

CONCOURS G2E

**BIOLOGIE**

Durée : 3 heures

---

**Les calculatrices programmables et alphanumériques 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. Pour chaque document, une analyse synthétique et des conclusions claires sont attendues.**

**Remarque importante : Les deux parties Biologie 1 et Biologie 2 sont indépendantes. Au sein de chaque partie, les questions suivent une problématique progressive et le jury vous demande donc de les aborder dans l'ordre.**

---

# BIOLOGIE 1 (durée conseillée 1h30)

## LES ESPÈCES INVASIVES DE FOURMIS ET LEURS IMPACTS SUR LES ÉCOSYSTÈMES

Différentes espèces de fourmis sont étudiées dans les parties 1 à 3. Chaque espèce de fourmi sera désignée par les initiales de leur nom de genre et d'espèce, comme dans le tableau ci-après pour la partie 1. Pour gagner du temps, le candidat est invité à utiliser les mêmes abréviations dans ses réponses.

Espèce	Abréviation	Espèce	Abréviation
<i>Crematogaster limata</i>	Cl	<i>Pheidole fallax</i>	Pf
<i>Pheidole embolopyx</i>	Pe	<i>Wasmannia auropunctata</i>	Wa

### Partie 1 (4 points)

#### Étude de la petite fourmi *Wasmannia auropunctata* dans son écosystème d'origine en Guyane

##### 1.1. Répartition de *W. auropunctata* dans les écosystèmes.

La petite fourmi de feu *W. auropunctata* est une fourmi tropicale qui se trouve naturellement en Amérique du Sud. Elle vit en colonies dans des nids où se trouve la reine. Il s'agit d'une espèce omnivore, se nourrissant aussi bien de nectar que de débris végétaux ou de cadavres d'arthropodes. La Guyane abritant à la fois des zones aménagées par l'Homme et des forêts primaires, la présence de *W. auropunctata* a été recherchée en plaçant régulièrement des séries d'appâts entre la route et la forêt (**document 1-A**). On étudie aussi leur répartition entre le sol et les arbres dans des marigots, des fonds de vallées inondables au sein des forêts primaires (**document 1-B**).

Document 1-A : Fréquence d'occupation des appâts par *W. auropunctata* sur différents sites entre la route et la forêt primaire.

20 sites espacés de 500 mètres ont été échantillonnés.

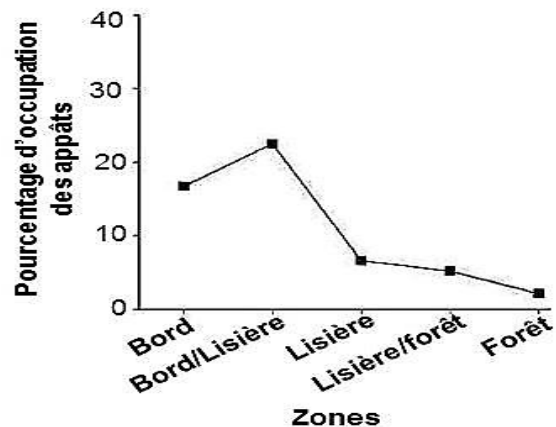
Bord : zone herbacée jouxtant la route,

Bord/lisière : zone où coexistent herbacées et quelques arbustes pionniers.

Lisière : forêt secondaire remise en place après la déforestation pour l'aménagement de la route.

Lisière/forêt : écosystème frontière entre la forêt secondaire et la forêt primaire.

Forêt : forêt primaire non modifiée par l'Homme.



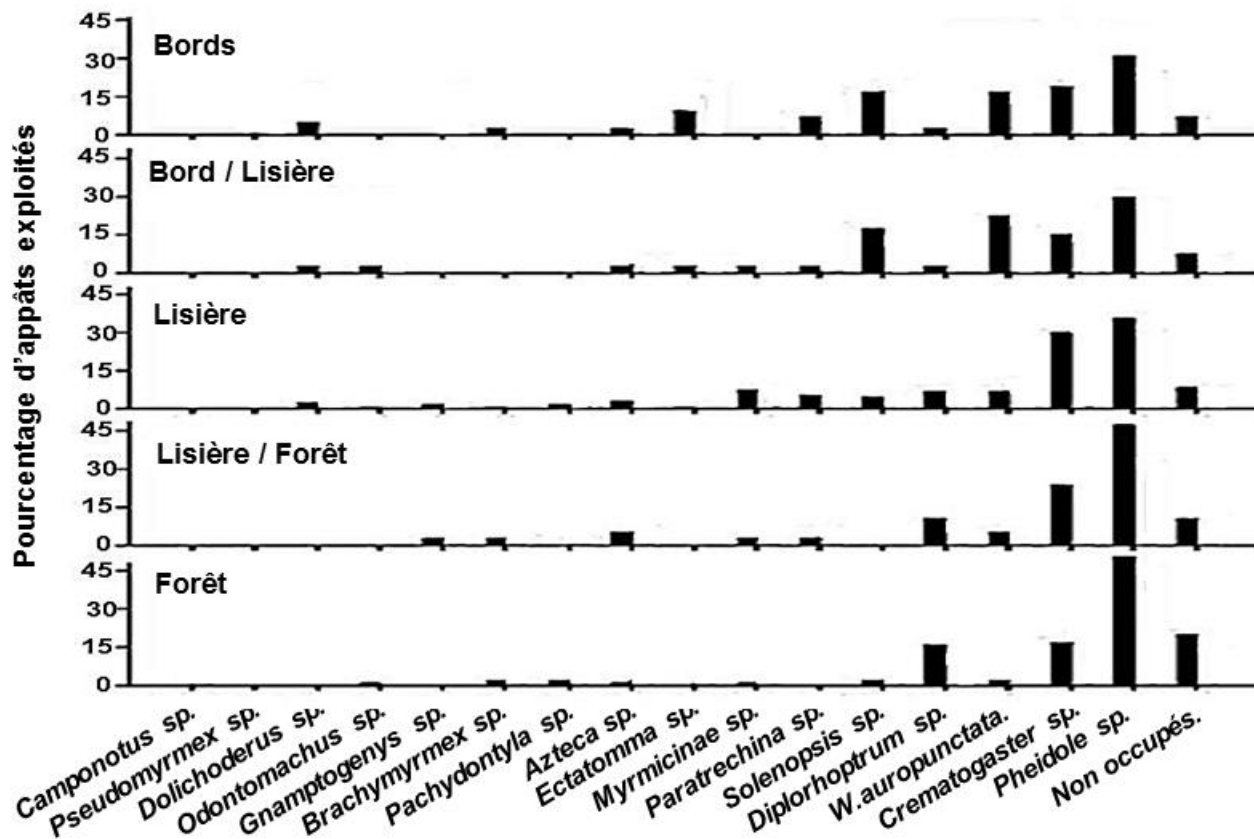
Lieux des appâts	Pourcentage d'occupation par <i>W. auropunctata</i>	Pourcentage de sites non occupés
Sol	18	3
Tronc	6	37

Document 1-B : Occupation des appâts au sol ou sur des troncs d'arbres par différentes espèces de fourmis dans des vallées fréquemment inondées au sein des forêts primaires.

**Document 1** : Répartition spatiale de *W. auropunctata* sur quelques sites en Guyane.

**Question 1. Décrire la répartition de *W. auropunctata* dans les zones étudiées et formuler au moins deux hypothèses explicatives.**

Afin de mieux comprendre cette répartition, les différentes espèces de fourmis trouvées sont relevées pour chaque appât au bout de 60 minutes dans les zones étudiées précédemment (**document 2**). Seuls les genres sont indiqués, sauf pour *W. auropunctata*.



