

SESSION 2014

---

**CAPES  
CONCOURS EXTERNE  
ET CAFEP**

**Section : SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE**

**PREMIÈRE COMPOSITION**

Durée : 5 heures

---

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique (y compris la calculatrice) est rigoureusement interdit.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

# COOPERATIONS AU SEIN DE L'ORGANISME ANGIOSPERME

Cette épreuve est composée de trois parties, pouvant être traitées de façon indépendante, mais portant toutes sur la notion de coopération au sein de l'organisme angiosperme. Le sujet permet d'envisager plusieurs aspects de cette coopération et d'aborder les phénomènes aux différentes échelles de l'organisme.

## **A LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE COMMENCER :**

La première partie est à rédiger en quatre pages au maximum, sur une copie double vierge.

**Les réponses de la deuxième et la troisième partie doivent être rédigées directement sur les documents réponses dans les cadres prévus à cet effet.**

### **La première partie est une synthèse sur la coopération trophique.**

Pour cette partie, une introduction, un développement structuré avec un plan apparent et une conclusion sont attendus.

Seront prises en compte dans la notation, la maîtrise de la langue, la clarté de la présentation et de la rédaction, la rigueur et la précision du propos. Des illustrations pertinentes, étayant le raisonnement, sont attendues.

### **La deuxième partie traite des coopérations mises en jeu lors de l'organogenèse.**

Cette partie consiste en une exploitation de documents guidée par des questions.

La clarté et la concision des explications sont prises en compte ainsi que la précision des mécanismes décrits.

### **La troisième partie porte sur la coopération lors de l'acquisition de résistance face à un agent pathogène.**

Cette partie consiste en une analyse séparée de chacun des documents proposés, suivie de la réalisation d'un schéma bilan.

La justesse, la concision de l'analyse et du bilan sont évalués.

**AVANT DE RENDRE VOTRE COPIE, VÉRIFIER  
QUE VOUS AVEZ INDIQUÉ VOTRE NUMÉRO DE CANDIDAT EN TÊTE DE  
CHAQUE FEUILLE.**

*Les durées indicatives pour chacune des parties sont les suivantes :*

*Partie I : 2h30*

*Partie II : 1h00*

*Partie III : 1h30*



**Première partie :**

*(18 points)*

**LA COOPERATION TROPHIQUE CHEZ LES ANGIOSPERMES**

**Vous présenterez les modalités de la coopération trophique entre les organes de l'appareil végétatif des angiospermes vivaces.**

***Cette synthèse sera effectuée en quatre pages au maximum, sur une copie double vierge.***

**Deuxième partie :**

*(10 points)*

**LA COOPERATION LORS DE L'ORGANOGENESE CHEZ LES ANGIOSPERMES**

***Répondre dans les cadres prévus à cet effet sur les pages 1 à 5.***

**Troisième partie :**

*(12 points)*

**LA COOPERATION ET LA DEFENSE CHEZ LES ANGIOSPERMES**

***Répondre dans les cadres prévus à cet effet sur les pages 6 à 10.***

## Documents de la troisième partie.

**Document III.1** : Etude des symptômes de *Medicago truncatula* des lignées Jemalong et F83005.5 suite à une inoculation avec *Colletotrichum trifolii*. L'étude porte sur la plante entière et sur des feuilles isolées.



