'usage d'abaques, de tables, de calculatrice et de tout autre instrument électronique susceptible de permettre au candidat d'accéder à des données et de les traiter par des moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le surveillant qui vérifiera et, éventuellement, remplacera le sujet.

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1 à 8.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

L'épreuve a pour objectif non seulement de vérifier les connaissances des candidats en biologie, mais aussi d'apprécier leurs capacités à les exposer.

L'évaluation se fera sur les critères suivants :

- *l'exactitude scientifique des connaissances exposées au niveau requis ;*
- *la capacité du candidat à dégager et ordonner les idées essentielles, à les présenter de manière structurée et argumentée, à illustrer son exposé de façon pertinente, à exploiter et à corréler des documents pour répondre à un problème biologique ;*
- *la qualité de l'expression.*

1^{ère} partie

Information génétique et reproduction sexuée Entre conservation et innovation.

Expliquer comment, aux échelles moléculaire et cellulaire, la reproduction sexuée chez les Mammifères contribue à la conservation de l'information génétique, à la diversité et à l'innovation génétiques.

2^{ème} partie

Phloème et réponse à un stress.

L'étude a pour objectif de préciser certains aspects de la réponse de la plante à un stress dû à une blessure ou à une piqûre suivie d'une infection. Il s'agira principalement de s'attacher aux rôles joués par le phloème dont on rappelle qu'il est le tissu conducteur de la sève élaborée, caractérisé par une continuité des cytoplasmes des cellules (tubes criblés et cellules compagnes) qui le composent.

Les barres verticales et horizontales sur les courbes et les histogrammes représentent l'erreur standard à la moyenne (ou écart standard ou écart-type). On admettra que les différences sont significatives si les barres d'erreurs ne se chevauchent pas.

1. Piqûre d'insecte et ses conséquences à l'échelle de la plante

La maladie du dragon jaune ou HLB, est aussi appelée maladie du verdissement des agrumes (plantes du genre *Citrus*). Cette maladie est due à un petit insecte, le psylle asiatique des agrumes (*Diaphorina citri*). En effet, lorsque celui-ci pique les bourgeons ou les jeunes feuilles pour se nourrir au niveau des tubes criblés, une bactérie pathogène *Liberibacter asiaticus* peut être introduite dans la plante. L'infection bactérienne semble alors être à l'origine, entre autres symptômes, d'une floraison sporadique, de la chute d'une partie des fleurs et d'un défaut de croissance des fruits chaque année.

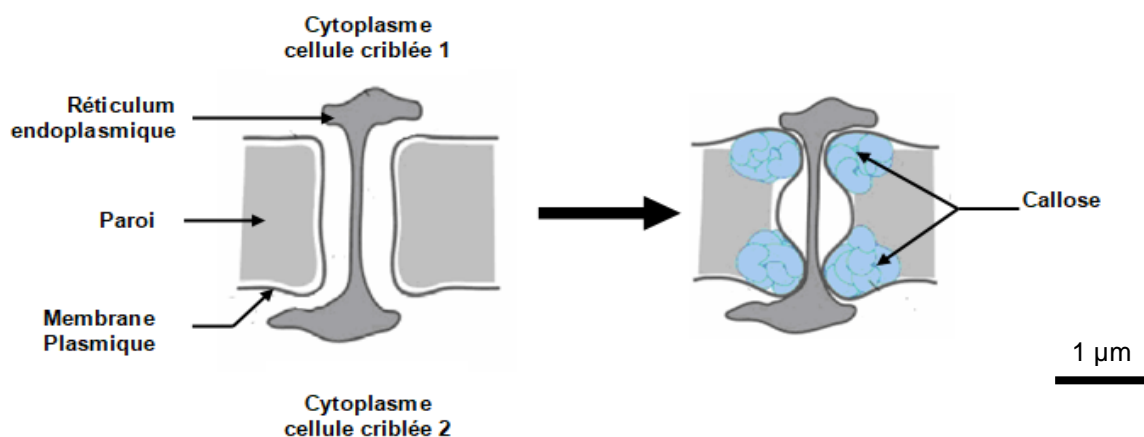
A l'aide de l'analyse des documents 1 et 2, montrer en quoi le mécanisme mis en évidence au niveau du phloème peut contribuer à la fois à la défense de la plante entière et être à l'origine des symptômes associés à la maladie HLB.

