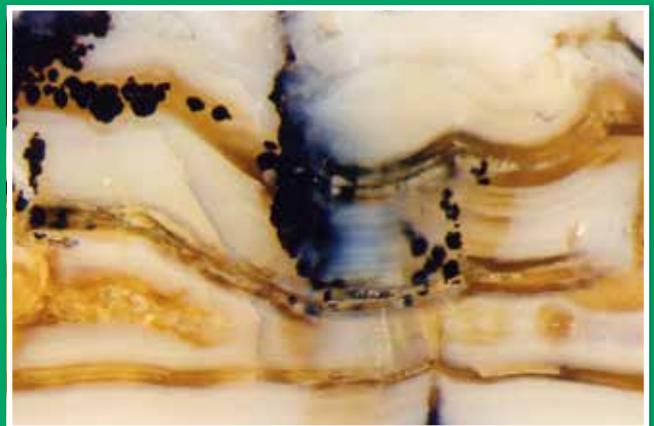




otelo

Observatoire Terre Environnement Lorraine

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2018



SOMMAIRE

- 02 MOT DE LA DIRECTRICE
- 03 PROJETS
INTERDISCIPLINAIRES
- 06 PROJETS «JEUNES
CHERCHEURS»
- 14 LA PLATEFORME
«LiecOscope»
- 16 LABEX «RESSOURCES 21»
- 18 BILAN FINANCIER OTELO
- 19 BILAN SCIENTIFIQUE OTELO
- 19 RESSOURCES HUMAINES
- 20 PUBLICATIONS ET THÈSES
- 21 NOUVEAUX ÉQUIPEMENTS
- 23 FAITS MARQUANTS
- 26 MANIFESTATIONS
- 27 REVUE DE PRESSE



<http://otelo.univ-lorraine.fr>

Date de parution : Juillet 2019

OTELo est en vert pour le démarrage du contrat 2018-2022 ! Ce rapport d'activité de 2018 met en avant quelques résultats obtenus dans des projets soutenus spécifiquement par OTELO, qui sont des projets interdisciplinaires entre laboratoires, et des projets de jeunes chercheurs ou enseignants-chercheurs qui viennent d'être recrutés. La



politique réaffirmée d'OTELo est en effet le soutien à ces deux types de projets, ainsi que le soutien aux moyens mutualisés, à des projets d'observation sur le long terme, avec une attention particulière sur la gestion des données. Ces projets abordent des questions de recherche et le développement d'outils et de techniques sur les quatre grands thèmes d'OTELo : Origines, Terre solide, Ressources, Milieux fortement anthropisés.

Parmi les dispositifs d'observation et d'expérimentation d'OTELo, la plateforme expérimentale du LIEC rebaptisée « LiecOscope », inaugurée en 2016, est mise en avant ici, avec des travaux réalisés et en cours, notamment en lien avec le LabEX Ressources 21. Cet ensemble d'équipements expérimentaux, associant des microcosmes, mésocosmes et des rivières artificielles, est tout à fait original et adapté aux études écologiques et écotoxicologiques des milieux aquatiques, pour étudier l'effet des contaminants sur les organismes.

Le LabEX Ressources 21, dédié aux métaux stratégiques pour le 21^{ème} siècle, de l'exploration au recyclage et à l'impact environnemental, a démarré il y a 9 ans déjà. En vue de son évaluation, une réflexion prospective a été menée sur les défis à relever dans les prochaines années. Les grandes lignes du projet qui a été proposé pour la poursuite de ce LabEX, qui vient d'être renouvelé pour cinq ans, sont présentées, avec notamment de nouveaux métaux ciblés tels que le lithium, l'intégration des aspects socio-économiques, et la poursuite du développement à l'international.

Parmi les faits marquants, il faut féliciter Aurélie Cébron, chargée de recherche au LIEC en écologie microbienne, pour sa médaille de bronze décernée par le CNRS, et souligner les projets marquants qui démarrent sur des questions de front de science pour améliorer les connaissances, mais aussi pour répondre aux enjeux de la transition énergétique et écologique. Et allez voir la revue de presse, qui montre que les chercheurs, enseignants-chercheurs, doctorants n'hésitent pas à communiquer sur la biodiversité dans les sols, la qualité de l'air, les météorites et la lune. Là encore il y a du vert, mais aussi des histoires qui font rêver...

Bonne lecture

Corinne Leyval, directrice d'OTELo

AVANCEMENT DES PROJETS INTERDISCIPLINAIRES 2017

ANALYSES MULTI-ÉLÉMENTAIRES DE SOLS PAR LIBS : VERS UN DOSAGE *IN-SITU* DES MÉTAUX ET DU CARBONE TOTAL.

Porteurs : Cécile FABRE, Alexis DE JUNET

UMR : GeoRessources, LIEC

Financement OTELo : 8 246 €

Contexte de l'étude

L'anthropisation des sols de Lorraine a entraîné la présence importante d'éléments en traces métalliques (ETM) dont les teneurs varient de la dizaine à plusieurs milliers de mg.kg-1. Ces concentrations restent dépendantes du type de sols et de l'historique des sites industriels. Actuellement, les polluants métalliques sont analysés *in-situ* par des outils XRF portatifs, mais pour des études plus larges que les ETM, les éléments légers restent mal ou non dosés et la présence d'eau reste problématique et les mesures sur Fe, Mg et Ca sont parfois décevantes. Nous avons choisi ici d'utiliser la LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) portable car cette technique a été validée depuis une dizaine d'années dans la communauté des Géosciences. L'outil LIBS acheté en 01/2016 est un modèle EasyLIBS © IVEA. La gamme spectrale (200-970 nm) présente une résolution pédologie.

Protocole de l'étude

Dans un contexte lorrain parfois très fortement anthropisé en métaux lourds, les 13 échantillons sélectionnés proviennent de crassiers, bassins à boues, cokeries et d'une gravière. Les analyses ont été faites sur les sols broyés et tamisés, préalablement analysés par technique globale ICP-AES (majeurs et traces). Les sols broyés, issus du même lot que pour l'analyse globale, sont pastillés pour l'analyse LIBS. Le spot laser de l'analyse LIBS correspond à environ de 1 mm² et 30 tirs ont été effectués par pastille (10 tirs sur 3 points).

Résultats scientifiques obtenus

En utilisant les données ICP-AES pour la réalisation de courbes de calibration en univarié, les droites de régression

pour Fe, K et Ca sont encourageantes mais on observe a priori un effet de matrice pour les sols enrichis en fer (chimie différente), ce qui entraîne une sous-estimation de la valeur réelle. Les calibrations pour Zn et Mn sont biaisées par manque d'échantillon pour des valeurs intermédiaires entre les deux extrêmes.

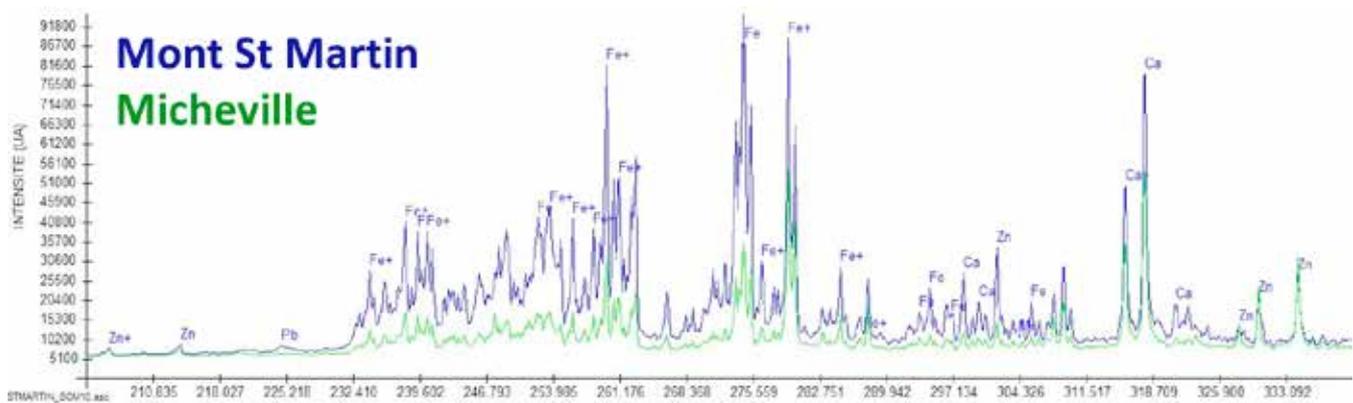
Nous avons donc choisi de tester les méthodes multi variées, via un logiciel développé dans un projet impliqué deux laboratoires bordelais, IRAMAT et CELIA. Après un traitement des spectres, les raies des éléments discriminants sont repérées très rapidement, entre les différents échantillons et elles sont utilisées pour passer en Analyse en Composantes Principales. Ce tri permet de mettre en évidence l'hétérogénéité des polluants présents (Ti, Pb, Zn, Mn, Fe, ..), de faire apparaître des regroupements suivant les origines des sols en fonction de la composition majeure du sol. Au sein de ces groupes (crassiers, bassins à boues, ...) on peut distinguer différents sous-groupes en fonction des ETMs présents.

Ad fine, la détection rapide, *in-situ*, des ETMs par LIBS portable dans des sols anthropisés peut aider à l'échantillonnage et limiter des prélèvements inutiles. Leurs quantifications directes peuvent être envisagées, si une plus large gamme d'échantillons de sols couvrant les domaines de concentration est utilisée pour la mise en place des courbes d'étalonnages.

Valorisation du projet :

Ce travail a fait l'objet d'un poster aux Journées du Réseau LIBS-France à Rouen en novembre 2017. Il est la base du travail d'un Master 1 du parcours Système Sols-Eaux, Saad Meriji mais utilisant le dernier outil portable financé entre Carnot ICEEL et GISFI-Tech. Si le travail est tout aussi concluant, un poster sera fait pour les journées LIBS à Lyon de Juin 2019, et un article pourrait être soumis à l'automne.

Spectres d'émission optique obtenus en LIBS sur sols anthropisés.



PALÉOGÉOTHERMIE DU BASSIN DE LA LIMAGNE

Porteurs : Raymond MICHELS, Antoine LE SOLLEUZ

UMR : GeoRessources

Financement OTELo : 5 016 €

Résumé :

Le bassin de la Limagne s'inscrit dans l'évolution crustale du Massif Central en lien direct avec la période d'extension oligocène des rifts ouest européens, puis de l'inversion de ces bassins consécutifs à la compression alpine. Le bassin de la Limagne présente un système pétrolier très méconnu. Une roche mère existe de type lacustre, des indices de surface sont repérables, mais à priori dans l'histoire du système pétrolier de la zone, les conditions géologiques n'ont pas été présentes de manière synchrone pour en faire un gisement. L'histoire de la subsidence de la Limagne due à ces épisodes tectoniques et son impact sur la maturation des matières organiques est le siège de notre étude. Deux incertitudes doivent pouvoir être ainsi levées : le flux de chaleur lithosphérique au cours des temps géologiques, l'épaisseur des sédiments tertiaires érodés après le rifting oligocène.

Résultats scientifiques obtenus :

1) Ensemble des données diagraphiques disponibles. Nous avons étudié le remplissage sédimentaire essentiellement entre l'Eocène supérieur et l'Oligocène. Celui-ci débute par des faciès silico-détritiques dont l'épaisseur moyenne est de 100m - 200m. Puis, en lien avec la tectonique extensive, l'espace d'accommodation créé étant suffisant, on enregistre des environnements marins côtiers à lacustres avec des faciès carbonatés et argileux. Puis des faciès évaporitiques apparaissent. La série finale de remplissage s'étend jusqu'au Miocène inférieur sous forme de marnes évaporitiques puis d'argiles. Il existe par ailleurs une grande variabilité latérale des faciès et des épaisseurs

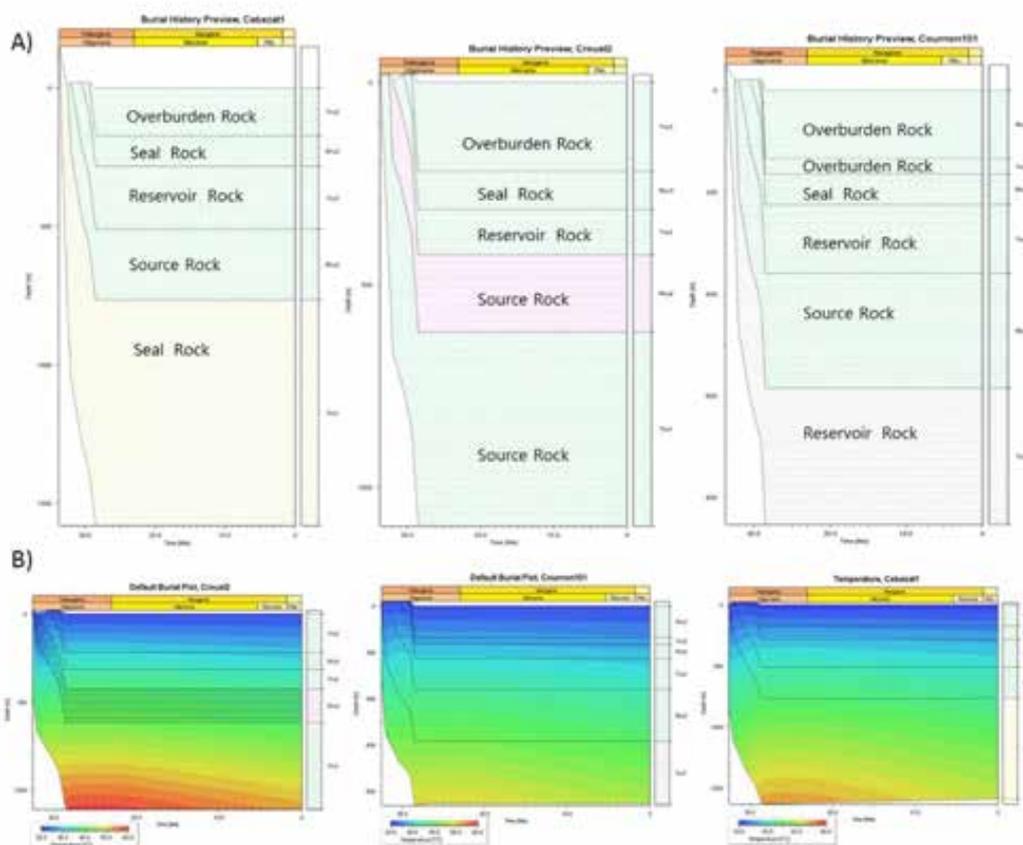
en fonction de la géolocalisation dans le bassin. Le contrôle structural joue un rôle déterminant sur le remplissage sédimentaire dans le bassin, avec par exemple la présence de corps sédimentaires détritiques principalement sur les bords du bassin au pied des failles majeures N-S et NE-SW. Les dépôts carbonatés, évaporitiques et marneux sont plus au centre du bassin.

2) Etude géochimique. Des échantillons (sondages et surface) faciès potentiellement roches-mères et d'indices d'hydrocarbures ont été étudiés (Rock-Eval, géochimie moléculaire). Ainsi les kérogènes ont des caractéristiques de type I à II avec des IH élevés bien que les faciès récoltés aient des TOC modérés. Les données de puits ont permis de reconstituer un profil de maturité utile pour la calibration de la modélisation des flux de chaleur. Une base de données moléculaires a aussi été constituée sur les échantillons potentiellement roche-mères et les bitumes.

3) Nous proposons un modèle stratigraphique (cycles de transgression-régression) en 3 séquences, permettant de créer une base de données avec 5 lignes-temps stratigraphiques pour lesquelles nous avons toutes les informations nécessaires à la modélisation (lithologie, pétrophysique, géochimie, etc.).

4) Une modélisation 1D de backstripping et thermique sous logiciel (e.g., Petromod) afin de caler cette histoire thermique et d'enfouissement avec les données géochimiques (Tmax) a été réalisée. Cette étape de calage 1D ne peut se réaliser avec succès qu'en minimisant l'erreur sur les 2 paramètres majeurs et incertains : le flux de chaleur lithosphérique affectant la région au moment du rifting et l'épaisseur de sédiments tertiaires érodés. Nos premiers résultats montrent que le flux de chaleur semble monter au moment du volcanisme jusqu'à 110-120 mW/m² et que l'érosion miocène peut avoir une ampleur de 500 à 1000 mètres de sédiments.

Modélisation 1D
sous Petromod de
l'évolution thermique sur les
3 forages
(Cébazat, Crouel,
Cournon).



LIMITES ANALYTIQUES DE LA CARACTÉRISATION ISOTOPIQUE DU CO₂

Porteurs : Alexandre TARANTOLA, Thomas RIGAUDIER, Marie-Camille CAUMON, Odile BARRÈS, Pascal ROBERT, Aurélien RANDI

UMR : CRPG, GeoRessources

Financement OTELo : 8 816 €

Résumé :

Le CO₂ est un des constituants principaux des fluides géologiques dont l'origine est discutée par sa signature isotopique $\delta^{13}\text{C}$. Pour mesurer correctement le CO₂ des inclusions fluides, une minimisation de la quantité de fluide à analyser est envisagée par différentes approches :

1. Réduction à haute-température et analyse élémentaire.
2. Cryofocusing en flux continu avec couplage Gasbench-MAT253.
3. Système PICARRO. Le matériel de référence consiste en des inclusions fluides de l'île de Thassos (Grèce).

Résultats scientifiques obtenus :

1. La technique conventionnelle pour analyser $\delta^{13}\text{C}$ ou δD des inclusions fluides consiste (1) à extraire le contenu des inclusions par écrasement mécanique (ou décrépitation thermique), (2) séparer les espèces chimiques avec des pièges thermiques, et (3) l'analyse des gaz par spectrométrie de masse. Cette méthode est robuste mais nécessite plus de 1 g de minéral hôte pour des mesures valables et reproductibles.

