

# Rapport d'activité

# GISFI

Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Friches Industrielles



# 2021





C'est avec plaisir que nous vous proposons, comme l'année précédente, un rapport d'activité vous permettant d'appréhender la diversité des activités du GISFI qui, même en cette période de pandémie, est encore riche. Pour compléter le rapport de l'année dernière pour lequel nous avons sollicité nos cinq membres et les unités de recherche du GISFI, nous avons souhaité, cette fois-ci, donner la parole à nos partenaires associés qui, tout au long de ces années, ont contribué à la dynamique et à la réussite du GIS. Je tiens à les remercier vivement pour leur engagement et leur soutien. Je vous souhaite une bonne lecture de ce rapport 2021.



**Pierre FAURE-CATTELOIN, Président du GISFI**



Né en 2002 du contrat de plan État-Région Lorraine, le GISFI a favorisé la structuration de la recherche en Lorraine, dans le domaine des sites et sols pollués et a développé des concepts novateurs en matière de diagnostic, de dépollution, de requalification des sols pollués, et plus largement, de création de valeur directe et indirecte sur ces terrains délaissés et dégradés. Le GISFI a considérablement ouvert le champ des possibles en matière de reconversion des friches industrielles grâce à la conjonction de plusieurs éléments : la pluridisciplinarité et le dynamisme des équipes de recherche, un partenariat public/privé solide, une volonté politique de reconquérir les sites dégradés dans la durée et le soutien financier, notamment régional, jusque-là continu.

Toutefois, rien n'eût été possible sans l'investissement de quelques personnes passionnées et passionnantes. Des personnes aux multiples responsabilités mais finalement, motivées par le bonheur simple d'agir pour que s'exprime à nouveau le vivant, là où l'action humaine a profondément aseptisé le milieu. Parmi elles, Jean-Louis Morel et Corinne Leyval ont construit et porté le GISFI, cet « hôtel à projet », espace de discussion gratuit et ouvert à tous. A l'heure où Jean-Louis et Corinne cèdent leur place à une nouvelle équipe qu'ils soient très chaleureusement remerciés pour le travail accompli et l'énergie qu'ils y ont consacré.

Fort de cet héritage, le GISFI poursuit sa route et continue à produire de la connaissance à toutes les échelles et de manière multidisciplinaire, y compris en matière de géographie humaine. Fin octobre 2021, s'est clôturé le deuxième appel d'offre travaux du fond friche, mis en place par le gouvernement dans le cadre du plan de relance. Il a vu le dépôt de 137 candidatures pour une demande d'aide de 138 M€ nécessaires à la reconquête de 563 ha de friche. Ce dernier chiffre doit être mis en perspective avec la superficie des friches en France, estimée à 100 000 ha. Le GISFI n'est pas la cible de ce fond friche qui aide au financement de travaux de reconversion. Mais, notre recherche amont est attendue pour aider au développement de solutions innovantes de reconquête des sites dégradés à destination des aménageurs, des responsables territoriaux et de leurs maîtres d'œuvre. Beaucoup de travail reste à faire.

**Philippe BATAILLARD, Vice-Président du GISFI**

Depuis une vingtaine d'années le GISFI aborde les questions de plus en plus préoccupantes de la qualité de notre environnement. Dans les premières années, les travaux ont concerné surtout la caractérisation de la pollution des friches industrielles, le développement de techniques innovantes de dépollution, mais ils ont rapidement évolué pour prendre aussi en compte la qualité environnementale de ces milieux perturbés et délaissés, leur restauration, puis les services écosystémiques qu'ils représentent, leur aménagement durable, et les enjeux au niveau des territoires y compris urbains. Le GISFI a largement contribué à faire évoluer les concepts et les idées autour des sols pollués, des sols fortement impactés par les activités humaines en considérant leur biodiversité, leurs usages et revalorisation. La force du GISFI c'est d'être une structure ouverte, un hôtel à projet, qui regroupe des chercheurs de disciplines scientifiques différentes (de l'ingénierie à l'écologie et aux sciences sociales), de les fédérer autour de projets communs, mais aussi de mélanger les cultures universitaires et industrielles, des partenaires privés et publics, au service de cette problématique des sites et sols dégradés. Ce sont ces projets partagés, ainsi que le soutien, pendant de nombreuses années et jusqu'à maintenant, de la région, de l'état et de l'Europe, qui permettent de faire fonctionner la station expérimentale avec ses lysimètres et parcelles, outil majeur et précieux pour réaliser des expérimentations ou démonstrations quasiment en vraie grandeur. C'est aussi une formidable opportunité et école pour les doctorants qui font leur thèse en lien avec le GISFI, de se confronter à la recherche et au monde socio-économique, d'utiliser cette station expérimentale et les équipements associés, ce qu'ils ont souligné lors des GISFI days. Le dynamisme du GISFI repose sur l'investissement des personnes qui l'animent, et de ses membres et partenaires. Le GISFI a renouvelé son président et son directeur scientifique et la nouvelle équipe a déjà montré son dynamisme avec un rapport d'activité revu et simplifié, l'organisation des GISFI days, qui ont permis de faire un bilan des résultats et acquis sur ces vingt années et d'aborder les questions actuelles et d'avenir, et des séminaires réguliers toujours intéressants. Le bilan de toutes ces années et celui de cette année 2021 du GISFI est donc très positif et toute l'équipe doit être félicitée.



**Corinne LEYVAL, Ancienne Vice-Présidente du GISFI**

La parole aux partenaires associés	.4
Les GISFIDays	.6
Zoom sur des projets de recherche	.10
Zoom sur un projet GISFItech	.20
Le GISFI et la formation	.21
Publications, thèses et HdR	.22
La station expérimentale	.24
Évènements 2021 et actualités 2022	.26



# La parole aux partenaires associés

## Etablissement Public Foncier de Grand Est—EPFGE

L'EPF Lorraine est devenu en 2020 l'Etablissement Public Foncier de Grand-Est.

Désormais compétent sur un périmètre élargi, il n'en reste pas moins fortement mobilisé sur les enjeux de recyclage foncier et de reconversion des friches industrielles.

Il accompagne les collectivités locales et les opérateurs de l'aménagement dans l'élaboration et la mise en œuvre de politiques foncières soucieuses de la préservation des terres agricoles et des espaces naturels.

Partenaire du GISFI depuis ses origines, nous partageons les ambitions et les orientations qui se sont consolidées au fil des ans : faire des sols pollués un terreau favorable pour une économie circulaire, faire des friches industrielles et sidérurgiques des ressources susceptibles de mobiliser la recherche pluridisciplinaire, offrir des sites ateliers où se concrétise la transversalité des approches et des pratiques.

Lorsqu'avec l'appui des élus de la vallée de l'Orne, il a été décidé au début des années 2000 d'installer un site expérimental du GISFI sur l'ancienne cokerie d'Homécourt, l'EPF a assuré la maîtrise d'ouvrage des travaux de la réhabilitation des bâtiments de la station lysimétrique et mobilisé les crédits de la politique régionale de traitement des friches.

Les travaux ont été conséquents et les aléas significatifs mais, depuis près de quinze ans, les équipes animées par Noële Enjelvin mettent à profit cet outil privilégié pour observer l'évolution des pollutions de nos sols anthropisés.

Donner toute sa place à la recherche en mettant à disposition du foncier dégradé est pour l'EPF un investissement sur le long terme qui porte déjà ses fruits. Nous avons pu constater que les bonnes pratiques se diffusent et que des entreprises d'ingénierie ou de travaux issues du GISFI se développent dans un marché de la dépollution des sols qui se transforme.

En effet, à l'heure où le législateur enclenche la marche-avant vers le « zéro artificialisation nette », la terre polluée doit être considérée non plus comme un résidu devant être stocké dans une installation construite pour accueillir des déchets dangereux mais comme un objet à recycler susceptible d'offrir à nouveau des services écosystémiques que nous savons essentiels.

Nous devons dépasser la seule approche réglementaire de la gestion du risque sanitaire et trouver dans les nouvelles pratiques que nous mettons en œuvre pour soigner les sols urbains une ambition de régénération. Pour réussir, compte-tenu de la complexité du sujet, j'ai la conviction que les praticiens doivent être à l'écoute des progrès de la recherche appliquée en général, et des travaux du GISFI en particulier.

**Alain TOUBOL, Directeur Général de l'EPF de Grand-Est**

## ArcelorMittal France

La reconversion d'une friche est un processus complexe et tout l'intérêt de ce groupement scientifique repose dans sa faculté à développer une approche multidisciplinaire pouvant fournir une vision plus intégratrice (économique, sociologique, géographique, écologique, ...), notamment par la concertation des différentes parties prenantes (propriétaires fonciers, ancien exploitant, chercheurs, ...) et le développement de nouvelles technologies de remédiation. Ces travaux ont pour finalité de proposer des méthodes alternatives de gestion de ces friches avec pour objectif final une meilleure refunctionalisation de ces fonciers dégradés. En tant que partenaire industriel de longue date, ArcelorMittal France réaffirme son soutien ainsi que son engagement au sein du GISFI dont l'expertise et la multidisciplinarité sont des enjeux fondamentaux permettant une approche intégrée et une vision innovante de la reconversion des friches.

**Alexandre OCKLER, Chef de Projet Diagnostics Environnementaux, ArcelorMittal France, Direction Immobilière**

## Microhumus

Microhumus est un bureau d'étude et d'ingénierie issu du Laboratoire Sols et Environnement et créé avec les chercheurs Geneviève Villemin et Françoise Watteau sous l'impulsion de Jean-Louis Morel. Depuis notre création en 2007 nous nous sommes développés en étroite collaboration avec le GISFI au travers de notre participation à plusieurs programmes de R&D ou de l'embauche d'ingénieurs issus du Master GESTE en alternance ou en CDI. Aujourd'hui grâce à l'écosystème créé par le GISFI nous mettons notre expertise sous formes de prestations en ingénierie pédologique et en Phytomanagement au service des industriels, des gestionnaires fonciers, des promoteurs ou encore des bureaux d'études dont certains sont également partenaires du GISFI tels que BURGEAP et EODD.

**Yann THOMAS, Gérant de la société Microhumus**

## ConSoilTing

ConSoilTing est une autoentreprise créée en 2019 par Jean-Louis Morel. Destinée à accompagner les maîtres d'ouvrages dans leurs choix pour la gestion durable des sites et sols très anthropisés (urbains, industriels, miniers), elle s'attache à la mise en valeur des services écosystémiques potentiels. ConSoilTing apporte ainsi un éclairage complémentaire aux études réglementaires tout en introduisant les connaissances scientifiques et technologiques dans l'analyse. ConSoilTing est très honorée de pouvoir participer aux travaux du GISFI et entend mettre au service du groupement l'expérience acquise au fil des ans, afin de contribuer, par le développement de solutions innovantes fondées sur la Nature, aux changements transformateurs nécessaires et adaptés au contexte de bouleversement environnemental majeur.

**Jean-Louis MOREL, Dirigeant de ConSoilTing**

## Econick

Si le Laboratoire Sols et Environnement travaille depuis les années 90 sur les plantes hyperaccumulatrices, c'est dans le cadre pluridisciplinaire et international du GISFI que sont nées et se sont développées les recherches sur la filière agromine. L'agromine comprend le volet « botanique et agronomie » des plantes hyperaccumulatrices, combiné au volet « génie des procédés hydrométallurgiques » pour la valorisation des métaux extraits des sols par les plantes. Ce partenariat a abouti à la création de la start-up ECONICK en 2016. Les membres d'ECONICK sont heureux de travailler en partenariat avec le GISFI, dans le cadre de projets collaboratifs, comme actuellement le projet SOLAMET (ADEME, programme GRAINE).

**Claire HAZOTTE, Manager Econick**

## Elément-Terre

Elément Terre est une entreprise dédiée au Traitement des sites et sols pollués, dans le cadre du développement durable et de l'économie circulaire. Des solutions *in situ* ou sur site, sont développées en alliant l'innovation et la performance. Le GISFI est un accès à un vaste ensemble d'équipes de recherche, une ressource. Notre partenariat avec le GISFI est une longue histoire d'affinités pour la recherche, de goût pour les débats scientifiques prospectifs, de projet de recherche nés et menés ensemble, de thèses et au final d'amitiés et de plaisirs partagés. Le GISFI est à nos yeux un lieu de débat sur des sujets de société vus sous le prisme naturaliste. Nous progressons ensemble dans un échange constant entre deux mondes : l'Entreprise et la Recherche. MERCI.

**Véronique CROZE, Directrice générale de Elément-Terre**

## EODD

Précurseur dans le domaine des sciences du sol au plan national, le GISFI est un partenaire essentiel pour accélérer le transfert de savoir-faire entre la recherche et les entreprises. Expérimenter grandeur nature sur des sites ateliers, coproduire des méthodes et outils entre chercheurs et ingénieurs, c'est donner la chance aux résultats scientifiques intéressants de démontrer qu'ils sont transposables et utiles pour réussir l'intégration de la transition écologique dans la reconversion des friches. En combinant les expertises de l'Environnement, comme le génie écologique, la biodiversité et les géosciences, EODD trouve auprès du GISFI un partenaire de confiance pour identifier, structurer et réaliser les projets de recherche appliquée les plus pertinents pour les activités de nos clients.

**Laurent GALDEMAS, Président EODD Ingénieurs Conseils**

## Ginger—BURGEAP

Les friches industrielles concentrent de nombreux défis (gestion des pollutions de sols, lutte contre l'artificialisation des sols, valorisation des matériaux, évaluation des services éco-systémiques, ...) dont les réponses nécessitent une approche pluridisciplinaire et systémique. Depuis une vingtaine d'années, le GISFI, dont le cœur d'activité est la friche industrielle, a développé un environnement interdisciplinaire et multipartenaires orienté R&D appliqué très favorable au développement de compétences, de méthodes et d'outils. Dans ce contexte, Ginger-BURGEAP réaffirme son engagement au GISFI dont la complémentarité des membres et l'ancrage multi-échelles (laboratoire, plate-forme expérimentale, site réel) constituent des atouts majeurs.

