



otelo

Observatoire Terre Environnement Lorraine

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2021



SOMMAIRE

- 02 MOT DU DIRECTEUR
- 03 LES PROJETS
INTERDISCIPLINAIRES
- 10 LES PROJETS JEUNES
CHERCHEURS
- 11 BILAN FINANCIER
- 12 RESSOURCES HUMAINES
- 13 PUBLICATIONS ET THÈSES
- 14 NOUVEAUX ÉQUIPEMENTS
- 15 FAITS MARQUANTS
- 17 FOCUS
- 18 REVUE DE PRESSE

Photos 1ère de couverture

Photo 1 - LIEC- Suivi d'une parcelle dans le cadre du programme REEVES avec la SNCF

Photo 2 - LSE - Mine nickel, terrains décapés.

Photo 3 - GeoRessources - Traces animales dans le sable de Tunisie
Cédric Carpentier

Photo 4 - CRPG - Batiment avant la construction des nouvelles salles blanches



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

date de parution : novembre 2022



Le rapport d'activité d'OTELo pour l'année 2021 fait le bilan des projets interdisciplinaires et jeunes chercheurs financés il y a 2 ans. Ces appels d'offres, pérennes depuis les débuts de l'observatoire, sont les piliers de l'animation scientifique transversale aux quatre UMRs et du soutien à la recherche des nouveaux recrutés. L'année 2021 a aussi été l'occasion de conduire une réflexion sur la maturité des projets d'observation financés de façon récurrente par notre appel d'offre dédié. Emmanuelle Montargès-Pelletier, la nouvelle correspondante « Observation » de l'OSU, nous expose ce bilan réalisé par le groupe de travail qu'elle anime et la proposition de labelliser ces projets en « actions d'observation ». Il s'agit d'une étape fondamentale dans l'évolution des missions d'observation de l'OSU.

En 2021 les acteurs de la recherche menée au sein des UMRs d'OTELo ont à nouveau obtenu un certain nombre de distinctions prestigieuses, notamment pour les doctorant.e.s et jeunes chercheuses et chercheurs.

Plus institutionnellement, cette année 2021 a été marquée pour les laboratoires et l'OSU par une phase de formalisation de leur bilan pour l'exercice 2016-2021, qui a été finalement décalée en 2022 pour la soumission auprès l'HCERES et la visite des comités d'évaluation. Dans ce cadre institutionnel, il faut aussi noter le succès du projet CPER RENETE, co-porté par les Universités de Lorraine, Champagne-Ardenne et Strasbourg dans le domaine de l'environnement et des ressources. Le début de mise en place et le plan de développement de ce CPER seront détaillés dans le rapport d'activité de 2022.

Enfin, cette année 2021 a vu la direction d'OTELo changer à la suite du départ en retraite de Corinne Leyval, suivi dans l'hiver 2021-2022 par le renouvellement des différents conseils de l'Université de Lorraine avant l'élection d'une nouvelle équipe présidentielle et politique début 2022. Je tiens ici à la remercier au nom de toutes et tous pour son action au cours de ces nombreuses années auprès d'OTELo (OSU et pôle scientifique de l'Université). Corinne Leyval a été à l'origine d'évolutions structurelles majeures vis-à-vis de la gestion des moyens mutualisés, des actions d'observation ou encore de la gestion des données, avec un souci constant du rôle structurant et fédérateur d'OTELo.

Raphael PIK, directeur d'OTELo

LES PROJETS INTERDISCIPLINAIRES

FLUOCHLOR

Caractérisation multi-échelle de l'effet de nanoparticules fluorescentes (quantum dots) sur l'algue d'eau douce *Chlorella vulgaris*.

Porteurs : Audrey BEAUSSART (LIEC)
Bénédicte SOHM (LIEC)

Financement OTELo : 10 000 €

Résumé :

L'utilisation croissante des nanoparticules (NPs) dans les produits de consommation entraîne leur dissémination dans les milieux aquatiques naturels où leur devenir suscite des questionnements de santé publique et environnementale. Pour évaluer le danger potentiel associé à l'utilisation de NPs, des tests de toxicité sont communément réalisés à différents niveaux d'organisations biologiques et trophiques, aboutissant à l'établissement de relations empiriques à partir desquelles les effets suite à l'exposition à de faibles doses sont mal estimés. Pour aller au-delà de l'observation phénoménologique de la toxicité de ces NPs - laquelle n'est que le résultat visible de mécanismes moléculaires prenant place bien en amont - nous développons des approches bio-physico-chimiques intégratives conduisant à une compréhension mécanistique de la réponse des organismes aux NPs. Dans ce contexte, l'objectif principal de ce projet était de déterminer les mécanismes de réponses de la microalgue *Chlorella vulgaris* face au stress induit par des quantum dots (QDs : des NPs semiconductrices fluorescentes), et ce sur des gammes d'échelles allant de la population à la cellule unique. En effet, à l'heure actuelle, les mécanismes cellulaires et moléculaires gouvernant cette nanotoxicité restent encore largement méconnus, et ce principalement dû à un manque d'outils pour accéder aux processus aux petites échelles spatio-temporelles. Ici, nous nous sommes focalisés sur les micro-algues car elles constituent la base des réseaux trophiques et sont souvent le premier maillon de la chaîne alimentaire. Elles sont très largement employées dans les procédés industriels tels que l'aquaculture, en complément alimentaire ou comme biocarburant. De par leur sensibilité à

A) Evolution du nombre d'algues en solution au cours du temps sans QD (bleu) et en présence de QDs possédant une charge de surface similaire à celle des algues (négative, courbe grise) ou opposée à celle des algues (positive, courbe orange), résultats obtenus en cytométrie en flux. B) Image confocale d'une microalgue mise au contact des QDs possédant une charge positive. Les QDs apparaissent en rouge, formant une couronne à la surface de l'algue. Le chloroplaste apparaît en vert. (C-D) Image holotomographique d'une chlorella intacte où les organites intracellulaires peuvent être distingués (C) et après exposition au stress suite auquel l'enveloppe externe se détache de la cellule (D). Acquisition images holotomographiques : Renaud Gley.

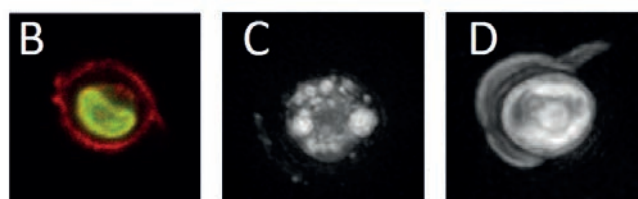
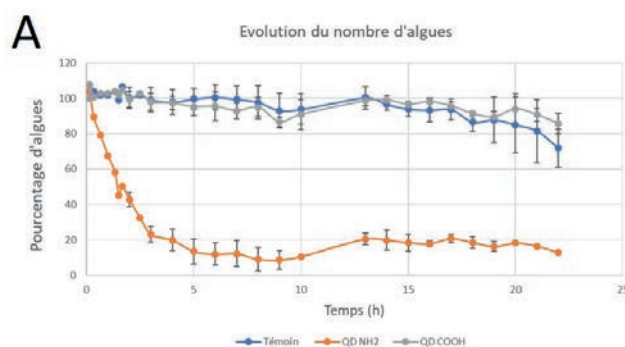
la pollution environnementale, leur croissance rapide et leur facilité de mise en culture en laboratoire, les algues vertes servent aussi communément de modèles biologiques pour étudier et évaluer la toxicité des contaminants d'eau douce.

Résultats scientifiques obtenus :

Dans ce projet, nous avons utilisé une combinaison d'outils : la cytométrie en flux, la microscopie confocale et l'holotomographie, une technique interférométrique récemment développée permettant l'imagerie 3D sans marquage de structures biologiques, en se basant sur les variations d'indices de réfraction. Après une caractérisation fine des propriétés physico-chimiques des microalgues et des QDs, nous avons pu mettre en évidence le rôle de la charge surfacique des NPs, le relargage d'ions métalliques, et l'importance des paramètres des cultures algales dans les premiers stades d'interaction et de toxicité.

Valorisation du projet : Une publication sur la caractérisation des propriétés physico-chimiques de la surface des *Chlorella vulgaris* a été soumise.

Poursuite du projet : Suite à ce financement, A. Beaussart a obtenu une ANR JCJC sur la toxicité des NPs envers les microalgues (2021- 2024). Elle co-encadre un thésard et un postdoctorant sur cette thématique.



UNE APPROCHE MÉTABOLOMIQUE POUR LA CARACTÉRISATION DES SOLUTIONS RHIZOSPHÉRIQUES

Porteurs : Pierre LEGLIZE (LSE)
Thibault STERCKEMAN (LSE)
Catherine LORGEUX (OTELo/GeoRessources)

Financement OTELo : 9 000 €

Résumé :

Ce projet essentiellement méthodologique vise à améliorer la collecte, l'identification et la quantification des rhizodépôts libérés par les racines qui conditionnent notamment la biodisponibilité des contaminants minéraux et organiques des sols : (1) mise au point et construction d'un dispositif de collecte de la solution rhizosphérique, (2) développement d'une méthodologie de préparation et de dosage exhaustif des composés organiques dans ces solutions rhizosphériques. Malgré le contexte sanitaire, un prototype d'un rhizotron permettant la collecte des rhizodépôts et différentes cultures en hydroponie et en pots ont été menées pour produire des échantillons d'exsudats racinaires permettant le démarrage de la mise au point analytique en 2022.

Résultats scientifiques obtenus :

Le rhizotron a été conçu par S. Colin et T. Sterckeman (LSE) et construit par S. Colin (figure ci-dessous). Trois cultures ont été menées (blé, roquette, *N. caerulea*), afin de tester le système d'apport d'eau en continu et la formation du rideau de racines contre le compartiment de terre. Nous avons également testé le système de collecte des exsudats par lavage. Le système d'apport d'eau fonctionne, de même que l'hydraulique du système de collecte des exsudats. Le rideau de racine s'est formé comme souhaité. Il reste à mettre en place un système de collecte des exsudats automatisé permettant des débits plus précis et une collecte durant des périodes prédéfinies (réalisation en 2022).

Nous avons produit des échantillons d'exsudats racinaires de l'hyperaccumulateur de métaux *Noccaea caerulea* dans trois dispositifs expérimentaux : (1) En hydroponie sans

traitement particulier, afin de produire un volume important d'exsudats pour tester différentes méthodes de préparation des échantillons (filtration, lyophilisation, extraction en phase solide SPE); (2) en hydroponie avec la moitié des individus soumis à une carence en fer durant la dernière semaine de culture; (3) en culture sur sable, avec exposition au Cd et au phénanthrène. Les premiers tests analytiques ont été menés en GC/MS après une méthode classique de dérivation ou après une méthode exploratoire par thermodésorption/pyrolyse. Plusieurs métabolites primaires (sucres, acides organiques, acides aminés) ont été identifiés. Des investigations sont encore nécessaires pour les molécules présentes en plus faible concentration comme les métabolites secondaires qui peuvent être masqués par certaines molécules très présentes comme les sucres. Pour cela un stage de M2 est actuellement en cours (Joaquim Verissimo, co-encadrement Catherine Lorgeux et Thibault Sterckeman).

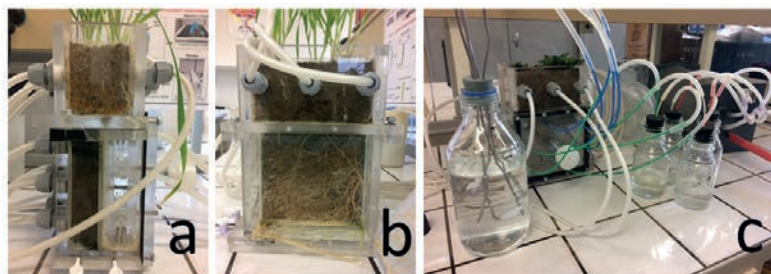
Valorisation du projet :

Une présentation des résultats du projet est prévue en octobre 2022, au cours d'un atelier du réseau INRAE « Mesurer la rhizodéposition » piloté par Frédéric Rees (ECOSYS, INRAE). Une publication scientifique sur la relation entre carence en fer de la plante et composition des exsudats racinaires est prévue.

