

CAMPAGNE D'EMPLOIS ENSEIGNANTS-CHERCHEURS 2017

ETABLISSEMENT : Université de Montpellier COMPOSANTE : Faculté des Sciences SITE : Triolet

IDENTIFICATION DU POSTE :

N° : 0806

Corps : Maître de Conférences

Section CNU : 66

Article de référence : 26-I-1

Mots clefs (voir lien vers liste des mots clés par section) : Physiologie végétale, Nutrition (minérale, carbonée, azotée), Interactions plantes-microorganismes, Signalisation, Génétique et biochimie végétales

Profil pour publication : Transports et signalisation membranaires chez la plante. Transduction de signaux biotiques par la membrane cellulaire, mise en place de symbioses racinaires et interaction avec la nutrition minérale

Job profile : Teaching the dynamics of membrane transports and signaling in plants. Research on the signal transduction of biotic signals by plant cell membrane leading to development of root symbioses, and interaction with plant mineral nutrition.

Research field (cf liste Euraxess) : Biological Sciences, Agricultural Sciences

ENSEIGNEMENT :

Profil d'enseignement : Dynamique des transports et de la signalisation membranaires chez les plantes

Le Maître de Conférences recruté participera aux enseignements de biologie fonctionnelle végétale dans la Licence Sciences de la Vie (particulièrement le parcours Biologie Fonctionnelle de la Plante) et les parcours de Biologie des Plantes du Master Biologie-Agrosciences portés par le département Biologie-Mécanismes du Vivant de la Faculté des Sciences de Montpellier.

Il développera des enseignements théoriques et pratiques dans le domaine de la dynamique des transports transmembranaires et de la signalisation membranaire appliquées à la nutrition de la plante, la compartimentation cellulaire, la transduction de signaux cellulaires, la coordination entre processus de transports et métabolisme, et l'échange de signaux entre cellules, tissus ou organes. Il pourra s'appuyer sur les plateformes disponibles dans le département ou les partenaires de recherche du campus montpelliérain. Les mécanismes d'adaptation physiologique des plantes aux contraintes abiotiques et biotiques ainsi que la régulation génétique de ces processus et les applications en termes de culture et d'amélioration des plantes dans le contexte d'évolution environnementale actuelle seront prises en compte dans l'enseignement.

Le Maître de Conférences recruté devra contribuer au développement de pratiques pédagogiques innovantes au sein de l'équipe pédagogique. Ses propositions dans ce domaine et son aptitude à développer des approches pédagogiques collaboratives, à participer à l'animation d'un réseau d'interactions entre étudiants des parcours de Biologie des Plantes, enseignants, laboratoires

et entreprises dans les secteurs de la production et de l'amélioration des plantes sera donc particulièrement appréciée.

Département d'enseignement ou équipe pédagogique : Biologie-Mécanismes du Vivant (Bio-MV)
Lieu(x) d'exercice : Faculté des Sciences - Université de Montpellier
Nom du Directeur département : Bruno Touraine
Tél. directeur département : 04 67 14 47 99
Email directeur département : bruno.touraine@umontpellier.fr
URL département : https://www.sites.google.com/site/biologienv/

RECHERCHE :

Profil recherche : Transduction par la membrane cellulaire végétale de signaux biotiques conduisant à la mise en place de symbioses racinaires et interaction avec la nutrition minérale de la plante.

Dans le cadre général des travaux de l'UMR d'accueil sur la fonction de nutrition minérale de la plante, le/la MCF s'intégrera dans une équipe de recherche s'intéressant de façon générale aux mécanismes impliqués dans la perception par la racine de l'environnement biotique, et plus particulièrement aux processus de signalisation membranaire conduisant à la mise en place de symbioses racinaires (PGPR, rhizobia...) bénéfiques pour la nutrition de la plante. Il/elle devra disposer d'une expérience dans l'analyse fonctionnelle et électrophysiologique des mécanismes de transport membranaire.

Département scientifique : Biologie-Agrosciences

Structure de recherche:

Intitulé de l'équipe : Electrophysiologie de la nutrition et des symbioses racinaires (ELSA)

N° de la structure de recherche (UMR, EA, UMS...) : UMR BPMP (Biochimie et Physiologie Moléculaire des Plantes), CNRS (5004)-INRA (386)-SupAgroM-Université de Montpellier

Nom du chef d'équipe : Hervé Sentenac

Composition de l'équipe (nombre de PU, PUPH, DR, MCF, CR, ITA/IATOS, post-docs, doctorants) : 1 DR, 1 CR, 2 PR, 1 ITA, 0.5 IATOS, 5 doctorants

L'emploi vient-il en soutien à une activité établie ou à l'émergence d'une nouvelle thématique ?

