

CONCOURS G2E

BIOLOGIE

Durée : 3 heures

Les calculatrices sont interdites.

L'usage de tout ouvrage de référence et de tout document est strictement interdit.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il en fait mention dans sa copie et poursuit sa composition. Dans ce cas, il indique clairement la raison des initiatives qu'il est amené à prendre.

Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question posée.

Une grande attention sera apportée à la clarté de la rédaction et à la présentation des différents schémas.

Il n'est pas nécessaire de rédiger une introduction et une conclusion.

Les découpages et collages sur la copie sont interdits.

Attention : le sujet de biologie est composé de 2 parties indépendantes dont la numérotation est continue afin d'éviter toute confusion lors de vos réponses. Le jury vous conseille de les composer en 1h30 chacune afin de répondre à toutes les questions.

Remarque importante : les questions suivent, dans chaque partie, une problématique progressive, le jury vous conseille donc de les aborder dans l'ordre du sujet.

BIOLOGIE 1 (durée conseillée 1h30)

BIOLOGIE DU SORGHO ET DU RIZ

Ce sujet s'intéresse à la croissance d'Angiospermes Poacées comme le Riz, le Sorgho sous différentes conditions. L'effet d'hormones végétales (strigolactones) est également testé en utilisant une molécule artificielle analogue (= GR24) et des plants mutants pour des gènes impliqués dans la synthèse de ces composés chimiques.

Partie 1 (3.5 points)

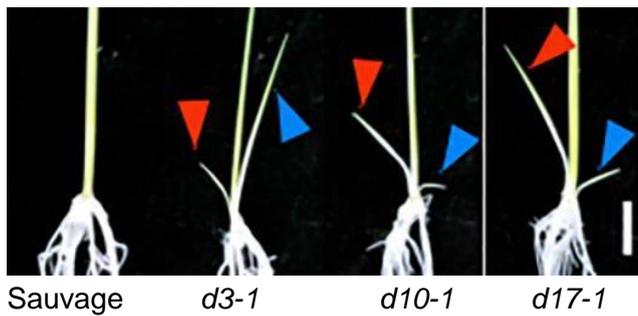
DÉVELOPPEMENT DU RIZ

1.1. Premières étapes du développement végétatif

Les Poacées, dont le Riz, sont caractérisées par le phénomène de tallage, c'est-à-dire par la production de plusieurs tiges secondaires à partir d'une tige initiale peu après la germination. Chaque tige secondaire est appelée un talle et portera une inflorescence.

On suit le développement de différentes souches de Riz, dont les mutants *d3-1*, *d10-1* et *d17-1*.

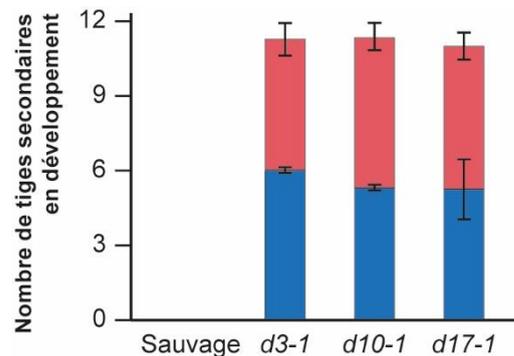
Document 1-A : Nombre de tiges secondaires sur des plants de Riz âgés de deux semaines



Document 1-A-1 : Photographies de plants de Riz permettant de visualiser le développement des premières tiges.

- ▶ Premières tiges secondaires
- ▶ Deuxièmes tiges secondaires

La barre blanche d'échelle représente 1 cm.



Document 1-A-2 : Nombre total de tiges secondaires pour 6 germinations.

Les histogrammes bleus et rouges indiquent respectivement les premières et deuxièmes tiges secondaires.

Les barres représentent l'écart-type.

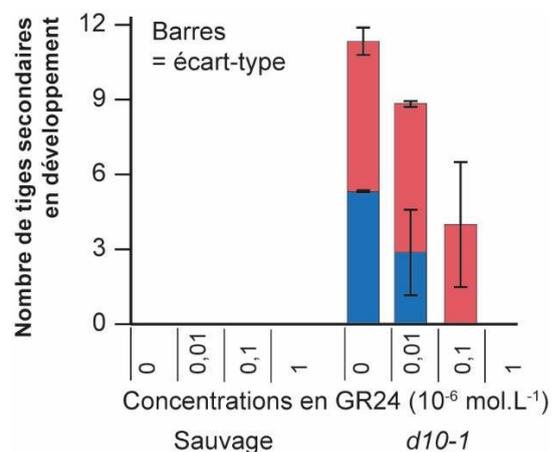
La molécule GR24 est une molécule artificielle analogue à des molécules chimiques végétales naturelles, les strigolactones.

Document 1-B : Nombre de tiges secondaires sur des plants de Riz âgés de quatre semaines



Document 1-B-1 : Développement de tiges secondaires chez un plant sauvage.

Document 1 : Analyse du tallage chez différentes variétés de Riz.



Document 1-B-2 : Nombre total de tiges secondaires en fonction de la concentration en strigolactone synthétique GR24.

Les histogrammes bleus et rouges indiquent respectivement les premières et deuxièmes tiges secondaires.

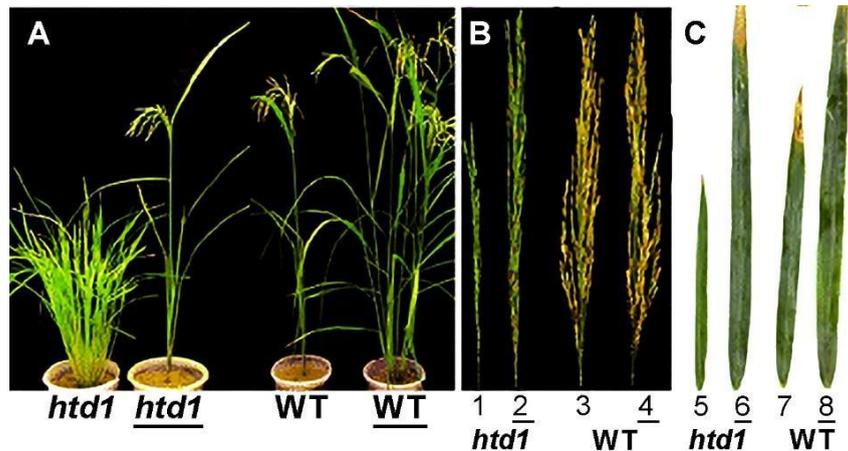
Question 1.a. Caractériser les mutants.

Question 1.b. Proposer un rôle aux strigolactones.

1.2. Analyse du fonctionnement des bourgeons axillaires

Le développement végétatif se traduit par la présence de bourgeons axillaires. On cherche à savoir s'ils sont impliqués dans la régulation du développement du végétal.

On étudie le nombre et l'influence des bourgeons axillaires chez le mutant *htd1* chez le Riz.



Document 2 : Phénotypes de plants de Riz sauvage (WT) et mutant (*htd1*) selon la présence ou le retrait de bourgeons axillaires.

A : Morphologie des plants ; **B :** Morphologie des panicules ; **C :** Morphologie de la dernière feuille formée par le plant de Riz

A : Les soulignements indiquent les plants dont les bourgeons axillaires ont été enlevés.