Poursuite du projet :

En 2022, une collaboration avec le Laboratoire Agronomie et Environnement (UL/INRAE, Pôle A2F - Alexandre Olry, Jérémy Grosjean) a débuté. Elle vise l'analyse des plantes utilisées pour collecter des exsudats racinaires par une approche métabolomique. Un stage M2 est en cours (Chaymae Bouchfira) sur la mise au point analytique.

En fonction des résultats, nous envisagerons la possibilité d'une poursuite dans le cadre d'une thèse de doctorat, le financement d'une série de rhizotrons et du fonctionnement étant à rechercher.



Prototype de rhizotron pour la collecte des exsudats. a) Vue latérale des deux compartiments. b) Vue de face du rideau de racines. c) Essai du système de collecte des exsudats racinaires.

EVALUATION DE LA BIODISPONIBILITÉ ET DE LA TOXICITÉ DE CONTAMINANTS PAR LE DÉCODAGE MÉCANISTIQUE DE LA RÉPONSE TEMPORELLE DE BIOSENSEURS BACTÉRIENS LUMINESCENTS RÉPONDANT AU CD

Porteurs : Jérôme DUVAL (LIEC)
Christophe PAGNOUT (LIEC)

Financement OTELo : 8 518 €

Résumé :

La réponse temporelle de capteurs bactériens bioluminescents à cellules entières détectant les métaux est déterminée par la spéciation et la biodisponibilité de ces métaux en solution. Pour comprendre à un niveau mécanistique ces connections entre réponse de biocapteurs et spéciation, il est nécessaire de prendre compte le métabolisme énergétique bactérien et les effets des ressources du milieu sur la capacité des cellules à convertir une quantité donnée de métaux bioaccumulés en lumière. Ainsi, nous avons étudié la réponse temporelle (bio-essai d'environ 40 heures) de biocapteurs de Cd (*E. coli PzntA-luxCDABE*) dans des milieux qui diffèrent en termes de concentration et source d'acides aminés (tryptone ou milieu LB) et de carbone (glucose, xylose et mélange). Nous avons démontré que le couplage entre réponse cellulaire stringente et répression catabolique conduit à des multimodalités remarquables du signal de bioluminescence dans le temps. Sur la base de la théorie récemment développée par Duval et Pagnout (ACS Sensors 2019,4,1373), nous avons été en mesure de reconstruire les signaux de bioluminescence en fonction de la concentration totale en Cd (0-20nM) et des différentes conditions nutritives examinées. L'analyse conduit à l'évaluation de la photoactivité cellulaire en fonction du temps et à des informations sur les rôles joués par la biodisponibilité des métaux et celle des nutriments sur la performance du biosenseur.

En particulier, les position, forme, nombre et amplitude des pics de bioluminescence détectés ont été analysés au regard des voies métaboliques opérant pendant les modes successifs d'émission de lumière identifiés au cours du temps. Pour ce qui est de la quantification de la spéciation/biodisponibilité des métaux à partir des signaux de bioluminescence (sans recourir à des méthodes de calibrations très questionnables), nous avons élaboré un formalisme théorique qui couple mécanismes intracellulaires conduisant à l'émission de photons, et processus extracellulaires qui gouvernent la partition de métaux aux interfaces biocapteur/solution.

Représentation schématique des connections entre métabolisme cellulaire et quadri-modalité de la réponse temporelle du biosenseur *PzntA-luxCDABE* *Escherichia coli* sensible au cadmium.

Ce dernier point a été formalisé en tenant compte des cinétiques de transfert et complexation des métaux, de la dynamique de leur possible déplétion en solution au cours du temps, ainsi que de la biosorption passive. Cette théorie dépasse le cadre des modèles simplistes (à l'équilibre) Biotic Ligand Model (BLM) dont nous démontrons qu'ils ne sont valides que dans des conditions très restrictives où les couplages cinétiques entre bioaccumulation, spéciation et déplétion des métaux sont inopérants. Suite à ces conclusions, une approche expérimentale basée sur une modulation réfléchie des concentrations en métaux, ligands et biocapteurs a été mise au point pour évaluer la fraction biodisponible de métaux à partir de la dépendance temporelle du signal de bioluminescence.

Résultats scientifiques obtenus :

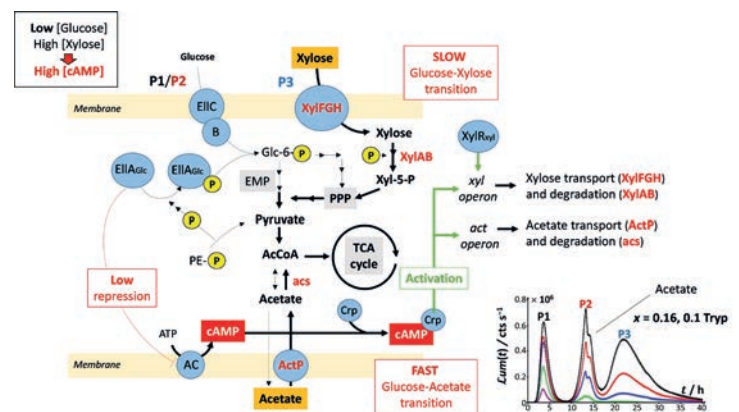
1) Analyse des relations mécanistiques entre dépendance temporelle de la réponse de biocapteurs luminescents et qualité nutritive des milieux. 2) Formalisation d'une méthode permettant de quantifier la biodisponibilité de métaux à partir de l'analyse de la dépendance temporelle du signal des biocapteurs.

Valorisation du projet :

Exploiting catabolite repression and stringent response to control delay and multimodality of bioluminescence signal by metal whole-cell biosensors: interplay between metal bioavailability and nutritional medium conditions. Delatour et al. Biosensors 2022. Submitted.

Poursuite du projet :

Soumission en 2022 d'un projet ANSES (admis en phase 2).
Obtention d'un financement EC2CO (2020-2021, 20k€).



TITAM

Traits fonctionnels des Invertébrés Terrestres et Aquatiques le long d'un gradient de contamination Métallique

Porteurs : Florence MAUNOURY-DANGER (LIEC)
Apolline AUCLERC (LSE)

Financement OTELo : 6 200 €

Résumé :

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

Résultats scientifiques obtenus :

Le principal objectif du projet était de mettre en évidence des patrons de modifications de la structure fonctionnelle des communautés d'invertébrés par une contamination métallique du sol. Des données sur les communautés d'invertébrés acquises au cours de 3 précédents projets, ont été compilées. Ainsi, la base de données regroupe 89 listes faunistiques de 22 sites présentant des niveaux de contaminations contrastés et dont 38 paramètres communs ont été mesurés. A partir de cette base de données, 7 traits fonctionnels ont été renseignés entre 79 et 100% pour les 38 taxons étudiés (Fig.1b). L'analyse de ces premiers résultats : 1) met en évidence la nécessité, pour les études sur un grand nombre de sites, de standardiser les protocoles d'échantillonnage mais également les niveaux d'identification à atteindre pour chaque taxon et 2) valide l'utilisation de l'approche traits pour l'étude de la structure fonctionnelle des communautés d'invertébrés dans un contexte de contamination.

Valorisation du projet :

Ce travail a fait l'objet d'une communication orale et de deux stages de master. Un manuscrit est en cours de rédaction pour être publié dans une revue scientifique. La soumission du manuscrit est prévue au 2ème semestre 2022.

Communication orale : Florence Maunoury-Danger, Yves Hombourger, Aurélie Cébron, Delphine Aran, Apolline Auclerc, Benjamin Pey, Frédéric Boyer, Philippe Usseglio-Polatera. Diagnostic écologique pour les sols contaminés aux métaux : utilisation des traits fonctionnels des bactéries et des invertébrés. Journées du réseau TEBIS, Beauvais, octobre 2021.

Stage Master 1 (LSE) : Adrien Nicod (2020) Traits fonctionnels des organismes du sol le long d'un gradient de contamination métallique. Rapport de stage ; 15 pp

Stage Master 2 (LIEC) : Yves Hombourger (2021) Traits fonctionnels des organismes du sol le long d'un gradient de contamination métallique. Rapport de stage ; 63 pp

Poursuite du projet :

Ces développements sont le point de départ du projet DiagnoTraits, financé par l'ADEME entre 2021 et 2025, dans lequel nous proposons de développer un outil diagnostique qui reposera sur des informations de diversité fonctionnelle et taxonomiques, acquises sur les communautés d'invertébrés et de bactéries (Bactéries = via le projet TraitMic, financé également par Otel), pour des sols présentant des niveaux de contamination métallique contrastés. Ces données de diversités seront utilisées comme variables prédictives de modèles basés sur des forêts aléatoires d'arbres conditionnels. Ces modèles permettant d'estimer une probabilité de niveau d'impact de la contamination métallique pour chaque site étudié.

Enfin, une allocation ministérielle permettra le travail d'un.e doctorant.e sur ces mêmes thématiques à partir de l'automne 2022. La thèse sera encadrée par Philippe Usseglio-Polatera, Aurélie Cébron et Florence Maunoury-Danger.

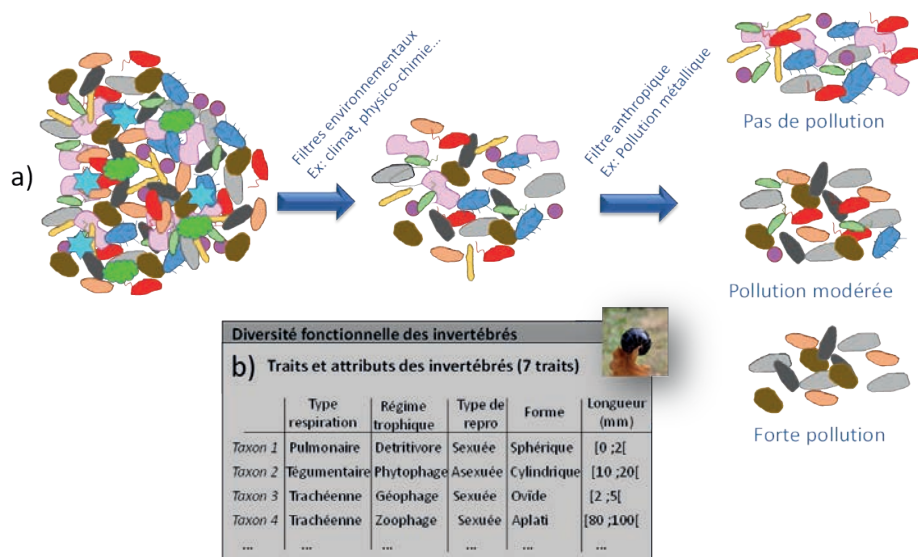


Figure 1: a) Problématique de recherche: La Contamination du sol sélectionne-t-elle une combinaison de traits particulière chez les communautés biologiques du sol? b) extrait de la base de données de traits des invertébrés.

CONDITIONS DE PRÉCIPITATION DES MÉTAUX DE BASE DANS LE GISEMENT DU LAURION (GRÈCE) : Rôle de la matière organique et des circulations fluides.

Porteurs : Alexandre TARANTOLA (GeoRessources)
Raymond MICHELS (GeoRessources)
Etienne DELOULE, (CRPG)

Financement OTELo : 9 456 €

Résumé :

La genèse du gisement Pb-Zn-Ag du Laurion a classiquement été attribuée à la mise en place d'un système magmatique tardi-orogénique (granodiorite de Plaka datée à 8-12 Ma). Des études précédentes sur la sphalérite et la galène leur ont attribué une origine essentiellement magmatique ($\delta^{34}\text{S}$ entre -4.9 et $+5.3$ ‰) avec possiblement des interactions avec des sulfates réduits de l'eau de mer du Miocène. Les inclusions fluides dans la sphalérite montrent des températures d'homogénéisation de 180-280 °C et une salinité très variable entre 3 et 18 wt.% NaCl_{eq}. Il a cependant été démontré que la précipitation des métaux de base (Pb-Zn-Ag) le long de contacts lithologiques entre marbres et schistes était liée à la circulation d'eau de mer évaporée sans interaction avec les fluides magmatiques (Scheffer et al. 2019). Par ailleurs, la précipitation de ces métaux de base est associée à des carbonates avec des valeurs $\delta^{13}\text{C}$ négatives (jusque -10 ‰) indiquant une possible interaction avec des composés organiques (Scheffer et al. 2017). Il apparaît donc que des mécanismes de TSR (Réduction Thermochimique des Sulfates) sont possiblement à l'œuvre dans la formation du gisement du Laurion.