Nous avons adapté la technique pour les mesures δD des minéraux hydratés en plaçant directement les minéraux porteurs d'inclusions fluides dans un four en graphite à haute-température (1450 °C). Nous reproduisons les valeurs obtenues par méthode conventionnelle avec des masses de

10-50 mg. Cette approche peut maintenant être appliquée à l'analyse du rapport isotopique du CO₂.

2. L'analyse des inclusions fluides par cryofocusing en flux continu avec un couplage Gasbench-MAT253 a été testée pour les analyses du $\delta^{13}\text{C}$ du CO₂. Les inclusions sont broyées sous flux d'He et les composés séparés. Le CO₂ purifié est ensuite envoyé dans le spectromètre de masse. La mesure du $\delta^{13}\text{C}$ du CO₂ est viable pour des inclusions fluides contenant seulement 10⁻³ μmol de CO₂. Grâce à la grande sensibilité du MAT 253, il est également envisageable de réduire encore la quantité de CO₂ mesurée en apportant un effort particulier sur la mesure du bruit de fond.

3. Le système PICARRO (spectroscopie à cavité optique, CRDS) mesure en continu la signature isotopique $\delta^{13}\text{C}$ du CO₂. Par ailleurs cette technique affranchit du problème de séparation des différentes espèces gazeuses. Cependant, le travail sur inclusions fluides nécessite d'adapter mécaniquement le système CRDS à une cellule d'écrasement des cristaux hôtes en cours de développement.

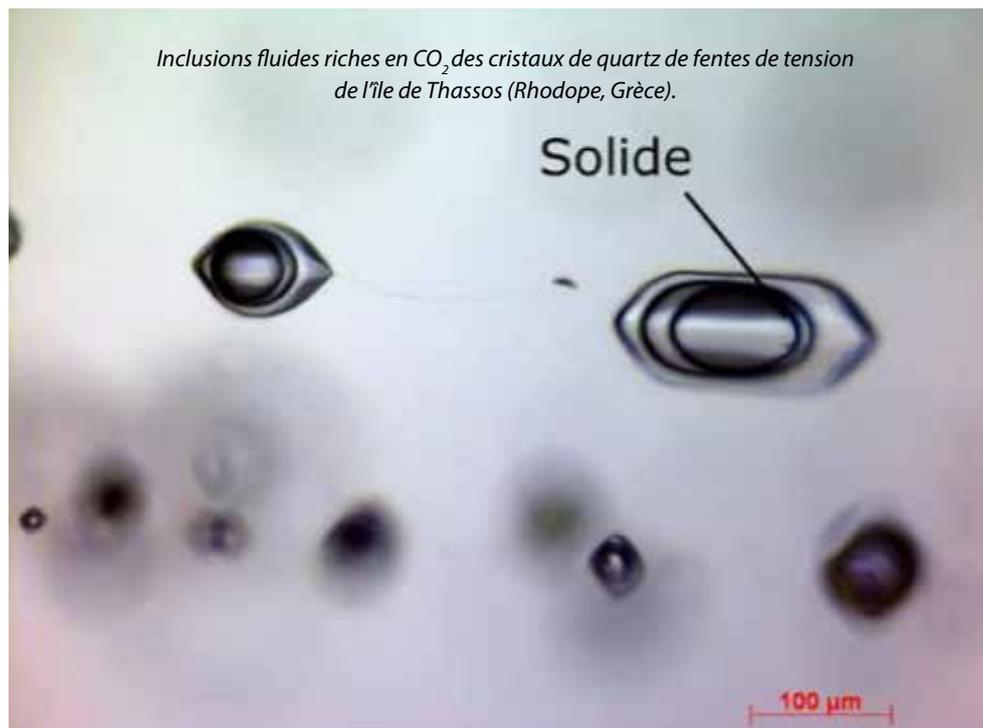
4. L'île de Thassos (Rhodope, Grèce) est marquée par un métasomatisme qui se superpose sur les paragenèses métamorphiques. L'exhumation est marquée par une transition depuis des structures de déformation ductiles évoluant vers des fentes de tension en domaine cassant. Les cristaux de quartz de ces fentes contiennent des inclusions fluides de CO₂ (Figure 1) dont la signature en $\delta^{13}\text{C}$ (jusque +8 ‰) indique une origine liée à de la décarbonatation. Ces résultats impliquent que les minéralisations secondaires de Thassos se font dans un contexte de type skarn.

Valorisation du projet :

Deux résumés sont présentés à la conférence ECROFI (juin 2019, Budapest, Hongrie). Les articles associés sont en cours d'écriture :

Bitte M., Tarantola A., Scheffer C., Voudouris P. and Valero M. Fluid inclusion characterization of Alpine-type quartz tension gashes of Thassos Island (Rhodope massif, Greece)

Tarantola A., Rigaudier T. and Randi A. Fluid inclusion water hydrogen isotopic analyses by TC-EA at the thick section scale



AVANCEMENT DES PROJETS «JEUNES CHERCHEURS» 2017

CARACTÉRISATION DU RÔLE DES DÉTRITIVORES DANS LES SOLS DÉLAISSÉS PAR DES APPROCHES DE MARQUAGE EN ISOTOPIE STABLE (^{15}N ET ^{61}Ni) : RÉSULTATS DE PRÉ-EXPÉRIMENTATIONS EN VUE DE MARQUAGE.

Porteur : Apolline AUCLERC

UMR : LSE

Financement CS UL / OTELo : 13 016 €

Résumé :

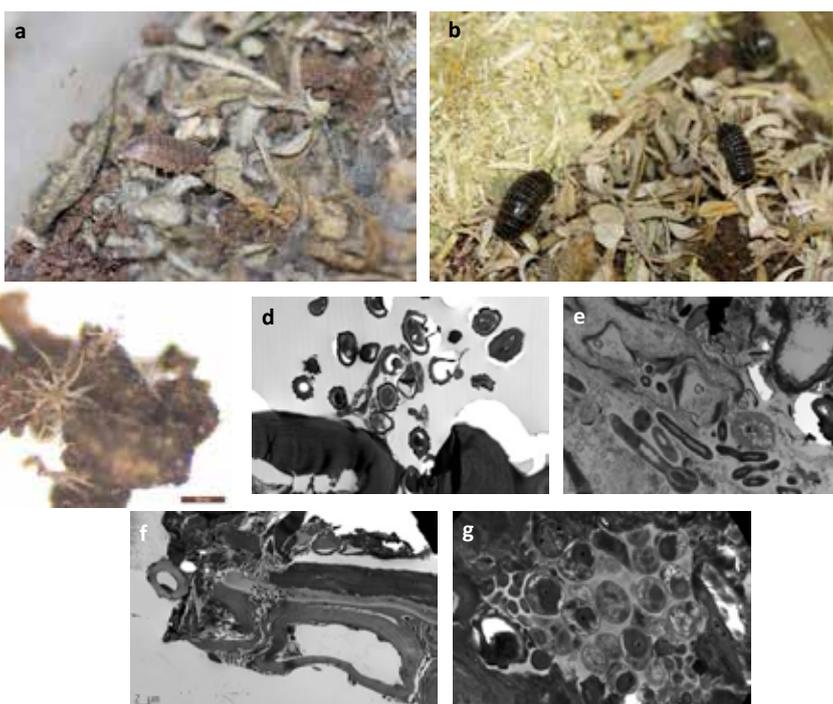
Les invertébrés détritvires du sol ingèrent et transforment la litière pour la restituer dans le milieu sous forme d'agrégats biogéniques améliorant la fertilité physique, chimique et biologique du sol. Lorsqu'un métal est présent abondamment dans un milieu comme le nickel (Ni) en sols ultramaïques, on peut se demander quels rôles les détritvires peuvent avoir dans la dynamique du Ni présent dans les litières de plantes hyperaccumulatrices comme *Alyssum murale*. Il s'agit alors d'évaluer si les détritvires peuvent aider à rendre le Ni plus disponible pour les plantes ou alors jouent le rôle de compétiteurs face à l'hyperaccumulation. Pour mieux suivre le devenir et les flux d'éléments (azote, Ni) dans les différents compartiments, l'utilisation de marqueurs stables se révèle être intéressante. Avant toute opération de marquage, plusieurs étapes doivent être réalisées concernant: (i) le développement d'élevages contrôlés de différents

organismes détritvires, (ii) la vérification de l'ingestion des litières d'intérêt par les organismes choisis, (iii) le suivi de la survie et de la biomasse des invertébrés, (iv) la mise en place d'un design expérimental adapté permettant d'étudier les interactions litière-détritvires-microorganismes-déjections, (v) l'adaptation des techniques de préparation des différentes matrices à analyser chimiquement et à étudier en microscopie. Une expérimentation d'un mois a ainsi été mise en place en cosmes, utilisant du sol ultramaïque, plusieurs espèces de détritvires : deux espèces de vers de terre, un cloporte et un diplopode. Deux types de litières d'*A.murale* ont été utilisés, l'un correspondant à la litière retrouvée *in-situ* aux pieds de plantes en Albanie, et l'autre correspondant à la plante d'*A.murale* utilisée dans la chaîne de transformation de l'agromine.

Résultats scientifiques obtenus :

Tous les organismes choisis ont survécu aux conditions sans perte de biomasse significative. La fragmentation et la transformation biochimique des tissus végétaux après ingestion des feuilles d'*A.murale* ont été mises en évidence.

Les champignons initialement présents dans les tissus des feuilles sont absorbés par les cloportes ; les microorganismes résistent au sein des tissus et sont relâchés dans le milieu extérieur dans les boulettes fécales. Les analyses chimiques montrent une litière à environ 10000 mg/kg de poids sec de Ni, les déjections des organismes



Photographies montrant les relations litière-détritvires-microorganismes-déjections au cours de l'expérimentation en cosme : (a) cloporte (*Porcellio scaber*) et (b) diplopode (*Glomeris marginata*) sur feuilles et broyats d'*Alyssum murale* ; (c) trichomes de feuilles d'*A.murale* retrouvés au sein de boulettes fécales de cloportes (caractérisation à l'échelle photonique ; échelle 200µm) ; (d) colonisation des feuilles d'*A.murale* par les champignons (caractérisation à l'échelle électronique ; échelle 5µm) ; (e) actinomycètes et spores bactériennes sur coupe transversale de l'abdomen d'un cloporte (échelle 1µm) ; (f) tissu végétal colonisé par les bactéries (échelle 2µm) et (g) hyphes et bactéries vivants dans des tissus végétaux (échelle 1µm) au sein de boulettes fécales de cloportes.

contiennent 1389 ± 231 mg/kg de Ni, les corps des glomérés et cloportes contiennent 52 ± 6.5 mg/kg et 145 ± 26 mg/kg de Ni pour les vers de terre. C'est ainsi que des flux de Ni résident dans le système litière-détritivores-déjections. Il reste alors désormais à mieux quantifier les éléments au sein de chaque compartiment et voir s'ils reviennent facilement et en concentration conséquente jusqu'à la plante ; l'utilisation de marquage se montrerait alors pertinente. D'autres expérimentations sont actuellement en cours afin d'évaluer

si l'utilisation de pastilles de nourriture aux concentrations en nutriments contrôlées peuvent permettre de mieux suivre les quantités de matières ingérées par les organismes. Nous développons également la méthode la mieux adaptée à une récolte rapide des déjections des détritivores dans le cadre de la thèse de Gabin Colombini s'intitulant « Relations matières organiques-détritivores optimisant la fertilité physique, chimique et biologique du sol pour une réhabilitation par intensification écologique des sites délaissés ».

LA FRACTION ORGANIQUE MACROMOLÉCULAIRE ISSUE DE TERRES CONTAMINÉES AUX HYDROCARBURES : OUTILS DE TRAÇAGE DE L'ORIGINE DE LA CONTAMINATION ET DES IMPACTS DES TRAITEMENTS DE REMÉDIATION.

Porteur : Coralie BIACHE

UMR : LIEC

Financement CS UL / OTELo : 11 381 €

Résumé :

Les contaminations organiques dans les sols sont traditionnellement suivies sur la base de composés réglementaires ne représentant qu'une infime fraction de la contamination. Les fractions macromoléculaires de la contamination, représentant une part non négligeable, sont très réactives mais sont jusqu'ici très mal caractérisées. Leur devenir en contexte d'atténuation naturelle et de traitement de remédiation est inconnue.

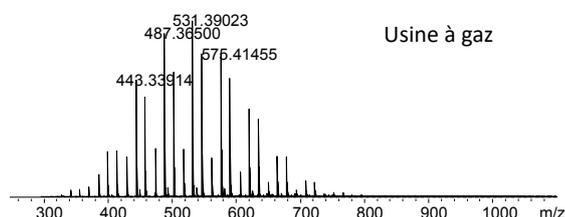
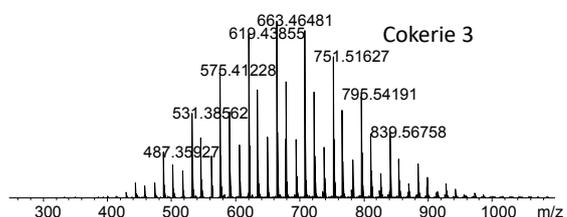
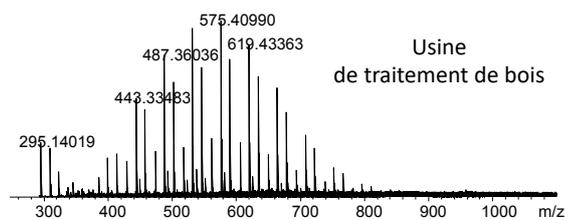
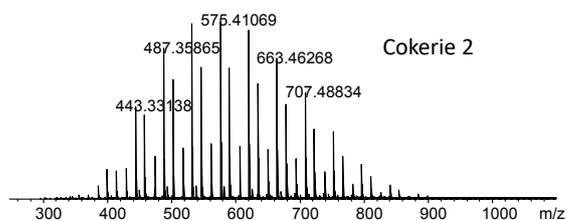
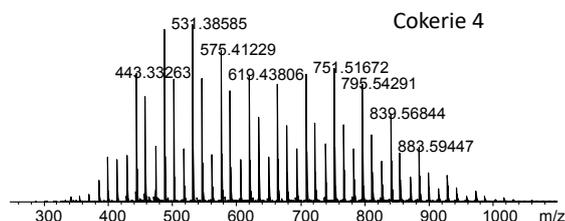
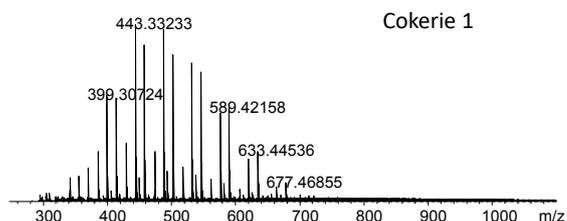
Ce projet vise à développer une méthode de caractérisation des fractions macromoléculaires de sols contaminés basée sur la spectrométrie de masse haute résolution couplée à des techniques séparatives (chromatographie liquide). Les objectifs du projet sont de discriminer l'origine de contaminations organiques complexes selon les profils des fractions macromoléculaires et de comprendre l'impact de

traitements de remédiation sur ces fractions en termes de stabilisation et de dégradation.

Résultats scientifiques obtenus :

Six sols, provenant d'anciennes cokeries, d'une usine à gaz et d'une usine de traitement de bois, ont été extraits au solvant. La fraction asphalténique, enrichie en macromolécules, a ensuite été isolée des maltènes par précipitation dans un solvant hydrocarboné (n-pentane). Les asphaltènes, ont été analysés par spectrométrie de masse haute résolution (quadrupole time of flight - QToF) avec une source d'ionisation électrospray (ESI). Différents paramètres tels que la température de la source, la pression du nébuliseur, le type de solvants utilisés etc. ont été testés afin d'optimiser la détection.

Les spectres de masse des asphaltènes obtenus en mode positif (ESI(+)), permettant de détecter les espèces polaires et basiques, montrent des profils relativement similaires. Les asphaltènes semblent être composés des mêmes espèces chimiques (m/z similaires) avec cependant des variations de la distribution (Figure). Celles-ci ne semblent pas être liées à



Spectres de masse de la fraction macromoléculaire (asphaltènes) d'extraits organiques de sols de friche, obtenus avec une source d'ionisation à électrospray en mode positif sur un quadripôle à temps de vol (ESI(+)-Q-ToF).

l'activité du site car les échantillons de cokerie ne présentent pas les mêmes espèces dominantes.

Les analyses réalisées en mode négatif (ESI(-)), produisent des spectres de masse d'intensité très faibles indiquant que les espèces acides sont très peu présentes dans les asphaltènes.

Durant la suite de l'étude une source d'ionisation permettant de détecter les espèces non polaires comme les HAP par exemple (photoionisation à pression atmosphérique - APPI) sera également testée et optimisée.

Les spectres obtenus sont très riches en informations et nécessitent encore d'être exploités plus finement. Un travail d'interprétation poussé permettra d'accéder à l'identification des molécules. Pour compléter l'interprétation, un couplage

avec de la chromatographie liquide sera nécessaire pour réaliser des tris en fonction de la taille (size exclusion chromatography - SEC) et de la polarité (HPLC).

La dernière étape consistera à analyser ces échantillons, après traitement par oxydation chimique, afin de déterminer l'impact du traitement sur la fraction macromoléculaire.

Valorisation du projet : Publication en cours de préparation, Poster à l'ISPAC 2019.