**Document 2** : Distribution de différentes espèces de fourmis dans différentes zones partant du bord de route en Guyane.  
 Non occupés : les appâts n'ont pas été exploités par les fourmis.

**Question 2.a.** Présenter brièvement (10 lignes maximum) quatre types de relations interspécifiques qui peuvent exister entre deux organismes au sein d'un écosystème, accompagné à chaque fois d'un exemple.

**Question 2.b.** Analyser le document 2 pour expliquer la répartition de *W. auropunctata*.

## 1.2. Interactions de *W. auropunctata* avec les autres fourmis.

Afin de mieux caractériser les interactions entre *W. auropunctata* et d'autres espèces de fourmis, des expériences d'introduction et de suivi de mise en contact sont réalisées.

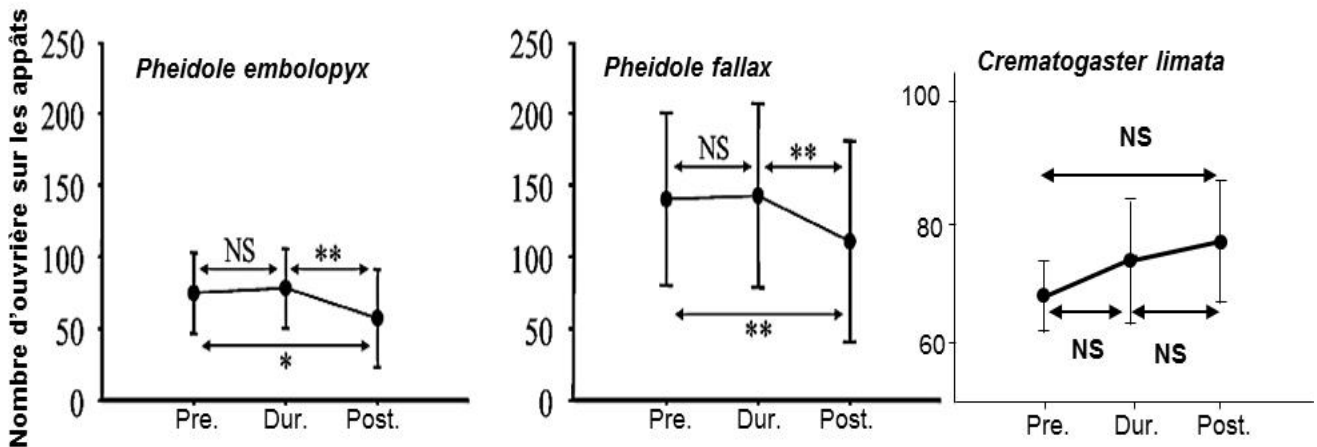
On introduit, dans un jardin réalisé en laboratoire contenant des appâts exploités par une espèce résidente de fourmi, un tube contenant des individus de *W. auropunctata*. Le nombre d'ouvrières résidentes est compté avant l'introduction, 20 minutes après l'introduction et 30 minutes après le retrait des fourmis introduites (**document 3-A**).

Les fourmis du genre *Pheidole* sont constituées de deux populations, de petites ouvrières et de plus grands soldats. Le nombre moyen de soldats recrutés autour de l'appât suite à l'introduction dans l'expérience précédente est également suivi (**document 3-B**).

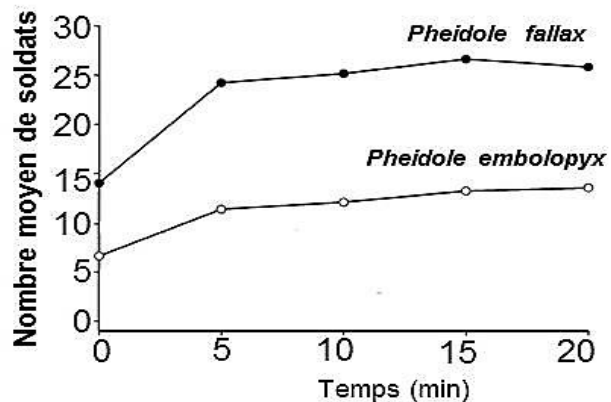
Enfin, une fourmi *W. auropunctata* est mise en contact en boîte de Pétri avec une fourmi d'une autre espèce en présence de nourriture afin de regarder précisément les interactions entre ces fourmis (**document 3-C**).

**Document 3-A :** Nombre d'ouvrières de trois espèces de fourmis résidentes sur les appâts avant l'introduction de *W. auropunctata* (Pre), 20 minutes après l'introduction (Dur.) et 30 minutes après le retrait (Post.).

NS : différence non significative. \*, \*\* : différence significative.



**Document 3-B :** Nombre moyen de soldats du genre *Pheidole* sur les appâts après introduction de *W. auropunctata*.



**Document 3-C :** Bilan des interactions entre *W. auropunctata* (Wa) et les fourmis *Pheidole embolopyx* (Pe) ou *Pheidole fallax* (Pf) ou *Crematogaster limata* (Cl).

NS : Non significatif. \*\* : différence significative.

Espèce	Espèce initiant l'interaction (%)				Victoire (mort de l'antagoniste) (%)			
	Wa	Pe	Pf		Wa	Pe	Pf	Cl
<i>Wa contre Pe</i>	22	78		**	1	99		-
<i>Wa contre Pf</i>	41		59	NS	21	-	79	-
<i>Wa contre Cl</i>	53,3	46,7		NS	52	-		48

**Document 3 :** Interactions entre fourmis lors d'expériences d'introductions de *W. auropunctata*.

**Question 3.a.** Expliquer brièvement comment les scientifiques font pour considérer que les différences observées sont significatives ou non.

**Question 3.b.** Analyser les résultats du document 3 et conclure sur les interactions entre *W. auropunctata* et les fourmis du genre *Pheidole* d'une part, puis entre *W. auropunctata* et *C. limata* de l'autre.

**Question 3.c.** A partir de l'ensemble de vos conclusions sur les documents 1 à 3, expliquer en quelques lignes la répartition de *W. auropunctata* en Guyane.

## Partie 2 (2 points)

### Arrivée de l'espèce invasive *Linepithema humile*

Les espèces étudiées ici diffèrent de la partie 1. Chaque espèce de fourmi sera désignée comme précédemment par les initiales de leur nom de genre et d'espèce, comme dans le tableau ci-après. Pour gagner du temps, le candidat est invité à utiliser les mêmes abréviations dans ses réponses.