L'emploi vient en soutien à l'émergence d'une nouvelle thématique.

L'équipe d'accueil s'est constituée en janvier 2015. Elle réunit des chercheurs de l'ex-équipe "Canaux Ioniques" de l'UMR (H. Sentenac et S Zimmermann) et des enseignants-chercheurs de l'UM (B Touraine et G Desbrosses), spécialistes de la réponse racinaire des plantes aux bactéries PGPR et ayant intégré l'UMR dans le contexte de la création de cette équipe. L'objectif fondamental est d'associer les concepts et méthodes de l'étude fonctionnelle des systèmes de transport membranaire d'ions (analyse après expression en système hétérologue, électrophysiologie *in planta*, marquages isotopiques, etc...) à l'analyse du développement du poil absorbant et des interactions de cette cellule avec les micro-organismes bénéfiques du sol. Ce type de positionnement, couplant l'analyse fonctionnelle et électrophysiologique des systèmes de transport membranaires de la cellule végétale à l'étude des symbioses racinaires, est totalement original, à la fois au niveau national et international. Le recrutement d'un(e) MCF dans cette équipe renforcera le positionnement stratégique sur ces aspects. Dans une première étape, le travail personnel du (de la) MCF aura pour objectif l'identification et l'analyse du rôle de canaux ioniques responsables des processus précoces

de signalisation électrique et calcique déclenchés (chez *Medicago truncatula* et/ou *Arabidopsis thaliana*) par la perception des signaux chimiques bactériens.

- Contexte scientifique local, national et international :

L'idée que l'agriculture doit s'orienter vers une intensification écologique de sa production, pour faire face à la forte augmentation de la population mondiale dans les prochaines décennies tout en réduisant ses intrants et leur coût écologique est devenue consensuelle. Dans ce contexte, il est aussi devenu très clair qu'une réduction raisonnée de l'usage des engrais inorganiques ("chimiques") pour la fertilisation des sols est un objectif primordial, et que cela nécessite un investissement scientifique important dans l'analyse du fonctionnement du système racinaire des plantes et de ses interactions avec les micro-organismes symbiotiques de la rhizosphère. Les travaux de l'équipe d'accueil s'inscrivent dans ce contexte.

De nombreuses équipes de recherche s'impliquent dans l'analyse des mécanismes participant aux interactions entre racines et micro-organismes symbiotiques (rhizobium fixateur d'azote symbiotique ; bactéries promotrices de la croissance des plantes : PGPR, ...). Les signalisations précoces associées à la perception par la plante d'un microorganisme comportent une composante électrique et calcique, dont les éléments constitutifs restent largement méconnus. De ce point de vue, il existe une signalisation modèle, celle qui est déclenchée par la perception des facteurs Nod par les poils absorbants d'une légumineuse et qui initie la mise en place de la relation symbiotique avec les rhizobia. On observe dans la minute qui suit l'ajout d'un NF des événements de signalisation électrique et calcique, mais dont l'origine et la fonction reste pour une large part inconnues.

L'objectif de l'équipe est de s'intéresser aux étapes les plus précoces (de l'ordre de la minute) du développement de ces interactions symbiotiques à l'aide d'outils (électrophysiologie, imagerie calcique...) permettant un suivi *in vivo* des processus de signalisation. A plus long terme, l'objectif de l'équipe est de déterminer l'impact de ces signalisations dans les réponses du système racinaire à son environnement biotique et abiotique en prenant en compte la complexité de cet environnement (présence de différentes espèces microbiennes, pathogènes ou symbiotiques, disponibilité des éléments minéraux dans le sol et carences éventuelles...).

L'originalité de l'équipe, au niveau local, national et international, est sa capacité à mettre en œuvre les outils de l'analyse fonctionnelle des transports membranaires d'ions pour décortiquer le rôle central de ces transports dans la transduction des signaux biotiques et abiotiques dans le poil absorbant racinaire. Ces signaux conduisent à des modifications profondes du développement de ce type cellulaire: e.g., allongement cellulaire provoqué par les carences minérales ou les PGPR, ou ré-orientation de la croissance du poil assurant la capture de rhizobia.

- Contexte scientifique au niveau local.