Document 1

Infection bactérienne suite à une piqûre par le psylle des agrumes et callose

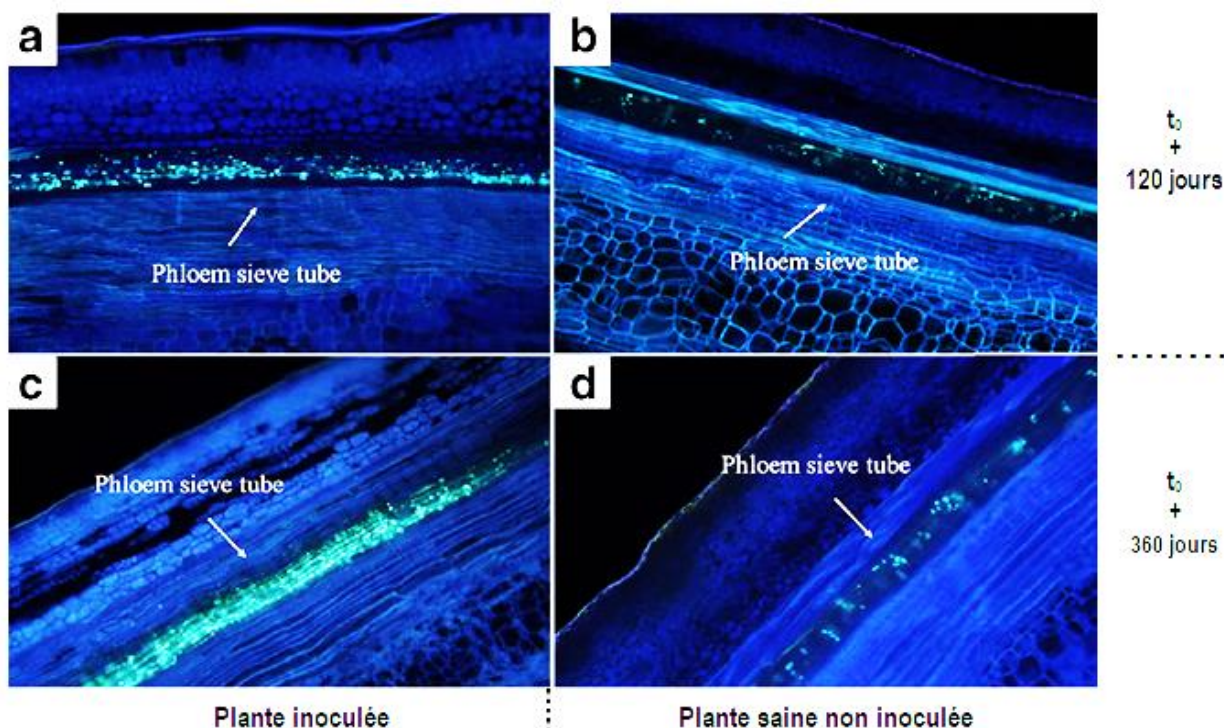
1A. Schémas de détail d'un crible avant et après dépôt de callose

Le callose est un polymère de β -1,3-glucose qui est déposé dans les parois transversales des cellules criblées.



1 B. Coloration au bleu d'aniline de coupes longitudinales de pétioles de *Citrus* inoculés ou non après piqûre par la bactérie *Liberibacter asiaticus* (coloration bleu turquoise mettant en évidence le callose)

Remarque : les Agrumes sont des arbustes à feuilles persistantes



Phloem sieve tube = tube criblé du phloème

Document 2

Dynamique de l'expression des gènes codant pour les calloses synthases chez le *Citrus* infecté

Les calloses synthases sont des enzymes présentes dans la membrane des cellules, en particulier dans celles des membranes des cellules compagnes des tubes criblés.

Elles sont codées par différents gènes appartenant à une famille appelée *calS*.