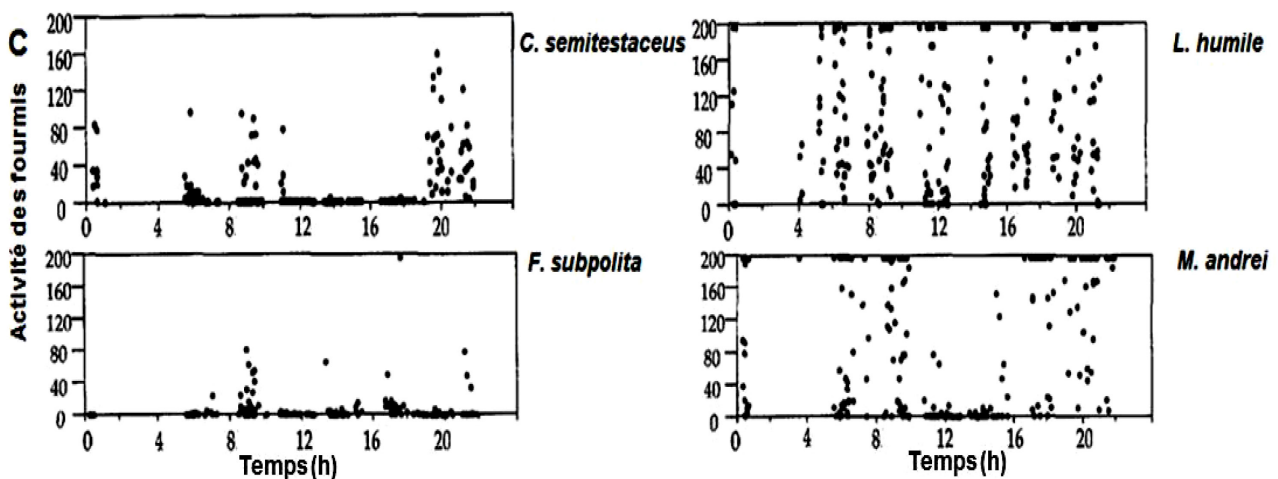
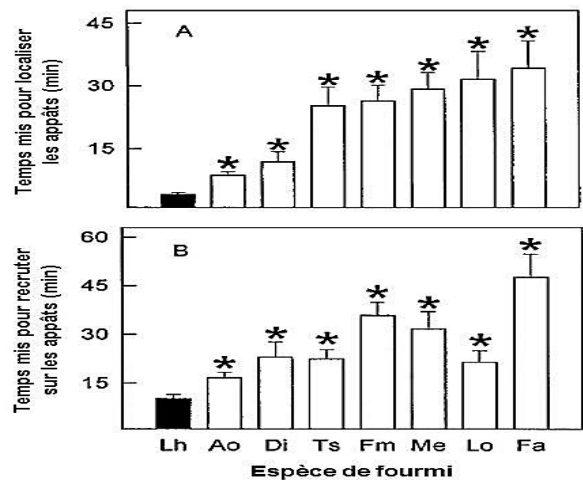
Espèce	Abréviation	Espèce	Abréviation
<i>Aphaenogaster occidentalis</i>	Ao	<i>Linepithema humile</i>	Lh
<i>Camponotus semitestaceus</i>	Cs	<i>Liometopum occidentale</i>	Lo
<i>Doryrmex insanus</i>	Di	<i>Messor andrei</i>	Ma
<i>Formica aerata</i>	Fa	<i>Monomorium ergatogyna</i>	Me
<i>Formica moki</i>	Fm	<i>Tapinoma sessile</i>	Ts
<i>Formica subpolita</i>	Fs		

La fourmi d'Argentine *Linepithema humile* (Lh) a envahi de nombreux écosystèmes dans le monde. Pour comprendre son succès, certains aspects de sa biologie sont comparés avec celle des espèces natives des régions colonisées (**document 4**).

Documents 4-A et 4-B : Temps pour localiser (A) et recruter des ouvrières sur les appâts (B).

Des appâts sont placés à 1 m des entrées de chaque nid. Le temps de localisation est le temps mis par une ouvrière pour trouver la ressource et le temps de recrutement est le temps nécessaire pour recruter 5 ouvrières et commencer à exploiter la ressource.

\* : valeurs significativement différentes.



Document 4-C : Activité journalière (en nombre d'entrées et de sorties de fourmis du nid) de *L. humile* et de trois autres espèces natives (*Camponotus semitestaceus*, *Formica subpolita* et *Messor andrei*) sur 24h.

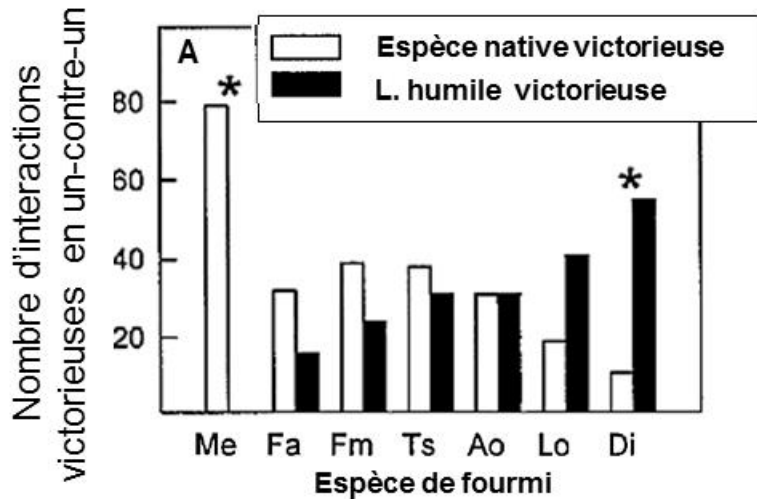
**Document 4** : Exploitation de ressources et activité journalière de *L. humile* par rapport à quelques espèces natives de fourmi.

**Question 4.** Analyser les résultats des documents 4-A à 4-C, afin de déterminer comment *L. humile* exploite le nouveau milieu.

Le comportement de *L. humile* envers les espèces natives est également étudié (**document 5**).

Une fourmi de l'espèce *L. humile* est mise en contact dans une boîte de Pétri avec une fourmi d'une espèce native du document 4. On dénombre pour chaque contact quelle fourmi remporte le combat.

Les astérisques indiquent des valeurs significativement différentes en A.



**Document 5** : Interactions de *L. humile* par rapport à quelques espèces natives de fourmi.

**Question 5.a.** Analyser les résultats du document 5 afin d'expliquer les interactions entre l'espèce invasive et les espèces natives.

**Question 5.b.** À partir de vos conclusions précédentes dans cette partie, expliquer en quelques lignes comment *L. humile* peut envahir efficacement un nouvel écosystème.

### Partie 3 (4 points)

#### Quand des espèces invasives se rencontrent

Différentes espèces invasives de fourmis sont étudiées ici, avec les mêmes modalités de désignation que précédemment. Pour gagner du temps, le candidat est invité à utiliser les mêmes abréviations dans ses réponses.

Espèce	Abréviation	Espèce	Abréviation
<i>Anoplolepis gracilipes</i>	Ag	<i>Paratrechina longicornis</i>	Pl
<i>Lasius neglectus</i>	Ln	<i>Pheidole megacephala</i>	Pm
<i>Linepithema humile</i>	Lh	<i>P. megacephala</i> et soldats	Pm + S
<i>Myrmica rubra</i>	Mr	<i>Wasmannia auropunctata</i>	Wa

Les espèces invasives progressent rapidement. Il arrive donc régulièrement qu'elles rencontrent une autre espèce invasive. Pour déterminer les conséquences écologiques de ces rencontres, des interactions un-contre-un ou groupe contre groupe ont été réalisées (**document 6**) afin de déterminer pour chaque espèce un indice de survie (SI), un indice de meurtre (KI) et un indice de dominance (DI), calculés à l'aide des formules suivantes :

$$SI = (A + 0,5I) / N$$

$$KI = (D + 0,5I) / N$$

$$DI = KI / (1 - SI)$$

A= nombre de survivants  
I= nombre de blessés  
N= nombre total de fourmis

D= nombre de morts dans le groupe opposé  
I= nombre de blessés dans le groupe opposé  
N= nombre total de fourmis

Document 6-A : Indice de dominance de sept espèces invasives.

