

Rapport d'activité

GISFI

Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Friches Industrielles



2020





Sommaire

Editos	.4
La parole à nos membres	.5
20 ans déjà	.6
Le mot des laboratoires	.8
Le projet GISFI	.10
Zoom sur des projets de recherche	.12
GISFItech	.20
Le GISFI et la formation	.21
Publications et thèses	.22
La station expérimentale	.24
Évènements de l'année 2020	.26



En 2000, le contrat de plan état-région (CPER) apportait son soutien au CEFI – *Centre d'Études sur les Friches Industrielles* – pour développer les connaissances sur la pollution des sols et mettre au point des technologies de remédiation. Deux ans plus tard, le CEFI donna naissance au GISFI. Cette étape concluait plusieurs années de réflexions initiées dans le cadre du GELFI, *Groupe d'Expertise Lorrain sur les Friches Industrielles*, porté par l'EPML, et du *Pôle de Génie de l'Environnement de Homécourt*, porté par les élus. La recherche s'était ainsi jointe aux efforts de la Lorraine pour contribuer à dessiner, ensemble, l'avenir des friches industrielles.



Par les soutiens de l'Europe, de l'État, de la Région Lorraine, du Département de Meurthe-et-Moselle, des élus et de l'EPFL, une station expérimentale unique a été construite, qui a permis de mieux comprendre les processus de pollution et de dépollution des sols. Pluridisciplinaire et pluri-partenaire, l'action du GISFI a alors largement contribué à produire des résultats inédits et à lui conférer une reconnaissance nationale et internationale. De nombreux projets transversaux en collaboration industrielle ont ouvert une variété de voies originales pour la remédiation et la valorisation des sites et sols pollués.

A partir des années 2010, dans le contexte dramatique du changement global, le GISFI a pris une nouvelle dimension en considérant les friches industrielles comme une ressource, répondant ainsi aux attentes en matière d'économie circulaire et de transition énergétique et écologique. Tandis que de grands projets, tels que LORVER, étaient conduits, le Pacte Lorraine renforçait le positionnement du GISFI tant au niveau socio-économique qu'à celui de la recherche de pointe.

Ce qu'est aujourd'hui le GISFI, le groupement le doit aux contributions d'un ensemble d'acteurs, publics et privés, qui ont accordé leur confiance à l'équipe, les membres porteurs du GIS, les pouvoirs publics, les administrations, les partenaires industriels, les laboratoires et leurs chercheurs et personnels techniques et administratifs de toutes générations. Qu'ils en soient très sincèrement remerciés. Sans une équipe engagée et solidaire, le groupement n'aurait cependant pas connu un tel développement et ne serait pas prêt, à l'aube d'une nouvelle aventure, à relever de nouveaux défis. La méthode élaborée, les dispositifs expérimentaux, le savoir-faire acquis, les avancées scientifiques et technologiques, les réseaux établis et les nombreux soutiens font du GISFI un édifice solide, que la nouvelle équipe expérimentée et dynamique mènera avec succès pour le bénéfice de ses membres, de ses partenaires et de la Planète.

Jean-Louis MOREL, Professeur UL—Président du GISFI 2002-2019



Le début de l'année 2020 a été marqué par le changement de l'équipe dirigeante du GISFI. Avec l'aide de deux comités (bureau exécutif et COPIL-Ho) et une animation scientifique renforcée (séances plénières et ateliers scientifiques), le GISFI vise à maintenir son positionnement sur la thématique des sites et sols dégradés, dans la continuité des actions conduites sous la présidence de Jean-Louis MOREL. Je tiens ici à le remercier vivement pour son engagement sans faille pour le groupement qui est devenu une organisation incontournable.

L'année 2020 a été également marquée par une crise sanitaire sans précédent qui a fortement impacté nos vies personnelles et professionnelles. Même si deux séances plénières ont pu être maintenues, la vie du GISFI a été perturbée avec notamment le décalage de deux événements importants de sa dynamique scientifique. Le premier atelier scientifique du GISFI sur la « compensation écologique », initialement prévu en mars 2020, a été décalé en novembre avec des exposés et des ateliers de réflexion conduits intégralement en distanciel. Néanmoins, cette journée a rencontré un franc succès et conforte notre volonté d'organiser régulièrement ce type d'évènement. Le GISFIday « Quelles perspectives pour la reconversion des friches industrielles à l'horizon 2040 ? » initialement prévu en septembre 2020 est reporté sur mai et juin 2020 sous la forme de 3 demi-Journées webinaire pour s'adapter à la situation sanitaire qui s'annonce encore difficile pour l'année 2021.

Au cours de l'année 2020, de nouveaux dispositifs expérimentaux (colonnes lysimétriques de laboratoire et de grande taille) ont été installés sur la station expérimentale de Homécourt afin d'étudier le comportement des contaminants dans les zones saturée et insaturée des sols dans le contexte du changement climatique (événements extrêmes : battement de nappe, sécheresse, pluies intenses...).

Enfin, nous avons fait le choix de revisiter le rapport d'activité du GISFI pour qu'il soit le reflet de la diversité des actions du GISFI (recherche, formation, réseaux, station expérimentale...). Nous espérons que vous apprécierez cette nouvelle présentation. Nous avons également sollicité les 5 membres du GIS et les directeurs d'unité des laboratoires associées pour exprimer, après 20 années d'existence, leur intérêt et soutien pour les activités du GISFI. Je les remercie d'avoir répondu à cette demande et leurs témoignages renforcent l'engagement de tous dans la dynamique du groupement.

Pierre FAURE-CATTELOIN, DR CNRS—Président du GISFI depuis 2020

La parole à nos membres

Université de Lorraine

En vingt ans, le GISFI a construit un dispositif interdisciplinaire et multipartenaires pour contribuer à l'étude des processus de pollution des sols et développer de nouvelles solutions de gestion et de traitement des sites et sols dégradés. Le GISFI est un dispositif solide, dynamique et original du site lorrain qui s'inscrit parfaitement dans la logique d'ingénierie systémique du site lorrain et de Lorraine Université d'Excellence (LUE). La station expérimentale d'Homécourt, qui dispose d'installations in situ et à l'échelle pilote a été l'une des premières structures d'appui à la recherche reconnue dans le programme INFRA+ LUE (Labellisation StAR-LUE). Enfin, en s'appuyant sur 9 unités de recherche, des partenariats socio-économiques et les attentes des territoires, le GISFI contribue de manière significative développements des sciences de la durabilité pour répondre aux grands enjeux sociétaux.

Frédéric VILLIERAS, Vice-Président du Conseil Scientifique de l'Université de Lorraine

Centre National de la Recherche Scientifique

La pandémie que nous connaissons a un impact significatif sur la façon dont les français perçoivent la science. L'expertise et la parole scientifique sont mises en doute ou sujettes à controverses. Toutefois, la crise sanitaire a aussi permis une prise de conscience générale sur les grands enjeux planétaires et notamment les questions environnementales mais aussi territoriales. Le CNRS dispose d'une vision nationale et internationale de la recherche, mais celle-ci n'est possible que grâce des forces humaines et structurelles, fortement implantées sur les territoires. Le GISFI est un acteur remarquable par sa capacité à avoir réuni depuis 20 ans les acteurs académiques lorrains autour d'un sujet sociétal majeur, et de façon structurante. Le temps de la recherche est long, et je ne peux que souhaiter et encourager le GISFI à être un accélérateur pour que nos projets de recherches puissent bénéficier à notre société et répondre ainsi aux enjeux d'aujourd'hui et de demain".

Edwige HELMER-LAURENT, Déléguée régionale du CNRS Centre Est

Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

En 2020, l'INRA est devenu INRAE, Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, ce qui renforce le sens de sa participation au GISFI. Au Centre INRAE Grand Est Nancy, nos recherches sont à la fois interdisciplinaires - entre écologie, sciences du sol, agronomie et économie -, et « situées » au plus près des territoires et acteurs, déployées sur une diversité d'écosystèmes. Dans ce contexte, les méthodes et dispositifs *in situ* du GISFI renforcent nos capacités d'action. Le Laboratoire « Sols et Environnement » a fait des friches industrielles un de ses objets d'étude emblématiques, « Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers » apporte des compétences originales. Nous sommes fiers d'être membre du GISFI.

Meriem FOUNIER, Présidente Centre Grand Est - Nancy - INRAE

Bureau de Recherches Géologiques et Minières

En 2020, les friches se retrouvent, en France, au cœur de la politique gouvernementale de lutte contre l'artificialisation des sols. Elles font également l'objet d'un plan de relance post-COVID du gouvernement de 300 M€ pour aider au recyclage foncier dont 40 M€ dédiés aux projets de dépollution de sites industriels orphelins menés par l'ADEME. Le GISFI œuvre depuis 20 ans pour trouver des solutions pour la gestion du risque et la re-fonctionnalisation de ces sites. Il a contribué à élaborer de nombreux projets collaboratifs de R&D. Le BRGM est partenaire du GISFI depuis sa création et assure sa vice-présidence depuis cette année. Cet investissement de long terme est en cohérence avec les objectifs du BRGM en matière de gestion des sites et sols pollués. Avec les nouvelles orientations du GISFI visant à développer des approches systémiques qui abordent les multiples composantes des territoires (sols, eaux, sédiments, infrastructures ...), le BRGM réaffirme son engagement au sein de ce groupement dont la complémentarité constitue l'atout majeur pour répondre aux enjeux de la reconversion des friches.

Dominique GUYONNET, Responsable Programme Scientifique « Gestion des impacts miniers et industriels sur le sol et le sous-sol » - BRGM

Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

L'INERIS, acteur de la prévention et la maîtrise des risques en appui au ministère chargé de l'environnement est, depuis son origine, fortement attaché à la dimension pluridisciplinaire et multipartenaires du GISFI dans le domaine de la gestion des sols pollués et de la restauration des fonctions altérées des sols. La complémentarité entre les membres et les différents partenaires tant scientifiques qu'institutionnelles permet un transfert direct des résultats de recherche vers l'expertise et vers la mise en œuvre opérationnelle. Réciproquement les travaux scientifiques du groupement sont alimentés par des questions pertinentes issues de besoins des différents acteurs de terrain.

Martine RAMEL, Direction Risques Chroniques, Responsable Pôle « Risques et Technologies Durables » - INERIS

20 ans déjà



Gouvernement d'Île-de-France Scientifique
GISFI
 sur les
Friches industrielles
 Création du GISFI



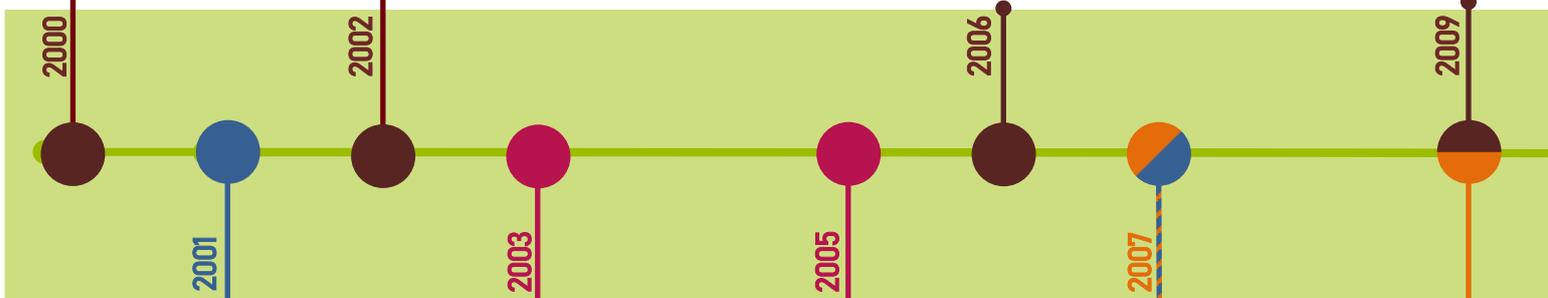
Inauguration station expérimentale (Homécourt)

INERIS

Intégration de l'INERIS



Centre d'Étude sur les Friches Industrielles



2000

2001

2002

2003

2005

2006

2007

2009

Parcelles Mycorem



Parcelles lysimétriques :
Construction de sol



Dispositif des 24 parcelles lysimétriques :
Multipolsite



24 colonnes lysimétriques



Traitement par oxydation chimique : Oxysol



Prélèvement monolithe *in situ*



Parcelles de démonstration -
 Construction de sol : Biotechnosol



Légende :

● Événements marquants du GISFI

● Dispositif parcelles de démonstration

● Dispositif parcelles lysimétriques

● Dispositif colonnes lysimétriques

GISFI

Nouvelle
Communication
du GISFI



Création de l'Université de Lorraine

Création du Data
Management Plan
et labellisation StarLUE

GISFItech

Centre de transfert et de
valorisation du GISFI



Congrès international
« Ecotrons & Lysimeters »



Projet Laboratoire
International Associé
ECOLAND

Création du Master
« Sites & Sols Pollués »

2010

2012

2015

2016

2017

2019

2020

2014

Transfert HAP :
Mémotrace



Parcelles
lysimétriques : Agromine



Lysimètres de laboratoire :
Effects



Battement de nappes :
BatNap



Construction de sol à partir
de déchets urbains : Siterre



Observation long terme :
Tempol



Parcelles de démonstration -
construction de sol : Lorver



Le mot des laboratoires



Direction de l'Eau, de l'Environnement, des Procédés et Analyses du BRGM

La Direction de l'Eau, de l'Environnement, des Procédés et Analyses (DEPA) du BRGM compte parmi ses missions, la réponse aux questions sociétales relatives aux impacts environnementaux des activités anthropiques sur la géosphère. Les activités industrielles passées ont fréquemment eu des impacts sur le sol et le sous-sol si bien que les friches sont des objets d'étude majeurs de la Direction. Complexe par nature, leur étude demande les multiples compétences scientifiques et techniques rassemblées au sein du GISFI. DEPA développe des techniques innovantes pour les éco-procédés de remédiation et met en œuvre des expérimentations bio-géo-chimiques multi-échelles, du mm³ au plurimétrique. Elle met à disposition des partenaires du GISFI les outils multi échelles de sa halle technique dont son nouveau Pilote Pluri-Métrique (PPM) inauguré en février 2020. Ce dispositif est très complémentaire de ceux de la plateforme de Homécourt. Depuis 20 ans, cette collaboration constructive a permis l'émergence de nombreux projets de R&D. Les avancées pour la remédiation des friches sont particulièrement nombreuses. A présent, une réflexion est en cours pour regrouper ses plateformes au sein d'une infrastructure de recherche à vocation européenne.