Autre(s) subvention(s) obtenue(s) : Un projet déposé à l'ANSES permettrait de poursuivre cette étude et de relier les données chimiques à un éventuel effet toxique.

LES SYSTÈMES MINÉRALISÉS DANS LEUR CONTEXTE GÉODYNAMIQUE PANAFRICAIN : EXEMPLE DES MINÉRALISATIONS À Ni-Cr-PGE?-Cu? EN CONTEXTE D'ARC MAGMATIQUE.

Porteur : Aurélien EGLINGER

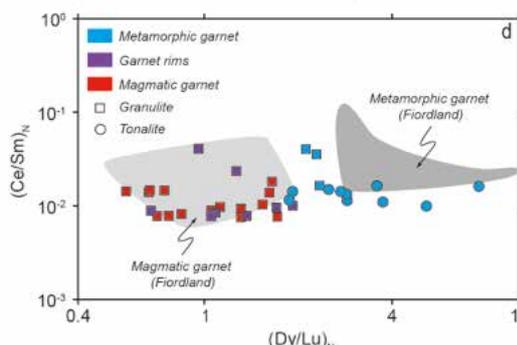
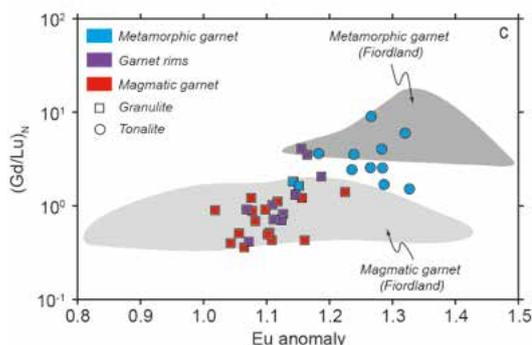
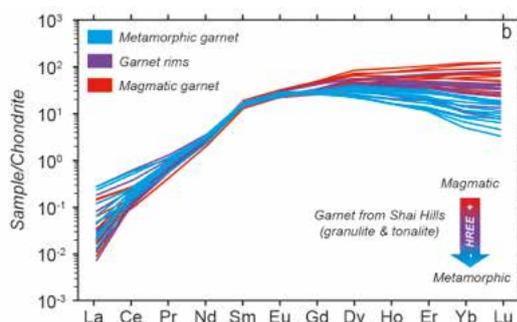
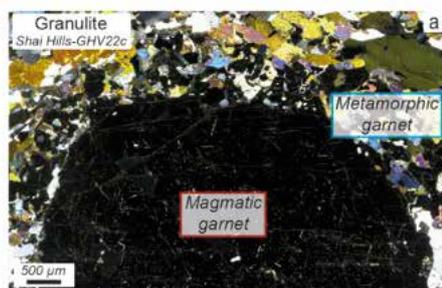
UMR : GeoRessources

Financement CS UL / OTELO : 13 541 €

Résumé :

La ceinture orogénique Panafricaine des Dahoméides est caractérisée par une zone de suture où des complexes ophiolitiques avec des fragments d'arcs magmatiques ont été décrits. Intimement associés à cette zone de suture, différents indices minéralisés à Ni-Cu et Cr-(PGE ?) ont été cartographiés. Cette zone de suture est bien exposée du SE du Ghana, au NO du Bénin, en passant par le Togo. Dans un premier temps, ce projet s'est focalisé sur une coupe réalisée au SE du Ghana au travers des complexes basiques-ultrabasiques de Shai Hills interprétés comme représentant la base d'un arc intra-océanique.

Analyses des terres rares des grenats de Shai Hills.



Résultats scientifiques obtenus :

La zone d'étude est constituée de roches présentant des caractéristiques de base de croûte d'arc. Cela en fait un site exceptionnel, non seulement parce que les racines d'arc exhumées sont rares, seulement 3 occurrences Phanérozoïques préservés (Kohistan, Fiordland et Tonsina), mais aussi et surtout parce que les échantillons étudiés sont supposés être d'âge Panafricain. Ces roches offrent ainsi la possibilité de discuter de l'évolution des processus magmatiques/métamorphiques ayant lieu lors de la transition Protérozoïque-Phanérozoïque. Les roches étudiées sont des cumalats ainsi que des granulites, présentant une intrusion de tonalite. Une des questions fondamentales des processus de base de croûte d'arc concerne l'origine de la formation des granulites : métamorphique, par réaction de fusion-déshydratation des amphiboles du protolithe ou au contraire magmatique se formant dans une séquence de

crystallisation fractionnée à HP. La présente étude se démarque des précédentes par une pétrologie détaillée couplée à des analyses in-situ LA-ICPMS. Différents échantillons ont été analysés: deux pyroxénites (cpx-opx-amp/texture adcumulat); une hornblendite (amp-cpx-pl-qtz); une granulite (grt-cpx-amp-pl-qtz/texture porphyronématoblastique); une tonalite (pl-qtz-grt-cpx-amp). Les données chimiques sur minéraux des cumalats, ainsi que leurs microtextures démontrent leur appartenance à une série de différenciation

typique de base de croûte. Dans les granulites, les grenats de la granulite ont un cœur avec de fines exsolutions d'oxydes de Fe-Ti organisés selon les plans cristallographiques (Fig.1a) et de fines bordures dépourvues d'exsolutions. Certains de ces grenats présentent également une texture coronitique (grt-cpx-ox-pl ; Fig.1a). Les analyses en éléments majeurs des grenats sont assez homogènes, alors que leur concentration en éléments traces témoignent d'une histoire complexe. En effet, en fonction de leur position microstructurale, les REE montrent clairement une origine magmatique pour les grenats avec exsolutions et une origine métamorphique pour les autres (Fig.1a, b). Cette tendance géochimique a déjà été démontrée pour les roches de HP de l'arc de Fiordland (Fig. 1c&d). L'interprétation de ces spectres souligne la présence de

grenat magmatique affecté par un métamorphisme. Dans ce cas très similaire à notre étude, les auteurs interprètent ces granulites comme le résultat de la cristallisation fractionnée d'un magma intermédiaire. Ces nouvelles données obtenues sur Shai Hills s'opposent donc aux données de la littérature, proposant une origine métamorphique pour ces granulites de haute pression. La présente étude aurait donc le potentiel de démontrer qu'au Précambrien, les processus de base de croûte sont semblables aux processus modernes, apportant ainsi des éléments de réponse quant à l'évolution et la composition de la croûte continentale.

Valorisation du projet : Schmitt A., Eglinger A., Bouilhol P., Reisberg L., André-Mayer A.-S., Thébaud N., Modern arc processes in a Precambrian arc basement, SE Ghana.

MICMAC - RÔLE DU BIOFILM DE MICROALGUES ÉPIPHYTIQUES DANS LA RÉPONSE DES MACROPHYTES AUX HERBICIDES : DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE D'INTERACTION PLANTE-BIOFILM SIMPLIFIÉ.

Porteur : Martin LAVIALE

UMR : LIEC

Financement CS UL / OTELO : 14 016 €

Résumé :

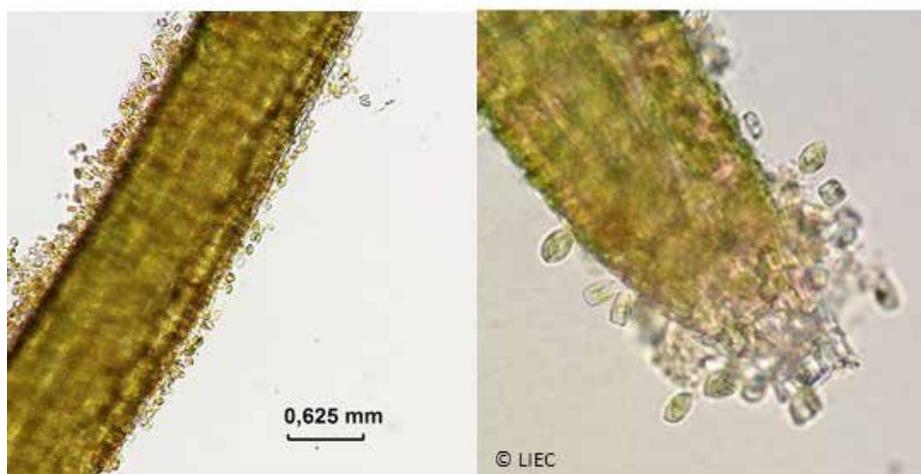
Les plantes aquatiques (ou « macrophytes ») jouent un rôle écologique essentiel dans les milieux aquatiques. La stabilité de ces communautés végétales peut être affectée par une altération de l'environnement, en particulier la présence de polluants. Parmi les facteurs pouvant moduler la réponse des plantes aux polluants, la présence de biofilm de microorganismes dits « épiphytes » (microalgues et bactéries) colonisant leur surface pourrait jouer un rôle clé qui reste à démontrer. Ce projet proposait d'aborder cette question à partir d'un modèle plante-biofilm simplifié en combinant une approche écologique et écotoxicologique à l'échelle de la plante entière (tâche 1) et des microhabitats offerts par la plante hôte aux microorganismes de son biofilm associé (tâche 2).

Résultats scientifiques obtenus :

La première tâche avait pour objectif de vérifier que la présence du biofilm pouvait influencer la réponse des plantes aux herbicides, notamment en offrant une protection mécanique contre ceux-ci. Pour tester cette hypothèse, des bioessais écotoxicologiques aigus (1 semaine) ont été mis en place pour estimer la réponse à un herbicide (mésosulfuron-méthyl : 0-500µg/L) d'une plante aquatique modèle (*Myriophyllum spicatum*) et d'un biofilm de diatomées (*Gomphonema gracile*) exposés seuls ou en co-cultures. En mono-culture, la diatomée était plus résistante à l'herbicide que la plante. Les co-cultures sans herbicide ont montré que

la présence du biofilm avait une forte influence sur la plante, en modifiant sa physiologie (photosynthèse, pigments) mais pas sa croissance. En présence d'herbicide, le biofilm aurait un effet protecteur pour la plante mais uniquement à faible concentration ($\leq 0,5 \mu\text{g/L}$).

La deuxième tâche avait pour objectif de caractériser la distribution spatiale à micro-échelle du biofilm sur la plante hôte en couplant différentes outils d'imagerie à haute résolution spatiale. En collaboration avec l'Université de Nantes (laboratoires MMS et LPG), des mesures de réflectance hyperspectrale ont été obtenues pour des plantes présentant des morphologies, et donc des micro-habitats différents pour le biofilm (*Myriophyllum sp.*, *Potamogeton sp.*). Des mesures de la fluorescence de la chlorophylle (Imaging PAM) ont également été réalisées afin d'estimer l'activité photosynthétique. Ces résultats sont en cours d'analyse, l'objectif étant de combiner ces deux séries de mesures géolocalisées pour cartographier le biofilm, en termes de



Colonisation de la plante aquatique modèle (*Myriophyllum spicatum*) par un biofilm de diatomées (*Gomphonema gracile*).

biomasse et de productivité, en fonction du type de plante et de son degré de développement.

Valorisation du projet :

- M. LAVIALE, C. CHUNG, L. CAMPAGNA, E.M. GROSS. Rôle du biofilm de microalgues épiphytiques dans la réponse des macrophytes aux herbicides. Communication orale. 36ème colloque de l'ADLaF, Dijon, 12-14 septembre 2017.

- Ces travaux seront utiles dans le cadre de la thèse de Vinita VIJAYARAJ (2018-2021, LIEC) co-dirigée par EM GROSS et M LAVIALE.

Autre subvention obtenue :

ANR PRCI 2017 : CLIMSHIFT - Regime shifts in freshwater ecosystems exposed to multiple stressors by increasing temperature, fertilizers and pesticides (resp. EM GROSS)

TopoTOX - LA TOPOLOGIE : UN OUTIL DU «BIG DATA» POUR L'ANALYSE NON-DÉTERMINISTE DES EFFETS TOXICOLOGIQUES DE NANOPARTICULES MÉTALLIQUES SUR LES MICROORGANISMES

Porteur : Marc OFFROY

UMR : LIEC

Financement CS UL / OTELo : 14 016 €

Résumé :

Les instruments utilisés en physicochimie environnementale génèrent aujourd'hui de plus en plus de données en un laps de temps relativement court. Leurs interprétations nécessitent alors la mise en œuvre d'outils mathématiques pour en extraire les informations les plus pertinentes et ce sans a priori. L'originalité du projet TopoTOX réside dans le développement d'une méthode provenant de la communauté du « big data » i.e. la topologie en physico-chimie environnementale, laquelle vise notamment à comprendre les mécanismes d'actions de polluants d'origine anthropique sur les composantes biologiques des milieux aquatiques naturels (e.g. microorganismes). La compréhension et la prédiction des impacts croissants de l'homme sur l'environnement sont des enjeux majeurs de notre société. L'objectif du projet TopoTOX est le développement de l'Analyse Topologique de Données (TDA : Topological Data Analysis) pour la compréhension et la prédiction de l'impact de contaminants métalliques de types nanoparticules (NPs) dans les milieux aquatiques. A l'échelle moléculaire, il est, en effet, difficile d'identifier les interactions biophysiques de ces polluants avec des interfaces microbiologiques. Le LIEC possède une forte expertise en microscopie à force atomique (AFM), technique expérimentale

permettant d'établir des cartographies spatiales et temporelles de grandeurs physiques (i.e. de nature électrostatique, mécanique, ou structurale). Elles permettent ainsi de caractériser une surface microbienne native ou ayant subi des altérations suite à une exposition plus ou moins prolongée avec des nanoparticules. Nous avons alors appliqué la TDA à des données AFM pour identifier la nature interfaciale et/ou intracellulaire de la réponse de microorganismes bactériens modèles suite à leurs interactions biophysicochimiques avec des polluants nanoparticulaires du type oxyde de titane (TiO_2).

Résultats scientifiques obtenus :

La microscopie à force atomique (AFM) a donc été employée sur des bactéries d'*Escherichia coli* pour obtenir des grandeurs physiques nanomécaniques relatives à la surface biologique sondée pour différentes concentrations en nanoparticules (NPs) de type TiO_2 i.e. 0 $\mu\text{g/L}$, 1 $\mu\text{g/L}$, 2 $\mu\text{g/L}$, 5 $\mu\text{g/L}$, 10 $\mu\text{g/L}$ et 20 $\mu\text{g/L}$ notées respectivement dans la suite de ce résumé NP0, NP1, NP2, NP5, NP10 et NP20. Ces grandeurs physiques ne s'obtiennent pas directement via l'appareil mais bien de l'interprétation des courbes générées de la surface analysée. Les cartographies obtenues pour TopoTOX sont de l'ordre de $500 \times 500 \text{ nm}^2$ (256×256 pixels) soit 65536 courbes à analyser, pour lesquelles l'élasticité (i.e. Module de Young) et la constante de rigidité de la paroi membranaire de la bactérie (i.e. k_{cell}) ont été déterminées (Figure ci-contre).

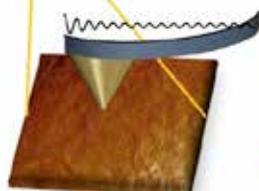
La deuxième partie du travail a donc été d'utiliser l'Analyse de Données Topologique (TDA) sur ces couples E/ k_{cell} . L'idée de la TDA est d'étudier la forme de ces données. Contrairement à la topologie « classique » qui cherche à relier des points (variables) suivant leurs distances, la TDA cherche quant à elle à visualiser les « relations » entre ces points. Pour ce faire, une fonction mathématique est appliquée sur les couples E/ k_{cell} en l'occurrence ici il s'agit de la fonction de densité gaussienne et correspond à la densité de probabilité pour l'ensemble des couples E/ k_{cell} des bactéries. Les valeurs ainsi obtenues sont alors réparties dans différents intervalles choisis par l'utilisateur. L'étude de leur « partition » donne alors naissance à un réseau

AFM mode « PeakForce »

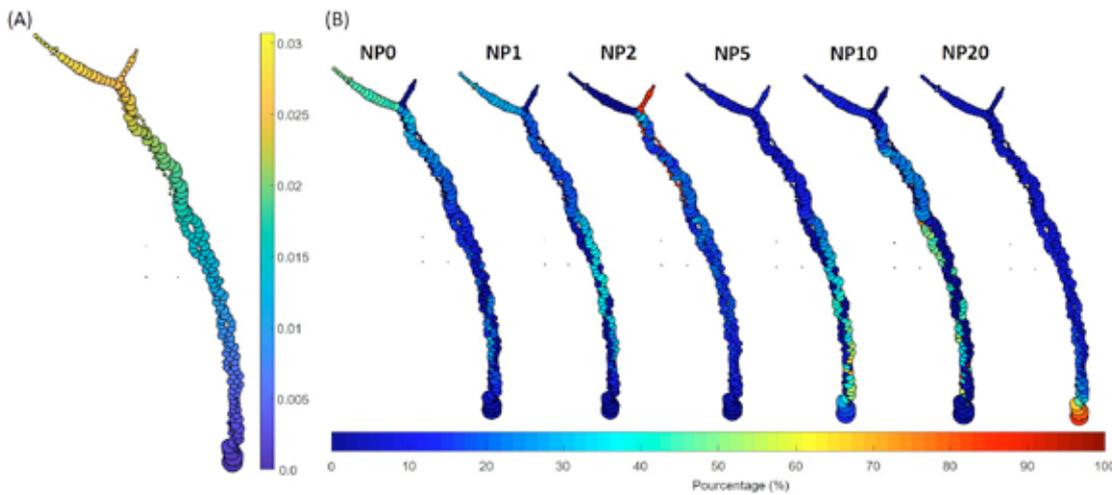
Génération des cartographies de l'élasticité (E) et de la constante de rigidité de la membrane bactérienne (k_{cell}) pour une bactérie à une concentration donnée



Cartographie de l'élasticité (E)



Cartographie du (k_{cell})



(A) Génération du réseau topologique de l'ensemble des couples de E/kcell avec la densité Gaussienne. (B) Visualisation des couples E/kcell suivant la concentration en nanoparticules de type oxyde de titane.

topologique (Figure ci-contre A). Une fois sa génération, il est possible de visualiser le pourcentage de couples E/kcell des nœuds du réseau pour une concentration en NPs donnée (Figure ci-contre B). Ces premiers résultats montrent donc la possibilité d'identifier clairement des modes de réponse/d'adaptation de ces bactéries face à

différentes concentrations en NPs d'oxyde de titane.