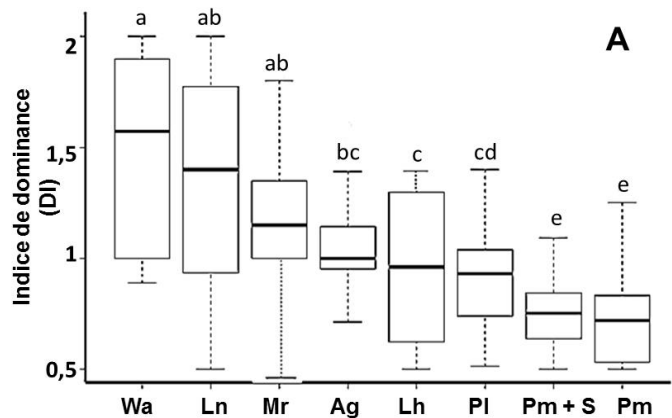
Les abréviations sont celles données en introduction de la partie 3.

Trait épais : médiane

Rectangle : écart entre le 1<sup>er</sup> quartile (bas) et le 3<sup>e</sup> quartile (haut)

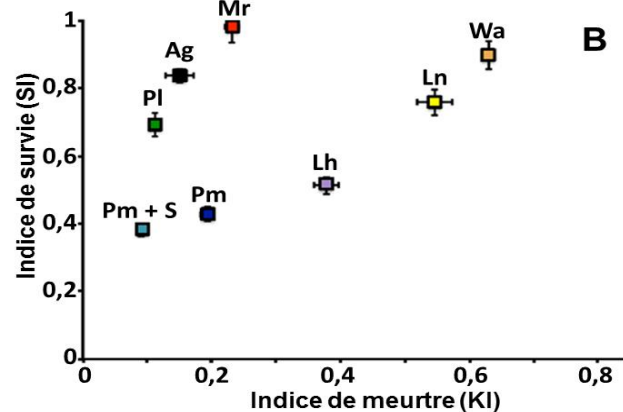
Les petites barres représentent les valeurs maximales et minimales obtenues.

Les lettres a à e représentent des analyses statistiques significativement différentes.



Document 6-B : Indice de survie et de meurtre.

Les abréviations sont celles données en introduction du sujet.

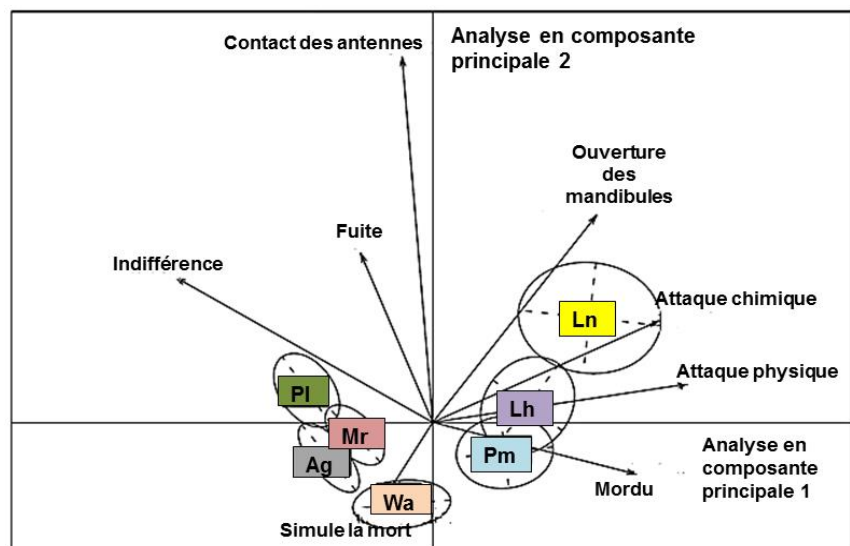


**Document 6** : Survie, meurtre et dominance lors d'interactions entre espèces invasives.

**Question 6. Analyser les documents 6-A et 6-B pour déterminer et expliquer les éventuelles dominances entre espèces invasives.**

Pour mieux comprendre les interactions entre espèces invasives, les comportements sont observés lors d'interactions entre espèces invasives, aussi bien en interactions un-contre-un que groupe contre groupe (**document 7**).

Les deux axes représentent les deux composantes principales d'analyse. Il s'agit d'une méthode statistique permettant d'extraire de jeux de données complexes les principales composantes permettant d'expliquer les résultats obtenus.

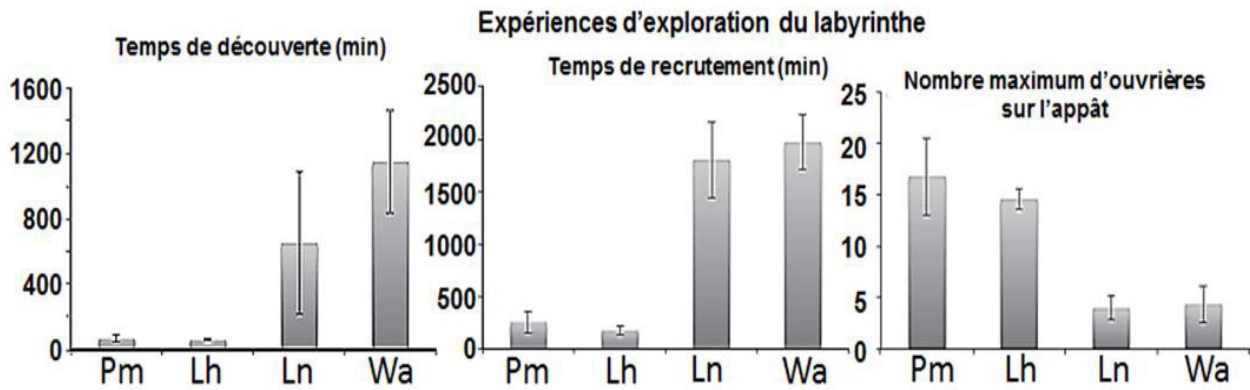


**Document 7** : Analyse en composantes principales associant les différentes espèces étudiés et les comportements observés.

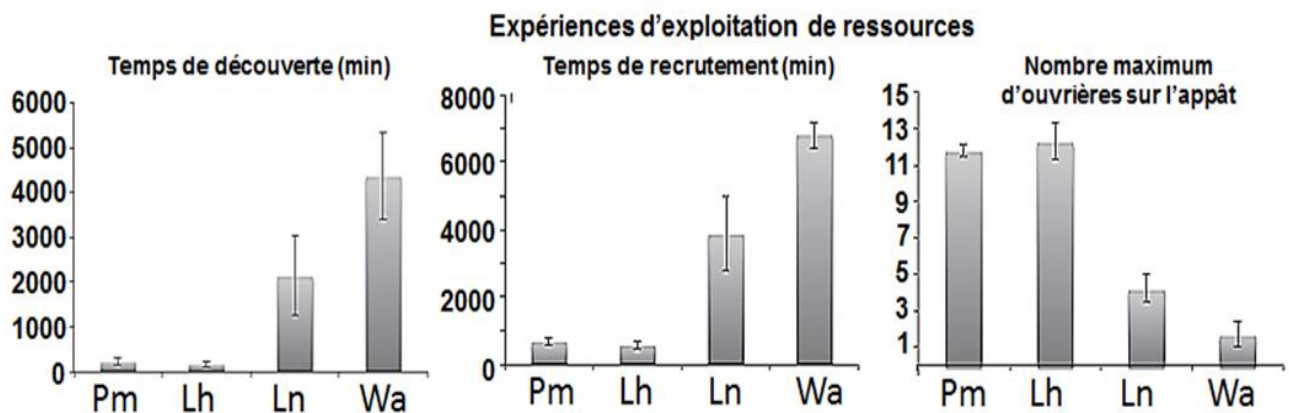
**Question 7.a. Proposer un titre pour chacun des axes d'analyse en composante principale de ce graphique.**

**Question 7.b.** Analyser le document 7 et faites le lien avec les dominances déterminées au document 6 pour caractériser les principales stratégies offensives et défensives des espèces de fourmis invasives.

