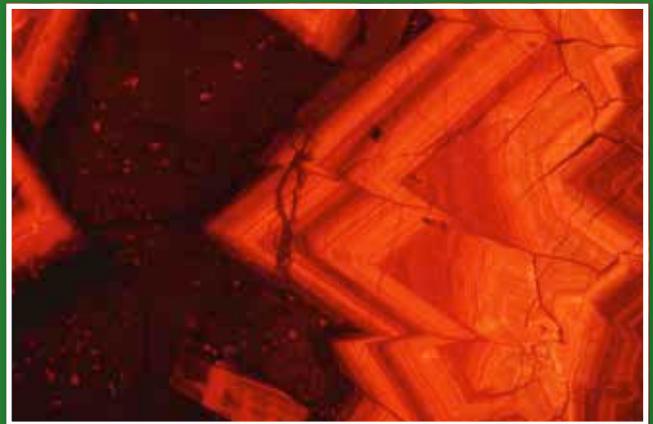
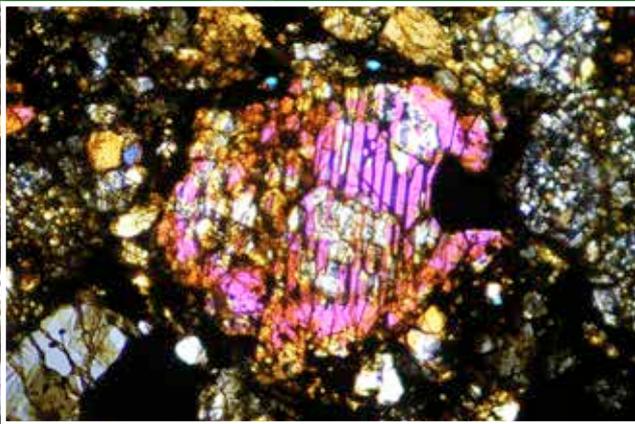




# otelo

Observatoire Terre Environnement Lorraine

## RAPPORT D'ACTIVITÉ 2015



# SOMMAIRE

- 02 MOT DE LA DIRECTRICE
- 03 HOMMAGE À PETE BURNARD
- 04 AVANCEMENT DES PROJETS MULTIDISCIPLINAIRES 2014
- 10 PEPS MIRABELLE 2015  
« GEOARCHEO »
- 11 LABORATOIRE SOLS ET ENVIRONNEMENT – FAIT MARQUANT 2015
- 13 SGA2015, 13TH SGA BIENNIAL MEETING
- 14 FAITS MARQUANTS
- 16 SÉMINAIRES SCIENTIFIQUES
- 17 ORGANIGRAMME
- 18 NOUVEAUX ÉQUIPEMENTS DE TERRAIN
- 18 BILAN FINANCIER
- 19 RESSOURCES HUMAINES
- 19 DISTINCTIONS
- 20 BILAN SCIENTIFIQUE
- 21 MANIFESTATIONS
- 23 REVUE DE PRESSE



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

Date de parution : Décembre 2016



Cette édition 2015 du rapport d'activité d'OTELo présente les actions transversales engagées entre unités, les nouveaux équipements significatifs, les faits marquants, et les événements significatifs de cette année. Les projets pluridisciplinaires entre unités soutenus par OTELO en 2014 abordent des thèmes variés, des paléoenvironnements, à la quantification des éléments dans les fluides et cristaux, jusqu'aux technosols et à l'écotoxicité de polluants dans les sols. Le projet exploratoire (PEPs) inter-pôles quant à lui illustre une approche pluridisciplinaire avec des archéologues sur les mines de cuivre et plomb. La création en 2015 de l'OHM (Observatoire Homme Milieu) Pays de Bitche, fait marquant identifié par le LIEC, illustre aussi l'association d'aspects socio-économiques et écosystémiques, dans un projet dédié l'étude des mutations d'un territoire suite à la forte déprise militaire. Pour avancer dans sa démarche active sur la gestion des données OTELO-Cloud a été créé pour stocker les données des projets, en particulier des projets d'observation.