Dans ce travail, nous avons pu apporter des évidences supplémentaires supportant cette hypothèse avec la coexistence dans les inclusions fluides de la sphalérite d'espèces carbonées et soufrées sous plusieurs degrés d'oxydation. Ces observations permettent de reconsidérer le modèle de mise en place des dernières étapes du système minéralisé du Laurion.

Résultats scientifiques obtenus :

Les analyses par spectroscopie Raman et TD/PY-GCMS et TD-MDGC des contenus des inclusions fluides de la sphalérite ont montré la coexistence de CO₂, CH₄ et des composés hydrocarbonés ainsi que du soufre sous plusieurs degrés d'oxydation (SO₃⁻, S₈, S₃⁻, H₂S). Des contradictions apparaissent donc par rapport au modèle de dépôt classiquement admis. Nos récentes observations indiqueraient plutôt un mécanisme où la matière organique joue un rôle essentiel dans la précipitation des métaux de base par TSR.

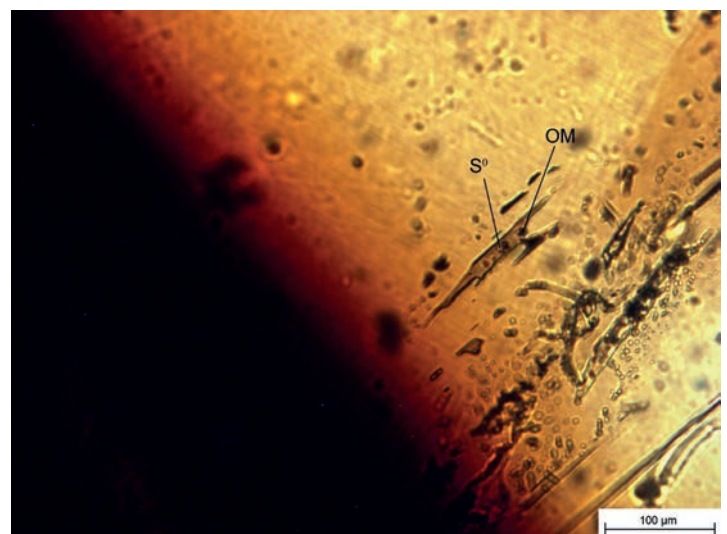
Dans ce projet, nous avons également caractérisé la signature

cristaux de sphalérite. Ces analyses SIMS ne permettent cependant pas de conclure à un changement de source durant la croissance des cristaux de sphalérite, mais vont plutôt en faveur d'une même source. La source magmatique seule ne peut pas être invoquée car les valeurs seraient homogènes entre les différents échantillons. Nos valeurs montrent au contraire ou bien (1) un mélange de fluides magmatiques et marins avec des variations locales de mélange, ou (2) une source de fluides marins avec des processus de TSR incomplets. Les évidences apportées par la présence de composés organiques dans les inclusions fluides ainsi que diverses espèces de soufre avec des degrés d'oxydation variés nous laissent plutôt envisager la deuxième hypothèse.

Valorisation du projet : Stage M2 Van Eycken 2022 (RESSOURCES21) article en cours d'écriture

Poursuite du projet :

Développement de la méthode l'analyse des composés organiques dans les inclusions fluides par thermodésorption couplée à la chromatographie en phase gazeuse sur un projet M1-M2 qui commence en 2022 sur les réactions de carbonation dans les oceanic core complexes des Grisons (Suisse)



Formation de sphérules de matière organique et de soufre élémentaire sous l'effet du laser Raman (514 nm) lors de l'analyse d'inclusions fluides dans la sphalérite

VISUALISATION DES CIBLES DE PERTURBATEURS ENDOCRINIENS CHEZ LE POISSON ZÈBRE

Porteurs : Eric BATTAGLIA, (LIEC),
Isabelle BIHANNIC (LIEC)

Financement OTELo 8 000 €

Résumé :

Les phtalates sont des composés perturbateurs endocriniens présents dans l'environnement notamment aquatique. Le poisson zèbre *D. rerio* constitue un modèle pertinent en écotoxicologie pour étudier les effets, les mécanismes d'action et la bioaccumulation de ces xénobiotiques. L'objectif du projet Otelolo visait à exploiter des sondes issues de la synthèse comme outil de visualisation de la bioaccumulation des phtalates chez les larves de *D. rerio*. Des difficultés dans les étapes de marquage n'ont pas permis d'atteindre notre objectif de visualisation de cette bioaccumulation dans le cadre de ce projet exploratoire. Nous avons cependant pu clarifier les conditions de marquage *in vitro*, étape préliminaire à leur exploitation pour la visualisation qui reste donc à atteindre. Nos résultats ont de plus mis en évidence des effets insoupçonnés des phtalates sur le vivant compatibles avec une activité de dénaturation de type détergent. Des financements seront recherchés pour exploiter les résultats obtenus dans l'objectif de développer l'imagerie confocale pour la visualisation de la bioaccumulation des phtalates.

Résultats scientifiques obtenus :

La toxicité des xénobiotiques tels que les perturbateurs endocriniens (PE) de type phtalate présents dans les milieux anthropisés peut s'expliquer par le biais de perturbations des interactions complexes et coordonnées entre les protéines sous leur forme fonctionnelle et l'ensemble des biomolécules. L'objectif de ce projet interdisciplinaire était de développer une approche de visualisation des protéines cibles du dibutyl phtalate (DBP) chez les larves de poisson zèbre avec l'équipe PhySI (LIEC) en utilisant des sondes photoactivables analogues du DBP (Figures A,B) conçues dans le cadre d'échanges entre l'équipe TEv (LIEC) et le laboratoire LCAMB (Université de Strasbourg). Notre hypothèse était que, par ce biais, il serait possible de localiser au sein des poissons zèbres le(s) site(s) de bioaccumulation de ces polluants par imagerie en microscopie confocale.

Des travaux ont été réalisés dans le cadre de la thèse de S.R. Yedji (co-directeurs de thèse E. Battaglia et C. Cossu-Leguille, soutenue le 28 juin 2022) visant à étudier les mécanismes d'action des phtalates chez le poisson zèbre *D. rerio*. Deux phases principales devaient être successivement abordées dans le cadre de cette approche interdisciplinaire : (1) l'optimisation *in vitro* des conditions de marquage par les sondes des larves de *D. rerio* au sein de l'équipe TEv du LIEC (2) l'utilisation de l'imagerie par microscopie confocale sur des coupes de larves en exploitant ces conditions de marquage avec l'équipe PhySI du LIEC.

Nous avons rencontré des difficultés (fort marquage aspécifique) lors de l'étape (1) qui nous ont empêchées de développer l'imagerie sur coupes. Après une analyse chronophage pour identifier l'origine

de ces difficultés, nous avons pu obtenir un marquage conforme à une fixation à la fois dépendante de l'irradiation et des sondes Azido (Figure C).

D'autre part, nos résultats obtenus *in vitro* suggèrent que les sondes Azido exercent une activité dénaturante conduisant au marquage de domaines hydrophobes sur les protéines lorsqu'elles sont utilisées à des concentrations supérieures à 10-50 μM . De plus, nos résultats sont compatibles avec un effet de type détergent pour les phtalates eux-mêmes. Ces résultats obtenus sont en dehors de l'objectif initialement prévu dans le cadre de l'appel d'offre OTELo (imagerie de la bioaccumulation de phtalates) comme on peut le concevoir dans le cadre d'une approche exploratoire mais illustrent donc néanmoins un aspect ignoré des phtalates sur le vivant. Compte tenu des difficultés rencontrées avec les sondes Azido, nous avons utilisé plus tardivement un deuxième type de sonde analogue du DBP (sondes Diazirine, Figure A). Nous avons observé de manière inattendue un marquage protéique important même en absence d'irradiation UV tout en observant une protection efficace en présence de DBP, ce dernier point suggérant que les sondes Diazirine seraient bien des analogues du DBP. Il nous faut cependant vérifier si ces adduits protéiques peuvent être observés *in vivo* avec les larves *D. rerio* et peuvent être un proxy d'une bioaccumulation des phtalates exploitable pour une imagerie par microscopie confocale. Ce travail nécessitera l'obtention d'un financement supplémentaire.

Ce projet exploratoire comportait une prise de risque qui n'a pas permis d'atteindre à ce jour l'objectif qui visait à disposer d'une méthode d'imagerie de la bioaccumulation des phtalates chez les larves de poisson zèbre. Cependant les travaux effectués ont permis de progresser significativement vers cet objectif qu'il reste pertinent de tester. Nous postulons que la proportion des adduits observés sur coupe pourrait être un indicateur de la bioaccumulation de sondes diazirine et pourrait mimer celle du DBP. Enfin les résultats obtenus ont permis de suggérer la possibilité d'une action toxique des phtalates par le biais par dénaturation protéique chez les organismes vivants.

Valorisation du projet :

Pas encore de valorisation à ce jour

Poursuite du projet :

Une demande de financement ANSES portant sur l'utilisation de ces sondes analogues de phtalates a été déposée et avait franchi l'étape de sélection initiale mais n'a pas été retenue en tant que projet final. Nous poursuivons la recherche de financement pour l'exploitation des sondes analogues de phtalates dans l'objectif d'identifier les cibles de ces composés et de développer la méthode d'imagerie que nous avons proposée dans le cadre de la demande de projet interdisciplinaire OTELO chez les larves de poisson zèbre.

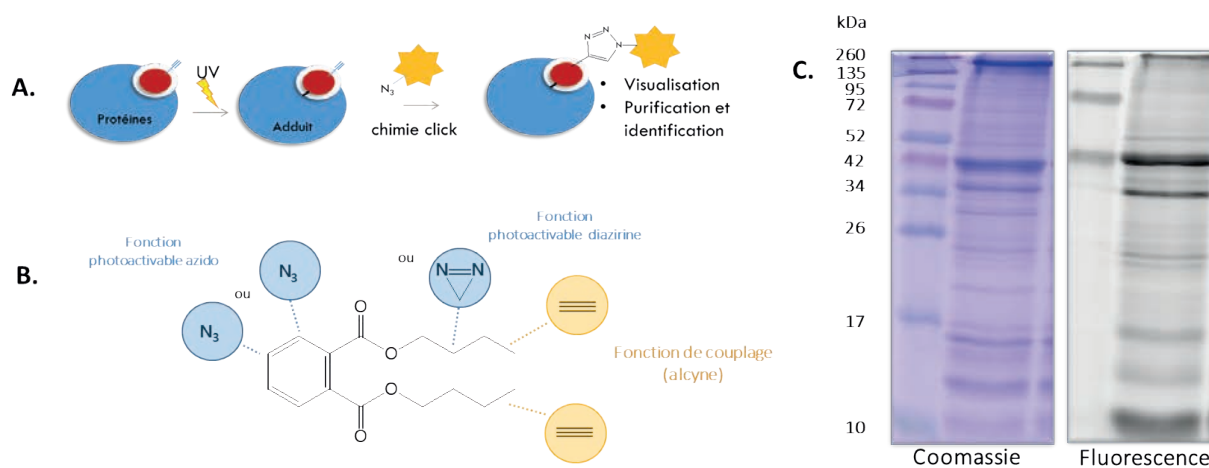


Figure A. Marquage des protéines à l'aide d'un analogue photoactivable du DBP. Principe du marquage de photoaffinité . **B.** Comparaison structurale entre DBP et sondes photoactivables analogues synthétisées . La fonction photoactivable N3 (azido) a été différemment positionnée au niveau du cycle aromatique (sondes « Azido »). Une fonction photoactivable diazirine a été placée cette fois sur la chaîne grasse dans le cas où la fonction azido perturberait la liaison à certaines protéines partenaires du DBP (sondes « Diazirine »). **C.** Marquage d'un homogénat de protéines de poisson zèbre par la sonde azido.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE PAR UN MODÈLE RÉDUIT DES DOMMAGES AUX RÉSEAUX EXPOSÉS AU PHÉNOMÈNE DE MOUVEMENT DE TERRAIN