Valorisation du projet :

Publication : Marc Offroy, Angelina Razafitianamaharavo, Audrey Beaussart, Christophe Pagnout and Jérôme F.L. Duval, (2019) Automated processing of AFM PeakForce curves to evaluate spatially-resolved Young modulus and stiffness of biological cells (Under review)

CYCLE DU SOUFRE AU COURS DES TEMPS GÉOLOGIQUES

Porteur : Guillaume PARIS

UMR : CRPG

Financement CS UL / OTELo : 14 016 €

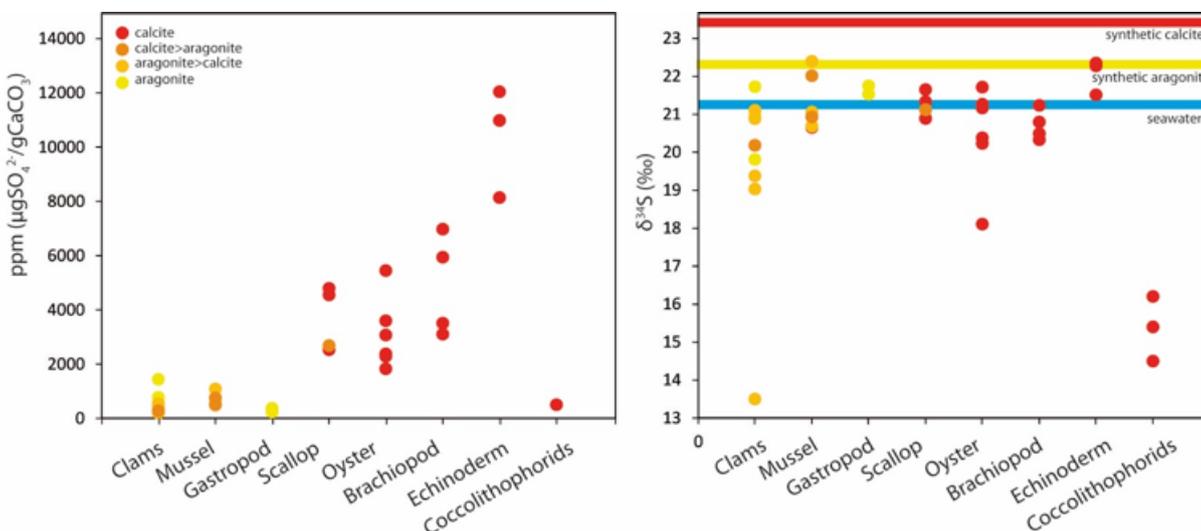
Résumé :

Le $\delta^{34}\text{S}$ de l'océan contraint les variations du cycle du soufre, un cycle biogéochimique clé. Pour le reconstruire au cours de l'histoire de la Terre, il est nécessaire de comprendre comment ce paramètre s'enregistre dans les archives sédimentaires, notamment les carbonates biogéniques. Or, ceux-ci enregistrent les paramètres océaniques à travers le prisme de la biologie. Différents modèles de biominéralisation existent : précipitation directement à partir de l'eau de mer, transport d'eau de mer par des vacuoles jusqu'au site de précipitation, ou transports actifs des ions d'intérêt jusqu'au

site de précipitation, avec chacun des implications différentes pour la compréhension des traceurs. Comprendre ces effets vitaux est indispensable, tant pour la biominéralisation elle-même que pour les études paléoenvironnementales.

Résultats scientifiques obtenus :

Les résultats obtenus sur différents carbonates biogéniques ou synthétiques (issus d'expériences de précipitation) consolident notre connaissance des fractionnements associés à l'incorporation du soufre dans les carbonates, pour différents calcificateurs : coccolithes, foraminifères benthiques, mollusques, bivalves, brachiopodes et échinodermes. Ces données dessinent un ensemble cohérent. La calcite incorpore plus de sulfate que l'aragonite, mais aux concentrations de l'eau de mer (28 mM), seule l'aragonite peut



Concentrations en sulfate des coquilles de différents organismes en fonction du groupe et de la minéralogie et composition mesurée dans ces coquilles comparées aux valeurs de carbonates synthétiques inorganiques.

théoriquement précipiter. De plus, la calcite inorganique est fractionnée à +2‰ par rapport à l'eau de mer (+1‰ pour l'aragonite). Or, les carbonates biogéniques peuvent être soit de la calcite, soit de l'aragonite, soit un mélange. Ils sont également plus pauvres en sulfate, et isotopiquement moins fractionnés par rapport à l'eau de mer, que les carbonates synthétiques. Ces données suggèrent un contrôle biologique, un fractionnement cinétique important, et/ou un mécanisme d'incorporation du sulfate ne relevant pas de la co-précipitation inorganique.

En effet, la solution à partir de laquelle le carbonate précipite est appauvrie en sulfate par rapport à l'eau de mer, sinon la calcite ne pourrait pas précipiter, et l'aragonite serait plus riche que ce qui est observé. En l'absence de mécanisme connu de pompage du sulfate au-travers des membranes de ces organismes qui pourrait évacuer le sulfate hors des vacuoles (modèle de transport vacuolaire), cela suggère que les cations sont activement amenés vers le site de calcification, sans sulfate. Ainsi, la précipitation du carbonate biogénique soit ne se fait pas à l'équilibre pour le sulfate (effet cinétique), soit incorpore du sulfate par un mécanisme ne relevant pas du phénomène de co-précipitation. Ce phénomène aboutit

néanmoins à une signature stable et reproductible qui dépend des espèces étudiées. Ces résultats combinés démontrent :

- (1) que les roches totales ne peuvent être utilisées pour reconstruire le $\delta^{34}\text{S}$ de l'eau de mer,
- (2) que différents organismes peuvent être utilisés mais qu'ils ne doivent pas être mélangés,
- (3) que le sulfate joue un rôle particulier dans la biominéralisation et est très contrôlé par l'activité biologique,
- (4) que les coccolithophoridés ont une signature liée à la calcification particulière de ces organismes : le sulfate provient d'un réservoir intracellulaire probablement distinct de l'eau de mer.

Valorisation du projet :

Trois articles en cours de préparation. Une conférence donnée (Goldschmidt 2017) et deux résumés déposés pour Goldschmidt 2019. Une thèse est en cours sur les reconstructions paléoenvironnementales.

Autre(s) subvention(s) obtenue(s) :

Deux projets INSU ont permis de compléter le financement du projet OTELo (2017 et 2018).

TRANSFERTS DE FLUIDES ET MÉTAUX DANS LE BASSIN DE McARTHUR (AUSTRALIE)

Porteur : Antonin RICHARD

UMR : Géoressources

Financement CS UL / OTELo : 14 016 €

Résumé :

L'objectif de ce projet est de comprendre les processus diagénétiques/hydrothermaux à l'origine de l'une des plus importantes provinces métallogéniques à U, Cu et Pb-Zn au niveau mondial (bassin paléoprotérozoïque de McArthur, Australie). Cette compréhension passe par une étude géochimique des fluides minéralisateurs, associée à une étude géochimique et géochronologique des minéralisations. Ce projet soutient la thèse de Joséphine Gigon (2017-2019).

inclusions fluides). On montre que les gisements d'uranium se sont formés à partir de fluides d'origine évaporitique ayant eu une histoire très similaire (enrichissement en halogènes par évaporation d'eau de mer, enrichissement en gaz rares par interaction avec les sédiments du bassin et les roches du socle). L'épisode d'évaporation massive d'eau de mer a été probablement favorisé par la position paléogéographique du supercontinent Columbia à l'époque.

(3) la caractérisation de minéralisations uranifères au Sud du bassin et la comparaison avec des minéralisations bien connues au Nord (minéralogie, géochronologie, éléments traces). On montre que des processus communs et contemporains ont affecté ces deux zones distantes de plusieurs centaines de

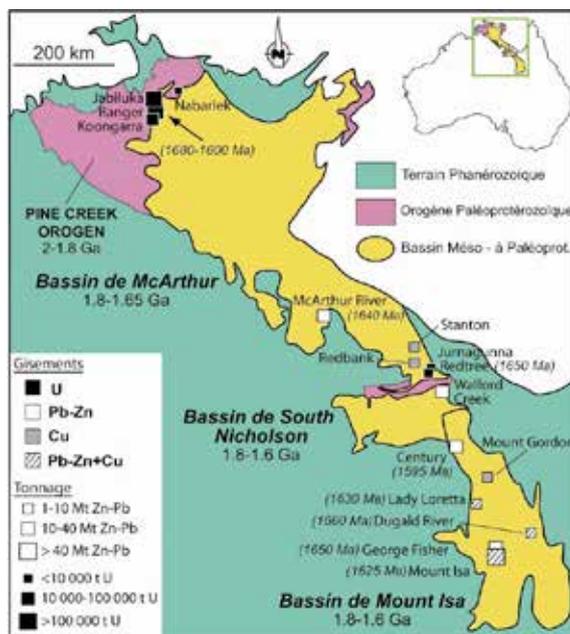
Résultats scientifiques obtenus :

Les résultats majeurs concernent:
 (1) le traçage des sources des métaux dans les gisements de Pb-Zn (isotopes du plomb par SIMS sur galène et éléments traces par LA-ICPMS sur galènes et sphalérites). On montre notamment que le gisement géant de HYC s'est formé à partir de deux sources de plomb issues de deux réservoirs crustaux. L'implication de plusieurs sources est possiblement un paramètre clé pour expliquer la formation de ce gisement géant.
 (2) le traçage des sources des fluides minéralisateurs (microthermométrie, analyse des halogènes et des gaz rares sur

km et que ces systèmes ont été marqué par des remobilisations d'uranium successives sur plusieurs centaines de millions d'années, liées aux évènements tectoniques régionaux (ex : orogène Mount Isa) et de plus grande échelle (destruction du supercontinent Columbia).

Valorisation du projet :

Gigon *et al.* Comparison between the Westmoreland uranium deposits and the unconformity-related deposits located in the northern part of the McArthur basin (Australia). Article en préparation pour Mineralium



Carte géologique simplifiée de la zone d'étude montrant les âges très proches des minéralisations à U et Pb-Zn

Deposita (à soumettre avant fin mai 2019 pour numéro spécial).

Gigon *et al.* Tracing metal sources for the giant HYC ore deposit using Pb-isotopes. Article en préparation pour Geology.

Gigon *et al.* (2019) SGA, Glasgow (résumé étendu soumis).

Gigon *et al.* (2018) Journées Uranium, Réunion de la Société Géologique de France, Orsay (oral).

Gigon *et al.* (2018) RST, Lille (oral).

Gigon *et al.* (2018) Ecole Thématique CNRS-INSU, Ressources minérales: cycle géochimique des métaux, Nancy (oral).

Gigon *et al.* (2018) International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle, Vienna (oral).

Gigon *et al.* (2018) SEG-PDAC student mineral colloquium, Toronto (poster).

Gigon *et al.* (2017) Geoscience Australia Basin-Hosted Mineral Systems Workshop, Perth (poster).

Autre(s) subvention(s) obtenue(s) :

2019 : EMU-FAULT Projet CNRS-INSU-CESSUR, PI A. Richard (6 k€).

2018 : TRACKS Projet CNRS-INSU-CESSUR, PI A. Richard (5k€).

2017 : PALEOMET Projet CNRS-INSU-CESSUR PI J. Mercadier (6 k€).

DISSOLUTION/PRÉCIPITATION COUPLÉE À DES GRADIENTS DE MASSE VOLUMIQUE AVEC OBSERVATION PAR RADIOGRAPHIE ET MICRO-TOMOGRAPHIE

Porteur : Anne-Julie TINET

UMR : GeoRessources

Financement CS UL / OTELo : 9 016 €

Résumé :

La compréhension des phénomènes de transport réactif, en particulier de la création et du développement de wormholes, est essentielle pour mieux appréhender diverses applications dans le cadre des ressources souterraines (stockage de CO₂, mines de sel, applications environnementales,...). L'état de l'art montre les enjeux des effets d'échelles et le rôle prépondérant des effets locaux. Ce projet consiste en l'obtention d'un jeu de données expérimentales autour de la dissolution d'un massif de

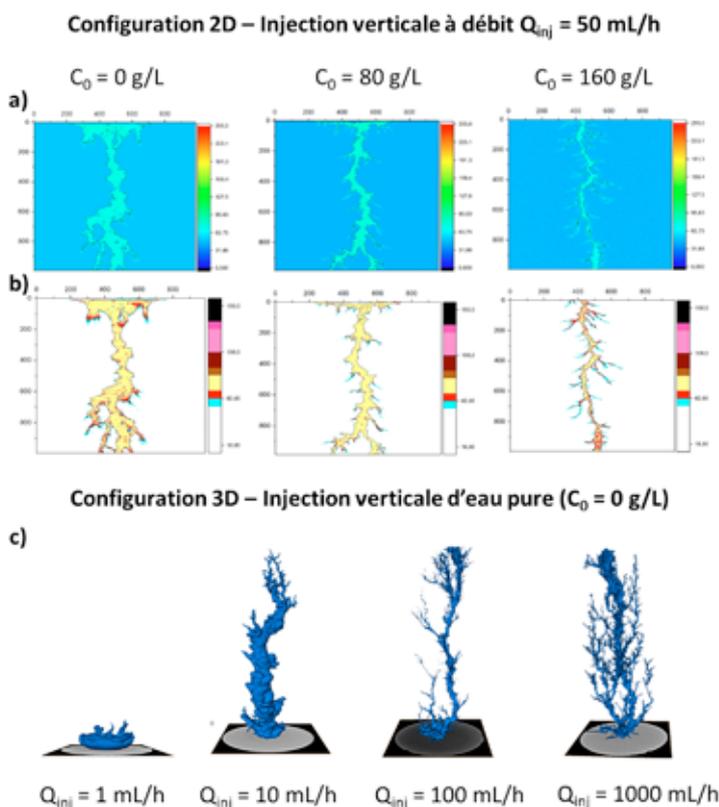
sel avec observation par radiographie (2D – dynamique) et micro-tomographie (3D – quasi-statique). Les données obtenues sont cohérentes avec la bibliographie existante en ce qui concerne les régimes de dissolutions obtenus (3D) mais les images obtenues (2D) montrent peu d'effet de gradient de masse volumique.

Résultats scientifiques obtenus :

L'imagerie 3D par micro-tomographie a permis de visualiser les différents régimes de dissolution (compact, conique, dominant et ramifié) ainsi que définis dans la littérature. Ces images, obtenues en fin d'expérimentation, ne permettent cependant pas de visualiser la dynamique de dissolution mais sont complétées d'un suivi de pression en cours d'expérience.

L'imagerie 2D par radiographie permet une visualisation 'en direct' de la dissolution. Différents régimes de dissolution ont pu être observés en cohérence avec les données de la littérature. Cependant, l'analyse de gradients de concentration est limitée par un bruit important sur l'image. Le traitement d'image permet cependant de visualiser i) les gradients de porosité à l'interface entre le 'doigt' de dissolution et la partie saine, ii) des possibles variations de concentrations en bout de 'doigt'. Par contre, aucun effet spécifique des contrastes de masse volumique n'a pu être observé. Ce résultat est concordant avec d'autres données obtenues semblant montrer un impact mineur du contraste de masse volumique sur les régimes de dissolution.

Images traitées d'une injection d'une solution sous-saturée en sel (NaCl) dans un massif constituée de sel ou d'un mélange sel / plâtre. a) et b) Images traitées d'une cellule 2D acquises par radiographie, visualisation de la porosité (a) et variations de densité de la partie dissoute (b). c) Carotte de sel observée par micro-tomographie X puis segmentée pour faire apparaître la zone dissoute.



Valorisation du projet :

A.A.W. Ahoulou, A.-J. Tinet, C. Oltéan, (2018) Effet du terme gravitaire de l'écoulement sur le développement de wormholes. 14^{ème} Journée d'étude des Milieux Poreux JEMP2018, 8-10 octobre 2018 Nantes, France.

Autre(s) subvention(s) obtenue(s) :

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre de la thèse de Wilfried Ahoulou (financement MENESR).

La partie radiographie, réalisée à l'université de Kumamoto, a été en partie financée par le projet RISE H2020 PROTINUS.

LA PLATEFORME «LiecOscope»

LiecOscope est une plateforme expérimentale en écologie et écotoxicologie des milieux aquatiques située sur le site Bridoux du LIEC. Elle se décline à trois échelles expérimentales, d'une complexité et d'un réalisme écologique croissant : des microcosmes indoor, des mésocosmes indoor et des rivières artificielles en extérieur. La plateforme est pleinement opérationnelle depuis son inauguration en juin 2016. Principalement dévolue à la recherche, elle sert également de support à des actions pédagogiques.

Recherche

La plateforme a, à ce jour, permis de développer des activités de recherche dans le cadre de plusieurs programmes ANR, EC2CO, une convention avec l'AFB, et a servi d'outil expérimental pour 9 doctorants (dont 4 en cours).