L'année 2015 a été marquée par des actions fortes comme l'organisation du 13ème congrès de la SGA (Society of Geology Applied to mineral deposits) à Nancy qui a réuni plus de 700 participants. Ce congrès était porté par Géoresources, mais a vu la participation active de toutes les unités d'OTELo, notamment dans des sessions initiées dans le cadre du LabEX RESSOURCES 21 autour de la thématique des terres rares.

Un autre événement à souligner est la création du Laboratoire International Associé (LIA) ECOLAND entre l'INRA, l'UL et l'Université Sun Yat Sen de Canton en Chine, qui repose sur une longue collaboration entre le LSE et le LEPCRT de l'Université chinoise. Les thématiques abordées sont en lien avec le GISFI et le LabEX RESSOURCES 21, projets phares d'OTELo. Un nouveau CPER (Contrat de Projet État Région) a été soumis et retenu pour être financé sur la période 2015-2020, qui associe dans un même projet porté par OTELO trois sous-projets : • Plateforme géochimique, • Ressources du sous-sol, géomatériaux, énergie (Transter) • Ressources du sol, territoires, sols, eaux, environnements (avec les actions GISFI, GIS sur les Friches Industrielles), ZAM (Zone Atelier Moselle), Santé Environnement). Ce projet devrait permettre de maintenir et de poursuivre le développement au meilleur niveau des équipements en Géosciences et Environnement en Lorraine.

2015 est aussi une année marquée par la tristesse, avec le décès brutal de notre regretté collègue Pete Burnard. Un hommage lui est rendu ici.

Je remercie tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce rapport d'activité, et vous en souhaite une bonne lecture

*Corinne LEYVAL, Directrice d'OTELo*

# HOMMAGE À PETE BURNARD

L'année 2015 a été fortement marquée pour notre communauté des géosciences par le décès accidentel de notre collègue Pete Burnard (DR-CNRS) au cours de l'été lors d'un accident de deltaplane. Nous avons perdu un ami très cher, un être humain exceptionnel, et un grand scientifique. Toute la communauté a présent à l'esprit sa passion pour la géochimie et son dévouement pour former des jeunes thésitifs et chercheurs. Pete avait commencé sa carrière au CRPG en 2002 comme Ingénieur de Recherche, avant d'intégrer le corps des directeurs de recherche en 2010. Il était un leader mondial de la géochimie des gaz rares, et avait développé l'un des laboratoires les plus performants du domaine. Génie de l'analyse isotopique, il concevait et mettait au point avec ses collègues, post-docs et étudiants des systèmes uniques permettant plusieurs premières mondiales, telles que l'analyse de gaz piégés dans des bulles micrométriques, celle de la composition isotopique des gaz rares - hélium, xénon - avec une précision de l'ordre du pour mille, et celle de particules solaires piégées dans des cibles exposées dans l'espace. Ses travaux multiples sur la géochimie des gaz rares dans le manteau terrestre, sur la datation des surfaces par les isotopes cosmogéniques et leur application aux processus magmatiques, sur les fluides dans les zones sismogéniques, sur l'origine des carbonatites l'ont amené sillonner avec ses collègues chercheurs les zones les plus intéressantes et intrigantes du fonctionnement de notre planète, ceci sur les volcans actifs, les zones sismogéniques en Tanzanie, en Afar, en Islande, en Sicile au fond des mers (en sous marin !). Il laisse des articles fondateurs sur l'origine des gisements, sur les mécanismes de dégazage des magmas, sur l'accrétion magmatique, sur la formation et l'évolution de la Terre. Ses qualités humaines, sa gentillesse, son dynamisme, s'ajoutaient à son expertise pour le rendre non seulement indispensable dans la discipline, mais surtout unique comme mentor et ami.



# AVANCEMENT DES PROJETS MULTIDISCIPLINAIRES 2014

## PALEOENVIRONNEMENTS ET PALÉOCLIMATS DU TIANSHAN AU NÉOGÈNE : ANALYSE DES ISOTOPES DE L'OXYGÈNE ET DU CARBONE ( $\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{13}\text{C}$ ) SUR DES SÉRIES FLUVIO-LACUSTRES.