**Jean-Marie CÔME, Directeur R&D, Ginger—BURGEAP**

## Luxcontrol

Depuis la fin des années 90, dans un contexte majeur de reconquête territoriale, le Luxembourg a entamé la reconversion de friches industrielles afin de disposer de nouvelles ressources foncières sans empiéter sur les espaces naturels et agricoles. Du fait de la grande complexité de ces sites au lourd passif, il est parfois difficile de les réaménager. En effet, leur reconversion optimale et raisonnée nécessite des connaissances pointues en dépollution et en reconstruction de sol qui ne sont disponibles qu'en s'associant avec des équipes multidisciplinaires d'experts à la pointe des dernières techniques issues des recherches fondamentales et capables de passer des essais de laboratoire aux expérimentations sur le terrain en intégrant « tous » les facteurs environnementaux.

Aussi, Luxcontrol s'est tourné vers le GISFI afin d'être accompagné par des équipes pluridisciplinaires possédant des connaissances et un savoir-faire permettant de répondre aux nouveaux enjeux d'économie circulaire, de transition énergétique et d'écologie.

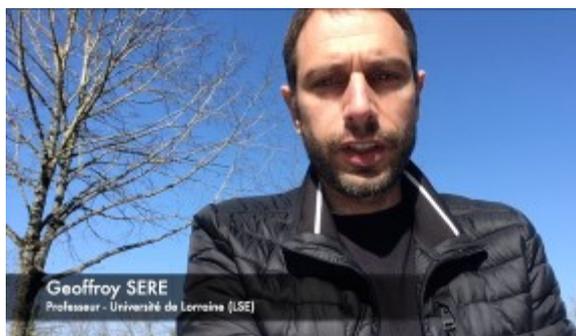
**Elise MATHIEN, Responsable Pôle Sites & Sols pollués, Luxcontrol S.A.**



A l'occasion de ses vingt ans le GISFI a souhaité organiser un colloque d'une journée à l'Hôtel de Région à Metz : « **Quelles perspectives pour reconversion des friches industrielles à l'horizon 2040 ?** »

Compte tenu de la crise sanitaire liée à l'épidémie de COVID-19, il nous a semblé peu envisageable de maintenir notre journée GISFIDay en présentiel le 18 mai 2021.

C'est pourquoi nous sommes ravis de vous avoir proposé un format virtuel pour cet évènement qui s'est déroulé sur trois sessions. Organisés sous forme de tables-rondes, les GISFIDay ont été animés par différents intervenants, accompagnés de présentations uniques, le tout encadré par Valéry DUBOIS. Des témoignages vidéo de docteurs formés au GISFI ont été diffusés pendant chacune des pauses.



Scannez pour découvrir les films doctorants



<http://gisfi.univ-lorraine.fr/fr/videos/>



Nous tenons à remercier tous nos soutiens pour ces trois journées :







## Bienvenue aux GISFIDAY 2<sup>ème</sup> webinaire Refonctionnaliser les milieux



GISFIDAY  
17 mai, 1<sup>er</sup> et 15 juin 2021



Les friches industrielles et autres espaces dégradés, notamment issus de la déprise économique, occupent parfois de vastes superficies dans des zones faiblement urbanisées. Ces espaces, perçus initialement comme des obstacles, constituent en réalité de nouvelles opportunités, sur lesquelles des sols fertiles peuvent être construits. Ces espaces peuvent devenir de nouvelles ressources et accueillir par exemple des cultures à vocation paysagère et industrielle. Ces zones revalorisées favorisent également la biodiversité et le stockage de carbone.

### Programme

#### Présentations

- Jean-François SILVAIN (IRD, président de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité) - Les aires dégradées, un atout pour l'extension des aires protégées en France
- Marie-Odile SIMONNOT (GISFI - LRGP) - Les apports du GISFI sur les filières de valorisation de friches industrielles, associant la construction de sols fertiles, le phytomanagement et la production de valeur
- Jean-François NAU (EODD) - Les besoins en sols fertiles dans les projets d'aménagements durables, nécessité d'une ingénierie pluridisciplinaire et dimension industrielle des équipements à mobiliser
- Daniel MONFORT (GISFI - BRGM) - Évaluer les impacts environnementaux et les bénéfices de la réhabilitation des sites dégradés

#### Table ronde

Valérie BERT (GISFI - INERIS), Laurent GALDEMAS (EODD), Daniel MONFORT (GISFI - BRGM), Jean-Louis MOREL (GISFI - LSE), Geoffroy SERE (GISFI - LSE), Jean-François SILVAIN (IRD), Marie-Odile SIMONNOT (GISFI - LRGP)

Le GISFI est l'un des précurseurs de la vision des friches en tant que ressources. Il est à l'origine de recherches sur la restauration des écosystèmes et sur la construction de technosols fertiles, pour le phytomanagement et la création de filières de valorisation de la biomasse, notamment de l'agromine.

Les recherches démontrent aussi que les espaces dégradés offrent des niches protégées, à moindre pression anthropique, dans lesquelles la biodiversité s'accroît et le carbone peut être stocké. Ainsi, à l'heure où la biodiversité s'effondre, sous l'effet accélérateur du changement climatique, il est essentiel de créer des trames vertes et bleues, avec une mosaïque d'espaces qui communiquent entre eux, pour former des corridors de biodiversité.

La reconversion des friches peut obéir à différents objectifs, pas toujours compatibles : la protection de la biodiversité et des sols, la création de valeur, le développement urbain etc. Cette architecture de choix implique beaucoup d'acteurs appartenant aux sphères de la recherche, du monde économique, politique, réglementaire, et de la société civile. Il est essentiel de traiter ces questions avec une approche pluridisciplinaire et d'éviter absolument le travail « en silos ». A ce titre, on relève un besoin de formation et de montée en compétences dans les entreprises et dans les instances réglementaires et politiques, pour mieux comprendre et mettre en œuvre les Solutions Fondées sur la Nature et d'en mesurer les bénéfices. Il faut bien entendu éviter le « green washing » et évaluer les impacts environnementaux des solutions choisies. L'analyse du cycle de vie, méthode normalisée, permet de les quantifier. Il faut également structurer les filières pour planifier l'usage des terres à l'échelle du territoire.

Enfin, comme les choix obéissent surtout à des critères économiques, il faut donner une valeur monétaire aux services écosystémiques et à la préservation de la biodiversité, de l'environnement et évidemment de la santé. Il faut aussi développer l'acceptabilité en formant les citoyens à ces problématiques.



## Bienvenue aux GISFIDAY 3<sup>ème</sup> webinaire Répondre aux enjeux du territoire



GISFIDAY  
17 mai, 1<sup>er</sup> et 15 juin 2021



Traiter une friche industrielle pose la question de sa réinsertion dans le fonctionnement des territoires actuels à toutes les échelles et en redéveloppement. Les paradigmes dominants aujourd'hui de développement durable et de transition remettent les friches au cœur des territoires urbains puisque leur recyclage peut lutter contre l'étalement des villes et contribuer à la mise en place des trames vertes et bleues au cœur des métropoles. L'enjeu territorial est donc au cœur des problématiques du GISFI.

### Programme

#### Présentations

- Régis STENGER (EPFGE) - La friche, à la croisée des enjeux de l'aménagement durable des territoires
- Simon EDELBLUTTE (GISFI - Loterr) - La friche, entre enjeux territorial, paysager et mémoriel
- Marion BRUN (CITERES) - Les friches comme supports de nature en ville
- Quentin VINCENT (Sol & Co) - Réaffilier un usage adéquat aux friches en réalisant un diagnostic de la qualité agro-pédologique et écologique de leurs sols

#### Table ronde

Matthieu CARÉMIAUX (CC Orne Moselle Confluences), Marion BRUN (CITERES), Simon EDELBLUTTE (GISFI - Loterr), Jean-Louis MOREL (GISFI - LSE), Christophe SCHWARTZ (GISFI - LSE), Régis STENGER (EPFGE), Carine VUIDEL (Grand Est)

La troisième journée des GISFI Days était consacrée aux enjeux territoriaux de la friche. Quatre interventions ont posé le cadre d'un débat riche et diversifié, avec pour objectif essentiel la démonstration que la friche et ses sols pollués, objet de travail du GISFI, via une approche initialement pédologique, géochimiste ou agronomique, s'inscrivent dans des enjeux qui dépassent de loin la limite de la parcelle traitée et touche aux territoires à toutes les échelles, tout en nécessitant des approches plus diverses. Les discussions se sont développées autour de cinq idées fortes qui ont sous-tendu les débats :

Le nécessaire appui sur des outils d'aménagement du territoire spécifiques à la question (inventaires des friches, directives, etc.). La difficulté d'avoir des outils communs à toutes les échelles et d'y intégrer les notions récentes et encore mal définies comme le Zéro Artificialisation Nette a été particulièrement débattue.

La volonté d'intégrer aux opérations tous les acteurs du territoire et pas seulement les acteurs institutionnels de son aménagement, en particulier les habitants et notamment les riverains de parcelles traitées, a été affirmée. Les notions de participation citoyenne et d'enquêtes ont été évoquées à ce propos et sont nécessaires pour aboutir à des compromis entre les acteurs.

L'importance de varier les échelles d'approche et d'intervention, passant de la parcelle polluée étudiée au début du GISFI à des territoires beaucoup plus vastes allant de la commune à la Région en passant par les quartiers urbains, la ville, la vallée... a été affirmée. Des exemples d'actions concrètes sur le territoire d'intervention de l'EPFGE, mais aussi sur celui de la CC Orne Moselle Confluences, qui accueille la station du GISFI, ont appuyé ces propos.

La nécessité de réfléchir et travailler sur un temps long (et pas seulement sur celui des mandats électoraux) a été soulignée. Il faut en effet tenir compte de la mise en attente de certaines friches, de la présence de pollutions anciennes et intégrer aux mises en valeur la mémoire industrielle des lieux traités.

Enfin la dernière idée forte, que tous les intervenants ont repris et qui a constitué une sorte de fil rouge du débat, est celle de l'inévitabilité de travailler en interdisciplinarité. Il s'agit ainsi, pour réussir le traitement des friches, de faire collaborer les spécialistes de disciplines différentes, en sciences comme en sciences humaines et sociales, auxquelles le GISFI s'ouvre depuis maintenant une dizaine d'années. La notion de territoire implique en effet d'aller chercher des compétences dans de très nombreux domaines, pour ne pas travailler ni dans des « silos » disciplinaires, ni dans des « silos » thématiques.

# Zoom sur des projets de recherche

## DESSERT

Partenaires du GISFI : LSE

**Partenaires** : Agrocampus Ouest-EPHor-BAGAP, AMU (Institut d'Urbanisme et d'Aménagement Régional) - UMR Telemme, SCE, Wagon Landscaping, D&L Enromat (Groupe Durand), Plante & Cité

**Financement** : ADEME MODEVAL-URBA

2021-2024



### DESimpermeabilisation des Sols, Services Ecosystémiques et Résilience de Territoires

L'imperméabilisation ou scellement des sols est l'une des premières causes de dégradation des sols en Europe. Si les conséquences fortement négatives du scellement sur les propriétés bio-physico-chimiques et le fonctionnement des sols sont connues, très peu de travaux se sont pour l'instant attachés à évaluer le potentiel de refunctionalisation des sols, en particulier via leur désimpermeabilisation.

Le projet DESSERT a alors comme objectifs de (1) poser le cadre méthodologique de l'étude des sols imperméabilisés et des échelles de travail allant du profil de sol en passant par le quartier pour une réflexion à l'échelle de la ville ; (2) de définir la représentativité des sols étudiés eu égard à la très grande hétérogénéité spatiale des sols urbains ; (3) de proposer un référentiel commun d'indicateurs de fertilité physico-chimique et de toxicité des sols urbains imperméabilisés. Ces indicateurs seront obtenus à partir de sites choisis, afin d'éclairer en particulier les fonctions et les opportunités (pluri-fonctionnalité) en lien avec les services écosystémiques rendus par les sols urbains descellés ; (4) de démontrer la faisabilité de la réversibilité des sols scellés vers un état pluri-fonctionnel en fonction des usages envisagés. La renaturation doit en particulier être permise par la désimpermeabilisation d'espaces minéralisés. L'enjeu est alors de se fonder sur une écologie renforcée des paysages urbains en prenant en considération le développement de corridors écologiques et la recréation de continuités pédologiques, pouvant participer à rendre des services écosystémiques et à réguler des enjeux socioéconomiques.

Le caractère innovant du projet réside dans la collaboration étroite entre des équipes de recherche issues de trois champs disciplinaires (pédologie-agronomie, écologie et urbanisme), trois opérateurs de l'aménagement urbain (entreprises de travaux publics, d'aménagement, du paysage) et d'un centre technique agissant à l'interface des différents acteurs.

Le projet DESSERT est organisé en différentes tâches réparties sur quatre années de réalisation : un état de l'art réalisé à partir de travaux nationaux et internationaux concernant les sols urbains (état, fonction, services, lien avec l'aménagement) ; inventaire des modalités d'imperméabilisation et de désimpermeabilisation des sols pour proposer une typologie de systèmes sol-revêtement ; synthèse de retours d'expériences de chantiers de désimpermeabilisation des sols urbains et d'essais en conditions de laboratoire et de pilotes de terrain sur des systèmes sols désimpermeabilisés-plantes dans trois villes françaises. L'intérêt opérationnel du projet réside alors aussi dans la réalisation et la dissémination d'un guide d'aide à la conception de projets de désimpermeabilisation pour une prise en compte accrue de la ressource sol dans les projets d'aménagement ou de renouvellement urbain. Enfin, il est prévu une tâche de dissémination des résultats de la recherche qui prévoit un transfert de compétences, à la fois vers les acteurs socio-économiques actuellement en fonction et vers les futurs acteurs encore en formation initiale.