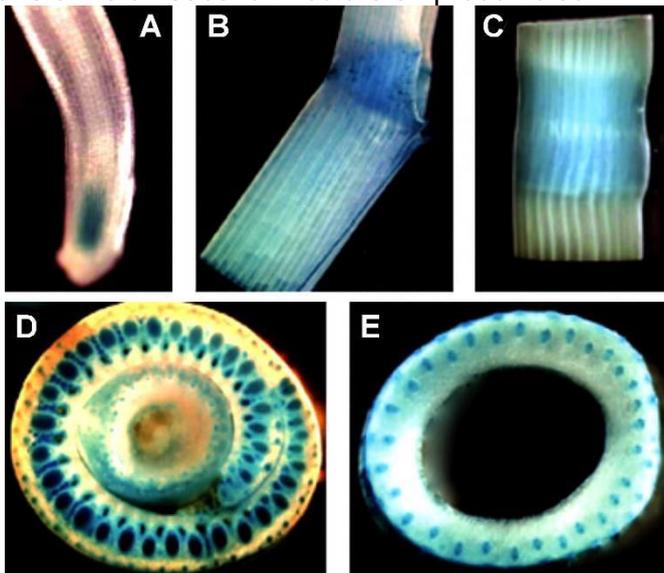
B et C : Les chiffres soulignés sont relatifs aux panicules et feuilles des plantes dont les bourgeons axillaires ont été enlevés.

Les numéros de 1 à 8 désignent les différents échantillons. Les panicules 1 et 2 et les dernières feuilles 5 et 6 proviennent de plants mutants *htd1*.

On rappelle qu'une panicule est une inflorescence composée (grappe de grappes).

Question 2. À l'aide du document 2, caractériser le mutant *htd1* et démontrer le rôle des bourgeons axillaires dans le phénomène de tallage chez le sauvage (WT).

Afin de comprendre le rôle du gène *htd1*, on construit une souche transgénique à partir d'un plant de Riz sauvage. Ce plant transgénique possède une séquence chimère *htd1-gus* placée sous le contrôle du promoteur du gène *htd1*. La séquence *gus* code une enzyme dont l'activité transforme un substrat incolore en produit bleu.



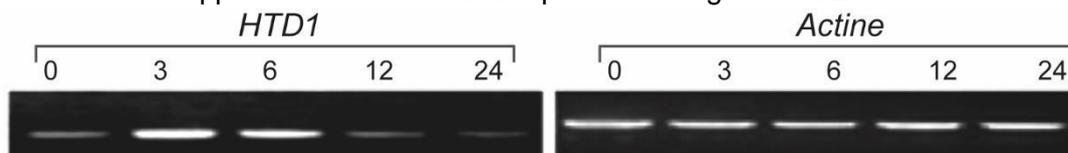
Document 3 : Observations du phénotype d'un plant sauvage de Riz possédant un transgène *htd1-gus*.

Vues *in toto* de la **A :** Racine principale ; **B :** Gaine ; **C :** Tige ;
D : Coupe transversale de gaine ;
E : Coupe transversale de tige
 Grossissements : x 4

Question 3.a. Nommer et préciser l'intérêt de la technique employée.

Question 3.b. Analyser le document 3 afin de préciser le phénotype d'un plant sauvage de Riz. En déduire le rôle des bourgeons axillaires dans la synthèse des strigolactones.

On teste l'éventuelle intervention de l'auxine (IAA ou AIA) dans le phénomène de tallage. On mesure l'effet de son application externe sur des plants sauvages de Riz.



Document 4 : Mesures de l'expression des ARN d'*htd1* et d'actine chez des plants sauvages de Riz suite à une exposition à de l'auxine au temps 0.

Les chiffres indiquent le temps en heures après l'exposition à l'auxine ($10 \mu\text{mol.L}^{-1}$) du plant sauvage.

Question 4.a. À l'aide du document 4, analyser le rôle de l'auxine sur l'expression du gène *htd1*.

Question 4.b. Pourquoi réalise-t-on en parallèle le gel d'ARN d'actine ?

Le gène *CCD7* provient du végétal angiosperme *Arabidopsis thaliana* et code une enzyme de la famille des *carotenoid cleavage dioxygenases* (CCD) impliquée dans la voie de synthèse des strigolactones.

	Hauteur totale (en cm)	Nombre de talles
Sauvage	≈ 125	≈ 11
Mutant <i>htd1</i> possédant un vecteur vide	$63,2 \pm 2,4$	$77,6 \pm 5,2$
Mutant <i>htd1</i> possédant le gène <i>CCD7</i>	$124,8 \pm 4,3$	$11,7 \pm 1,0$

Document 5 : Phénotypes de plants de Riz sauvage, mutant *htd1* transformé par un vecteur vide et mutant *htd1* transgénique possédant le gène *CCD7*.

Question 5.a. Analyser le document 5 afin de préciser le rôle des bourgeons axillaires dans le phénomène de tallage.

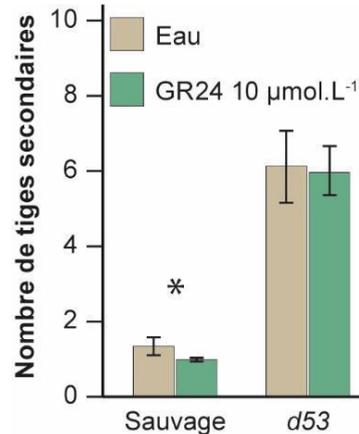
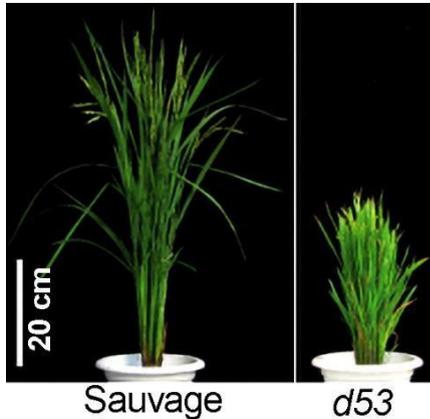
Question 5.b. Sous la forme d'un organigramme, proposer une relation fonctionnelle entre l'auxine, les strigolactones et le phénomène de tallage.

Partie 2 (3.25 points)

MODE D'ACTION DES STRIGOLACTONES

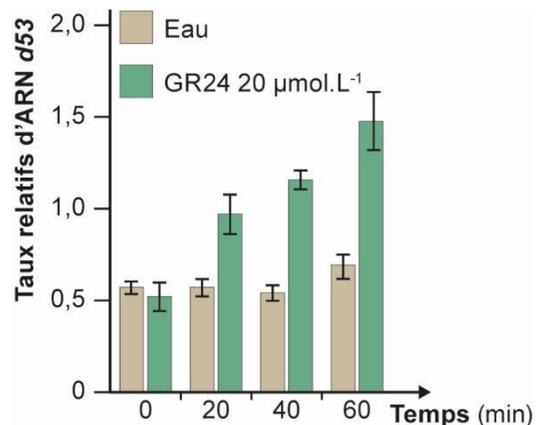
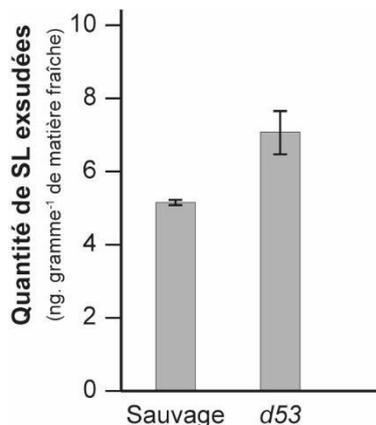
2.1. Analyse du mutant *d53*

On étudie le mutant *d53* chez le Riz afin de mieux comprendre l'action des strigolactones sur le tallage et la croissance des plants.