Philippe GOMBERT, Directeur DEPA

Équipe de Recherche sur les Processus Innovatifs

Le laboratoire ERPI (Equipe de Recherche sur les Processus Innovatifs) a intégré le GISFI en 2014. Notre laboratoire est spécialisé en génie industriel et plus particulièrement en ingénierie de l'innovation. La participation au GISFI est essentielle pour nos activités à plusieurs titres. Tout d'abord un de nos axes de travail concerne les processus d'innovation liés à la transformation urbaine. Dans ce cadre les échanges avec nos collègues de sciences du sol, de génie des procédés et en écologie sont importants pour garantir une recherche pluridisciplinaire. De plus, nos recherches sur les étapes amont des projets (analyse de besoin, aide à la décision en situation complexe et analyse de filière) portent entre autres sur des innovations en science du vivant : nous pilotons ainsi le projet 3D Soil Test rassemblant le LSE, Georessources, le LRGP et BEP-Inrae. Enfin, des études sont menées sur notre plateforme Lorraine Fab Living Lab avec les autres équipes du GISFI pour mettre au point la fabrication additive dans des applications de science du sol (lien tomographie/fabrication additive pour des échantillons de sol, fabrication additive et étude de l'évolution de la matière organique). Le GISFI est donc un élément clé de l'environnement scientifique de notre équipe.

Mauricio CAMARGO, Directeur ERPI

GeoRessources

S'appuyer sur notre passé pour mieux anticiper l'avenir... La Lorraine, de par son riche patrimoine minier, fournit des sites d'exception pour développer des solutions environnementales innovantes s'appuyant sur ces friches industrielles. Le laboratoire GeoRessources appuie fortement le GISFI qui fédère des



compétences scientifiques et techniques variées, fruit d'un partenariat académique/industriel, autour d'études *in situ* sur des sites marqués par des polluants de nature multiple. L'originalité des dispositifs lysimétriques disponibles sur la plateforme du GISFI permet ainsi à nos chercheurs au travers des récents projets Effects ou DeepSurf une meilleure compréhension de la dynamique des polluants sous l'effet du changement climatique.

Anne-Sophie ANDRÉ-MAYER, Directrice GeoRessources

Laboratoire de Chimie Physique et Microbiologie pour les Matériaux et l'Environnement

Le projet scientifique du LCPME associe des disciplines relevant de la physico-chimie (spectroscopie et électrochimie) et de la microbiologie (interfaces microbiennes et adhésion des microorganismes) appliquées à l'environnement et à la science des matériaux. Nous avons mené dans ce contexte un ensemble d'actions scientifiques en collaboration avec des acteurs majeurs du GISFI au cours des dernières décennies, qui nous ont permis d'intégrer le Groupement en 2006. Plus récemment, nous avons amplifié les recherches dans le domaine des nanoparticules magnétiques. Ces modèles sont transposables au sein du GIS pour le suivi de la signature magnétique des oxydes de fer (de taille nanométrique à dans les sols en vue de dépister les pollutions métalliques. Notre savoir-faire et notre expertise à l'aide de la sonde « Fer » peut s'avérer utile dans les problématiques de nanoremédiation.

Alain WALCARIUS, Directeur LCPME

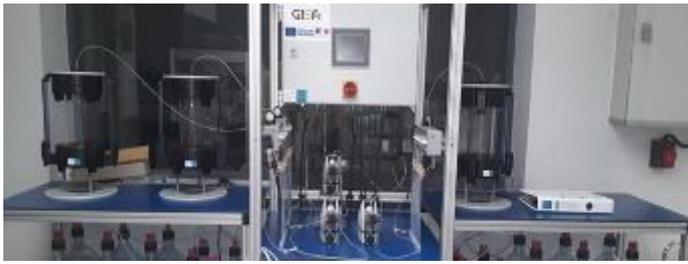
Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux

Le LIEC réunit une grande partie des forces lorraines en physicochimie environnementale, en biogéochimie des sols et en écotoxicologie intégrative et les met au service d'un objectif commun : comprendre et modéliser des écosystèmes continentaux fortement anthropisés avec une vision élargie des processus écologiques et biogéochimiques depuis l'échelle colloïdale jusqu'à celle d'un bassin hydrographique. Ses ressources humaines, ses thématiques de recherche et l'approche interdisciplinaire adoptées par le LIEC lui permettent de demeurer un acteur majeur du GISFI. La structure fédératrice du GISFI avec ses dispositifs expérimentaux innovants offre au LIEC la possibilité de renforcer ses missions d'observation et l'intégration d'action de recherches à caractère finalisé et fondamental.

Laure GIAMBERINI, Directrice LIEC

Laboratoire Réactions et Génie des Procédés

Le Laboratoire Réactions et Génie des Procédés (UMR CNRS UL) est impliqué dans le GISFI depuis sa création, à laquelle il a d'ailleurs contribué. Il bénéficie de la richesse de son environnement pluridisciplinaire, qui a favorisé la réussite de nombreux projets académiques, régionaux, nationaux et européens. Dans le cadre du GISFI, en partenariat avec les collègues des autres laboratoires, en particulier du LIEC et du



LSE, le LRGP a mené des recherches sur le transport de polluants dans les sols, sur les procédés de remédiation par voie chimique (oxydation, réduction, lavage) de sols pollués par des polluants organiques persistants et la valorisation des ressources délaissées. Depuis quelques années, il se focalise plus particulièrement sur la filière agromine, dont l'objectif est de valoriser des métaux extraits des sols à l'aide de plantes hyperaccumulatrices.

Notre laboratoire bénéficie de la station expérimentale du GISFI, remarquablement bien équipée de dispositifs lysimétriques de taille pilote, ce qui a permis à nos chercheurs de transposer leurs recherches de l'échelle du laboratoire à celle du pilote de terrain.

Les recherches dans le cadre du GISFI ont donné lieu à la formation de plus d'une dizaine de doctorants, la plupart du temps en co-direction avec un autre laboratoire. Elles ont favorisé aussi une ouverture internationale, par exemple dans le cadre du LIA Ecoland avec l'Université Sun Yat-sen de Canton. Des chercheurs du LRGP participent aussi notablement à l'animation du GISFI.

Ainsi, l'implication du LRGP dans le GISFI est une véritable richesse et source d'inspiration scientifique dans le domaine du génie des procédés pour l'environnement.

Laurent FALK, Directeur LRGP

Laboratoire Sols et Environnement

Il y a plus de deux décennies, le Laboratoire Sols et Environnement a initié la dynamique collective GISFI, grâce à l'énergie de Jean Louis Morel et à son investissement sans faille pour une meilleure connaissance des friches industrielles et pour leur gestion intégrée au sein des territoires. En 2020, une grande part des recherches partenariales menées au LSE contribuent encore au dynamisme scientifique du groupement et à son renouvellement. Les femmes et les hommes du LSE sont alors convaincus de la force du projet GISFI et continueront à s'y investir dans l'idée de partager technicité, créativité en recherche et innovation. Plus que jamais, la mutualisation de forces issues de disciplines et d'acteurs complémentaires est essentielle pour répondre aux grands défis soulevés par l'artificialisation des écosystèmes.

Christophe SCHWARTZ, Directeur LSE

Loterr

Les chercheurs du Loterr, centre de recherche en géographie de l'Université de Lorraine, attachent une importance particulière aux temporalités plus ou moins longues dans l'étude de la genèse et de l'évolution des paysages et des territoires, en privilégiant une approche géographique globale qui prend en considération l'impact des sociétés sur l'environnement, les réalités économiques et les héritages culturels et historiques. Ils s'inscrivent en cela dans la thématique de la transition, notamment industrielle et énergétique, et c'est dans ces domaines que le partenariat avec le GISFI s'est développé depuis 2014, par différents projets et travaux qui nécessitaient une contextualisation géohistorique des sites et sols pollués.

Grégory HAMEZ, Directeur Loterr



Unité Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers

L'Unité de recherche Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers 5UR 1138 BEF) participe au GISFI depuis sa création en 2002. Notre Unité contribue aux activités du GISFI en apportant notamment son expertise scientifique sur le fonctionnement des sols et des écosystèmes forestiers, ainsi que ses compétences reconnues dans le domaine du monitoring environnemental *in situ* (dédié notamment à la mesure de la qualité des eaux de surface et à quantification des flux d'éléments dans le continuum sol-plante-atmosphère). Nos compétences en science du sol et biogéochimie sont complémentaires de celles présentes dans les autres Unités participant au GISFI.

Les recherches menées par notre Unité visent notamment (i) à mieux comprendre la mobilité et la biodisponibilité des éléments dans l'écosystème et les facteurs de contrôle, (ii) à étudier la réponse des sols et des écosystèmes forestiers à différentes perturbation anthropiques (pollution atmosphériques, sylviculture, changement climatique), (iii) à évaluer la restauration naturelle et assistée (e.g. amendement, apport de cendre) des écosystèmes impactés, (iv) afin de proposer aux gestionnaires des solutions de gestion durable des sols et des écosystèmes forestiers. Les thématiques de recherche portées par l'Unité rejoignent donc certaines préoccupations et missions du GISFI, même si les objets d'étude sont parfois différents : nous travaillons en effet majoritairement sur des écosystèmes forestiers très faiblement anthropisés, plus rarement sur des écosystèmes fortement anthropisés, mais l'étude du fonctionnement des écosystèmes suivant un gradient d'anthropisation en s'appuyant sur des approches pluridisciplinaires, ce que le GISFI permet, est très riche d'enseignement.

Pour toutes ces raisons, l'Unité BEF renouvelle son intérêt et son soutien au GISFI.

Bernd ZELLER, Directeur BEF

Unité Technologies Propres et Economie Circulaire de l'INERIS

Le GISFI joue pleinement son rôle d'animation et d'échanges scientifiques permettant aux nombreuses disciplines d'interagir entre elles, en associant le monde académique et les acteurs industriels et publics. Les synergies au sein du GISFI offrent la possibilité de conduire des travaux aux différentes échelles allant du laboratoire au terrain grâce à la station expérimentale, aux moyens d'essais des différents laboratoires et à la mise en œuvre en conditions réelles. Ces synergies permettent ainsi d'allier recherche amont et recherche appliquée. C'est cette richesse qui fait l'ADN du GISFI et qui permet à nos équipes d'aborder les sujets complexes de la compréhension et de la valorisation des sites dégradés/pollués de manière unique et holistique.

Rodolphe Gaucher, Responsable TPEC

Le projet GISFI

Le Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Friches Industrielles (GISFI), créé en 2002, compte cinq membres, l'Université de Lorraine, le CNRS, l'INRAE, le BRGM et l'INERIS. Il étudie les processus de pollution des sols qui permettent le développement de nouvelles solutions de gestion des sites et sols dégradés et pollués par les activités urbaines et industrielles. Il regroupe aujourd'hui dix laboratoires, qui couvrent un large champ disciplinaire (géosciences, sciences biologiques, génie des procédés, innovation, sciences humaines et sociales). Le GISFI associe non seulement des acteurs de la recherche académique, mais aussi des bureaux d'études et des opérateurs de la dépollution, des propriétaires/gestionnaires de friches industrielles ainsi que les pouvoirs publics afin de répondre, ensemble, aux questions scientifiques et technologiques posées par les territoires dégradés et pollués.