Concernant la faisabilité du projet et la disponibilité des méthodologies nécessaires, l'UMR dispose de plateformes bien équipées et complémentaires en électrophysiologie (en système hétérologue et *in planta*), en imagerie cellulaire (avec une possibilité d'imagerie calcique), en protéomique (avec une expertise sur les protéines membranaires) et en phénotypage racinaire. L'équipe d'accueil a aussi contribué à développer un dispositif unique au niveau international, permettant d'analyser (par patch-clamp) les propriétés électriques (conductances potassiques, calciques ou anioniques) de la membrane cellulaire du poil absorbant après sélection du poil par imagerie GFP et dissection laser de sa paroi squelettique à son extrémité apicale en croissance.

L'investissement de l'UMR d'accueil dans le développement d'approches électrophysiologiques est l'une des caractéristiques originales majeures de cette Unité. Par exemple, le rapport d'évaluation par l'AERES (2014) a souligné que l'électrophysiologie de cette UMR "...a toujours eu une visibilité internationale exceptionnelle...".

Au sein du campus montpellierain, différentes équipes étudient les interactions entre racines et micro-organismes symbiotiques, dans plusieurs UMR. Des collaborations entre l'équipe d'accueil (constituée en 2015 sur sa nouvelle thématique) et certaines de ces équipes sont en train de se mettre en place, via la participation à des *Comités de Thèse* et la réponse à des appels d'offre (ANR...). Le recrutement renforcera ces possibilités de collaboration.

- Contexte au niveau national

Les unités développant des analyses fonctionnelles sur les transports d'ions, notamment électrophysiologiques, dans le domaine végétal sont relativement peu nombreuses en France. Avec l'UMR d'accueil à Montpellier, ce sont essentiellement l'UPR CNRS ISV à Gif-sur-Yvette, l'UMR 7265 du CEA à Cadarache et l'UMR 8632 de l'Université Paris Diderot–Paris 7 essentiellement. Dans ce contexte l'UMR et l'équipe d'accueil sont fréquemment sollicitées pour des collaborations.

Sur le thème des interactions légumineuse-rhizobia, une collaboration existe entre l'équipe d'accueil et l'UMR 1335 INRA-Univ Nice Sophia Antipolis (Nicolas Pauly, Renaud Brouquisse, Pierre Frendo) sur le rôle de canaux ioniques dans la signalisation électrique entre le poil absorbant des légumineuses et les bactéries symbiotiques fixatrices d'azote (Rhizobia). Cette collaboration a été validée par une publication commune et a donné lieu à deux propositions en réponse à des appels d'offre internationaux (en cours d'évaluation en octobre 2016). L'un des objectifs actuels est d'analyser le rôle d'EAO (espèces réactives d'oxygène) produites par des oxydases membranaires dans le processus précoce de signalisation déclenché par la perception des facteurs Nod bactériens et impliquant une activation de canaux calciques. Une seconde collaboration, non formalisée et sans publication commune à ce jour, est en cours avec l'équipe de Jean-Jacques Bono et Clare Gough à Toulouse (UMR LIPM). La collaboration a pour objectif l'analyse des capacités de réponses électriques et calciques déclenchées par la perception de facteurs Nod chez des plantes mutantes affectées dans des gènes de récepteur de facteurs Nod.

Concernant les interactions bénéfiques avec les PGPR, l'équipe collabore avec l'UMR Ecologie Microbienne (C. Prigent-Combaret ; INRA-CNRS-UCB – Lyon) pour identifier (i) des gènes de microorganismes importants dans la modification du développement racinaire de la plante (dont l'allongement des poils absorbants) et (ii) des molécules "messagers bactériens" originales.

Enfin, le développement des symbioses racinaires influe sur la nutrition de la plante. Dans ce domaine, nous interagissons avec le laboratoire de *Biologie du développement des plantes* (T. Desnos, L. Nussaume, CEA, Cadarache) particulièrement intéressé par la nutrition phosphatée des plantes.

- Contexte au niveau international.

La visibilité internationale de l'UMR et de l'équipe d'accueil conduit également à des possibilités de collaboration. Par exemple, en 2016, un doctorant de l'équipe d'accueil (Julien Thouin) et la responsable scientifique de la plateforme d'électrophysiologie de l'UMR (Anne-Aliénor Véry) sont signataires d'une publication dans la revue *Science*, dans le cadre d'une collaboration avec l'équipe de Giles Oldroyd (JIC, UK), dans laquelle ils présentent la caractérisation électrophysiologique en système hétérologue (ovocytes de xénope) de canaux calciques impliqués dans un processus de signalisation déclenché dans le poil absorbant par la perception de facteurs Nod.