Porteur : Rasool MEHDIZADEH

UMR : GeoRessources

Financement OTELo : 13 000 €

Résumé :

Les mouvements de terrain sont des phénomènes complexes d'origine naturelle ou anthropique qui peuvent endommager les bâtiments, les réseaux de transport, les conduites souterraines, les systèmes de drainage et d'autres infrastructures. Ils ont donc des conséquences environnementales, financières et socio-économiques parfois inacceptables. Ce projet de recherche a pour objectif de comprendre l'interaction entre les réseaux enterrés et les mouvements de terrains par une approche expérimentale (modélisation physique). Plus précisément, on s'intéresse à l'étude des phénomènes d'interaction sol-structure (ISS), qui tiennent compte de la rigidité des terrains et de celle de la structure (le réseau) pour évaluer au mieux les mouvements transmis aux réseaux. Dans le cadre de ce projet, une dizaine d'essais préliminaires ont été réalisés au moyen du dispositif expérimental de l'équipe GOR(Géomatériaux, Ouvrages et Risques) du laboratoire GeoRessources. Ces expérimentations ont permis de vérifier la reproductibilité des affaissements générés par le dégonflement d'un coussin enterré dans le sable. Nous avons également développé et testé plusieurs moyens d'acquisition de tassements, notamment par les mesures directes et par la photogrammétrie. Ces essais seront poursuivis dans le cadre d'une thèse de doctorat qui va démarrer en automne 2022. Dans cette thèse, on s'intéresse notamment à l'interaction entre les réseaux enterrés de gaz réutilisés pour le transport d'hydrogène et les mouvements de terrains, afin d'améliorer la prévention des risques et de réduire les conséquences associées. La substitution de gaz par l'hydrogène engendre une évolution des caractéristiques mécaniques des réseaux, et en conséquence, augmente leur vulnérabilité vis-à-vis des sollicitations externes. Cette thèse vise à développer des courbes de fragilité permettant d'évaluer les probabilités de défaillance de ces réseaux par des approches numérique, physique et analytique, tout en prenant en compte l'influence des incertitudes sur les modèles d'ISS.

Résultats scientifiques obtenus :

Les essais réalisés dans le cadre ce projet Jeune Chercheur OTELo nous ont permis :

- 1-étudier l'influence de l'énergie de compactage du sable de Fontainebleau (utilisé dans le modèle réduit) sur son poids volumique.
- 2-tester différentes configurations pour générer des affaissements par le dégonflement d'un coussin enterré dans le sable. Plusieurs essais ont été réalisés afin d'identifier la taille, la profondeur, et la pression optimales du coussin.
- 3-vérifier la précision des mesures de contraintes réalisées par des capteurs positionnés dans la zone d'affaissement.
- 4-développer un système d'acquisition de tassements par la photogrammétrie (Figure ci-dessous) et de vérifier sa précision par des mesures directes à l'aide des capteurs de déplacements positionnés en surface du modèle réduit.
- 5-vérifier la reproductibilité des affaissements générés dans le modèle réduit.
- 6-réaliser un premier essai en présence d'un tube souple traversant la zone d'affaissement, et de mesurer le taux de transmission.
- 7-valider les résultats des essais physiques par des modèles numériques réalisés au moyen du logiciel éléments finis Plaxis 3D.

Poursuite du projet :

Dans la continuité de ce projet de recherche financé par OTELo, une thèse de doctorat va démarrer en automne 2022. Cette thèse bénéficie d'un contrat doctoral de GeoRessources pour une durée de 3 ans.

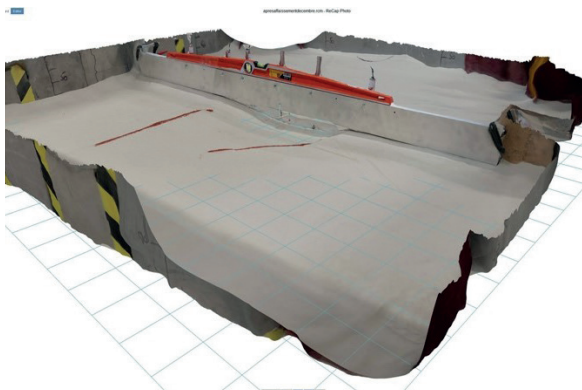
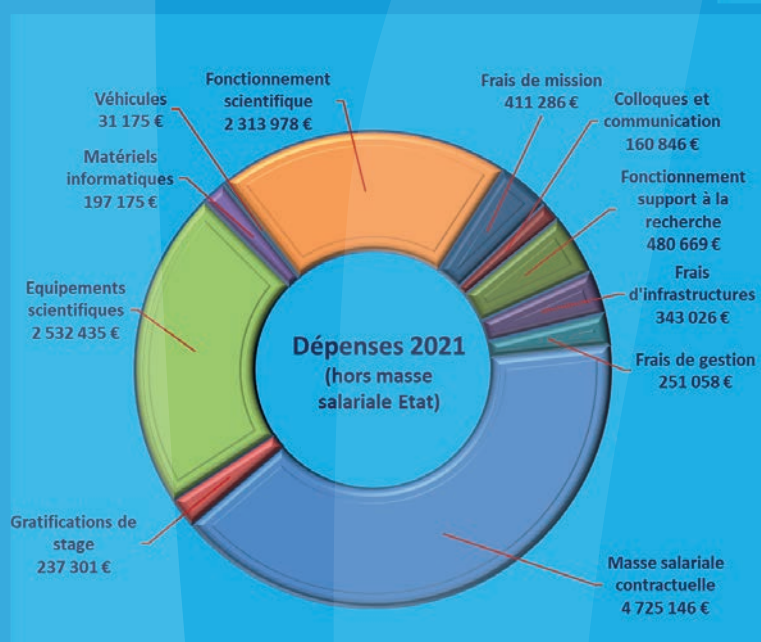
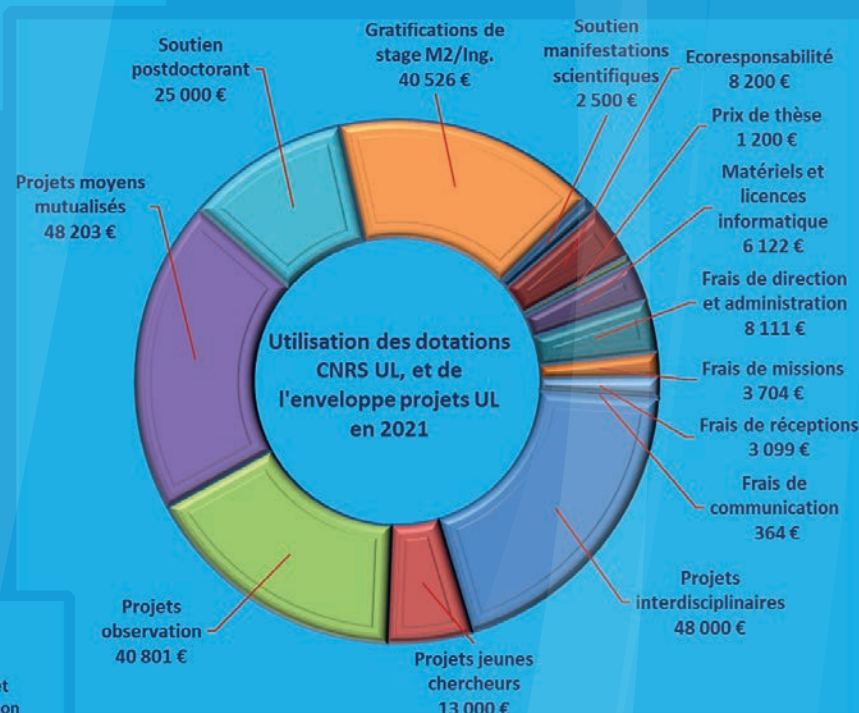
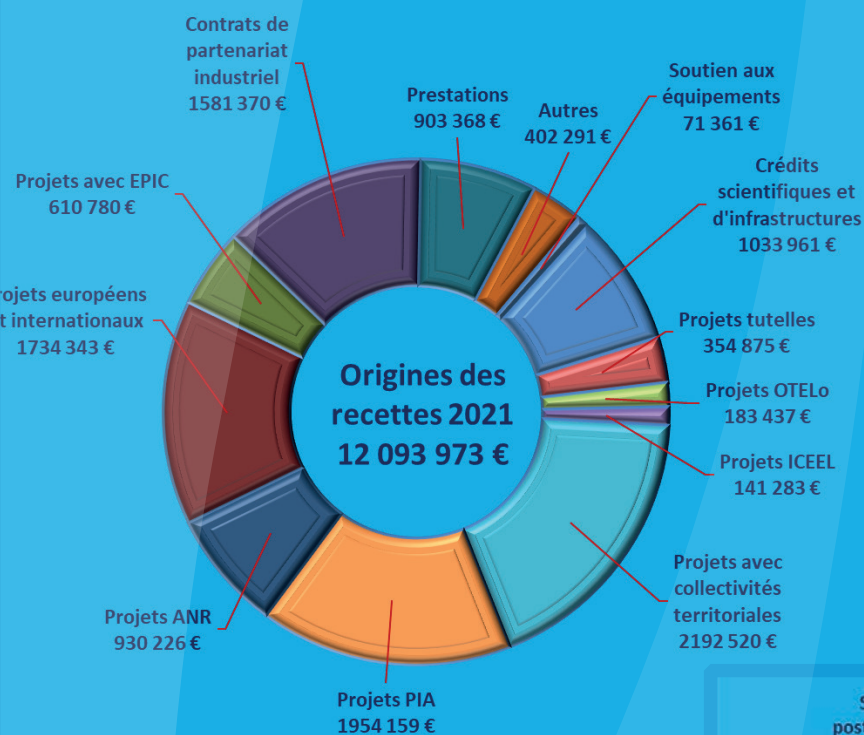


Figure . Acquisitions des affaissements dans un modèle réduit réalisées par photogrammétrie

BILAN FINANCIER OTELo 2021



BILAN SCIENTIFIQUE OTELO

1. RESSOURCES HUMAINES

Personnels permanents recrutés

Célia DALOU, Chargée de recherche CNRS, CRPG, thèmes « Cosmochimie et planétologie » et « Magmas et fluides profonds », concours
 Simon DAOUT, Maître de conférences Université de Lorraine, CRPG, thème « Tectonique, Érosion et Évolution du Relief », concours
 Alexis DURAND, Maître de conférences Université de Lorraine, ENSAIA - LSE
 Christelle FORTINI, Technicienne CNRS, OTELO - CRPG, Gestionnaire financière et comptable, mobilité interne

Départs de personnels permanents

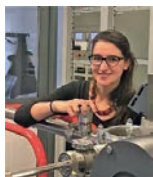
Pierre BARBEY, Professeur émérite Université de Lorraine, CRPG, retraite
 Michel BUES, Professeur Université de Lorraine, ENSG - GeoRessources, retraite
 Corinne CHAMPALE, Technicienne CNRS, OTELO - CRPG, Gestionnaire financière et comptable, mobilité interne
 Emmanuel DAVY, Technicien CNRS, CRPG, Services communs, Technicien en sciences des matériaux et caractérisation, décès
 Corinne LEYVAL, Directrice de recherche CNRS, LIEC, retraite
 Gérard MASSON, Maître de conférences Université de Lorraine, UFR SciFA - LIEC, retraite et éméritat
 Elisabeth MEYER, Assistante-ingénieure Université de Lorraine, OTELO, Responsable financière et budgétaire UL, mobilité interne
 CRAN
 Marie MOREL-GERTSCH, Technicienne Université de Lorraine, Gestionnaire administrative et financière, GeoRessources - Mines Nancy, mobilité interne UFR Arts, Lettres et Langues
 Christian MUSTIN, Directeur de recherche CNRS, LIEC, détachement au CNES
 Luc SCHOLTES, Maître de conférences Université de Lorraine, ENSG GeoRessources, mobilité Université de Clermont Auvergne - Laboratoire Magmas et Volcans
 Fabien THOMAS, Directeur de recherche CNRS, LIEC, retraite

Distinctions



Bernard MARTY, professeur à École Nationale Supérieure de Géologie et chercheur au CRP, a reçu le **Victor M. Goldschmidt Award 2021 par la Geochemical Society**. Le prix lui a été remis lors de la Goldschmidt Conference qui s'est tenue à Lyon du 4 au 9 juillet 2021.

