

PROPOSITION D'UN PROJET DE THÈSE A L'ÉCOLE DOCTORALE « Écologie, Géosciences, Agronomie, Alimentation »

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Titre de la thèse : Amélioration synergique de la décontamination des sols : association des nanoparticules à la phytoremédiation
Acronyme : SYNAPHYTO
Champ disciplinaire 1 : Ecologie Champ disciplinaire 2 : Géosciences
Trois mots-clés : phyto-extraction, polluants, nanotechnologie
Unité d'accueil : UMR 6553 ECOBIO
Nom, prénom du directeur de thèse (HDR indispensable): CABELLO HURTADO, Francisco Adresse mail : francisco.cabello-hurtado@univ-rennes1.fr Nom, prénom du co-directeur (le cas échéant) (HDR indispensable): PÉDROT, Mathieu Adresse mail : mathieu.pedrot@univ-rennes1.fr
Financement (origine et montant) : Contrat Ordinaire UR1
Contact(s) (adresse postale) : Francisco CABELLO HURTADO Université Rennes 1, Campus Beaulieu, UMR ECOBIO , BAT 14A, Avenue Général Leclerc, 35042 Rennes
Mode de recrutement Le mode de recrutement du doctorant dépend de la nature du financement du projet de thèse. Pour identifier le mode de recrutement, veuillez consulter le site web de l'ED EGAAL - cliquez ici . Le projet de thèse ne sera pas publié si cette information est manquante. <input checked="" type="checkbox"/> Concours <input type="checkbox"/> Entretien <input type="checkbox"/> Autre (précisez) :

DESCRIPTION SCIENTIFIQUE DU PROJET DE THÈSE

Contexte socio-économique et scientifique : (10 lignes)

La pollution de l'eau, du sol et de l'air a augmenté de façon spectaculaire avec le développement industriel ; on estime à plusieurs millions les sites potentiellement pollués en Europe, et à des centaines de milliers au niveau de la France. En effet, le développement des activités urbaines, industrielles et agricoles durant ces dernières décennies a entraîné de nombreux problèmes de pollution, notamment en Éléments Traces Métalliques (ETM) et en polluants organiques et constitue ainsi un des problèmes majeurs de notre époque puisqu'ils présentent des risques importants pour la santé humaine, animale et végétale. Les méthodes conventionnelles de remédiation sont extrêmement coûteuses et souvent nocives pour les sols. Face à ce défi environnemental, il est apparu important de développer une technologie à faibles coûts, respectueuse de l'environnement, utilisant les plantes pour la dépollution des sols par phytoextraction. Par contre ces méthodes sont lentes et plusieurs années sont nécessaires pour la dépollution. Il convient donc d'augmenter la phytodisponibilité de ces éléments en favorisant leur transfert de la phase solide du sol aux tissus végétaux.

Hypothèses et questions scientifiques (8 lignes)

La stimulation de la phytoextraction par l'utilisation d'adjuvants impactant sur la dynamique des contaminants et/ou le développement végétal constitue une alternative explorée dans le laboratoire d'accueil. Dans ce cadre, des adjuvants à base de colloïdes inorganiques (AdjuvOx) se sont montrés des candidats à fort potentiel, pouvant augmenter la quantité de polluants disponibles pour la plante. De plus, cette interaction peut être bénéfique pour les plantes, AdjuvOx ayant montré une capacité stimulatrice de leur croissance. En particulier, AdjuvOx est extrêmement réactif vis-à-vis du compartiment 'matière organique' des sols et des ETM, améliorant le potentiel agronomique. L'ambition sur ce projet est de prouver *in situ* le potentiel stimulateur d'AdjuvOx sur la phytoextraction, dans le but de le proposer comme moyen de réhabilitation naturel, écologique et peu coûteux.

Principales étapes de la thèse et démarche (10-12 lignes)

Les cibles du projet sont a) de déterminer le comportement d'AdjuvOx dans le sol et les modifications induites sur les propriétés physico-chimiques du sol et sur la composition élémentaire de la solution du sol, b) d'étudier l'impact de ces modifications sur la mobilité de polluants dans des sols et c) d'analyser le transfert sol/plante et le comportement du couvert végétal. Les principales étapes de la thèse seront ainsi de :

- (i) Mettre en place un protocole de comparaison entre plusieurs situations distinctes au niveau des palettes végétales. Les expériences porteront sur des sols avec des degrés et nature de pollution variables appartenant à des anciens sites industriels et terrains urbains,
- (ii) Mettre en place un système facilitant la disponibilité des polluants pour les plantes,
- (iii) Mettre en place et caractériser un système modifiant le sol permettant de stimuler l'action des plantes et de les protéger,
- (iv) Travailler de manière systémique sur ce milieu en observant les populations de vers de terres, plantes et insectes.