Crédit photo : Wagon Landscaping

Contact : [christophe.schwartz@univ-lorraine.fr](mailto:christophe.schwartz@univ-lorraine.fr)

## EVOL'U4

Partenaires du GISFI : LSE, LIEC

Partenaires : EPFGE, Communauté d'Agglomération du Val de Fensch

Financement : EPFGE, Communauté d'Agglomération du Val de Fensch

2016-2021

Symbole fort du patrimoine industriel de la vallée de la Fensch, le haut-fourneau U4 est le dernier des six hauts-fourneaux de l'usine d'Uckange. Témoin du formidable essor économique de toute la région dans les années 1960/1980, ce "monstre de fer" s'est éteint en 1991 pour revenir à la vie et s'ouvrir au public en 2007, après des années de travaux. Il est l'un des rares témoignages de la sidérurgie du XX<sup>ème</sup> siècle aujourd'hui conservé en France. Classé à l'inventaire supplémentaire des Monuments Historiques par le ministère de la Culture, le Parc du haut-fourneau U4 s'étend sur une surface de douze hectares d'anciennes friches industrielles et permet une lecture simple et précise du processus de production de la fonte.

Le parc du haut-fourneau U4 a franchi une nouvelle étape dans sa transformation pour devenir EVOL'U4. Ce projet est une vision innovante et originale de la reconquête de friches industrielles en mêlant les vocations, en utilisant les contraintes (pollutions, encombrement des sous-sols) comme concepts forts du projet de développement. En réhabilitant les bâtiments industriels de manière à accueillir de nouveaux usages et en recyclant le sol afin de valoriser ses terres polluées, ce site est exemplaire au niveau de la requalification des friches industrielles.

Ainsi, l'ensemble du projet s'inscrit dans une démarche de transversalité et de transformation : transformation de la matière par le haut-fourneau, transformation des bâtiments pour de nouveaux usages, transformation des sols par le biais de jardins, transformation d'une friche en nouveau lieu de vie.



Crédit photo : Parc U4/CAVF



Agence TER/Infra Service/Projectiles/  
Atelier d'Ecologie Urbaine

Le pôle Patrimoine, Sciences et Jardins, un des quatre pôles en développement sur le site, mettra en scène le patrimoine architectural et humain, le process industriel et les sciences de l'environnement et de l'économie circulaire. Aménagé autour du haut-fourneau U4, un parc proposera au public les jardins de transformation, à vocation de vulgarisation scientifique, mettant en scène des valorisations de sols pollués, des parcelles en friche supports de végétations spontanées et des jardins accueillant des interventions paysagères et artistiques. L'objectif, à moyen terme, est d'en faire un site pilote sur l'observation des milieux et le traitement des sols pollués par le biais d'une scénographie axée prioritairement sur la pédagogie.

Les modes de traitement ont été sélectionnés afin de mettre en avant l'utilisation des phytotechnologies. Ces dernières s'appuient principalement sur les propriétés de certaines plantes ayant la capacité d'extraire ou de dégrader les polluants, permettant de réhabiliter durablement les sols dégradés. Le projet scientifique des jardins de transformation consiste en la création de « parcelles expérimentales » mises à disposition des chercheurs de l'Université de Lorraine/GISFI afin de tester sur un site réel, des modalités innovantes de traitement des sols pollués. Ces modalités sont regroupées au travers de services écosystémiques rendus par le sol : Observation écosystème, Restauration des fonctions, Production de biomasse et Récupération de métaux.

Le parc de la transformation deviendra ainsi un site pilote pour la mise en place de procédés novateurs et reproductibles de requalification de friches, mettant en avant les principes de l'économie circulaire.



Contact : [sonia.henry@univ-lorraine.fr](mailto:sonia.henry@univ-lorraine.fr)

## REGENERATIS

Partenaires du GISFI : BRGM, EPFGE

**Partenaire :** SPAQUE (Belgique) ; CTP (Belgique) ; MPI (Royaume-Uni) ; Université de Liège (Belgique) ; OVAM (Belgique) ; Team2 (France) ; TH Köln (Allemagne) ; BAV (Allemagne) ; Cranfield University (Royaume-Uni) ; Astrasol (Belgique) ; Duferco (Belgique) ; Junia (France)

**Financement :** Interreg NWE (North West Europe)

2019-2023



### REGENERATION des anciens Sites et gisements métallurgiques par la circularité innovante des matières premières

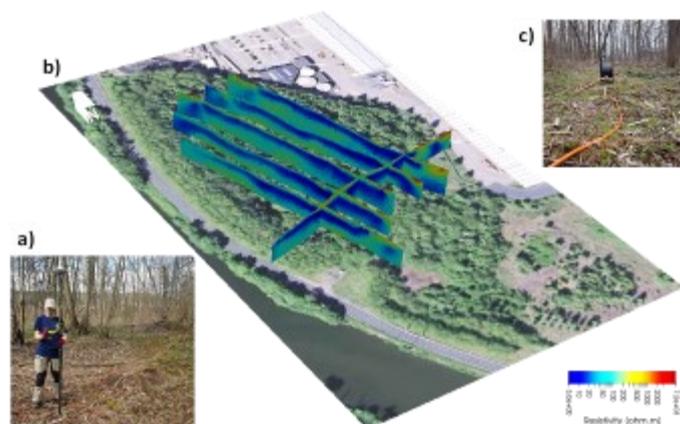
Le projet NWE-REGENERATIS est un projet INTERREG de l'Europe du Nord-Ouest qui vise à fournir des outils facilitant la récupération des matériaux et métaux sur les anciens sites sidérurgiques, favorisant ainsi la diminution de leurs coûts de réhabilitation. En effet, les sites métallurgiques représentent une part non négligeable des sites potentiellement contaminés au sein de l'Union Européenne. Si les déchets récents provenant de ces sites sont maintenant valorisés, ce n'est pas le cas des anciens matériaux agrégés à haute teneur en métaux ferreux et autres métaux, scories blanches, noires, etc. qui sont considérés comme sources de pollution, coûteuse à gérer et/ou à éliminer. REGENERATIS transforme ce fait en opportunité, car de grands volumes de ressources (métaux, matériaux et terrains) provenant des anciens sites et dépôts métallurgiques peuvent être récupérés par des techniques d'urban mining. Le principal défi pour les parties prenantes est le risque environnemental et la rentabilité des processus de récupération. Ces risques sont d'autant plus importants qu'en Europe du Nord-Ouest, les inventaires des sites métallurgiques ne prennent pas en compte les données pertinentes sur le potentiel économique des matériaux en termes de quantité, de qualité et de valeur.

NWE-REGENERATIS combine : (1) une caractérisation géophysique innovante des sites avec (2) des processus de récupération des matériaux efficaces, (3) une structure d'inventaire harmonisée et (4) l'utilisation d'algorithmes d'intelligence artificielle (développement d'un outil open source 4D Smart appelé SMARTIX), pour la récupération des ressources de sites métallurgiques. *In fine*, son but est la conception et la mise en place d'un nouveau modèle économique, facile à mettre en application par les sociétés privées et publiques, permettant la réintégration de matières premières et de terrains dans l'économie régionale.

Le site de Pompey a été choisi comme un des trois sites pilotes du projet où les nouvelles méthodologies de

caractérisation et de valorisation des gisements sont testées. Il s'agit d'un ancien bassin de décantation, faisant partie de l'ancien site métallurgique de Pompey-Frouard-Custine. Le site est choisi pour deux raisons principales : (1) il abritait diverses activités de production d'alliages à base de fer (notamment du ferromanganèse) ; (2) il a été réhabilité en surface, et une documentation historique et des investigations, gérées par l'EPFGE, sont réalisées dans le respect de la législation française et des valeurs seuils. Le site pilote permet de tester la méthodologie géophysique développée sur un site déjà réhabilité en surface.

Parmi ces méthodologies, des méthodes géophysiques non invasives sont testées pour caractériser les anciens dépôts en termes de volume, de type et de granulométrie des particules métalliques récupérables. Les données géophysiques *in situ* sont interprétées conjointement en regard d'expérimentations en laboratoire et d'études historiques systématiques. Les premiers résultats sur le site de Pompey (Figure 2) montrent un potentiel intéressant pour estimer : (1) la profondeur des interfaces entre les dépôts anthropiques et l'encaissant géologique ; ainsi que (2) les contrastes géophysiques au sein de la couche de dépôts qui pourraient être liés aux changements de type et de concentration des particules métalliques. L'étape suivante consiste à tester l'interprétation conjointe des différentes données géophysiques acquises ainsi que l'intégration de modèles pétrophysiques pour aboutir à une interprétation plus quantitative des paramètres d'intérêt (volume et homogénéité des dépôts).



a) Equipement de mesure géophysique : câbles connectés aux capteurs sismiques et électriques posés au sol et système de mesure GPS ; b) Tomographies de résistivité électrique réalisées sur le site de Pompey ; et c) Câble de mesure électrique connecté à une électrode (au premier plan).

Contact : p.kessouri@brgm.fr

<https://www.brgm.fr/en/current-project/regeneratis-regeneration-rehabilitation-post-metallurgical-sites-recovering>

<https://www.nweurope.eu/projects/project-search/nwe-regeneratis-regeneration-of-past-metallurgical-sites-and-deposits-through-innovative-circularity-for-raw-materials/>

## DeepSurf BATNAP

Partenaires du GISFI : LIEC, GeoRessources, BRGM

Financement : LUE DEEPSURF

2020–2022



# IMPACT DEEPSURF

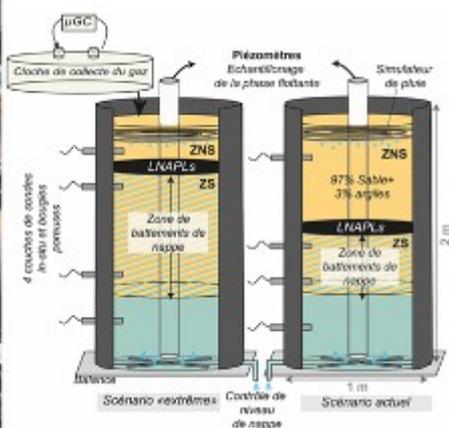
### Impact des battements de nappe phréatique liées au changement climatique sur la remobilisation des hydrocarbures pétroliers.

Dans le cadre du Post-Doc d'Amélie Cavelan, le projet vise à déterminer l'impact qu'une intensification des variations du niveau des nappes phréatiques induite par les changements climatiques pourrait avoir sur le comportement (transport, taux de relargage vers la nappe et l'atmosphère, durée de vie) des contaminants pétroliers légers (ex : diesel, fuel). Ces contaminants appelés LNAPLs (Light NonAqueous Phase Liquids) représentent environ 40% des sources de contamination des sols et des eaux souterraines dans le monde. Après leur rejet accidentel et leur infiltration dans la zone non saturée, la faible densité de ces LNAPLs leur permet de s'accumuler au toit de la nappe sous la forme d'une lentille mobile. La remobilisation progressive de cette phase pure peut alors générer des émissions de COV en surface et la formation d'un panache dissout dans la nappe phréatique, altérant la qualité de l'eau pour des décennies. De précédentes recherches ont montré que la présence de variations saisonnières (ou induites par pompage) du niveau de la nappe peut engendrer une dispersion verticale importante de ces contaminants au niveau de la frange capillaire, favorisant leur propagation dans l'eau et l'atmosphère. Cependant l'effet de l'intensité des battements sur le comportement des LNAPLs reste mal compris. Le GIEC prédit pourtant une intensification des variations piézométriques durant le prochain siècle en raison d'un

changement dans le régime des précipitations (événements climatiques extrêmes) et l'utilisation croissante de la ressource en eau. Dans ce contexte, il est donc primordial de comprendre comment l'intensité des battements de nappe affecte les processus de remobilisation des LNAPLs et les risques qui en découlent.

Dans ce but, le projet s'appuie sur un dispositif expérimental mis en place sur la station du GISFI en 2020. Ce dispositif se compose de deux colonnes lysimétriques remplies (2 m<sup>3</sup>) d'un mélange de sable et d'argiles qui sera prochainement contaminé par du gasoil. Ces colonnes instrumentées couplent des mesures géophysiques indirectes (mesures de la conductivité et de la permittivité électrique), physico-chimiques *in situ* (pH, Eh, température) et géochimiques (phase dissoute et gaz) dont la complémentarité doit permettre d'évaluer et de comparer l'étalement, la nature et la quantité des rejets de LNAPLs vers l'eau et l'atmosphère au cours de deux scénarios de précipitations et de fluctuations du niveau piézométrique. L'un des scénarios se base sur les chroniques climatiques régionales (climat actuel) tandis que l'autre se base sur les prévisions les plus extrêmes du GIEC (amplitude de battement plus grand, événements de précipitations extrêmes). Les hydrocarbures mobilisés seront collectés avant et après chaque variation du niveau de la nappe via des bougies poreuses à trois profondeurs différentes et régulièrement analysés au laboratoire (DOC, TPH, distribution moléculaire par GC-MS). La composition et les flux de gaz émis en surface (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, COV, hydrocarbures) seront collectés et analysés directement sur les lysimètres par un  $\mu$ GC avant, pendant et après chaque variation du niveau piézométrique.

Cette étude devrait être complétée par deux projets (Gesipol Ademe BatMobil accepté et ANR BatNat en cours d'évaluation) pour permettre de combiner nos approches à différentes échelles (colonnes décimétriques de laboratoire, lysimètres de 2 m<sup>3</sup> et observations *in situ* en ciblant des aquifères de différente complexité géologique) et en prenant en compte les effets liés à la biodégradation pour l'instant écartés dans ce dispositif (ajout d'azoture de sodium). La complémentarité des différentes méthodes de monitoring du LNAPL seront comparées. Des simulations numériques de l'écoulement et du transport du LNAPL seront également réalisées (HYDRUS, COMSOL) afin d'identifier les mécanismes de remobilisation des contaminants. A terme, ce projet devrait donc permettre non seulement d'avoir une meilleure visibilité sur le comportement actuel et futur des sites contaminés au LNAPL mais aussi d'améliorer les techniques utilisées pour leur suivi.



