



Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (LIEC), CNRS – UMR 7360

Campus Bridoux – Rue du Général Delestraint – 57070 Metz (France)

### **Offre de contrat post-doctoral – 18 mois – Printemps 2022**

*English version below...*

**Titre :** Outil de diagnostic écologique pour les sols contaminés aux métaux : utilisation des traits fonctionnels des bactéries et invertébrés

**Localisation du poste :** LIEC – Campus Bridoux – avenue du GI Delestraint – 57070 Metz

**Durée:** 18 mois

**Rémunération mensuelle :** selon expérience

**Début du contrat :** mars-avril 2022

**Financement :** Projet DiagnoTraits ADEME : Outil de diagnostic écologique pour les sols contaminés aux métaux : utilisation des traits fonctionnels des bactéries et invertébrés. 42 mois entre 2021 et 2025 – Responsable scientifique : Florence Maunoury-Danger. Labo partenaires : LIEC (UMR7360, Université de Lorraine-CNRS - <https://liec.univ-lorraine.fr/>), Le laboratoire écologie fonctionnelle et environnement (UMR 5245, Université de Toulouse 3, INP, CNRS - <https://www.eco.omp.eu/>), LECA (Laboratoire d'Écologie Alpine, UMR 5553, CNRS, Université Grenoble Alpes, Université Savoie Mont Blanc - <https://leca.osug.fr/>)

**Résumé du projet :** La contamination métallique des sols est connue pour entraîner des modifications de la structure taxonomique des communautés vivant dans les sols. Cependant, les fonctions du sol (par ex: la dégradation de la matière organique) ne sont pas systématiquement affectées par la contamination métallique. Une des hypothèses envisageables est celle d'une redondance fonctionnelle (i.e. une espèce assure toute ou partie de la fonction initialement assurée par une autre espèce) qui permettrait de compenser "fonctionnellement" la régression - voire la disparition - des espèces qui assureraient ces fonctions dans la communauté d'origine. Afin de faire ces liens entre la diversité taxonomique d'une part et les fonctions écosystémiques d'autre part, les approches basées sur les « traits fonctionnels » sont de plus en plus utilisées. Ces approches permettent, en effet, une représentation des communautés selon les fonctions exercées par les organismes dans l'écosystème et non plus seulement selon leur identité taxonomique. Cela permet alors de faire des comparaisons entre écosystèmes ayant des diversités taxonomiques différentes. Ces approches sont encore relativement nouvelles dans les études sur les invertébrés des sols et sont très récentes dans l'étude des communautés bactériennes.

Par ailleurs, afin d'évaluer les conséquences de la contamination métallique du sol, il est nécessaire de développer des outils diagnostiques capables de témoigner du niveau d'impact sur les communautés biologiques. Plusieurs outils permettant d'évaluer l'état des sols existent déjà, mais ils sont soit basés sur des indicateurs physico-chimiques plutôt que biologiques, soit dimensionnés pour évaluer l'effet de pratiques agricoles sur les sols, ce qui ne permet pas leur utilisation pour l'évaluation de l'état de sols fortement contaminés par des activités industrielles. Enfin, la plupart des outils utilisés en écotoxicologie font l'objet de normalisations qui sont efficaces dans la comparaison de la toxicité de mono-contaminations, mais qui ne permettent pas de rendre compte de la complexité observée *in situ* (multi-contamination fréquente, sols hétérogènes, nombreuses communautés en interactions...).

Le chercheur post-doctorant qui sera recruté sera en charge de développer un outil diagnostique qui reposera sur des informations de diversité fonctionnelle (= traits fonctionnels) et taxonomiques (= identités et abondances des taxons présents), acquises sur les communautés d'invertébrés et de bactéries du sol, selon des niveaux de contamination métallique contrastés. Les données de diversité fonctionnelle et taxonomique pourront, par exemple, être utilisées comme variables prédictives de modèles basés sur des forêts aléatoires (RF, random

Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (LIEC), CNRS – UMR 7360

Campus Bridoux – Rue du Général Delestraint – 57070 Metz (France)

forests) d'arbres conditionnels (CTF, Conditional Tree Forest). Ces modèles permettront d'estimer une probabilité de niveau d'impact (faible vs. significatif) de la contamination métallique pour chaque site d'intérêt.

Ce travail postdoctoral nécessitera donc : 1) de participer à l'identification et de caractériser des sites d'étude permettant de décrire un gradient de contamination métallique, 2) de collecter les organismes du sol (invertébrés et bactéries), 3) d'identifier les organismes récoltés (pour les invertébrés, une double identification sur des critères morphologiques et par analyse de l'ADN environnemental est prévue, afin de comparer la qualité des résultats obtenus par les deux méthodes et d'évaluer leur pertinence respective dans un contexte de bioévaluation, 4) d'étudier les traits fonctionnels des communautés identifiées et enfin 5) d'analyser les données taxonomiques et fonctionnelles pour construire des modèles de probabilité d'impact significatif (un par compartiment biologique et par catégorie de pression si différents modes d'action des contaminants métalliques peuvent être distingués), qui constitueront l' « outil diagnostique ».