L'équipe possède également des interactions fortes avec le laboratoire de biologie moléculaire des plantes et en particulier avec l'équipe de S. Radutoiu (Université d'Aarhus, Danemark) qui étudie le rôle des récepteurs de type LysM RLK dans la perception des facteurs Nods. Le projet développé en collaboration avec cette équipe porte sur le rôle de l'éthylène dans l'inhibition de la réponse précoce aux facteurs Nod. Un membre de l'équipe d'accueil (G. Desbrosses) a réalisé plusieurs séjours dans ce laboratoire pour identifier des mutants de la voie de l'éthylène dont la réponse aux facteurs NOD va être évaluée à Montpellier.

Collaborations locales, nationales et internationales :

- Locales :

Collaborations en cours avec les UMR montpelliéraines Eco&Sol (Claude Plassard; publications communes dans le domaine de la symbiose ectomycorhizienne). Collaboration en cours de mise en place avec l'UMR AGAP (Christophe Périn et Fabrice Varoquaux).

- Nationales :

- Collaboration avec l'UMR 1335, INRA-Univ Nice /Sophia Antipolis (équipe de Pierre Frendo et Nicolas Pauly; publication commune dans le domaine de la symbiose rhizobienne).

- Collaboration avec le Laboratoire d'Ecologie Microbienne de Lyon (UMR 5557 CNRS-UCB; équipe de Claire Prigent-Combaret; un manuscrit commun en cours d'évaluation en octobre 2016).

- Collaboration (sans publication commune) avec l'UMR INRA/CNRS LIPM (0441/2594; équipe de Jean-Jacques Bono, Clare Gough, et Julie Cullimore) sur la transduction électrique du signal déclenché dans le poil par la perception de facteurs Nod.

o Internationales :

- Collaboration avec l'équipe de Giles Olroyd (JIC, UK) sur des canaux calciques de la famille CNGC intervenant dans la signalisation calcique des facteurs Nod (publication commune dans *Science*).

- Collaboration avec l'équipe d'Alex Costa (Université de Milan, Italie) sur des canaux cationiques potentiels, appartenant à la famille des "Glutamate Receptor" susceptibles de jouer un rôle dans la croissance polarisée du poil absorbant (dépôt d'un projet en réponse à un appel d'offre; en cours d'évaluation).

- Collaboration avec Simona Radutoiu (Equipe de Jens Stougaard, Université d'Aarhus, DK) sur le rôle de l'éthylène dans la régulation de la signalisation précoce associée à la perception des facteurs Nod (une publication commune en 2011, une publication en préparation).

Utilisation de plates formes :

- Plateforme d'électrophysiologie de l'UMR d'accueil: empallement de micro-électrodes pour mesure du potentiel de membrane, voltage-clamp à deux électrodes en système hétérologue (ovocyte de xénope), patch-clamp sur cellules animales ou végétales isolées (protoplastes...), poste de dissection laser de la cellule végétale pour accession à la membrane par patch-clamp, etc.
- Plateforme "Imagerie végétale" PHIV-RIO Imaging, Montpellier (INRA BPMP et CIRAD).
- Plateforme "Isotopes Lourds" (BPMP).
- Plateforme de Protéomique (BPMP, affiliée au Pôle Protéomique de Montpellier).
- Plateforme de phénotypage racinaire (BPMP).

Lieu(x) d'exercice :

Nom directeur de la structure de recherche : Alain Gojon
Tel directeur de la structure de recherche : 04 99 61 23 71
Email directeur de la structure de recherche : gojon@supagro.inra.fr
URL de la structure de recherche : BPMP: UMR "Biochimie et Physiologie Moléculaire des Plantes" CNRS (5004)-INRA (386)-SupAgroM-Université de Montpellier
Descriptif de la structure de recherche : URL labo : http://www1.montpellier.inra.fr/ibip/bpmp/ Descriptif labo : http://www1.montpellier.inra.fr/ibip/bpmp/presentation.htm
L'UMR " <i>Biochimie et Physiologie Moléculaire des Plantes</i> " dispose de 4 tutelles (CNRS, INRA, SupAgro Montpellier & Université de Montpellier) et compte environ 120 personnels (avec les doctorants et post-doctorants). Elle est située sur le Campus de "La Gaillarde" à Montpellier, dans un bâtiment également occupé par une seconde UMR, le LEPSE (" <i>Laboratoire d'Ecophysiologie des Plantes Sous Stress Environnementaux</i> "). L'association de ces 2 UMR forme ' <i>l'Institut de Biologie Intégrative des Plantes</i> ' (IBIP) de Montpellier. La complémentarité thématique et expérimentale de ces 2 UMR, en association sur un même site, permet de développer un ensemble d'approches très large, de la

biologie moléculaire et la biophysique au phénotypage intégré des plantes et à l'écophysiologie, dans le domaine de l'adaptation des plantes aux conditions environnementales.