Document 6-A : Phénotypes d'un plant sauvage et d'un mutant homozygote *d53*.

Document 6-B : Nombre de tiges secondaires chez un plant sauvage et d'un mutant homozygote *d53* en présence ou en absence de strigolactone synthétique. Chaque échantillon comporte de 10 individus. L'astérisque indique des valeurs significativement différentes.



Document 6-C : Quantité de strigolactones exsudées par les racines du sauvage et du mutant *d53*. Chaque échantillon comporte 3 individus.

Document 6-D : Taux relatif de transcription du gène *d53* chez un plant sauvage de Riz suite à une exposition à la strigolactone synthétique.

Document 6 : Caractéristiques du mutant *d53* chez le Riz.

Question 6.a. Analyser les documents 6-A et 6-B afin de préciser le rôle physiologique des strigolactones et la particularité du mutant *d53*.

Question 6.b. Analyser les documents 6-C et 6-D afin de caractériser l'effet biologique des strigolactones.

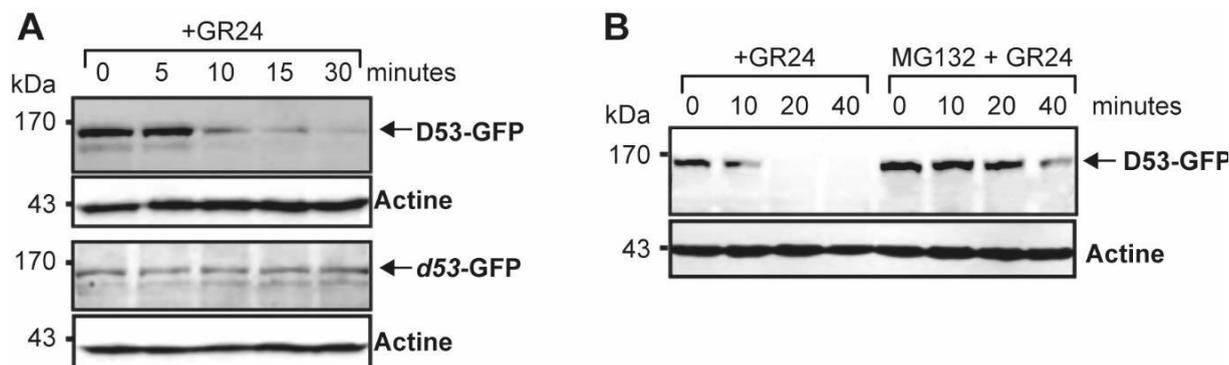
Question 6.c. À l'aide de l'ensemble des données du document 6, proposer une hypothèse pour la relation entre les strigolactones, le gène *d53* et le phénomène de tallage.

2.2. Rôle de la protéine D53

Afin de tester l'hypothèse émise précédemment, on construit deux souches transgéniques de Riz. La souche D53-GFP exprime une protéine chimère D53 sauvage associée à la protéine verte fluorescente GFP. La souche *d53*-GFP est construite selon le même principe mais exprime une protéine mutante *d53*. Les deux séquences codantes sont placées sous le contrôle du promoteur du gène d'actine.

On utilise la technique de cultures cellulaires *in vitro*. Des massifs cellulaires de chaque souche sont traités avec une solution de GR24 (concentration = 10 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) pendant des temps variables de 0 à 40 minutes.

On réalise ensuite une électrophorèse de protéines et la révélation est effectuée par un anticorps anti-GFP (technique du *Western-blot*).



Document 7-A : Devenir de la protéine D53 sauvage ou mutante *d53* suite à une exposition de la plante aux strigolactones.

Document 7-B : Devenir de la protéine D53 sauvage en présence de MG132, un inhibiteur du protéasome.

Le protéasome est un complexe multiprotéique dégradant de manière ciblée les protéines mal repliées, dénaturées ou obsolètes.

Document 7 : Devenir de la protéine D53.

Question 7. À la suite de l'exploitation du document 7, évaluer l'hypothèse précédemment émise pour la relation entre les strigolactones, la protéine D53 et le phénomène de tallage. Produire une nouvelle explication si nécessaire.

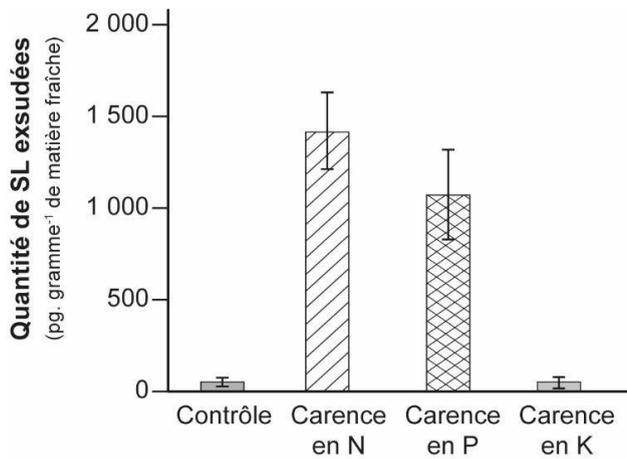
Partie 3 (3.25 points)

RELATIONS STRIGA, SORGHO ET RIZ

3.1. Relations plante – environnement

L'implication des strigolactones dans le tallage est évaluée par rapport à la qualité de l'environnement de la plante.

On étudie dans un premier temps la qualité du biotope. Pour cela on utilise des plants d'une autre Poacée, le Sorgho (*Sorghum bicolor*) que l'on place dans des sols normaux (= contrôle) ou appauvris en Azote (N) ou en Phosphore (P) ou en Potassium (K).



Document 8 : Quantité de strigolactones exsudées par la racine de plants de Sorgho selon les qualités du sol

Question 8. Analyser le document 8. Qu'apprend-on sur l'action des strigolactones ?

On étudie dans un second temps la qualité de la biocénose. Pour cela on analyse l'activité de *Gigaspora rosea*, un mycète capable de développer des mycorhizes avec le Sorgho.

Molécules	Concentration (en mol.L ⁻¹)							
	0	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁴	10 ⁻¹³	10 ⁻¹¹	10 ⁻⁹	10 ⁻⁷	10 ⁻⁵
GR7	1	NM	NM	NM	1,04	1,19	1,68 *	2,74 *
GR24	1	NM	NM	1,55	1,58 *	2,81 *	3,31 *	NM
Sorgolactone	1	1,31	1,42	1,91 *	2,01 *	2,86 *	3,81 *	5,37 *

Document 9-A : Ramifications des hyphes du mycète *Gigaspora rosea* selon la concentration en différentes strigolactones présentes dans le sol.

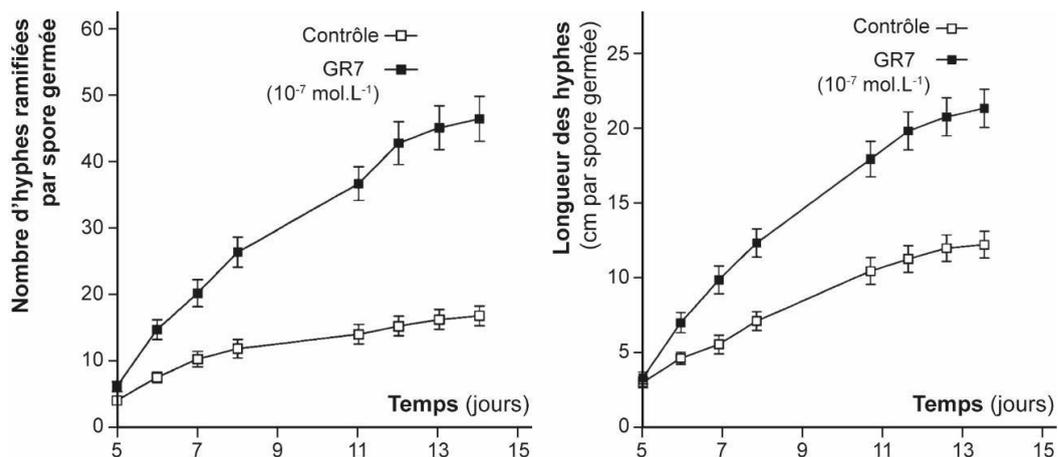
Les résultats sont présentés selon un rapport à la valeur moyenne mesurée chez le contrôle.