Pour compléter l'étude, on étudie chez 4 espèces invasives leur faculté d'exploration d'un labyrinthe à la recherche d'une ressource depuis leur nid (**document 8-A**) ainsi que leur capacité à exploiter une ressource visible depuis le nid (**document 8-B**).



Document 8-A : Capacités d'exploration du labyrinthe à la recherche d'une ressource.



Document 8-B : Capacités d'exploitation d'une ressource visible depuis le nid.

**Document 8** : Exploration et exploitation de ressources par des fourmis invasives.

**Question 8.a.** Analyser les documents 8-A et 8-B pour comparer les capacités d'exploration du milieu et d'exploitation des ressources par les différentes espèces de fourmis invasives. Comparer les résultats aux indices de dominance du document 6.

**Question 8.b.** À partir des résultats acquis dans cette partie, résumer les principales stratégies évolutives sélectionnées chez les espèces invasives leur permettant de se maintenir dans un milieu envahi, même en cas d'invasion secondaire.

**Bibliographie :**

Bertelsmeier C. et coll., *Biol. Invasions*, **10** (2015) ; Bertelsmeier C. et coll., *Ecol. Evol.*, **5**, 2673-2683 (2015); Holway DA., *Ecology*, **80**, 238-251 (1999) ; Human KG. et Gordon DM., *Oecologia*, **105**, 405-412 (1996); Le Breton J., Thèse (2003) ; Le Breton J. et coll., *Ecol. Res.*, **22**, 107-114 (2007) ; Westermann FL. Et coll., *PloS one*, **9**(3) (2014).



## BIOLOGIE 2 (durée conseillée 1h30)

# LES GIBBERELLINES CHEZ LES VEGETAUX

Les gibbérellines, désignées sous le sigle GA, sont une famille de molécules (plus de 110 différentes) de diterpènes, possédant toutes un noyau énantiomère du gibbérelane. Leur numéro GA<sub>3</sub>, GA<sub>20</sub>... reflète leur ordre de découverte et n'a aucune signification biologique. Les gibbérellines sont présentes chez tous les végétaux.

### Partie 4 (2 points) Action biologique des gibbérellines

#### 4.1. Synthèse et action biologique

On utilise le pois (*Pisum sativum*) pour comprendre l'effet des gibbérellines. Le **document 9** présente deux mutants affectant la voie de biosynthèse des gibbérellines.

Géotype	Longueur initiale de la tige (cm)		Taux de gibbérellines dans les tissus (pg.plante <sup>-1</sup> )	
	Total	Entre les nœuds 4 et 6	GA <sub>1</sub>	GA <sub>8</sub>
<i>sauvage</i>	26,9 ± 0,8	13,2 ± 0,3	830	750
<i>le-1</i>	9,4 ± 0,4	4,4 ± 0,2	44	120
<i>le-2</i>	4,0 ± 0,2	1,6 ± 0,1	7	13

**Document 9** : Longueurs de la tige et taux de deux gibbérellines (GA<sub>1</sub> et GA<sub>8</sub>) chez les mutants du gène *le* de pois.

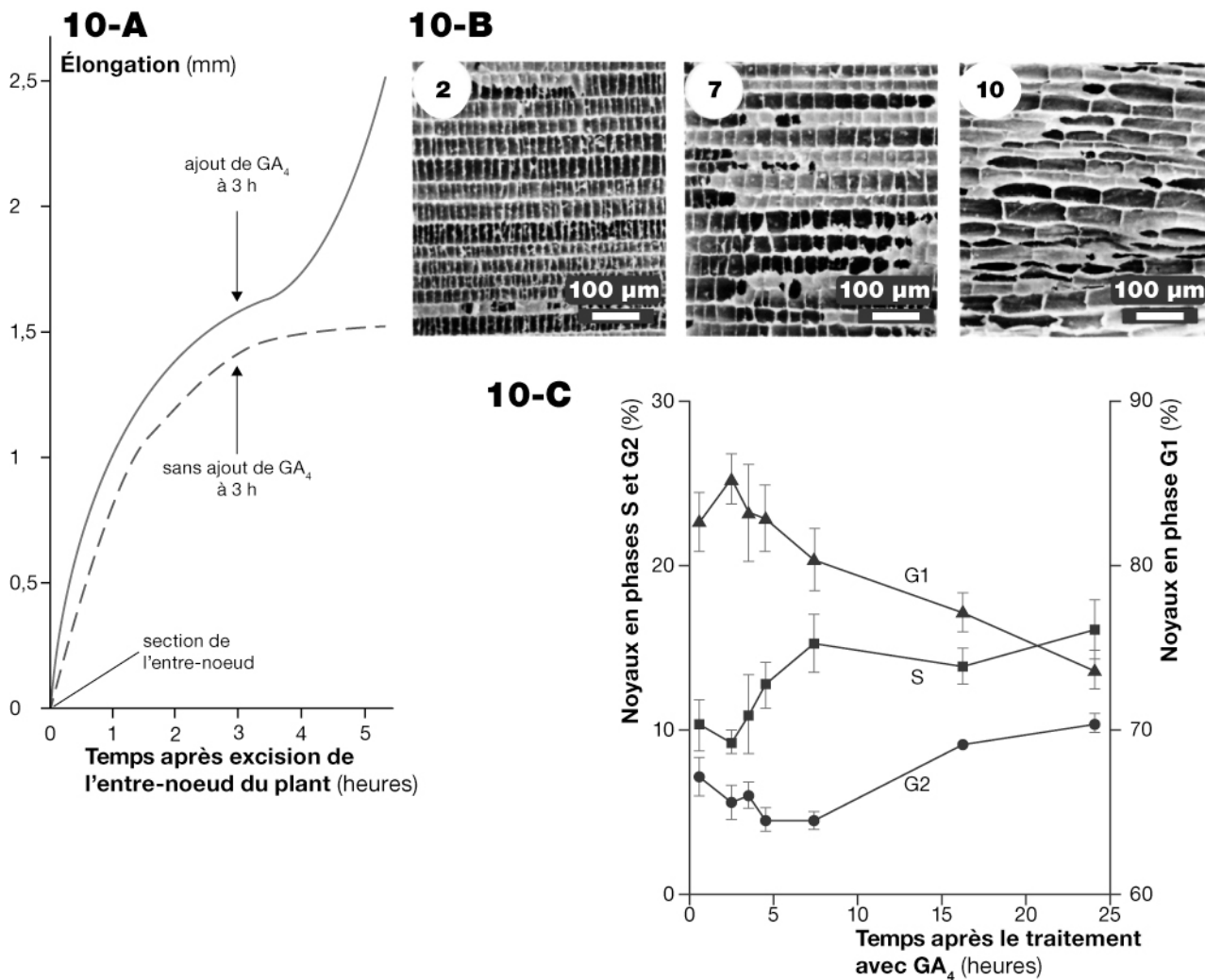
GA<sub>1</sub> est une forme active et GA<sub>8</sub> est une forme inactivée des gibbérellines.

