

# **Sujet de stage "Développement d'une nouvelle biotechnologie pour l'application de mycorhizes aux grandes cultures dans le cadre d'un projet européen (EUROSTARS)"**

Intitulé du stage :

« Développement d'une nouvelle biotechnologie pour l'application de mycorhizes aux grandes cultures dans le cadre d'un projet européen (EUROSTARS) »

Missions :

- Recherche d'une formulation d'inoculum de champignons mycorhizogènes adaptée aux grandes cultures
- Validation en serre et au champ, suivis et analyses de la mycorhization

Profil recherché :

- Master 2 Productions végétales avec si possible une bonne connaissance des mycorhizes
- Expérience dans le monde agricole souhaitée
- Bon niveau d'anglais nécessaire

Date du stage : De Janvier 2014 à Juillet 2014

Le plus : Possibilité d'embauche en CDD suite au stage

Modalités de prise de contact :

Envoyer CV et lettre de motivation à [contact@inoculumplus.eu](mailto:contact@inoculumplus.eu)

---

# **Sujet de stage "Résistance partielle au phoma du tournesol : approche épidémiologique et mesure des composantes de résistance"**

Contexte

Le phoma du tournesol, causé par *Phoma macdonaldii* (*Leptosphaeria lindquistii*), est une maladie qui est devenue très importante en France au cours de la dernière décennie. Les principaux symptômes se présentent sous forme de lésions sur tige et au collet, et engendrent une défoliation et une perturbation du fonctionnement des vaisseaux du xylème. Un moyen efficace de gestion des maladies, peu coûteux pour les producteurs, et sans effets négatifs pour l'environnement est l'emploi de variétés résistantes. Les travaux engagés sur le phoma du tournesol au Centre INRA de Toulouse au cours des dernières années ont montré, entre autres, l'existence de résistance partielle dans certains génotypes.

Objectifs et activités du stage

L'objectif du stage proposé est de mettre au point des méthodes de phénotypage permettant de prédire la résistance au champ, en s'appuyant sur des concepts d'épidémiologie. Plus particulièrement, les attendus de ce travail sont (1) la quantification des composantes de résistance partielle du tournesol vis-à-vis de *Phoma macdonaldii*; (2) l'évaluation des interactions génotype x isolat; (3) l'analyse des relations entre les résultats obtenus et les résultats issus d'essais déjà réalisés en parcelle expérimentale; (4) l'utilisation d'approches épidémiologiques pour synthétiser formellement les résultats obtenus.

Le(a) stagiaire effectuera dans un premier temps une revue de littérature sur le sujet, les concepts et démarches utilisées. Il(elle) effectuera les expérimentations en conditions contrôlées sur plantules, analysera les résultats obtenus, et mettra ces résultats en relation avec les résultats obtenus en champ en 2013.

Aptitudes recherchées

Connaissances de base en pathologie végétale et en statistiques ; Goût pour le travail expérimental ; Goût pour les analyses de données ; Anglais lu, parlé.

Conditions pratiques

Stage effectué sur le Centre INRA de Toulouse-Auzeville

Possibilité de restauration sur place, subventionnée

Bourse de stage d'environ 430 euros par mois

Contacts

Laetitia Willocquet et André Aguiar Schwanck

INRA – UMR AGIR

24 Chemin de Borde Rouge

31 320 Auzeville Tolosane

Tel : 05 61 28 52 46

Emails: Laetitia.Willocquet@toulouse.inra.fr et Andre.Aguiar-Schwanck@toulouse.inra.fr

---

# Sujet de stage "Gestion agroécologique du flétrissement bactérien de la tomate avec un extrait végétal de bois d'Inde (*Pimenta racemosa*) et l'acibenzolar-S-methyl"

Proposition de stage de Césure/Master II au Pôle de recherche Agro-environnementale de Martinique

**Lieu :** Laboratoire de Phytopathologie, PRAM, BP214, Petit Morne, 97285 LE LAMENTIN Cedex2, MARTINIQUE

**Responsable :** Péninna DEBERDT [peninna.deberdt@cirad.fr](mailto:peninna.deberdt@cirad.fr), UR Hortsys, CIRAD

**Sujet :** Gestion agroécologique du flétrissement bactérien de la tomate avec un extrait végétal de bois d'Inde (*Pimenta racemosa*) et l'acibenzolar-S-methyl

**Contexte et problématique :**

En Martinique, le flétrissement bactérien (*Ralstonia solanacearum*) cause des dégâts considérables sur les cultures maraîchères, affectant particulièrement les cultures de solanacées (tomate). Les moyens de lutte contre cette maladie reposent principalement sur la résistance génétique mais cette résistance est partielle, fortement dépendante de l'environnement et s'avère peu efficace vis-à-vis des souches bactériennes émergentes caractérisées en Martinique. D'autre part, les mesures prophylactiques (permettant de prévenir et de limiter l'infestation des parcelles) s'avèrent insuffisantes en conditions hautement favorables au développement de la maladie. Dans un concept de lutte intégrée et devant une demande croissante pour une agriculture s'inscrivant dans le développement durable, nous privilégions la recherche de méthodes de lutte alternatives à l'agrochimie et respectueuses de l'environnement. Nous recherchons des méthodes de phytoprotection basées sur l'utilisation d'extraits de plantes et d'activateur des défenses naturelles de plantes pour lutter contre le flétrissement bactérien. Des travaux de recherche dans le domaine des biopesticides d'origine végétale pour lutter contre *R. solanacearum* ont été rapportés récemment dans la littérature. Ces travaux ont montré que les extraits végétaux

de *Datura* (*Datura metel*), Laurier rose (*Nerium oleander*) et d'*Allium* spp. (*Allium sativum*, *Allium fistulosum*) permettaient de réduire les populations de *R. solanacearum*, responsable du flétrissement chez la tomate (Deberdt *et al.*, 2012 ; Abo-Elyousr and Asran., 2009). D'autres travaux ont également montré le potentiel assainissant d'extraits végétaux combinés à un stimulateur de défenses naturelles de la plante, l'acibenzolar-S-methyl dans la lutte contre *R. solanacearum* (Hong *et al.*, 2011).