GR7 et GR24 sont des strigolactones synthétiques.

La sorgolactone est une strigolactone exsudée dans le sol par les racines du Sorgho.

NM : non mesuré

L'astérisque signale une valeur statistique significativement différente du contrôle.



Document 9-B : Cinétiques de croissance et de ramification des hyphes du mycète *Gigaspora rosea* selon l'exposition à la strigolactone GR7 (concentration = 10⁻⁷ mol.L⁻¹).

Chaque point est la moyenne établie à partir de 20 individus.

Document 9 : Implication des strigolactones dans la vie d'un Mycète.

Question 9. Analyser le document 9. Proposer une relation avec le document 8.

3.2. Relations plante - plante

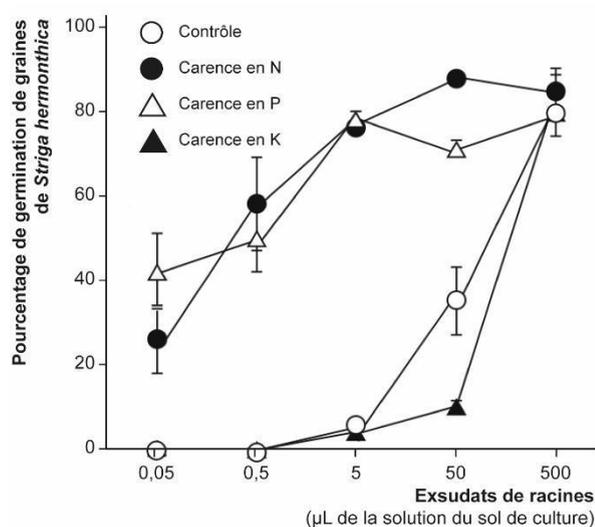
Striga hermonthica est un végétal de la famille des Scrophulariacées fréquemment rencontré dans les régions du continent africain où la culture du Sorgho est réalisée.

On cherche à évaluer la coexistence de plants de Sorgho et de *Striga*.

Présence Striga	Masse sèche de la tige de Sorgho (en g)	Masse sèche des grains de Sorgho (en g)	Assimilation ($\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	Transpiration ($\text{mmol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	Masse sèche de Striga (en g)
Non	78,25 \pm 2,27	83,96 \pm 2,98	31,95 \pm 0,46	5,81 \pm 0,28	Ø
Oui	42,30 \pm 10,6	42,02 \pm 5,41	14,48 \pm 1,35	3,23 \pm 0,24	7,82 \pm 3,15

Document 10-A : Masses sèches moyennes de plants de Sorgho et des grains produits en présence ou en absence de *Striga hermonthica* 108 jours après le semis de grains de Sorgho.

Question 10.a. Analyser le document 10-A afin de caractériser la biologie de *Striga hermonthica*.



On cultive des plants de Sorgho que l'on place dans les mêmes conditions que le document 8.

La solution du sol de chaque lot est utilisée pour enrichir un milieu nutritionnel où sont présentes des graines vivantes de *Striga hermonthica* non germées.

L'enrichissement est réalisé grâce à des prélèvements de différents volumes des solutions de sol.

Chaque point représente la moyenne de 3 répétitions expérimentales.

Document 10-B : Germination de graines de *Striga* présentes dans un sol recevant différentes quantités de solutions de sol cultivé avec du Sorgho dans différentes conditions de carence.

Question 10.b. Analyser le document 10-B. Proposer une relation avec le document 8.

Question 11. Rédiger un bilan, sous la forme d'un texte n'excédant pas 5 lignes, sur le rôle biologique des strigolactones.

Bibliographie :

Umehara et al., *Nature* **455**, 195-200 (2008) ;
 Zou et al., *The Plant Journal* **48**, 687-96 (2006) ;
 Jiang et al., *Nature* **504**, 401-5 (2013) ; Yoneyama et al., *Planta* **227**, 125-32 (2007) ; Besserer et al., *PLOS Biology* **4**, 1239-47 (2006) ;
 Scholes et al., *New Phytol.* **143**, 573-80 (1999)

BIOLOGIE 2 (durée conseillée 1h30)

LA CROISSANCE DU TUBE POLLINIQUE

Si un grain de pollen est déposé sur un pistil avec lequel il n'y a pas d'incompatibilité, il germe et le tube pollinique croît. Ce sujet s'intéresse aux paramètres de contrôle de cette croissance.

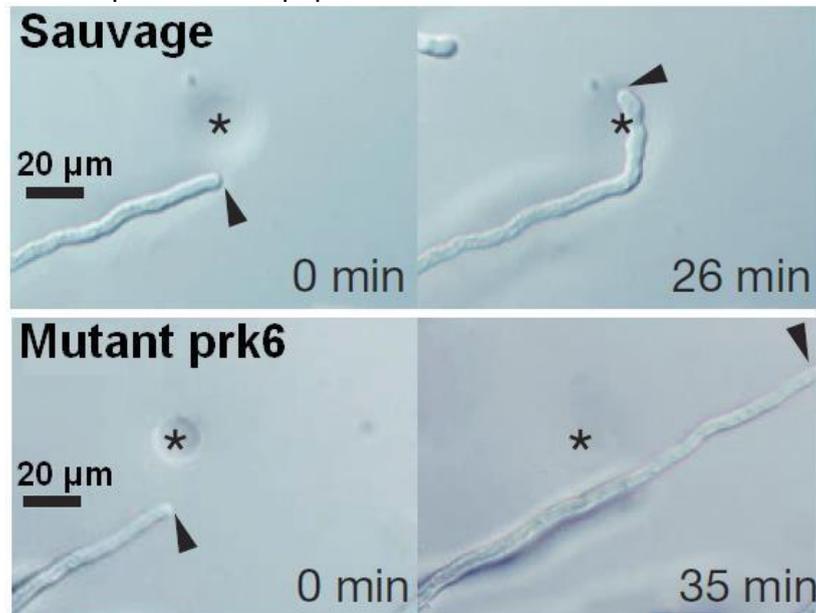
Partie 1 (5 points)

DÉTERMINISME MOLÉCULAIRE DU GUIDAGE DU TUBE POLLINIQUE

4.1. Étude de la croissance des tubes polliniques du mutant PRK6

Question 12.a. Expliquer en 10 lignes maximum quelles sont les particularités de la fécondation chez les Angiospermes.

Chez l'Arabette (*Arabidopsis thaliana*), il a été démontré que les peptides LURE sécrétés par les structures femelles sont impliqués dans le contrôle de la croissance des tubes polliniques. Par ailleurs, cette croissance semble impliquer des protéines membranaires comme PRK6. Aussi, la croissance de tubes polliniques provenant de plantes sauvages et mutées pour PRK6 est analysée *in vitro*, en présence de peptides LURE.