Gène	Ratio de transcription du gène chez un individu infecté (R)	
	120 jours après inoculation	360 jours après inoculation
<i>CalS 2</i>	6,5 ± 1,0	1,2 ± 0,6
<i>CalS 3</i>	0,6 ± 0,2	1,1 ± 0,6
<i>CalS 7</i>	2 ± 0,2	5,5 ± 1,0

Remarque : ± : écarts à la moyenne

2. Blessure et ses conséquences de court terme à l'échelle d'une feuille.

Afin d'observer les effets locaux d'une blessure, différentes mesures ont été réalisées sur des feuilles de maïs dont l'extrémité est entièrement sectionnée au début de l'expérience.

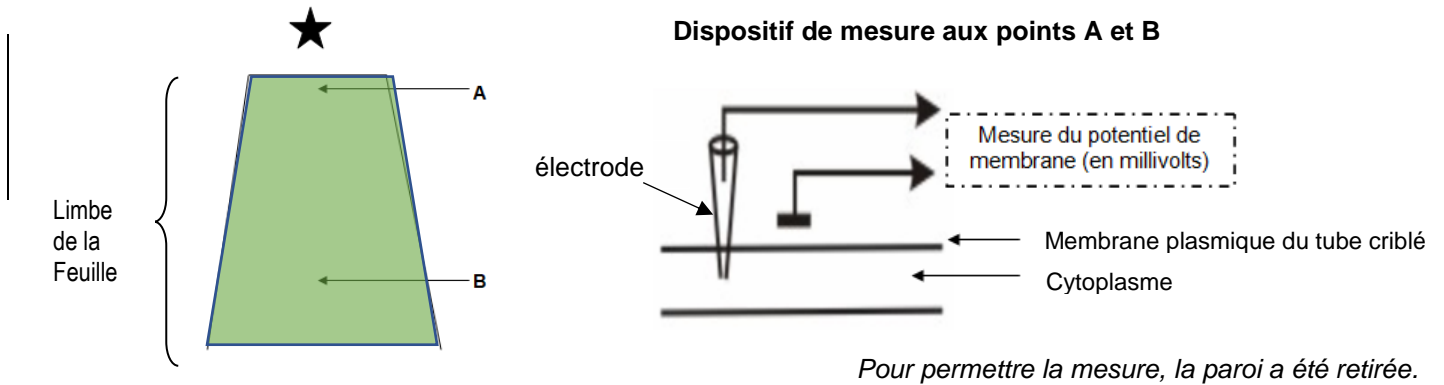
À partir de l'analyse du document 3, identifier des conséquences d'une section de feuille.

Document 3

Mesure du potentiel de la membrane plasmique de tubes criblés suite à la section de l'extrémité d'une feuille de maïs

3 A. Localisation des points de mesure A et B sur la feuille et dispositif expérimental de mesure à l'aide de microélectrodes

L'étoile symbolise la partie de la feuille sectionnée.



3 B. Résultats

Localisation du point de mesure	Résultat de la mesure avec le dispositif de micro électrodes
Mesure en A ($t_0 = \text{section}$)	- 157 mV 50 mV 120 sec
Mesure en B ($t_0 + 1,5 \text{ s}$)	- 157 mV 50 mV 120 sec

Remarque : les blessures infligées à la feuille par section ou par la consommation par une chenille ont des conséquences identiques.

3. Blessure et ses conséquences de court-terme à l'échelle de la plante

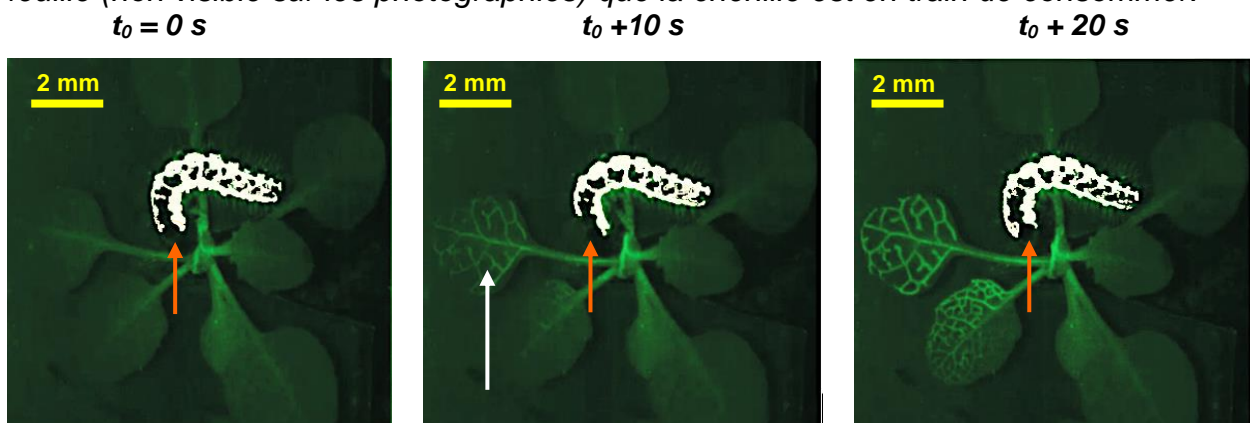
Lorsque des feuilles de la Brassicacée *Arabidopsis thaliana* sont consommées par des chenilles de deux papillons *Pieris brassicae* ou *Sodoptera littoralis*, elles émettent des signaux qui seront à l'origine de l'induction des systèmes de défense à l'échelle de l'ensemble de la plante. Les conséquences observées d'une blessure sont identiques quelle qu'en soit la nature (par section ou par la consommation par une chenille).

