



PhD position in **phytoremediation/molecular biology** Nancy, Université de Lorraine, France

▪ **PhD TITLE**

Mechanisms of mobilization and uptake of rare earth elements by hyperaccumulating plants

▪ **JOB PROFILE/TYPE**

PhD position (36 months) starting on October or November 2026 (PhD grant already obtained).

Employer: Université de Lorraine (ISITE International PhD grant)

Doctoral School: SIRENA

▪ **KEYWORDS**

Heavy metals, strategic/critical elements, metal tolerance, soil-plant transfer, plant-microbe interactions, phytoextraction, plant molecular biology/physiology, phytoremediation

▪ **JOB LOCATION**

Institution: Université de Lorraine (France):

Campus: Faculté des Sciences et Technologies, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy

Research units: LIEC (Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux) & LSE (Laboratoire Sols et Environnement)

Research team: EMMA (Microbial Ecology of Contaminated Environments)

Nancy is 1h30 from Paris by train, 1h from Luxemburg by car, 1h20 from the Vosges mountains by car

▪ **SUPERVISORS**

Prof. Damien Blaudez (LIEC) & Dr Catherine Sirguy (LSE).

Collaboration: Dr Wen-Shen Liu (Laboratory of Environmental Pollution Control and Remediation Technologies (Sun Yat-sen University, Guangzhou, China)

▪ **PhD DESCRIPTION**

▪ **General context and scientific issues**

Rare earth elements (REEs) are a group of 17 metals including scandium (Sc), yttrium (Y), and the 15 lanthanides (Ln). Despite their name, REEs are not rare in the environment. At present, it is only profitable to mine REEs if they are found in large quantities, so REE production is limited to a few countries, including China, which has the world's largest reserves. That's why these metals are now considered as critical/strategic elements by the EU. Moreover, the increasing extraction of REEs and their many applications (modern technologies including

hybrid cars, screens, wind and solar-powered energy generation systems, agriculture, medicine, etc.) highlight that recycling and decontamination processes need to be developed. This has prompted other countries to seek new sources to reduce their dependence on the market, as well as alternative extraction methods. Phytotechnologies are the ideal approach to achieving these goals, as they are environmentally friendly, can be used on substrates with low levels of enrichment and are socially acceptable. Among phytotechnologies, phytoextraction or phytomining is considered as an in-situ and low-cost means of exploiting the growth and harvesting of hyperaccumulator plants that take up high concentrations of metals in their shoots, allowing metal removal from contaminated soils (phytoextraction) or commercial production of high-value metals (phytomining). If phytoextraction of REEs has been shown to have great potential, further studies using a combination of plant physiological, molecular biological and geochemical tools are needed to better understand the specific mechanisms of REE fractionation and accumulation in plants. ***The main aim of this PhD proposal is therefore to better understand the mechanisms involved in REE mobilization and uptake by plants.*** The PhD work will be subdivided into three objectives/tasks:

- **Objectives and experimental approaches:**

The first objective of the PhD aims to **identify hardy plant species capable of accumulating rare earth elements (REEs) and adapted to temperate climates**. Several REE-accumulating plants have already been described, but mostly originate from tropical regions. New species will be identified through XRF-based analyses of herbarium specimens at the Paris MNHN herbarium, focusing on cold-resistant species suitable for phytomining in Europe. Finally, selected species will be tested under controlled conditions to assess their REE accumulation capacity and patterns.

The second objective aims to **understand how primary metabolites (especially organic acids) and microorganisms, contribute to the mobilization of rare earth elements (REEs) in soils**. Although REEs are generally poorly available in the soil, hyperaccumulator plants and microorganisms could efficiently solubilize them. A metabolomic approach will be applied to several plant species (selected in the first task). Moreover, the microbiome of roots of REE-hyperaccumulating plants will be identified by a metabarcoding approach and REE-solubilizing microbes will be isolated. These microorganisms will be reinoculated to improve the transfer of REEs from soil to plants, hence enhancing phytoextraction.

The third objective aims to **elucidate the role of root metal transporters in the uptake of REEs by plants**. Although REE transport mechanisms remain poorly understood, our recent transcriptomic data suggest that non-specific iron transporters, particularly IRT1, may mediate REE uptake in roots. Preliminary results in *Arabidopsis thaliana* indicate that reduced IRT1 expression decreases REE sensitivity, supporting its potential key role. A comparison of REE accumulation in *A. thaliana* lines with different IRT1 expression levels will be done and related physiological effects investigated. Natural populations of *Noccaea caerulea* carrying IRT1 mutations will also be used to evaluate their accumulation capacity in REE-enriched soils. Finally, IRT1 genes from REE hyperaccumulators will be introduced into *A. thaliana* to test their impact on REE tolerance and accumulation.