Présentation du dispositif expérimental mis en place dans le cadre du projet BATNAP

Contact : pierre.faure@univ-lorraine.fr  
amelie.cavelan@univ-lorraine.fr

## SIGMABIO

Partenaires du GISFI : LIEC, LCPME

Partenaires : Institut Jean Lamour (IJL)

Financement : LUE ; Mirabelle+

2019-2021



### Oscillation de la signature magnétique du sol : un proxy pour estimer la biodisponibilité des métaux

L'application environnementale des mesures magnétiques possède un potentiel intéressant pour servir de méthode de prospection et de surveillance de la pollution des sols par d'éléments potentiellement toxiques (EPTs) (e.g. Pb, Cu et Zn) dû à la rapidité de sa mise en œuvre et sa grande sensibilité. Les activités anthropiques conduisent à la dissémination EPTs dans l'environnement.

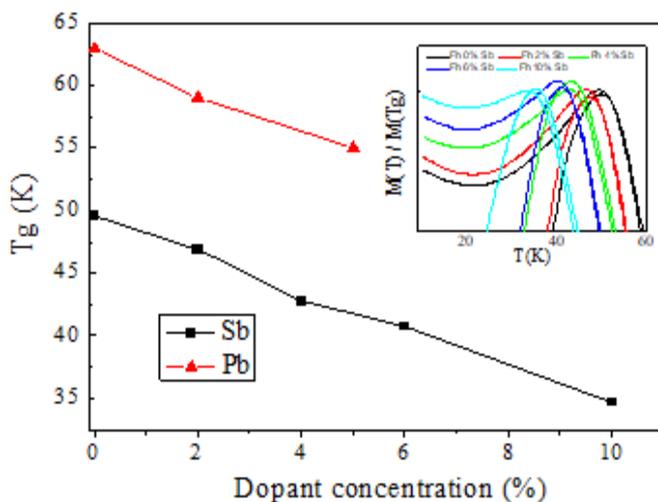
Lors de réactions de combustion, l'oxydation d'un matériau contenant une quantité relativement importante de fer et de EPTs conduit à la formation de particules magnétiques qui vont être dispersées dans l'environnement. Ce lien entre EPTs et particules magnétiques explique la relation significative entre l'augmentation de la susceptibilité magnétique des sols et la pollution aux EPTs autour des sites industriels. Toutefois, la relation entre l'oscillation de la signature magnétique, résultant du cycle biogéochimique du fer (i.e. réduction / oxydation) dans les sols et la biodisponibilité des EPTs adsorbés ou co-précipités sur les minéraux ferrifères n'est pas encore clairement établie, limitant ainsi notre capacité à lier avec précision la signature magnétique à la mobilité et la biodisponibilité des EPTs.

Basé sur une méthodologie innovante couplant des mesures physiques, chimiques et biologiques, le projet SIGMABIO vise à contraindre des paramètres magnétiques pertinents pour estimer la biodisponibilité des polluants métalliques. Pour valider notre approche, les essais ont été menés sur des systèmes modèles géo-microbiens (i.e. oxyde de fer - EPT - bactéries - milieu). Dans un premier temps, des ferrihydrites (Fh) dopées par différents EPTs (e.g. Pb, Sb) avec des pourcentages variables ont été synthétisées afin de comprendre l'impact de la substitution sur leurs minéralogies et sur leurs signatures magnétiques. Étant donné le faible pourcentage de dopant (2 à 10%) utilisé et la mauvaise cristallinité des Fhs en général, les analyses par diffractions des rayons X n'ont pas permis de déterminer clairement l'impact des dopants sur la structure de la Fh. De même, les tailles des particules

mesurées par MET et les surfaces spécifiques déterminées par BET n'ont pas été concluantes. Par contre, les analyses par spectroscopie Mössbauer et par magnétométrie montrent clairement une diminution de la susceptibilité magnétique en fonction de la nature et du pourcentage du dopant (cf. figure).

Le deuxième volet de l'étude concernait l'impact de la bio-réduction des Fhs dopées, *Shewanella putrefaciens* MR-1 sur les signatures magnétiques et la mobilité des EPTs. Cette bactérie est capable de coupler l'oxydation d'une source de carbone à la réduction du Fe(III) solide en conditions anoxiques. Les résultats obtenus soulignent que la présence des EPTs affectent aussi bien les vitesses et les taux de bio-réductions. Les signatures magnétiques des minéraux bio-générés (i.e. magnétite - goethite) sont en accord avec les tendances observées sur les mesures des Fhs dopées initiales. Au cours et après la bio-réduction, les EPTs restent essentiellement associés aux phases solides bio-générées et des quantités négligeables (< 1%) sont mobilisées dans la phase aqueuse.

Ces premiers résultats démontrent la pertinence des signatures magnétiques pour détecter la présence d'EPTs dans des systèmes modèles. Même si la bio-réduction modifie les signatures magnétiques initiales, les tendances observées restent toutefois les mêmes. Pour éprouver et déterminer la robustesse de cette méthodologie, la prochaine étape se focalisera à étudier l'évolution des signatures magnétiques dans des sols contaminés.



Évolution de la température de transition vitreuse (T<sub>g</sub>) en fonction du pourcentage des dopants (Sb et Pb). Insert : Aimantation normalisée par rapport à la température de transition vitreuse en fonction de la température.

Contact : [asfaw.zegeye@univ-lorraine.fr](mailto:asfaw.zegeye@univ-lorraine.fr)

## Urban Natural Swimming (UNS)

**Partenaires du GISFI :** Loterr, LIEC, LCPME

**Partenaires :** LCP-A2MC, 2L2S, association Metz Ville d'eau

**Financement :** Projet « Interdisciplinarité 2021 » de l'Université de Lorraine

**2016-2021**

**Étude préalable à la reconstitution de bains urbains en extérieur à Metz**

**Un projet « interdisciplinarité 2021 » en collaboration avec la Zone Atelier Moselle (ZAM) et l'Observatoire Homme Milieu (OHM) du Pays de Bitche**

L'espace urbain doit se réinventer, pour accompagner le changement climatique, et un changement progressif des manières d'agir, de penser, de vivre. Le projet de conversion d'un exutoire de canal en baignade urbaine à Metz offre des perspectives de revoir notre appréciation de la 'nature'. Le projet UNS propose de confronter une caractérisation géohistorique, chimique, écologique et écotoxicologique aux attentes des usagers potentiels, définies sur la base d'une étude qualitative en sociologie urbaine et en sociologie environnementale. Le projet UNS doit permettre de dresser un premier portrait de l'ensemble des dimensions à prendre en compte dans un projet de renaturation urbaine.

Cette action est inscrite dans le cadre des projets « interdisciplinarité 2021 » de l'Université de Lorraine. Elle regroupe, sous l'égide de l'association Metz Ville d'eau, quatre laboratoires de l'Université de Lorraine, en sciences et en sciences humaines et sociales :

- le Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (LIEC) qui travailleront sur les enjeux écologiques ;
- les Laboratoires de Chimie Physique et Microbiologie pour les Matériaux et l'Environnement (LCPME) et de Chimie et Physique : Approche Multi-échelle des Milieux Complexes (LCP-A2MC) qui évalueront les risques chimiques et écotoxiques ;
- le Laboratoire Lorrain de Sciences Sociales (2L2S) qui traiteront de la question des attentes des usagers ;
- le Laboratoire de recherche en géographie (Loterr) sur le contexte discursif et le contexte géohistorique.

**L'objet d'étude pour le Loterr :** Les canaux ont joué et jouent encore un rôle essentiel dans la morphologie et les paysages urbains. D'abord canaux d'alimentation détournés des rivières bordant la ville, ils ont servi à faire fonctionner des moulins aux productions très diverses. Ensuite, les villes, lieux d'échanges essentiels, accueillent les canaux de transport et y aménagent des ports de marchandises (Mathis et al., 2019) qui ont pu fixer, lors des révolutions industrielles, de nombreuses usines et annexes industrielles, comme à Nancy par exemple (Edelblutte, 2006 ; Mathis et al., 2019).

À Metz, le canal latéral à la Moselle aborde la ville par le Sud et longe les anciennes fortifications de la ville. C'est dans un bief de ce canal latéral à la Moselle, dit ici bief de Jouy, construit entre 1867 et 1877, que le projet de bain urbain prend place (cf. figure). À l'extrémité nord (aval) de ce bief de Jouy, long de 8,5km, le bassin envisagé pour les

bains est relié par une écluse à un bras de la Moselle. A l'amont, deux écluses séparent le bassin du canal de Jouy, encore navigué par quelques péniches d'habitation. Il est étendu au pied des anciens remparts de la citadelle de la ville (Mathis & Mathis, 2014), au contact du centre historique ; son insertion dans le paysage et le tissu urbain messin présente donc un enjeu essentiel pour la ville, en matière à la fois d'aménagement urbain et de renouveau urbain, d'environnement (trame verte et bleue), de tourisme. Les installations annuelles de plage urbaine estivale au niveau du plan d'eau, officielles (Rieucou, 2009,



Localisation du Bain des Remparts (©IGN)

Fagnoni, 2009) ou spontanées (En-Nejjari et al., 2020) font écho au projet de bain des remparts.

**Méthodologie et démarche :** Les chercheurs du Loterr apporteront une dimension contextuelle d'un point de vue territorial et, géohistorique autour de trois tâches :

- Étudier le contexte territorial du lieu du projet à plusieurs échelles : son insertion dans le tissu urbain messin, dans le quartier et son héritage militaire, au sein des usages du fond de vallée, des pratiques récréatives et ludo-touristiques de la métropole et du réseau hydrologique.
- Étudier le contexte géohistorique en reconstituant les tracés des canaux et les usages successifs du lieu, en particulier en étudiant l'impact de la mise en place du canal latéral à la Moselle, de son évolution et du déclin de ses usages.
- Enfin, une revue des usages actuels des anciens canaux, sera également effectuée. Des exemples comparatifs de réutilisation des anciens canaux déclassés pourront également être développés, ainsi qu'une réflexion sur la réappropriation ludo-touristique des fronts d'eau, l'engouement pour les plages urbaines à la fin des années 2000, et la renaissance récente des bains urbains (Sonnette, 2017, Wypychowski, 2018).

Le travail utilisera des méthodes éprouvées au Loterr, autour de l'analyse des cartes actuelles et anciennes, de photographies aériennes obliques (base d'image du Loterr), de visites et repérages de terrain, mais aussi de sources bibliographiques. Une mission drone sera être effectuée au-dessus du site et du canal de Jouy pour actualiser la base d'images.

Dans le cadre du GISFI, l'action UNS représente l'ouverture de la structure aux Sciences Humaines et Sociales, poussée par la nécessaire contextualisation géohistorique, socio-économique des friches, sols et lieux pollués qu'il étudie et traite depuis vingt ans.

**Contact :** [simon.edelblutte@univ-lorraine.fr](mailto:simon.edelblutte@univ-lorraine.fr)

# TITAM

Partenaires du GISFI : LIEC, LSE

Financement : Projet interdisciplinaire OTELO

2020-2021

## Diagnostic écologique pour les sols contaminés : utilisation des traits fonctionnels des bactéries et invertébrés

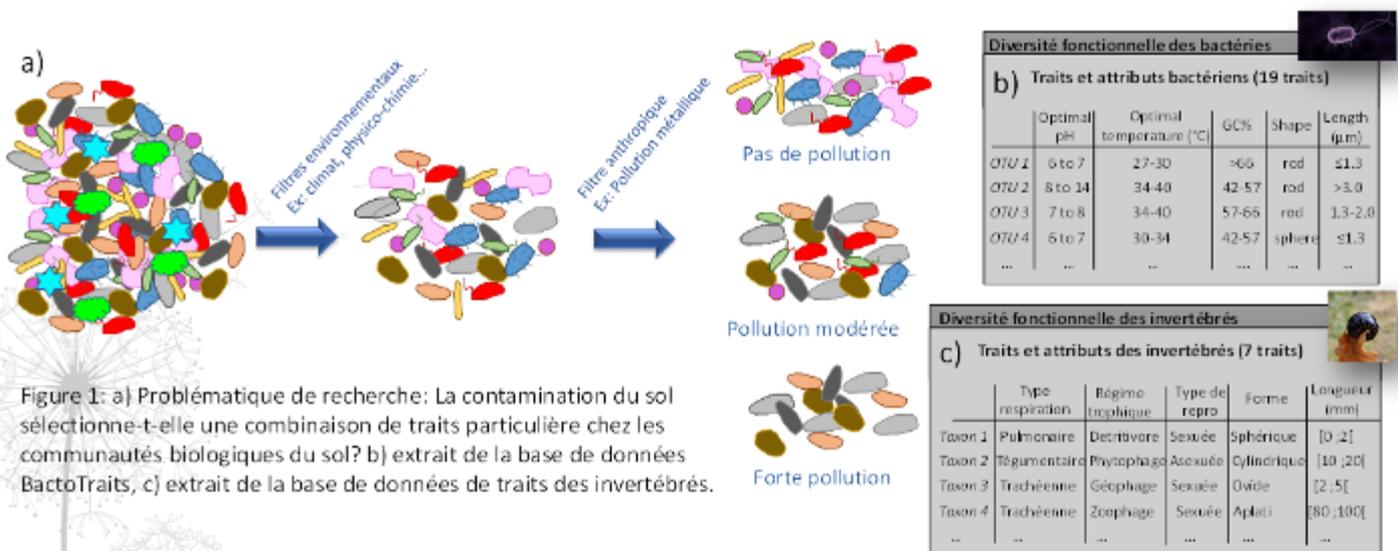
Afin d'évaluer les conséquences de la contamination du sol, il est nécessaire de développer des outils diagnostiques capables de témoigner du niveau d'impact d'une contamination sur les communautés biologiques impliquées dans le fonctionnement du sol. Il apparaît donc nécessaire de prendre en considération un maximum des taxons vivant dans le sol. La contamination des sols entraîne des modifications de la structure taxonomique des communautés mais pas nécessairement des fonctions qu'elles assurent (e.g. dégradation de la matière organique). Afin de faire les liens entre la diversité taxonomique et les fonctions écosystémiques, les approches basées sur les « traits fonctionnels » sont de plus en plus utilisées et pourraient servir au développement d'un outil diagnostique prenant en compte les traits bactériens et ceux des invertébrés. Différents projets nous ont permis de développer cette thématique de recherche (Fig.1a) en nous reposant sur divers sites contaminés du Grand-Est et notamment sur le site d'Homécourt et la station expérimentale du GISFI.