Lauret PIANI, chercheuse en cosmochimie au CRPG et spécialisée dans l'étude des éléments volatils des météorites, a reçu **la médaille de bronze du CNRS 2021**.



Guillaume FLORIN est lauréat du 7ème prix de la Société Française des Isotopes (SFIS) du meilleur article publié en 2020 : Florin G., Luais B., Rushmer T., Alard O. (2020) Influence of redox processes on the germanium isotopic composition of ordinary chondrites. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 269, 270-291.



Marine BOULANGER a reçu le **prix Ami Boué 2021 de la Société Géologique de France**, doté par l'ANDRA, pour les thèses de doctorat portant sur des travaux touchant à la Terre-profonde. Sa thèse réalisée au CRPG en cotutelle avec l'Université Leibniz de Hanovre s'intitule « Le devenir des liquides au sein de la croûte océanique des dorsales à expansion lente ».

David BEKAERT a reçu le **prix Haüy-Lacroix 2021 de la Société Française de Minéralogie et de Cristallographie** pour sa thèse intitulée « Contraintes isotopiques sur l'origine et la nature de la matière primitive dans le Système Solaire et sur la Terre jeune ».



Pedro Cesar PEREIRA GONCALVES est lauréat du **prix « Waste Vision 2100 » en 2021 décerné par l'International Waste Working Group (IWWG)** pour son rapport de stage de master intitulé « Recyclage des déchets de cartes de circuits imprimés : caractérisation non destructive et opérations de traitement mécanique ».

Ottone SCAMMACCA a remporté le **prix Jeunes de la Société de l'Industrie Minérale (SIM)** pour la qualité et la pertinence de ses travaux en relation avec les industries minérales. Sa thèse menée au laboratoire GeoRessources s'intitule « L'analyse des risques des projets miniers à l'échelle territoriale : développement d'un outil d'aide à la décision testé sur le cas de l'exploitation aurifère en Guyane française ».



Ndue KANARI s'est vu remettre le **titre de Docteur Honoris Causa par l'Université Agricole de Tirana (République d'Albanie)** en reconnaissance de sa contribution exceptionnelle aux domaines de la métallurgie, des matériaux et des sciences environnementales, et en vertu de ses efforts incessants pour une coopération fructueuse entre l'Université Agricole de Tirana et l'Université de Lorraine.



Corentin GOUACHE a été **salué par le jury du Prix des Sciences du Risque 2021** en recevant une mention spéciale pour sa thèse intitulée « Générateur stochastique de séismes contexte de sismicité faible à modérée : des données à l'aléa. Cas de la France métropolitaine ».



2. PUBLICATIONS ET THÈSES SOUTENUES

Nombre de publications de rang A :

CRPG : 113

GeoRessources : 138

LIEC : 72

LSE : 51

Total : 363 dont 11 interlaboratoires

Thèses soutenues

Didi ADISAPUTRO - Metrology and Monitoring of the gases transfer process within the system of Biosphere and Geosphere - Direction : Philippe DE DONATO (GeoRessources), Laurent SAINT-ANDRE (BEF) - 10/12/2021

Farah AL SAHYOUNI - Impact Thermo-Hydro-Bio-Chémio-Mécanique du stockage géologique de l'hydrogène. Direction : Fabrice GOLFIER (GeoRessources) - 09/12/2021

Vincent BAILLARD - Modélisation de la variabilité de sensibilité des espèces pour la protection des communautés - Direction : Simon DEVIN (LIEC), Elise BILLOIR (LIEC) - 13/01/2021

Miriam BECK - Les traits stoechiométriques dans les analyses écologiques : Un outil pour comprendre la réponse des communautés aux changements globaux - Direction : Michaël DANGER (LIEC), Elise BILLOIR (LIEC) - 06/12/2021

Imène BEDJA - Étude isotopique du cycle biogéochimique du magnésium à haute précision : Impact de la biologie terrestre - Direction : Etienne DELOULE (CRPG) - 06/09/2021

Valentin CASOLA - Manteau source et genèse des magmas parents des carbonatites (principaux gisements de REE sur Terre) - Direction : Lydéric France (CRPG), Etienne DELOULE (CRPG) - 31/08/2021

Hilaire DAKOURE - Le camp aurifère de Yaramoko : exemple de système faille-valve et marqueur de l'évolution crustale de ceinture de Houndé, Burkina Faso - Direction : Anne-Sylvie ANDRE-MAYER (GeoRessources), Seta NABA (Université Joseph Ki-Zerbo de Ouagadougou) - 12/07/2021

Cécile DELIGNY - Origine des éléments volatils et chronologie de leur accréation au sein du système solaire interne : Apport de l'analyse in-situ des achondrites - Direction : Evelyn FÜRI (CRPG), Etienne DELOULE (CRPG) - 14/12/2021

Kou DU - Micromechanical Modeling of Geomaterials by Considering the Microstructural and Matrix Anisotropies - Direction : Albert GIRAUD (GeoRessources), Long CHENG (GeoRessources) - 01/12/2021

Jade DUTILLEUL - Etude pétrophysique et hydrogéologique des sédiments entrant dans les zones de subduction - Direction : Yves GERAUD - 08/07/2021

Emmanuel FLEURBAIX - Évaluation écotoxicologique des Éléments Terres-Rares : approches cellulaires chez différentes espèces aquatiques. Direction : Carole COSSU-LEGUILLE (LIEC), Marc PARANT (LIEC) - 09/12/2021

Yves FRANTZ - Simulation stochastique des réseaux karstiques - Direction : Pauline COLLON (GeoRessources) - 13/10/2021

Corentin GOUACHE - Générateur stochastique de séismes en contexte de sismicité faible à modérée : des données à l'aléa. Cas de la France métropolitaine - Direction : Jean-Marc MONTEL (CRPG) - 25/06/2021

Erwin HENRY - Synthèse d'agrégats organo-minéraux : applications aux rivières sidérurgiques de Lorraine. Direction : Emmanuelle MONTARGES-PELLETIER (LIEC), Jérôme DUVAL

(LIEC) - 22/10/2021

Ruoyu HU - Mobilité et transfert de terres rares du sol aux plantes par les champignons mycorhiziens à arbuscules. Direction : Corinne LEYVAL (LIEC) - 10/03/2021

Delphine KLAESSENS - Migration des liquides de fusion et formation des dunites dans le manteau de l'ophiolite d'Oman - Direction : Laurie REISBERG (CRPG), David JOUSSELIN (CRPG) - 23/02/2021

Elodie LACROIX - Développements métrologiques de spectroscopies moléculaires Raman et infrarouge : application à la détection continue des fuites potentielles d'hydrogène (H₂) à l'aplomb des sites de stockage souterrain - Direction : Philippe DE DONATO (GeoRessources) - 17/12/2021

Dalija NAMJESNIK - Origin of seismicity related to a flooded abandoned coal mining district at Gardanne, Provence, France - Direction : Yann GUNZBURGER (GeoRessources), Jannes KINSCHER (INERIS) - 29/06/2021

Florence PEGUIRON - Modélisations physique et numérique de la zone endommagée autour de galeries croisées dans l'argile de Boom - Direction : Albert GIRAUD (GeoRessources), Vincent LABIOUSE (Haute Ecole d'Ingénierie et d'Architecture de Fribourg) - 13/12/2021

Julien PERRET - Répartition spatio-temporelle du système métalogénique de l'or panafricain au sein du bouclier arabonubien : étude multi-scalaire le long de la suture de Keraf (Soudan) - Direction : Anne-Sylvie ANDRE-MAYER (GeoRessources) - 18/06/2021

Aurélien RANDI - Modélisation expérimentale de l'injection de solutions enrichies en CO₂ dans un doublet géothermique. Étude des impacts géochimiques en proche puits - Direction : Jérôme STERPENICH (GeoRessources), Jacques PIRONON (GeoRessources) - 12/02/2021

Melchior SCHUH-SENLIS - Using Stokes flow equations for the geomechanical restoration of geological structural models - Direction : Guillaume CAUMON (GeoRessources), Paul CUPILLARD (GeoRessources) - 23/03/2021

Romane TISSERAND - Cycle biogéochimique du Ni en milieu tropical dans un contexte d'Agromine - Direction : Guillaume ECHEVARRIA (LSE) - 12/02/2021

Habilitation à diriger des recherches (HDR) soutenues

Pierre-Henri BLARD (CRPG) - Les nucléides cosmogéniques in situ (3He, 21Ne, 10Be, 26Al) : des géo/chrono-mètres pour déchiffrer la Terre - 16/03/2021

Cédric CARPENTIER (GeoRessources) - Les systèmes carbonatés : de la stratigraphie à la diagenèse - 06/07/2021

Julien MERCADIER (GeoRessources) - L'analyse in-situ haute résolution par LA-ICP-MS et microsonde ionique en métallogénie - 12/03/2021

Christophe PAGNOUT (LIEC) - Effets bactéricides des nanoparticules d'oxydes métalliques - 12/01/2021

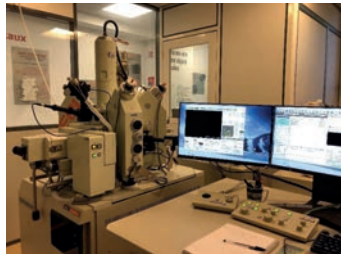
Isabella PIGNATELLI (GeoRessources) - Étude multi-techniques des minéraux terrestres et extraterrestres - 31/03/2021

Davide VIGNATI (LIEC) - Reconciling standard procedures and environmental realism in ecotoxicology: conceptual and practical challenges - 07/07/2021

3. NOUVEAUX EQUIPEMENTS MAJEURS

Sonde électronique

L'année 2021 a vu l'installation d'une sonde électronique au CRPG. Cette sonde électronique représente un outil particulièrement bien adapté pour effectuer des cartographies chimiques haute résolution et déterminer les rapports Fe³⁺/Fe^{total} des minéraux. Les capacités analytiques de cette sonde électronique sont complémentaires de celles des équipements déjà présents sur la place nancéenne et plus particulièrement au sein de la plateforme du SCMEM de GeoRessources.



Système de chauffage laser CO2

La plateforme gaz rares du CRPG s'est équipée en 2021 d'un système de chauffage laser CO₂ «MIR10» (Elemental Scientific Lasers). Un montage financier comprenant un apport du CPER OTELO et des ressources propres banalisées (overhead de l'ERC VOLATILIS) a permis l'acquisition de cet équipement. Sur la plateforme, le laser a été connecté à un spectromètre de masse gaz rares «Noblesse» (Nu Instruments) pour chauffer par palier de température des échantillons de roches terrestres et extra-terrestres dans une enceinte sous ultra-vide. Cette avancée technologique permettra l'analyse précise des gaz rares (He, Ne, Ar) et de l'azote dans des échantillons de taille millimétrique, notamment ceux ramenés par les missions spatiales Hayabusa 2 et OSIRIS-REx.



Tomographe X

Pour compléter son parc instrumental, GeoRessources s'est doté d'un tomographe X de grandes dimensions, spécifique aux géosciences et aux sciences des matériaux, permettant de reconstituer une image tridimensionnelle d'un objet de taille variable (de moins de 1 mm à 1 m environ), de poids important (jusque 80 kg), avec une résolution micrométrique. Il offre la possibilité de réaliser des expériences résolues en temps réel sous le faisceau de rayons X.

L'arrivée de ce nouveau tomographe a favorisé la mise en place d'une plateforme commune de tomographie GeoRessources-IJL donnant ainsi plus de visibilité à l'échelle nationale, et permettant un transfert d'expertise et ouvrant des opportunités d'interaction entre les communautés scientifiques Géosciences-Matériau.

La plateforme commune est maintenant composée de 3 tomographe :

- 2 Phoenix Nanotom M 180 KV ;
- 1 Easytom XL équipé de 2 tubes 160kV et 230kV et 2 détecteurs dont un détecteur plan Variat Paxscan et une caméra CCD.