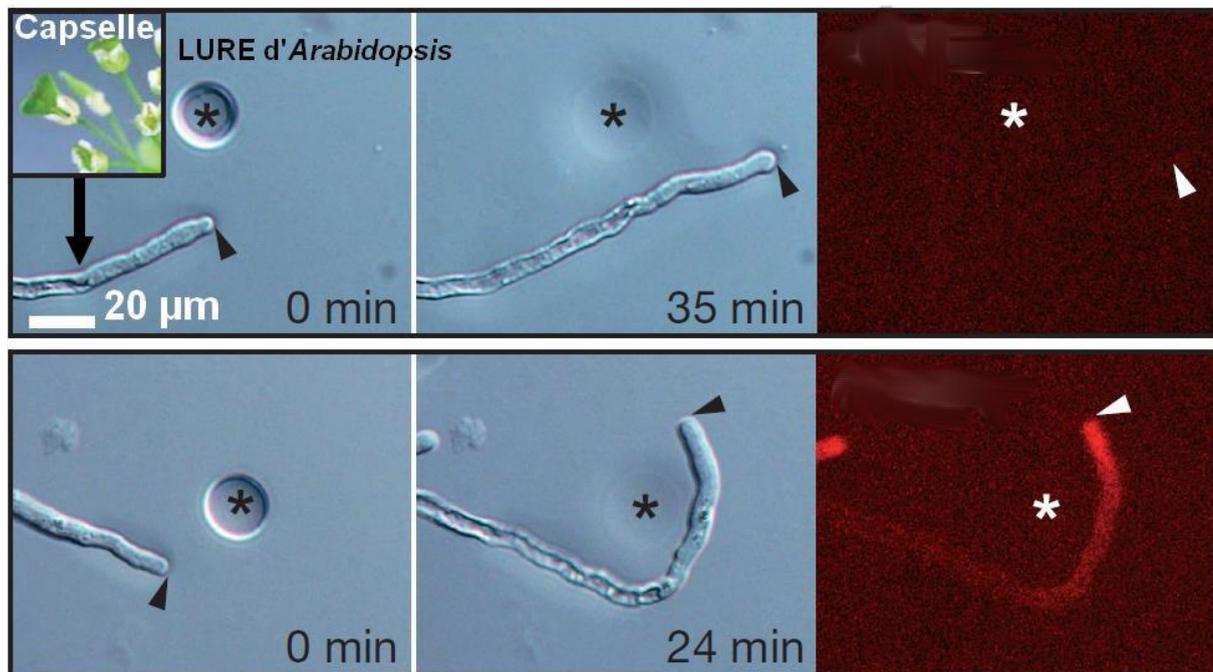


Document 11 : Croissance *in vitro* de tubes polliniques issus de plantes sauvages ou mutées, en présence d'une goutte de peptides LURE (étoile). La flèche montre l'extrémité du tube pollinique au temps 0 et une trentaine de minutes plus tard.

Question 12.b. Interpréter les résultats de la figure 11, et proposer un rôle pour la protéine PRK6.

4.2. Étude de mutant transgéniques de Capselle

La Capselle (*Capsella bursa-pastoris*) est une Brassicacée comme l'Arabette. Les chercheurs ont utilisé ce végétal afin de réaliser une lignée hybride hémizygote, exprimant un seul allèle de *prk6* d'Arabette couplé à une protéine fluorescente rouge. Le pollen de ces hybrides est utilisé dans l'expérience suivante.



Document 12 : Croissance *in vitro* de tubes polliniques issus de l'hémizygote de Capselle, en présence de peptide LURE d'Arabette (étoile), et détection de la fluorescence au bout d'une trentaine de minutes (à droite). On observe deux types de pollen, représentés par la série de photos du haut et du bas, respectivement.

Question 13.a. Pourquoi utilise-t-on des peptides LURE d'Arabette et non de Capselle dans cette expérience ?

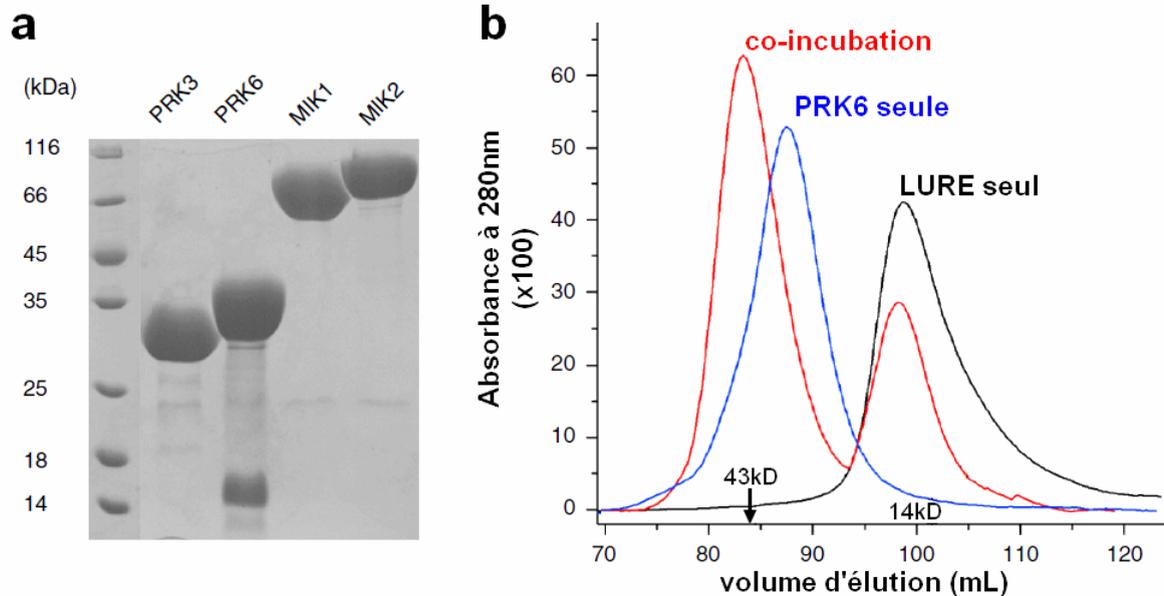
Question 13.b. Pourquoi une même plante produit-elle des pollens fluorescents et d'autres non ? Que signifie la présence d'une fluorescence dans un tube pollinique ?

Question 13.c. Comment peut-on expliquer la différence de croissance entre les deux types de pollen ?

4.3. Étude de protéines membranaires du tube pollinique

On cherche des protéines du tube pollinique pouvant interagir avec LURE. Pour cela, des protéines membranaires de pollen d'Arabette, PRK3, PRK6, MIK1, MIK2, sont purifiées. Chacune de ces quatre protéines est immobilisée seule sur sa colonne d'affinité, avant d'y ajouter le peptide LURE d'Arabette en grande quantité. L'ensemble est ensuite détaché de la colonne (élution) avec une solution saline. Les éluats des 4 colonnes sont analysés.

Question 14.a. Expliquer par un schéma comment ce protocole permet de récupérer séparément chaque protéine membranaire de pollen.



Document 13 a et b : (a) Différentes protéines de pollen (PRK3, PRK6, MIK1, MIK2) sont séparément testées pour leur affinité avec LURE. Chaque éluat obtenu est mis à migrer en gel dénaturant avant révélation des protéines présentes au bleu de Coomassie. (b) Afin de confirmer le résultat obtenu, PRK6 a été immobilisée dans une colonne avant ajout (ou non) de peptides LURE en grande quantité (co-incubation). Les protéines sont ensuite détachées et analysées par absorbance. Le poids moléculaire des protéines et des complexes protéiques sont indiqués sur l'axe des abscisses.