Une fois construit et validé, l'outil diagnostique pourra être transféré aux opérateurs en charge de la gestion des milieux contaminés, notamment des sites et sols pollués. Cet outil pourra être utilisé afin d'évaluer le niveau d'impact de la contamination métallique sur les communautés biologiques du sol et ainsi d'estimer quelles mesures de gestion seront les plus adaptées pour y remédier.

**Environnement de travail :** Le/la chercheur(euse) postdoctoral/e sera hébergé/e par le LIEC à Metz. Le/la candidat/e retenu/e travaillera en étroite relation avec la coordinatrice du projet (Florence Maunoury-Danger) et bénéficiera de l'expertise de l'ensemble des membres du projet au LIEC (Philippe Usseglio-Polatera, Aurélie Cébron, Delphine Aran), au Laboratoire d'Ecologie Alpine (LECA, Frédéric Boyer) et au Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement (Benjamin Pey). Le LIEC assurera un support méthodologique et logistique grâce au financement du projet DiagnoTraits qui inclut les frais de fonctionnement, les missions et les frais relatifs aux publications et présentations scientifiques. Enfin, un doctorant sera recruté à partir de septembre 2022 et travaillera sur la comparaison terrestre/aquatique de la réponse des diversités taxonomique et fonctionnelle des communautés. Des interactions et une collaboration pourra être mise en place sur le volet terrestre.

**Qualifications requises :** Doctorat en écologie, avec une bonne expérience en échantillonnage de terrain, en écologie des sols, en taxonomie de la faune du sol et dans les approches basées sur les traits fonctionnels.

Un intérêt particulier pour les méthodes d'analyse multivariées, les approches « modèles nuls », les modèles de type « random forest » et/ou les statistiques bayésiennes, est particulièrement encouragée.

Le/la candidat/e devra posséder une bonne expérience dans le maniement du logiciel « R ». Une bonne maîtrise des logiciels SIG sera appréciée.

Le/la candidat/e devra être dynamique, enthousiaste et montrer une bonne autonomie. Il/elle devra posséder de bonnes qualités rédactionnelles et une excellente capacité à la communication.

**Pour candidater :** Les candidat(e)s intéressé(e)s doivent envoyer (i) une lettre détaillée décrivant leur motivation et leurs compétences; un CV et une liste de publications « à-jour », les coordonnées d'au moins deux parrains potentiels et un bref résumé (2 pages maximum) de leurs travaux de thèse avant le 31 janvier 2022.

Les candidatures devront être envoyées à l'adresse électronique : [florence.maunoury-danger@univ-lorraine.fr](mailto:florence.maunoury-danger@univ-lorraine.fr)

#### **Contacts scientifiques:**

Pr. Philippe Usseglio-Polatera, Equipe « Ecologie du Stress » (ECoSe), Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (LIEC; CNRS UMR 7360); Université de Lorraine, Metz, France ([philippe.usseglio-polatera@univ-lorraine.fr](mailto:philippe.usseglio-polatera@univ-lorraine.fr))

Dr. Florence Maunoury-Danger, LIEC, CNRS UMR 7360, Equipe « Cycles biogéochimique » (CYBLE), Université de Lorraine, Metz, France ([florence.maunoury-danger@univ-lorraine.fr](mailto:florence.maunoury-danger@univ-lorraine.fr)).



Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (LIEC), CNRS – UMR 7360

Campus Bridoux – Rue du Général Delestraint – 57070 Metz (France)

### **Postdoctoral researcher position - 18 months - Spring 2022**

**Title :**

Ecological diagnostic tool for metal contaminated soils: use of functional traits of bacteria and invertebrates

**Position location:**

LIEC - Campus Bridoux - avenue du GI Delestraint - 57070 Metz

**Duration:** 18 months

**Monthly remuneration:** according to experience

**Starting date:** March-April 2022

**Funding:**

DiagnoTraits project (ADEME): Ecological diagnostic tool for metal contaminated soils: use of functional traits of bacteria and invertebrates. 42 months between 2021 and 2025 - Scientific manager: Florence Maunoury-Danger. Partners lab: LIEC (UMR7360, University of Lorraine-CNRS - <https://liec.univ-lorraine.fr/>), Le laboratoire écologie fonctionnelle et environnement (UMR 5245, Université de Toulouse 3, INP, CNRS - <https://www.eco.omp.eu/>), LECA (Laboratoire d'Écologie Alpine, UMR 5553, CNRS, Université Grenoble Alpes, Université Savoie Mont Blanc - <https://leca.osug.fr/>)

**Project summary :**

Metallic contamination of soils is known to cause changes in the taxonomic structure of communities living in soils. However, soil functions (eg organic matter degradation) are not systematically affected by metal contamination. One can assume that functional redundancy (ie a species performs all or part of the function initially performed by another species) would make it possible to “functionally” compensate for the regression - or even the disappearance - of species which performed these functions in the original community. In order to make these links between taxonomic diversity on the one hand and ecosystem functions on the other, approaches based on "functional traits" are increasingly used. These approaches allow communities to be represented according to the organism roles in the ecosystem and not according to their taxonomic identity. This then allows comparisons between ecosystems with different taxonomic diversities. These approaches are still relatively new in soil invertebrate studies and are very recent in the study of bacterial communities.