**Objectifs du stage :** (i) Evaluer le potentiel biopesticide d'un extrait végétal de bois d'Inde (BD), vis-à-vis du flétrissement bactérien de la tomate (*Ralstonia solanacearum*) en conditions semi-contrôlées (serre), (ii) déterminer la concentration optimale de l'extrait et (iii) tester la combinaison de cet extrait végétal et d'un stimulateur de défenses naturelles des plantes.

**Mise en place et conduite de deux dispositifs expérimentaux en bloc (3 répétitions):**

- Evaluation du potentiel assainissant de différentes concentrations en huile essentielle (HE) de Bois d'Inde sur l'incidence du flétrissement bactérien de la tomate (expérimentation en serre).
- Evaluation de la combinaison [HE de Bois d'Inde + Acibenzolar-S-methyl] sur l'incidence du flétrissement bactérien de la tomate (expérimentation en serre).

**Compétences requises :** techniques de microbiologie de base, techniques de phytopathologie ou plus généralement, expérience précédente en travail de laboratoire. Connaissances en traitement d'analyses statistiques (logiciel R ou logiciel SAS, de préférence). Capacité rédactionnelle (remise d'un mémoire de stage).

**Durée du stage :** de septembre 2013 à décembre 2013 (possibilité jusqu'à février 2014)

**Prise en charge :** billet d'avion (AR), indemnité de stage de 436 euros /mois.

### Références

**Abo-Elyousr KAM and Asran MR. 2009.** Antibacterial activity of certain plant extracts against bacterial wilt of tomato. *Archive of Phytopathology and Plant protection* 42(6): 573-578.

**Deberdt P, Perrin B, Coranson-beaudu R, Duick P and Wicker E. 2012.** Effect of

*Allium fistulosum* Extract on *Ralstonia solanacearum* Populations and Tomato Bacterial

Wilt. *Plant Disease* 96:687-692.

**Hong J, Momol MT, Ji P, Olson SM, Colee J and Jones JB. 2011.** Management of bacterial wilt in tomatoes with thymol and acibenzolar-S-methyl. *Crop Protection* 30:1340-1345.

---

**Sujet de stage "Etude de la perception de Lipo-chitoooligosaccharides symbiotiques chez des non-légumineuses. Ce stage s'intègre dans l'ANR jeune chercheur LCOinNONLEGUMES"**

Etablissement d'accueil : Laboratoire des Interactions Plantes Micro-organismes (LIPM),

UMR –INRA-CNRS 441/2594

INRA Toulouse

Equipe : Signaux symbiotiques et leur perception transduction

Responsable Julie Cullimore et Clare Gough

Maître de stage: Benoit Lefebvre (CR1, HDR)

Tel: 05 61 28 53 22

Fax : 05 61 28 50 61

E-mail: [benoit.lefebvre@toulouse.inra.fr](mailto:benoit.lefebvre@toulouse.inra.fr)

Possibilités d'accueil: 1

### Sujet de Stage

Etude de la perception de Lipo-chitoooligosaccharides symbiotiques chez des non-légumineuses. Ce stage s'intègre dans l'ANR jeune chercheur LCOinNONLEGUMES.

Contexte :

Les Lipo-chitoooligosaccharides (LCOs) sont des molécules sécrétées par les bactéries de type *Rhizobium* et des champignons mycorrhiziens à arbuscules. L'application de LCOs sur des plantes stimule la nodulation et la mycorrhization mais aussi la croissance en l'absence de microorganismes. Des gènes codant pour des *receptor-like kinase* à domaines LysM (LysM-RLKs) sont impliqués dans la perception de LCOs. Le stage s'inscrit dans un projet de recherche visant à comprendre la perception des LCOs chez des non-légumineuses et le rôle de récepteurs à domaine LysM dans la mycorrhization en utilisant une combinaison d'approches de génétique inverse et de biochimie sur deux plantes modèles : une monocotylédone, *Brachypodium distachyon* et une dicotylédone, *Solanum lycopersicum*.

Les séquences de *LysM-RLKs* candidats chez chacune de ces plantes ont été clonés et l'affinité pour les LCOs, des protéines correspondantes produites dans un système hétérologue, sera caractérisée. D'autre part, une analyse phénotypique, en testant principalement le rôle de ces gènes dans l'établissement de la mycorrhization, sera conduite à l'aide des mutants disponibles dans des banques chez *B. distachyon* et par interférence d'ARN chez la tomate.

Techniques utilisées :

PCR (Génotypage). Constructions génétiques. *Virus induced gene silencing*. Extraction d'ARN. qRT-PCR. Microscopie (observation de la mycorrhization). Production de protéines chez *Nicotiana benthamiana*. Test de liaison récepteur – LCO.

### Références bibliographiques

- Fungal lipochitoooligosaccharide symbiotic signals in arbuscular mycorrhiza. Maillet F, Poinot V, André O, Puech-Pagès V, Haouy A, Gueunier M, Cromer L, Giraudet D, Formey D, Niebel A, Andres Martinez E, Driguez H, Bécard G, Dénarié J. *Nature*. 2011,469:58-63

- LysM-type mycorrhizal receptor recruited for rhizobium symbiosis in nonlegume Parasponia. Op den Camp R, Streng A, De Mita S, Cao Q, Polone E, Liu W, Ammiraju JS, Kudrna D, Wing R, Untergasser A, Bisseling T, Geurts R. Science. 2011, 331:909-12.

- Role of N-glycosylation sites and CxC motifs in trafficking of *Medicago truncatula* Nod Factor Perception protein to plasma membrane. Lefebvre B, Klaus-Heisen D, Pietraszewska A, Hervé C, Camut S, Auriac MC, Gascioli V, Nurisso A, Gadella TWJ, Cullimore J. J. Biol. Chem. 2012, 287:10812-10823

---

# Sujet de stage "Effets de polluants émergeant sur la nutrition minérale et le système de détoxification chez deux plantes supérieures le blé *Triticum aestivum* et le soja *Glycine max*"

Fiche proposition sujet master 2 « 2012-2013 »

<b>Unité de recherche d'accueil</b>	Laboratoire Chronoenvironnement Place Leclerc 25030 Besançon Cedex	
<b>Encadrement</b>	Responsable: Laurence Alaoui-Sossé	Co-encadrant(s): Pascale Bourgeade & Badr Alaoui-Sossé
<b>Titre du sujet</b>	Effets de polluants émergeant sur la nutrition minérale et le système de détoxification chez deux plantes supérieures le blé <i>Triticum aestivum</i> et le soja <i>Glycine max</i> .	