**Question 9.** Analyser le document 9 afin de proposer un rôle pour les gibbérellines.

#### 4.2. Action cellulaire des gibbérellines

Notre étude se porte sur la tige du riz (*Oryza sativa*). Par deux sections, on isole une portion de tige de 20 cm de long, comprenant un méristème intercalaire et deux nœuds. On mesure alors la réponse au niveau de cet entre-nœud en absence (contrôle) ou en présence de 50 µM de GA<sub>4</sub>. GA<sub>4</sub> est une forme active des gibbérellines.

Les résultats sont présentés dans le **document 10**.



**Document 10 :** Conséquences de l'application de gibbérellines au niveau du méristème intercalaire de la tige de riz.

Document 10-A : Mesures de l'élongation de l'entre-nœud au cours du temps.

Document 10-B : Électronographies de cellules parenchymateuses, situées à 2, 7 et 10 mm au-dessus du nœud basal de la section, 24 heures après l'ajout de GA<sub>4</sub>.

Document 10-C : Distribution relative des noyaux en phase G1, S et G2, dans le méristème intercalaire de l'entre-nœud traité avec 50 μM de GA<sub>4</sub> en fonction du temps.

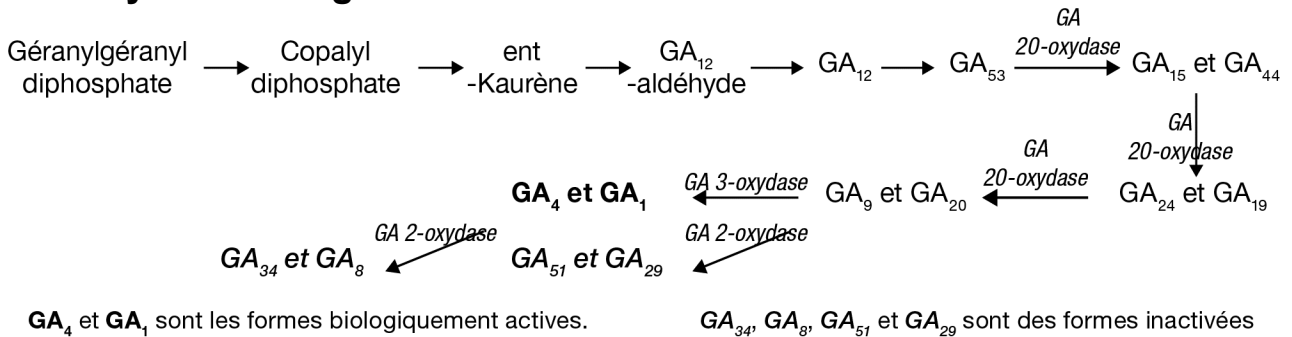
**Question 10.a.** Rappeler la définition d'un phytomère. Dans quelle zone d'un phytomère la croissance est-elle localisée ?

**Question 10.b.** Analyser le document 10 afin de proposer les mécanismes cellulaires de l'effet physiologique pour les gibbérellines.

# Partie 5 (3 points)

## Régulation de la synthèse des gibbérellines

### 5.1. Synthèse de gibbérellines : facteurs internes



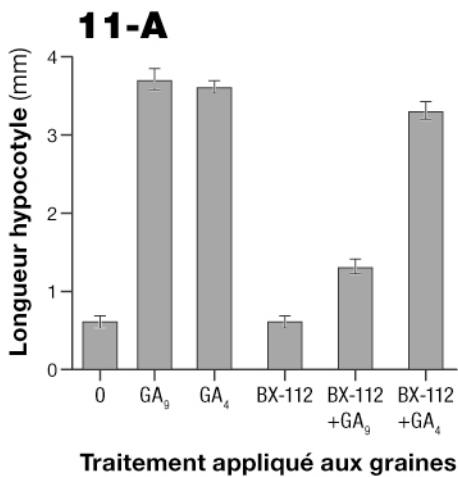
On mesure l'intensité de la transcription du gène de la GA 3-oxydase, responsable (cf. document ci-dessus à ne pas interpréter) de la transformation de GA<sub>9</sub> en GA<sub>4</sub>, forme biologiquement active des gibbérellines

On utilise des graines d'un mutant d'*Arabidopsis thaliana* qui ne synthétise pas d'ent-Kaurène. Des graines sont placées sur un milieu de germination modifié par l'ajout de substances, telles des gibbérellines (GA<sub>4</sub> ou GA<sub>9</sub>) ainsi que BX-112, inhibiteur de la GA 3-oxydase.

Deux semaines après germination, on mesure la longueur de l'hypocotyle et la quantité d'ARNm codant pour la GA 3-oxydase. Les résultats sont présentés dans les **documents 11-A et 11-B**.

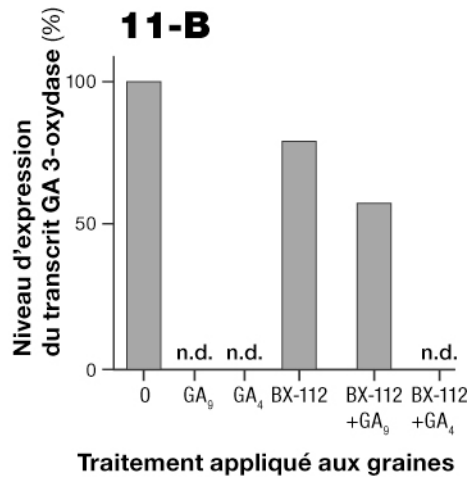
Le **document 11-C** utilise des plants d'*A. thaliana* ne synthétisant pas d'ent-Kaurène.

Selon la présence ou l'absence de GA, on mesure l'intensité de la transcription du gène de la GA 2-oxydase, responsable de la dégradation de GA actives en formes biologiquement inactives. On mesure aussi l'activité transcriptionnelle d'autres gènes de la voie de biosynthèse des gibbérellines.

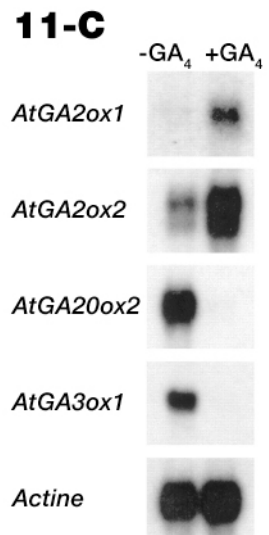


Concentrations utilisées :

GA<sub>4</sub> et GA<sub>9</sub> = 10<sup>-7</sup> mol.L<sup>-1</sup> ; BX-112 = 10<sup>-4</sup> mol.L<sup>-1</sup>



n.d. = non déterminable



**Documents 11 :** Effets de divers traitements sur le développement et l'activité transcriptionnelle de mutants d'*A. thaliana*.

*AtGA2ox1* et *AtGA2ox2* codent deux protéines isoformes de la GA 2-oxydase, produisant GA<sub>51</sub>, GA<sub>29</sub>, GA<sub>34</sub> et GA<sub>8</sub>.

*AtGA20ox2* code l'enzyme GA 20-oxydase, produisant GA<sub>9</sub> et GA<sub>20</sub>.

*AtGA3ox1* code l'enzyme GA 3-oxydase, produisant GA<sub>4</sub> et GA<sub>1</sub>.

**+GA<sub>4</sub>** = présence de 10 μmol.L<sup>-1</sup> de GA<sub>4</sub> pendant les 24 heures précédant l'extraction à partir de bourgeons floraux immatures.