La pluridisciplinarité du GISFI permet une approche originale de la recherche aux interfaces entre disciplines afin de répondre à des questions complexes et soutient l'innovation dans le domaine de la remédiation des sites et sols dégradés et délaissés. Les projets menés permettent l'élaboration de technologies et de scénarii pour redonner de la valeur à ces territoires qui constituent des ressources foncières, énergétiques, de matériaux et de biodiversité très importantes, en promouvant des filières qui répondent aux besoins de l'économie circulaire.

La complexité des systèmes étudiés nécessite des travaux à différentes échelles allant du laboratoire au terrain de façon à prendre en compte les facteurs environnementaux principaux dans l'analyse des processus et de leur modélisation. L'un des défis scientifiques majeurs du GISFI est d'étudier le couplage entre les compartiments environnementaux, atmosphère, sol et hydrosphère, afin de comprendre le fonctionnement réel des écosystèmes urbains et industriels, avec une attention particulière pour les flux de polluants. Eu égard aux difficultés expérimentales, ce couplage n'est pas ou peu pris en compte actuellement dans la gestion et la réutilisation d'un site. Le GISFI mobilise non seulement les compétences reconnues de chacun de ses membres, mais aussi sa station expérimentale, installée sur la friche d'une ancienne cokerie (Homécourt) et équipée de dispositifs lysimétriques de grande taille, qui permettent de conduire des essais en conditions réelles. Des actions pluridisciplinaires sont engagées, qui associent des partenaires académiques et des partenaires industriels. Avec sa station, le GISFI est aussi un pôle national d'observation pour les espaces dégradés et pollués (OSU OTELo) ; il fait partie du réseau international d'observation de l'environnement TERENO, des réseaux nationaux ESSORT et SAFIR de l'ADEME sur les sites et sols pollués.

Le GISFI a mis fortement l'accent sur la démonstration de procédés et de filières, la valorisation et l'innovation avec des programmes soutenus par des fonds publics (ANR, ADEME, FEDER, Région Grand Est). Le groupement a aussi créé GISFITech (PROGEPI <https://www.progepi.fr/>), une interface dédiée à des activités de prestation pour le compte des entreprises ou acteurs publics, afin de

promouvoir le développement de technologies innovantes.

Dans un contexte environnemental extrêmement critique où les équilibres de la Planète sont bouleversés (changement climatique, accroissement démographique, épuisement des ressources, effondrement de la biodiversité, crise sanitaire du SARS-CoV-2), tous les territoires sont concernés pour alléger les pressions et restaurer la capacité de la Planète à soutenir la vie. Dans ce contexte, les friches urbaines et industrielles constituent une ressource de premier plan. La stratégie du GISFI, en tant que projet scientifique et technologique et en tant qu'outil original d'étude de processus environnementaux, est donc de première importance pour augmenter les connaissances scientifiques sur la dynamique des territoires dégradés et à dégager et promouvoir des solutions qui préservent les ressources pour l'avenir. Avec sa démarche pluridisciplinaire au service de problématiques environnementales cruciales et complexes, l'anticipation des questions scientifiques, le GISFI entend poursuivre sa contribution à l'acquisition de connaissances fondamentales et au développement technologique avec une préoccupation orientée vers le soutien de l'activité socio-économique dans le respect de ressources environnementales. Ce positionnement unique est l'ambition primordiale du GISFI.

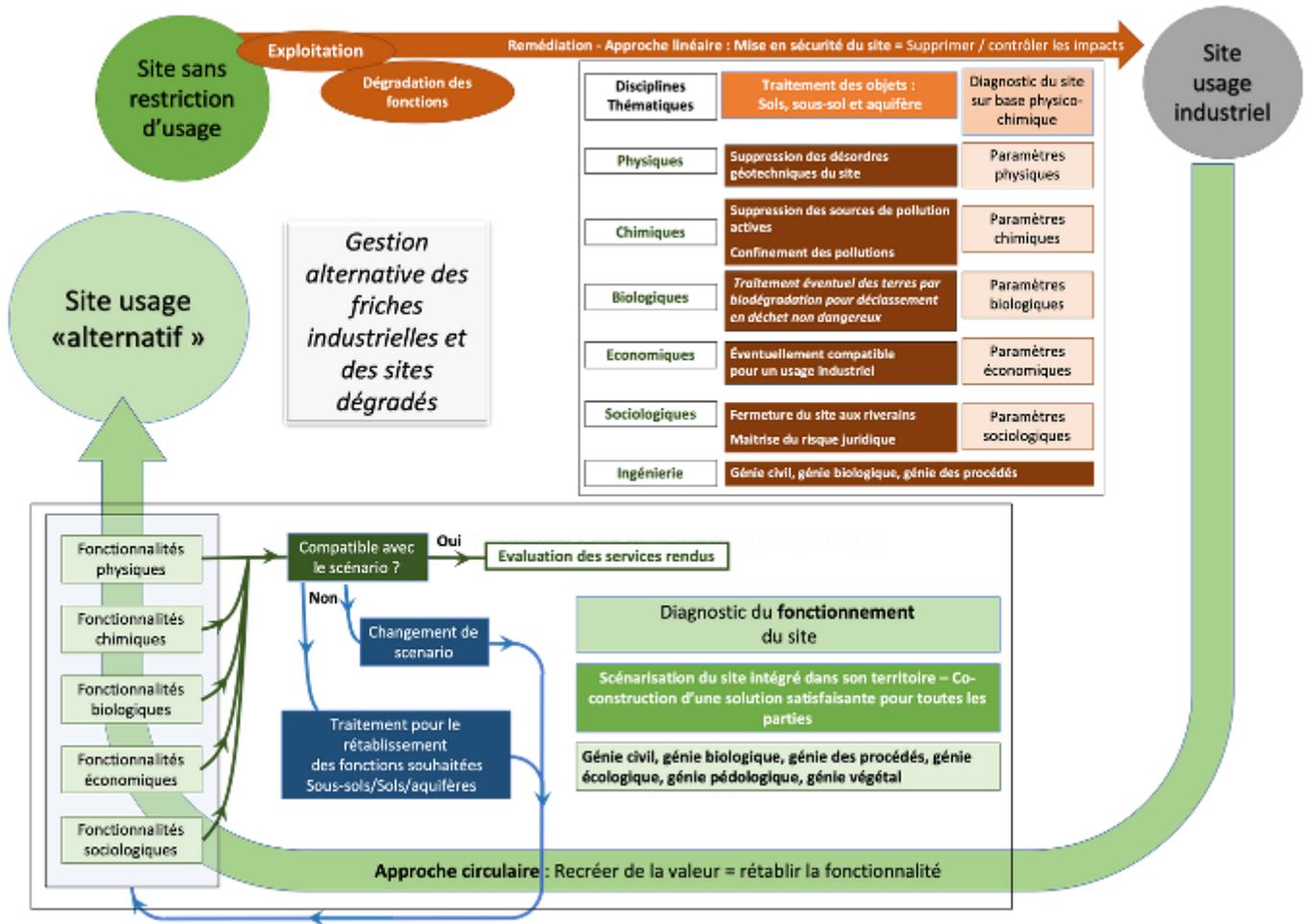


Nouvelle organisation du GISFI

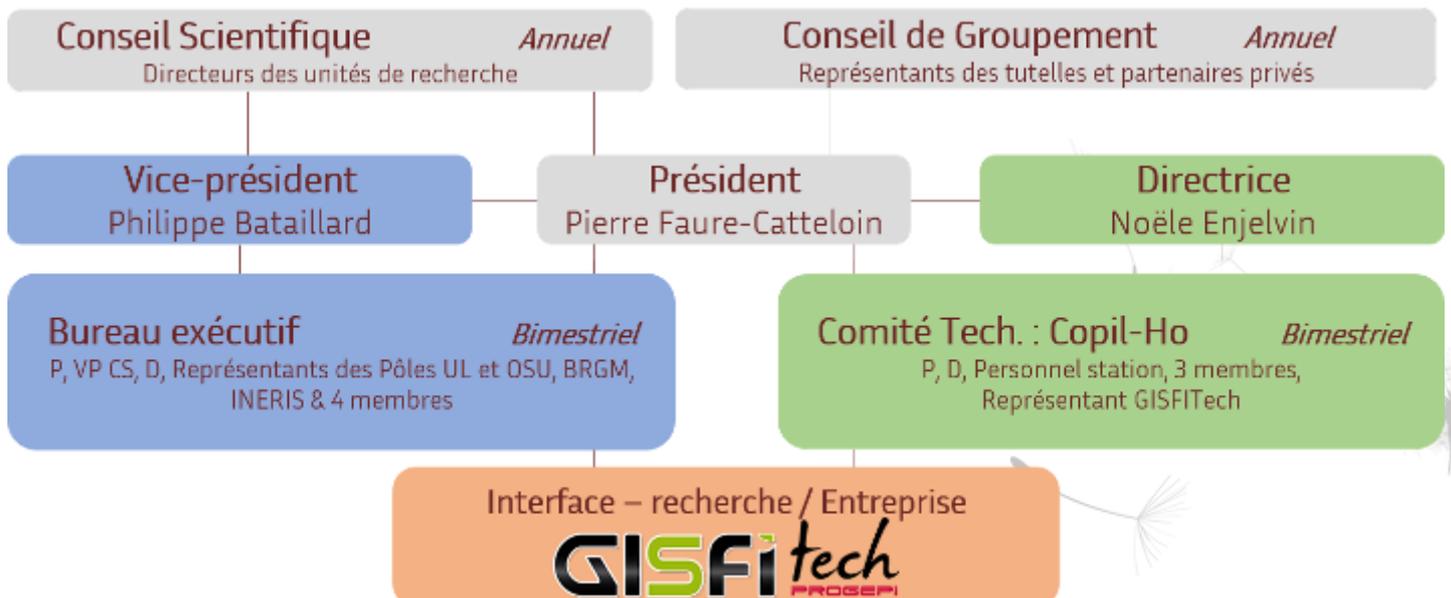
Au cours de ces vingt dernières années, le partenariat privé n'a cessé de se renforcer. Les entreprises partenaires du GISFI sont à présent au nombre de 13 :

- ArcelorMittal France
- VDR
- EPF Lorraine
- CREGU
- Antéa Group
- PROGEPI
- Microhumus
- Ginger Burgéap
- Élément-Terre
- Econick
- EODD
- Luxcontrol
- ConSoiling.

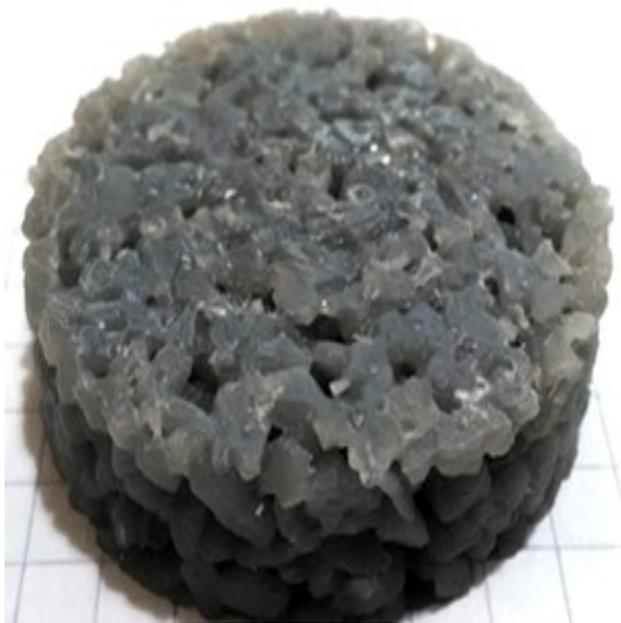
Approche du GISFI : De la simple mise en sécurité des sites dégradés vers des solutions alternatives



Nouvelle structuration du GISFI



Zoom sur des projets de recherche



Galet de sable imprimé en résine (LFzL)