Microcosmes indoor

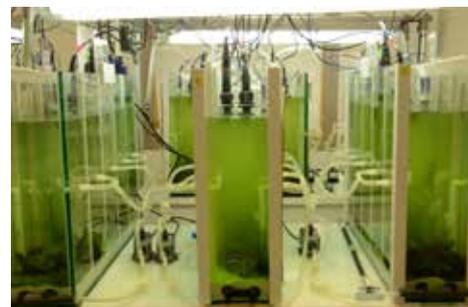
La convention BIOMICS (thèse M. Potet) avait pour objectif de mieux comprendre les patrons de réponse d'une espèce modèle en écotoxicologie, la dreissène, face à des contaminants. En lien avec le Labex R21, le contaminant modèle choisi pour explorer ces verrous scientifiques a été le Nickel. La plateforme LiecOscope nous a permis de mettre en place des designs expérimentaux jusque-là inaccessibles, avec des niveaux de réplifications plus importants qu'à l'accoutumée, un meilleur contrôle des conditions d'exposition et un grand nombre de conditions expérimentales (Fig. ci-dessous), nous donnant ainsi accès à des méthodes d'analyse des données puissantes. Les



résultats obtenus réinterrogent l'interprétation classique des réponses biomarqueurs, l'absence d'induction des systèmes de défense dans certaines populations révélant plus une inaptitude à se défendre qu'une forte tolérance à la contamination.

Mésocosmes indoor

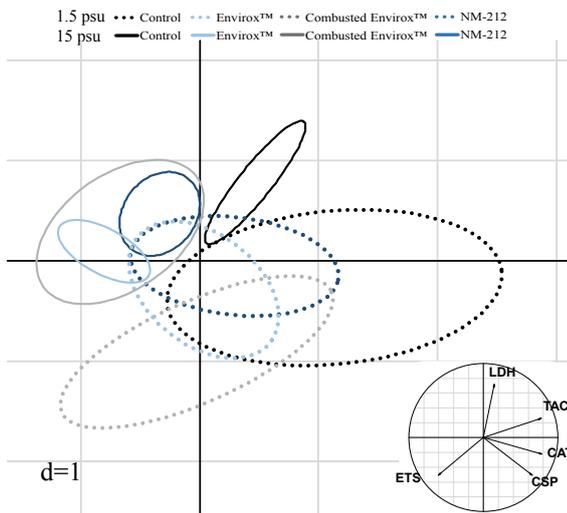
Les mésocosmes indoor ont été les premiers dispositifs mis en place au sein de LiecOscope. Il s'agit d'un ensemble de 9 aquariums de 50L instrumentés (sondes T°, pH, conductivité, RedOx), localisés dans une salle climatisée avec contrôle de la photopériode. La taille de ces dispositifs permet de mettre en place des expérimentations avec des réseaux trophiques simples, tout en complexifiant le milieu d'exposition (Fig. ci-dessous). Ils nous ont permis, dans



Expérience en mésocosme. Effets de nanoparticules sur D. polymorpha et Gammarus roeseli.

le cadre des ANR MESONET, NanoSalt et du Labex R21, d'explorer le comportement et les effets biologiques de nanoparticules sur des temps d'exposition longs (28j) sur plusieurs organismes modèles au LIEC (thèses de M. Garaud, J. Andreï, C. Bertrand et V. Koehle-Divo). Les nombreux résultats obtenus mettent en évidence l'induction de réponses biologiques chez les organismes exposés (Fig. haut de page suivante), mais la difficulté à définir si ces effets sont positifs, négatifs ou neutres pour eux.

Expérience en microcosme. Effet croisé de la température et de la contamination par le Nickel et le Chrome sur les réponses biologiques de 2 espèces de dreissènes, Dreissena polymorpha et D. rostriformis bugensis.



Réponse des biomarqueurs chez *C. fluminea* exposée à 4 traitements (nano-matériaux à différents stades de leur cycle de vie) dans 2 salinités différentes.

L'hypothèse testée était que les décomposeurs, par leur immobilisation de nutriments, mais aussi par la production de composés allélopathiques, allaient réduire la production algale et potentiellement induire des changements dans la structure des communautés algales. Les résultats obtenus après plus de 40 jours d'expérience n'ont pas permis de mettre en évidence cet effet négatif.

Dans une seconde expérience (Thèse de A. Gossiaux), la relation décomposeurs / producteurs primaires a été étudiée en mimant différents scénarios de changement global (disponibilité en azote, température, présence/absence de macroinvertébrés). Les résultats ont mis en évidence des effets marqués de la température, des effets réduits de la disponibilité en azote, et très peu d'interactions entre les deux paramètres. De manière surprenante, la décomposition microbienne n'a pas été affectée par les deux paramètres testés sur les 2 mois d'expérience, ce qui ne conforte pas les résultats connus obtenus en systèmes simplifiés.

Dans une troisième expérience (Thèse de T. Rota), nous avons voulu tester si des populations de prédateurs, distribuées le long d'un gradient latitudinal, donc probablement adaptées aux conditions climatiques locales, pourraient, en ne répondant pas de la même manière à une hausse des températures, moduler l'effet du réchauffement sur le fonctionnement de l'écosystème. Cette évaluation a reposé sur la mesure du taux de décomposition des litières, la biomasse de périphyton et la concentration de CO₂ dissout dans l'eau. Cette hypothèse a été testée en conditions semi-contrôlées, avec des canaux artificiels simulant des écosystèmes détritiques.

Durant ces trois expériences, les canaux expérimentaux

Rivières artificielles

Les ruisseaux forestiers ont longtemps été décrits comme reposant principalement sur les litières végétales d'origine terrestre (feuilles mortes, bois mort...) pour leur fonctionnement. Néanmoins, un nombre croissant d'études montre que les producteurs primaires, principalement présents dans ces cours d'eau sous forme de biofilms dominés par des algues unicellulaires, pourraient jouer des rôles fonctionnels fondamentaux mais encore fortement sous-estimés.

Dans le cadre d'un projet ANR (Functional Stream), trois expériences (Fig. ci-dessous) ont été réalisées pour tenter de mieux comprendre les mécanismes régissant les interactions entre producteurs primaires et décomposeurs microbiens. Pour cela, une première expérience (ATER de J. Allen) a visé à comparer la production et la diversité du biofilm, cultivé en présence ou en absence de feuilles mortes pré-colonisées par des microorganismes décomposeurs.



Expériences dans les rivières artificielles. En haut, développement de biofilms (Expérience 1), en bas effet de l'origine géographique des prédateurs sur la sensibilité au réchauffement des eaux (Expérience 3)

ont permis d'accéder à des conditions semi contrôlées permettant de gagner en réalisme, tout en permettant un niveau de réplique et de contrôle suffisants pour isoler les paramètres d'intérêt.

Pédagogie

Au-delà de cette utilisation en recherche, LiecOscope est également régulièrement utilisé dans des actions à visée pédagogique et/ou de communication. Ainsi, tous les ans, des expériences ont lieu dans les canaux artificiels dans le cadre d'une UE de M2 (Master Gestion de l'Environnement, Parcours Ecotoxicologie). Ces canaux servent également pour un atelier de la Fête de la Science, La vie dans les rivières, qui remportent tous les ans un grand succès auprès des scolaires. Enfin, les microcosmes indoor ont également donné lieu à une expérience, pilotée par Marine Potet dans le cadre du dispositif « Tous Chercheurs », et réalisée par deux élèves de 1ère accueillis au laboratoire pendant une semaine.

Perspectives

LiecOscope est engagé depuis fin 2018 dans une démarche de labellisation INFRA+. Cette démarche, d'une durée approximative de 18 mois, permettra la mise en place d'une démarche qualité sur l'ensemble des outils de la plateforme, et facilitera leur ouverture vers des partenaires externes. C'est par exemple le cas du dispositif visant à reproduire les transferts milieu terrestre / milieu aquatique proposé dans le projet REGE (Réseau Environnement

Grand-Est), dont un pilote doit être produit dans l'année.

L'autre axe de travail qui se dégage actuellement est l'utilisation des rivières artificielles pour développer et tester des dispositifs de mesures et d'observation qui auront vocation à être utilisées dans l'avenir sur le terrain.

Bilan

Thèses

Maël Garaud, Jennifer Andrei, Carole Bertrand, Marine Potet, Vanessa Koehle-Divo, Vinita Vijayar, Nicolas Lachaux, Alice Gossiaux, Thibaut Rota

Programmes de recherche

ANR MESONET, ANR NanoSalt, ANR Functional Stream, ANR ECOTREE, ANR ClimShift, Programme ONEMA BIOMICS, EC2CO DiMetEP, Fondation Rovaltain

Publications

10 publications, 7 en préparation

[1] Garaud M. *et al.* (2015) *Aquatic Toxicology*, 158:63-74. [2] Garaud M. *et al.* (2016) *Nanotoxicology*, 10:935-944. [3] Bertrand C. *et al.* (2016) *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35:2550-2561. [4] Potet M. *et al.* (2016) *Environmental Pollution*, 218:39-49. [5] Bertrand C. *et al.* (2017) *Ecological Indicators*, 74:334-342. [6] Potet M. *et al.* (2018) *Scientific Reports* 8 (1), 700. [7] Koehle-Divo V. *et al.* (2018) *Aquatic Toxicology*, 198:141-148. [8] Potet M. *et al.* (2018) *Aquatic Toxicology*, 203:140-149. [9] Louis F. *et al.* (2019) *Environmental Pollution*, 245:889-897. [10] Koehle-Divo *et al.* (2019), *Environmental Sciences and Pollution Research*, sous presse.

LABEX «RESSOURCES 21»

L'ANNÉE 2018 DE «RESSOURCES 21»



2018 a été l'occasion d'une série de réflexions approfondies sur les défis scientifiques et sociétaux de la prochaine décennie. Le LabEx RESSOURCES21 s'aligne désormais plus sûrement avec les orientations actuelles de l'Europe : vers plus de durabilité, une économie circulaire globale et des objectifs précis à moyen et long termes définis par l'accord de Paris pour lutter contre le changement climatique, notamment afin d'accélérer et d'intensifier la recherche scientifique dans le but de penser et créer un avenir à faibles émissions de carbone dans un monde durable. Pour cette raison, plusieurs de ces axes de recherche sont au cœur du nouveau projet soumis en septembre 2018, projet désormais accepté pour un renouvellement de cinq ans. Le nouveau programme de R21 portera sur les éléments nécessaires à la transition énergétique (Lithium des batteries Li-ions), Ni-Co (également pour les batteries Li-ions) et les terres rares (voitures électriques, éoliennes).

• Selon l'évaluation de Shanghai, l'Université de Lorraine se classe maintenant au 24e rang mondial dans le secteur minier et est la deuxième université spécialiste de ce domaine à l'échelle européenne, et la seule en France. Ce progrès est en grande partie lié à l'activité du Labex RESSOURCES21.

• Le nouveau rapport 2018 du LabexR21, bientôt en ligne, fournit les données sur l'activité du groupe de recherche en 2018, mais il présente aussi une compilation des faits saillants et résultats notables obtenus depuis 2014, avec les résumés des contributions scientifiques les plus représentatives triées par domaine de recherche (2014-2018), ainsi qu'une liste des publications en 2018.

• Deux grandes collaborations internationales ont été renforcées grâce à deux laboratoires internationaux : le LIA «Ecoland» avec l'Université Sun Yat Sen en Chine, et le LIA « SUCRE » avec l'Université du Queensland (en cours de création).

• L'École CNRS dédiée aux ressources minérales - cycle des métaux s'est déroulée à Nancy du 2 au 4 octobre 2018 et a rassemblé 135 personnes, dont des chercheurs, des doctorants, des post-doctorants, provenant de l'ensemble des universités françaises ainsi que des géologues de l'industrie et des EPIC (BRGM). Les conférences données par des chercheurs renommés se sont concentrées sur la caractérisation géologique des gisements de minerais de métaux stratégiques, la valorisation et le recyclage innovants et éco-responsables, l'agromine, le comportement des métaux disséminés dans l'environnement et leur impact éco-toxicologique, et enfin les interactions et liens entre

territoires, société, et exploitation minière. Deux tables rondes ont été consacrées à : i) l'évolution des professions liées aux ressources métalliques au cours des 20 prochaines années, ii) et aux retours d'expériences de l'industrie française lors de projets d'exploration et d'exploitation minière et leur réception par les populations. Les visites des laboratoires ont été organisées le troisième jour.

• Un séminaire sur la genèse des minerais de nickel en Nouvelle-Calédonie (en mai 2018 sur site minier) a fourni

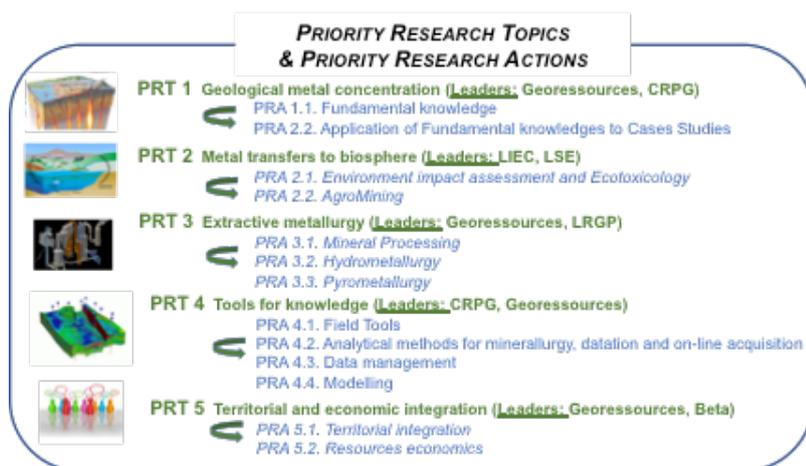
L'AVENIR DU LABEX «RESSOURCES 21»

Pendant les quatre prochaines années, le Labex RESSOURCES21 développera des démarches structurantes autour du cycle de vie des métaux stratégiques, de la géométtallurgie, de l'élaboration d'outils portables, de l'intégration sociale, économique et territoriale des projets miniers. Une attention particulière sera accordée au développement de nouveaux concepts et de nouveaux procédés durables originaux permettant d'extraire des métaux stratégiques à partir de ressources polymétalliques et pauvres issues des mines ou du recyclage. En particulier, chaque étape de la chaîne de valeurs sera représentée et les travaux de recherche en sciences humaines et sociales incluant l'économie des ressources seront intégrés de façon transversale tout au long du cycle de vie des métaux. Plus généralement, les questions relatives à la préservation de la biodiversité et de l'environnement seront abordées de façon à développer de nouvelles stratégies minières. Les projets de RESSOURCES21 s'appliqueront à de nouvelles cibles métalliques d'intérêt économique pour l'industrie française (or et lithium notamment) et à l'ouverture à d'autres disciplines, notamment en chimie, en économie et en sciences humaines et sociales. Il s'agira aussi

une première occasion de réunir des géologues de toutes les sociétés minières de Nouvelle-Calédonie, et a permis des discussions très nourries sur les modèles génétiques des processus d'enrichissement Ni-Co-Sc. Les travaux sur le terrain ont notamment été l'occasion de partager les clés d'identification des minéraux représentatifs des groupes serpentines et talc, et leurs relations temporelles et/ou génétiques avec la formation des minerais de Ni.

de renforcer notre stratégie de site notamment avec les Labex ARBRE et DAMAS ainsi qu'avec plusieurs projets portés aux travers de LUE (Projets IMPACT DEEPSURF, Graduate School notamment). Enfin, le Labex RESSOURCES21 aura aussi pour ambition de soutenir et de pérenniser les liens internationaux, particulièrement à travers la mise en place de thèses en cotutelle ou en codirection avec les partenaires actuels. RESSOURCES21 continuera de soutenir fortement la formation par la recherche pour former des cadres de RD&I en finançant des stages de Master dans le but de recruter des étudiants de haut niveau en doctorat, en finançant des thèses de doctorat dont des thèses en co-tutelles dans le but de renforcer nos liens avec nos partenaires étrangers et notre visibilité à l'internationale, et en accompagnant les jeunes chercheurs post-doctorants pour qu'ils puissent renforcer leurs expériences. RESSOURCES21 s'impliquera également dans la réflexion de création de l'EUR LUE et y participera activement si elle est financée. La nouvelle gouvernance de RESSOURCES21 constituée d'un Directeur Administratif, d'un Directeur Scientifique et d'un Directeur des Partenariats Stratégiques seront particulièrement attentifs

au développement d'une stratégie active permettant d'intégrer RESSOURCES21 dans les activités de LUE, au développement de partenariats forts avec les autres Labex de LUE, et à renforcer nos partenariats à l'international. La gouvernance s'appuiera sur cette organisation pour favoriser la communication et l'émergence de nouvelles idées et de nouvelles actions transdisciplinaires. Pour cela, le Labex RESSOURCES21 sera divisé en cinq thèmes de recherche prioritaires (PRT) subdivisés en plusieurs actions de recherche prioritaires (PRA) et en quatre cibles transversales (TT), comme illustré ci-dessous :



Transversal targets from mining and recycling



Target 1 Nickel-Cobalt → Mining: New Caledonia– Geochemical cycle
→ Recycling: batteries, WEEE, etc.



Target 2 Rare earths → Mining: China – Agromining, Ecoland-LIA)
→ Recycling: magnets, WEEE, etc.