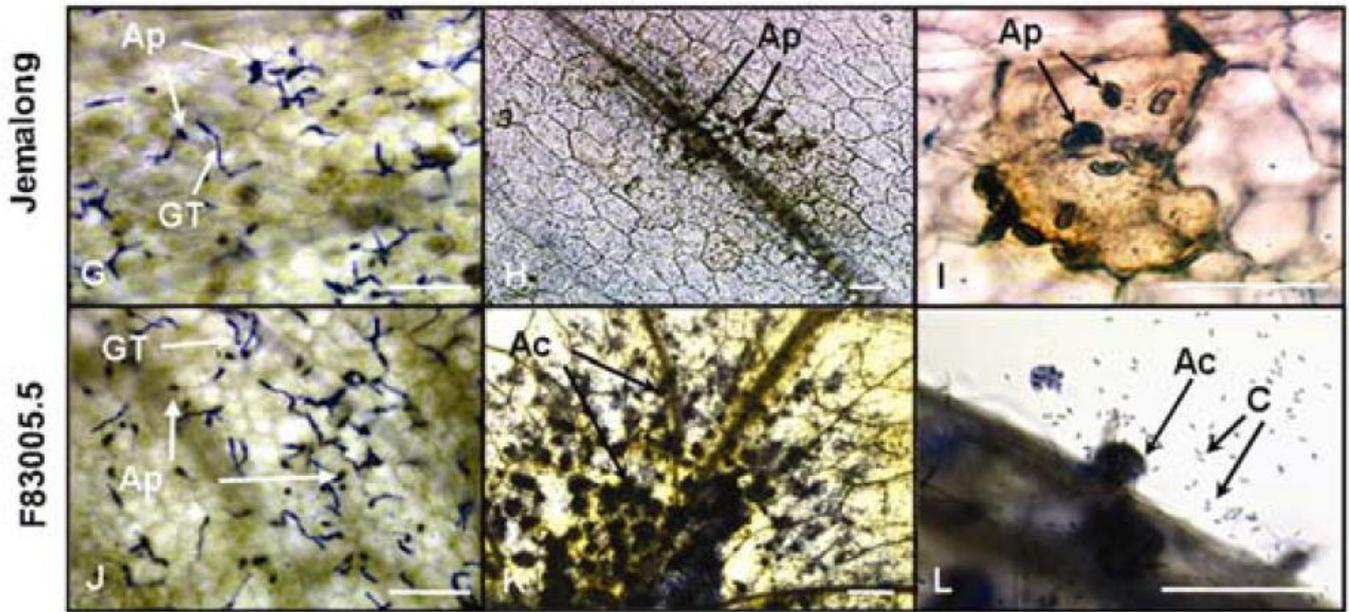
D'après **Torregrosa et coll.**, *Cytological, genetic and molecular analysis to characterize compatible and incompatible interactions between Medicago truncatula et Colletotrichum trifolii*, *Mol Plant Microbe Interact*, 17, 909-920, 2004 ; **Zhao et coll.**, *Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites*, *Biotechnology Advances*, 23, 283-333, 2005.

A et D : plantes contrôles

B et E : plantes entières infectées

C et F : phénotypes des feuilles détachées respectivement au bout de 14 et 9 jours après inoculation (le point d'inoculation est indiqué par la flèche).

**Document III.2.** : Analyse microscopique des tissus foliaires, suite à l'inoculation des deux lignées Jemalong et F83005.5 par *Colletotrichum trifolii*.



Les filaments mycéliens sont observables suite à une coloration au bleu d'aniline. Les observations sont réalisées un jour après inoculation (G et J), 5 jours après inoculation (H, K, I) et 6 jours après inoculation (L ; observation de la surface foliaire).

- Ac : Acerculus (fructification asexuée du mycète à l'origine des conidies),
  - Ap : Appressorium (renflement du filament mycélien permettant la pénétration à travers la paroi de l'épiderme foliaire),
  - C : Conidium (spore fongique asexuée immobile) ;
  - GT : Germ-tube (jeune filament mycélien issu de la germination de la spore de *Colletotrichum trifolii*).
- Barre : 25 µm

Aide à l'exploitation du document III.2 :