La cabine est équipée d'une table en granite montée sur coussin d'air et le grand volume disponible permet l'insertion de dispositifs in situ. Nous avons également à disposition une machine d'essais mécaniques de type Deben (traction-compression 5kN-180°C).

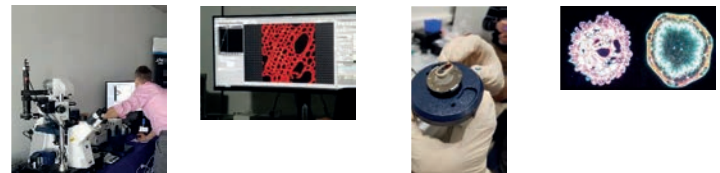


Microscopie photonique

Formée de l'ensemble de : Microscope confocal à balayage laser pour imageries de fluorescence, spectrale, de temps de vie et imagerie non linéaire (2019) et Instruments pour imagerie de phase en 2D (caméra) et 3D (holotomographie) (2019-2021).

Le pôle de compétences physico-chimie de l'environnement du LIEC accueille un nouvel instrument de microscopie confocal autorisant de l'imagerie conventionnelle à grande résolution spatiale et des modalités d'imagerie avancées (imageries multi photon, spectrale, en optique non linéaire SHG THG, imagerie spectrale du temps de vie fluorescence (FLIM)). Ce dispositif d'une valeur de 700 k€ a été acquis par des financements CPER et Pacte Lorrain.

A cet instrument consacré à l'imagerie de fluorescence, viennent s'ajouter des instruments dédiés à l'imagerie sans marquage par microscopie interférométrique de phase qui permet d'observer les objets biologiques et/ou assemblages avec une résolution descendant à quelques dizaines de nanomètres. Outre l'intérêt de la technique pour collecter rapidement et sans marquage des informations morphologiques (taille et forme des objets, arrangement de cellules ou transport et distribution de nanoparticules au sein de biofilms), un avantage majeur de ce mode d'imagerie réside dans la possibilité de déduire des informations biophysiques et biochimiques sur l'état des cellules (masse sèche, quantification du contenu lipidique de microalgues, évaluation de l'état d'inflammation de cellules...). Pour mener ces développements méthodologiques, un appareil à holotomographie a été acquis en 2019 (achat Pacte Lorrain). Les mesures en 3D obtenues par cet instrument seront complétées par des images 2D enregistrées au moyen d'une caméra de phase qui est en cours d'installation sur un microscope (acquisition contrat FRCR MIRAGE). La complémentarité des deux approches (2D versus 3D) permettra par des mesures à l'échelle des entités individuelles de mieux comprendre l'organisation de ces cellules dans des architectures populationnelles.



Quatre lysimètres Ready-To-Go UGT ont été acquis pour être installés sur des sites végétalisés de la Métropole du Grand Nancy afin de réaliser des bilans hydriques dans le système sol-atmosphère-plante. Les stations lysimétriques sont composées de monolithes de sol urbains (diamètre 300 mm, profondeur 900 mm) contenus dans une cuve lysimétrique en acier inoxydable, d'un système de pesée, d'un réservoir de lixiviat, d'une série de capteurs hydrologiques du sol de haute précision (tensiomètres, sondes de teneur en eau et de température, bougies poreuses) et d'un poste de contrôle et d'une station météorologique. Le coût total de ces équipements s'élève à 164 k€ financés dans le cadre du CPER. Ces travaux sont en lien avec le GISFI, le projet d'observation OTELO RMQSU et le SNO Observil.



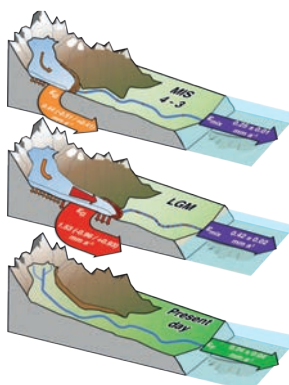
4. FAITS MARQUANTS DES LABORATOIRES

Les glaciations ont eu un impact non-linéaire sur l'érosion des Alpes

Article : Nonlinear forcing of climate on mountain denudation during glaciations. Mariotti et al., Nature Geoscience, 2021, doi : <https://doi.org/10.1038/s41561-020-00672-2>

Résumé : Une étude publiée récemment par Apolline Mariotti (postdoctorante au CRPG) et ses collègues dans le journal Nature Geoscience (Mariotti et al., 2021) lève le voile sur la manière dont les variations climatiques modifient l'érosion des montagnes, en mettant en évidence le rôle clef de la vitesse d'écoulement des glaciers. En analysant le ^{10}Be cosmogénique in situ dans les sédiments quaternaires issus du Var, ces travaux soulignent le rôle majeur des glaciers sur l'érosion. Ils fournissent aussi un cadre conceptuel qui permettra de mieux caractériser l'impact des événements climatiques extrêmes sur la dynamique érosive, sujet de société majeur, comme l'a tristement mis en lumière la récente tempête Alex qui a sinistré le bassin du Var en octobre 2020.

Image satellite des panaches sédimentaires exportés par les fleuves du Var et de la Roya (03/10/2020) après la tempête « Alex ». La continuité du signal terre-mer explique pourquoi les sédiments marins enregistrent l'érosion des montagnes.



Paléo-érosion des Alpes du Sud (bassin versant du Var) enregistrée par le ^{10}Be dans les sédiments marins, en fonction des extensions glaciaires depuis 75 ka. Nos modélisations montrent que la vitesse des glaciers a contrôlé l'érosion depuis 75 ka.

18 février 2021 : Atterrissage de Perseverance sur Mars

Après Curiosity qui continue à analyser la surface de Mars, huit ans après son arrivée, GeoRessources était à nouveau impliqué dans cette nouvelle mission martienne via l'aventure de l'outil SuperCam (collaboration franco-hispano-américaine). En effet, Cécile Fabre a réalisé des « cibles », petites pastilles de silicates dopés en éléments traces, qui serviront à la calibration des outils spectroscopiques pour les analyses LIBS, Raman et VNIR. Ces cibles de calibration sont actuellement en place sur le rover et voyagent vers la planète rouge.

photo CNES - D. Ducros



Chaire Geomin 3D « Géomodèle Intégré 3D d'aide à l'exploration des géoressources »

Obtention d'une chaire ANR industrielle avec Orano, portant sur les gisements d'uranium les plus riches au monde.

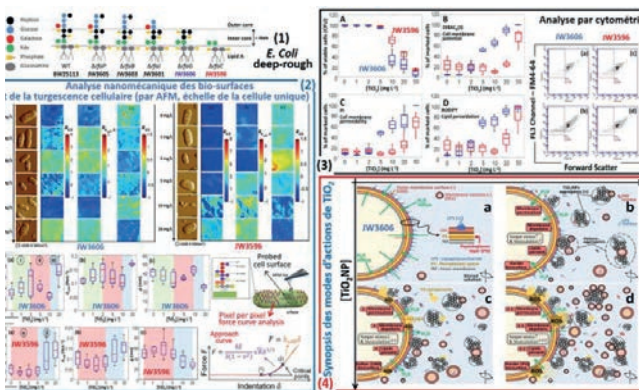
Ce projet est une chaire industrielle ANR avec Orano, qui va durer 4 ans, qui mobilise un budget de 1,6 millions d'euros, sera gérée par le CNRS et reposera sur deux post-doc, trois thèses et plusieurs CDD ingénieurs + étudiants de Master localisés à Nancy. Le sujet porte sur les gisements d'uranium de type discordance du bassin d'Athabasca au Canada qui sont les gisements d'uranium les plus riches au monde. Le projet regroupe des chercheurs académiques nancéiens et strasbourgeois avec Orano Mining (Orano) comme partenaire industriel. L'objectif du projet est une réorientation de la stratégie d'exploration des gisements d'uranium géants (comprendre haute teneur/fort tonnage métal) du bassin de l'Athabasca et plus généralement de développer de nouveaux outils pour l'exploration des gisements d'uranium. L'industrie minière fait en effet face à des défis majeurs pour découvrir de nouveaux gisements, dans un contexte où leur exploration est plus difficile et coûteuse.

Elle est portée par Julien Mercadier, chargé de recherche CNRS, membre de l'équipe ressources minérales de GeoRessources.



Analyse multi-échelle des modes d'action de nanoparticules TiO2 sur des systèmes bactériens présentant des phénotypes de surface différents. Equipe PHYSI, collaborations Equipes EMMA, TEV.

Analyse multi-échelle des modes d'action de nanoparticules TiO2 (TiO2NPs) sur (1) des E. coli arborant différents phénotypes de LPS de surface. (2) Propriétés nanomécaniques (obtenues par mesures de nano-indentation par microscopie à force atomique) des surfaces cellulaires après exposition, en fonction de [TiO2NPs] (cartographie de l'élasticité membranaire, de la pression de Turgescence à l'échelle cellulaire, et de l'indentation marquant la transition entre régime de déformation non-linéaire des enveloppes et régime linéaire de compliance) ; histogramme des valeurs médianes de ces propriétés collectées sur ca. 10 cellules. (3) Analyse par cytométrie (échelle populationnelle) par des marqueurs qui ciblent différentes réponses/propriétés cellulaires (potentiel de membrane, perméabilité membranaire, peroxydation lipidique), et données de cytométrie confirmant la détection de vésicules membranaires. (4) Schéma récapitulatif des mécanismes gouvernant la toxicité des TiO2NPs. Les résultats de transcriptomique et d'électrohydrodynamique cellulaire ne sont pas mentionnés dans cette figure. Cette étude est l'une des premières où l'AFM multiparamétrique est intégrée dans une analyse multi-échelle (du gène, à la cellule unique et la population) des effets toxiques de NPs envers des microorganismes bactériens. Tiré de "Osmotic stress and vesiculation as key mechanisms controlling bacterial sensitivity and resistance to TiO2 nanoparticles. Pagnout, C.; Razaftianamaharavo, A.; Sohm, B.; Caillet, C.; Beaussart, A.; Delatour, E.; Bihannic, I.; Offroy, M. and Duval, J.F.L. Communications Biology 2021, 4, 678 (DOI: 10.1038/s42003-021-02213-y)."



Bilan et renouvellement du Laboratoire International Associé Ecoland : la restauration des services écosystémiques rendus par les territoires contaminés – une filière pour les sites miniers dégradés

Le LIA Ecoland établi en 2015 entre INRAE, l'Université de Lorraine et l'Université Sun Yat-sen de Canton, est dédié à la restauration des services écosystémiques qui peuvent être rendus par des territoires contaminés par des polluants persistants. Les efforts se sont portés sur les sites miniers de terres rares et ont permis de développer les connaissances sur les interactions sol-plantes-polluants et de mettre au point plusieurs stratégies de restauration par phytomanagement. Ces stratégies ont en particulier été appliquées en vraie grandeur sur un site minier et ont abouti à l'élaboration d'une

filère de restauration qui assure la mise en sécurité du site et le développement d'une gamme de services écosystémiques. Les services d'approvisionnement concernent la production de biomasse à usage de fibre et de récupération des terres rares résiduelles par agromine. Les services de régulation qui ont bénéficié de la stratégie mise en place sont l'atténuation de l'érosion et des pollutions des eaux par les terres rares, l'augmentation de la biodiversité par suite de l'installation d'un couvert végétal pérenne. Les services culturels sont liés à la modification du paysage liée à la végétalisation. Ainsi, cette filière peut être adaptée à des situations analogues et permettre non seulement la mise en sécurité des sites mais aussi leur transition vers une gamme large de services écosystémiques. Dans son projet de renouvellement, Ecoland envisage de poursuivre le développement de ce type de stratégie et de mettre l'accent sur le potentiel des sites en matière de stockage de carbone, avec une approche qui assure l'optimisation d'un ensemble large de services. Il est prévu de développer une approche de restauration multifonctionnelle qui prendra aussi en compte le stockage de carbone. Ecoland 1 était coordonné par Jean Louis Morel. Ecoland 2 sera coordonné par Catherine Sirguy.