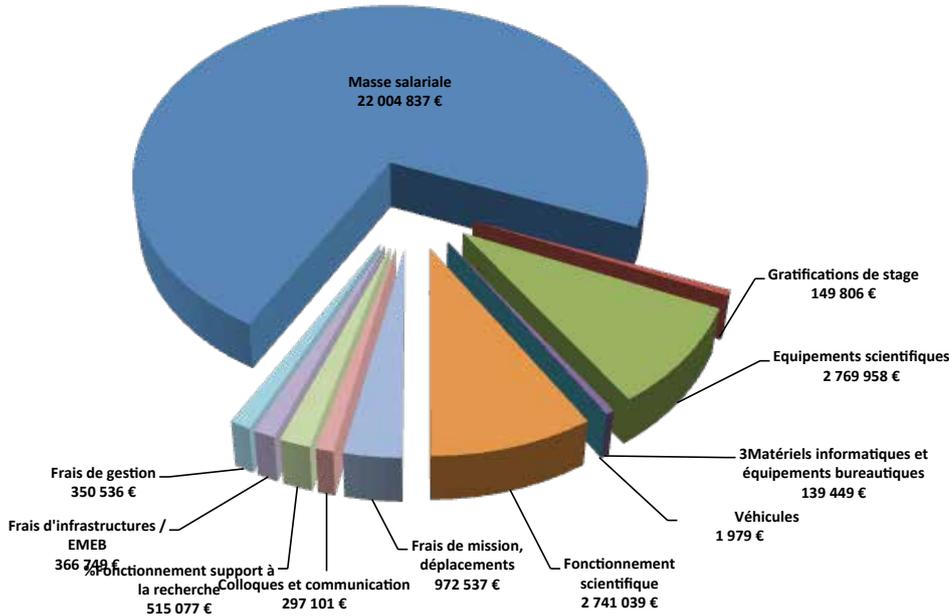
Target 3 Gold → Mining: French Guyanna territories
→ Recycling: WEEE



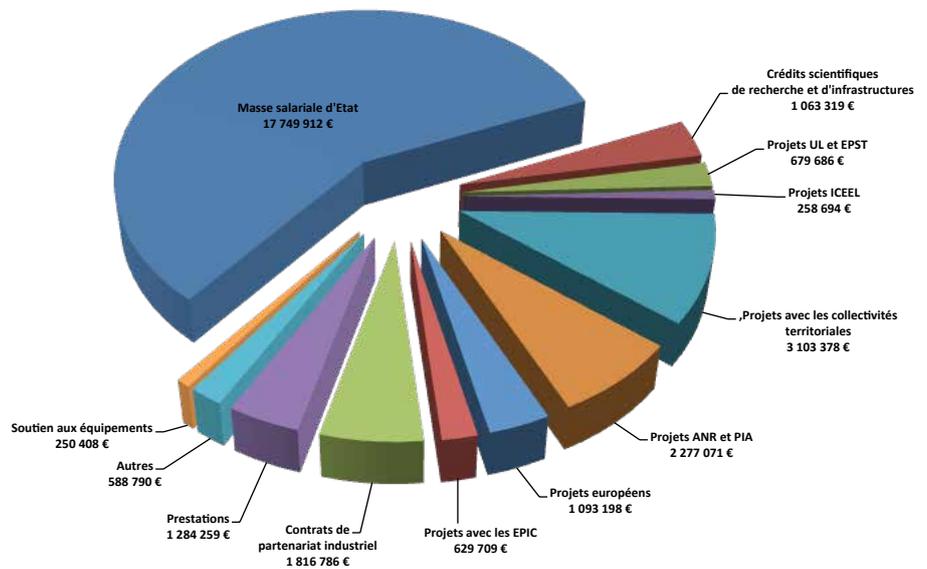
Target 4 Lithium → Mining: Quebec, Chile, Australia, Europe
→ Recycling: Lithium-ion batteries

BILAN FINANCIER OTELO 2018

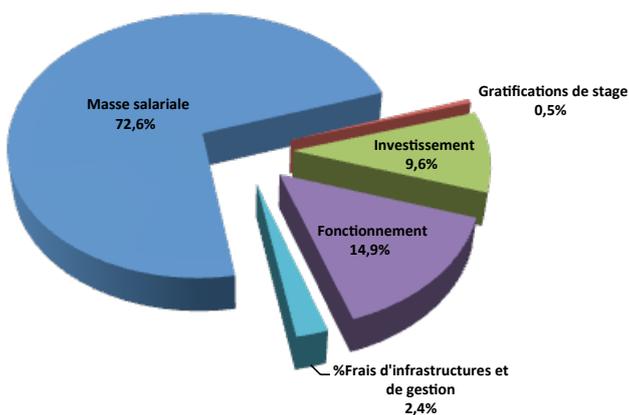
Dépenses réalisées en 2018



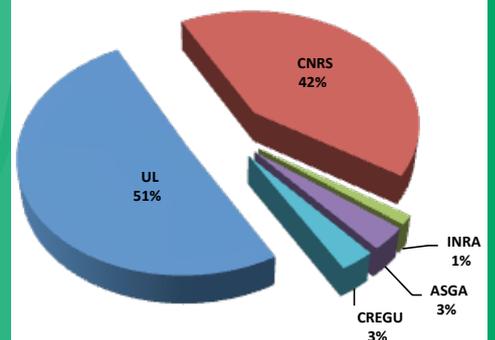
Origines des recettes 2018



Types de dépenses réalisées en 2018



Répartition des recettes 2018 par organismes gestionnaires



BILAN SCIENTIFIQUE OTELO

1. RESSOURCES HUMAINES

Personnels titulaires recrutés

Aurélié DEFEUX, Technicienne UL, GeoRessources, Secrétariat général, Gestionnaire administrative et financière - titularisation

Marc DIRAISON, Maître de conférences Université de Strasbourg/GeoRessources, Equipe Ressources carbonées

Jessica FLAHAUT, Chargée de recherche CNRS, CRPG, Thématique scientifique Formation du système solaire et des planètes

Éric GEHIN, Technicien CNRS, GeoRessources, Equipe Valorisation des ressources et des résidus - mobilité

Elise GUERIN, Technicien CNRS, CRPG, SARM, Unité de spectrochimie, Technicienne en caractérisation des matériaux

Sylvie MAGGIPINTO, Adjoint technique CNRS, LIEC, Pôle vivant/ Administration

Laurette PIANI, Chargée de recherche CNRS, CRPG, Thématique scientifique Formation du système solaire et des planètes

Catherine PIERSON, Assistante ingénieure CNRS, LIEC, Administration, Gestionnaire administrative et financière

Sophie PRUD'HOMME, Maître de conférences UL, UFR SCIFA/LIEC, Equipe Toxicologie de l'environnement

Marie ZAFFINO, Assistante ingénieure UL, LIEC, Pôle Vivant

Mobilité au sein d'OTELO

Karine DEVINEAU, Maître de conférences UL, ENSG/CRPG, Thématique scientifique Magmas et fluides profonds - mobilité de GeoRessources vers le CRPG

Jairo FALLA-ANGEL, Professeur UL, IUT Thionville-Yutz/LSE - mobilité du LIEC vers le LSE

Sonia HENRY, Maître de conférences UL, IUT Thionville-Yutz/LSE - mobilité du LIEC vers le LSE

Philippe LAVAL-GILLY, IUT Thionville-Yutz/LSE - mobilité du LIEC vers le LSE

Jérôme MARIN, Ingénieur d'études CNRS, GeoRessources, Equipe Valorisation des ressources et des résidus - mobilité du CRPG vers GeoRessources

Jean-Marc MONTEL, Professeur UL, ENSG/CRPG, Thématique scientifique Magmas et fluides profonds - mobilité de GeoRessources vers CRPG

Départs de personnels titulaires

Christine BLANCHARD, Assistante ingénieure CNRS, CRPG, SARM, Unité de spectrochimie et unité administrative - départ en retraite

Matthieu GEIST, Professeur UL, IUT de Metz/LIEC - en détachement

Robert JOUSSEMET, Ingénieur de recherche CNRS, GeoRessources, Responsable technique de la plateforme STEVAL - départ en retraite

Jean-Louis MOREL, Professeur UL, ENSAIA/LSE - départ en retraite, puis éméritat au LSE

Elisabeth MOUILLIE, Secrétaire générale adjoint de l'ASGA - départ en retraite

Distinctions

Chercheurs-Enseignants-chercheurs

Aurélié CÉBRON : Chargée de recherche CNRS au LIEC, a reçu la médaille de bronze CNRS le mercredi 26 septembre 2018 à Nancy.



Michel CUNEY, Directeur de recherche au CNRS à GeoRessources, internationalement reconnu dans le domaine de la prospection des gisements d'uranium, a reçu la médaille Kutina-Smirnov lors du symposium international IAGOD (International Association on the Genesis of Ore Deposits) qui s'est tenu fin août 2018 à Salta (Argentine).

Lev FILIPPOV, Professeur à l'ENSG, animateur de l'équipe Valorisation des ressources et des résidus de GeoRessources, a été récompensé par l'IMPC (International Mineral Processing Congress) pour sa forte implication dans l'organisation du congrès et sa contribution scientifique lors de la 29e édition en septembre 2018 à Moscou (Russie).

Jean-Louis MOREL, Professeur ENSAIA/LSE, a reçu le Gordon Award de l'IPS (International Phytotechnology Society) lors de la 15e conférence qui s'est tenue en octobre 2018 à Novi Sad (Serbie).

Frédéric VILLIERAS, Directeur de recherche CNRS au LIEC et Vice-Président du Conseil Scientifique et Recherche de l'Université de Lorraine. Nomination au grade d'Officier dans l'ordre des Palmes académiques.

Doctorants et Post-doctorants

Nina BOTHAMY, doctorante au CRPG, Prix du poster 2018 ICHMET (Conference on heavy metals in environment) en juillet 2018 à Athens (Georgia, USA) et 1er prix ex-æquo du meilleur poster à la conférence RV2S (2èmes Rencontres scientifiques Réhabilitation et valorisation des sites et sols pollués) en octobre 2018 à Saint-Étienne (France).

Nicolas CLAUSOLLES, doctorant à l'équipe RING de GeoRessources, a reçu le prix de la meilleure présentation dans la catégorie Étudiants lors du congrès IAMG 2018 qui s'est tenu en septembre 2018 à Olomouc en République Tchèque. Ses travaux de recherche portent sur la modélisation des corps salifères et la caractérisation des incertitudes liées à leur interprétation sismique. L'IAMG est l'association internationale pour les géosciences mathématiques.

Anthony GENEYTON, doctorant à GeoRessources, fait partie des 12 lauréats au « IMPC Young Author Award », prix qui récompense les jeunes chercheurs pour leurs travaux en

minéralurgie à l'IMPC (International Mineral Processing Congress).

Julien PERRET, doctorant CIFRE chez Arethuse Geology et Geo-Ressources, a obtenu le Keating-Boyle Graduate Poster Award au congrès RFG (Resources for Future Generations) qui s'est tenu à Vancouver (Canada) du 16 au 21 juin 2018.

Julien RENAUDEAU, doctorant CIFRE à GeoRessources dans l'équipe RING, a reçu un prix au forum de l'innovation de Schlumberger, faisant partie des 4 lauréats sur 372 projets soumis.

Quentin VINCENT, actuellement post-doctorant à l'Université de Liège et ayant réalisé sa thèse au LIEC et au LSE, a reçu le prix « Biodiversité urbaine : recyclage des friches » de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB), financé par le Laboratoire d'Initiatives Foncières et Territoriales Innovantes (LIFTI).

Sophie BOULANGER-JOIMEL, actuellement enseignante-chercheuse à AgroParisTech et à l'UMR INRA ECOSYS et ayant réalisé sa thèse au LSE et au CEFE, a reçu le prix « Biodiversité urbaine » de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB), financé par la Fondation Prince Albert II de Monaco.

Projet

Le projet FAME dans lequel GeoRessources est fortement impliqué, a été récompensé par la médaille d'excellence « Medal of Excellence » attribué par la prestigieuse institution IOM3 (The Institute of Materials, Minerals and Mining).

2. PUBLICATIONS ET THÈSES SOUTENUES

363 publications de rang A dont 21 interlaboratoires

Thèses soutenues

Anne BLANCHART - Développement de l'agronomie urbaine pour une prise en compte de la ressource Sol dans les projets d'aménagement urbains - Christophe SCHWARTZ (LSE), Geoffroy SERE (LSE) et Jean-Noël CONSALES (AMU, TELEMME) - 14 novembre 2018

Aurélien CAMBOU - Contribution des sols urbains à l'atténuation du changement climatique : évaluation de la dynamique du carbone organique et conséquences sur le bilan de gaz à effet de serre - Christophe SCHWARTZ (LSE), Laure VIDAL-BEAUDET (AgroCampusOuest, EPHor) et Patrice CANNAVO (AgroCampusOuest, EPHor) - 29 novembre 2018

Jesse DAVENPORT - Traçage isotopique de l'altération du silicate et du carbonate dans le système érosif de l'Himalaya - Christian FRANCE-LANORD et Guillaume CARO (CRPG) - 18 décembre 2018

Inès DJOUADI - Prise en compte de l'anisotropie dans le comportement instantané des géomatériaux pour les calculs d'ouvrages souterrains - Richard GIOT et Albert GIRAUD (GeoRessources) - 10 septembre 2018

Céline GAULLIER - Influence de l'hydraulique sur l'efficacité des Zones Tampons Végétalisées à réduire les teneurs en pesticides et métabolites en sortie de drains Agricoles - Sylvie DOUSSET (LIEC), Nicole BARAN (BRGM) - 21 novembre 2018

Quentin VINCENT

Sophie BOULANGER-JOIMEL



Gabriel GODEFROY - Modélisation cinématique et stochastique des failles à partir de données éparées pour l'analyse des incertitudes structurales - Guillaume CAUMON (GeoRessources), Mary FORD (CRPG) - 29 mars 2018

Arjan GROOL - From rift system to doubly vergent orogen: An evolutionary model based on a case study of the Eastern Pyrenees and controlling factors from numerical models - Mary FORD (CRPG), Ritske HUISMANS (Univ. de Bergen en Norvège) - 22 janvier 2018

Yumi KITAYAMA - Les quatre isotopes du soufre dans les kimberlites de Sibérie, traceurs du recyclage de croûte océanique et de sédiments Archéens dans le manteau terrestre - Albert GALY et Emilie THOMASSOT (CRPG) - 16 novembre 2018

Néstor Camilo LEGUIZAMÓN GUERRA - Influence cinétique de H₂S sur la pyrolyse des hydrocarbures aromatiques aux pressions de réservoirs géologiques (700 bar) : étude expérimentale du système n-butylbenzène - H₂S comparée au n-butylbenzène pur - Valérie BURKLE-VITZTHUM (LRGP), Raymond MICHELS (GeoRessources) - 27 septembre 2018

Séverine LOPEZ - Déterminisme de la diversité bactérienne rhizosphérique des hyperaccumulateurs de nickel - Emile BENIZRI et Jean Louis MOREL (LSE) - 26 novembre 2018

Antoine MAZUYER - Estimation de l'état de contrainte initial in situ dans les réservoirs par approche inverse - Richard GIOT et Paul CUPILLARD (GeoRessources) et Pierre THORE (Total) - 19 avril 2018

Vivien NAVELOT - Caractérisations structurale et pétrophysique d'un système géothermique en contexte volcanique d'arc de subduction. Exemple de l'archipel de Guadeloupe - Yves GERAUD et Marc DIRAISON (GeoRessources) - 31 octobre 2018

Morgane PAPIN - Apport de la bioacoustique pour le suivi d'une espèce discrète : le Loup gris (Canis lupus) - François GUEROLD (LIEC), Estelle GERMAIN et Julian PICHENOT (Centre de recherche et d'observation sur les carnivores) - 28 novembre 2018

Marion PARQUER - Modélisation rétro-chronologique de systèmes chenalisés méandriformes à partir d'observations géologiques - Guillaume CAUMON et Pauline COLLON (GeoRessources) - 5 avril 2018

Romain PRESENT - Biodisponibilité et Dynamique de Partition de Métaux Traces aux Interphases Microbiennes: Effets de Complexation Intracellulaire et Application aux Biosenseurs Bactériens - Jérôme DUVAL et Elise ROTUREAU (LIEC) - 29 juin 2018

Lionel VACHER - Hydratation et évolution isotopique précoce des astéroïdes carbonés : approches expérimentale et isotopique - Yves MARROCCHI et François FAURE (CRPG) - 9 novembre 2018

Raphaël VASSEUR - Extinction et récupération de coraux au cours de la crise Pliensbachien-Toarcien (Jurassique) - Bernard LATHUILIERE (GeoRessources) - 12 décembre 2018

Quentin VINCENT - Etude des paramètres abiotiques, biotiques et fonctionnels, et de leurs interactions dans des sols délaissés - Corinne LEYVAL (LIEC) et Apolline AUCLERC (LSE) - 21 mars 2018

HDR soutenues

Emmanuelle MONTARGÈS-PELLETIER (LIEC) - De la réactivité des particules au transfert des contaminants dans les enveloppes superficielles - 3 juillet 2018

Geoffroy SERE (LSE) - Mieux connaître la pédogenèse et le fonctionnement des Technosols pour optimiser les services écosystémiques rendus - 14 mars 2018

3 . NOUVEAUX EQUIPEMENTS MAJEURS ACQUIS

Source RF sonde ionique 1270-E7

Il s'agissait de remplacer sur la sonde ionique Cameca 1270-E7 une source d'ions de type duoplasmatron par une source RF Plasma, plus brillante et plus stable, sur le même modèle que celle installée sur le 1280 HR2 en 2017. Le gain en densité d'ions primaires améliorera directement la sensibilité de l'instrument pour bon nombre d'analyses, et permettra ainsi d'améliorer grandement la qualité des mesures et leur champ d'application.