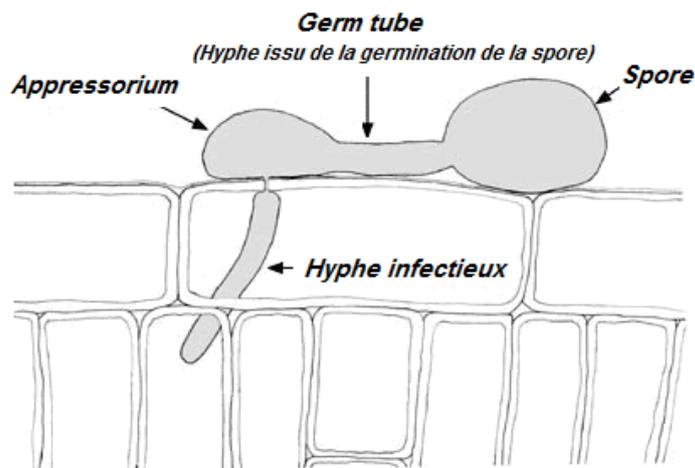
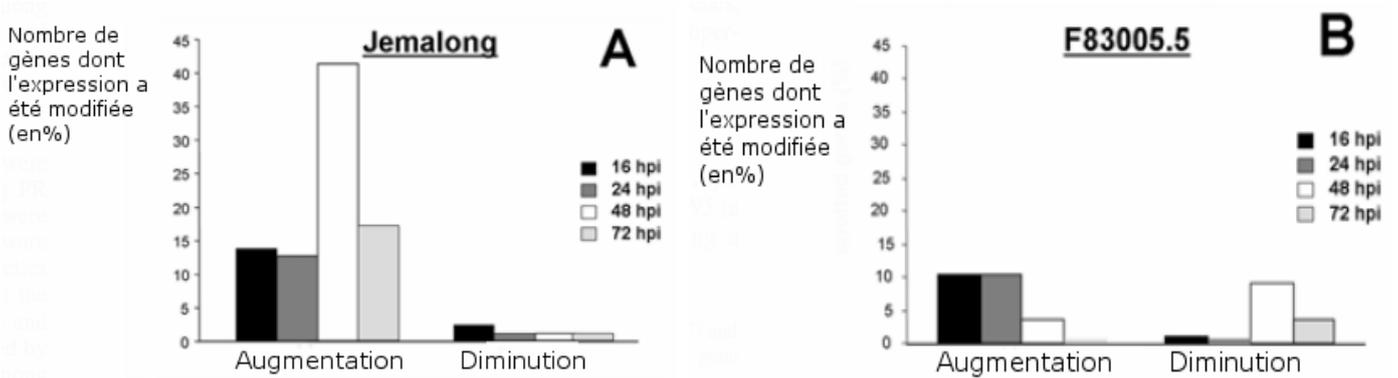


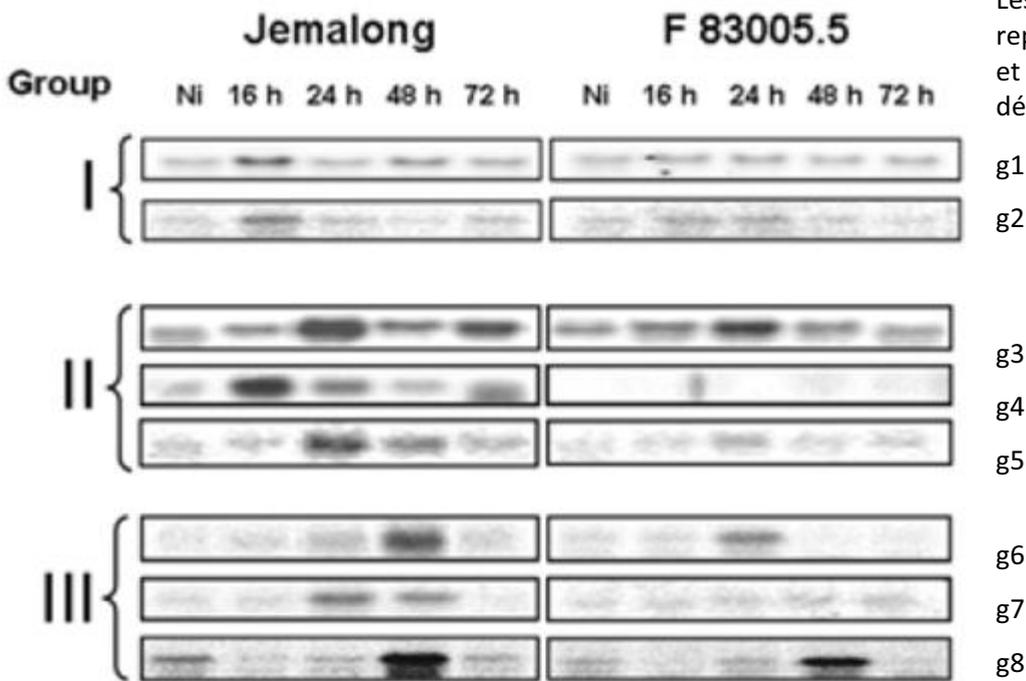
Schéma montrant les modalités de la germination et la pénétration du filament mycélien dans le parenchyme foliaire.