<p><b>Résumé (contexte, objectifs, méthodes)</b></p>	<p>Le bisphénol A (BPA) est une molécule produite et utilisée en grande quantité dans l'industrie pour fabrication des matières plastiques polycarbonate, des emballages alimentaires... D'autres molécules similaires, le nonylphénol (NP) et les nonylphénol éthoxylates (EtOH NP) sont utilisées largement pour leurs propriétés tensio-actives, comme agent mouillant ou dispersant et comme adjuvants à de très nombreux produits cosmétiques ou biocides. Ces deux molécules longtemps considérées comme non toxiques ont été largement dispersées dans l'environnement où elles sont plus ou moins persistantes. Ainsi des teneurs de 8 ng.l<sup>-1</sup> de BPA ont été observées dans les rivières européennes (Belfroid <i>et al.</i>, 2002) tandis que les boues de station d'épuration en renferment jusqu'à 500 µg.g<sup>-1</sup> MS (Lee <i>et al.</i> 2006). Or il est apparu que ces composés présentaient une activité de perturbateurs endocriniens en interférant avec les récepteurs d'œstrogènes largement répandus chez les animaux. Ces composés exercent une action féminisante sur les gonades ce qui conduit à une infertilité masculine.</p> <p>Depuis peu il a été montré que ces composés pouvaient être absorbés par le système racinaire des plantes d'où ils peuvent ensuite gagner la partie aérienne (Sjöström <i>et al.</i>, 2008 Saiyood <i>et al.</i> 2010). Le risque d'un transfert à la chaîne trophique se pose donc. De plus, ces composés induisent une modification de la nutrition minérale (Dumlupinar <i>et al.</i> 2011) et même dans certains cas une inhibition de la germination du tube pollinique (Speranza <i>et al.</i> 2011), ce qui conduirait à une perturbation de la reproduction des végétaux.</p> <p>L'objectif de ce travail est d'évaluer les effets d'une exposition à différentes concentrations de BPA, nonylphénol (NP) et les nonylphénol éthoxylates (EtOH NP) sur (i) le statut nutritionnel de plants de blé (<i>Triticum aestivum</i>, blé tendre d'hiver Var Apache) et de plants de soja (<i>Glycine max</i>). (ii) sur le système de détoxification et sur la respiration mitochondriale.</p> <p>Le ou la candidat(e) sera amené à utiliser des approches multiples et complémentaires pour étudier cette problématique</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Mesures des éléments minéraux et des paramètres écophysologiques (EM par ICP, potentiel hydrique, CCI et rendement quantique Fv/Fm)</li> <li>(2) Mesure des marqueurs du stress oxydatif (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, MDA, enzymes de détoxification)</li> <li>(3) Mesure de la bioaccumulation du BPA dans la plante (technique HPLC)</li> </ol>
<p><b>Financement</b></p>	<p><i>Demande en cours</i></p>
<p><b>Contact</b></p>	<p><i>Badr Alaoui-Sossé</i></p> <p><i>Laboratoire Chronoenvironnement</i></p> <p><i>Tel : 03-81-66-57-30</i></p> <p><i>Mail : badr.alaoui-sosse@univ-fcomte.fr</i></p>

---

# Sujet de stage " Réponses écotoxicologiques de l'exposition d'une algue à une exposition à un effluent domestique enrichi en polluant émergent cas du bisphenol A : effets sur le taux de prolifération, la respiration et sur la production phot

Fiche proposition d'un sujet master 2 « 2013-2014 »

<b>Unité de recherche d'accueil</b>	<i>Laboratoire Chronoenvironnement</i> Place Leclerc Besançon Cedex	
<b>Encadrement</b>	Responsable: Badr Alaoui-Sossé	Co-encadrant(s) : Laurence Alaoui-Sossé & Lotfi Aleya
<b>Titre du sujet</b>	<b>Réponses écotoxicologiques de l'exposition d'une algue à une exposition à un effluent domestique enrichi en polluant émergent cas du bisphenol A : effets sur le taux de prolifération, la respiration et sur la production photosynthétique</b>	

<p><b>Résumé (contexte, objectifs, méthodes)</b></p>	<p><b>Contexte :</b> Une substance émergente est définie comme une substance dont la présence dans l'environnement est avérée mais qui n'est pas encore réglementée. Sous ce terme générique, un non important de molécules sont regroupées : les hormones, les substances pharmaceutiques, les produits soins corporels, les nouveaux pesticides et les perturbateurs endocriniens dont le bisphenol A (BPA). Bien avant la prise de conscience du risque que représente ce composé, des quantités importantes ont été rejetées dans l'environnement : au niveau des usines de fabrication et d'élaboration, de faibles quantités de BPA sont autorisées à être directement rejetées dans l'atmosphère et dans les eaux de surface. Il s'ensuit donc que les eaux de surface se sont rapidement trouvées contaminées par cette substance. Ainsi on a relevé des teneurs voisines de 10 ng.l<sup>-1</sup> dans les rivières des USA, d'Allemagne des Pays-Bas et du Japon (Belfroid <i>et al.</i>, 2002, Fromme <i>et al.</i>, 2002, Kang <i>et al.</i>, 2006).</p> <p>Plusieurs travaux ont montré que la présence du BPA induit des perturbations des systèmes endocriniens se traduisant par une féminisation des gonades et un moindre succès reproductif chez les organismes animaux vivants dans les milieux aquatiques. Récemment, d'autres travaux ont montré que le BPA pourrait avoir également des effets délétères sur les organismes végétaux et plus particulièrement sur les algues (Ebenezer and Ki, 2012). De plus, certaines algues sont capables de métaboliser ce BPA en d'autres dérivés plus ou moins toxiques et persistants (Nakajima <i>et al</i> 2007) le transfert de ces composés à l'ensemble de la chaîne trophique est donc envisageable, ainsi qu'une diminution de la quantité de ces micro-organismes qui sont à la base des réseaux trophiques aquatiques.</p> <p>L'objectif de ce travail est d'analyser les réponses d'une algue « <i>Chlorellavulgaris</i> » soumise à un effluent domestique (récolté à la STEP de Besançon) enrichi à différentes concentrations en bisphenol A et d'évaluer les risques écotoxicologiques sur le taux de croissance, le taux de survie, la capacité respiratoire et le fonctionnement de l'appareil photosynthétique. Pour ce faire le candidat ou la candidate devrait effectuer des cultures d'algues sur milieu BG11 et mesurer les échanges gazeux grâce à l'électrode Clark et les teneurs en pigments (chlorophylles et caroténoïdes) par spectrophotométrie après extraction dans le méthanol. La bioaccumulation éventuelle des ETM présents dans l'effluent sera analysée par ICP et celle du BPA par la technique de HPLC.</p>
<p><b>Source(s) de financement</b></p>	<p><i>Demande en cours</i></p>
<p><b>Contact</b></p>	<p><i>Badr Alaoui-Sosse</i></p> <p><i>Laboratoire Chronoenvironnement</i></p> <p><i>Tel : 03-81-66-57-30</i></p> <p><i>Mail : badr.alaoui-sosse@univ-fcomte.fr</i></p>