Approches méthodologiques et techniques envisagées (4-6 lignes)

Une caractérisation qualitative (DLS, Imagerie) et quantitative de la composition des lessivats du sol (ICP-MS, TOC, Fluo 3D) sera réalisée. Le transfert sol/plante des ETM et leur translocation dans les différentes parties de la plante seront déterminés à partir d'analyses géochimiques élémentaires (ICP-MS après digestion chimique) et des mesures de susceptibilité magnétique. La localisation précise des ETM dans les différents organes de la plante pourra être déterminée par imagerie (MEB-EDS, HR-MET, NanoSIMS).

Compétences scientifiques et techniques requises pour le candidat

Biologie et biochimie végétale, bio-géochimie des sols, chimie analytique, analyse-traitement de données, capacité à interagir avec des scientifiques pluridisciplinaires

ENCADREMENT DE LA THÈSE¹

Nom de l'unité d'accueil : ECOBIO (UMR 6553 UR1-CNRS)	Nom de l'équipe d'accueil : EcoStress-EcoTox
Nom du directeur de l'unité : Joan VAN BAAREN	Nom du responsable de l'équipe : David RENAULT
Coordonnées du directeur de l'unité : Tel: (33) 2 23 23 50 27 ; Fax: (33) 2 23 23 50 26 E-mail: joan.van-baaren@univ-rennes1.fr	Coordonnées du responsable de l'équipe : david.renault@univ-rennes1.fr
<p>Directeur de thèse</p> <p>Nom, prénom : CABELLO HURTADO, Francisco</p> <p>Fonction : Maître de Conférences HC</p> <p>Date d'obtention de l'HDR : 26 janvier 2012</p> <p>Employeur : Université de Rennes 1</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent sujet : 50 %</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions et co-directions) (%) : 50 %</p> <p>Nombre de directions/co-directions de thèse en cours : 1</p>	
<p>Co-directeur (le cas échéant)</p> <p>Nom, prénom : PÉDROT, Mathieu</p> <p>Fonction : Maître de Conférences</p> <p>Date d'obtention de l'HDR : 21 septembre 2018</p> <p>Employeur : Université de Rennes 1</p> <p>École doctorale de rattachement : EGAAL</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 50 %</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) : 100 %</p> <p>Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours : 2</p>	
<p>Devenir des anciens doctorants du directeur et co-directeur(s)/co-encadrant(s) de thèse (depuis 5 ans)</p> <p><i>Compléter les informations suivantes pour <u>chaque</u> ancien doctorant</i></p> <p>Nom, prénom : KELLER, Jean</p> <p>Date de début et de fin de thèse : 01/10/2014 - 07/12/2017</p>	

¹ Dans l'ED EGAAL, si 1 scientifique dans la direction de la thèse = 100% d'encadrement doctoral ; si 2 personnes impliquées dans la direction de la thèse = entre 50% et 70% d'encadrement doctoral pour l'HDR directeur ; si 3 personnes impliquées dans l'encadrement de la thèse : répartition :40% - 30% - 30% de l'encadrement doctoral.

Direction de thèse : F. Cabello Hurtado ; Co-encadrent : A. Aïnouche

Emploi actuel, lieu : Chercheur. Equipe Symbiose mycorhizienne et Signalisation cellulaire (Université Paul Sabatier-Toulouse III, UMR 5546 - LRSV)

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : Postdoctorant

Liste des publications issues de ce travail de thèse : **Cabello-Hurtado F., Keller J.,** Ley J., Sanchez-Lucas R., Jorrín-Novo J.V., Aïnouche A. (2016) Proteomics for exploiting diversity of lupin seed storage proteins and their use as nutraceuticals for health and welfare. *Journal of Proteomics* 143 : 57–68 ; **Keller J.,** Rousseau-Gueutin M., Martin G. E., Morice J., Boute J., Coissac E., Ourari M., Aïnouche M., Salmon A., **Cabello-Hurtado F.,** Aïnouche A. (2017) The evolutionary fate of the chloroplast and nuclear *rps16* genes as revealed through the sequencing and comparative analyses of four novel legume chloroplast genomes from *Lupinus*. *DNA Research* 24(4) : 343-358 ; **Keller J.,** Imperial J., Ruiz-Argüeso T., Privet K., Lima O., Michon-Coudouel S., Biget M., Salmon A., Aïnouche A., **Cabello-Hurtado F.** (2018) RNA sequencing and analysis of three *Lupinus* nodulomes provide new insights into specific host-symbiont relationships with compatible and incompatible *Bradyrhizobium* strains. *Plant Science* 266 : 102-116 ; **Keller J.,** Delcros P., Libourel C., **Cabello-Hurtado F.,** Aïnouche A. (2020) DELLA family duplication events lead to different selective constraints in angiosperms. *Genetica*, 148 : 243-251.