**Document III.3 :** Expression de gènes impliqués dans la défense de la plante chez Jemalong (A) et F83005.5 (B) aux stades 16, 24, 48 et 72 heures post-inoculation (hpi) par *Colletotrichum trifolii*.



Pour chaque stade et pour chacun des 92 gènes étudiés, on calcule le rapport entre le niveau d'expression dans les tissus inoculés par rapport à celui des tissus non-inoculés. En fonction du gène considéré, ce rapport révèle une augmentation, une diminution ou une absence de modification de l'expression.

**Document III.4 :** Analyse par Northern Blotting de 8 gènes des lignées Jemalong et F83005.5 suite à une inoculation par *Colletotrichum trifolii*.



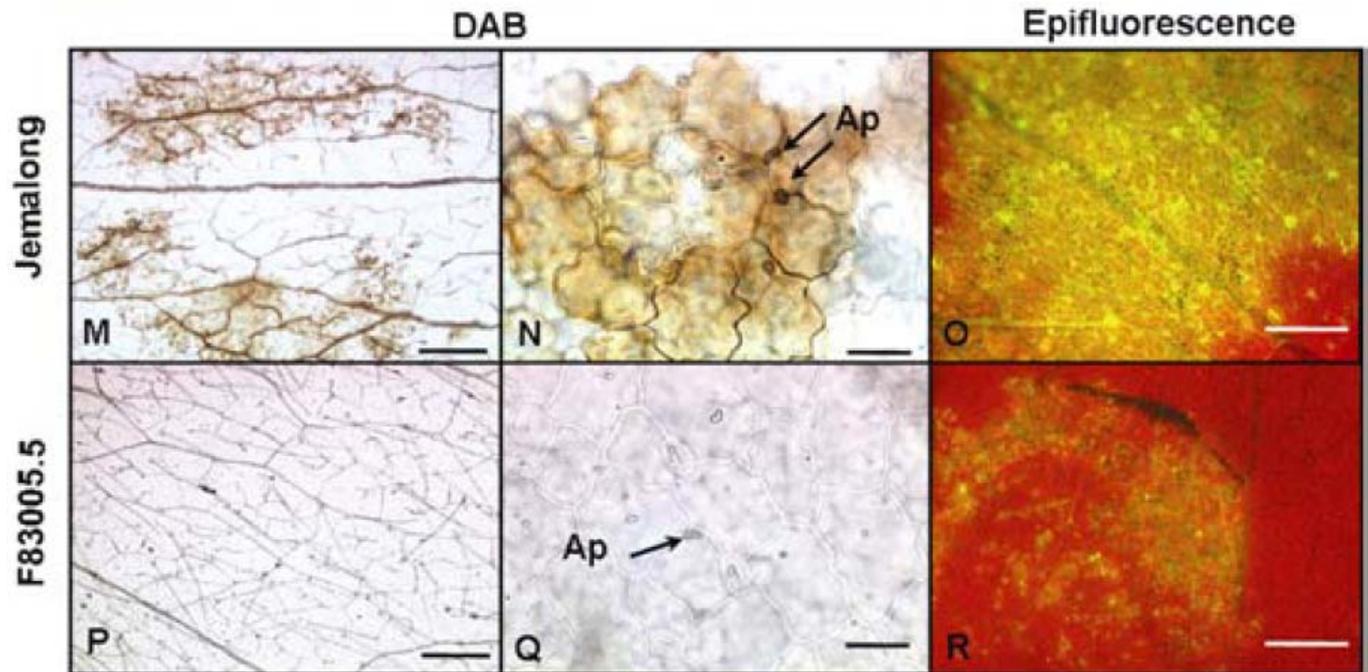
Les 8 gènes (g1-g8) sont représentatifs des groupes I, II et III (des classes de gènes de défense de la plante).