Le projet TITAM avait pour objectif de mettre en évidence des patrons de modifications de la structure fonctionnelle des communautés d'invertébrés par une contamination métallique du sol. Des données sur les communautés d'invertébrés acquises au cours de trois projets, ont été compilées. Ainsi, la base de données regroupe 89 listes faunistiques de 22 sites présentant des niveaux de contaminations contrastés et dont 38 paramètres communs ont été mesurés. A partir de cette base de données, sept traits fonctionnels ont été renseignés entre 79 et 100% pour les 38 taxons étudiés (Fig.1c).

L'analyse de ces premiers résultats : 1) met en évidence la nécessité, pour les études sur un grand nombre de sites, de standardiser les protocoles d'échantillonnage mais également les niveaux d'identification à atteindre pour chaque taxon et 2) valide l'utilisation de l'approche traits pour l'étude de la structure fonctionnelle des communautés d'invertébrés dans un contexte de contamination.

Par ailleurs, une base de données de traits fonctionnels bactériens « BactoTraits » (Fig.1b) a été développée dans le cadre du projet Traitmic financé par le pôle OTELO. Elle regroupe 19 traits fonctionnels (morphologiques, physiologiques et génomiques) de plus de 19 000 souches bactériennes. Grâce à cette base de données, les espèces bactériennes ont pu être classées en cinq groupes fonctionnels (mésophiles, tolérants ou sensibles aux stress, compétiteurs et colonisateurs) selon leur combinaison de traits et ce indépendamment de leur affiliation taxonomique. BactoTraits a permis de définir les combinaisons de traits favorisées dans les sites contaminés en métaux (zinc) et en HAP. La présence de zinc favorise les bactéries de forme filamenteuse, microaérophiles et ayant des optima de température supérieurs à 40°C. La présence de HAP favorise les bactéries de forme sphérique, anaérobies ou aérobies facultatives, non sporulantes, ayant des optima de pH supérieurs à 8.0 et de température inférieurs à 22°C.

Ces développements sont le point de départ du projet DiagnoTraits, financé par l'ADEME et démarrant fin 2021, dans lequel nous proposons de développer un outil diagnostique qui reposera sur des informations de diversité fonctionnelle et taxonomiques, acquises sur les communautés d'invertébrés et de bactéries, pour des sols présentant des niveaux de contamination métallique contrastés. Ces données de diversités seront utilisées comme variables prédictives de modèles basés sur des forêts aléatoires d'arbres conditionnels. Ces modèles permettant d'estimer une probabilité de niveau d'impact de la contamination métallique pour chaque site étudié.



## SOLAMET

Partenaires du GISFI : LSE, LRGP, Econick, Microhumus

Partenaires : DAUM

Financement : ADEME GRAINE

2019-2022

### Recyclage par agromine de métaux contenus dans des sites industriels contaminés

L'agromine est la mise en œuvre de cultures plantes accumulatrices ou hyperaccumulatrices pour l'extraction (phytoextraction) d'éléments d'intérêt industriel contenus dans une gamme large de ressources secondaires (sols, effluents, sédiments, sous-produits industriels) et leur récupération par les voies de la métallurgie. La récupération des éléments d'intérêt contenus dans la biomasse est assurée par des procédés écoresponsables qui permettent la fabrication de composés de haute pureté.

Le projet SOLAMET est destiné à élaborer un démonstrateur d'agromine de métaux contenus dans des sols contaminés afin de les recycler dans les procédés industriels actuels. Il cible des éléments à fort potentiel économique, comme le cobalt, et des éléments de plus faible intérêt économique mais préoccupants en raison de leur impact environnemental, comme le cadmium, le plomb et le zinc. Les métaux récupérés sont destinés à l'industrie du cristal d'art, utilisatrice d'une gamme d'éléments nécessaires à la coloration des objets, souvent de très haute valeur commerciale. Il s'agit donc d'une recherche industrielle avec création d'un démonstrateur.

Le site étudié, d'une surface de 1200 m<sup>2</sup>, est un crassier principalement utilisé comme site de décharge pour les déchets de l'industrie du verre d'art. Ces trente dernières années, le site s'est naturellement végétalisé et a été maintenu semi-ouvert par des pratiques de gestion foncière de base. Durant l'été 2019, il a fait l'objet d'un diagnostic afin (1) d'évaluer les propriétés agronomiques et les teneurs en polluants (totaux et disponibles) présents et (2) de réaliser des inventaires écologiques pour dresser un état des lieux initial de la biodiversité. Les résultats ont mis évidence une forte contamination en Pb et en Cd, ainsi qu'en Cu, Zn et As dans une moindre mesure, et, les teneurs en Cd, Cu, Pb et Zn extractibles laissent entrevoir un



Illustration de l'essai d'agromine en septembre 2021

potentiel de phytoextraction certain. L'étude de la biodiversité a montré une qualité biologique supérieure à celle attendue au regard de la contamination. En effet, le site est attractif pour l'entomofaune même si la richesse en espèces de la flore vasculaire est plutôt limitée, ce qui suggère une influence négative potentielle de la contamination.

Durant l'été 2020, il a été possible de déployer des premiers essais de démonstration sur une surface de 64 m<sup>2</sup>. Les parcelles mises en place ont permis de tester l'hyperaccumulateur *Noccaea caerulescens* en monoculture et en co-culture avec deux espèces de légumineuses *Trifolium incarnatum* et *Anthyllis vulneraria*. L'effet d'apport de terreau au sol a également été testé. Ces premiers essais ont mis en évidence un défaut de fertilité physique, chimique et biologique du sol pour le développement optimal des plantes sélectionnées pour l'agromine pouvant être levé par la co-culture hyperaccumulateur-légumineuse et l'apport de matières organiques.

A partir de l'ensemble de ces informations, la refonctionnalisation du sol du crassier s'est appuyée sur l'apport d'un amendement organique à hauteur de 35 t/ha sur 350 m<sup>2</sup>. Pour limiter l'impact de l'agromine sur la biodiversité de l'entomofaune, il a été décidé de mettre en place des systèmes culturaux pluri-espèces, de laisser la végétation spontanée sur le reste du site, et, de faucher en période hivernal. L'optimisation des systèmes culturaux est traitée spécifiquement dans la thèse CIFRE de Julien Jacquet entre le LSE et Econick. En mai 2021, plusieurs parcelles, visant à évaluer la co-culture des hyperaccumulateurs *N. caerulescens* et *Sedum plumbizincicola* avec *A. vulneraria* ont été mis en place. L'essai se poursuivra sur 2022 avec la récupération des composés d'intérêt, l'utilisation des métaux pour la production de cristal et l'analyse technico-économique, réglementaire et environnementale de l'agromine.



*Noccaea caerulescens* et *Sedum plumbizincicola* (en fleurs) en co-culture

Contact : [catherine.sirguy@univ-lorraine.fr](mailto:catherine.sirguy@univ-lorraine.fr)

## TANIA

**Coordinateur :** ASEV (Italie) (Agence de développement privé)

**Partenaires :** Gouvernement Régional de Toscane (Italie) ; Conseil Régional de Päijät-Häme (Finlande) ; Université d'Helsinki (Finlande) ; Conseil Régional Grand-Est (France) ; Gouvernement de la Région de Baranya (Hongrie) ; Région de Crète (Grèce)

**Financement :** Interreg C

2021–2022



### Treating contamination through Nanoremediation— Activités additionnelles

#### Rappel du projet TANIA

TANIA regroupe des établissements institutionnels locaux (cinq Régions d'Europe), des acteurs de la recherche et de l'innovation des domaines de l'environnement, de la remédiation dans le but d'améliorer les instruments politiques de l'Europe (notamment les Universités de Lorraine et d'Helsinki). Des plans d'action établis dans chaque région partenaire proposent des modèles de gouvernance, définissent des critères d'évaluation et des mesures pour soutenir le développement de nouvelles technologies et répondre aux problèmes environnementaux et économiques dans la gestion des sites contaminés.

TANIA a également pour objectif de favoriser à long terme le développement durable et la compétitivité des entreprises à l'échelle régionale.

Les premiers retours de l'Europe sur le projet TANIA sont extrêmement favorables tant sur les rendus que l'atteinte des objectifs prévus par l'ensemble des partenaires.



Réunion de début de projet TANIA activités additionnelles,  
Florence 6 octobre 2021

En région Grand-Est (France), TANIA a permis la mise en place de l'appel à projets pour l'utilisation de technologies innovantes pour la dépollution des friches industrielles avec l'ADEME et l'Agence de l'eau Rhin-Meuse (AAP « Dépollutions exemplaires »). TANIA a également influencé la gestion du programme FEDER en incluant une référence à la remédiation innovante. Par ailleurs, la station expérimentale GISFI a été présentée comme une vitrine exemplaire pour répondre à des enjeux environnementaux cruciaux, notamment en lien avec le changement climatique et a inspiré les Italiens pour la mise en place de leur propre laboratoire pilote.

Une proposition a été faite par le consortium TANIA en réponse à l'appel à projets de l'Europe pour financer des activités supplémentaires aux projets déjà approuvés sur des thèmes liés à la crise COVID-19. Soumise en avril 2021, la proposition a été acceptée en juillet 2021. Elle permet de poursuivre le projet pour une durée d'un an avec les trois objectifs suivants :

- Reprise et Green Deal : comment les politiques publiques ont évolué, ou non, dans les régions de TANIA pour soutenir l'innovation et la remédiation environnementale ; comment elles peuvent dans la période de reprise intervenir dans ce sens. Le travail portera notamment sur l'analyse des politiques de R&D pour l'environnement, en lien avec les fonds de relance, le Green Deal et les nouveaux schémas de financement 2021-2027 ;
- TANIA et numérique : comment les politiques publiques peuvent offrir des opportunités de liens numériques interrégionaux entre les laboratoires pour appréhender une possible urgence sanitaire ;
- TANIA et COVID-19 : proposer une cartographie des questions posées par la Société sur la pandémie actuelle au regard des interactions entre les sols, les virus et l'homme, et les conséquences de la gestion des sols en milieu urbain. Le travail doit permettre de faire le lien entre décisions politiques et connaissances scientifiques sur le devenir du virus et l'impact du traitement des sols pollués.

Ces activités additionnelles doivent permettre l'ouverture vers de nouvelles coopérations pour la nouvelle période de programmation 2021-2027. Les sujets proposés sont suffisamment larges pour inclure toutes les problématiques abordées par TANIA. Tous les partenaires doivent se sentir libres de façonner et d'aborder des activités supplémentaires en fonction de leurs propres intérêts et stratégies pour intégrer l'innovation dans la gestion environnementale.

Pour la partie TANIA et COVID, c'est l'UL-GISFI qui coordonnera cette partie. Jean-Louis Morel est missionné pour piloter la partie scientifique et bibliographique.

Contact : [noele.enjelvin@univ-lorraine.fr](mailto:noele.enjelvin@univ-lorraine.fr)  
<https://www.interregeurope.eu/tania/>

## DeepSurf NETFIB et PPMI

Partenaires du GISFI : LIEC, LSE

Financement : DeepSurf LUE ; ERA-NET Suscrop FACCEJPI

2019-2022



IMPACT  
**DEEPSURF**



**SusCrop – ERA-NET**  
Cofund on Sustainable Crop Production

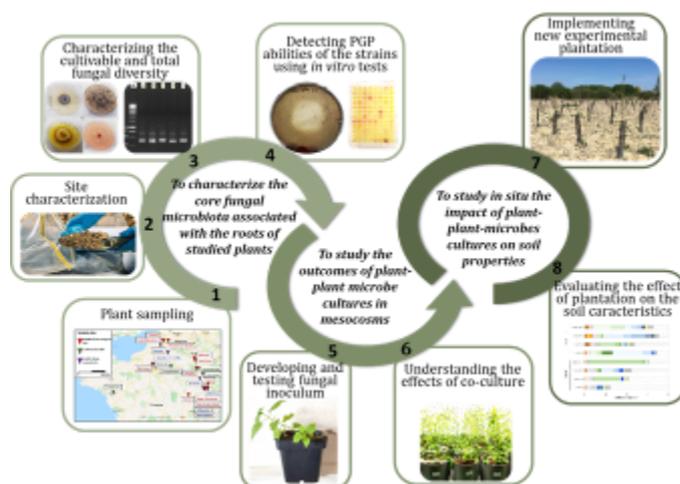
FACCEJPI

### Comprendre et optimiser les interactions plantes-champignons au sein d'un système agro-forestier pour améliorer le phytomanagement des sites marginaux (projets NETFIB et PPMI)

Les éléments traces métalliques (ETMs) entraînent des dégradations des sols générant des atteintes à leurs fonctions écologiques. Basé sur l'utilisation d'espèces végétales, le phytomanagement permet de réhabiliter et revaloriser ces sites contaminés. Le succès des projets de phytomanagement est dépendant de la capacité des plantes phyto-rémediantes à coloniser des environnements peu favorables à leur développement et à produire suffisamment de biomasse pour stabiliser ou extraire efficacement les ETMs. Ces capacités sont en partie liées à leur potentiel à établir des relations bénéfiques avec les microorganismes telluriques et racinaires. La sélection de combinaisons végétales pertinentes et leur inoculation avec des microorganismes favorables à la croissance des plantes, tels que les endophytes fongiques, sont aujourd'hui reconnus comme étant des leviers favorables au développement et aux performances des plantes phyto-rémediantes.