---

# **Sujet de stage "Implication de systèmes de transport du potassium chez le champignon ectomycorhizien *Hebeloma cylindrosporum* dans l'adaptation des plantes aux stress nutritif"**

M2 Mixte B2IPME Etablissement d'accueil : Laboratoire de Biochimie et Physiologie Moléculaire des Plantes (BPMP), IBIP, Campus AgroM-INRA, Montpellier Responsable Alain Gojon (DU BPMP) Coordonnées Tél: 04 99 61 31 15 Fax: 04 67 52 57 37 Email: gojon@supagro.inra.fr Equipe Canaux Ioniques Responsable: Hervé Sentenac (chef de l'équipe) Possibilités d'accueil: 1 Sujet de Stage : Implication de systèmes de transport du potassium chez le champignon ectomycorhizien *Hebeloma cylindrosporum* dans l'adaptation des plantes aux stress nutritif (ce stage s'intègre dans la continuité du projet ANR blanche TRANSMUT) Maître de stage: Sabine Zimmermann Tel: 04 99 61 27 18 Fax: 04 67 52 57 37 E-mail: sabine.zimmermann@supagro.inra.fr Références bibliographiques et/ou brevets 1. Lambilliotte R, Cooke R, Samson D, Fizames C, Gaymard F, Plassard C, Taty MV, Berger C, Laudie M, Legeai F, Karsenty E, Delseny M, Zimmermann S & Sentenac H. Large-scale identification of genes in the fungus *Hebeloma cylindrosporum* paves the way to molecular analyses of ectomycorrhizal symbiosis. *New Phytol.* 164, 505-513, 2004 2. Corratgé C, Zimmermann S, Lambilliotte R, Plassard C, Marmeisse R, Thibaud JB, Lacombe B & Sentenac H. Molecular and functional characterization of a Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> transporter from the Trk family in the ectomycorrhizal fungus *Hebeloma cylindrosporum*. *J. Biol. Chem.* 282, 26057-26066, 2007 3. Taty MV, Kassis EE, Lambilliotte R, Corratgé C, Van Aarle I, Amenc LK, Alary R, Zimmermann S, Sentenac H & Plassard C. Two differentially regulated phosphate transporters from the symbiotic fungus *Hebeloma cylindrosporum* and phosphorus acquisition by ectomycorrhizal *Pinus pinaster*. *Plant J.* 57, 1092-1102, 2009 4. Corratgé-Faillie C, Jabnour M, Zimmermann S, Véry AA, Fizames C & Sentenac H. Potassium and sodium transport in non-animal cells: the Trk/Ktr/HKT transporter family. *Cellular & Molecular Life Sciences* 67, 2511-2532, 2010 5. Casieri L, Lahmidi NA, Doidy J, Veneault-Fourrey C, Migeon A, Bonneau L, Courty PE, Garcia K, Charbonnier M, Delteil A, Brun A, Zimmermann S, Plassard C & Wipf D. Biotrophic transportome in mutualistic plant-fungal interactions. *Mycorrhiza*, doi 10.1007/s00572-013-0496-9, 2013

---

# **Sujet de stage "Etude de la colonisation racinaire de *Festuca campestris* par *Listeria monocytogenes* : rôle des exsudats racinaires"**

M2 Mixte B2IPME Etablissement d'accueil : UMR 1347 Agroécologie Responsable Philippe Lemanceau Coordonnées Tél: 0380693056 Fax: Email: philippe.lemanceau@dijon.inra.fr Responsable: Possibilités d'accueil: Sujet de Stage 1: Etude de la colonisation racinaire de *Festuca campestris* par *Listeria monocytogenes* : rôle des exsudats racinaires. Maîtres de stage: Pascal Piveteau, Laurent Gal Tel: 03 80 69 3432 / 03 80 69 34 39 Fax : 03 80 69 32 24 E-mail: piveteau@u-bourgogne.fr, laurent.gal@u-bourgogne.fr Références bibliographiques et/ou brevets Garmyn D, Augagneur Y, Gal L, Vivant AL, Piveteau P. 2012. *Listeria monocytogenes* Differential Transcriptome Analysis Reveals Temperature-Dependent Agr Regulation and Suggests Overlaps with Other Regulons. *PLOS ONE* Volume: 7 Issue: 9 Article Number: e43154 DOI:

10.1371/journal.pone.0043154 (Q1) Piveteau P., Depret G., Pivato B., Garmyn D., Hartmann A. 2011. Changes in Gene Expression during Adaptation of *Listeria monocytogenes* to the Soil Environment. PLOS ONE volume 6 Issue: 9 Article Number: e24881 DOI: 10.1371/journal.pone.0024881 (Q1) Garmyn D., Gal L., Briandet R., Guilbaud M., Lemaître J.P., Hartmann A., Piveteau P. 2011. Evidence of Autoinduction Heterogeneity via Expression of the Agr System of *Listeria monocytogenes* at the Single-Cell Level. Appl Environ Microbiol 77:6286-6289. (Q1) Rieu A., Guzzo J., Piveteau P. 2010. Sensitivity to acetic acid, ability to colonize abiotic surfaces and virulence potential of *Listeria monocytogenes* EGD-e after incubation on parsley leaves. J Appl. Microbiol. 108:560-570. (Q2) Garmyn D., Gal L., Lemaître J.P., Hartmann A., Piveteau P. 2009. Communication and autoinduction in the species *Listeria monocytogenes*. A central role for the agr system. Com Int Biol. 2:371-374.