This PhD project is included within the LIA Ecoland (International Associated Laboratory Ecoland). A stay of several months for the PhD student at the Chinese partner laboratory is being considered at the Laboratory of Environmental Pollution Control and Remediation Technologies (Sun Yat-sen University, Canton, China)

▪ **QUALIFICATIONS/SKILLS/EDUCATION & RESEARCH REQUIREMENTS/DUTIES**

The candidates should have a master background (or equivalent qualification) in plant biology or microbiology or molecular physiology/biology.

Preferred skills (some are not compulsory):

- Knowledge in plant biology/physiology, molecular biology, plant-microorganism interactions, experiments with model organisms, investigation of abiotic stress responses.
- Good level in statistics, notions in bioinformatics, metabarcoding
- Good level in English (B2 level minimum)
- Ability to communicate and work in a team
- Willingness to diffuse science at specialized events (conferences) and to the broad public
- Willingness to spend several months in the Chinese's partner facility.

▪ **APPLICATION DEADLINE AND CONTACT TO APPLY**

- **May 31th, 2026.**
- The application should be sent to damien.blaudez@univ-lorraine.fr and catherine.sirguez@univ-lorraine.fr
- The best candidates will be shortlisted for the second stage, which consists of an audition to be held mid-June.
- Do not hesitate to contact the supervisors before May 31st for more details about the position.

▪ **REQUESTED DOCUMENTS OF APPLICATION AND CONTACT T**

Please provide in a **single PDF file** the following mandatory documents:

- A complete curriculum vitae,
- A detailed motivation letter.
- Results (detailed transcripts) of the Bachelor and Master (M1, M2),
- At least two/three recommendation letters of previous supervisors (supervisors of the master internships: M1 & M2, the head of the Master's degree programme),
- Internship reports (M1, possibly M2) (or other elements justifying your initiation to research).



Thèse en **phytoremédiation/biologie moléculaire végétale** Nancy, Université de Lorraine, France

▪ **TITRE DE LA THESE**

Etude des mécanismes de mobilisation et de transport des terres rares chez les plantes hyperaccumulatrices

▪ **DETAILS DU CONTRAT**

Contrat de thèse de 36 mois. Début octobre ou novembre 2026

Employeur : Université de Lorraine (bourse de thèse ISITE International) (bourse déjà acquise)

Ecole doctorale : SIRENA

▪ **MOTS-CLES**

Métaux lourds, éléments stratégiques/critiques, tolérance des plantes aux métaux, transfert sol-plante, interactions plante-microorganismes, phytoextraction, biologie moléculaire et physiologie végétales, phytoremediation

▪ **LIEU**

Université de Lorraine

Campus : Faculté des Sciences et Technologies, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy

Unités de Recherche : LIEC (Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux) & LSE (Laboratoire Sols et Environnement)

Equipe : EMMA (Ecologie Microbienne des Milieux Anthropisés)

Nancy est à 1h30 de Paris en train, à 1h du Luxembourg en voiture et à 1h20 des Vosges en voiture.

▪ **DIRECTEURS DE THESE**

Prof. Damien Blaudez (LIEC) & Dr Catherine Sirguy (LSE).

Collaboration : Dr Wen-Shen Liu (Laboratory of Environmental Pollution Control and Remediation Technologies (Sun Yat-sen University, Guangzhou, China)

▪ **DESCRIPTION DE LA THESE**

Contexte et problématique :

Les terres rares (REEs) constituent un groupe de 17 métaux comprenant le scandium, l'yttrium et les 15 lanthanides. Les REEs ne sont pas rares dans l'environnement mais leur exploitation minière n'est rentable que s'ils sont présents en grandes quantités. Ces métaux sont considérés comme stratégiques par l'UE. L'extraction croissante des REEs et leurs nombreuses applications (voitures hybrides, écrans, photovoltaïque, éoliennes, agriculture, etc) soulignent la nécessité de développer des processus de recyclage et de décontamination des sols. Il est

ainsi vital de rechercher de nouvelles sources de REEs et d'identifier des méthodes d'extraction alternatives. Les phytotechnologies constituent l'approche idéale pour atteindre ces objectifs, car respectueuses de l'environnement, utilisées sur des substrats à faible teneur et socialement acceptables. Parmi les phytotechnologies, la phytoextraction ou phytomining est considérée comme un moyen in situ et peu coûteux d'exploiter des plantes hyperaccumulatrices qui absorbent des concentrations élevées de métaux dans leurs feuilles, permettant ainsi l'élimination des métaux des sols contaminés (phytoextraction) ou la production commerciale de métaux de grande valeur (phytomining). Si la phytoextraction des REEs est prometteuse, des études supplémentaires combinant des outils de physiologie végétale, de biologie moléculaire et de géochimie sont nécessaires pour mieux comprendre les mécanismes spécifiques de fractionnement et d'accumulation des REEs dans les plantes. **Cette proposition de thèse cherche donc à mieux comprendre les mécanismes impliqués dans la mobilisation et l'absorption des REEs par les plantes hyperaccumulatrices.** Le projet de thèse est subdivisé en trois objectifs/tâches :