Le projet européen NETFIB (SusCrop ERA-NET) dont le LIEC est partenaire et le projet PPMI (IMPACT LUE Deepsurf) co-porté par le LIEC et le LSE portent sur l'optimisation de deux stratégies de phytomanagement reposant sur des associations végétales i) l'association *Urtica dioïca* – *Populus spp.*, dans un contexte de production de fibre végétale valorisable et ii) l'association *Noccaea caerulea* – *Salix aquatica-grandis*, dans un contexte de phytoextraction du Cd et du Zn. L'objectif principal de ces projets est d'étudier la pertinence des associations végétales proposées, de caractériser taxonomiquement et fonctionnellement le microbiome fongique associé aux plantes sélectionnées et de tester l'effet d'endophytes fongiques sur leurs performances dans un contexte de phytomanagement de sites anthropisés.

Basés sur des expérimentations en mésocosme, nos résultats confirment la pertinence des deux associations végétales étudiées. La co-culture *S. aquatica-grandis* et *N. caerulea* a notamment amélioré la production de biomasse ainsi que le potentiel de phytoextraction du Zn



de *N. caerulea*, tandis que le développement de *S. aquatica-grandis* n'a pas été influencé.

Les observations microscopiques réalisées sur diverses populations d'*U. dioïca* et de *N. caerulea* issues de différents sites peu anthropisés ou contaminés ont révélé que les endophytes fongiques colonisent activement leurs racines. Parmi le large panel de souches isolées, des tests *in vitro* ont révélé des propriétés de promotion de croissance des plantes chez certaines souches (e.g., solubilisation du phosphate, production d'auxine et de sidérophores).

D'autres études en mésocosme ont été réalisées afin d'évaluer l'effet d'endophytes fongiques sur *U. dioïca* et *N. caerulea*. Pour les deux plantes, nous avons identifié des souches fongiques ayant des effets positifs sur leurs performances respectives. Des souches non indigènes et indigènes ont amélioré de manière significative les quantités de Cd et Zn extraites par *N. caerulea* à partir de sols contaminés. Cette amélioration de la phytoextraction induite par les endophytes semble être liée à une meilleure nutrition minérale des plantes (Yung et al. 2021a, 2021b). Concernant *U. dioïca*, certains endophytes fongiques préalablement isolés de cette plante hôte ont eu un effet positif sur l'activité des microorganismes du sol, sur la nutrition azotée et phosphorée de la plante ainsi que sur son développement et sa croissance aérienne. Nos travaux portent actuellement sur l'effet des inocula sur la structure des communautés fongiques rhizosphériques.

Contact : damien.blaudez@univ-lorraine.fr

# Zoom sur un projet GISFItech

## Démonstrateur des eaux pluviales sur le site de Micheville

L'Etablissement Public d'Aménagement (EPA) Alzette-Belval a pour mission de mettre en œuvre l'aménagement du territoire d'Alzette-Belval dans le périmètre d'une Opération d'Intérêt National (OIN). Ce territoire, qui a un historique industriel majeur, présente de nombreuses contraintes notamment la pollution des sols et le risque de transfert vers la végétation, la qualité hétérogène des remblais et les infiltrations d'eaux.

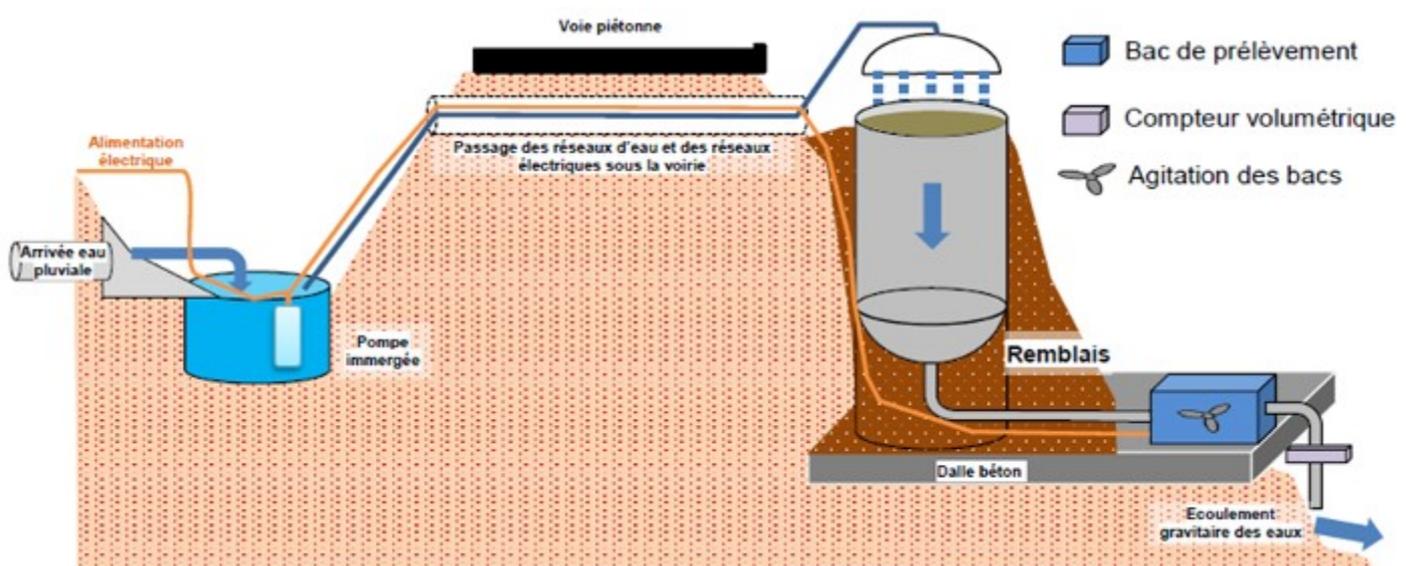
L'EPA souhaite mettre en œuvre sur ces sites, des projets exemplaires et recherche des dispositifs de gestion des eaux de pluie multifonctionnels, capables d'assurer l'infiltration des eaux dépourvues de contamination, tout en répondant à la demande d'aménité paysagère pour les riverains et susceptibles de constituer des biotopes de qualité pour la microfaune et la flore locales.

En réponse à un appel à projet de l'EPA pour la réalisation d'un démonstrateur d'infiltration des eaux pluviales sur le site de Micheville, un consortium s'est créé, constitué du GISFI (via PROGEPI-GISFItech), du BRGM et de LUXCONTROL qui a le rôle de coordinateur. Sur ce site, les eaux de ruissellement sont actuellement évacuées par infiltration et/ou ruissellement jusqu'à l'Alzette. L'EPA Alzette-Belval s'est engagé dans une démarche d'expérimentation sur un bassin démonstrateur afin d'acquérir une véritable expérience sur le sujet de l'infiltration des eaux superficielles sur sites et sols pollués. Dans un contexte de site dégradé, l'utilisation d'un bassin d'infiltration présente une faiblesse puisque les eaux partiellement épurées sont susceptibles de se recontaminer au contact du sol présentant un résiduel de pollution. L'EPA propose la réalisation d'expérimentations avec plantes et substrats adaptés permettant de limiter la lixiviation des polluants.

Le projet s'organise sous la forme de cinq missions sur plusieurs années, avec un démarrage en 2021. La première année avait pour objectif de définir le protocole et les adaptations liées à l'expérimentation par la réalisation de trois sous-tâches :

1. **Etude bibliographique** réalisée par les chercheurs du GISFI (Pierre Faure-Catteloin et Sonia Henry) et un ingénieur projets de PROGEPI-GISFItech. Il s'agissait de faire un état des lieux sur les recherches déjà effectuées, notamment en termes de publications scientifiques. Cela portait sur les différents polluants présents dans les friches industrielles, les transferts possibles des polluants présents dans le sol vers les plantes ou vers les eaux souterraines, l'écotoxicité des sols pollués et les perturbateurs endocriniens sur les sols et les eaux.
2. **Etat des lieux du site** avant le démarrage de l'expérimentation par la réalisation d'un plan de site d'intérêt et d'un inventaire floristique. Ce travail a été effectué par le BRGM.
3. **Définition du protocole de l'expérimentation** qui sera réalisée sur le site. Cette tâche a été réalisée par l'ensemble du consortium en s'appuyant, au niveau du GISFI, sur l'expertise de Pierre Faure-Catteloin, Sonia Henry et Noële Enjelvin. Il est prévu la réalisation d'expérimentations avec plantes et substrats adaptés permettant d'étudier la lixiviation des contaminants (phytofixation / phytotransformation / piégeage pérenne dans les fractions minérales du sol). Après une phase de caractérisation des substrats retenus par l'EPA au laboratoire (trois matériaux caractérisés), trois lysimètres d'environ 2 m<sup>3</sup> de capacité, mis à disposition par l'EPA sur le site de Micheville, seront équipés de manière à permettre le prélèvement des eaux libres en entrée et en sortie. Un schéma de principe avec l'utilisation de lysimètres enterrés et présentés sur la figure ci-dessous.

Les prochains travaux du GISFI dans ce projet sont prévus dans la 3ème mission relative à l'expérimentation et à son suivi.



Configuration retenue lysimètres enterrés

Contact : jade.diemunsch@ul-propuls.fr

## La formation au sein des partenaires universitaires du GISFI



Le groupe de M1 GAED parcours TRAM en 2020 devant l'usine sidérurgique de Hayange, en partie fermée en 2011

### Master Gestion de l'Environnement (GESTE) - Parcours Sites & Sols Pollués (SSP) - UFR SciFA

Le parcours « Sites et Sols Pollués » du Master « GESTE » de l'Université de Lorraine comble un manque national en matière de formation de niveau bac+5 dédiée aux SSP. Il vise l'acquisition de compétences requises pour mener les prestations spécifiques de ce secteur. Depuis sa création en 2016, le cursus bénéficie d'un partenariat avec le BRGM et du soutien des professionnels et des acteurs institutionnels.

En 2020-21, malgré les contraintes liées au COVID, le programme a été respecté. Sur un effectif de six étudiants, tous disposant d'un contrat d'apprentissage, quatre ont été embauchés dès la fin de la formation.

### Master Sciences de la Terre, Planète, Environnement (STPE) - Spécialité Sols, Eaux et Environnement (SEE)

L'objectif de la spécialité SEE est de former des cadres polyvalents dans le domaine de l'environnement. Les étudiants de Master acquièrent des connaissances et des compétences dans les divers domaines relevant de l'environnement : géologie, hydrologie, pédologie, écologie, microbiologie, droit et économie de l'environnement, techniques d'analyses... A l'issue de la formation, ils sont capables de poser un diagnostic, d'évaluer les risques susceptibles de menacer les écosystèmes, et de réaliser ou proposer une gestion adaptée.

### Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Agroalimentaires (ENSAIA) - Science et Génie de l'Environnement (SGE)

La spécialisation Science et Génie de l'Environnement (SGE) de l'ENSAIA est dédiée à des élèves-ingénieurs de dernière années (Master 2) et vise à les former au diagnostic, à la gestion et à la réhabilitation des écosystèmes au sein d'un gradient d'anthropisation. L'un des modules de la formation est dédiée au diagnostic et à la gestion des pollutions. Celui-ci s'appuie sur des enseignements autour des outils et de la démarche réglementaire, mais également de travaux pratiques d'application sur des sites d'études. Une des originalités de l'approche pédagogique mise en œuvre est une approche très transversale des sites pollués englobant notamment le compartiment biologique (i.e. faune, micro-organismes, végétation).

### Master Géographie, Aménagement, Environnement et Développement (GAED) - Parcours Transition, Reconversion et AMénagement (TRAM)

Le master GAED est un master qui forme des étudiants principalement issus de licence de Géographie, mais aussi de formations d'architecture, d'urbanisme ou d'histoire, aux métiers de l'aménagement du territoire. Le parcours TRAM insiste sur les problématiques de la transition énergétique, agricole, urbaine, industrielle... en particulier en lien avec les thématiques, très présentes dans l'ancienne région Lorraine, de reconversion industrielle et de redéveloppement territorial.

### Ecole Nationale Supérieure de Géologie (ENSG) - Gestion des Ressources en Eau et Environnement (GR2E)

L'objectif de l'option de troisième année ENSG (Master 2), Gestion des Ressources en Eau et Environnement (GR2E) et du parcours de master associé (GRSE-STPE) est de former des ingénieurs hydrogéologues et en sites et sols pollués, capable d'analyser, comprendre et évaluer les impacts sur les ressources hydriques et les moyens de préserver et de restaurer la qualité des eaux souterraines. Les compétences visées portent plus particulièrement sur le fonctionnement des formations aquifères, le devenir des polluants dans les eaux souterraines sans pour autant négliger d'autres domaines d'activités comme la gestion des bassins versants ou encore la géothermie.

### Master AETPF - Interactions Plante Environnement (IPE) et Gestion Conservatoire et Restauration des Ecosystèmes (GCRE)

Le Master AETPF est une formation qui ambitionne de former les futurs cadres et les chercheurs des organismes publics et des entreprises relevant des grands domaines de la biologie appliquée aux sciences agronomiques, forestières ainsi qu'au domaine du génie écologique.

Dans le cadre des activités du GISFI, les deux parcours suivants sont concernés :

Interactions Plante Environnement (IPE), un parcours qui vise à analyser les mécanismes de réponses des plantes à des facteurs environnementaux afin de diagnostiquer l'état nutritionnel et sanitaire d'une formation végétale, de la protéger et/ou d'améliorer sa production.

Gestion Conservatoire et Restauration des Ecosystèmes (GCRE), un parcours qui vise à diagnostiquer l'état d'un habitat afin de mettre en œuvre des actions de restauration de cet habitat.



Sortie terrain du Master SSP

## Bilan de l'année 2021

Le bilan est réalisé depuis novembre 2020 jusqu'à novembre 2021:

- Trente articles publiés dans des revues internationales avec comité de lecture ;
- Un ouvrage et six chapitres d'ouvrage;
- Deux thèses soutenues et quatorze en cours ;
- Deux Habilitation à diriger des Recherches.

Ci-dessous une sélection de publications écrites sur la période, celles qui apparaissent en gras sont communes aux différents laboratoires du GISFI.