---

# sujet de stage " "Impact of nutritional status on plant immune response "

M2 Mixte B2IPME

Etablissement d'accueil : UMR AgroSup Dijon/INRA/Univ. Bourgogne 1347 « Agroécologie »

Responsable : P Lemanceau

Possibilités d'accueil: 1

## Sujet de Stage 1: Impact of nutritional status on plant immune response

### *Background :*

Stimulation of plant defense by elicitors can lead to enhanced resistance of plants to pathogens. This could help decrease the use of pesticides in agriculture by promoting the stimulation of natural defenses (SND) in plants. Plant physiological status, as well as plant growth conditions, play, however, an important role in the process of resistance induction by elicitors. Thus the availability in nitrogen (N) and sulfur (S), two key nutrients present at variable concentration in soils, could impact the elicitation of plant defenses. We are investigating, in our team, the effects of nutrient availability on plant resistance induced by elicitors, and the molecular mechanisms involved in this nutrient-linked modulation of plant defense elicitation. During the training period, the student will study, at the phenotypic and molecular levels, the combine effect of nitrogen availability and plant genotypes on induced resistance

### *Methodology :*

Experiments will be conducted using the *in vitro* pathosystem involving the model plant *Medicago truncatula* and the parasitic oomycete *Aphanomyces euteiches*.

Plant phenotyping : disease symptoms, root architecture, biomass...

Molecular characterization: gene expression using RT qPCR, metabolites quantification using fluorimetry, enzymatic assays, protein analysis.

*Expertise :*

Plant biology and physiology, molecular biology. Interests in plant-microbe interactions.

**Maîtres de stage :**

HN Truong Cellier – S Jeandroz

UMR 1347 Agroécologie Pôle Interactions Plantes-Microorganismes-ERL CNRS 6300

21000 Dijon Cedex – France

Tel: 03 80 69 30 41

E-mail: sjeandroz@dijon.inra.fr

**Références bibliographiques et/ou brevets**

Bonneau L, Huguet S, Wipf D, Pauly N, Truong HN (2013) Combined phosphate and nitrogen limitation generates a nutrient stress transcriptome favorable for arbuscular mycorrhizal symbiosis in *Medicago truncatula*. *New Phytologist* DOI 10.1111/nph.12234

Astier J., Kulik A., Koen E., Besson-Bard A., Bourque S., Jeandroz S., Lamotte O. and Wendehenne D. (2012) Protein S-nitrosylation: What's going on in plants? *Free Radical Biology & Medicine*, 53: 1101-1110.

Rasul S, Wendehenne D, Jeandroz S (2012) Study of oligogalacturonides-triggered Nitric Oxide (NO) production provokes new questioning about the origin of NO biosynthesis in plants *Plant Signalling and Behavior* 7:1-3

Rasul S, Dubreuil-Maurizi C, Lamotte O, Koen E, Poinssot B, Alcaraz G, Wendehenne D., Jeandroz S. (2012) Nitric oxide production mediates oligogalacturonides-triggered immunity and resistance to *Botrytis cinerea* in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell & Environment* 35:1483-1499

Bourque S., Dutartre A., Hammoudi V., Blanc S., Dahan J., Jeandroz S., Pichereaux C., Rossignol M., Wendehenne D. (2011). Type-2 histones deacetylases as new regulators of elicitor-induced cell death in plants. *New Phytologist* 192:127-139

---

# **Sujet de stage "Etude de la plasticité racinaire en réponse à la carence en phosphate chez la plante modèle *Arabidopsis*"**

M2 Mixte B2IPME

Etablissement d'accueil : Laboratoire de Biologie du Développement des Plantes (LBDP)  
IBEB/SBVME  
CEA Cadarache  
13108 St Paul lez Durance  
Responsable équipe Laurent Nussaume  
Coordonnées Tél: 04 42 25 31 52  
Email: laurent.nussaume@cea.fr

Responsable: Benjamin PERET  
Possibilités d'accueil: 1  
Sujet de Stage 1:  
Etude de la plasticité racinaire en réponse à la carence en phosphate chez la plante modèle  
Arabidopsis.

Les plantes sont caractérisées par une extraordinaire plasticité développementale. De nombreuses interactions biotiques et abiotiques affectent notamment le développement du système racinaire. Parmi celles-ci, la disponibilité en phosphore (élément essentiel qui entre dans la composition des acides nucléiques et des phospholipides) induit des réponses adaptatives que notre laboratoire cherche à caractériser. La carence phosphatée inhibe la croissance de la racine primaire (figure ci-contre) et stimule le développement des racines latérales (Péret et al., 2011). Dans le passé, nous avons isolé un gène important, LPR1, impliqué dans la réponse de la racine primaire (Svistoonoff et al., 2007).

Ce sujet de stage s'intègre dans un projet ANR 2010-2014 porté par le responsable (Benjamin PERET) intitulé « Dissection du mécanisme de régulation de la formation des racines latérales par le phosphate ». L'objectif du stage est d'étudier des gènes candidats identifiés grâce à une nouvelle approche de marquage des ARN de façon tissu spécifique (brevet en cours). Les gènes spécifiquement exprimés dans le péricycle (tissu d'origine des racines latérales) et dont le profil d'expression est affecté par la carence en phosphate seront analysés au cours du stage. Les données transcriptomiques seront générées au cours du deuxième semestre 2013.

Les approches utilisées par le stagiaire mélangeront la physiologie, la génétique et la biologie moléculaire (identification et caractérisation phénotypique de mutants d'insertion, analyse d'expression par qPCR et gènes rapporteurs GUS/GFP, analyse du contenu et de l'import de phosphate). Ces techniques sont maîtrisées au laboratoire.

Le stagiaire sera amené à travailler conjointement avec le responsable de stage et avec l'ingénieur d'études associé à ce projet.

Le LBDP dispose de tous les équipements nécessaires pour réaliser ce stage (chambres de culture, microscope confocal, qPCR, etc). Le CEA possède des chambres à prix réduit pour les stagiaires à l'entrée du centre de Cadarache. Un service de bus gratuit est organisé, matin et soir, entre Cadarache et les principales villes alentour.

