

Proposition de sujet de thèse 2024

(A remplir par les équipes d'accueil et à retourner à Isabelle HAMMAD : hammad@cerege.fr
*à renseigner obligatoirement pour la validation du sujet, (1) : A remplir lors de la campagne d'attribution des allocations, à l'issue de la session de juin des Masters

Sujet de doctorat proposé * : Synthèse éco-responsable de (nano)fertilisants avancés foliaires pour une meilleure gestion de ressources agricoles – Absorption, transfert et impacts environnementaux

Encadrant(s), nom, prénom, adresse mail *: Rose, Jérôme, rose@cerege.fr ; Slomberg, Danielle, slomberg@cerege.fr

Laboratoire *: CEREGE

Tableau récapitulatif du sujet

Candidat(e)⁽¹⁾	
Nom - Prénom :	
Date de naissance :	
Licence (origine, années, mention) :	
Mention et classement au Master 1 année (Xème sur Y)	
Mention et classement au S3 du Master 2 (Xème sur Y)	
Mention et classement au S4 du Master 2 (Xème sur Y)	
Mention et classement au M2 (année) (Xème sur Y)	
MASTER (nom, université)	
Sujet de doctorat proposé*	Synthèse éco-responsable de (nano)fertilisants avancés foliaires pour une meilleure gestion de ressources agricoles – Absorption, transfert et impacts environnementaux
Encadrants (2 max, indiquer si HDR ou pas)*	Jérôme ROSE (HDR) et Danielle SLOMBERG
Laboratoire*	CEREGE
Programme finançant la recherche (indiqué si obtenu ou envisagé) (1)	ORGANIC (ANR 2023-2027) (obtenu) Equipex + Imagine2 (PIA-ANR) (obtenu)

Sujet de doctorat proposé*

Intitulé* : Synthèse éco-responsable de (nano)fertilisants avancés foliaires pour une meilleure gestion de ressources agricoles – Absorption, transfert et impacts environnementaux

Descriptif* :

L'augmentation de la population mondiale (~ +25% d'ici 2050) dans le contexte des changements globaux représente des défis importants pour nourrir cette population et garantir la sécurité alimentaire tout en limitant les impacts environnementaux. Les pratiques agricoles actuelles impliquent de grandes quantités de produits agrochimiques (par exemple, les fertilisants) qui sont appliquées et ensuite perdues dans l'environnement, ce qui a des effets néfastes sur la santé environnementale et humaine. Les engrais minéraux conventionnels (e.g., le phosphore et le fer) appliqués sur les sols sont particulièrement inefficaces, avec une absorption restreinte par les plantes et la majorité restant dans le sol ou entrant dans les eaux de surface/souterraines. Dans le contexte de la transition vers une agriculture écologiquement durable et d'une meilleure gestion des ressources agricoles, des solutions doivent être développées pour apporter des nutriments aux plantes de manière efficace et sans danger pour l'environnement et la santé humaine.

L'objectif de ce travail de thèse vise à développer, via une synthèse éco-responsable, des (nano)fertilisants avancés plus efficaces et biodégradables, ainsi qu'à évaluer leurs impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie. Les mécanismes associés à l'absorption foliaire et le devenir des (nano)fertilisants avancés développés seront étudiés par une méthodologie multi-échelles et multi-techniques. Afin d'évaluer les bénéfices et risques des (nano)fertilisants avancés, une étude en mésocosme terrestre sera menée sur des plantes comestibles représentatives.