L'ARN total des feuilles est extrait à 16, 24, 48 et 72 heures après inoculation par *Colletotrichum trifolii*. Après électrophorèse des ARN (dépôt 15µg d'ARN pour chaque piste), et transfert sur membrane de nylon, une hybridation est réalisée avec les sondes spécifiques des gènes d'intérêt. Un témoin non inoculé est également réalisé (Ni).

Gènes	Protéine codée
<b>g1</b>	<b>Glutathion S transférase</b> : enzyme mise en jeu lors d'un stress oxydatif.
<b>g2</b>	<b>Lipoxygénase</b> : enzyme qui catalyse la synthèse des oxylipines : composés antimycéliens.
<b>g3</b>	<b>Extensine</b> : protéine structurale de la paroi qui augmente sa résistance.
<b>g4</b>	<b>Pathogenesis-Related proteins 10 (PR 10)</b> : fonction inconnue mais marqueur de la résistance de la plante.
<b>g5</b>	<b>MtN13</b> : protéine de fonction inconnue mais également mise en jeu lors des infections associées aux nodulations bactériennes.
<b>g6</b>	<b>Chalcone synthétase</b> : une des enzymes du métabolisme secondaire phénolique donnant des flavonoïdes, notamment des phytoalexines antifongiques.
<b>g7</b>	<b>MtN5</b> : protéine de fonction inconnue mais également mise en jeu lors des infections associées aux nodulations bactériennes.
<b>g8</b>	<b>Chalcone réductase</b> : autre enzyme du métabolisme secondaire phénolique à l'origine des flavonoïdes.

**Document III.5 :** Détection du peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) et mesure de l'épifluorescence\* des composés phénoliques et des flavonoïdes dans les feuilles de Jemalong et F83005.5, suite à l'inoculation par *Colletotrichum trifolii*.

\*épifluorescence\* : auto-fluorescence jaune obtenue suite à l'excitation des feuilles par un rayonnement incident bleu



M, N, P, Q : traitement, un jour après l'inoculation, des cellules foliaires par le diaminobenzidine (DAB). Le DAB se colore en brun en présence de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