### Sélection de publications écrites

- ALLORY V., SÉRÉ G., OUVRARD S. A (2021) meta-analysis of carbon content and stocks in Technosols and identification of the main governing factors. *European Journal of Soil Science* n/a. hal-03385690 l
- BEDELL, R., HASSAN, A., TINET, A.-J., ARRIETA-ESCOBAR, J., DERRIEN D., DIGNAC, M.-F., BOLY, V., OUVRARD, S., PEARCE, J. (2021) Open-Source Script for Design and 3D Printing of Porous Structures for Soil Science. *Technologies, MDPI*, 9 (3), pp.67 : hal-03344448, v1**
- BIACHE, C. (2021) Traitements des sols contaminés par des composés aromatiques polycycliques : Impact de traitements par oxydations chimiques de sols contaminés aux composés aromatiques polycycliques sur la chimie, le transfert et l'écotoxicité de la pollution. Les cahiers de la Recherche. Santé, Environnement, Travail, ANSES, 2021, Les contaminants chimiques seuls ou en mélange. anses-03209588v1
- BIACHE, C., LORGEUX, C., COLOMBANO, S., SAADA, A., FAURE, P. (2021) Multistep thermodesorption coupled with molecular analyses as a quick, easy and environmentally friendly way to measure PAH availability in contaminated soils. *Talanta*. 122235 DOI: 10.1016/j.talanta.2021.122235. hal-03187704v1.**
- CAMBOU A., SABY N.P.A., HUNAUULT G., NOLD F., CANNAVO P., SCHWARTZ C., VIDAL-BEAUDET L. (2021) Impact of city historical management on soil organic carbon stocks in Paris (France) *Journal of Soils and Sediments* 21, 2, 1038-1052. hal-03134995
- CAVELAN A., GOLFIER F., COLOMBANO S., DAVARZANI H., DEPARIS J., FAURE P. (2021) A critical review of the influence of climate change on LNAPL contaminations: insides of groundwater level fluctuations and temperature. *Science of the Total Environment*. 806, 150412 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.150412. hal-03352335v1**
- CÉBRON, A., ZEGHAL, E., USSEGLIO-POLATERA, P., MEYER, A., BAUDA, P., LEMMEL, F., LEYVAL, C., MAUNOURY-DANGER, F. (2021) BactoTraits – A functional trait database to evaluate how natural and man-induced changes influence the assembly of bacterial communities. *Ecological Indicators*. 10047. DOI : 10.1016/j.ecolind.2021.108047. hal-03359287v1
- CORNU S., KELLER C., BÉCHET B., DELOLME C., SCHWARTZ C., VIDAL-BEAUDET L. (2021) Pedological characteristics of artificialized soils: A snapshot. *Geoderma* 401, 115321. hal-03293308
- DURAND A., LEGLIZE P., BENIZRI E. (2021) Are endophytes essential partners for plants and what are the prospects for metal phytoremediation? *Plant and Soil* 460, 1-30. hal-03273763
- ELGHALI, A., BENZAAZOUA, M., BOUZAHZAH, H., ABDELMOULA M., DYNES J., JAMIESON H., Role of secondary minerals in the acid generating potential of weathered mine tailings : Crystal-chemistry, characterization and closed mine site management involvement. *Science of the Total Environment*, 784:147105. HAL-03247005
- GIELNIK, A., PECHAUD, Y., HUGUENOT, D., CÉBRON, A., ESPOSITO, G., VAN HULLEBUSCH, E.D. (2020) Functional potential of sewage sludge digestate microbes to degrade aliphatic hydrocarbons during bioremediation of a petroleum hydrocarbons contaminated soil. *Journal of Environmental Management*. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.111648. hal-03018606v1
- HU, R., BEGUIRISTAIN, T., de JUNET, A., LEYVAL, C. (2020a) No significant transfer of the rare earth element samarium from spiked soil to alfalfa by *Funneliformis mosseae*. Mycorrhiza, DOI: 10.1007/s00572-020-00991-7. hal-03015379
- HU, R., BEGUIRISTAIN, T., de JUNET, A., LEYVAL, C. (2020b) Bioavailability and transfer of elevated Sm concentration to alfalfa in spiked soils. *Environmental Science and Pollution Research*, DOI:1007/s11356-020-09223-z. hal-02961811
- JALLY, B., LAUBIE, B., CHOUR, Z., MUHR, L., QIU, R., MOREL, J.L., TANG, Y. SIMONNOT, M.O. (2021) A new method for recovering rare earth elements from the hyperaccumulating fern *Dicranopteris linearis* from China. *Minerals Engineering* 166 106879 hal-03190009**
- JOHANSSON C., BATAILLARD P., BIACHE C., LORGEUX C., COLOMBANO S., JOUBERT A., DÉFARGE C. & FAURE P. (2021) Permanganate oxidation of polycyclic aromatic compounds (PAHs and polar PACs): 1D-column experiments with DNAPL at residual saturation. *Environmental Science Pollution Research* DOI: 0.1007/s11356-021-16717-x. hal-03383173v1**
- JOIMEL S., SCHWARTZ C., BONFANTI J., HEDDE M., KROGH PH., PERES G., PERNIN C., RAKOTO A., SALMON S., SANTORUFO L., CORTET J. (2021) Functional and taxonomic diversity of Collembola as complementary tools to assess land use effects on soils biodiversity. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9, 630919. hal-03405532**
- KPANNIEU D.E., MALLET M., ANDRÉ E., COULIBALY L., RUBY C. (2021) Efficiency of saturated vertical-flow filters planted with *Panicum maximum* reeds for passive wastewater treatment, *Environmental Technology*, DOI: 10.1080/09593330.2021.1982022.
- KWON T., SHIBATA H., KEPFER-ROJAS S., SCHMIDT I.K., LARSEN K.S., BEIER C., BERG B., VERHEYEN K., LAMARQUE J.-F., HAGEDORN F., EISENHÄUER N., DJUKIC I. AND TEA COMPOSITION NETWORK (2021) Effects of climate and atmospheric nitrogen deposition on early to mid-term stage litter decomposition across biomes. *Frontiers in forest and Global Change* 4:678480. doi: 10.3389/ffgc.2021.678480.
- LECERF, A., CÉBRON, A., GILBERT, F., DANGER, M., ROUSSEL, H., MAUNOURY-DANGER, F. (2021) Using plant litter decomposition as an indicator of ecosystem response to soil contamination; *Ecological Indicators*. 125:107554. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.107554. hal-03181535v1

- LEMME, F., MAUNOURY-DANGER, F., LEYVAL, C., CÉBRON, A. (2020). Altered fungal communities in contaminated soils from French industrial brownfields. *Journal of Hazardous Materials*, DOI: 10.1016/j.jhazmat.2020.124296. hal-03016406v1
- SANTORUFO L., JOIMEL S., AUCLERC A., DEREMIENS J., GRISARD G., HEDDE M., NAHMANI J., PERNIN C., CORTET J. (2021) Early colonization of constructed technosol by microarthropods. *Ecological Engineering* 162, 106174. hal-03195875
- STERCKEMAN T., GOSSIAUX L., GUIMONT S., JAUBERTIE J.-P., SIRGUEY C. (2021) VARHYPEX - Création et production de variétés hyperaccumulatrices de métaux lourds pour la dépollution des sols (phytoextraction). *Innovations Agronomiques* 84, 167-181. hal-03281207
- STERCKEMAN T., MOYNE C. (2021) Could root-excreted iron ligands contribute to cadmium and zinc uptake by the hyperaccumulator *Noccaea caerulescens*? *Plant and Soil* 467, 129-153. hal-03385775
- THOMAS, F., LE DUFF, N., WU, T.D., CÉBRON, A., UROZ, S., RIERA, P., LEROUX, C., TANGUY, G., LEGEAY, E., GUERQUIN-KERN, J.L. (2021) Isotopic tracing reveals single-cell assimilation of a macroalgal polysaccharide by a few marine Flavobacteria and Gammaproteobacteria. *The ISME Journal*. DOI: 10.1038/s41396-021-00987-x. hal-03220808v1
- TISSERAND R., NKRUMAH P.N., VAN DER ENT A., SUMAIL S., ZELLER B., ECHEVARRIA G. (2021) Biogeochemical cycling of nickel and nutrients in a natural high-density stand of the hyperaccumulator *Phyllanthus rufuschaneyi* in Sabah, Malaysia. *Chemoecology*. hal-03385804
- TISSERAND R., VAN DER ENT A., NKRUMAH P.N., SUMAIL S., ECHEVARRIA G. (2021) Improving tropical nickel agromining crop systems: the effects of chemical and organic fertilisation on nickel yield. *Plant and Soil* 465, 83-95. hal-03339713
- WECHTLER L., HENRY S., MALLADI S., BONNEFOY A., FALLA-ANGEL J., LAVAL-GILLY P. (2021) Influence of *Miscanthus × giganteus* and *Trifolium repens* L. on microflora and PAH-degrading bacteria in contaminated technosol. *Journal of Soils and Sediments*. hal-03385859
- YUNG L., BLAUDEZ D., MAURICE N., AZOU-BARRE A., SIRGUEY C. (2021) Dark septate endophytes isolated from non-hyperaccumulator plants can increase phytoextraction of Cd and Zn by the hyperaccumulator *Noccaea caerulescens*. *Environmental Science Pollution Research* 28, 16544-16557. DOI: 10.1007/s11356-020-11793-x. hal-03101524v1
- YUNG L., SIRGUEY C., AZOU-BARRE A., BLAUDEZ D. (2021) Natural fungal endophytes from *Noccaea caerulescens* mediate neutral to positive effects on plant biomass, mineral nutrition and Zn phytoextraction. *Frontiers in Microbiology* 12: 689367. DOI: 10.3389/fmicb.2021.689367. hal-03281299v1
- ZEGEYE, A., CARTERET C., MALLET M., BILLET, D., FERTE, T., CHANG, S., C., ABDELMOULA, M., Effect of Sb on precipitation of biogenic minerals during the reduction of Sb-bearing ferrihydrites. *Geochimica et cosmochimica acta*, 309:96-111, HAL-03329112

### Ouvrage et chapitres d'ouvrage

- VAN DER ENT A., BAKER A.J.M., ECHEVARRIA G., SIMONNOT M.O., MOREL J.L. Editors, *Agromining: farming for metals, extracting unconventional resources using plants*. 2nd Edition, Springer, 2021. hal-03079116
- JALLY B., LAUBIE B., TANG Y., SIMONNOT M.O. (2021) Processing of plants to products: gold, REEs and other elements. In: van der Ent A., Baker A.J.M., Echevarria G., Simonnot M.O., Morel J.L. Editors, *Agromining: farming for metals, extracting unconventional resources using plants*. 2nd Edition, Springer, 2021, 63-74. hal-03202872
  - LAUBIE B., VAUGHAN J. SIMONNOT M.O. (2021) Processing of hyperaccumulator plants to nickel products. In: van der Ent A., Baker A.J.M., Echevarria G., Simonnot M.O., Morel J.L. Editors, *Agromining: farming for metals, extracting unconventional resources using plants*. 2nd Edition, Springer, 2021, 47-62. hal-03202407
  - LIU C., YUAN M., LIU W.S., GUO M.N., ZHENG H.X., HUOT H., TANG Y.T., JALLY B., LAUBIE B., SIMONNOT M.O., MOREL J.L., QIU R.L. Element Case Studies: Rare Earth Elements. In: van der Ent A., Baker A.J.M., Echevarria G., Simonnot M.O., Morel J.L. Editors, *Agromining: farming for metals, extracting unconventional resources using plants*. 2nd Edition, Springer, 2021, 471-484 hal-03203453
  - MOREL J.L., SIMONNOT M.O., ECHEVARRIA G., VAN DER ENT A., BAKER A.J.M. Conclusions and outlook of agromining. In: van der Ent A., Baker A.J.M., Echevarria G., Simonnot M.O., Morel J.L. Editors, *Agromining: farming for metals, extracting unconventional resources using plants*. 2nd Edition, Springer, 2021, 485-489 hal-03203459
  - PONS M.N., RODRIGUES J., SIMONNOT M.O. Life cycle assessment and ecosystem services of agromining. In van der Ent A., Baker A.J.M., Echevarria G., Simonnot M.O., Morel J.L. Editors, *Agromining: farming for metals, extracting unconventional resources using plants*. 2nd Edition, Springer, 2021, 75-98. hal-03203406
  - TOGNACCHINI A., BUTERI A., MACHINET G.E., MOREL J.L., PUSCHENREITER M., SAAD R.F., SIMONNOT M.O. Agromining from secondary resources: recovery of nickel and other valuable elements from waste materials. In: van der Ent A., Baker A.J.M., Echevarria G., Simonnot M.O., Morel J.L. Editors, *Agromining: farming for metals, extracting unconventional resources using plants*. 2nd Edition, Springer, 2021, 299-322 hal-03202819

### Thèses soutenues

- HU, R., Mobilité et transfert de terres rares du sol aux plantes par les champignons mycorhiziens à arbuscules, Thèse LabEx R21, LIEC 2017-21
- TISSERAND R. Cycle biogéochimique du Nickel en milieu tropical dans un contexte d'Agromine, Thèse de l'Université de Lorraine, 12 février 2021, HAL Id : tel-03367141v1

### Habilitation à diriger des Recherches (HDR)

- BLAUDEZ D. Approches multi-échelles de la réponse des plantes et de leurs champignons symbiotiques aux métaux : du phytomanagement des sites contaminés à la caractérisation fonctionnelle de gènes (Université de Lorraine LIEC) - 18 décembre 2020
- LAUBIE B. Des délaissés métallifères aux métaux biosourcés : développement de procédés hydrométallurgiques pour la filière Agromine (Université de Lorraine LRGP) – 2 décembre 2020

# La station expérimentale



## ICPE : arrêté préfectoral pour les six parcelles « Agromine »



Les projets ANR Agromine (2014-2018) et Life Agromine (2016-2021) ont pour objectif de concevoir une filière de valorisation de métaux stratégiques, Nickel et Cobalt, dispersés dans les ressources secondaires. La première étape consiste à cultiver des plantes hyperaccumulatrices sur des substrats contenant des métaux qui peuvent être des sols naturels ou des sols construits à partir de déchets de l'industrie. La seconde étape consiste à extraire les métaux de la biomasse collectée et à élaborer des produits transférables sur le marché.

