

## OFFRE DE THESE

### Développement et interprétation des indicateurs de l'écotoxicité et de la fonctionnalité des sols dans le contexte de l'évaluation des risques pour les écosystèmes

**Type de contrat :** Thèse (2024-2027)

**Localisation :** Verneuil-en-Halatte (60) à 40 mn au nord de Paris.

**Accès :** Une navette privée et gratuite assurant la liaison entre la gare de Creil et notre site est à votre disposition.

**Télétravail :** 100 jours par an

**Contact :** nicolas.manier@ineris.fr - Tél. : 03 44 55 65 42 pour plus d'informations

## CONTEXTE

L'Ineris (Institut national pour l'environnement industriel et des risques), qui compte environ 500 collaborateurs, est un organisme national de référence, sous tutelle du ministère chargé de l'environnement, dont la mission principale est de réaliser des études et des recherches permettant de prévenir les risques que les activités économiques font peser sur la sécurité des personnes et des biens.

Rejoindre l'Ineris c'est l'opportunité de mettre en œuvre et développer ses compétences dans le cadre des missions de recherches, d'appui et d'expertise pour le compte des pouvoirs publics et des industriels. L'Ineris dispose de 30 000 m<sup>2</sup> de laboratoires et halles d'essais avec des équipements multiples et à la pointe de la technologie.

Le travail de thèse proposé s'inscrit dans le cadre du projet européen EDAPHOS (HORIZON-MISS-2022-SOIL-01, Advanced mapping, risk assessment and nature-based depollution methods are combined to accelerate the recovery of contaminated soils and ensure that ecological restoration enters mainstream business), financé par l'Europe.

## OBJECTIFS DE LA THÈSE

Le WP2 et les tâches 2.2 et 2.3 ont pour objectifs :

- d'améliorer l'état des connaissances en ce qui concerne l'utilisation d'outils biologiques pour la caractérisation de l'écotoxicité et de la fonctionnalité des sols ;
- de renforcer les acquis concernant les méthodologies d'évaluation des risques pour les écosystèmes terrestres ;

- de développer une approche spécifique, basée sur le risque, pour le suivi des sites contaminés en cours de gestion ou de remédiation.

L'évaluation des risques pour les écosystèmes (ERE) est un processus d'évaluation des impacts et de la survenue de dommages à l'écosystème. Parmi les méthodologies existantes, la combinaison de différentes approches scientifiques complémentaires que sont les approches chimique, écotoxicologique et écologique, dans une démarche utilisant le principe de « faisceau de preuves », est vue comme une méthode pertinente et adaptée aux enjeux de l'évaluation des risques pour les écosystèmes dans le contexte des sols contaminés (Grassi et al. 2022, Kim et al. 2022, 2024). Le principe général de cette méthode a été décrit dans les années 90 et on la retrouve le plus souvent sous la dénomination de « Triade » (Chapman, 1990). En particulier, il a été récemment souligné l'intérêt de les intégrer dans les stratégies de surveillance, des environnements susceptibles d'être affectés par des activités anthropiques ou des sites ayant fait l'objet d'une réhabilitation, par exemple.

La mise en œuvre de ces méthodes est souvent lourde et complexe et l'interprétation que l'on peut en faire limitée par le manque de références ou de grille de lecture fiables et/ou scientifiquement établie. En outre, la sélection et l'agencement des tests et des analyses à mener pour chaque approche ainsi que les valeurs seuils doivent être clairement déterminées. C'est notamment le cas pour les indicateurs d'écotoxicité (bioessais) et les indicateurs permettant de renseigner sur le fonctionnement de sols.

Ainsi, le travail de thèse proposé ici a pour objectifs de favoriser l'utilisation des outils biologiques pour caractérisation de l'écotoxicité et de la fonctionnalité des sols dans le contexte de l'évaluation des risques pour les écosystèmes. Il s'agit notamment :

- De définir la robustesse et de développer des grilles d'interprétation des indicateurs d'écotoxicité et de fonctionnement des sols retenus. L'écotoxicité du sol sera évaluée par l'intermédiaire de bioessais permettant de renseigner sur les effets au niveau de l'individu vis-à-vis des organismes terrestres, notamment, bactéries, végétaux supérieurs (croissance racinaire et biomasse), lombrics (mortalité, reproduction), nématode (viabilité, la croissance et la reproduction). La fonctionnalité des sols sera étudiée à travers différents indicateurs que sont : l'évaluation de la capacité de dégradation de la matière organique, la mesure d'activités de certaines enzymes extracellulaires (hydrolases) impliquées dans la biodégradation des composés organiques, et la détermination de la respiration microbienne des sols. Pour cette première phase, les réponses des indicateurs listés au-dessus seront analysées pour différentes typologies de sol ayant reçu une pression anthropique faible (prairie, sol agricole, sol périurbain, sol de forêt...) et à différentes périodes contrastées de l'année de façon à intégrer un potentiel effet saisonnier sur la réponse obtenue. Les résultats obtenus devront permettre de définir les coefficients de variations et la robustesse et de renseigner sur l'inhibition maximale tolérable pour chacun des critères suivis (telle que proposée par Höss et al. 2010, Feiler et al. 2013).