Maîtres de stage: Benjamin PERET  
Tel: 04 42 25 48 96  
E-mail: benjamin.peret@cea.fr

#### Références bibliographiques et/ou brevets

1. Péret B, Clément M, Nussaume L, Desnos T (2011) Root developmental adaptation to phosphate starvation: better safe than sorry. *Trends Plant Sci* 16: 442-50
2. Desnos T (2008) Root branching responses to phosphate and nitrate. *Curr Opin Plant Biol* 11: 82-7
3. Svistoonoff S, Creff A, Reymond M, Sigoillot-Claude C, Ricaud L, Blanchet A, Nussaume L, Desnos T (2007) Root tip contact with low-phosphate media reprograms plant root architecture. *Nat Genet* 39: 792-6
4. Thibaud MC, Arrighi JF, Bayle V, Chiarenza S, Creff A, Bustos R, Paz-Ares J, Poirier Y, Nussaume L (2010) Dissection of local and systemic transcriptional responses to phosphate starvation in Arabidopsis. *Plant J* 64: 775-89
5. Ticconi CA, Lucero RD, Sakhonwasee S, Adamson AW, Creff A, Nussaume L, Desnos T, Abel S (2009) ERresident

# Sujet de stage "Relation entre l'endocytose et les microdomaines membranaires dans la signalisation en réponse à un éliciteur de réaction de défense chez le tabac"

Laboratoire d'accueil **UMR 1347 Agroécologie**

AgroSup/INRA/uB  
17 rue Sully BP 86510

21065 Dijon cedex, France

Responsable **Philippe Lemanceau**

Coordonnées Tél. : 03 80 69 30 56

Fax : 03 80 69 32 24

Email : [philippe.lemanceau@dijon.inra.fr](mailto:philippe.lemanceau@dijon.inra.fr)

---

**Pôle Mécanisme et Gestion des Interactions Plantes-microorganismes - ERL CNRS 6300- Equipe Dynamique membranaire et interactions plantes-microorganismes**

Responsable: Françoise Simon-Plas ([simon@dijon.inra.fr](mailto:simon@dijon.inra.fr))

Possibilités d'accueil : **1**

**Sujet de Stage** :Relation entre l'endocytose et les microdomaines membranaires dans la signalisation en réponse à un éliciteur de réaction de défense chez le tabac

Maîtres de stage: Patricia Gerbeau-Pissot et Nathalie Leborgne-Castel

Tel : 03 80 69 34 59 / 03 80 69 34 57

Fax : 03 80 69 37 53

E-mail : [pgerbeau@u-bourgogne.fr](mailto:pgerbeau@u-bourgogne.fr) / [lcastel@u-bourgogne.fr](mailto:lcastel@u-bourgogne.fr)

**Références bibliographiques**

1. Adam T., Bouhidel K., Der C, Robert F., Najid A., Simon-Plas F., Leborgne-Castel N. Constitutive expression of clathrin hub hinders elicitor-induced clathrin-mediated endocytosis and defense gene expression in plant cells. **FEBS Letters** 586, 3293–3298, 2012
  2. Bonneau L, Gerbeau-Pissot P, Thomas D, Der C, Lherminier J, Bourque S, Roche Y, Simon-Plas F. Plasma membrane sterol complexation, generated by filipin, triggers signaling responses in tobacco cells. **Biochim Biophys Acta**. 1798(11), 2150-9, 2010
  3. Leborgne-Castel N, Adam T, Bouhidel K. Endocytosis in plant-microbe interactions. **Protoplasma** 247, 177-193, 2010
  4. Roche Y, Gerbeau-Pissot P, Buhot B, Thomas D, Bonneau L, Gresti J, Mongrand S, Perrier-Cornet JM, Simon-Plas F. Depletion of phytosterols from the plant membrane provides evidence for disruption of lipid rafts. **FASEB J**. 22(11), 3980-91, 2008
  5. Leborgne-Castel N, Lherminier J, Der C, Fromentin J, Houot V, Simon-Plas F. The plant defense elicitor cryptogein stimulates clathrin-mediated endocytosis correlated with ROS production in BY-2 tobacco cells. **Plant Physiology** 146, 1255–1266, 2008
- 

# Sujet de Stage "Molecular analysis of plant mineral nutrition by the root endophytic fungus *Piriformospora indica*"

M2 Mixte B2IPME

Etablissement d'accueil : Leibniz-Institute of Vegetable and Ornamental Crops

Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren, Germany

Responsable Philipp Franken

Coordonnées Tél: +49(0)33701-78 215

Fax: +49(0)33701-55 391

Email: franken@igzev.de

Possibilités d'accueil: 1

## Sujet de Stage 1:

Molecular analysis of plant mineral nutrition by the root endophytic fungus *Piriformospora indica*

Maîtres de stage: Benard Ngwene, Philipp Franken

Tel: +49(0)33701-78 219 / +49(0)33701-78 215

Fax : +49(0)33701-55 391

E-mail: [ngwene@igzev.de](mailto:ngwene@igzev.de), [franken@igzev.de](mailto:franken@igzev.de)

### Références bibliographiques et/ou brevets

1. Varma A, Verma S, Sudha, Sahay N, Bütehorn B, Franken P (1999) *Piriformospora indica*, a cultivable plant growth-promoting root endophyte. Applied Environmental Microbiology 65: 2741-2744.
2. Fakhro A, Andrade-Linares DR, Susanne von Bargen S; Bandte M, Büttner C, Grosch R, Schwarz D, Franken P (2010) Impact of *Piriformospora indica* on tomato growth and on interaction with fungal and viral pathogens. Mycorrhiza 20: 191-200.
3. Achatz B, Kogel KH, Franken P, Waller F (2010) *Piriformospora indica* mycorrhization increases grain yield by accelerating early development of barley plants. Plant Signaling & Behaviour 5: 1685-1687.
4. Andrade-Linares DR, Grosch, R, Restrepo S, Krumbein A, Franken P (2011) Effects of dark septate endophytes on tomato plant performance. Mycorrhiza 21: 413-422.
5. Franken P (2012) The plant strengthening root endophyte *Piriformospora indica*: potential application and the biology behind. Applied Microbiology and Biotechnology 96:1455-1464

---

# Sujets de stage " Réponse de la plante légumineuse à la restriction en soufre: approche de biologie intégrative pour l'identification d'indicateurs de nutrition soufrée " et " Analyse de l'effet du stress hydrique sur le développement et la qualité

M2 Mixte B2IPME

Laboratoire d'accueil UMR Agroécologie, Pôle GEAPSI

17 rue Sully,

BP 86510

21065Dijon Cedex

Responsable **Christophe Salon**

Coordonnées Tél. : 33 80 69 32 38

Fax : 33 80 69 32 63

Email : [christophe.salon@dijon.inra.fr](mailto:christophe.salon@dijon.inra.fr)

**Equipe : Mécanismes Moléculaires contrôlant le rendement et la qualité des graines de légumineuses.**

Responsables: Richard Thompson ([richard.thompson@dijon.inra.fr](mailto:richard.thompson@dijon.inra.fr)) et Karine Gallardo ([karine.gallardo@dijon.inra.fr](mailto:karine.gallardo@dijon.inra.fr))

Possibilités d'accueil: **2**

**Sujet de Stage 1** : Réponse de la plante légumineuse à la restriction en soufre: approche de biologie intégrative pour l'identification d'indicateurs de nutrition soufrée.