Objectifs de la thèse et méthodologie :

Le **1^{er} objectif** de la thèse visera à **identifier des espèces végétales rustiques capables d'accumuler des REEs et adaptées aux climats tempérés.** Des espèces accumulatrices de REEs ont déjà été décrites, mais sont souvent issues de régions tropicales. De nouvelles espèces seront identifiées grâce à des analyses XRF de spécimens conservés dans l'herbier du MNHN de Paris, en se concentrant sur les espèces résistantes au froid et adaptées au phytomining en Europe. Enfin, les espèces sélectionnées seront testées dans des conditions contrôlées afin d'évaluer leur capacité à accumuler les REEs.

Le **2^{ème} objectif** visera à **comprendre comment les métabolites primaires (acides organiques) et les micro-organismes contribuent à la mobilisation des REEs dans les sols.** Bien que les REEs soient généralement peu disponibles dans le sol, les plantes hyperaccumulatrices et les microorganismes pourraient les solubiliser efficacement. Une approche métabolomique sera appliquée à plusieurs espèces végétales. De plus, le microbiome des racines des plantes hyperaccumulatrices de REEs sera identifié par une approche de métabarcoding et les microorganismes solubilisant les REEs seront isolés. Ces microorganismes seront réinoculés pour améliorer le transfert des REEs du sol vers les plantes (phytoextraction aidée).

Le **3^{ème} objectif** visera à **élucider le rôle des transporteurs racinaires de métaux dans l'absorption des REEs par les plantes.** Les mécanismes de transport des REEs restent mal connus, nos données transcriptomiques suggèrent cependant que des transporteurs de fer non spécifiques (IRT1) pourraient jouer un rôle dans l'absorption des REEs par les racines. Chez *Arabidopsis thaliana*, une expression réduite de IRT1 diminue notamment la sensibilité aux REEs. Une comparaison de l'accumulation de REEs dans des lignées d'*A. thaliana* présentant différents niveaux d'expression de l'IRT1 sera effectuée et les effets physiologiques associés étudiés. Des populations de *Noccaea caerulea* porteuses de mutations de IRT1 seront également utilisées pour évaluer leur capacité d'accumulation. Enfin, des gènes IRT1 provenant d'hyperaccumulateurs de REEs seront ré-introduits dans *A. thaliana* afin de tester leur impact sur la tolérance et l'accumulation des REEs.

Ce projet de doctorat s'inscrit dans le cadre du LIA Ecoland (Laboratoire international associé Ecoland). Un séjour de plusieurs mois du doctorant au sein du laboratoire partenaire chinois est envisagé, au Laboratoire des technologies de contrôle de la pollution environnementale et de remédiation (Université Sun Yat-sen, Canton, Chine).

QUALIFICATIONS/COMPETENCES/FORMATION ET EXIGENCES EN MATIERE DE RECHERCHE/MISSIONS

Les candidats doivent avoir une formation (master) en biologie végétale, en microbiologie ou en physiologie/biologie moléculaire (ou équivalent).

Compétences souhaitées (certaines non obligatoires) :

Connaissances en biologie/physiologie végétale, en biologie moléculaire, en interactions entre les plantes et les micro-organismes, en expérimentation sur des organismes modèles, en étude des réponses au stress abiotique.

Bon niveau en statistiques, notions de bio-informatique, métabarcoding

Bon niveau en anglais (niveau B2 minimum)

Capacité à communiquer et à travailler en équipe

Volonté de diffuser la science lors d'événements spécialisés (conférences) et auprès du grand public

Volonté de passer plusieurs mois dans l'établissement partenaire en Chine.

DATE LIMITE DE CANDIDATURE

- **31 Mai 2026.**
- Les candidatures devront être envoyées à damien.blaudez@univ-lorraine.fr et catherine.sirguez@univ-lorraine.fr
- N'hésitez pas à contacter les directeurs de thèse au préalable pour obtenir plus de détails sur le poste.
- Les meilleurs candidats seront présélectionnés pour une deuxième étape (audition, mi-juin)

DOCUMENTS REQUIS POUR LA CANDIDATURE

Veillez fournir dans un **seul fichier PDF** les éléments obligatoires suivants :

- Un curriculum vitae détaillé,
- Une lettre de motivation
- Les relevés détaillés des notes de la licence et du master (M1, M2),
- Au moins deux ou trois lettres de recommandation de vos anciens superviseurs (superviseurs des stages de master : M1 et M2, le responsable du programme de master),
- Les rapports de stage (M1, éventuellement M2) (ou tout autre élément justifiant votre initiation à la recherche)