Innovations for the Circular Economy by Recycling Secondary Resources, Collaboration extended to 111 members



Production de fibres sur d'anciens sites miniers de terres rares



Activité d'observation

Emmanuelle Montargès-Pelletier, Directrice de recherche CNRS au LIEC, a pris la responsabilité de chargée de mission observation pour OTELo. Elle devient ainsi la correspondante OTELo pour les tutelles et partenaires d'OTELo concernant l'ensemble des activités liées à l'observation. Elle anime également le groupe de travail observation mis en place en 2013 par Corinne Leyval, ancienne directrice-adjointe puis directrice d'OTELo.



En 2013, OTELo avait lancé son premier appel d'offres exploratoire dédié à l'observation qui avait pour objectif de soutenir et mettre en valeur des projets dédiés à des tâches d'observation de l'OSU et qui pouvaient faire partie de services nationaux labellisés ou s'inscrire dans une optique de labellisation future au niveau de l'OSU et à moyen terme de l'INSU ou de l'INEE. Ces projets devaient également proposer une collection d'observables sur le long terme (10 ans au moins) en réponse à des questions scientifiques structurantes présentes et futures, et s'intégrant dans au moins une des thématiques d'OTELo ; la pluridisciplinarité était encouragée. Chaque projet reçu en réponse à cet appel d'offres était évalué et discuté en réunion du groupe de travail observation, puis la proposition était mise au vote du conseil. Le financement OTELo était de l'ordre de 5 k€ à 10 k€ par projet et par an et les premiers projets bisannuels avaient été financés en 2014.

Après quatre appels d'offres bisannuels, OTELo a décidé de labelliser les projets d'observation financés de manière récurrente et répondant à divers critères. Dans le cadre de cette labellisation, le groupe de travail a établi une charte de l'activité observation ayant pour objectif de formaliser l'engagement des porteurs de projet vis-à-vis d'OTELo et inversement. Chaque porteur s'est ainsi engagé à établir une fiche descriptive de leur activité observation, à avoir mis en place un plan de gestion de données (DMP) et à le mettre à jour chaque année, à déposer les données liées à cette activité observation sur un entrepôt accessible et ouvert à tous comme ORDaR (OTELo Research Data Repository), à valoriser ces données sous forme de data-paper ou de publications scientifiques, et à fournir annuellement la liste des jeux de données déposées. De son côté, OTELo s'engage à financer tous les ans la somme de 6 k€ par activité observation, ainsi qu'à accompagner les porteurs dans la mise à jour de leur plan de gestion de données, lors des dépôts des données dans l'entrepôt le plus approprié, à poursuivre les développements nécessaires et à assurer l'accessibilité des données entreposées sur ORDaR.

Les activités observation ainsi labellisées par OTELo sont :

- ACEV - Observatoire de l'Acidification des cours d'eau dans les Vosges porté par Anne Poszwa (LIEC) et François Guérold (LIEC)
- HOMA - Observatoire sur le long terme des milieux anthropisés porté par Pierre Faure-Catteloin (LIEC) et Noël Enjelvin (LSE)
- MoRIS - Observatoire des Invasions Biologiques dans la Moselle porté par Sandrine Pain-Devin (LIEC)
- O2 - Orne Observation porté par Laurence Mansuy-Huault (LIEC) et Emmanuelle Montargès-Pelletier (LIEC)
- ORAGE - Observatoire Régional des Affleurements Géologiques porté par Bernard Lathuilière (GeoRessources)
- RMQSU - Réseau de Mesure de la Qualité des Sols Urbains porté par Christophe Schwartz (LSE) et Christophe Cloquet (CRPG)

L'Est républicain, 16 février 2021 (édition Nancy)

NANCY

Une chercheuse de l'université de Lorraine participe à la mission « Mars 2020 »

Cécile Fabre, membre du laboratoire de recherches de l'université de Lorraine et du CNRS GeoRessources a travaillé à l'élaboration du nouveau rover Perseverance, qui doit atterrir sur Mars ce jeudi. L'objectif affiché de la mission : rechercher de la vie sur la planète rouge.

Cécile Fabre, maître de conférences à l'université de Lorraine, redoute autant qu'elle attende les « sept minutes de terreur ».

C'est ainsi qu'est nommé le laps de temps qu'il faudra, ce jeudi, au rover Perseverance pour se poser sur Mars et le temps nécessaire pour que les satellites en orbite communiquent avec le centre des opérations.

« Mais la NASA, ce sont les meilleurs pour se poser », sourit-elle, comme pour se convaincre qu'il ne s'agit que d'une formalité d'usage.

Une fois l'automobile posée, les compétences de la chercheuse de GeoRessources vont rentrer en action. Elle a conçu cinq cibles en verres silicatés, présentes sur le rover, qui serviront à vérifier que les outils n'ont pas bougé durant l'atterrissage et que le laser reste bien calibré. Le laser SuperCam, contribution

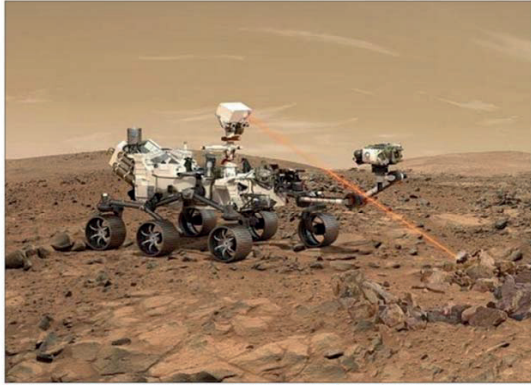


Illustration du rover Perseverance de la mission Mars 2020. Illustration DR/© CNES/DUCROS David, 2021

française à la mission, est l'un des dix outils équipant le rover. Il permettra d'établir un spectre d'analyse de la composition des roches.

De la vie sur Mars ?

Le but de la recherche ? Trouver des éléments prouvant la présence d'une vie extraterrestre sur Mars.

La chercheuse n'en est pas à son coup d'essai : elle avait déjà participé à la précédente mission et au déploiement du rover Curiosity et de sa ChemCam, toujours en action depuis huit ans sur la roche martienne. « L'eau, on sait qu'il y en a. Donc maintenant, on recherche d'une façon très primitive s'il y a eu de la vie sur

Mars. » C'est précisément dans le cratère Jezero que l'automobile va étendre le champ des connaissances humaines sur Mars. Un choix qui n'a rien de fortuit.

« Une vingtaine de sites nous ont été proposés et nous avons réduit ces choix à trois ou quatre possibilités. C'était le fruit d'une vraie discussion,

comme un congrès. » Puis, un collège technique a déterminé le choix. « Quand on travaille sur nos outils, on ne sait pas encore quel site va être étudié », précise-t-elle.

Écouter la planète rouge

Étudier la vie passée mais analyser la faisabilité d'une vie future sur Mars agite l'équipe de recherche, composée d'environ trois cents personnes.

« On cherche à savoir si Mars est habitable ou pas », note Cécile Fabre. L'idée est de transformer le CO2 présent en oxygène au sein d'un espace clos de manière à implanter, hypothétiquement, une colonie de recherche sur zone.

Autre curiosité de la mission : un micro est implanté sur le rover pour « entendre les sons sur Mars pour la première fois. L'atmosphère est plus ténue que sur Terre mais les sons circulent bien », précise la chercheuse, qui se lance dans 22 mois de travail soit deux ans dans le calendrier martien.

Jean-Baptiste MARTIN

L'atterrissage est à suivre ce jeudi à partir de 19 h 45 en direct sur supercam.cnes.fr/cap-sur-mars.

La Provence, 27 juin 2021

La Provence

ALPES, DERAIR, dimanche 27 juin 2021 204 mots, p. A1P7
BARCELONNETTE

Sylvain Breton ouvre les Causeries de La Sabença
Sylvie Arnaud

Comme elle en a l'habitude depuis de nombreuses années, La Sabença, association de connaissance de la vallée de l'Ubaye, a programmé toute une série en Causeries en montagne dont l'entrée est libre, pendant les mois de juillet et août. Le coup d'envoi de ces neuf soirées, proposées à 20 h 45, sera donné jeudi 17 juillet. Le thème sera « Mars, pourquoi y aller ? » et l'intervenant sera Sylvain Breton de l'université de Lorraine et Centre de recherche géomorphologique et géochimique.

« Depuis les missions Vikings en 1975, la planète Mars est sous le feu des projecteurs scientifiques. La présence d'eau liquide à la surface dans le passé de Mars et sa géologie complexe rendent son étude particulièrement intéressante. Cette année encore 2 missions ont permis de poser des robots sur sa surface. Je vais donc vous faire découvrir l'histoire de cette planète pour mieux comprendre l'enjeu des missions actuelles » explique Sylvain Breton. Après avoir réalisé une thèse sur les cratères de météorites Martiens à l'Université de Lyon, cet ancien élève de la cité scolaire André-Honnorat a exercé deux ans le métier d'enseignant-chercheur au Centre de Recherche Géomorphologique et Géochimique de Nancy. Il interviendra à la médiathèque.

Le Républicain lorrain, 1^{er} juin 2021 (édition Sarreguemines)

BITCHE

Mois de mai pluvieux : les tiques prolifèrent

Sous la houlette de l'observatoire homme-milieux du Pays de Bitche, plusieurs ateliers ont été menés par des chercheurs venus de Strasbourg, Metz et Nancy sur la prolifération des tiques et la maladie de Lyme, au lycée Teyssier. Attention, le mois de mai pluvieux a été favorable à ces poux des bois.



L'observatoire homme-milieux du Pays de Bitche, lancé par Fabien Hein, maître de conférences en sociologie à l'université de Lorraine, continue son travail. Et notamment sa sensibilisation à la maladie de Lyme, conduite par les tiques. Ces dernières semaines, une visioconférence a eu lieu pour le grand public. Une exposition s'est déroulée à la médiathèque Joseph-Schaefer. Vendredi 28 mai, des chercheurs venus de Strasbourg, Metz et Nancy ont animé des ateliers scientifiques.

Le mois de mai, très pluvieux cette année, a accéléré la prolifération des tiques. Photo Julio PELAEZ

Le matériel des chercheurs, Nathalie Boulanger (pharmacienne et enseignante chercheur en parasitologie à l'Université de Strasbourg), Pascale Baudou (professeure de microbiologie à l'Université de Lorraine), Christelle Stegmann (assistante de recherche à l'Institut de bactériologie de Strasbourg) ou Marie-Claire Lett (professeure émérite de l'Université de Strasbourg, directrice de la maison universitaire France-Japon).

Climat favorable

Les ateliers ont aussi eu lieu au grand air. Les élèves sont allés chercher les traces des tiques sur les pelouses de l'établissement.

Jonathan BREUER

L'Est républicain, 10 décembre 2021 (édition Nancy)

NANCY

L'étude des sols indispensable dans les projets d'aménagement

Anne Blanchart a créé en 2019 l'entreprise Sol & Co à Nancy avec la volonté d'accompagner les acteurs de l'aménagement dans la prise en compte des sols. Elle a reçu, en novembre, le prix de l'Association française des femmes diplômées des universités (AFDU) de Lorraine.

Quand et pourquoi avez-vous commencé à vous intéresser aux sols ?

J'ai fait une licence de géologie à Bordeaux, puis un master urbanisme à Paris, avant de travailler dans un cabinet d'architectes. Là-bas, je me suis rendue compte qu'il n'y avait pas de réelle prise en compte des sols dans la réalisation des aménagements. Il faut savoir que l'eau et l'air sont aujourd'hui protégés, mais pas les sols. Et il n'existe aucune réglementation en matière de qualité et de fertilité des sols à ce sujet ; dans le cas d'une création de parc urbain par exemple.

J'ai donc entamé une réflexion sur la manière de conseiller les acteurs concernés, et

j'ai trouvé une offre de thèse en Lorraine, proposée par un laboratoire de recherches. J'ai été retenue et je l'ai menée de 2015 à 2018, en sachant que, dès le départ, je la faisais pour retravailler ensuite mes connaissances dans le monde opérationnel.

Comment a commencé le projet Sol & Co ?