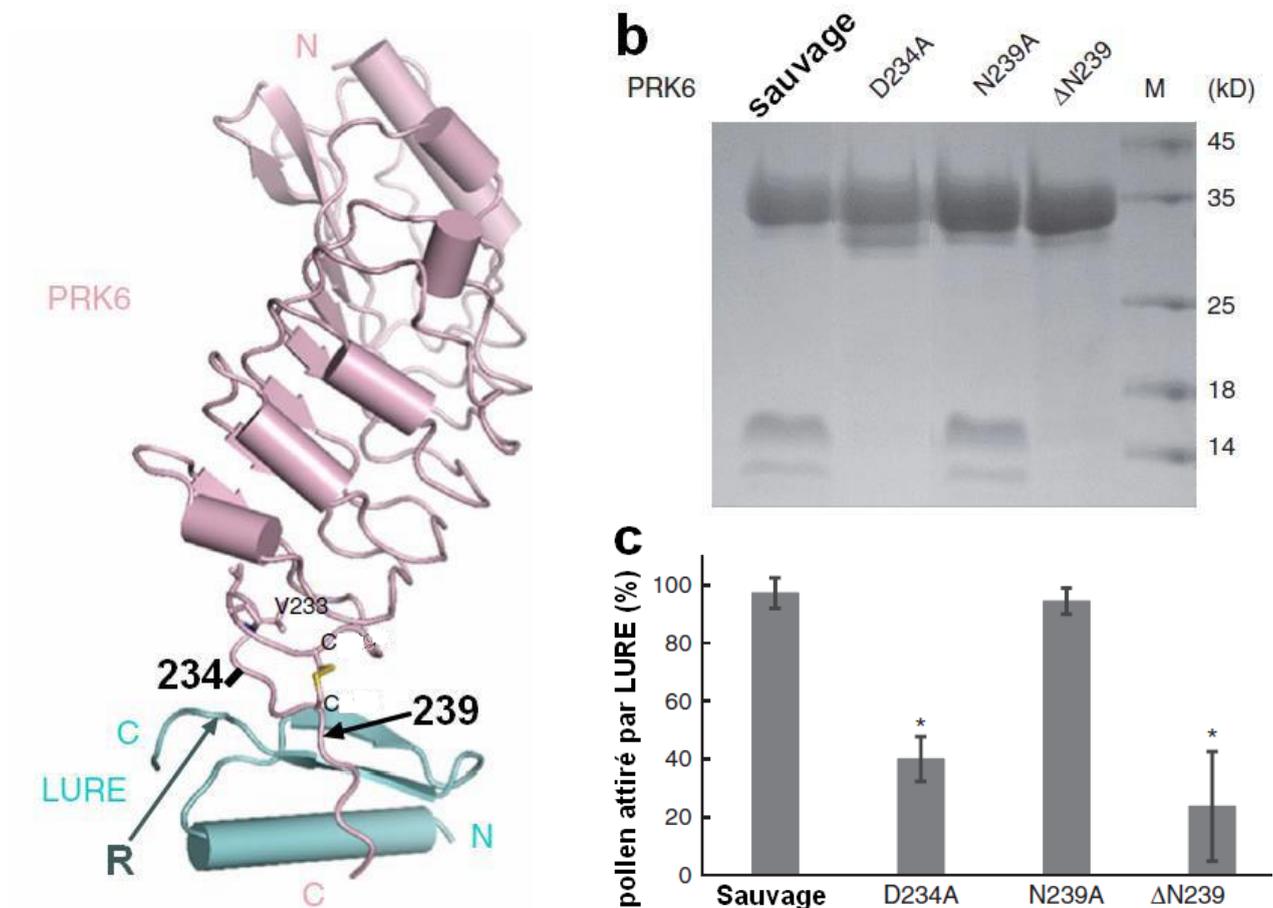
Question 14.b. Décrire précisément le document 13a.

Question 14.c. Quelles informations apporte le document 13b ?

Question 14.d. Est-ce cohérent avec les conclusions du document 12b ?

4.4. Interaction entre PRK6 et LURE : étude par mutagenèse

Un complexe formé de la protéine PRK6 et du peptide LURE est cristallisé, et sa structure est déterminée et schématisée. Par ailleurs la protéine PRK6 est modifiée par mutagenèse dirigée.



Document 14 : Interactions entre PRK6 et LURE étudiées par cristallisation et RMN (a) par élution sur colonne comme dans le document 3 (b) ou par croissance *in vitro* des tubes polliniques (c). Ces études sont faites avec le peptide LURE sauvage et la protéine PRK6 sauvage (a) ou avec la PRK6 sauvage ou mutée (b et c).

Question 15.a. Analyser les résultats des documents 14b et c.

Question 15.b. Quel est l'effet de la mutation de l'acide aminé 234 ? Sachant qu'il est situé en face d'un acide aminé R (arginine) de LURE, expliquer l'effet de cette mutation.

Question 15.c. Interpréter l'effet des mutations de l'acide aminé 239. De quel(s) type(s) de mutations s'agit-il ?

Partie 2 (5 points)

LE CONTRÔLE DE LA MORPHOLOGIE DU TUBE POLLINIQUE PAR ROP1

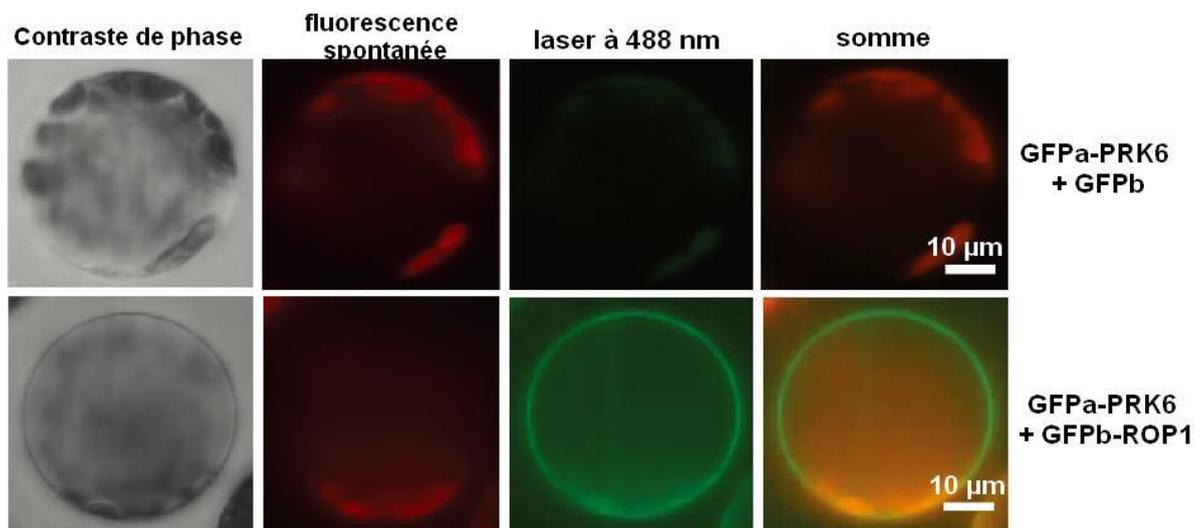
La protéine sous-membranaire nommée ROP1 a une activité catalytique d'hydrolyse du GTP en GDP. On étudie son rôle dans le contrôle de la croissance du tube pollinique, car elle contrôle l'organisation des filaments d'actine.