Cette source a été achetée chez CAMECA pour un montant de 389k€ HT. Le financement a été possible grâce au FEDER à hauteur de 233k€, au programme mi-lourds de l'INSU pour 100k€ et sur fonds propres de la plateforme 'Sondes ioniques' pour 56k€. Elle est installée au service des sondes ioniques du CRPG.

Enceinte haute pression - haute température (piston-cylindre)

Le piston-cylindre Voggenreiter mavo press LPC 250-300/50 est un appareil expérimental installé au CRPG dans la plate-forme de Pétrologie expérimentale en fin d'année 2018. Il est particulièrement adapté à l'étude des équilibres de phases à haute pression, la solubilité des éléments volatils dans les minéraux et liquides silicatés, la synthèse de verres silicatés, la fusion et cristallisation de magmas à l'équilibre ou encore la formation et la migration des magmas. Il est de fait un outil transverse idéal entre les thématiques de cosmochimie et de magmas et fluides profonds développées au CRPG. Il permet de générer simultanément de hautes pressions (0,5 – 4,0 GPa) et températures (≤ 1800 °C) sur un échantillon.

Fournisseur : Max Voggenreiter GmbH - Coût : 120 k€ - Financements : 60% FEDER et 40% ANR.

Plateforme d'ablation laser ICP-MS

GeoRessources s'est dotée d'un nouveau laser et de deux spectromètres de masse à plasma induit (ICP-MS) grâce aux financements du LabEx RESSOURCES21, de la région Grand

Est, et du FEDER au travers du Contrat Plan Etat-Région.

Fournisseurs : Agilent, CAMECA, ESI - Coût : 972 k€ environ
- Financement : 50% LabEx RESSOURCES21 et 50% CPER.



Vue d'ensemble du laboratoire avec au premier plan de gauche à droite, i) ICP-MS quadrupolaire Agilent 7500, ii) ICP-MS triple quadrupole Agilent 8900, iii) ICP-MS haute résolution à secteur magnétique Attom-Nu Instruments. Au second plan, lasers excimer 193 nm NWR et GeoLas



Vue d'ensemble de la plateforme LA-ICPMS depuis la salle de pilotage

Équipements permettant le développement de l'hydrométallurgie

Un laboratoire HydroLAB qui permet de développer à l'échelle du laboratoire des procédés de valorisation des métaux contenus dans des minerais et des résidus (recyclage) et de mieux comprendre les phénomènes physicochimiques impliqués dans ces procédés dans le but de les simuler et de les optimiser.

- Une plateforme HydroVAL permettant de tester à l'échelle du mini-pilote les schémas de procédés mis au point à HydroLAB dans le but de les améliorer, les optimiser et d'évaluer leur intérêt technico-économique à une échelle plus proche de la réalité industrielle.

Plusieurs fournisseurs. Coût : 392 k€ - Financement : 60% FEDER et 40% ICEEL.

Appareil de fragmentation

Installation d'un appareil de fragmentation par champs électromagnétique pulsé ou à décharge électrique permettant la fragilisation de la matière solide et ainsi de poursuivre le développement de procédés de valorisation développés au laboratoire.

Fournisseur : Selfrag AG - Coût : 387k€ - Financement : 287k€ CPER et 100k€ ressources propres GeoRessources

Dispositif expérimental d'études du comportement mécanique

Acquisition d'un dispositif expérimental permettant d'étudier le comportement mécanique de modèles réduits d'ouvrages souterrains pour l'équipe Géomatériaux, ouvrages et risques. Cet équipement est situé dans la halle d'essais de

CO₂. La halle est aussi équipée de 2 phytotrons (10,5 m² de surface chacun) et une armoire Aralab pour la culture in vitro. Chaque phytotron est équipé de banc lumineux LED variable en intensité et en hauteur.

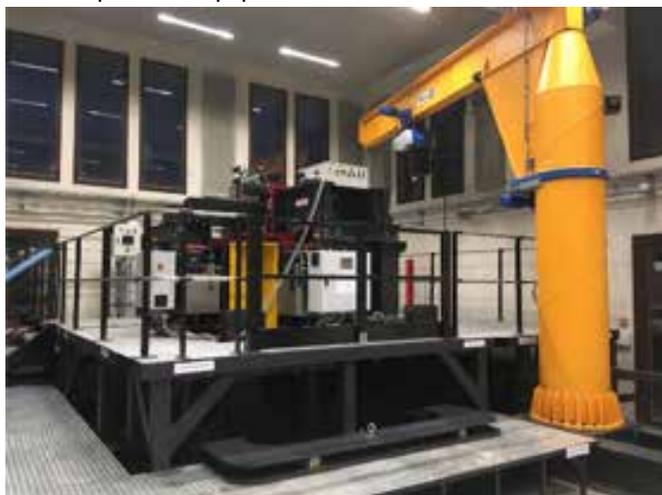
Coût total : 800 k€ environ - Financement : CPER, UE (FEDER), UL (Pôle A2F, CSTI, ENSAIA) et INRA (CNOC).

Construction réalisée par la société Froids et Mesures. Les phytotrons sont gérés par le LAE et le LSE, au sein de la plateforme INFRA+ « PEPLor » (Plateforme Expérimentale Phytotronique de Lorraine) regroupant des laboratoires des pôles scientifiques OTELO et A2F.

Chromatographie ionique couplée MS

Cette ligne permet de quantifier les éléments minéraux ioniques majeurs, anions et cations, ou acides organiques présents dans des échantillons aqueux obtenus directement dans le compartiment de l'eau du sol ou prélevés dans des eaux de surface ou après extraction sélective pour la caractérisation d'échantillons de sols.

Fournisseur : Metrohm-Waters - Coût : 160 k€ - Financements : Pacte lorrain-GISFItech et fonds propres LSE et LAE. Plateau d'Analyse Structurale et Métabolomique (PASM), ENSAIA.



GeoRessources sur le campus Artem.

Fournisseur : RECHERCHES ET REALISATION REMY - Coût : 262,5k€ - Financement : 25k€ ressources propres GeoRessources et 237,5k€ CPER

Chambres de culture pour essais en conditions contrôlées

La halle est équipée de 6 phytotrons dits monoplan, à haute intensité lumineuse de 5,2 m² de surface de culture chacun. Sur les 6 phytotrons, 3 ont une technicité particulière : l'un permet la culture en condition confinée (OGM, quarantaine...), un autre permet de simuler des vernalisations en créant des températures négatives, un autre permet d'enrichir l'atmosphère en

Chromatographie ionique couplée MS



Halle phytotronique et culture de végétaux en conditions contrôlées

4. FAITS MARQUANTS

Aurélié Cébron (LIEC) reçoit la médaille de Bronze du CNRS (Section 30)

En 2018, Aurélié Cébron, chargée de recherche CNRS au LIEC, a reçu la médaille de Bronze du CNRS (Section 30) pour ses travaux en écologie microbienne sur des sols fortement anthropisés et historiquement contaminés par des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

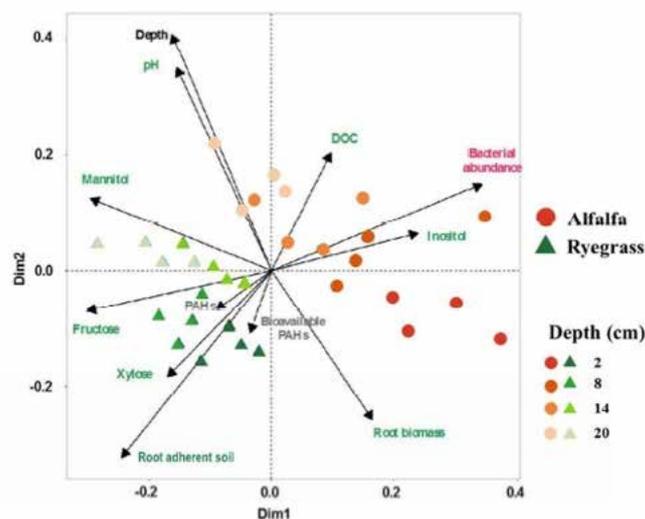
Le projet qu'elle développe depuis plusieurs années vise à comprendre la dynamique de ces HAP, dans les systèmes sol-plantes en se focalisant sur le fonctionnement spatio-temporel des communautés microbiennes (bactéries et champignons) impliquées dans la biodégradation de ces polluants omniprésents dans l'environnement. Quelles sont les espèces qui dégradent les HAP ? Où ? Quand et Comment ? C'est un sujet en plein essor, car il existe encore peu de données sur la diversité fonctionnelle des espèces microbiennes HAP-dégradantes et la variabilité spatio-temporelle des mécanismes de dégradation et la modulation des activités dégradantes dans des contextes de sols pollués ou fortement anthropisés (friches industrielles).

Pour répondre à ces questions, et améliorer nos connaissances sur les déterminants biologiques des processus de dégradation de ces composés hydrophobes et réfractaires, Aurélié Cébron a :

- développé, validé et utilisé en microcosmes ou in situ (sur le terrain) des méthodes de biologie moléculaire (PCR en temps réel) pour analyser la dynamique des communautés bactériennes capables de dégrader les HAPs en ciblant des gènes spécifiques (HAP-dioxygénase) ;
- identifié des interactions peu connues entre bactéries et champignons, qui conditionnent le devenir des HAP dans les sols ;
- démontré par des outils isotopiques comme la technique SIP (Stable Isotope Probing) que la fonction de dégradation peut être accomplie par des communautés microbiennes différentes, selon la présence ou non de plantes.

C'est avec cette prise en compte des interactions entre diversité et fonction microbiennes dans la dynamique des contaminants, et leur devenir en présence ou non de plantes, qu'Aurélié Cébron a su amener ses travaux de recherche au cœur des thématiques de la section 30 du CNRS.

Aurélié Cébron développe depuis deux ans, une approche innovante articulée autour des traits de vie microbiens qui analyse les caractéristiques fonctionnelles des assemblages microbiens en relation avec leur environnement proximal. Cette approche basée sur les traits offrirait une vision plus réaliste de la réponse adaptative des écosystèmes aux pollutions et contaminations au niveau des écosystèmes et une plus grande universalité aux indicateurs choisis en s'affranchissant des barrières spatio-temporelles. C'est une alternative pertinente aux descripteurs synthétiques (indices de diversité, bio-indicateurs, richesse taxonomique, abondances relatives) couramment utilisés par de nombreux chercheurs, mais qui rendent difficilement compte de la variabilité ou de l'invariabilité des fonctions microbiennes et des communautés associées, et aboutissent à une trop grande réduction de l'information écologique.



Non-metric multidimensional scaling ordination (nMDS) representing the impact of environmental factors (arrows: edaphic parameters in black, sugar content in green, rhizospheric parameters in green and bacterial abundance in red) on bacterial community assemblage in alfalfa (circle) and ryegrass (triangle) rhizospheres at four depths (color gradients) after 37 days of plant growth. Each arrow represents one environmental parameter significantly correlated to the bacterial diversity ($p < 0.05$ and $R^2 > 0.2$), excepted for PAHs ($p = 0.441$ and $R^2 = 0.0511$) and bioavailable PAHs ($p = 0.477$ and $R^2 = 0.0514$). The nMDS 2D-stress was 731 0.161. In Bourceret et al 2017. Canadian Journal of Microbiology: 63 (11): 881-893

Le CRPG dans la Lune ! Mais pas que...

2018 aura été une année riche en missions spatiales, auxquelles les chercheurs du CRPG ont été très impliqués. Ils sont en effet membres des équipes scientifiques des missions d'exploration et de retour d'échantillons en cours des agences spatiales chinoise, japonaise, et américaine. De l'étude des sites d'alunissage pour les missions chinoises Chang'E, à la signature d'un LIA (Laboratoire international associé) avec l'académie des Sciences Chinoises à Pékin, (portant sur l'analyse commune d'échantillons extraterrestres, et en particulier des éléments volatils), le CRPG s'engage sur tous les fronts. La collaboration avec l'université des Géosciences de Wuhan aura permis de s'aventurer, pour la première fois cette année, sur la face cachée de la Lune, dans le cratère de Von Karman, avec le robot Yutu-2 à bord de Chang'E-4. L'aventure se poursuivra en 2019 avec Chang'E-5, qui devrait ramener jusqu'à 2 kg de régolite et roches lunaires – le premier retour d'échantillons depuis Luna-24 en 1976 ! Les activités du pôle seront encore variées pour l'année à venir avec l'échantillonnage de l'astéroïde Ryugu par la sonde Hayabusa-2 de l'agence spatiale japonaise, également très suivi par la presse locale et internationale, celui de l'astéroïde Bennu par la mission Osiris-rex de la NASA, et le projet de création d'un pôle spatial Grand Est venant structurer et valoriser l'ensemble de nos activités extra-terrestres.

Références :

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2018JE005577>

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2018JE005595>

<https://www.nature.com/collections/jibgaighje>

A la une de l'INSU - La physique quantique pour séparer les métaux

La publication de Y. Foucaud, M. Badawi, L.O. Filippov, I.V. Filippova, S. Lebègue a fait l'objet de la une de l'INSU en novembre 2018 et la couverture de Journal of Physical Chemistry B. Le développement des nouvelles technologies et l'émergence de nouveaux pays industrialisés augmentent considérablement la demande en métaux rares (tungstène, niobium, étain, etc.). Pour répondre aux besoins croissants d'approvisionnement en métaux rares, la flottation est une technique d'extraction devenue indispensable dans l'industrie contemporaine. Dans ce domaine, l'équipe Valorisation des ressources et résidus du Laboratoire GeoRessources détient des compétences reconnues internationalement. En collaboration avec le Laboratoire de physique et chimie théoriques (LCPT), des chercheurs ont développé des modèles fondés sur la physique quantique qui devraient permettre, dans un avenir proche, d'améliorer la séparation des métaux par flottation, vaste défi scientifique de l'industrie minière du 21^e siècle.

<http://www.insu.cnrs.fr/node/96>

Foucaud Y., Badawi M., Filippov L.O., Filippova I.V., Lebègue S. (2018) Surface Properties of Fluorite in Presence of Water: An Atomistic Investigation, The Journal of Physical Chemistry B, doi:10.1021/acs.jpcc.8b02717



Après un lancement réussi le 7 décembre 2018, Yutu-2, le robot de la mission Chang'E-4 s'éloigne de son atterrisseur début janvier 2019.

Bernard Marty, Evelyn Füri et Jessica Flahaut au laboratoire de spectrométrie gaz rares du CRPG, où sont analysés les éléments volatils de nombreux échantillons extra-terrestres.



Laurette Piani répond aux questions des journalistes de France 3 sur la mission Hayabusa-2 et l'analyse des échantillons sur les sondes ioniques du CRPG.



Un projet pédagogique européen innovant : EUROCORE

En partenariat avec le Département Géosciences et l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie, GeoRessources pilote un projet de formation



« Outils innovants » portant sur la caractérisation des carottes de forage à l'aide d'outils portables. Désormais, les outils spectroscopiques portables permettent une description systématique et détaillée par des mesures minéralogiques et de quantification élémentaire. Il s'avère donc important que les générations futures et actuelles de géologues d'exploration se forment à l'utilisation de ces outils. L'objectif d'EUROCORE (European Core Sample Collection for Master Training) est de répondre à la fois aux besoins des centres de formation et de recherche en permettant : l'accès à des carottes de forage, l'accès à ces outils portables, le développement des compétences techniques et scientifiques en lien avec l'utilisation de ces outils et la gestion des bases de données générées par l'utilisation de ces outils.

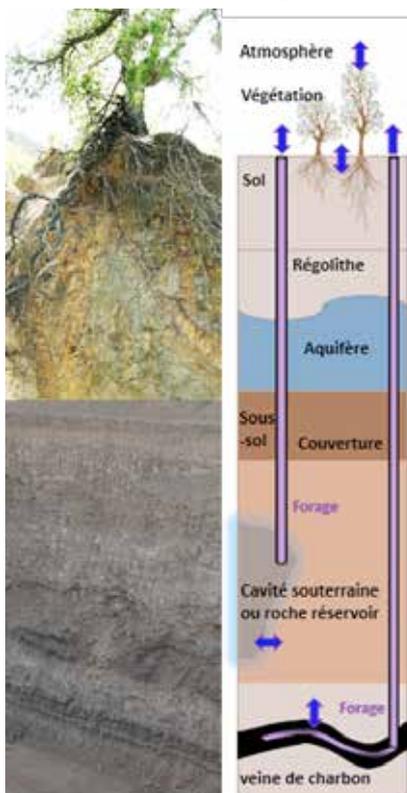
Une carothèque unique en Europe est inaugurée le jeudi 28 mars 2019 à l'ENSG.

Eurocore est un consortium européen composé de : Université de Lorraine, GTK, Fraunhofer, Tallin University, Madrid, et CREGU.

Un projet européen Lorraine Université d'Excellence : DEEP-SURF – Du sous-sol à l'atmosphère

Le projet DEEPSURF - Deep to Surface - est l'un des projets du dispositif IMPACT de l'Initiative Lorraine Université d'Excellence. Il concerne l'observation des systèmes environnementaux, des milieux géologiques souterrains jusqu'à la zone critique. Ce projet a pour objectif de proposer des solutions technologiques (biocapteurs, capteurs géochimiques et géophysiques miniaturisés, échantillonneurs intelligents) ; mais aussi de constituer des bases de données sur les processus de transfert de matières et établir des lois de comportement afin d'évaluer les conséquences de ces transferts. Son ambition est d'apporter une méthode générique d'aide à la décision en matière énergétique, adaptable à d'autres régions de France.

Ce projet IMPACT est réalisé grâce à des partenariats multiples. Son financement LUE est d'environ 2,5 M€ sur 4 ou 5 ans, auquel s'ajoutent les apports des partenaires.