Maître de stage : Karine Gallardo

Tel: 03 80 69 33 91

Fax : 03 80 69 32 63

E-mail: [karine.gallardo@dijon.inra.fr](mailto:karine.gallardo@dijon.inra.fr)

**Sujet de Stage 2**: Analyse de l'effet du stress hydrique sur le développement et la qualité des graines de pois par une approche intégrative combinant études écophysiological et moléculaire.

Maîtres de stage: Vanessa Vernoud & Marion Prudent

Tel: 03 80 69 32 54

Fax : 03 80 69 32 63

E-mail: [vanessa.vernoud@dijon.inra.fr](mailto:vanessa.vernoud@dijon.inra.fr)

**Références bibliographiques**

1.D'Erfurth I, Le Signor C, Aubert G, Sanchez M, Vernoud V, Darchy B, Lherminier J, Bourion V, Bouteiller N, Bendahmane A, Buitink J, Prosperi JM, Thompson R, Burstin J, Gallardo K. A role for an endosperm-localized subtilase in the control of seed size in legumes. **New Phytologist**. 196:738-751, 2012.

2. Rajjou L, Duval M, Gallardo K, Catusse J, Bally J, Job C and Job D. Seed Germination and Vigor. **Annu Rev Plant Biol**. 63:507-533, 2012

3.Zuber H, Davidian JC, Aubert G, Aimé D, Belghazi M, Lugan R, Heintz D, Wirtz M, Hell R, Thompson R, Gallardo K. The seed composition of Arabidopsis mutants for the group 3 sulfate transporters indicates a role in sulfate translocation within developing seeds. **Plant Physiology**. 1549, 13-26, 2010

4. Thompson R, Burstin J, Gallardo K. Post-genomics studies of developmental processes in legume seeds. **Plant Physiology**, 151, 1023-1029, 2009



5. Repetto O, Rogniaux H, Firnhaber C, Zuber H, Küster H, Larré C, Thompson R, Gallardo K. Exploring the nuclear proteome of *Medicago truncatula* at the switch towards seed filling. **Plant Journal**, 56, 398-410, 2008.

---

# Sujet de stage "Etude du rôle des protéines cibles du monoxyde d'azote (NO) dans l'immunité des plantes"

**Laboratoire d'accueil :**

**UMR 1347 Agroécologie INRA/Université de Bourgogne/AgroSup Dijon**

**17 rue Sully**

**BP 86510**

**21065 Dijon cédex**

**France**

Responsable : Philippe Lemanceau

Coordonnées : Tél. : +33 (0) 380 69 30 40

Fax : +33 (0) 380 69 32 24

Email : philippe.lemanceau@dijon.inra.fr

**Equipe :**

**Pôle Mécanisme et Gestion des Interactions Plantes-microorganismes - ERL CNRS 6300**

Responsable: Françoise Simon-Plas

**Sujet de Stage : voir ci-dessous**

Maître de stage: Olivier Lamotte

Tel: 03 80 69 34 76

E-mail: olivier.lamotte@dijon.inra.fr

**Etude du rôle des protéines cibles du monoxyde d'azote (NO) dans l'immunité des plantes.**

Le monoxyde d'azote (NO) est une molécule de signalisation qui joue un rôle majeur dans de nombreux processus physiologiques chez les animaux et chez les plantes dont la réponse aux stress biotiques. Il a un rôle central dans les réseaux de signalisation cellulaire et participe ainsi à l'intégration des informations perçues par

la plante vers une réponse cellulaire appropriée. Le NO agit dans les processus de signalisation cellulaire principalement par la modification post-traductionnelle de protéines (S-nitrosylation, tyrosine-nitration ou métal-nitrosation), ce qui entraîne une modification de leurs structure et/ou activités. L'une des thématiques de recherche de notre équipe est de comprendre le rôle du NO dans l'immunité des plantes. Des travaux précédents ont permis d'identifier par spectrométrie de masse une douzaine de protéines directement régulées par le NO (protéines S-nitrosylées) produit dans les cellules de tabac traitées par la cryptogéine, un stimulateur de l'immunité des plantes. Ces protéines sont associées aux processus de signalisation cellulaire, par exemple la signalisation calcique, au métabolisme secondaire ou au contrôle du bon repliement des protéines. Nous avons débuté l'étude de deux protéines : une AAA-ATPase nommée CDC48 ainsi qu'une enzyme clé du métabolisme secondaire des plantes, l'EPSP synthase (Astier et al., 2012). Ces études ont fait l'objet d'une thèse et d'un stage de M2R. Dans le cadre du master 2 B2iPME, l'étudiant(e) poursuivra l'analyse des protéines S-nitrosylées identifiées. En particulier, nous tenterons de comprendre leurs rôles dans la physiologie de la plante soumise à un stress biotique. Des techniques de biologie moléculaire (PCR, clonage, qPCR), de biochimie (expression et purification de protéines, test d'activité enzymatiques, western blot) et de physiologie (silencing par agrobactérie, amiRNA, infection de plantes par des pathogènes) seront utilisées