Les (nano)fertilisants avancés biodégradables développés seront composés de nanoparticules inorganiques (i.e., le nutriment) couplées avec un bio-polymère pour faciliter la manipulation et servir comme support. Les fertilisants avancés seront synthétisés avec des propriétés physico-chimiques (taille, charge de surface, phase minérale) bien contrôlées pour avoir une meilleure compréhension mécaniste de la manière dont ces propriétés physico-chimiques peuvent être modifiées pour cibler des compartiments spécifiques de la plante et/ou contourner les mécanismes de défense, tout en optimisant l'apport des nutriments à la plante. De plus, des cellules micro-fluidiques couplées avec des analyses microscopiques et chimies élémentaires seront utilisées pour étudier les interactions entre les (nano)fertilisants avancés et la feuille, notamment le rôle des cellules stomatiques dans l'absorption des (nano)fertilisants et la dissolution des (nano)fertilisants en présence du système biologique.

L'exposition environnementale et l'impact biologique des (nano)fertilisants avancés seront étudiés à l'aide de mésocosmes terrestres. Des études sur l'absorption et le transfert dans le système atmosphère-plante-sol ainsi que l'évaluation des impacts environnementaux seront menées avec des (nano)fertilisants avancés en plus des matériaux de référence pour garantir que l'apport de nutriments est optimisé tout en minimisant les risques. Les plantes comestibles seront cultivées dans des sols agricoles et plusieurs paramètres de croissance (e.g., hauteur des pousses, masse sèche) et physiologiques (e.g., photosynthèse, activités enzymatiques anti-oxydantes), ainsi que les impacts indirects sur les micro-organismes du sol, seront surveillés suite à l'application foliaire des (nano)fertilisants avancés. La distribution, la biotransformation et la dégradation des (nano)fertilisants avancés biodégradables seront également déterminées.

Le candidat aura une formation en physico-chimie colloïdale et/ou en écotoxicologie, ainsi qu'une bonne expérience de l'expérimentation en laboratoire.

Détail du Programme finançant la recherche* :

ORGANIC (ANR 2023-2027), Equipex+ Imagine2 (PIA-ANR)

Directeur(s) de thèse proposé(s)*

(limiter au plus à deux personnes principales, dont au moins une titulaire de l'HDR)

Directeur HDR proposé*

Nom - Prénom : Rose Jérôme

Corps : DR-CNRS

Laboratoire (i.e. formation contractualisée de rattachement, éventuellement équipe au sein de cette formation) : CEREGE

Adresse mail : rose@cerege.fr

Choix de cinq publications récentes (souligner éventuellement les étudiants dirigés co-signataires) :

Fehlauer, T., Collin, B., Angeletti, B., Santaella, C., Dentant, C., Chaurand, P., Levard, C., Gonneau, C., Borschneck, D., Rose, J. (2022) Uptake patterns of critical metals in alpine plant species growing in an unimpaired natural site. *Chemosphere*, 287, 132315.

Rose, J., Auffan, M., De Garidel-Thoron, C., Artous, S., Brochard, G., Clavaguera, S., Truffier-Boutry, D., Wortham, H., Masion, A. (2021) The SERENADE project – A step forward in the Safe by Design process of nanomaterials: Moving towards a product-oriented approach. *Nano Today*, 39, 101238.

Pons, M.-L., Collin, B., Doelsch, E., Chaurand, P., **Fehlauer, T.**, Levard, C., Keller, C., Rose, J. (2021) X-ray absorption spectroscopy evidence of sulfur-bound cadmium in the Cd-hyperaccumulator *Solanum nigrum* and the non-accumulator *Solanum melongena*. *Environmental Pollution*, 279, 116897.

Rose J., Chaurand P., Dentant C., Angeletti B., Borschneck D., Kieffer I., Proux O., Bonet R., Auffan M., Levard C., **Fehlauer T.**, Collin B. and Doelsch E. (2023) Thallium Long-Term Fate from Rock-Deposit to Soil: The Jas Roux Sulfosalt Natural Analogue. *ACS Earth Space Chem.*, 7, 1848–1857.

Tamrat W. Z., Rose J., Grauby O., Doelsch E., Levard C., Chaurand P. and Basile-Doelsch I. (2019) Soil organo-mineral associations formed by co-precipitation of Fe, Si and Al in presence of organic ligands. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 260, 15–28.