REGALOR : Exploiter le gaz de charbon lorrain

ReGaLor est un projet de Recherche & Développement sur quatre ans, porté par GeoRessources, qui a démarré le 1er juillet 2018 et qui est co-financé par la Région Grand Est et le FEDER. Il associe le monde industriel, la Française de l'Energie et le monde académique au travers de l'Université de Lorraine (coordinateurs GeoRessources : J. Pironon et Ph. de Donato). ReGaLor vise à évaluer l'exploitabilité du gaz de charbon lorrain tant d'un point de vue géographique que géologique, sociologique, économique, environnemental, juridique et politique.

Au sein de l'Université de Lorraine, ReGaLor est un projet transversal unique car il est à cheval sur quatre pôles scientifiques : OTELO (Observatoire Terre Environnement de Lorraine), CLCS (Connaissance, Langage, Communication, Sociétés), TELL (Temps, Espaces, Lettres, Langues) et SJPEG (Sciences Juridiques, Politiques, Economiques et de Gestion).

Le coût global du projet est de 32 M€ ; la subvention globale est de 3,3 M€.



Carotte de charbon

Workshop franco-chinois du LIA ECOLAND « Innovation for Circular Economy – Recycling secondary resources » - Canton, 30/10 – 2/11/2018

Le LIA ECOLAND a été établi en 2015, entre le LSE (Université de Lorraine-Inra) et le LEPCRT « Contrôle de la pollution environnementale et technologies de remédiation » de l'Université Sun Yat-sen de Canton en Chine, en vue de renforcer les coopérations dans le domaine des sols pollués. Le LIA ECOLAND a pour objet de développer les connaissances, les technologies et les recommandations pour redonner de la valeur aux territoires contaminés. Au-delà de la coopération directe entre les deux unités, le LIA ECOLAND est aussi un portail qui permet l'initiation de nouvelles coopérations dans des domaines complémentaires. En 2018, le workshop annuel du LIA a été organisé pour la première fois avec le domaine d'innovation « eaux, sols et effluents » de l'INRA, autour de l'innovation et de l'économie circulaire, pour le recyclage de ressources secondaires. Il a permis d'ouvrir très largement le champ initial du LIA ECOLAND, en s'intéressant aux sols mais aussi à d'autres ressources. Le workshop a également cherché à ouvrir un dialogue entre recherche et entreprises françaises et chinoises, afin de favoriser les synergies au service de l'innovation. Une délégation de 25 chercheurs français de l'INRA, du CNRS et de l'Université de Lorraine s'est ainsi rendue à Canton. Six entreprises étaient également présentes (trois françaises et trois chinoises) dans le but d'établir des liens pour construire un projet de coopération dans

le domaine des sites et sols pollués et leurs valorisations. Le prochain workshop franco-chinois du LIA ECOLAND aura lieu en 2019 à Nancy. Dans le même esprit que le précédent, il associera la recherche, la formation et les entreprises, ainsi que des

établissements publics et des collectivités. Il sera consacré aux Solutions fondées sur la Nature (SFN/NBS) et leurs incidences sur la biodiversité.

MANIFESTATIONS GRAND PUBLIC

METZ BAR LE TROUBADOUR
32 rue du Pont des Morts

LES PARASITES ZOMBIFICATEURS - LUN 14 MAI -

La science-fiction regorge d'histoires de parasites extraterrestres venus dominer l'humanité. Et si la réalité était plus terrible encore ? Des centaines d'espèces de parasites zombificateurs peuplent déjà la planète entière.

Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux - LIEC (Université de Lorraine, CNRS)

ST'DIÉ BAR LA CABANE AU DAROU
10 rue de la Prairie

BOIS DE CŒUR - MAR 15 MAI -

Armoire en chêne de nos aïeux, chaise en bois ou gobelet compostable en carton... face au plastique, le bois semble être le matériau écologique à favoriser. Mais entre labels et couillises de la filière, il s'agit de vérifier ensemble ce que signifie bois « durable ».

Unité Mixte de Recherche Silva (INRA, AgroParisTech, Université de Lorraine)

UN LABORATOIRE EN IMPESANTEUR - MAR 15 MAI -

Lors de missions spatiales, les astronautes sont soumis à de nombreux stress susceptibles de modifier considérablement leur fonctionnement physiologique et psychologique. Comment mesurer ces stress dans un contexte d'impesanteur en vol parabolique ?

Laboratoire Lorrain de Psychologie et Neurosciences de la Dynamique des Comportements - 2LPN (Université de Lorraine)

NANCY BAR LE KING'S HEAD
13 rue Calot

UN MINÉRAI EN OR ! - LUN 14 MAI -

Les métaux ne sont pas tous dans le sol sous forme native, comme l'or. Certains entrent dans la composition de minéraux qui eux-mêmes forment les roches. Il faut donc pouvoir les extraire en se basant sur toutes leurs propriétés, de manière efficace et peu polluante.

Laboratoire Géochimie (Université de Lorraine, CNRS, CNRS)

DU POISSON BIEN ÉLEVÉ ? - MAR 15 MAI -

Les mers ne sont pas inépuisables : la ressource en poisson diminue sérieusement. Alors que la sécurité alimentaire, le bien-être animal et le développement durable sont au cœur des débats, l'aquaculture ouvre de nouvelles perspectives de production et de consommation.

Unité de Recherche Animal et Fonctionnalité des Produits Animaux - CRAFA (Université de Lorraine, INRA)

MÉDIAS ET INFLUENCE : VOUS ÊTES LIBRES (OU PRESQUE) - MER 16 MAI -

Télévisions, ordinateurs, tablettes et applications mobiles : l'influence est partout. Vous pensez être capable de repérer ces tentatives d'influence en toutes circonstances ? Voyons ça ensemble !

Laboratoire Psychologie Ergonomique et Sociale pour l'Expérience Utilisateurs - PESEUS (Université de Lorraine), Centre de Recherches sur les Méditations - CREM (Université de Lorraine, CNRS)

SUR LA TERRE COMME AU CIEL ? - MER 16 MAI -

Pour la plupart venues de la ceinture d'astéroïdes située entre Mars et Jupiter, les météorites qui tombent au sol renseignent sur les premiers moments du système solaire. Certaines d'entre elles sont restées intactes depuis leur formation il y a 4,57 milliards d'années.

Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques - CRPG (CNRS, Université de Lorraine)

UN MINÉRAI EN OR ! - LUN 14 MAI -

Les métaux ne sont pas tous dans le sol sous forme native, comme l'or. Certains entrent dans la composition de minéraux qui eux-mêmes forment les roches. Il faut donc pouvoir les extraire en se basant sur toutes leurs propriétés, de manière efficace et peu polluante.

Laboratoire Géochimie (Université de Lorraine, CNRS, CNRS)

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

FESTIVAL

PINT OF SCIENCE

2€ LA SOIRÉE

LA SCIENCE SE FAIT MOUSSER !
14.15.16 MAI 2018 #PINT18
PROGRAMME NANCY-METZ-ST'DIÉ

Fête de la Science – octobre 2018 – Géorressources

A Pechelbronn en Alsace en collaboration avec le musée du pétrole Une visite de terrain toujours appréciée pour voir le pétrole affleurer dans la forêt. Une conférence et des ateliers « Y a qu'à se baisser pour voir ce qu'il y a sous nos pieds ».

PREUSCHDORF - AVEC LE MUSÉE FRANÇAIS DU PÉTROLE

La nature s'adapte au pétrole naturel

La nature est bien faite : dans le Pechelbronn, elle parvient à s'adapter à la présence de pétrole naturel. C'est ce qu'ont démontré des scientifiques, qui ont présenté leurs recherches ce week-end à la salle des fêtes de Preuschdorf.

DNA WISSENBURG

PREUSCHDORF Musée français du pétrole

Les résurgences de pétrole livrent leurs secrets

Une équipe de scientifiques de l'université de Lorraine (Nancy) avait prélevé en 2016 des échantillons de sols, faune et flore, autour d'affleurements naturels de pétrole (résurgences) dans la concession de Pechelbronn en Alsace du Nord. Ils livrent les résultats de leurs recherches ce week-end à Preuschdorf.

Quelle est l'influence de la présence de pétrole dans le sol sur la biodiversité ? Une équipe de scientifiques de l'université de Lorraine (Nancy) a étudié la faune et la flore autour d'affleurements naturels de pétrole (résurgences) dans la concession de Pechelbronn en Alsace du Nord. Ils livrent les résultats de leurs recherches ce week-end à Preuschdorf.

Des applications pratiques de découvertes

Le programme en 3 étapes

- 1. **Présentation de la nature** : découverte de la nature et de la biodiversité.
- 2. **Atelier de découverte** : observation et analyse des échantillons prélevés.
- 3. **Atelier de synthèse** : discussion et conclusion sur les résultats de la recherche.



La présentation des recherches s'est inscrite dans le cadre de la Fête de la science : petits et grands ont profité de différents ateliers relatifs au pétrole. Avec Stéphanie Ouvrard, ils ont appris que la terre argileuse freine nettement la dissipation du pétrole. PHOTO DNA - Guillemette JOLAIN

Fête de la Science – octobre 2018

A Nancy au Village des sciences organisé par la Faculté des sciences et technologies Au total, 2 000 visiteurs, scolaires et grand public ont pu découvrir l'exposition « INCLUSIONS » et trois animations proposées par des chercheurs de GeoRessources : « Chercheurs d'or » ou comment extraire les métaux, « Précieuse émeraude » ou l'explication de l'origine des émeraudes et « L'eau vive » qui bout à 11 °C ou qui ne gèle qu'à - 21 °C.

Le projet « Conpet » (Contamination pétrolière) piloté par le chercheur Pierre Faure, visait à constater comment la nature gère la présence de pétrole naturel, non transformé. Avec ses résurgences alimentées en continu depuis des siècles, la forêt de Pechelbronn constituait un lieu d'étude idéal aux scientifiques issus de trois laboratoires de Nancy (*): ils ont pu y voir comment, sur le long terme, le milieu naturel s'accommode voire détruit le pétrole naturel. En 2016, ils avaient réalisé des prélèvements plus ou moins loin de deux mares de pétrole, l'une près de Gunstett et l'autre au lieu-dit L'Étang vert, dans la forêt de Haguenau.

Thierry Beguiristain, chercheur au Laboratoire interdisciplinaire des environnements continentaux (Liec), s'est intéressé aux micro-organismes (bactéries, champignons...) présents par millions dans le sol. « Nous avons extrait l'ADN du sol et donc de ces micro-organismes et nous avons mesuré leur respiration pour voir s'ils étaient actifs ou non », présente-t-il. Il a alors constaté une forte respiration des micro-organismes tout proche des mares de pétrole. Un phénomène qui diminue dès lors qu'on s'en éloigne. « Des micro-organismes spécifiques sont apparus au fil du temps et sont présents en nombre près des résurgences : ils se nourrissent du pétrole, qu'ils biodégradent. En s'éloignant des mares, ils sont plus rares », résume Raymond Michels, géologue au laboratoire Géorressources.

REVUE DE PRESSE

FRANCE3 LORRAINE, 21 juin 2018 (1/2)

Nancy : Jardibiodiv, une étude sur la biodiversité des sols



Grâce à son étude participative, elle espère savoir s'il reste de la vie dans les sols de jardins. / © @Valérie Odile

Y a-t-il encore de la biodiversité dans les sols de nos jardins ? Pour le savoir, Apolline Auclerc, enseignante-chercheuse à l'ENSAIA de Nancy, a lancé une grande enquête participative nationale. Et c'est vous qui pouvez jouer les scientifiques ! Grâce à un kit très simple, et un smartphone...

Par Valérie Odile

Il suffit d'un verre en plastique, d'un bout de carton, et d'un peu de vinaigre pour pouvoir participer à l'étude collaborative lancée par l'ENSAIA de Nancy. Une petite expérience très simple à faire seul ou avec ses enfants et qui permet à la chercheuse Apolline Auclerc de récupérer des données précises sur la composition des sols dans nos jardins de ville.



<https://www.youtube.com/watch?v=UgUz3v30t0w>

L'EST REPUBLICAIN, 16 septembre 2018 (édition Nancy) (1/2)



Un objet noir, une caméra de détecteur placée sur le toit d'un ballon de Vandœuvre a permis de prendre en photo dans le ciel, un objet météorique. Photo : M. G. / AGF

L'EST REPUBLICAIN, 6 octobre 2018 (édition Nancy) (1/3)



Une scientifique de Nancy est chargée d'analyser un diamant unique au monde. Il vient des entrailles de la Terre, à 670 km de profondeur. Photo : G. / AGF

L'EST REPUBLICAIN, 25 mai 2018 (édition Nancy)

NANCY Pollution

L'air de la place Stan très respirable...

La pollution par les poussières ? Il n'y en avait pas hier en fin après-midi sur la place Stanislas ! Une pluie torrentielle a littéralement lessivé l'atmosphère. Mais ces trombes d'eau ont aussi perturbé la démonstration inédite prévue par GéoRessources, le laboratoire de recherche nancéien (CNRS Université de Lorraine) qui a développé un matériel embarqué de télédétection infrarouge des gaz atmosphériques (ER du 19.05).

Ce système qui utilise un télescope équipé de deux caméras est en effet capable de détecter et de mesurer les composants de l'atmosphère, donc les polluants. Quelques passionnés étaient en tout cas sur place pour découvrir ce dispositif même si, après la pluie, la vapeur d'eau est venue contrarier les manipulations. Pour cause : elle est l'ennemie des mesures par infrarouge. Les chercheurs avaient pu avant la démo publique, « diagnostiquer » la place Stan. Conclusion : l'air y est très respirable ! Tout dépend en fait des mouvements de masses d'air atmosphériques et de leur circulation. Un



La démonstration, inédite, a été perturbée par une pluie torrentielle. Photo Cédric JACQUOT

Le site peut être ponctuellement pollué alors que les sources d'émission sont extrêmement éloignées. Le directeur de recherche Philippe de Donato rappelait ainsi que la qualité de l'air s'est améliorée depuis les années 70-73. G.U.



Jessica Fithasi, une chercheuse nancéienne a décollé, sur la lune, une zone pour que l'engin spatial envoyé vendredi dernier par les Chinois, puisse atterrir. Photo Cédric JACQUOT

L'EST REPUBLICAIN, 5 juillet 2018 (édition Nancy) (2/2)

Un reptile volant en centre-ville

Un reptile volant en plein Nancy ? C'était il y a 180 millions d'années. Un fossile unique en Lorraine, illustrant un patrimoine géologique que les scientifiques veulent préserver via un « Observatoire des affleurements ».

Si l'on veut dire « affleurements géologiques » ? Vous pensez votre chemin ? Ces roches nées il y a 180 millions d'années, par un tas de roches ou encore les fondations d'une maison constituent pourtant une fenêtre ouverte sur un patrimoine que les géologues lorrains veulent explorer et préserver. Preuve de l'intérêt de ce patrimoine : c'est en plein centre de Nancy, place Thiers, qu'a été trouvé par exemple, dans des travaux dans les années 70, un fossile étrange et unique. Celui d'un reptile volant datant de l'époque géologique (180 millions d'années) ! Ce fossile lorrain est aujourd'hui conservé en Allemagne où je ne sais pas comment il est arrivé. Mais dans ce pays, on est beaucoup plus sensible à la conservation du patrimoine géologique... souligne Bernard Lathuilière, professeur de paléontologie à l'Université de Lorraine et membre du laboratoire GéoRessources.

La préhistoire illustre à la fois le « défi » français et les « richesses » qui se trouvent sous nos pieds. Elles n'ont pas forcément la forme d'un fossile. La succession des couches peut nous en apprendre beaucoup sur notre histoire, sur les aléas et vertus de la mer par exemple.

Un nouvel observatoire. Ainsi les « septaria », ces pierres ovales appréciées des collectionneurs et dont on a trouvé des exemplaires lors des récents travaux du réservoir d'eau de Vandœuvre, renseignent sur le passé « car elles se forment dans des conditions particulières ». Encore faut-il que les affleurements géologiques ne disparaissent pas aussi vite qu'ils sont apparus et sans aide par des géologues ou paléontologues. C'est souvent le cas. Car si l'on songe à alerter les archéologues géologiques obligés, on oublie en revanche les experts du sous-sol et un effort ainsi un véritable patrimoine. « C'est pas le cas dans tout le pays. La Suisse et l'Allemagne ont des équipes spécialisées ». Un tout nouvel observatoire baptisé Orage (Observatoire régional des affleurements géologiques) espère pourtant provoquer un petit électrochoc. Il se propose de permettre



Bernard Lathuilière, professeur de paléontologie, pilote le nouvel observatoire Orage qui veut préserver un patrimoine géologique souvent négligé. Photo Patrice SAUCOURT

à chacun de signaler facilement un dépôt « lanceux affleurement » par simple courriel (et-coste). Et il est justement piloté par Bernard Lathuilière. Orage bénéficie de multiples soutiens à commencer par celui du laboratoire GéoRessources et du pôle Oréo (les unités de recherche en sciences de la Terre). Mais il bénéficie aussi de partenariat de poids avec le BRGM (bureau de recherche géologique et minière), le Muséum Aquarien de Nancy, le Circuit de la Terre à Eville, l'Immo Genesis... Liste non exhaustive pour un projet inédit. Ghislain LUTARD

CRPG

Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques
<http://www.crbg.cnrs-nancy.fr/>

GeoRessources

<http://georessources.univ-lorraine.fr/>

LIEC

Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux
<http://liec.univ-lorraine.fr/>

LSE

Laboratoire Sols et Environnement
<http://lse.univ-lorraine.fr/>



Observatoire Terre et environnement de Lorraine
otelo.univ-lorraine.fr
otelo-contact@univ-lorraine.fr
03 72 74 47 13