Fiche AERES de la structure de recherche : L'évaluation de l'Unité a eu lieu en 2014 (vague E). Le bilan sur les différents critères, tel qu'il ressort du rapport fourni par le Comité de visite, est le suivant : 1) Production et qualité scientifiques : Exceptionnel/Excellent, 2) Rayonnement et attractivité : Exceptionnel, 3) Interaction avec l'environnement socio-économique : Très bon, 4) Organisation et vie interne : Excellent, 5) Formation : Excellent, 6) Projet : Excellent.

Descriptif du projet :

Dans un premier temps, le/la MCF s'intéressera aux rôles des canaux et pompes ioniques de la membrane cellulaire du poil absorbant dans le processus de signalisation électrique et calcique associées aux réponses précoces de la racine aux messagers chimiques émis par des bactéries symbiotiques rhizobia et/ou PGPR. Les modèles biologiques seront *Medicago truncatula* et ses hôtes rhizobia fixateurs d'azote, et/ou *Arabidopsis thaliana* et des bactéries PGPR. Il s'agira aussi de comparer des plantes de génotype sauvage ou mutant affecté dans l'expression de gènes impliqués (e.g. récepteurs des facteurs Nod) ou susceptibles d'être impliqués (e.g. canaux calciques de type CNGC ou "Glutamate Receptor") dans la perception ou la transduction de signaux chimiques bactériens. Concernant le modèle *M. truncatula*, une analyse du transcriptome du poil absorbant de *M. truncatula* a été effectuée par l'équipe d'accueil, des gènes candidats ont été identifiés et des plantes mutantes invalidées dans ces gènes ont été obtenues. Concernant *Arabidopsis thaliana*, les banques de données d'expression et de plantes mutantes disponibles au niveau international rendent la situation comparable.

A plus long terme, la personne recrutée pourra développer un projet de recherche ayant pour objectif d'analyser l'interaction entre différents mécanismes de signalisation affectant le développement et le fonctionnement du système racinaire dans un environnement complexe générant à la fois des signaux biotiques et abiotiques de différentes natures.

DESCRIPTION ACTIVITES COMPLEMENTAIRES :

Moyens du laboratoire mis à disposition de l'équipe :

Moyens matériels : équipements classiques et plateformes

Moyens humains : Services techniques communs de l'UMR (cultures des plantes, transformation, laverie, stérilisation...).

Moyens financiers : Moyens récurrents de l'UMR BPMP et moyens contractuels (e.g., 13 financements de projets ANR dans l'UMR actuellement, dont 1 en cours dans l'équipe d'accueil).

Autres moyens : Labex Agropolis de Montpellier (1 contrat en cours dans l'équipe d'accueil).

AUTRES INFORMATIONS :

Compétences particulières requises :

Le/la MCF devra disposer d'une expérience dans les domaines de l'analyse fonctionnelle des transports ioniques membranaires et de la transduction de signaux chez les végétaux. Dans un premier temps, le programme de recherche que le/la MCF développera aura pour objectif de préciser les mécanismes impliqués dans la transduction précoce par le poil absorbant des signaux chimiques émis par des bactéries symbiotiques.

Evolution du poste :

- Au niveau de l'enseignement, le/la MCF s'impliquera dans le développement de pratiques pédagogiques innovantes au sein de l'équipe pédagogique de physiologie végétale du Département Biologie-Mécanismes du Vivant de la Faculté des Sciences.
- Au niveau recherche, le/la MCF pourra s'impliquer à moyen terme dans une analyse des mécanismes de transduction des signaux par la membrane cellulaire végétale en développant une approche de type "biologie des systèmes", intégrant la prise en compte simultanée de signaux abiotiques (carence minérales, déficit hydrique...) et biotiques (bactéries symbiotiques de différents types et bactéries pathogènes, champignons symbiotiques mycorhiziens ou pathogènes...) de façon à décrire le développement du système racinaire et son fonctionnement en intégrant la réalité des conditions et interactions complexes au sein de la rhizosphère.