Furthermore, in order to assess consequences of soil metallic contamination, it is necessary to develop diagnostic tools capable of demonstrating the impact level on biological communities. Several tools for assessing soil quality already exist, but they are either based on physicochemical rather than biological indicators, or designed to assess effects of agricultural practices on soils, which does not allow their use for assessment of contaminated soils. Finally, most of tools used in ecotoxicology are subject to standardizations which are effective in comparing toxicity of single contaminations, but which do not make it possible to account for the *in situ* observed complexity (frequent multicontamination, heterogeneous soils, numerous communities in interactions...).

The post-doctoral candidate will have to develop a diagnostic tool that will be based on information on functional diversity (= functional traits) and taxonomic diversity (= identities and abundances of present taxa) of communities of soil invertebrates and soil bacteria, according to contrasting levels of metal contamination. Data of functional and taxonomic diversities will be used as predictor variables of models based on random forests (RF) of conditional trees (CTF). These models will estimate a probability of impact level (low vs. significant) of metal contamination for each site of interest.

In order to implement this project, the postdoc student will have to 1) identify and characterize study sites allowing to describe a gradual gradient of metal contamination, 2) sample soil invertebrates and bacteria communities, 3)



Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (LIEC), CNRS – UMR 7360

Campus Bridoux – Rue du Général Delestraint – 57070 Metz (France)

identify corresponding organisms (for invertebrates, a double identification both based on morphological criteria and environmental DNA has been planned, in order to compare the quality of their results and to assess their respective relevance in a bioassessment context, 4) study functional traits of bacteria and invertebrate assemblages in study sites and 5) analyse taxonomic and functional data to develop a diagnostic-based approach using Random Forest models (one per biological compartment ... and pressure category if different modes of action can be distinguished) predicting the impairment probabilities of invertebrate and bacterial communities by metal contamination.

Once built, the diagnostic tool gathering all these models would be transferred to operators in charge of environmental management, particularly in polluted sites and soils. This tool would be used to assess the impact level of metal contamination on soil biological communities and thus prioritize appropriate management measures for efficient remediation.

#### **Working environment :**

The successful candidate will be hosted by the LIEC in Metz. He/she will closely collaborate with the project coordinator (Florence Maunoury-Danger) and will benefit from the expertise of all the project members: at LIEC (Philippe Usseglio-Polatera, Aurélie Cébron, Delphine Aran), at LECA (Frédéric Boyer) and at the laboratoire d'écologie fonctionnelle et environnement (Benjamin Pey). The LIEC will provide methodological and logistical support thanks to the financing of the DiagnoTraits project which includes operating costs, missions and costs relating to scientific publications and presentations. Finally, a PhD student will be recruited from September 2022 and will work on the terrestrial / aquatic comparison of responses of taxonomic and functional diversities of communities. Interactions and collaboration would therefore be set up on the terrestrial side.

#### **Required qualifications:**

PhD in ecology, with good experience in field sampling, soil ecology, soil invertebrate taxonomy and functional trait-based approaches.

A particular interest in multivariate analyses, null models, random forest models, and/or Bayesian statistics is particularly encouraged.

A very good background in R software utilization is necessary. A solid experience in geographic information system (GIS) software utilization will be appreciated.

The candidate must be dynamic and enthusiastic. He / she should have good writing skills and excellent communication skills.

#### **To apply:**

Interested applicants are requested to send a detailed letter describing their motivation and competences, updated CV, list of publications, addresses of 2 potential referees, and a short summary of their PhD thesis (2 pages max). Applications should be sent, before January 31th, 2022, by e-mail at [florence.maunoury-danger@univ-lorraine.fr](mailto:florence.maunoury-danger@univ-lorraine.fr)

#### **Scientific contacts:**

Prof. Philippe Usseglio-Polatera, LIEC; CNRS UMR 7360, Stress Ecology Group; University of Lorraine, Metz, France ([philippe.usseglio-polatera@univ-lorraine.fr](mailto:philippe.usseglio-polatera@univ-lorraine.fr)).

Dr. Florence Maunoury-Danger, LIEC, CNRS UMR 7360, Biogeochemical Cycles Group, University of Lorraine, Metz, France ([florence.maunoury-danger@univ-lorraine.fr](mailto:florence.maunoury-danger@univ-lorraine.fr)).