- D'intégrer ces résultats dans le cadre de la démarche de l'évaluation des risques pour les écosystèmes (approche Triade, notamment). Lors de cette seconde phase, les indicateurs étudiés précédemment seront appliqués dans différents contextes de sites contaminés. Il s'agira notamment, de renseigner leurs réponses sur les sols contaminés des différents cas d'études retenus dans le cadre du projet EDAPHOS. A ce stade, la réponse d'autres indicateurs mesurés dans le cadre du projet (mesure des concentrations totale et mobiles, mesure de la biodisponibilité, indices écologiques...) sera à considérer en parallèle. Ce travail devra permettre de renseigner sur la pertinence des outils retenus et de définir les stratégies d'essais à mettre en œuvre pour la réalisation de l'évaluation des risques pour les écosystèmes.

In fine, le travail de cette thèse devra permettre de renforcer les acquis concernant les méthodologies d'évaluation des risques pour les écosystèmes terrestres. Il contribuera au développement d'une approche spécifique, basée sur les principes de la démarche Triade, pour le suivi des sites contaminés en cours de gestion ou de remédiation.

## ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

Le déroulement de la thèse suivra l'avancement du travail du programme de recherche EDAPHOS. La première année aura pour objectif de dérouler les approches d'évaluation du risque sur les différents sites ateliers du projet EDAPHOS et de définir pour les indicateurs suivis les valeurs d'interprétation dans le contexte de l'ERE. Ce travail sera mené au sein du laboratoire ESMI (écotoxicologie des substances et des milieux) de l'INERIS et bénéficiera aussi des résultats générés par les autres partenaires du projet et des travaux antérieurs réalisés à l'Ineris (projets Tripode, Tipomo, Triple). Les essais considéreront différents outils de l'écotoxicologie (essais sur nématodes, bactéries, plantes...) et différentes analyses permettant de renseigner sur la fonctionnalité des sols (activités enzymatiques, capacité des sols à dégradé la matière organique...) qui sont utilisé en routine au laboratoire ou qui sont en cours de développement. Dans un deuxième temps, le travail de thèse devra permettre d'affiner l'interprétation des résultats dans le contexte de l'ERE, d'identifier et de proposer des stratégies d'essais basée sur le principe de la triade, applicable pour la caractérisation et le suivi des sites contaminés et de leur réhabilitation. Ce travail sera également réalisé en lien avec l'unité ETES (Expertise en toxicologie et écotoxicologie des Substances) de l'Ineris.

## PROFIL

Diplômé(e) Bac+5 - Ce doctorat s'adresse à des Master 2 recherche en écotoxicologie, écologie, sciences de l'environnement, agronomie.

### Expérience / Compétence

- être titulaire ou en cours d'obtention d'un Master ou diplôme permettant l'inscription dans une Ecole Doctorale pour l'année 2024 - 2025 ;
- avoir des compétences en écotoxicologie expérimentale, en sciences du sol et en statistiques (maîtrise du logiciel R). Des connaissances sur les sites et sols pollués, l'écologie des sols et l'agronomie sont un plus ;
- avoir le goût du travail en laboratoire et sur le terrain ;
- être autonome, rigoureux(se), organisé(e) et présenter de bonnes capacités d'analyse et de synthèse ;

- disposer d'une aisance relationnelle (travail en équipe) et faire preuve d'éloquence (communication orale);
- La maîtrise de la langue anglaise (écrite et parlée) est indispensable.

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Thèse en 3 ans, financement 100% Ineris.

Date prévisionnelle pour le début de la thèse : fin 2024 – début 2025

### Co-encadrement :

UBFC (Université de Bourgogne Franche-Comté), Lisa Ciadamidaro

INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques), Nicolas Manier

### Procédure de candidature

Le dossier de candidature doit comporter : un CV, les notes obtenues dans le cadre du M2, une lettre décrivant votre motivation et votre intérêt à travailler sur le sujet proposé et éventuellement, une ou plusieurs lettres de recommandation de vos enseignants et/ou encadrants.

Salaire : 2 105 € bruts par mois

18 RTT en plus des 31 CP annuels

Horaires variables

Restaurant d'entreprise

Bornes de recharge électriques

Notre offre d'emploi est ouverte à tous, nous souhaitons intégrer nos nouveaux talents au sein d'un environnement de travail inclusif.