3D Soil Test

Partenaires du GISFI : ERPI, GeoRessources, BEF, LRGP

Financement : Projet LUE

2018-2020

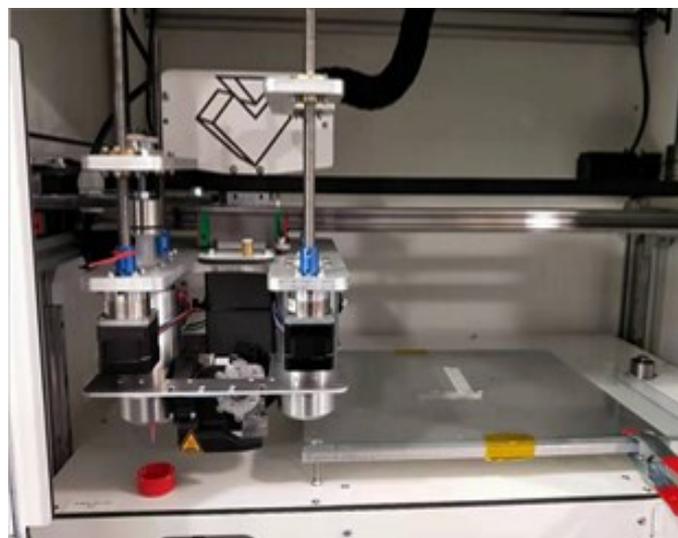
Le projet cherche à valoriser les possibilités offertes par l'impression 3D en science du sol. Un premier travail a visé à établir un état de l'art de ces opportunités de la fabrication additive [Javier Arrieta-Escobar, Delphine Derrien, Stéphanie Ouvrard, Elnaz Asadollahi-Yazdi, Alaa Hassan, Vincent Boly, Anne-Julie Tinet, Marie-France Dignac (2020). 3D printing: An emerging opportunity for soil science. *Geoderma*, 378, 11458]. En effet, la diversité des sols est un facteur clé qui influence les processus écologiques et le fonctionnement des sols. En raison de cette grande variabilité, il est difficile de comprendre le fonctionnement de chaque type de sol et de comparer les fonctions et les services offerts par les différents sols. Pour relever ces défis, les pédologues doivent s'ouvrir à d'autres disciplines scientifiques, en recherchant des approches et des solutions innovantes. En ce sens, l'impression 3D est un outil prometteur dans le domaine de la science des sols en raison de sa capacité à produire rapidement des structures géométriques complexes, indéfiniment reproductibles et personnalisables, dans un large éventail de matériaux contrôlés.

Deux axes ont ensuite été approfondis. Le premier axe consiste à établir un lien entre des données et images issues d'une analyse tomographique d'échantillons de sols, et la réalisation de monolithes à base de polymères par fabrication additive. On peut en effet envisager de réaliser des modèles physiques qui viendraient compléter les dispositifs expérimentaux utilisés pour : modéliser et étudier des écoulements, observer des phénomènes d'invasion racinaire ou de colonisation bactérienne et fongique. Nos recherches portent sur la chaîne numérique : traitement des images brutes, modélisation

de la microporosité, mise à l'échelle et modélisation des couches avant impression. De plus, diverses formulations sont testées pour les bio-encre à imprimer avec un objectif de biocompatibilité et en cherchant à optimiser certains comportements en termes de porosimétrie. Les résultats actuels nous ont permis d'établir l'intérêt de certaines compositions intégrant des argiles et des limites opérationnelles ont pu être identifiées en particulier sur des seuils de porosité.

Le second axe concerne la création d'un outil de diagnostic rapide de l'évolution de la matière organique des sols. Un dépôt de brevet est en cours sur cet outil qui a nécessité la formulation de plusieurs bio-encre, la mise au point de procédés d'impression 3D pour chaque formulation, des tests de bio-toxicité et finalement des tests sur le terrain. Il s'agissait de vérifier la faisabilité de la solution actuelle, c'est-à-dire valider que l'outil indiquait des phénomènes d'évolution de la matière organique des sols dans lesquels il était placé, et, que les données issues de l'outil traduisaient la « santé » du sol étudié.

3D Soil Test a mobilisé la plateforme de génie des produits du LRGP, les équipements tomographiques de GeoRessources, la plateforme de fabrication additive du Fab Living Lab de l'ERPI, les espaces expérimentaux du LSE et de BEF mais aussi les stations expérimentales forestières INRAE et du GISFI à Homécourt.



Imprimante TOBECA d'impression directe (FLzL)

Contact : vincent.boly@univ-lorraine.fr

LIFE — Agromine : la culture de plante hyperaccumulatrices sur des matrices riches en nickel pour la synthèse de composés biosourcés

Partenaires du GISFI : LSE, LRGP, Econick, Microhumus

Partenaires : Institut Agrobiologique de Galice, Université Internationale Hellénique, Université d'Agronomie de Vienne, Université d'Hasselt, Centre de gestion économique et agroenvironnemental de Tirana, AlchemiaNova

Financement : Projet Européen LIFE

2016-2021

L'agromine est une phytotechnologie qui utilise des plantes (dites « hyperaccumulatrices ») accumulant de très grandes concentrations de métaux dans les tiges, feuilles, fleurs, et les transforme pour récupérer le métal et le commercialiser. Il s'agit d'une filière qui allie la dépollution des sols et la production de matériaux à faible impact environnemental. L'agromine peut également s'envisager sur d'autres milieux de culture, comme des sols naturels, des résidus issus de l'industrie minière ou des déchets métallurgiques. Fondée sur la nature, elle s'inscrit dans le cadre de l'économie circulaire et permet de rendre un large panel de services pour l'Homme et l'environnement, comme la réhabilitation de sols, la génération de revenus pour des agriculteurs et la relocalisation de productions de métaux.

Dans ce contexte, le projet LIFE-Agromine est un projet Européen de cinq ans (2016-2021) qui a pour objectif de démontrer la faisabilité de l'agromine du nickel à l'échelle semi-industrielle. D'un budget supérieur à 2,7 millions d'euros, il rassemble des partenaires académiques (l'Université de Lorraine en France, avec le LSE et le LRGP, l'Institut de Recherche Agro-biologique de Galice en Espagne, l'Université Internationale Hellénique en Grèce, l'Université d'Agronomie de Vienne en Autriche, l'Université d'Hasselt en Belgique), une association (le centre de gestion économique et agro-environnemental en Albanie) et des entreprises (AlchemiaNova en Autriche, Econick et Microhumus en France). Ce projet est soutenu par des entreprises minières et métallurgiques, Aperam et Eramet, et une entreprise de production d'énergie à partir de biomasse, Ence.

Plusieurs parcelles agricoles d'espèces hyperaccumulatrices différentes ont été mises en place dans cinq pays européens. Un pilote de transformation de la biomasse, comportant des chaudières pour la production de cendres et des réacteurs de plusieurs dizaines de litres pour l'extraction du métal depuis ces cendres, a été installé en Lorraine (en partie sur la plateforme expérimentale du GISFI). Les différentes actions consistent à évaluer les rendements en végétaux suivant les itinéraires agronomiques, le système et le lieu de culture choisis. Une banque de graines



Champs d'agromine en Albanie (Odontharrena chalcidica)

d'hyperaccumulateurs sélectionnés a pu être instaurée au niveau européen. Le projet permet de proposer des voies de synthèse de produits commercialisables selon les prescriptions du marché et d'évaluer l'influence de la culture sur la transformation de la biomasse. Des évaluations complètes de la filière d'un point de vue environnemental (par analyse de cycle de vie) et technico-économique sont en cours.

La commercialisation par les cristalleries Daum d'un objet coloré avec du nickel issu de l'agromine fait partie des principaux résultats obtenus dans le cadre du projet Life-Agromine. La promulgation d'un article sur cette filière dans la loi française sur l'Economie circulaire (2020-105) en est un autre exemple. D'un point de vue scientifique, ce travail collaboratif a donné lieu, à l'heure actuelle, à 14 articles scientifiques dans des revues internationales, un livre (Agromining, farming for metals, Springer) et 12 communications dans des congrès internationaux. La première conférence internationale sur l'agromine est organisée à Nancy en mai 2021. Ce projet a aussi fait l'objet de nombreuses actions de sensibilisation du grand public, avec en particulier la diffusion de plusieurs reportages télévisés (dont un documentaire de 50 min diffusé sur ARTE et une question sur l'agromine au jeu « Qui veut gagner des millions » en Autriche) et radiophoniques (France Inter, Europe 1, etc.).



Vue aérienne des parcelles LIFE-Agromine de la station expérimentale de Homécourt

Contact : nathalie.vialette@univ-lorraine.fr
<https://life-agromine.com>



Photographie de l'essai mis en place au printemps 2019, modalité avec mulch

BioSaine – Refonctionnalisation de sols biotraités en vue de la production d'une biomasse saine à vocation énergétique

Partenaires du GISFI : LSE, BURGEAP, Microhumus

Partenaires : PROVADEMSE—INSAVALOR, SOL Paysage, Normandie Aménagement

Financement : GRAINE ADEME

2017-2020

Dans un contexte d'optimisation de la gestion des ressources foncières, les sites et sols pollués représentent un enjeu majeur. Situés dans ou à proximité des bassins de vie, ils peuvent procurer une gamme de services écosystémiques (reconstruction d'espace paysager, revitalisation d'écosystème), dès lors que les pollutions sont maîtrisées. Une voie possible de valorisation de ces sites consiste à les utiliser pour produire de la biomasse à usage énergétique, option pertinente quand elle répond à des besoins locaux en énergie renouvelable. Cependant, pour répondre aux contraintes environnementales, cette biomasse doit être dépourvue de substances pouvant causer des dommages à la santé humaine et aux écosystèmes. Le projet BIOSAINE, rassemblant des ingénieries, des laboratoires de recherche et un aménageur, répond à ces enjeux avec comme objectif de développer une chaîne d'innovation de services permettant de passer d'un site pollué dont les représentations sont négatives, le développement limité et la gestion coûteuse pour la collectivité, à celui d'un site identifié positivement comme producteur de services énergétiques/écologiques pour les acteurs et investisseurs.

Le projet BIOSAINE s'appuie sur un ancien site sidérurgique en cours de réhabilitation d'une surface

d'environ 150 ha de sols artificialisés, comprenant de multiples résidus de démolition et pollutions du sous-sol (hydrocarbures, phénols, métaux, métalloïdes) générant de fortes contraintes agronomiques et environnementales pour la végétalisation et les futurs usages. Ce site a dans un premier temps fait l'objet d'un diagnostic afin d'évaluer les teneurs en polluants (totaux et disponibles) présents dans les différents lots de terre. En parallèle les filières locales d'approvisionnement en matières organiques ou minérales résiduelles ont été évaluées et ces matériaux caractérisés. A partir de ces informations, une première formulation d'un Technosol optimisé à dire d'expert a été mis en place sur site à l'automne 2018 sur une surface de 600 m² et a fait l'objet d'une campagne d'échantillonnage et de caractérisations en mars 2019. En parallèle, des essais en vases de végétation ont été conduits afin de sélectionner les espèces végétales et éventuels amendement qui ont été mis en place sur site en avril 2019 : associations de phacélie et luzerne en strate herbacée et robinier et aulne en TCCR. Après une année de suivi, le reste du pilote a été installé au printemps 2020 pour couvrir un total 1800 m² en privilégiant cette fois les modalités ayant montré les meilleurs potentialités. L'essai doit être suivi pendant 2,5 ans avant récolte de la biomasse et analyse de ses potentialités en valorisation énergétique. Dans une approche plus agronomique, la stratégie de gestion des fractions grossières est traitée spécifiquement dans le cadre de la thèse CIFRE de Guillaume Hostyn conduite entre le LSE et BURGEAP. Ce paramètre est en particulier intégré dans la définition des traitements qui ont été conduits dans les essais en vases de végétation et sera également évalué à l'échelle lysimétrique avec la mise en place programmée de deux lysimètres en décembre 2020 sur la station expérimentale du GISFI. Ce volet du projet doit en particulier orienter les prises de décisions sur la gestion spécifique des fractions grossières dans l'aménagement des sites, souvent négligées dans les approches de caractérisations et de diagnostics pollution et agronomiques réalisés dans le cadre de prestations commerciales.



Photographie de l'essai mis en place au printemps 2019, modalité sans mulch

Contact : stephanie.ouvrard@univ-lorraine.fr

MONIC—MONItoring des gaz et des Contaminants organiques de sites pollués en cours de remédiation

Partenaires du GISFI : LIEC, GeoRessources, BRGM, Element-terre, LSE

Financement : Gesipol ADEME

2018-2021

Le projet MONIC vise à proposer une méthodologie adaptée pour suivre, en temps réel, la remédiation de sites contaminés par des polluants organiques (abattement des contaminants cibles, suivi de la production potentielle de produits secondaires, dissémination des contaminants et sous-produits vers l'environnement (eaux de nappe, atmosphère)). Cette méthodologie est basée sur l'utilisation combinée d'outils d'analyse moléculaire (GC-

l'objet d'analyses sur les trois équipements :

GC-MS de terrain Torion : nos résultats révèlent que le Torion est adapté pour l'analyse des composés volatils et semi-volatils. Les essais montrent qu'il est nécessaire pour le moment de réaliser des analyses à deux températures afin d'obtenir une vision la plus exhaustive des échantillons. Des travaux complémentaires sont en cours afin de pouvoir faire l'analyse des produits en une seule fois pour diminuer la durée d'analyse.