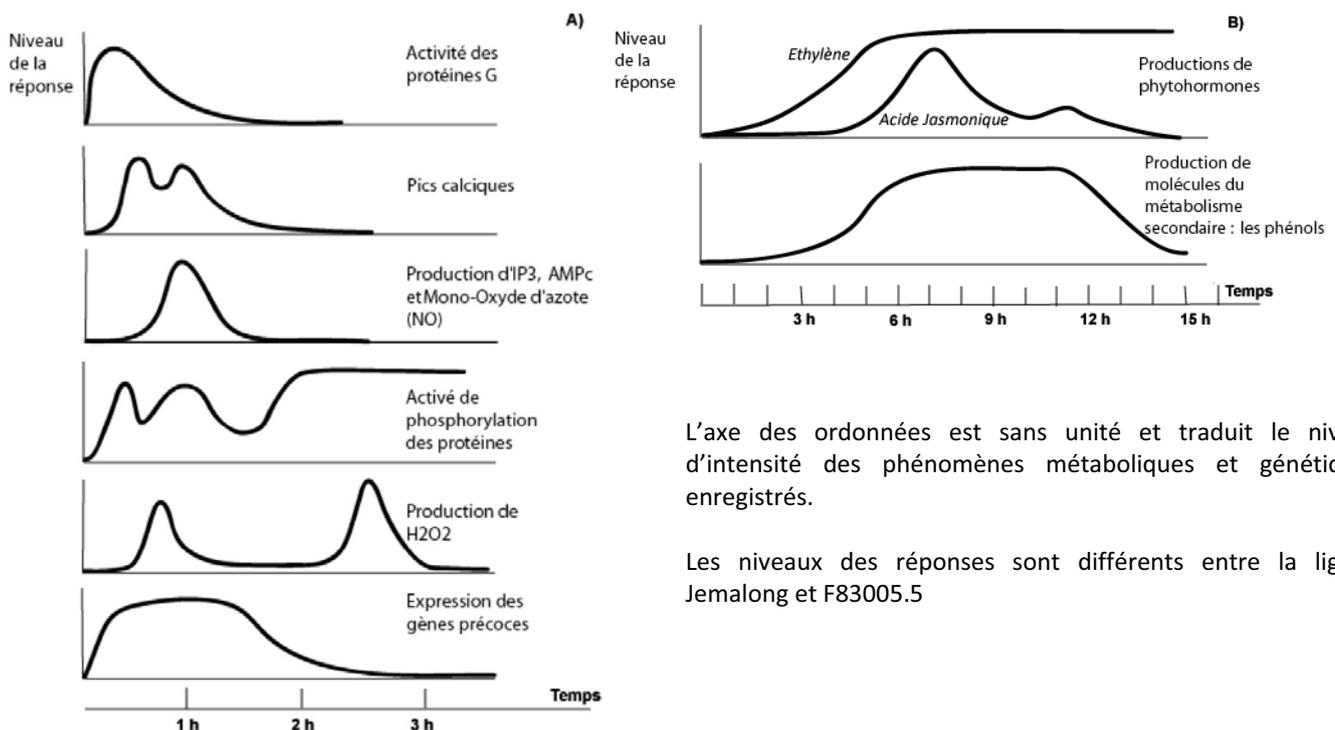
O, R : mesure, 3 jours après l'inoculation, de l'épifluorescence des phénols et des flavonoïdes.

Ap : Appressorium (renflement du filament mycélien)

Barre : 25 µm

**Document III.6 :** A) Manifestions métaboliques et génétiques au niveau des cellules des angiospermes suite à une infection. Chez *Medicago truncatula*, ces changements affectent les cellules pénétrées par le filament mycélien et également celles voisines.

B) Manifestations métabolique et phytohormonale affectant l'appareil végétatif suite à l'infection chez *Medicago truncatula*.



L'axe des ordonnées est sans unité et traduit le niveau d'intensité des phénomènes métaboliques et génétiques enregistrés.

Les niveaux des réponses sont différents entre la lignée Jemalong et F83005.5





**Question II.1.3** : Présentez sous forme d'un court texte et d'un schéma les modalités du contrôle génétique permettant le maintien méristématique de cet apex caulinaire.