J'ai d'abord cherché une société qui s'intéressait à la question des sols. Je n'en ai trouvée que très peu, voire aucune. Alors j'ai décidé de la créer. J'ai donc profité de ma thèse pour rencontrer les différents acteurs du territoire et pour mener mon étude de marché. En juillet 2019, j'ai créé l'entreprise avec cinq cofondateurs : trois enseignantes-chercheuses, un doctorant en biodiversité des sols, et moi-même, présidente. Au départ, nous pensions que cette question n'était pas assez mûre chez les acteurs de l'aménagement, notamment, les élus. Pourtant, depuis deux ans nous n'avons pas eu besoin de prospecter, ce sont eux qui viennent nous trouver.

De quelle manière intervenez-vous ?

Nous intervenons dans des projets de parcs ou forêts urbaines, de jardins partagés ou encore de bâtiments et parkings. Nous réalisons d'abord un état des lieux des sols, on effectue des prélèvements et, à partir des analyses, on leur fait des recommandations sur l'implémentation où planter ou déplacer des arbres par exemple, ou sur la possibilité de garder ou non le sol d'origine. Ces interventions sont participatives, c'est-à-dire qu'on demande aux élus ou aux citoyens d'y assister, ce qui nous permet de sensibiliser et de former aux enjeux liés au sol.

Quels sont vos projets désormais ?

Nous avons embauché un CDI et un alternant en cette fin d'année. Et nous projetons d'embaucher encore en 2022. Nous souhaitons aussi ouvrir notre propre laboratoire afin de réaliser nos analyses, que l'on externalise actuellement. Le prix AFDU de 4000 € devrait d'ailleurs nous y aider.

Elise DUBOURG



Anne Blanchart a créé une entreprise destinée à conseiller les acteurs de l'aménagement sur les sols. Photo ER/DK

Microhumus produit de la terre à partir de stériles de carrière

Philippe Bohlinger

Depuis son siège de Jarville (Meurthe-et-Moselle), Microhumus déploie ses terres de substitution à travers tout l'Hexagone. Pour essayer son procédé innovant de fabrication de terres à partir de stériles de carrières, la société d'ingénierie s'appuie sur un réseau de 13 producteurs indépendants, partenaires de l'entreprise.

Deux nouveaux venus, Spie Batignolles Poitiers, début 2021, et Gaïa Gironde (groupe Colas), en 2020, ont ouvert son maillage sur l'Ouest. Mais le dirigeant de Microhumus, Yann Thomas, souhaite étendre davantage ce réseau, car, insiste-t-il, « le recours à des terres végétales issues du décapage de sols agricoles doit définitivement appartenir au passé ». La pertinence économique et environnementale de sa solution baptisée « SubsTer » ne vaut d'ailleurs que si la distance de transport entre le gisement et le site de livraison ne dépasse pas une quarantaine de kilomètres.

Dépollution par les plantes.

Dans le détail, la « recette » associe des matériaux de différentes compositions et granulométries - issus de carrières ou de plates-formes de recyclage de matériaux inertes (70 à 90 %) - et des amendements organiques (10 à 30 %).

Elle a permis le verdissement des abords du stade de Gerland, à Lyon, ou encore, la renaturation d'un ancien site d'extraction de granulats à Jaillon (Meurthe-et-Moselle). Calcuette en main, Yann Thomas estime avoir évité le prélèvement de 100 000 t de terres agricoles correspondant à l'arasement de 27 ha, depuis le lancement de SubsTer, il y a cinq ans.

L'entreprise, née en 2007 sur la base d'un transfert de technologie du CNRS et du Laboratoire Sols et Environnement à Nancy (Inrae, Université de Lorraine), concentre désormais ses efforts sur le déploiement commercial de ses solutions pour la restauration des sols (SubsTer), mais aussi la gestion des sites et sols pollués par phytoremédiation, une technique de dépollution à base de plantes.

Cette orientation stratégique conduit la société de 12 salariés et associés (chiffre d'affaires non communiqué) à se désengager progressivement des programmes de recherche qui assurent une partie de son financement.

Les visites insolites du CNRS au cœur de l'univers des sciences

C'est pour le CNRS (Centre national de la Recherche Scientifique), la deuxième édition des visites insolites programmées dans le cadre de la fête de la science organisée par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.



Gaston Guillani (à gauche) et les participants à la visite, au pied de spécimens d'aorotholite, roche magnétique.

À un niveau de la symbolique, l'établissement public n'aurait pu inventer mieux en invitant sa dizaine de visiteurs d'un jour, à une immersion dans l'univers des sciences et plus précisément dans les sciences de l'univers.

Perché sur les hauteurs de Vandœuvre, le CRPG (Centre de recherche pétrographique et géochimique - CNRS-Université de Lorraine), qui excelle dans cette discipline scientifique, jouit d'une forte notoriété aux niveaux national et international.

Le CRPG, au pied d'un imposant spécimen d'aorotholite - cette roche magnétique, qui vient du sud de Madagascar, est datée de 600 millions d'années - a expliqué le directeur de recherche aux participants à la visite.

Son collègue, Christian Françoise Lamed, directeur de recherche, est géochimiste. Lui aussi même ses travaux sur une échelle de temps propre à donner le vertige aux non initiés. Le paléoenvironnement est l'une de ses thématiques de recherche. « Cet après-midi, j'apporterai des éclairages sur les interactions complexes entre le cycle du CO2, l'érosion et le climat », a expliqué le directeur de recherche dont l'Himalaya est l'un des terrains privilégiés d'étude.

Les observations in situ, les nouveaux outils techniques pour le forage, les mesures et les progrès technologiques ont contribué à l'avancée des connaissances. « Érosion et climat », si rouge de cette visite insolite a captivé pendant plus de quatre heures, au gré de rencontres, de conférences, de visites de plates-formes et d'expositions, un public curieux de cette science mise à sa portée. Ce qu'a souligné Mary Ford, directrice du CRPG. « Le partage de la connaissance et des nouvelles découvertes scientifiques est inscrit dans nos missions. Une visite de ce type est un instant de curiosité partagée. Les questions que se pose le public nous intéressent car elles peuvent parfois alimenter notre propre questionnement », a confié la directrice du laboratoire.

Jusqu'au 11 octobre, d'autres thématiques sont au programme de ces 84 visites insolites qui attachent complet.



MENU



VIGIE TERRE

Les actualités

DÉCOUVERTE DU PROGRAMME ORAGE (OBSERVATOIRE RÉGIONAL DES AFFLEUREMENTS GÉOLOGIQUES EN LORRAINE)

Article

Le 28 juin 2021



Signalent ORAGE et Vigie-Terre (1807) - Meurthe et Moselle. Crédit Didier Zony - https://www.vigie-terre.org/vigieterre/participation/focus/1807

Bernard Lathuilière, professeur au laboratoire Géoresources à l'Université de Lorraine a accepté de répondre à nos questions pour nous faire découvrir le projet ORAGE. Ce programme lancé en 2014, invite les participants à signaler des affleurements géologiques en Lorraine.

Bernard Lathuilière, vous êtes professeur au laboratoire Géoresources de l'Université de Lorraine. Vous êtes spécialiste de coraux fossiles mésozoïques et vos recherches explorent les relations biosphère-géosphères dans le passé. Vous êtes le fondateur du projet ORAGE, l'Observatoire Régional des Affleurements Géologiques de Lorraine. Comment avez-vous eu l'idée de ce projet?

C'est un peu la rencontre d'une préoccupation de longue date et d'une opportunité. Ayant vu disparaître quelques occasions de collecter des données utiles sur le terrain, j'avais cette préoccupation d'essayer d'empêcher la disparition des affleurements avant que l'information n'en soit extraite...et puis il y a eu cette opportunité d'un appel d'offre dit « observation » par notre pôle de recherche Observatoire Terre et Environnement de Lorraine (ATEL). J'ai saisi l'occasion.

Comment fonctionne ORAGE ?

Le principe est celui d'un projet participatif. L'équipe ORAGE est alertée de l'existence d'un affleurement potentiellement intéressant. Nous évaluons son intérêt, le cas échéant, nous nous déplaçons pour faire les relevés et nous publions sur notre site web (https://orage.univ-lorraine.fr/) un petit article scientifique que nous appelons une contribution originale. Nous avons aussi produit des contributions dites « publiées ». Dans ce cas, nous repérons des affleurements anciens dans la littérature et si nous sommes capables de les géolocaliser, nous les ressortons de l'oubli sous cette forme de contribution publiée. Toutes ces publications, accessibles à tous, sont cartographiées et mises en ligne aussi sur la banque de données du service sol du BRGM.

Avez-vous d'autres partenaires?

Oui bien sûr ! L'Académie Lorraine des Sciences nous a ouvert sa bibliothèque, l'Association Terres genesis nous a donné un coup de main sur les affleurements vogliens, les collègues du Musée de Luxembourg nous ont aussi donné des informations, l'ANDRA nous a apporté des aides financières à plusieurs reprises, le Muséum Aquarium de Nancy nous aide dans la gestion des collections, la Société d'Histoire naturelle de Moselle nous a aussi aidé. Nous travaillons aussi en lien avec la réserve naturelle géologique d'Hettange Grandé et avec les collègues de l'enseignement secondaire...mais je pense aussi à tous les collègues universitaires et aux particuliers qui ont mis la main à la pâte...

Actualités

Bons plans

Encyclopédie

Forum

Vie et Terre

Nutrition et métabolisme: le coût énergétique de la contrainte nutritionnelle

Publié par Isabelle le 29/10/2021 à 13:00
Source: CNRS INRAE

A ce jour, les travaux explorant la structure et le fonctionnement des écosystèmes s'appuient sur deux devises biologiques distinctes: l'énergie nécessaire au fonctionnement du métabolisme et la matière requise pour produire de la biomasse. Cependant, l'interaction entre ces deux facteurs reste méconnue. Une étude publiée dans Ecology Letters a réussi à quantifier le coût énergétique de la qualité nutritionnelle (contrainte par la matière) permettant ainsi d'intégrer l'écologie nutritionnelle (matière) et métabolique (énergie) dans un cadre commun.



Photographie à la loupe binoculaire de deux clones de Daphnia magna nourries sur une ressource de bonne qualité (à gauche) ou de mauvaise qualité (à droite). Crédit photo: Ruz Thomas

L'une des problématiques majeures de l'écologie est de prédire la structure et la production des écosystèmes aquatiques dont découle un nombre important de services écosystémiques. Classiquement ces prédictions se basent sur les traits morphologiques des organismes (taille, masse) extrapolés d'après la Théorie Métabolique de l'Écologie (MTE) pour quantifier les flux d'énergie au sein des réseaux trophiques.

Néanmoins, ces approches énergétiques échouent souvent à expliquer la forte variabilité d'efficacité de transferts pouvant exister d'un niveau trophique à l'autre, tout particulièrement à l'interface plante-animal¹. A ce niveau, les flux d'énergie semblent contraints par les flux de matière², notamment par les transferts de composés nutritionnels essentiels tels des acides gras³, stéroïdes⁴ ou nutriments⁵. Ainsi, dès la fin du XX^{ème} siècle, de nombreux travaux d'écologie nutritionnelle ont cherché à définir l'effet de ces composés essentiels sur l'efficacité des transferts trophiques, délaissant peu à peu les approches énergétiques initiales⁶.

Aujourd'hui, la scission entre écologie métabolique et écologie nutritionnelle est vue comme un obstacle à la compréhension de la structure et du fonctionnement de l'écosystème et un nombre croissant de travaux appellent à l'intégration de ces deux approches dans un cadre commun⁷⁻¹⁰.

Pour comprendre les interactions entre flux de matière et d'énergie, une équipe de chercheurs a exploré les conséquences de contraintes nutritionnelles isommatrices. Grâce à une méthodologie exploitant la microcalorimétrie¹¹, les chercheurs ont suivi l'évolution du mateur herbivore zooplanctonique Daphnia magna soumis à divers types de contraintes nutritionnelles (acides gras) et ont démontré que toute contrainte nutritionnelle induisant systématiquement une élévation du taux métabolique (augmentation de la dissipation d'énergie associée au maintien de l'organisme). Cet accroissement de la métabolisme est corrélé à une diminution de la croissance des consommateurs. Ainsi, cette dissipation d'énergie semble nutritionnelle pour l'organisme.



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