Raman : deux équipements Raman de terrain (BRAVO et RaPort) ont été testés. Le Raman BRAVO donne de meilleurs résultats en lien avec la longueur d'onde du laser dont il est équipé. Toutefois, nos essais montrent que les produits purs de hauts poids moléculaires et riches en composés aromatiques ne sont pas analysables avec ces équipements Raman. En revanche, les carburants et les produits dominés par les structures aliphatiques donnent



Présentation des différents équipements de terrain déployés dans le cadre du projet MONIC

MS de terrain) pour la détermination de composés volatils et semi-volatils et d'outils spectroscopiques (Raman et Infrarouge) pour le suivi du CO₂ et des structures associées (aliphatiques, aromatiques, polaires) aux produits cibles.

Le projet s'appuie sur des travaux réalisés à l'échelle du laboratoire (mise au point, calibration des outils et rédaction de modes opératoires) et sur des tests réalisés lors d'opérations de dépollution sur des sites présentant des contaminations de natures variées (hydrocarbures pétroliers, HAP, solvants chlorés) et faisant l'objet de différents traitements de remédiation (thermodésorption, ISCO, biostimulation...). Cette diversité de natures de pollution et de traitements permet d'éprouver et de valider les différents outils de monitoring sélectionnés dans différentes configurations dans un souci de forte opérationnalité. Ceci permettra de définir les conditions d'utilisation optimale de l'approche proposée qui sera transférée à Progepi-GISFITech en vue de définir une prestation commerciale.

La caractérisation de dix phases pures organiques issues de projets de recherche ou de sites en cours de dépollution a permis d'évaluer les trois différentes techniques d'analyse de terrain sélectionnées dans le cadre du projet. Ces différentes phases représentent les contaminations organiques les plus fréquemment rencontrées.

Après avoir réalisé une analyse moléculaire fine de ces phases pures par GC-MS de laboratoire, elles ont fait

de bons résultats. Le Raman est donc prometteur et doit maintenant être testé en présence d'eau, l'eau ne perturbant pas le signal Raman contrairement à l'infrarouge.

Infrarouge en mode ATR : toutes les phases pures ont été analysées avec succès par infrarouge et permet de qualifier la nature du produit.

Scanner d'émission infrarouge : la méthodologie a déjà été appliquée dans d'autres contextes et est prête à être déployée sur les sites qui seront sélectionnés dans le cadre du projet MONIC.

La prochaine étape du projet concerne l'application des différentes techniques sur un site en cours de remédiation. Le site est en cours de sélection en



Utilisation du GC-MS sur le terrain

Contact : pierre.faure@univ-lorraine.fr



SUPRA—Sols Urbains et Projets d'Aménagement

Partenaires du GISFI : LSE, BRGM

Partenaires : Direction régionale des Pays de la Loire et Direction Eau, Environnement & Ecotechnologies, Institut d'Urbanisme et d'Aménagement Régional Aix-Marseille, ARMINES, Centre de Géosciences, Equipe Géostatistiques, UPSP Ephor, Agrocampus Ouest Campus d'Angers

Financement : GRAINE ADEME

2017-2021

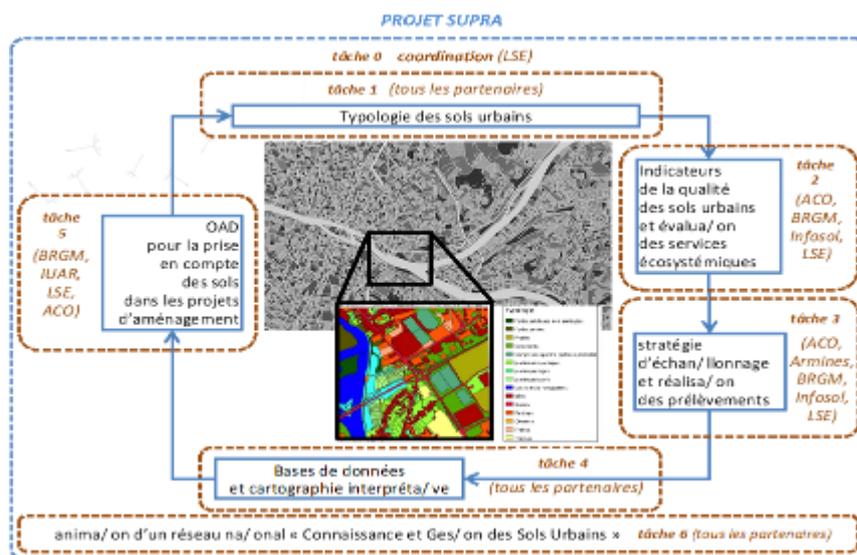
Le projet de recherche SUPRA éclaire la connaissance des sols urbains par une approche novatrice et pluridisciplinaire associant géosciences, pédologie, agronomie urbaine, cartographie, urbanisme, aménagement du territoire. SUPRA a défini un référentiel commun d'indicateurs de qualité des sols urbains, en lien avec les fonctions assurées et les services écosystémiques attendus. A partir de données édaphiques acquises, en particulier sur les métropoles de Nancy, Nantes et Marseille, SUPRA a produit des bases de données géoréférencées et inter-opérables de qualité des sols urbains. Le projet contribue ainsi à établir des réseaux de mesures de la qualité des sols urbains, dans une logique d'observatoire. A ce titre, SUPRA est connecté au projet de réseau de mesure de la qualité des sols urbains soutenu

localement par l'OSU OTELo et contribue à la dynamique du Service National d'Observation Observil. Ce dernier étudie la circulation d'eau, d'énergie et de matière dans la zone critique urbaine, les données collectées balayant un spectre large : hydrologie, thermique du bâtiment, climatologie, télédétection, biologie et physico-chimie des sols, des eaux souterraines et de surface.

L'originalité des travaux de SUPRA repose également sur une approche intégrée de la notion de qualité des sols urbains. Ceux-ci ont en effet été jusqu'à présent surtout étudiés sous l'angle de leur contamination potentielle et de leurs propriétés mécaniques. La prise en compte supplémentaire de propriétés agronomiques des sols permet de faire le lien avec les services écosystémiques attendus.

En réponse à une demande opérationnelle, l'ensemble des travaux trouve une application dans la production de cartes thématiques liées aux propriétés/fonctions/services des sols urbains et dans le développement d'un futur outil d'aide à la décision à destination des aménageurs proposant des recommandations sur une utilisation optimale de la couverture pédologique urbaine et péri-urbaine en termes de services écosystémiques rendus.

A l'échelle nationale, SUPRA anime le réseau URBASOL (<https://urbasol.agrocampus-ouest.fr/fr>) associant des acteurs majeurs de la connaissance et de la gestion des sols urbains en France afin de profiter d'une approche intégrée et de créer les conditions du développement de projets collaboratifs futurs. Le réseau URBASOL identifie et rassemble les différentes équipes menant des travaux sur les sols urbains, met en lumière des compétences et des savoirs parfois ignorés, crée les conditions pour de nouvelles collaborations et ambitionne de générer collectivement des connaissances nouvelles, de faciliter le transfert d'informations et le partage de données et de développer la veille, la valorisation et l'innovation. En outre, URBASOL établit une connexion internationale, en particulier avec le groupe Suitma - Soils of Urban, Industrial, Traffic, Mining and Military Areas (International Union of Soil Sciences - IUSS).



Organisation du projet de recherche SUPRA en 6 tâches complémentaires

Contact : christophe.schwartz@univ-lorraine.fr

TEMPOL—Observation sur le long TErMe de sols POLLués

Partenaires du GISFI : LIEC, GeoRessources, LSE

Partenaire : Forschungszentrum Jülich GmbH (Allemagne)

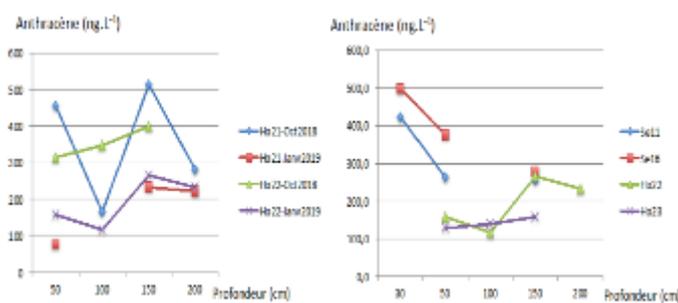
Financement : Projet Observatoire OTELo

2017-2021

Ce projet mis en place en 2017 vise à suivre sur le long terme l'évolution d'un sol présentant une contamination mixte métallique et organique (hydrocarbures aromatiques polycycliques, HAPs) dans un contexte de changement climatique. Ce projet est aussi issu d'une volonté de collaboration et d'échange de données entre la station lysimétrique du GISFI à Homécourt et un des observatoires du réseau allemand TERENO (Terrestrial Environmental Observatories), situé à Selhausen (Jülich), qui fait partie de l'infrastructure européenne eLTER (European Long-Term Ecosystem and Socio-ecological Research infrastructure). Jusque-là, les sols étudiés dans le réseau d'observatoires TERENO n'étaient pas des sols contaminés, et les deux sites présentent des conditions climatiques légèrement différentes, ce qui a suscité un intérêt commun pour ce projet dans le contexte du changement climatique. Pour ce projet, un sol contaminé (site de la cokerie de Moyeuvre-Grande, issu du projet AMI Bioxyval) a été placé dans 3 lysimètres de la station expérimentale du GISFI à Homécourt et 3 autres sur le site de Selhausen en 2017. Un protocole commun précis et rigoureux de remplissage par couches successives et de tassement de ces couches dans les lysimètres a été établi et utilisé, et des prélèvements pour analyses des sols ont été réalisés lors du remplissage. Les analyses portent actuellement sur les solutions prélevées dans les bougies poreuses à différents niveaux et à la base des colonnes lysimétriques, en plus des mesures de base (poids des lysimètres, volume, pH, température, conductivité des solutions...) : analyses d'éléments majeurs et en traces, et de composés organiques (CAPs – composés aromatiques polycycliques incluant les 16 HAP US-EPA et 23 CAP-O, CAP-N et CAP-N), dont une partie est réalisée par le partenaire allemand à Jülich et l'autre partie par le GISFI à Nancy. La gestion commune des données a aussi fait l'objet d'échanges et de mises au point entre les partenaires français et allemands.

Pour les CAPs, qui sont des polluants majoritaires dans ce sol, et pour la période d'octobre 2018 à janvier 2019, les solutions collectées aux différents niveaux des lysimètres présentent des teneurs supérieures à 50 ng.L⁻¹ pour le naphthalène, l'acénaphthylène, le fluorène, et le phénanthrène et peuvent atteindre 500 ng.L⁻¹ pour l'antracène et 2000 ng.L⁻¹ pour le naphthalène. Pour les autres CAPs, les teneurs sont plus faibles, et dans certains cas ils ne sont pas détectables. Les teneurs des éléments détectés sont plus élevées en octobre 2018 qu'en janvier 2019 (figure 1b). Si l'on compare les données des lysimètres de Homécourt et ceux de Selhausen en janvier 2019 (figure 1c), les teneurs en anthracène sont plus élevées dans ces

derniers, mais un résultat inverse est observé pour le naphthalène (résultats non présentés). Ces données et évolutions seront à confirmer lors des prochains relevés. Ces analyses seront poursuivies et constituent des données tout à fait originales permettant de suivre au cours du temps l'évolution et le transfert des polluants *in situ* dans un contexte international.



Lysimètres de la station expérimentale de Homécourt

Contacts : corinne.leyval@univ-lorraine.fr
pierre.faure@univ-lorraine.fr

IG Film—Industrie Geschichte Film

Partenaires du GISFI : Loterr

Partenaire : Universität des Saarlandes, Université de Liège, Université du Luxembourg, MSH Lorraine, UniGR-CBS (Center for Border Studies de l'Université de la Grande Région)

Financement : INTERREG Europe

2018-2022

L'action Industrie Geschichte Film (IG Film, soit « histoire industrielle par les films ») est inscrite dans l'UniGR-Center for Border Studies (UniGR-CBS) qui est un réseau thématique transfrontalier entre chercheurs des universités partenaires de l'UniGR (Université de la Grande Région) qui travaillent au sujet des frontières et espaces frontaliers. Le réseau UniGR-CBS a été lancé le 1^{er} décembre 2014. Il s'agit d'une plateforme multidisciplinaire reliant des projets des universités partenaires de l'UniGR dans le domaine des *border studies* et soutenant le développement des initiatives transfrontalières dans ce domaine tout en agissant pour une plus grande visibilité internationale.