Nom, prénom : DEMANGEAT, Edwige

Date de début et de fin de thèse : 01/10/2015 - 10/12/2018

Direction de thèse : F. Cabello Hurtado, Aline Dia, Mathieu Pédrot

Emploi actuel, lieu : Equipe du Pr Ilya Gelfand, Ben Gurion University of the Negev, Israel

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : Postdoctorante

Liste des publications issues de ce travail de thèse : **Demangeat E., Pédrot M.,** Dia A., Bouhnik-le-Coz M., Grasset F., Hanna K., Mahamadou K., **Cabello-Hurtado F.** (2018) Colloidal and chemical stability of iron oxides nanoparticles in aqueous solutions: the interplay of structural, chemical and environmental drivers. *Environmental Science: Nano* 5 : 992-1001 ; **Demangeat E., Pédrot M.,** Dia A., Bouhnik-Le-Coz M., Davranche M, **Cabello-Hurtado F.** (2020) Surface modifications at the oxide/water interface: implications for Cu binding, solution chemistry and chemical stability of iron oxide nanoparticles. *Environmental Pollution*, 257 : 113626 ; **Demangeat E., Pédrot M.,** Dia A., Bouhnik-Le-Coz M., Roperch P., Compaoré G., **Cabello-Hurtado F.** (2021) Investigating the remediation potential of iron oxide nanoparticles in Cu-polluted soil-plant systems: coupled geochemical, geophysical and biological approaches. *Nanoscale Advances*. doi: 10.1039/D0NA00825G.

Publications majeures des 5 dernières années du directeur de thèse et co-directeur(s)/co-encadrent(s) sur le sujet de thèse :

Cabello-Hurtado F., Lozano-Baena M.D., Neaime C., Burel A., Jeanne S., Pellen-Mussi P., Cordier S., Grasset F. (2016) Studies on **plant cell toxicity** of luminescent silica **nanoparticles** (Cs₂[Mo₆Br₁₄]@SiO₂) and its constitutive components. *Journal of Nanoparticle Research* 18 : 69.

Guénet H., Davranche M., Vantelon D., Gigault J., Prevost S., Tache O., Jaksch O., **Pédrot M.,** Dorcet V., Boutier A. and Jestin J. (2017) Characterization of **iron-organic matter nano-aggregate** networks through a combination of SAXS/SANS and XAS analyses: impact on As binding. *Environmental Science: Nano*, 4: 938-954.

Pellen-Mussi P., Tricot-Doleux S., Neaime C., Nerambourg N., **Cabello-Hurtado F.,** Cordier S., Grasset F., Jeanne S. (2018) Evaluation of functional SiO₂ **nanoparticles toxicity** by a 3D culture model. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 18(5): 3148-3157.

Demangeat E., **Pédrot M.,** Dia A., Bouhnik-Le-Coz M., Grasset F., Hanna K., Mahamadou K., **Cabello-Hurtado F.** (2018) Colloidal and chemical stability of **iron oxides nanoparticles** in aqueous solutions: the interplay of structural, chemical and environmental drivers. *Environmental Science: Nano*, 5: 992-1001.

Al-Sid-Cheikh, M., Pédrot, M., Dia, A., Davranche, M., Jeanneau, L., Petitjean, P., Bouhnik-le-Coz, M., Cormier, M.-A., Grasset, F. (2019) Trace element and organic matter mobility impacted by Fe₃O₄-nanoparticle surface coating within wetland soil. *Environmental Science: Nano*, 6, 3049-3059.

Demangeat E., Pédrot M., Dia A., Bouhnik-Le-Coz M., Davranche M, Cabello-Hurtado F. (2020) Surface modifications at the oxide/water interface: implications for Cu binding, solution chemistry and chemical stability of iron oxide nanoparticles. *Environmental Pollution*, 257 : 113626.

Demangeat E., Pédrot M., Dia A., Bouhnik-Le-Coz M., Roperch P., Compaoré G., Cabello-Hurtado F. (2021) Investigating the remediation potential of iron oxide nanoparticles in Cu-polluted soil-plant systems: coupled geochemical, geophysical and biological approaches. *Nanoscale Advances*. doi: 10.1039/D0NA00825G.

FINANCEMENT DE LA THÈSE

Origine(s) du financement de la thèse : Contrat Ordinaire UR1

Salaires brut mensuel : 1 769 euros

État du financement de la thèse : Non acquis

Date du début/durée du financement de la thèse : 01-10-2021 / 3 ans

Date : 15 mars 2021

Nom, signature du directeur d'unité : Joan Van Baaren



Joan VAN BAAREN
Directrice de l'UMR Ecobio

Nom, signature du responsable de l'équipe : David Renault



Nom, signature du directeur de thèse : Francisco Cabello Hurtado