### Sélection de publications

1. Astier J., Besson-Bard A., Lamotte O., Bertoldo J., Terenzi H. and Wendehenne D. (2012) Nitric oxide inhibits the ATPase activity of the chaperone-like AAA+ATPase CDC48, a target for S-nitrosylation in cryptogein signaling in tobacco cells. *Biochem J.*, doi:10.1042/BJ20120257
2. Astier J., Kulik A., Koen E., Besson-Bard A., Bourque S., Jeandroz S., Lamotte O. and Wendehenne D. (2012) Protein S-nitrosylation: what's going on in plants? *Free Radic. Biol. Med.*, 53 : 1101-1110.
3. Rasul S., Dubreuil-Maurizi C., Lamotte O., Koen E., Poinssot B., Alcaraz G., Wendehenne D. and Jeandroz S. (2012) Nitric oxide production mediates oligogalacturonides-triggered immunity and resistance to *Botrytis cinerea* in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Environ.*, 35 : 1483-1499.
4. Astier J., Rasul S., Koen E., Manzoor H., Besson-Bard A., Lamotte O., Jeandroz S., Durner J., Lindermayr C. and Wendehenne D. (2011) S-nitrosylation: an emerging post-translational protein modification in plants. *Plant Science* 181, 527-533
5. La Camera S., L'haridon F., Astier J., Zander M., Abou-Mansour E., Page G., Thurow C., Wendehenne D., Gatz C., Métraux J.-P., Lamotte O. (2011) The glutaredoxin ATGRXS13 is required to facilitate *Botrytis cinerea* infection of *Arabidopsis thaliana* plants. *Plant J.* 68 : 507-519

---

# Sujet de stage "Impact de la diversité fonctionnelle végétale (nitrophilie/oligotrophie) sur les relations plantes-plantes et plantes-microorganismes dans la rhizosphère"

UMR Agroécologie

Maîtres de stage: Barbara Pivato, Delphine Moreau

Tel: 03 80 69 31 91 33 36 / 03 80 69 36 69

Fax : 03 80 69 32 24

E-mail: [barbara.pivato@dijon.inra.fr](mailto:barbara.pivato@dijon.inra.fr); [delphine.moreau@dijon.inra.fr](mailto:delphine.moreau@dijon.inra.fr)

### Sujet de Stage 1:

Impact de la diversité fonctionnelle végétale (nitrophilie/oligotrophie) sur les relations plantes-plantes et plantes-microorganismes dans la rhizosphère.

Ce stage s'intègre dans un projet financé par le département INRA SPE, sera effectué au sein du pôle EcolDur (équipes BIOCOCOM et SYSTEME) et mobilisera des données obtenues via la plateforme de phénotypage à haut débit (PPHD) de l'UMR 1347 Agroécologie.

Maîtres de stage: Barbara Pivato, Delphine Moreau

Tel: 03 80 69 31 91 33 36 / 03 80 69 36 69

Fax : 03 80 69 32 24

E-mail: [barbara.pivato@dijon.inra.fr](mailto:barbara.pivato@dijon.inra.fr); [delphine.moreau@dijon.inra.fr](mailto:delphine.moreau@dijon.inra.fr)

### Références bibliographiques et/ou brevets

1. Zancarini A, Lépinay C, Burstin J, Duc G, Lemanceau P, Moreau D, Munier-Jolain N, Pivato B, Rigaud T, Salon C, Mougél C - Combining molecular microbial ecology with ecophysiology and plant genetics for a better understanding of plant-microbial communities interactions in the rhizosphere. In: **Molecular Microbial Ecology of the Rhizosphere** (de Bruijn, F.J. Ed.) Wiley -Blackwell Publishers, Hoboken, USA; sous presse.

2. Moreau D, Milard G, Munier-Jolain N. A plant nitrophily index based on plant leaf area response to soil-nitrogen availability. **Agronomy for Sustainable Development**; sous presse.

---

# Sujet de stage "Identification de récepteurs aux éliciteurs impliqués dans l'immunité de la vigne"

Laboratoire d'accueil INRA, Université de Bourgogne, Agrosup Dijon  
UMR 1347 Agroécologie  
Pôle Interactions Plantes Microorganismes, CNRS ERL 6300  
17 Rue Sully, Bât. Dommergues  
BP 86510  
21065 Dijon Cedex

Responsable Philippe Lemanceau

Coordonnées Tél. : 03 80 69 30 56  
Fax : 03 80 69 37 53  
Email : [philippe.lemanceau@dijon.inra.fr](mailto:philippe.lemanceau@dijon.inra.fr)

---

Pôle IPM, Equipe Résistance Induite

Responsable: Marielle Adrian (marielle.adrian@u-bourgogne.fr)

Possibilités d'accueil: 1

Sujet de Stage 1: Identification de récepteurs aux éliciteurs impliqués dans l'immunité de la vigne.

Maître de stage: Benoît Poinssot et Marie-Claire Héloir

Tel : 03 80 69 34 58

Mob : 06 63 60 62 06

Fax : 03 80 69 37 53

E-mail: benoit.poinssot@dijon.inra.fr

#### Références bibliographiques

1. Steimetz E., Trouvelot S., Gindro K., Bordier A., Poinssot B., Adrian M., Daire X. Influence of leaf age on induced resistance in grapevine against *Plasmopara viticola*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 79: 89-96. (2012)
  2. Rasul S., Dubreuil-Maurizi C., Lamotte O., Poinssot B., Alcaraz G., Wendehenne D., Jeandroz S. Nitric oxide production mediates oligogalacturonides-triggered immunity and resistance to *Botrytis cinerea* in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Environ.* 35(8):1483-1499. (2012)
  3. Dubreuil-Maurizi C., Vitecek J., Marty L., Branciard L., Frettinger P., Wendehenne D., Meyer A., Mauch F. and Poinssot B. The glutathione depletion in the *Arabidopsis* pad2 mutant depends on the low amount of glutamate-cysteine ligase protein which disturbs defence gene expression, reactive oxygen species production and hypersensitive response. *Plant Physiol.* :157(4), 2000-2012. (2011)
  4. Gamm M., Héloir M-C., Kelloniemi J., Poinssot B., Wendehenne D. and Adrian M. Identification of reference genes suitable for qRT-PCR in grapevine and application for the study of the expression of genes involved in pterostilbene synthesis. *Mol. Genet. Genomics*, 285(4), 273-285. (2011)
  5. Dubreuil-Maurizi C., Trouvelot S., Frettinger P., Pugin A., Wendehenne D. and Poinssot B.  $\beta$ -Aminobutyric acid primes a NADPH oxidase-dependent reactive oxygen species production during grapevine triggered immunity. *Mol. Plant Microbe Interact.*, 23(8), 1012-1021. (2010)
-