Initialement inspiré des fresques hypermédia de l'Institut National de l'audiovisuel (INA), IG Film se caractérise par la volonté de mettre en ligne, à disposition du public sous forme de modules pédagogiques à utiliser dans les écoles et universités, des films et extraits de films de toute sorte (documentaire, fiction, reportage...) commentés et expliqués, en rapport avec l'histoire et l'actualité industrielles de la Grande Région. L'action est à la fois internationale et interdisciplinaire car elle regroupe une dizaine de chercheurs de disciplines différentes et des quatre pays partenaires de la Grande Région.

Pendant 3 ans (2018-2020), ces chercheurs, appuyés par les services de la Direction du Numérique de l'Université de Lorraine et de plusieurs stagiaires de niveau Master, ont analysé les séquences filmées avec des approches diverses et selon différentes perspectives tout en mettant leurs résultats en commun.

Plus concrètement, le travail a consisté en :

- la sélection de films dans un corpus préalablement établi mais qui a pu être complété par les membres de l'équipe;

- le repérage d'extraits utilisables pour illustrer les 8 thématiques suivantes organisées en modules : L'héritage de l'homme de fer (il s'agit d'un module particulier sur un film entier à propos de l'héritage de la sidérurgie en Lorraine dont certains extraits sont analysés) ; L'habitat industriel ; Vivre dans un autre monde (le monde des mineurs et des ouvriers) ; Géopolitique et industrie ; Langues et industrie ; Paysages et territoires de l'industrie ; Histoire de techniques de production ; Histoire des techniques d'extraction du charbon.

- la contextualisation de ces extraits et leur explication. Les outils à utiliser pour cela sont très variés : sources bibliographiques, cartes anciennes et actuelles,

archives, témoignages, terrain, etc. ;

- la rédaction de courtes notices de contextualisation, d'explications et d'analyse à propos de ces extraits. 61 ont été rédigées (*cf.* document ci-contre) ;

L'image ci-dessous est extraite du film « L'héritage de l'homme de fer, » réalisé en 2009 par Stéphane Bubel et Emmanuel Graff. Elle présente l'ancien site sidérurgique luxembourgeois d'Esch-Belval alors au début de sa transformation. On y distingue : à droite les éléments hérités de l'ancienne usine, en particulier un haut-fourneau destiné à être patrimonialisé ; au centre, les parties détruites de l'usine alors en chantier ; et, enfin, à gauche, les nouveaux bâtiments de sièges bancaires implantés sur le site dans le cadre de sa reconversion et du redéveloppement du territoire local.

- la localisation de ces extraits sur une carte « cliquable » qui sera la porte d'entrée de l'ensemble ;

- la réalisation de transpositions didactiques de ces extraits en fonction du niveau d'élèves ou d'étudiants et selon les thématiques listées ci-dessus.

Dans le cadre du GISFI, l'action IG Film représente l'ouverture de la structure aux Sciences Humaines et Sociales, poussée par la nécessaire contextualisation géohistorique, socio-économique des friches et sols pollués qu'elle étudie et traite depuis 20 ans.



Image extraite du film « L'héritage de l'homme de fer, » réalisé en 2009 par Stéphane Bubel et Emmanuel Graff.

Contacts : gregory.hamez@univ-lorraine.fr
simon.edelblutte@univ-lorraine.fr
kheira.oudina@univ-lorraine.fr
<http://cbs.uni-gr.eu/>

TANIA—TreAting contamination through Nanoremediation

Partenaires du GISFI : LSE, LRGP, Région Grand Est

Partenaire : Agency for the development of the Empolese Valdelsa (Italie), Regional Government of Tuscany (Italie), Regional Council of Päijät-Häme (Finlande), University of Helsinki (Finlande), Region of Crete (Grèce), Government of Baranya county (Hongrie).

Financement : INTERREG Europe

2017-2021



TANIA est un projet INTERREG qui associe des partenaires académiques et des partenaires des collectivités territoriales de cinq régions de pays. Il est coordonné par l'ASEV (Italie), qui est une agence de développement de Toscane.

Objectifs :

- Améliorer le traitement de sites contaminés dans les régions européennes, en améliorant la conception et la mise en œuvre de mesures politiques susceptibles de soutenir l'adoption et la diffusion de technologies innovantes ;
- Soutenir la Recherche et l'Innovation de solutions éco-compatibles et éco-durables pour le traitement des sols et des eaux contaminés ;
- Echanger des méthodologies pour évaluer l'efficacité, la durabilité économique, la sécurité environnementale et l'impact de la nanoremédiation ;
- Tester l'utilisation *in situ* de nanomatériaux et nanoparticules pour traiter les sols et les eaux contaminés ;
- Communiquer pour sensibiliser sur la technologie de nanoremédiation ;
- Concevoir, développer et suivre la mise en œuvre des plans d'action pour l'amélioration des politiques ;
- Encourager la mise en réseau de l'UE sur la nanoremédiation, en partageant les lignes directrices d'un plan d'action établi par les partenaires dans chaque Région.

Méthodes :

Le projet TANIA s'appuie sur des échanges interrégionaux et la participation d'acteurs du domaine de la remédiation des sites et sols pollués. Au sein d'une même région, des réunions associant l'ensemble des parties prenantes permettent de développer une approche intégrée de la gestion des sites et sols pollués et de faire apparaître les

questions et verrous susceptibles de freiner l'innovation. Les échanges entre régions ont lieu deux fois par an au cours de TEE (Tania Exchange Event) où les questions de politiques publiques, de bonnes pratiques et de solutions sont partagées.

Résultats :

Le projet TANIA met l'accent sur les innovations en général qui peuvent bénéficier à la filière de traitement des sites et sols pollués. Chaque région a partagé des solutions qui ont pu être discutées et appropriées par les autres régions. Par exemple, le GISFI et la Région Grand Est ont partagé deux solutions. Il s'agit, d'une part, du GISFI et de sa station expérimentale comme dispositif pluridisciplinaire pour traiter des questions complexes de gestion durable des SSP et, d'autre part, du projet LORVER (AME Région Lorraine 2012-2018) retenu en raison de l'approche intégrée, fondée sur le traitement et la restauration des sols dégradés et le développement de nouveaux écosystèmes productifs de biomasse. Une plateforme analogue à celle du GISFI existe aussi en Finlande, Université d'Helsinki à Lahti. Les échanges ont permis d'envisager le transfert de cette solution au partenaire italien (Région de Toscane, Politecnico di Milano, Università di Siena). Les réunions régionales organisées par les deux partenaires français ont associé les parties prenantes de la gestion des sites et territoires dégradés. Elles ont notamment souligné les limitations de l'application de la nanoremédiation liées au manque d'informations sur la réelle efficacité et l'innocuité sanitaire et environnementale. En matière de gouvernance sur les questions de friches industrielles, les échanges ont contribué à mettre en place dans la Région Grand Est une politique rénovée qui s'appuie très largement sur les innovations. La Région Grand Est, qui a mis le recyclage du foncier au cœur de sa politique, s'est engagée avec l'ADEME et l'Agence de l'Eau à financer un appel à projets annuel qui soutient l'intégration des innovations, alternatives à l'excavation, pour la gestion des sites et sols pollués.

La sortie du projet a permis d'établir un Plan d'action pour chaque Région dont la mise en place sera suivie sur les deux dernières années du projet (2020 et 2021).



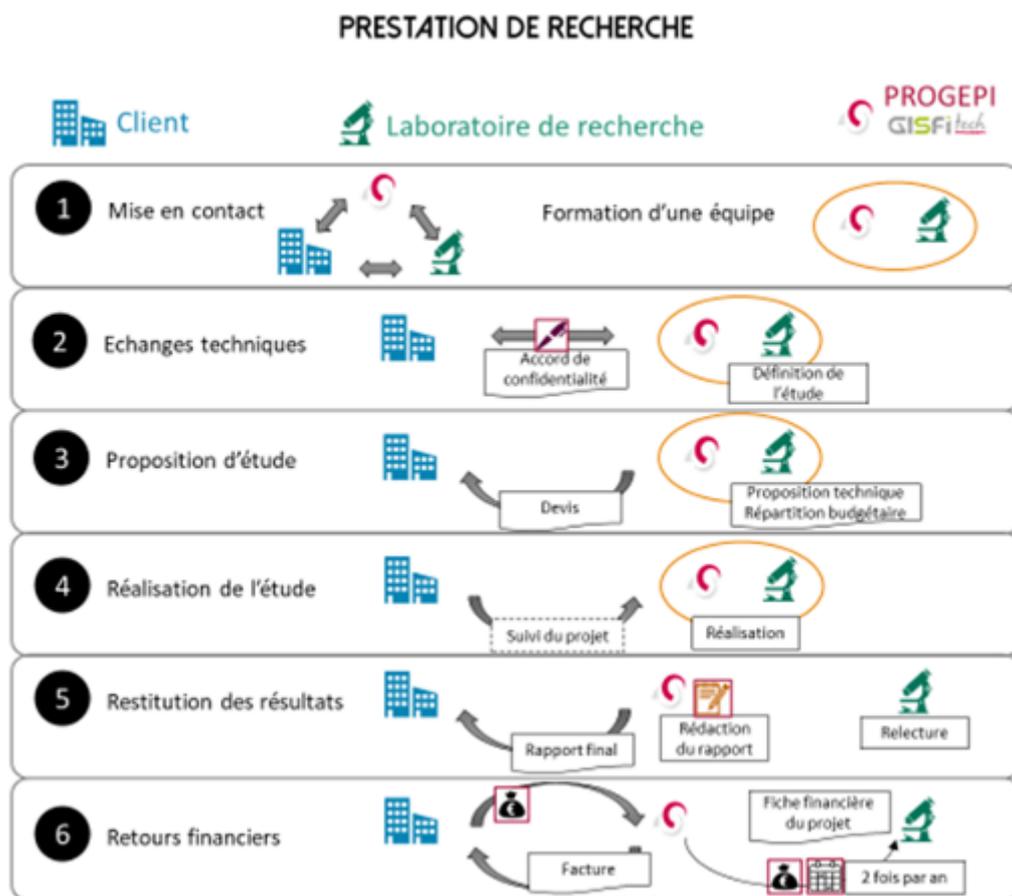
Kick-off meeting—février 2017, Empoli (Italia)

Contact : noele.enjelvin@univ-lorraine.fr
<https://www.interregurope.eu/tania/>

PROGEPI est une interface entre les laboratoires de recherche et les entreprises en quête de solutions technologiques. Cette structure est composée d'une équipe d'ingénieurs et techniciens réalisant des prestations de recherche dans le domaine des procédés et de l'environnement. En étant adossé à des laboratoires de recherche de l'Université de Lorraine et du CNRS, Progepi bénéficie de l'accompagnement et de l'appui scientifique de chercheurs et enseignants-chercheurs, et dispose d'équipements et dispositifs terrains disponibles dans ces laboratoires pour la réalisation des prestations. Ainsi, le pôle GISFITech de Progepi travaille en partenariat avec les laboratoires du GISFI sur les thématiques de remédiation et requalification des sites et sols pollués, et a accès aux dispositifs terrains de la station expérimentale de Homécourt.

Cette collaboration permet aux entreprises privées d'accéder aux savoirs, savoirs-faires et équipements des laboratoires de recherche publics, avec une contractualisation et un support pour la réalisation du projet assurée par PROGEPI-GISFITech. Pour les laboratoires de recherche du GISFI, cela permet de valoriser leurs connaissances, leurs équipements et dispositifs terrain, et de disposer de ressources financières complémentaires.

Une convention de partenariat entre PROGEPI-GISFITech, l'Université de Lorraine et le CNRS fixe les modalités de partenariat : pour chaque prestation, l'ingénieur de PROGEPI et le(s) chercheur(s) des laboratoires forment une équipe de travail, définissent les tâches, les répartissent et les budgétisent. Le paiement de l'expertise et de la mise à disposition des équipements pour les prestations réalisées est effectué deux fois par an par Progepi-GISFITech auprès du laboratoire de recherche.



ZOOM sur une prestation 2020 :

Une PME lorraine, 45-8Energy, souhaite tester un nouveau capteur de gaz du sous-sol en condition réelle pendant de longues périodes dans le cadre d'un projet mené par le consortium 45-8Energy - Institut Lafayette – GeoRessources - Solexperts. Pour cela, l'entreprise souhaite utiliser un lysimètre de la station expérimentale du GISFI.