Thèses encadrées ou co-encadrées au cours des quatre dernières années*

Nom : Till Felhauer

Intitulé : ***Transfert sol-plante de métaux critiques “High-Tech” : potentialité d’extraction par les plantes***

Type d'allocation : Bourse doctorale

Date de début de l'allocation de doctorat : octobre 2018

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : juin 2022

Programme finançant la recherche : Labex DRIIHM,

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : en CDI

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50%

Nom : Alexis Boccheciampe

Intitulé : ***Etude du transport d'aérosols au travers de fissures présentes dans les matériaux cimentaires***

Type d'allocation : Bourse CEA

Date de début de l'allocation de doctorat : octobre 2018

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : juillet 2022

Programme finançant la recherche : Contrat recherche CEA-CEREGE

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : en CDI

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50%

Nom : Zeinab Mawassy

Intitulé : ***Analyse et modélisation des processus de transfert aux végétaux par voie foliaire de radionucléides sous forme particulaire***

Type d'allocation : Bourse IRSN

Date de début de l'allocation de doctorat : octobre 2020

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) :

Programme finançant la recherche : Prestations analytiques pour IRSN_ Equipex Imagine2 (PIA-ANR)

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 20%

Nom : Marouane AANNIR

Intitulé : ***Développement de procédés de recyclage des batteries de Lithium-ion en fin de vie***

Type d'allocation : Bourse MAROC

Date de début de l'allocation de doctorat : octobre 2020

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 15 avril 2024

Programme finançant la recherche : Horizon H2020 Europe-Africa Research and Innovation call on Renewable Energy LEAP-RE, "RESTART- REcycling of spent Li-ion batteries and end-life photovoltaic panels: From the development of metal recovery processes to the implementation of a START-up"

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 20%

Autre directeur proposé (éventuellement)*

Nom - Prénom : Slomberg Danielle

Corps : MCF-AMU

Adresse mail : slomberg@cerege.fr

Laboratoire (i.e. formation contractualisée de rattachement, éventuellement équipe au sein de cette formation) : CEREGE

Choix de cinq publications récentes (souligner éventuellement les étudiants dirigés co-signataires) :

Slomberg, D. L., Auffan, M., Payet, M., Carboni, A., Ouaksel, A., Brousset, L., Angeletti, B., Grisolia, C., Thiéry, A., Rose, J. (2024) Tritiated stainless steel (nano)particle release following a nuclear dismantling incident scenario: Significant exposure of freshwater ecosystem benthic zone. *Journal of Hazardous Materials*, 465, 133093.

Carboni, A., Slomberg, D. L., Nassar, M., Santaella, C., Masion, A., Rose, J., Auffan, M. (2021) Aquatic Mesocosm Strategies for the Environmental Fate and Risk Assessment of Engineered Nanomaterials. *Environmental Science & Technology*, 55, 16270-16282.

Slomberg, D. L., Catalano, R., Bartolomei, V., Labille, J. (2021) Release and fate of nanoparticulate TiO₂ UV filters from sunscreen: Effects of particle coating and formulation type. *Environmental Pollution*, 271, 116263.

Slomberg, D. L., Auffan, M., Guéniche, N., Angeletti, B., Campos, A., Borschneck, D., Aguerre-Chariol, O., Rose, J. (2020) Anthropogenic release and distribution of titanium dioxide particles in a river downstream of a nanomaterial manufacturer industrial site. *Frontiers in Environmental Science*, 8, 76.

Slomberg, D. L., Ollivier, P., Miche, H., Angeletti, B., Bruchet, A., Philibert, M., Brant, J., Labille, J. (2019) Nanoparticle stability in lake water shaped by natural organic matter properties and presence of particulate matter. *Science of The Total Environment*, 656, 338-346.

Thèses encadrées ou co-encadrées au cours des quatre dernières années* : Aucune