## II.2. Coopération au niveau de la zone terminale de la racine et gravitropisme

**Document II.2** : Partie terminale d'une racine de blé (MO (x 100) (<http://www.meristem microscopy>)).



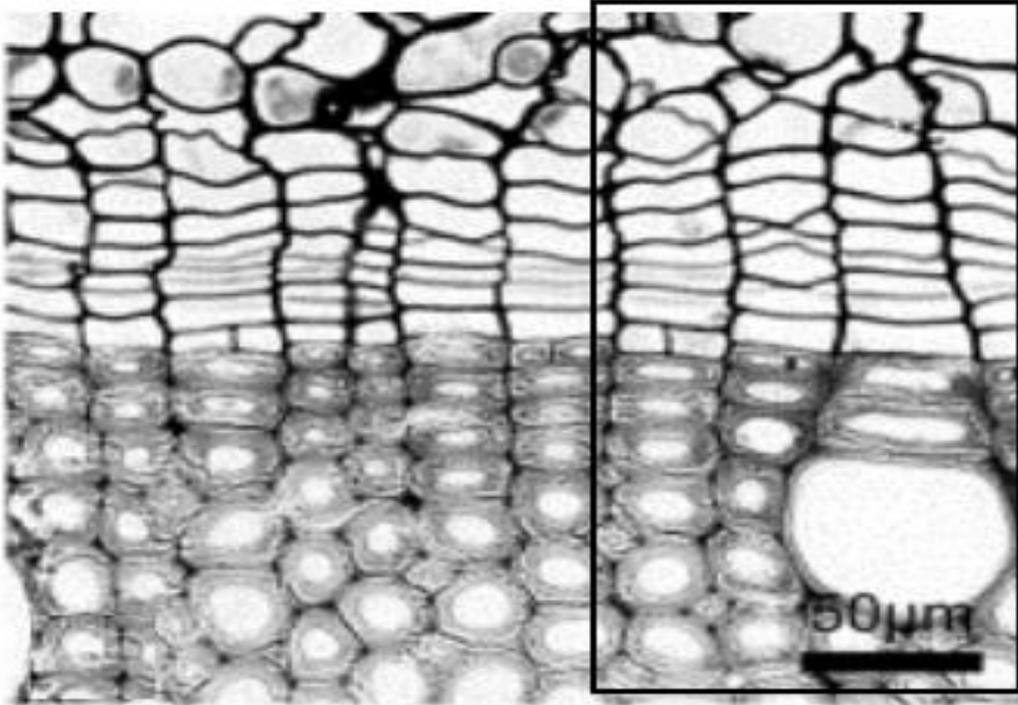
**Question II.2.1** : Repérez sur la photographie les zones fonctionnelles de cette partie de la racine.

**Question II.2.2** : Expliquez sous forme d'un schéma légendé, les modalités de la coopération entre la zone gravi-sensible de la racine et la zone d'élongation.



### II.3. Coopération des initiales cambiales dans la construction des tissus conducteurs de la tige

**Document II.3** : Zone active du cambium de la tige d'Erable (MO x 400) (C. Frankensteina et coll., *Dendrochronologia*, 2005).



**Question II.3.1** : Proposez une interprétation de cette photographie sous forme d'un schéma d'observation légendé de la partie encadrée.

**Question II.3.2** : Indiquez les deux catégories de cellules initiales qui composent le cambium et présentez leur (s) dérivé(s) dans les tissus xylémien et phloémien.

**Question II.3.3** : Expliquez en quoi les différents plans de division qui affectent les initiales permettent le maintien du méristème cambial durant la croissance de la tige.

## **Troisième partie :**

### **LA COOPERATION ET LA DEFENSE CHEZ LES ANGIOSPERMES**

Les Angiospermes, sont confrontées à des agressions provenant d'agents pathogènes du milieu de vie (virus, bactéries, mycètes, nématodes, hexapodes, etc.). Suite à la pénétration de l'agent au sein des tissus de l'organisme, deux grandes réactions sont identifiables ; une réponse locale suivie d'une réponse de l'ensemble de la plante. Ainsi est activé un système de protection général de l'appareil végétatif contre l'agresseur.

Les 5 documents proposés (pages III à VI) vous permettent de construire les modalités cellulaires, moléculaires et génétiques de cette protection de la plante.

1 - Exploitez séparément chacun des documents III.1 à III.6 afin de caractériser les réponses de deux lignées de *Medicago truncatula* (Jemalong d'origine australienne et F83005.5 d'origine française), à l'agent pathogène mycélien aérien *Colletotrichum trifolii*.

#### **Exploitation du document III.1 :**



**Exploitation du document III.2 :**

**Exploitation du document III.3 :**

*Exploitation du document III.4 :*

*Exploitation du document III.5 :*

**Exploitation du document III.6 :**



2 - A partir de vos connaissances sur les modalités de la défense des angiospermes contre les agents pathogènes, et des informations recueillies lors de l'exploitation des documents, vous construirez un schéma de synthèse pour montrer les mécanismes d'acquisition d'une immunité à l'échelle de la plante suite à une agression localisée.

**SCHEMA DE SYNTHESE**