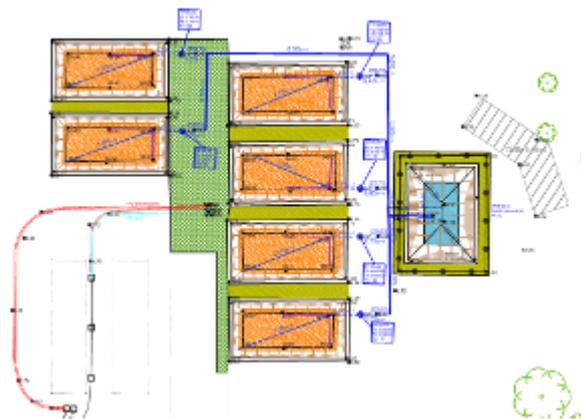
Pour cela le projet prend appui sur les dispositifs lysimétriques de la station expérimentale du GISFI située à Homécourt. Six parcelles de 50 m<sup>2</sup> chacune, ont été construites en 2014 et réservées pour ces projets « Agromine ».

Les matériaux secondaires sélectionnés pour construire le sol, support des cultures, sont des sous-produits de l'industrie et relèvent de la législation des déchets : des terres après traitement en bioterte (déchets non dangereux) et des boues riches en métaux issues du traitement de surface de pièces automobiles (déchets classés dangereux).

L'utilisation de déchets nécessite une autorisation pour les accueillir sur le site, impliquant la fourniture d'un récépissé au fournisseur pour garantir la traçabilité du déchet et son exploitation dans un cadre réglementé par la législation. Dans ce contexte, il est obligatoire de constituer un dossier de demande d'autorisation d'exploiter (DDAE) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Ce dossier est à déposer en Préfecture, l'instruction est de huit à douze mois et nécessite une enquête publique. Un arrêté préfectoral encadre ensuite l'activité déclarée.

Dans le cadre des parcelles Agromine, des premiers contacts ont été pris auprès de la DREAL fin 2015 et une

première version du dossier DDAE a été constituée avec l'aide du bureau d'étude ICF Environnement et déposée fin 2017. Suite à des demandes d'informations complémentaires par la préfecture, un nouveau dossier a été déposé fin 2019. Nous venons de recevoir l'arrêté préfectoral nous autorisant à exploiter les parcelles, la crise sanitaire ayant fortement retardé l'instruction. Les difficultés rencontrées au cours de cette procédure ont été nombreuses et principalement liées au fait que ces dossiers DDAE sont adaptés pour des entreprises qui souhaitent exploiter des déchets mais certainement surdimensionnés pour mettre en place des expérimentations à l'échelle pilote. De plus, cette démarche était relativement nouvelle pour un établissement comme l'Université de Lorraine, porteur de cette demande. Elle nécessite aussi des garanties financières, ce qui a nécessité de très nombreux échanges entre le GISFI et les différents services de l'Université et de ce fait, a augmenté également la durée du montage. L'autorisation arrive donc après la fin des projets pour lesquels elle avait été demandée, il ne reste plus qu'à soumettre (et obtenir) un nouveau projet.



## Data Management Plan (DMP)

Le Data Management Plan (DMP) ou Plan de gestion de données (PGD) est un document synthétique qui aide à organiser et anticiper toutes les étapes du cycle de vie de la donnée. Il explique pour chaque jeu de données, comment elles seront gérées, depuis leur création ou collecte jusqu'à leur partage et leur archivage.

Le plan de gestion de donnée est un outil de gestion incontournable des projets mais également de plateformes. Il peut être établi aussi bien dans une optique de partage des données que pour des données en accès



restreint ou fermé, total ou partiel. Le DMP est un document évolutif. Des mises à jour et des livrables précis peuvent être définis selon les financeurs et/ou projets-plateforme.

Dans ce contexte, un DMP a été rédigé et mis en place en 2018 pour la station expérimentale du GISFI et permet de cadrer tous les échantillons et toutes les données produites à la station.

	Document de référence	REF_REF_GISFI_049
	Data Management Plan (DMP) GISFI experimental station	Version n°1 Date : 15/12/2020 Page 1/164

#### 1. Administrative data

**Project Title:** Groupement d'intérêt scientifiques sur les friches industrielles

**Identifier:** GISFI

**Funder agency:** Université de Lorraine

#### 2. Project description

The GISFI (Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Fiches Industrielles) is a multidisciplinary research group dedicated to the sustainable remediation of brownfield sites and contaminated areas.

Members of the GISFI are University of Lorraine, CNRS, INRAE, BROM and INERIS. Also, a strong partnership is developed with the industry. Academic research is conducted to better understand the fate and effects of pollutants in soils and the functioning and evolution of man-made ecosystems. Also, thanks to the partnership with the industry, the GISFI develops new technologies to solve problems associated to the management of derelict lands.

### Mise en place de lysimètres dans le cadre du projet BIOSAINE

**Partenaires :** GINGER-BURGEAP ; LSE ; Microhumus ; PROVADEMSE – INSAVALOR ; SOL Paysage ; Normandie Aménagement

**Contexte :** La fraction organominérale du sol dont les dimensions apparentes sont inférieures à 2 mm est communément appelée « fraction fine ». Celle dont les dimensions sont supérieures à 2 mm est quant à elle appelée « fraction grossière ». Lorsque des diagnostics de qualité du sol sont menés, la fraction grossière est quasi systématiquement écartée car elle est considérée comme étant inerte et ne contribuant pas à court terme au potentiel nutritionnel du sol. Cependant, il a été montré en contexte forestier, que les fractions grossières peuvent même à court terme contribuer significativement à l'assimilation d'éléments nutritifs essentiels par les végétaux. Néanmoins, assez peu de travaux ont été menés pour comprendre la contribution de ces fractions grossières à la fertilité physico-chimique et à la toxicité des sols dans un contexte très anthropisé. La réactivité de ces fractions grossières, en quantités et natures variées, est supposée élevée car elle est en déséquilibre avec leur

milieu et elles peuvent constituer, dans certains cas, la principale source d'évolution pédogénétique de ces systèmes. Le projet Biosaine cherche à évaluer la capacité de terres délaissées à être support de végétation.

**Expérimentation en colonnes lysimétriques :** Dans ce cadre, et en complément d'essais de terrain, des dispositifs lysimétriques sont mis en œuvre sur la station expérimentale du GISFI afin d'évaluer le rôle joué par la fraction grossière sur les propriétés fertiles et toxiques des sols très anthropisés. Un double dispositif lysimétrique original a été mis en œuvre consistant en deux modalités de sols se différenciant uniquement par la nature de leur fraction grossière. Ils sont constitués d'un mélange d'une terre fine issue d'un même sol industriel de composition granulométrique identique, et (i) d'une fraction grossière « endogène », composée de matériaux d'origines naturelles et technogéniques, issue d'un sol industriel ou (ii), de fractions grossières physiquement et chimiquement « inertes » (verre pillé). L'instrumentation installée sur les lysimètres doit permettre d'évaluer la contribution à la rétention en eau et à la charge en éléments fertiles et toxiques des fractions grossières des sols très anthropisés.

Les deux modalités étudiées sont végétalisées (luzerne et phacélie) et l'analyse des biomasses aériennes produites doit permettre d'évaluer le rôle joué par les fractions grossières sur la nutrition des végétaux cultivés. L'un des objectifs principaux de cette expérimentation est ainsi de qualifier la contribution des fractions grossières à la fonction de support de végétation des sols très anthropisés.



## Réseau Thématique sur la Transition Ecologique des Anciennes Exploitations de Minerais Arséniés

RT **TAEMA**

Transition écologique des Anciennes Exploitations de Minerais Arséniés



L'après-mine et l'activité industrielle associée à l'activité extractive du siècle dernier ont laissé des territoires en déprise, caractérisés notamment par la présence de déchets miniers et de milieux impactés par des contaminations métalliques. A partir de tels sites, les éléments métalliques peuvent être mobilisés dans l'environnement par divers mécanismes physiques, chimiques et biologiques. Dans le cas des anciennes exploitations de minerais arséniés, la mobilisation d'arsenic, élément toxique et mobile, nécessite une vigilance particulière. Des événements climatiques extrêmes et notamment les conséquences des crues d'octobre 2018 observées au niveau de l'ancien district minier de Salsigne, ont mis en lumière l'urgence à mobiliser les chercheurs sur ces anciens sites miniers. C'est là l'objectif du Réseau Thématique sur la Transition écologique des Anciennes Exploitations de Minerais Arséniés : RT TAEMA créée à l'initiative conjointe de l'INSU et du BRGM. Co-animé par Pascale Bauda et Dominique Guyonnet, ce réseau mobilise actuellement une soixantaine de chercheurs de 28 laboratoires représentant les secteurs du droit de l'environnement, de la sociologie, de la santé, de l'écologie, de la bio géochimie, de l'hydrologie. L'objectif est d'aider à structurer ces différentes communautés afin de lever les verrous scientifiques liés à la connaissance, la vulnérabilité, les impacts de ces milieux soumis à de multiples aléas dans le contexte du changement climatique, tout en proposant des pistes permettant de réduire ces impacts.

Contact : [pascale.bauda@univ-lorraine.fr](mailto:pascale.bauda@univ-lorraine.fr)  
[d.guyonnet@brgm.fr](mailto:d.guyonnet@brgm.fr)

## StarLUE - Une troisième étoile !

Le 15 octobre 2021, la station expérimentale du GISFI a obtenue une troisième étoile pour la qualification StarLUE.



## Ecole Chercheur OUIE-MO

### Les sites expérimentaux pour la recherche sur les matières organiques - Instrumentation, Gestion, Implication Territoriale - du 26 septembre au 01 Octobre 2021

Les expérimentations de terrain sont indispensables pour étudier à l'échelle réelle et sur des temps longs les mécanismes mis en jeu dans les systèmes vivants et évolutifs. Elles permettent de replacer les processus impliquant les matières organiques dans le fonctionnement global des écosystèmes, de faire un lien entre les différents écosystèmes pour mieux les comprendre dans un contexte global et de suivre et modéliser leur évolution et leur adaptation aux changements globaux.

L'objectif général de l'école-chercheur co-organisée par le GISFI a été de permettre aux chercheurs de s'approprier les expérimentations de terrain, d'acquérir des connaissances sur leurs atouts et contraintes et de mieux savoir comment les utiliser et les améliorer. Les activités de l'école ont regroupé des présentations d'experts et des travaux pratiques sur l'utilisation des outils de mesure sur le terrain, des visites commentées de quatre sites expérimentaux (site forestier de Champenoux, friches d'Homécourt, site agricole de la Bouzule, rivière sidérurgique de l'Orne), et des ateliers d'apprentissage des techniques de sonification, réflexion sur le potentiel des données sonores pour communiquer de manière transverse et pluridisciplinaire.

Contact : [pierre.faure@univ-lorraine.fr](mailto:pierre.faure@univ-lorraine.fr)



## Progepi change de nom et devient UL PROPULS!

A compter du 23 novembre 2021, PROGEPI, association loi 1901, devient UL PROPULS, société par actions simplifiée, filiale unipersonnelle de l'Université de Lorraine.

UL PROPULS est un outil de promotion opérationnel des activités de l'Université de Lorraine avec le monde socio-économique.

Les deux catégories de missions exercées par les personnels restent inchangées par rapport à l'activité de PROGEPI, à savoir :

(i), les prestations techniques et scientifiques découlant de méthodes et savoir-faire maîtrisés à l'Université de Lorraine,

(ii), les prestations d'appui à l'organisation d'événements scientifiques.

Pour plus d'informations, n'hésitez pas à nous contacter au 03.72.74.38.88 ou [contact@ul-propuls.fr](mailto:contact@ul-propuls.fr)

## Ecole d'été Franco-Allemande (UFA-DFH)

Approche interdisciplinaire des communautés bactériennes et fongiques des sols anthropisés : interactions avec les plantes - du 23 au 31 août 2021

Quatorze participants (doctorants, Post-doctorants et chercheur), venant de France, Allemagne et Belgique ont suivi cette école d'été organisée à Nancy par le LIEC.

Les matinées étaient consacrées à des conférences (dix conférenciers) portant sur : la pollution des sols par des HAP, des métaux, des microplastiques et des nanoparticules, les conséquences du changement global et l'apparition de l'antibiorésistance. La diversité, les processus microbiens et les interactions bactéries-champignons-plantes ont été abordées via l'utilisation d'outils Omics. Enfin, la gestion des sols à long terme et les stratégies de remédiation et de préservation des services écosystémiques ont aussi été présentés.

Les après-midis les participants ont eu une dizaine d'ateliers et travaux pratiques au LIEC. Les participants ont pu se familiariser avec des mesures d'activités enzymatiques, de taux de respiration, de potentiel PGP, de dénombrement par Cytométrie en Flux et qPCR et traiter des données Omics. Des démonstrations de microscopie (CLSM, FT-Raman, AFM) ont également eu lieu et une matinée a été consacrée à la visite du site expérimental du GISFI à Homécourt.



## ACTUALITÉS POUR 2022

SUITMA 11 / 05-09 September 2022  
Berlin, Germany



© Klage, Mehl, Dominik and the Chair for Soil Science, TU Berlin

**Conference on Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas**

Plus d'information : <https://suitma11.org>

Ecology & Evolution: New perspectives  
and societal challenges / 21-25  
November 2022 Metz, France



Plus d'informations : <https://sfe2gfomeeting.sciencesconf.org/>



GRUPEMENT D'INTÉRÊT SCIENTIFIQUE SUR LES FRICHES INDUSTRIELLES

2 avenue de la Forêt de Haye  
B.P. 172 F-54505 Vandœuvre-lès-Nancy

Fixe : 03 72 74 41 31 // Portable : 06 24 71 02 05  
[www.gisfi.univ-lorraine.fr](http://www.gisfi.univ-lorraine.fr)



@GISFI1



@GISFI

MEMBRES DU GISFI