Cette colonne remplie de sol pour des expérimentations antérieures sera mise à disposition pour au moins un an. La société va retirer les sondes situées à la base du lysimètre pour y installer un système d'injection de gaz. Le capteur à tester sera placé à la surface de la colonne, en condition similaire à une investigation de terrain.

Les travaux sont coordonnés par Progepi-GISFITech, et réalisés conjointement par le client et le personnel de la station expérimentale du GISFI. Le suivi des installations est effectué par le client ; le personnel de la plateforme fournit les données hygrométriques et de température du sol régulièrement.

Le GISFI et la formation

Master Gestion de l'Environnement (GESTE) option Sites et Sols Pollués

Depuis 2016, l'Université de Lorraine propose une formation en alternance dédiée aux sites et sols pollués : le parcours « Sites et Sols Pollués » du Master « Gestion de l'Environnement (GESTE) » (<https://formations.univ-lorraine.fr/fr/master/2376-master-sites-et-sols-pollues-ssp.html>). Le GISFI a contribué à la création de ce cursus dont le BRGM est partenaire. Les adhérents du GISFI contribuent aux enseignements, aux côtés d'acteurs institutionnels et d'intervenants professionnels (UPDS et UCIE).

Les thèmes abordés concernent la gouvernance des sites et sols pollués, la connaissance des sols et des polluants et de leurs transferts, les techniques de prélèvements, l'interprétation des données de contamination, et les stratégies en matière de gestion/dépollution des sites. Des enseignements en sécurité, développement durable, langues et communication complètent le programme.

La majorité des étudiants bénéficie d'un contrat d'apprentissage (à ce jour 32 étudiants diplômés ou en cours de formation), auquel fait suite, dans 90% des cas, un CDD ou un CDI.

Pour tout renseignement concernant le recrutement d'un apprenti ou une inscription, contacter le responsable Jean-François Masfaraud.

Contact : jean-francois.masfaraud@univ-lorraine.fr
<https://scifa.univ-lorraine.fr/content/master-geste#parcours-ssp>



Building Urban Intelligent Living Design Solutions

Le GISFI est partenaire, via le LSE et Econick, du Projet Européen en formation « Building Urban Intelligent Living Design Solutions » (<https://www.build-solutions.org>) - partenaires : Institute for Advanced Architecture of Catalonia, Barcelone ; University of Economics and Business, Vienne ; City Facilitators, Copenhague ; sociétés Plant-e, Wageningen UR, Green Innovation, Copenhague). BUILD promeut une ingénierie pédagogique innovante afin de former des étudiants aux connaissances, méthodes et outils nécessaires pour surmonter les défis écologiques posés par une urbanisation galopante. BUILD développe un programme de formation trans-disciplinaire (biotechnologies, génie écologique, conception intelligente, affaires), permet aux étudiants de créer de nouveaux matériaux et procédés pour une architecture capable de générer de l'énergie, de purifier l'eau, de respecter les sols, de valoriser les déchets et de purifier l'air. BUILD fournit aussi aux étudiants les connaissances et les compétences entrepreneuriales nécessaires pour mettre sur le marché des solutions biologiques et intelligentes pour les villes. Un exemple de réussite est la start-up Epiclay qui a récemment remporté la coupe du monde des start-up universitaires (<https://epiclay.eu/>).

Contact : <https://www.build-solutions.org>



Bilan mi-2019 et 2020

Le bilan est réalisé depuis juillet 2019 pour faire suite au rapport précédent dont le bilan s'arrêtait à juin 2019 :

- 76 articles publiés dans des revues internationales avec comité de lecture ;
- 6 chapitres d'ouvrages ;
- 9 thèses soutenues et 14 sont en cours.

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., CAMBOU, A., MOULIN, P., SCHWARTZ, C., CANNAVO, P., VIDAL BEAUDET, L., BARTHÈS, B. (2019) Quantification of soil organic carbon stock in urban soils using visible and near infrared reflectance spectroscopy (VNIRS) *in situ* or in laboratory conditions. *Science of the Total Environment* 686: 764-773. hal-02136840

ARRIETA-ESCOBAR, J., DERRIEN, D., OUVRARD, S., ASADOLLAHI-YAZDI, E., HASSAN, A., BOLY, V., TINET, A.-J., DIGNAC, M.-F. (2020) 3D printing: An emerging opportunity for soil science. *Geoderma* 378: 114588. hal-02917327

BENIOUG, M., GOLFIER, F., FISCHER, P., OLTÉAN, C., BUÈS, M.A., YANG, X. Interaction between biofilm growth and NAPL remediation: a pore-scale study. *Advances in Water Resources*, 2019, 125:82-97. doi:10.1016/j.advwatres.2019.01.011: hal-02007310.

BERTHELOT, C., ZEGEYE, A., GABER, D.A., CHALOT, M., FRANKEN, P., KOVACS, G.M., LEYVAL, C., BLAUDEZ, D. (2020) Unravelling the role of melanin in Cd and Zn tolerance and accumulation of three dark septate endophytic species. *Microorganisms* (8: 537) DOI: 10.3390/microorganisms8040537. hal-02537379v1

BOULANGÉ M., LORGEUX C., BIACHE C., MICHEL J., MICHELS R., FAURE P. (2019) Aging as the main factor controlling PAH and polar PAC (polycyclic aromatic compound) release mechanisms in historically coal-tar contaminated soils. *Environ Sci & Pollution Research*, 26:1693-1705. DOI 10.1007/s11356-018-3708-1

CASSAYRE, L., HAZOTTE, C., LAUBIE, B., CARVALHO, W.M., SIMONNOT, M.-O. Combustion of nickel hyperaccumulator plants investigated by experimental and thermodynamic approaches. *Chemical Engineering Research and Design*, 2020, 160, 162-174 : hal-02884769v1

CAZALS F., HUGUENOT D., CRAMPON M., COLOMBANO S., BETELU S., GALOPIN N., PERRAULT A., SIMONNOT M.O., IGNATIADIS I., ROSSANO S. Production of biosurfactant using the endemic bacterial community of a PAHs contaminated soil, and its potential use for PAHs remobilization. *Science of the Total Environment*, 2020, 709, 136-143 : hal-02504258v1

DENG, T.-H.-B., TANG, Y.-T., STERCKEMAN, T., ECHEVARRIA, G., MOREL, J.-L., QIU, R.-L. (2019) Effects of the interactions between nickel and other trace metals on their accumulation in the hyperaccumulator *Noccaea caerulea*. *Environmental and Experimental Botany* 158: 73-79. hal-02154555

EDELBLUTTE, S., 2020, Ville-usine, ville industrielle, ville d'entreprise...Introduction à des approches croisées du fait industriel-urbain. *Revue Géographique de l'Est* [En ligne], vol. 58/3-4, mis en ligne le 23 juillet 2020, URL : <http://journals.openedition.org/rge/9332> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rge.9332>

HEDDE, M., NAHMANI, J., SÉRÉ, G., AUCLERC, A., CORTET, J. (2019) Early colonisation of constructed technosols by macro-invertebrates. *Journal of Soils and Sediments* 19(8): 3193-3203. hal-02019968

JOHANSSON C., BATAILLARD P., BIACHE C., LORGEUX C., COLOMBANO S., JOUBERT A., PIGOT T. AND FAURE P. (2019) FerrateVI oxidation of Polycyclic Aromatic Compounds (PAHs and polar PACs) on DNAPL-spiked sand: degradation efficiency and oxygenated by-product formation compared to conventional oxidants. *Environ Sci & Pollution Research*. doi: 10.1007/s11356-019-06841-0

KPANNIEU D.B.E., MALLET M., COULIBALY L., ABDELMOULA M., RUBY C., Phosphate removal from water by naturally occurring shale, sandstone, and laterite: The role of iron oxides and of soluble species, *Compte-Rendus Geoscience*, 2019, 351, 37-47; HAL: 01999508

LAPIE, C., STERCKEMAN, T., PARIS, C., LEGLIZE, P. (2020) Impact of phenanthrene on primary metabolite profiling in root exudates and maize mucilage. *Environmental Science and Pollution Research* 27(3): 3124-3142. hal-02934626

LEMAIRE J., MORA V., FAURE P., HANNA K., BUÈS M., SIMONNOT M.O. Chemical oxidation efficiency for aged, PAH multicontaminated sites: an investigation of limiting factors. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2019, 7,

103061 : hal-02161312

- LEMMEL F., MAUNOURY-DANGER F., FANESI, A. LEYVAL, C., CEBRON, A., 2019, Soil properties and multi-pollution affect taxonomic and functional bacterial diversity in a range of french soils displaying an anthropisation gradient, *Microbial Ecology*, 77, 993-1013. DOI:10.1007/s00248-018-1297-7, HAL: hal-02317637
- RAKOTOMALALA ROBINSON M., COUSTEL R., ABDELMOULA M. , MALLET M. As(V) and As(III) sequestration by starch functionalized magnetite nanoparticles : influence of the route onto the trapping efficiency. *Science and Technology of Advanced Materials*, (2020), HAL: 02918392
- REES, F., DAGOIS, R., DERRIEN, D., FIORELLI, J.L., WATTEAU, F., MOREL, J.L. SCHWARTZ, C., SIMONNOT, M.O., SÉRÉ, G. Storage of carbon in constructed technosols: *in situ* monitoring over a decade. *Geoderma*, 2019, 337, 641-648 : hal-01934274
- RODRIGUES, J., ANTOINE, G., SÉRÉ, G., MOREL, J.M., GUIMONT, S., SIMONNOT, M.O., PONS, M.N. Life cycle impacts of soil construction, an innovative approach to reclaim brownfields and produce nonedible biomass. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 211, 36-43 : hal-01933951
- RUE, M., REES, F., SIMONNOT, M.-O., MOREL, J. L. (2019) Phytoextraction of Ni from a toxic industrial sludge amended with biochar. *Journal of Geochemical Exploration* 196: 173 - 181. hal-01934269
- WECHTLER, L., HENRY, S., FALLA, J., WALDERDORFF, L., BONNEFOY, A., LAVAL-GILLY, P. (2020) Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) dissipation from a contaminated technosol composed of dredged sediments with *Miscanthus x giganteus* and *Trifolium repens* L. in mono- and co-culture. *Journal of Soils and Sediments* 20(7): 2893-2902. hal-02960284

Thèses soutenues 2019 à 2020

- BEAULOYE Y., Conditions technico-socio-économiques d'acceptation d'un nouveau projet d'exploitation industrielle du sous-sol dans le bassin houiller lorrain (Dir. M. Deshaies, Loterr, Université de Lorraine et Y. Gunzberger, GéoRessources, Université de Lorraine). *Décembre 2020*
- CAZALS, F., Combinaison du lavage par biosurfactant et de la biodégradation dynamisée, pour la dépollution des eaux souterraines de sites contaminés par des HAP. Thèse Paris Est Marne la Vallée associant BRGM/LRGP/Colas Environnement. *25 mai 2020*
- COLOMBINI G. Étude multi-échelle des interactions saprophytes-matières organiques et de leurs implications dans le fonctionnement des humipedons de Technosols - Approche fondamentale vers l'ingénierie écologique. Thèse de l'Université de Lorraine, *18 décembre 2020*.
- GROSJEAN N. Eude des gènes de réponse aux terres rares chez des organismes modèles. Thèse Université de Lorraine, *26 juin 2019*
- JOHANSSON C. Oxydation par les ferrates d'un sol contaminé par du DNAPL en condition saturée : conséquences sur les Composés Aromatiques Polycycliques (HAP et CAP Polaires) Expérimentations en batch et colonne, Thèse UL, *13 décembre 2019*, <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-02555896>
- LAPIE C. Caractérisation de la rhizodéposition du maïs (*Zea mays* L.) en réponse à la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques et d'éléments traces métalliques. Thèse de l'Université de Lorraine, *10 septembre 2019*.
- LEMMEL F. Diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés microbiennes en lien avec le cycle du carbone dans un gradient de sols multi-contaminés, Thèse Université de Lorraine, *14 janvier 2019*
- RAKOTOMALALA ROBINSON M. Synthèse, propriétés physicochimiques et réactivité vis-à-vis de As(III) et As(V) de nanoparticules de magnétite fonctionnalisées par de l'amidon. Thèse UL, *18 décembre 2019*
- WECHTLER L. Amélioration de la phytoremédiation par *Miscanthus x giganteus* d'un technosol contaminé construit à partir de sédiments: co-culture avec *Trifolium repens* L. et bioaugmentation avec des microorganismes endémiques. Thèse de l'Université de Lorraine, *17 décembre 2020*.

La station expérimentale



En implantant en 2003 sa station expérimentale de Homécourt sur le site d'une ancienne cokerie, le GISFI s'est donné les moyens de valider les travaux de laboratoire en vraie grandeur et de tester de nouvelles solutions de traitement durable. Une démarche en ligne avec l'Observatoire Terre Environnement Lorraine (OTELo) qui a pour mission de contribuer aux progrès de la connaissance par l'acquisition de données, le développement et l'exploitation de moyens d'observation et l'élaboration d'outils théoriques.