3.1 En s'appuyant sur l'analyse des documents 4 et 5, présenter quelques effets induits par une blessure au niveau du phloème.

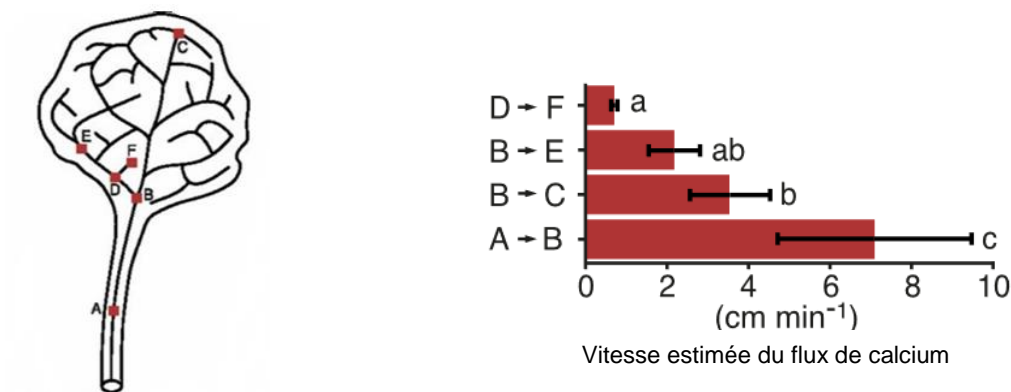
Document 4

4 A. Mise en évidence du calcium dans une plante dont une feuille est consommée par une chenille de *Pieris brassicae*

Le calcium est mis en évidence par une technique basée sur l'émission de fluorescence verte. L'ensemble de la rosette de feuilles est étudié et la flèche orange localise l'unique feuille (non visible sur les photographies) que la chenille est en train de consommer.



4 B. Vitesse de propagation du flux de calcium entre différents points (A à F) de la feuille signalée par la flèche blanche .