5.1. Interaction entre ROP1 et PRK6

Afin de déterminer si la protéine ROP1 interagit avec la PRK6, on fusionne les séquences codantes de chacune de ces protéines avec une moitié de la séquence de la protéine fluorescente verte, la GFP. Ces moitiés de GFP sont notées « GFPa » et « GFPb » et ne sont pas fluorescentes. C'est seulement quand ces deux moitiés sont au contact l'une de l'autre qu'il y a une fluorescence verte pour un éclairage à 488 nm.

On travaille ici sur des cellules du parenchyme chlorophyllien de plantes transgéniques qui expriment toutes la protéine PRK6 fusionnée à la protéine GFPa. Ces plantes expriment aussi soit le fragment GFPb seul (photos du haut), soit fusionné avec ROP1 (photos du bas).

Question 16.a. Expliquer par un schéma comment ce protocole permet de tester l'interaction entre ROP1 et PRK6. Préciser et justifier l'origine de la fluorescence spontanée.

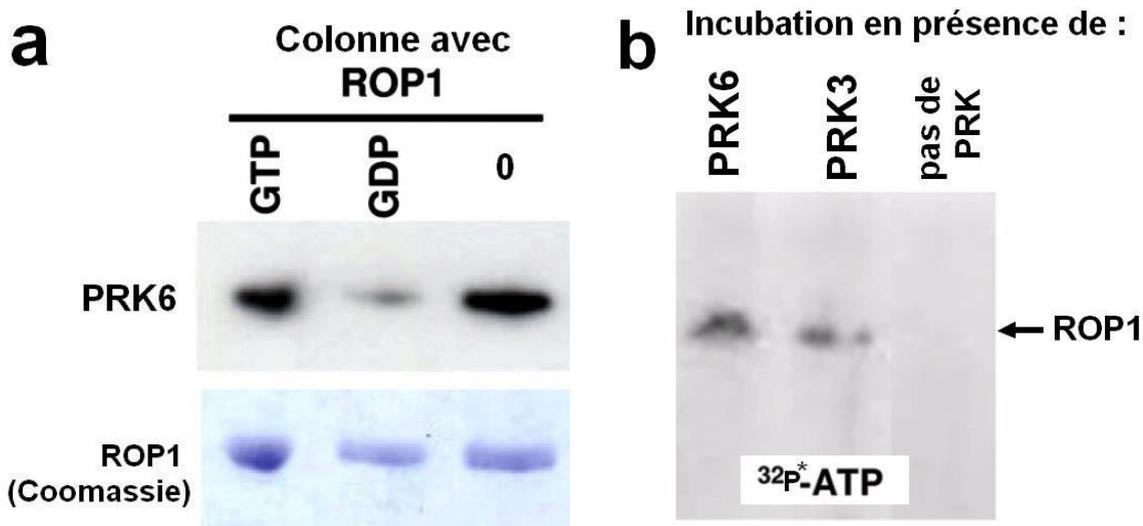


Document 15 : Interactions entre ROP1 et PRK6 par la méthode de fluorescence bimoléculaire sur des cellules du parenchyme chlorophyllien débarrassées de leur paroi (protoplastes). De gauche à droite, on a des images en contraste de phase, de la fluorescence spontanée, de la fluorescence par l'éclairage à 488 nm grâce à un laser et la somme des deux dernières images.

Question 16.b. En comparant les résultats obtenus dans les deux lignées transgéniques, conclure sur la relation entre ROP1 et PRK6.

5.2. Conséquence de l'interaction entre ROP1, PRK3 et PRK6

Afin de préciser les conditions d'interaction entre ROP1 et PRK6, on réalise à nouveau une expérience d'éluion en faisant passer des extraits de tube polliniques sur une colonne. Sur la colonne ROP1 est temporairement fixée. L'éluion se fait soit sans ajout de molécules à l'extrait cellulaire («0»), soit en ajoutant du GTP ou du GDP en forte concentration. Ensuite, les protéines ROP1 sont détachées de la colonne et récoltées. Ce qui est récolté est mis à migrer en conditions dénaturantes et révéler par un anticorps spécifique anti PRK6 ou du bleu de Coomassie.



Document 16 : (a) *Western-blot* des protéines après élution dans une colonne sur laquelle était fixée ROP1 et (b) autoradiographie des protéines ROP1 ayant été placées au contact d'ATP radioactif (marqué au $^{32}\text{P}^*$) et de deux protéines PRK distinctes.

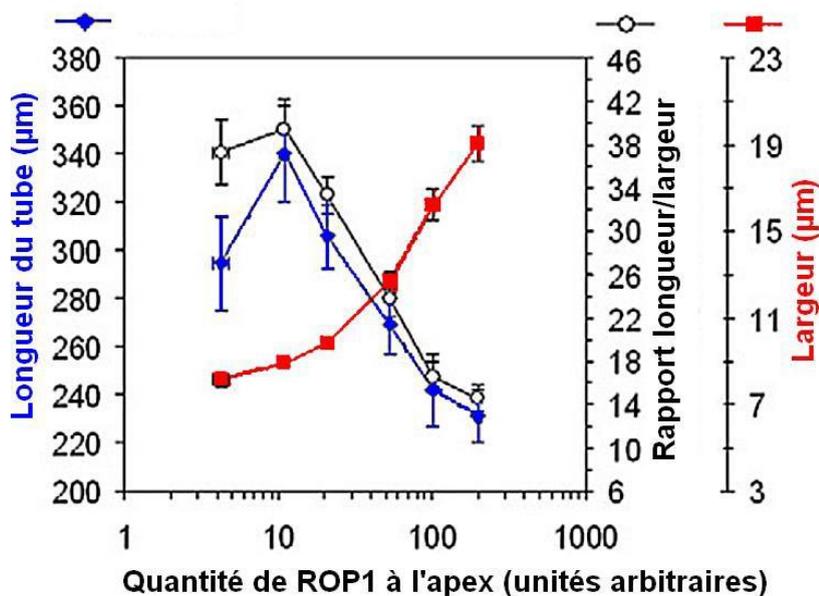
Question 17.a. Comparer les résultats de l'expérience du document 16a à ceux du document 15.

La protéine ROP1 purifiée est incubée avec une protéine PRK (ou non) et de l'ATP radioactif, puis on fait migrer les protéines avant de les placer sous un film photographique.

Question 17.b. Interpréter les résultats obtenus dans le document 16b. À quelle catégorie fonctionnelle de protéine appartient la protéine PRK6 ?

5.3. Effet de la surexpression de ROP1 sur le tube pollinique

Des lignées d'Arabettes transgéniques surexpriment ROP1 à des degrés variables. On étudie la morphologie de leurs tubes polliniques. Les plantes non transgéniques ont des quantités de ROP1 inférieures à 10 unités.