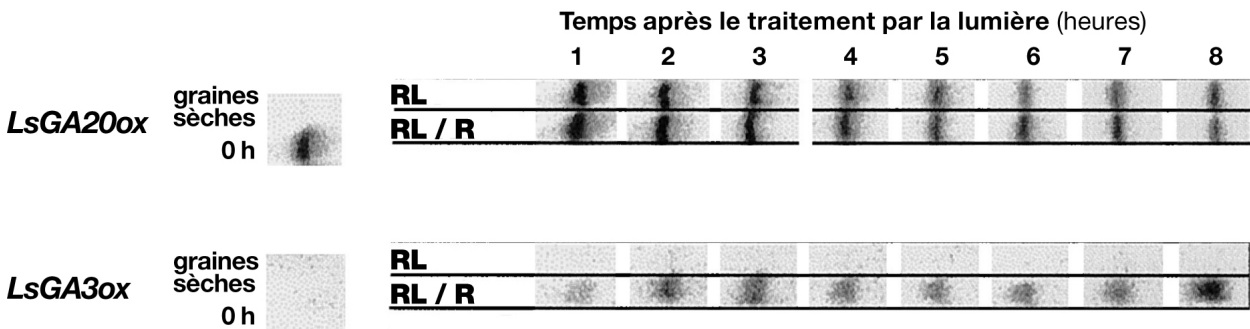
**-GA<sub>4</sub>** = aucun traitement avec GA<sub>4</sub>.

*Actine* = gène dont le niveau d'expression est indépendant des gibbérellines.

**Question 11.** Analyser les documents 11-A, 11-B et 11-C afin de caractériser la synthèse des gibbérellines. Vous veillerez à préciser l'intérêt des mutants utilisés. Rédiger un bilan bref (1 phrase) sur le fonctionnement mis en évidence.

## 5.2. Synthèse de gibbérellines : facteurs externes

On utilise des graines de laitue (*Lactuca sativa*) pour doser la quantité d'ARNm codant pour deux enzymes impliquées dans la biosynthèse des gibbérellines. Les résultats sont décrits dans le document 12.



**Document 12 :** Effet de la lumière sur la transcription de divers gènes impliqués dans le métabolisme des gibbérellines chez un plant sauvage de laitue.

L'ARNm *LsGA20ox* code pour la GA 20-oxydase, produisant GA<sub>9</sub> et GA<sub>20</sub>.

L'ARNm *LsGA3ox* code pour l'enzyme GA 3-oxydase, produisant GA<sub>4</sub> et GA<sub>1</sub>, formes biologiquement actives des gibbérellines.

**Graines sèches** = dosage des ARNm dans des graines matures sèches.

**0 h** = dosage des ARNm dans des graines matures après 3 heures d'imbibition par l'eau, dans le noir, juste avant les traitements lumineux.

**RL** = graines éclairées par du rouge lointain (RL ; maximum d'absorption à 730 nm ; 4,5 W.m<sup>-2</sup>).

**RL / R** = graines éclairées par une séquence de rouge lointain (RL) puis rouge (R ; maximum d'absorption à 660 nm ; 5 W.m<sup>-2</sup>).

Il a été vérifié que les quantités d'ARN totaux sont les mêmes (50 µg) pour chaque échantillon.

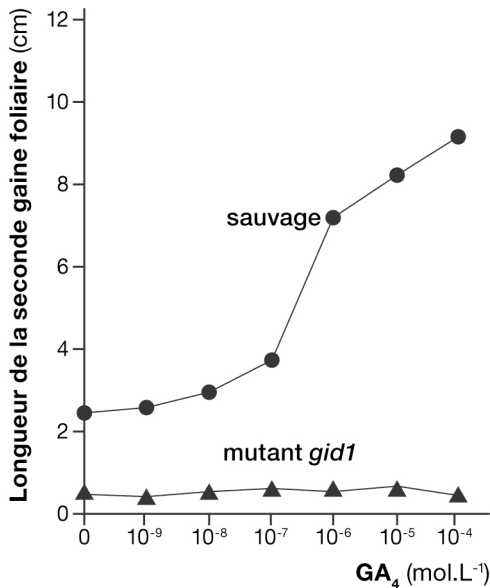
**Question 12.** Analyser l'effet de l'imbibition des graines. Analyser les autres résultats et conclure sur la nature du récepteur de la lumière régulant la synthèse étudiée. Indiquer un autre phénomène régulé par le même type de récepteur.

## Partie 6 (5 points)

### Mode d'action cellulaire des gibbérellines

#### 6.1. Intérêt du mutant *gid1*

On isole un mutant nain chez le riz. Quelques caractères sont décrits dans le **document 13**.



Élongation induite par ajout de GA<sub>4</sub> sur le milieu de germination de graines de riz.

On a déterminé, par ailleurs, que le mutant *gid1* accumule naturellement GA<sub>1</sub>.

Les résultats sont mesurés sur la seconde gaine foliaire, 6 jours après germination.

**Document 13** : Phénotype du mutant *gid1*.

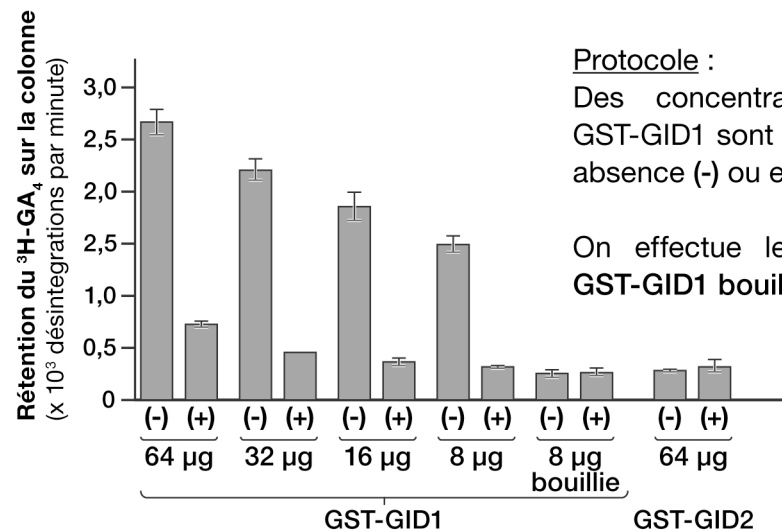
**Question 13.** Expliquer le paradoxe du mutant *gid1*.

On construit une souche recombinante d'*Escherichia coli* exprimant la protéine chimère GST-GID1, afin de la fixer sur une colonne en quantités plus ou moins importantes (64 à 8 µg par colonne).

On construit deux autres colonnes, l'une avec la protéine GST-GID1 préalablement bouillie et l'autre avec une protéine GST-GID2, distincte de la protéine GST-GID1.

On fait ensuite passer une solution dont la composition est décrite ci-dessous.

On mesure ensuite la radioactivité retenue par la colonne.



Protocole :

Des concentrations différentes de la protéine GST-GID1 sont incubées avec 6 pmol de <sup>3</sup>H-GA<sub>4</sub> en absence (-) ou en présence (+) d'un excès de GA<sub>4</sub>.

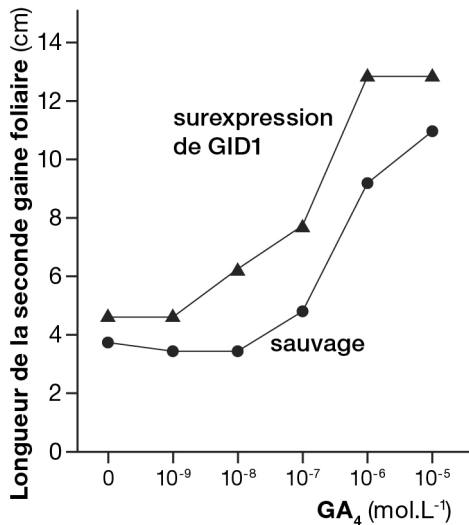
On effectue le même protocole avec 8 µg de GST-GID1 bouillie et 64 µg de la protéine GST-GID2.