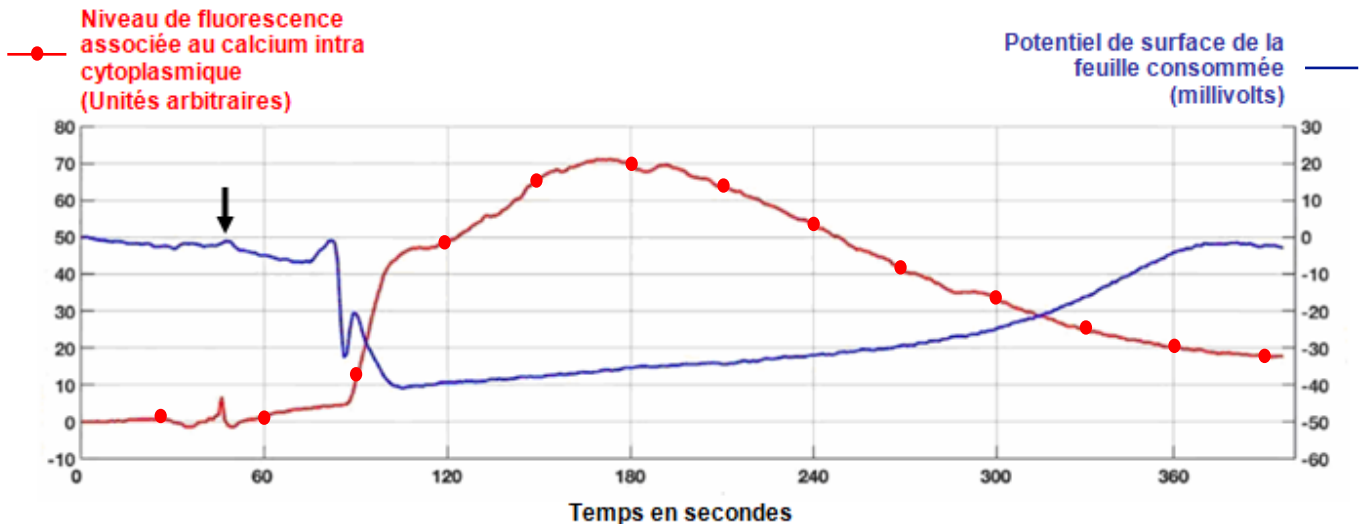


Remarque : on rappelle que la vitesse de circulation de la sève élaborée au sein du phloème est d'environ 1,5 cm.minute⁻¹

Document 5

Potentiel électrique de la surface de la feuille et calcium intra cytoplasmique des tubes criblés

A la différence de l'expérience du document 3, la mesure de potentiel électrique a ici été effectuée grâce à un système non invasif d'électrodes disposées à la surface de la feuille consommée par la chenille (et non à l'intérieur d'un tube criblé isolé).



↓ Début de la consommation de la feuille par la chenille

Au niveau des cellules compagnes des tubes criblés, les membranes de la vacuole et du réticulum endoplasmique comportent des protéines transmembranaires GLR, qui sont des canaux permettant la libération dans le cytoplasme de cations comme le calcium.

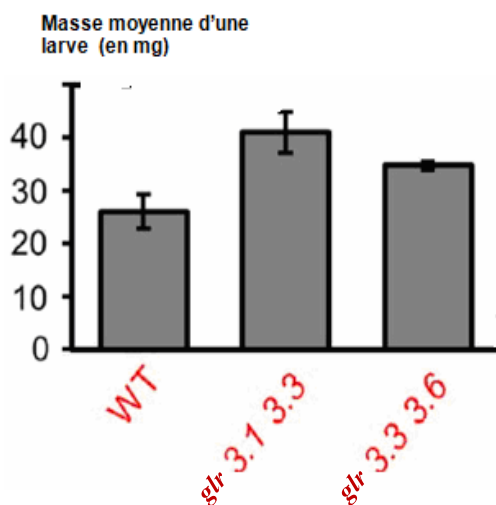
Chez *Arabidopsis*, des mutations sur quatre gènes *glr* codant pour ces protéines transmembranaires ont été mises en évidence. Ces mutations rendent les canaux dysfonctionnels.

Des chenilles du papillon *Sodoptera littoralis* ont été placées sur des plants d'*Arabidopsis* sauvages (WT) ou sur ceux de doubles mutants pour deux des quatre gènes impliqués (*glr 3.1 - glr 3.3* et *glr 3.3- glr 3.6*). On mesure la croissance massique des chenilles au bout de 12 jours passés sur les plants sauvages ou mutés.

3.2 A l'aide des informations fournies par le document 6, discuter de l'importance du calcium dans la défense de la plante.

Document 6

Masse des larves de *Pieris brassicae* nourries sur les différents mutants *glr*



1. Phloème et réponse de la plante au stress lié à une blessure ou à une piqûre d'insecte

A l'aide d'un schéma résumant l'ensemble des résultats précédents, montrer comment le phloème contribue à la réponse de la plante face à un stress de nature abiotique ou biotique.

On rappelle que les blessures infligées à la feuille par section ou par la consommation par une chenille ont des conséquences identiques.

Références documentaires :

Nguyen et al, PNAS 115, (10178-10183), (2018)

Fromm et al, Frontiers in Plant Science 239, (2013)

Laís Moreira Granato et al, European Journal of Plant Pathology 155, (25–38), (2019)

Taiz et Zeiger Plant physiology and development 6th edition

- Fin du sujet -