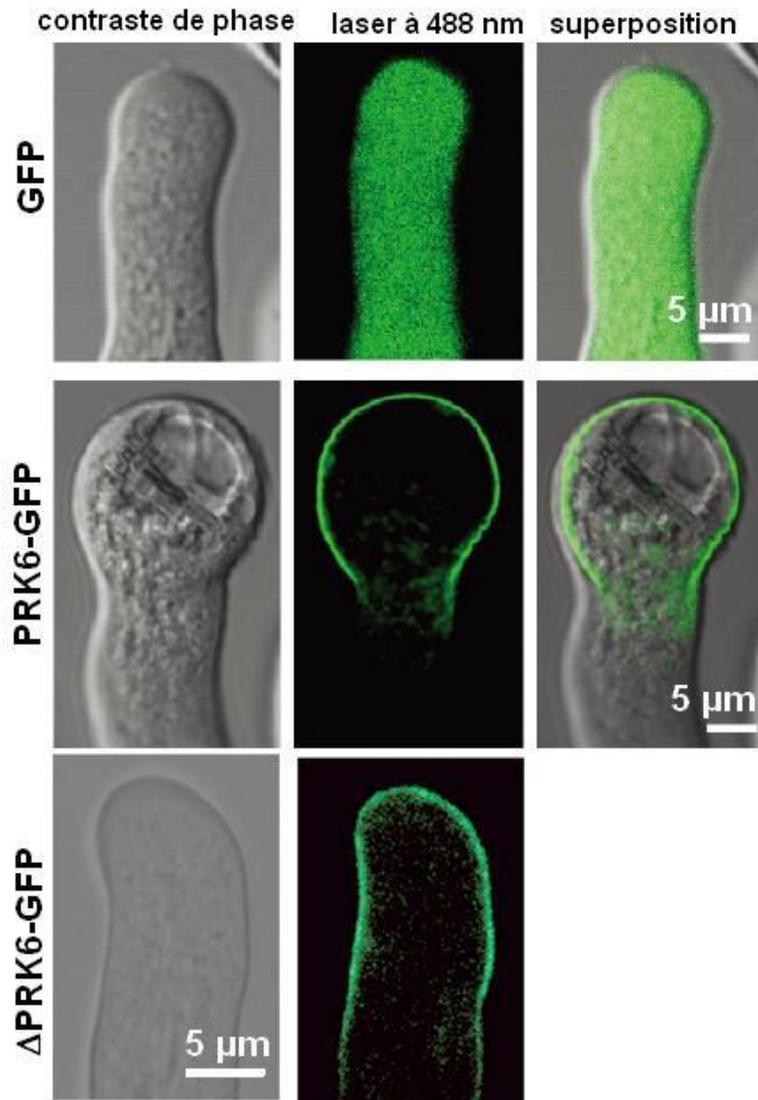
Document 17 : Morphologie des tubes polliniques transgéniques contenant diverses quantités de ROP1 sur leur membrane apicale.

Question 18. Interpréter ce document, puis proposer un rôle pour ROP1 chez les plantes sauvages.

5.4. Effet de la surexpression de PRK6 sur le tube pollinique

Des lignées d'Arabettes transgéniques expriment fortement soit la protéine fluorescente verte soluble GFP, soit des protéines de fusion PRK6-GFP.

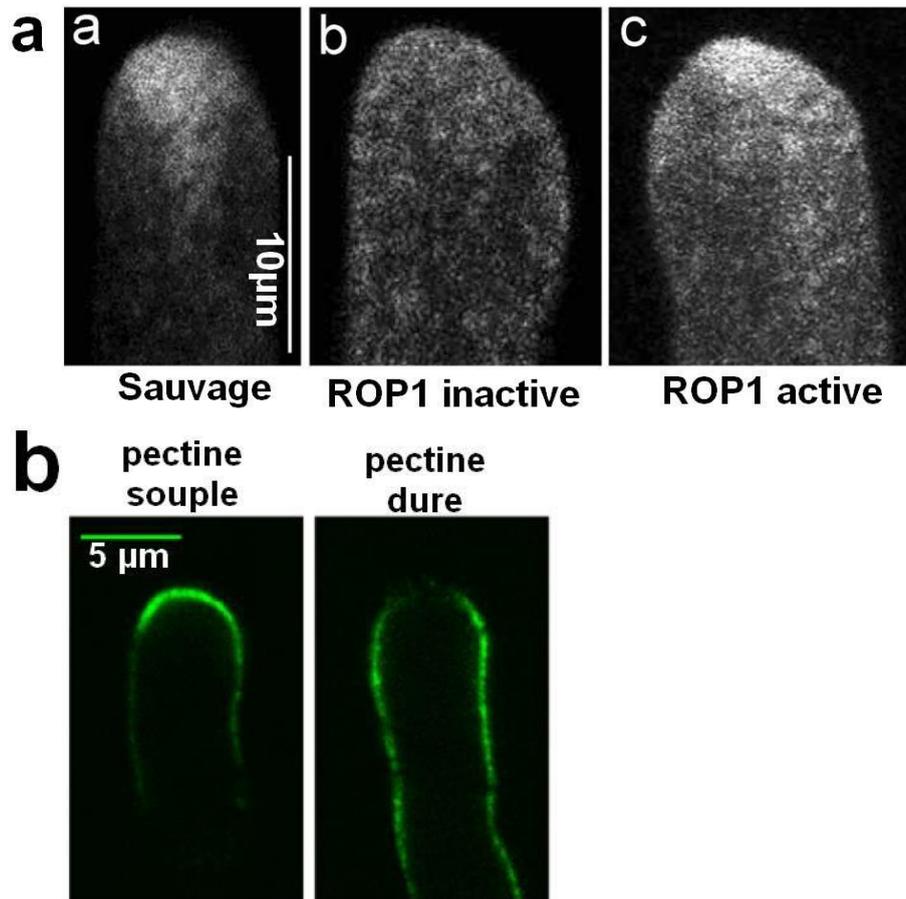
Document 18 : Photographies en contraste de phase (à gauche) ou avec illumination par un laser à 488 nm (au milieu) de tubes polliniques de plantes transgéniques possédant le gène de la protéine fluorescente verte GFP (en haut), ou de la séquence codante de la GFP fusionnée avec celle de la PRK6 sauvage (au milieu), ou de la PRK6 dont le domaine catalytique a été supprimé (en bas). La somme des deux images est à droite.



Question 19.a. Expliquer la différence de répartition de la fluorescence entre les plantes transgéniques GFP et PRK6-GFP.

Question 19.b. Comparer les phénotypes des tubes polliniques surexprimant la PRK6 normale et mutée (document 18) et ceux surexprimant ROP1 (document 17). Pourquoi, au vu du document 6, pouvait-on s'y attendre ?

Question 19.c. En utilisant tous les documents de la partie 2, construire un schéma expliquant comment PRK6 et ROP1 contrôlent la morphologie du tube pollinique.



Document 19 : (a) Localisation des vésicules d'exocytose dans un tube pollinique provenant d'une plante sauvage ou de mutant surexprimant une protéine ROP1 inactive ou toujours active (b) Photographies de tubes polliniques de plantes sauvages en absence de peptide LURE révélant la présence de pectine dure et souple (modifiées pour être rendues fluorescentes et distinguables l'une de l'autre).

Question 20.a. Analyser le document 10a. Quel est le nouveau rôle de ROP1 mis en évidence ici ? Comment le relier au document 10b ?

Question 20.b. En utilisant l'ensemble des données de ce sujet, proposer un mécanisme expliquant sous forme d'un schéma comment le tube pollinique croît en direction des structures femelles.

Bibliographie :

- Takeuchi H. et al.(2016) *Nature* **531**(7593):245-8.
- Zhang X. et al. (2017) *Nat Commun.* **8**(1):1331.
- Yu Y. et al. (2018) *Sci China Life Sci.* **61**(1):100-112
- Modifié d'après Chang, F., Gu, Y., Ma, H., & Yang, Z. (2012). *Molecular plant*, **6**(4), 1187-201.
- Hwang, J. U., et al. (2010). *Journal of cell science*, **123**(Pt 3), 340-50.
- Lee, Y. J., et al. (2008). *The Journal of cell biology*, **181**(7), 1155-68.
- Luo, N., et al. (2017). *Nature communications*, **8**(1), 1687