Colonnes lysimétriques "Battement de nappe"

Quatre grandes colonnes lysimétriques (2 m³) de la station expérimentale ont été transformées pour simuler des battements de nappe dans les sols. Ce dispositif original couple des mesures géophysiques indirectes, des mesures hautes fréquences via différents sondes (température, pH, Eh et tensiomètres) réparties dans les colonnes à différentes profondeurs (zone insaturée, zone saturée et zone de battement) et permet de collecter des eaux par le biais de bougies poreuses. Un piézomètre placé au cœur du dispositif permettra de faire le lien entre les suivis classiques de terrain et les mesures précises enregistrées par le dispositif pour améliorer les modèles existants. Ces colonnes sont le support du projet BatNap dont les objectifs sont (i) de mieux comprendre, dans un contexte de changement climatique (événements extrêmes), l'impact des variations de hauteur de nappe sur les mécanismes de relargage d'hydrocarbures issus de LNAPL (Light Nonaqueous Phase Liquid), (ii) d'évaluer/comparer différentes méthodes de suivi/caractérisation de la distribution du LNAPL et (iii) d'identifier les modifications de diversité/d'activité des microorganismes.

Petites colonnes de laboratoire

Un travail de prospective réalisé par les acteurs du GISFI en 2018 a révélé la nécessité de disposer de colonnes lysimétriques de petite taille (30 cm de diamètre et 50 cm de haut). Ces petites colonnes, modèles réduits des grandes colonnes en place sur la station expérimentale, permettent également d'enregistrer un grand nombre de paramètres en continu (température, teneur en eau, pH et Eh) à plusieurs profondeurs. Ces nouvelles colonnes ont pour objectif (i) de conduire plusieurs essais similaires en parallèle (réplicats), conditions essentielles dans le cadre de travaux sur le compartiment biologique et (ii) de travailler en conditions contrôlées pour appliquer des forçages sur des sols similaires suivant différents scénarios sans devoir utiliser de trop grandes quantités de terre. Dans le cadre du projet EFFECTS soutenu par pôle OTELo, une étude va débuter pour évaluer l'impact d'événements extrêmes ciblés (pluie, température) sur la dynamique et la nature des produits exportés par un sol de cokerie.





Unique en Europe, la station accueille plusieurs dispositifs lysimétriques où sont étudiés les processus d'atténuation naturelle et la phytoremédiation, des procédés physiques et physico-chimiques comme l'oxydation et la réduction, et les impacts écotoxicologiques des terres dépolluées... Un ensemble de lysimètres spécialement conçus pour l'étude et le suivi de la qualité de l'eau. Outre ces équipements, la station est organisée autour d'un bâtiment de 440m² abritant notamment des laboratoires de préparation, de conditionnement des échantillons et d'analyses préliminaires et un hall pilote ouvert aux essais de traitement pouvant être mise à disposition des différents partenaires.

Système Qualité - Gestion des données - Labellisation

Le GISFI s'est inscrit dans une démarche qualité dès 2009 en suivant le référentiel proposé par l'INRAE. Les personnels de la station ont mis en place la documentation de référence pour le suivi des équipements et la traçabilité des échantillons. Un Plan de Gestion de Données (DMP) a été rédigé à l'échelle de la station avec le soutien de OTELo (P.Y. Arnould) afin de renforcer la sécurisation des données acquises sur les différents dispositifs. De plus, des investissements (projets Observatoire OTELo) ont permis de rendre pérenne et facilement interrogeable les données acquises à haute fréquence sur les dispositifs de la station (parcelles, colonnes, station météo). L'ensemble de ces démarches a permis de répondre au programme INFRA+ lancé par l'I-SITE LUE (Lorraine Université d'Excellence) en 2018. L'ambition de LUE à travers INFRA+ est d'augmenter l'efficacité, la visibilité et la pérennité des infrastructures de recherche (IRs) présentes sur le site lorrain à travers une démarche de labellisation complémentaire aux labels existants.

Cette politique s'inspire, en l'adaptant à l'échelle d'un site de recherche, de la feuille de route nationale des infrastructures de recherche, de la stratégie européenne des infrastructures de recherche (ESFRI) et des initiatives nationales des EPST (comme la Charte des Infrastructures de l'INRAE, les IRs du CNRS...).

L'objectif est d'inscrire la station expérimentale du GISFI dans une Infrastructure de Recherche au niveau national puis européen. Une réflexion est en cours avec le BRGM pour regrouper les dispositifs de recherches et de développements associés à des expérimentations *in situ* ou des simulations de milieux fortement anthropisés.

La station GISFI a été labellisée STAR LUE en avril 2019.

LORRAIN
Université d'Excellence

GISFI
Groupement d'Intérêt Scientifique
sur les Friches Industrielles - Station
Expérimentale

Responsible Scientifique : MOREL Jean Louis
Responsible Technique : ENJELVIN Noélie

La GISFI a été créée en 2002. Il fédère un réseau de laboratoires de recherche et de partenaires industriels autour d'un projet pluridisciplinaire pour répondre aux questions liées à la pollution des sols. La station expérimentale met à la disposition des chercheurs, des partenaires privés des installations pilotes pour l'étude du devenir des polluants et le développement de procédés de traitement des pollutions.

Unité(s) de Rattachement : LSE, LIEC, LRGP, GéoRessources, BRGM, LCPME, INERIS, ERPI, LOTERR, INTERPSY

Domaine Scientifique : Sciences du Vivant et Environnement

Domaines Applicatifs : Environnement, écologie, génie des procédés, géochimie, Observation, Traitement et Valorisation des ressources, Aménagement, friches industrielles et urbaines

Équipements spécifiques :

- Colennes lysimétriques
- Parcelles lysimétriques
- Chambre de culture / Serre
- Camion laboratoire et équipements de mesure de terrain.
- Chaudière à biomasse pour agronomie
- Station météorologique

Services proposés :

- Caractérisation des milieux et diagnostic de pollution des sols
- Etude de transport des pollutions dans les sols et les eaux
- Traitement biologique et physico-chimique des pollutions de sols
- Démonstrateurs et observatoire à grande échelle de gestion des sites et sols pollués
- Requalification des sites dégradés/Préparation d'échantillons : broyage, tamisage, séchage

Public(s) concerné(s) : Chercheurs, Entreprises, Collectivités

03 72 74 41 41, Station Expérimentale GISFI, 1 rue Nicolas Copernic, 54 310 Homécourt
<http://gisfi.univ-lorraine.fr>

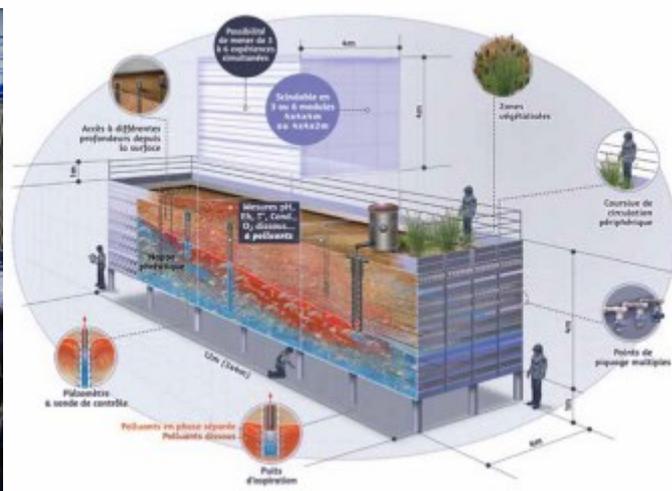
UNIVERSITÉ DE LORRAINE, OTELO, Inserm, INRA, Loria, CHU de Nancy, GéoRessources Lorraine, AgriPurTech

Evènements de l'année 2020

Inauguration de la plateforme PRIME du BRGM

En **février 2020**, le BRGM a inauguré PRIME, une nouvelle plateforme expérimentale dotée d'une instrumentation de haut niveau, destinée à mieux comprendre le transfert des polluants dans le sol et trouver des moyens de remédiation. Le dispositif le plus impressionnant est un pilote d'essai multimétrique (PPM) simulant un sol naturel pourvu d'une nappe phréatique ajustable. Le tout est installé dans une cuve de 120 m³ équipée de multiples accès, permettent d'installer des capteurs dans le tout le volume étudié. A cela s'ajoutent des moyens d'étude à des échelles inférieures (métrique et centimétrique) pour approcher les phénomènes fondamentaux, alors que le PPM est plus représentatif de la réalité fonctionnelle d'un sol.

Réalisée dans le cadre dans le cadre du programme PIVOTS « Plateformes d'Innovation, de Valorisation et d'Optimisation Technologique environnementales », financé par la Région Centre- Val de Loire, l'Etat et le Fonds européen de développement régional, la plateforme est destinée au BRGM lui-même, mais aussi aux autres organismes de recherche voire aux entreprises qui le souhaitent.



Pilote PluriMétrique © BRGM / H.Fournié - graphisme-medical.fr

Atelier Scientifique du GISFI : Le rôle des friches dans la mécanique de la compensation environnementale.

Pour stimuler l'exploration de solutions innovantes dédiées à la reconversion des friches, le GISFI organise des ateliers thématiques, véritables lieux d'échanges entre les différents acteurs du domaine (gestionnaires et propriétaires de sites, ingénieurs et chercheurs, responsables territoriaux...).

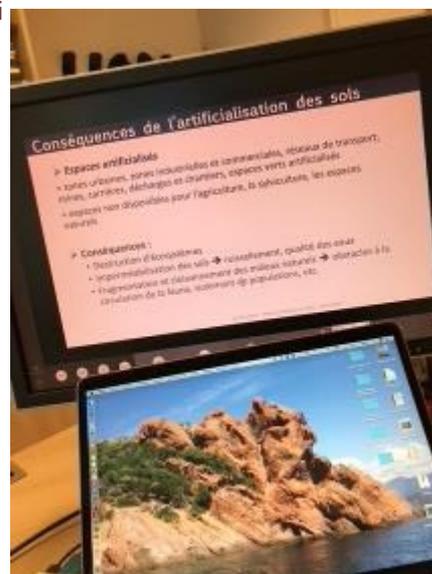
En 2020, s'est tenu l'atelier intitulé « Le rôle des friches dans la mécanique de compensation environnementale » dans l'idée d'explorer la possibilité d'utiliser l'outil de compensation environnementale de la loi du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, comme un levier pour la renaturation des friches.

L'atelier initialement prévu en mars et en présentiel s'est tenu le 10 novembre en visioconférence en raison de la crise sanitaire. Il s'est déroulé en deux temps, quatre exposés pléniers se sont tenus le matin (cf. encadré) afin de partager des connaissances et des expériences sur le sujet, suivis par un travail en trois groupes, l'après-midi.

Les trois questions suivantes ont été explorées par chacun des groupes, composés de 7 à 8 personnes :

- La compensation écologique un outil pertinent ?
- Quelles améliorations ou adaptations envisager ?
- Quelles actions à entreprendre à court terme (recherche, innovation et partenariat) ?

Ils ont permis l'émergence d'une analyse FFOM (Forces, Faiblesses, Opportunités,



Menaces) du dispositif de compensation écologique appliqué aux friches, et surtout, de deux axes de recherches, orientant les propositions techniques à venir des membres du GISFI et de leurs partenaires. Une synthèse de l'atelier a été rédigée et diffusée à la trentaine de participants.

Programme des présentations plénières

« Le dispositif de compensation écologique de la loi sur la biodiversité : son historique, ses opportunités et ses perspectives d'amélioration » - Coralie Calvet – CEFÉ-CNRS, Université de Montpellier.

« La compensation écologique en pratique : retour d'expérience de la société NGE » - Jean Pierre Bacchiolli et Céline Blanc – Société NGE.

« La sanctuarisation écologique de la friche peut-elle être compatible avec la préservation de sa mémoire patrimoniale ? » - Marc Verdier – Directeur CAUE - Architecte - Urbaniste - Enseignant Chercheur à l'ENSA de Nancy.

« Compensation environnementale et renaturation sur friches : état de la réflexion en Auvergne-Rhône-Alpes » - Lise Maitrallet - Chargée de mission foncier - CERF Auvergne-Rhône-Alpes

Save the date

À 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 la reconversion des friches industrielles à l'horizon 2040 ?* »

Après un premier report et une nouvelle annulation à cause de la crise sanitaire, ce colloque sera proposé en webinaires répartis sur trois demi journées.





GROUPEMENT 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



@GISFI1



@GISFI

MEMBRES DU GISFI