**Document 14** : Activité de la protéine GID1.

**Question 14.** En prenant soin d'exploiter tous les contrôles, analyser les différents résultats du document 14 pour caractériser la protéine GID1.

Afin d'approfondir notre compréhension de la protéine GID1, on construit une souche de riz transgénique surexprimant la protéine GID1.

Les résultats sont décrits dans le **document 15** ci-dessous.



On mesure l'élongation induite par ajout de GA<sub>4</sub> sur le milieu de germination de graines de riz. Les résultats sont mesurés sur la seconde gaine foliaire, 6 jours après germination.

**Document 15** : Croissance d'un plant de riz surexprimant la protéine GID1.

**Question 15.** Analyser le document 15. Conclure sur le rôle de la protéine GID1 sauvage.

## 6.2. Intérêt du mutant *rga*

On dispose de deux mutants du développement végétatif d'*Arabidopsis thaliana*.

On précise que le mutant *rga* est récessif.

Le mutant *ga1-2* ne synthétise pas d'ent-Kaurène (comme dans le document 11-C).

Génotype	Rayon de la rosette (mm)	Hauteur 105 j après plantation (cm)	Quantité de GA <sub>4</sub> (ng.g <sup>-1</sup> matière sèche)
Sauvage	27,8 ± 0,8	32,32 ± 0,59	22,5
<i>ga1-2</i>	16,1 ± 0,4	1,50 ± 0,16	Non détectable
<i>ga1-2 rga</i>	21,9 ± 0,5	18,21 ± 0,31	Non détectable

**Document 16** : Phénotype de deux mutants du développement végétatif d'*A. thaliana*

**Question 16.** Analyser le document 16 afin de préciser ce que révèle la mutation *rga*.

On transforme une lignée double mutante *ga1-2 rga* d'*A. thaliana* par une séquence génétique formée du promoteur du virus 35S du chou-fleur suivie de la séquence codant pour la protéine chimère GFP-RGA (sigle de cette construction génétique = 35S::GFP-RGA).



*ga1-2*

*ga1-2 rga*

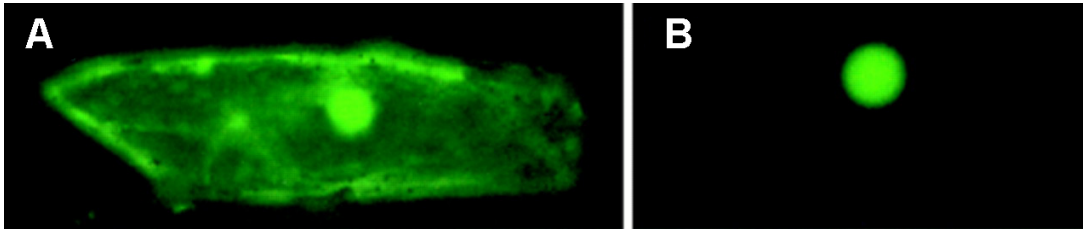
*ga1-2 rga*  
35S::GFP-RGA

**Document 17** : Phénotypes de divers mutants d'*A. thaliana*.

**Question 17.** Analyser le document 17 afin de confirmer le rôle de la mutation *rga*.

Afin de mieux comprendre le rôle de la protéine RGA, on transforme des cellules d'oignon avec la construction génétique GFP-RGA. Les résultats des observations par microscope à épifluorescence sont présentés dans le **document 18**.

La protéine GFP est une protéine verte fluorescente, ce qui permet de visualiser son expression à l'échelle cellulaire. La séquence de la protéine RGA présente dans la protéine GFP-RGA correspond à la version sauvage.



**A** : expression de la protéine GFP.      **B** : expression de la protéine chimère GFP-RGA.

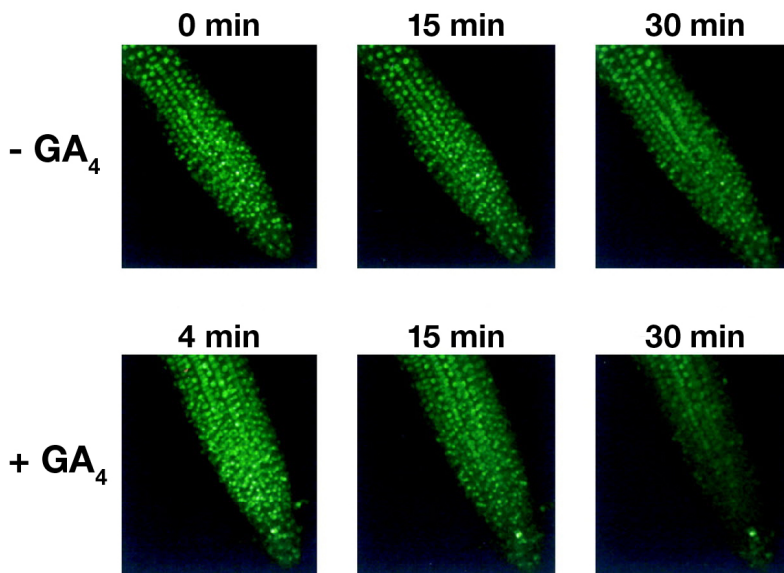
**Document 18** : Localisation de la protéine RGA au niveau d'une cellule d'oignon.

**Question 18.** Analyser le document 18 afin de caractériser la localisation de la protéine RGA dans la cellule.

Le rôle de la protéine RGA dans la croissance végétale est démontré sur des racines de plants d'*A. thaliana* exprimant la construction génétique 35S::GFP-RGA.

Des racines de plants transgéniques âgés de 8 jours sont observées au microscope, montées dans de l'eau en absence (- GA<sub>4</sub>) ou en présence de 100 μM de GA<sub>3</sub> (+GA<sub>4</sub>).

Les photographies sont prises à intervalles réguliers et présentées dans le **document 19**.



**Document 19** : Effet de la présence de GA<sub>4</sub> sur la protéine GFP-RGA exprimée sous le contrôle du promoteur du virus 35S du chou-fleur.

**Question 19.** Analyser le document 19 afin de caractériser l'action de GA<sub>4</sub> sur la protéine RGA.

**Question 20.** Proposer une définition d'hormone végétale. Fournir deux autres noms d'hormones végétales.

**Question 21.** Réaliser un schéma-bilan résumant les connaissances acquises sur les interactions entre les gibbérellines GA<sub>4</sub>, GA<sub>9</sub>, les protéines RGA et GID1, et la lumière rouge, permettant une régulation de la croissance des végétaux.

**Bibliographie :**

*Physiol. Plant.* **76** : 173-6, 1989 ; *Planta* **188** : 362-8, 1992 ; *Plant Physiol.* **117** : 1195-1203, 1998 ; *PNAS* **96** : 4698-4703, 1999 ; *Plant Physiol.* **118** : 1517-1523, 1998 ; *PNAS* **90** : 7401-5, 1993 ; *Nature* **437** : 693-8, 2005 ; *Plant Physiol.* **135** : 1008-1019, 2004 ; *The Plant Cell* **10** : 155-169, 1998 ; *The Plant Cell* **13** : 1555-1565, 2001.