**Porteurs :** Julien CHARREAU, Yann HAUTEVELLE, Christian France-LANORD, Thomas RIGAUDIER, Emmanuelle MONTARGES-PELLETIER

**UMR :** CRPG, GéoRessources, LIEC

**Montant du financement OTELo :** 7 928 €

### Résumé du projet :

L'Asie et plus particulièrement l'Asie Centrale sont des régions clés pour l'étude des interactions entre déformation continentale, évolution climatique associée et processus de surface. Or, il existe à ce jour relativement peu de données contraignant l'évolution climatique au Nord du Plateau Tibétain suite à la collision Inde-Asie il y a 55 Ma. Ceci est particulièrement vrai autour du Tianshan qui représente pourtant un relief imposant et majeur dans cette région. Sa surrection en réponse à la collision Inde-Asie a donc probablement largement modifié l'environnement et le climat régional. Dans le cadre de ce projet on se proposait donc de mieux documenter l'histoire paléo-environnementale et paléo-climatique autour du Tianshan et ceci à partir de l'analyse des isotopes du C et de l'O sur des séries Néogènes syn-orogéniques fluvio-lacustre qui sont bien datées (magnétostratigraphie). Ce projet visait à mesurer des échantillons prélevés sur le piémont sud de la chaîne afin de compléter et comparer à une étude déjà engagée sur le piémont Nord de la chaîne et ayant donnée lieu à une publication.

### Résultats scientifiques obtenus :

Nous avons réalisé >100 analyses classiques de  $\delta^{13}\text{C}$  et le  $\delta^{18}\text{O}$  sur les carbonates pédogénétique prélevés sur la coupe Yaha située au Sud du Tianshan. Ces mesures ont été couplées à celle de la MO extraite après attaque acide d'une vingtaine d'échantillons. Les résultats obtenus sont présentés en figure 1. Les  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{18}\text{O}$  mesurés oscillent respectivement entre -8 et +3 et +18 et +28 montrant des variations importantes entre 12 et 8Ma (Fig.1a). Ces dernières sont probablement liées à un environnement de dépôt de type lacustre comme suggéré par l'analyse sédimentologique (Charreau et al., 2008). Cependant les valeurs obtenues restent ambiguës et ne permettent pas de trancher concernant le type de végétation (C3 ou C4?) présent dans la région. L'analyse de la MO ne permet pas pour autant de lever l'incertitude car les valeurs obtenues sont comprises entre -25 et -20 et donc restent différentes des valeurs typiques des plantes C3 (-27) comme celles des plantes en C4 (-13). Cette différence traduit probablement une contamination par des éléments détritiques. Par ailleurs nous avons également réalisé des analyses de la MO similaires sur le piémont Nord du Tianshan. Cette fois les valeurs obtenues

sont plus proches de celles attendues pour des plantes de type C3 puisqu'elles oscillent autour de -25. Dans tous les cas les concentrations en MO mesurées étant très faible, la validité de ces mesures est discutable et l'interprétation doit rester prudente. Ces travaux devront être complétés par des analyses plus poussées de la MO et notamment après une phase de purification et d'extraction de la MO plus efficace. Que ce soit au Nord comme au Sud du Tianshan la composition en O reste relativement stable depuis au moins 10Ma. Or la topographie des bassins versant des rivières étudiées et probablement un facteur contrôlant la composition des eaux de ruissèlement et ainsi celle des carbonates pédogéniques mesurée(Charreau et al., 2012). En conséquence, la topographie du Tianshan est probablement restée stable depuis 10Ma. Néanmoins, il faut rester prudent car contrairement à un modèle de rainshadow classique où la partie abritée et plus sèche présente des pluies appauvries en O lourd, ici les compositions mesurées au Sud du Tianshan sont similaires à celles du Nord. Il est donc probable que des effets d'évaporation ou de contamination détritique viennent complexifier ce signal et donc l'interprétation que l'on peut en faire. L'analyse de carbonate détritique dans le futur permettra de mieux quantifier ce dernier point. Enfin, nous avons également réalisé une vingtaine d'analyses des argiles qui suggèrent une altération plus poussée sur le piémont Nord de la chaîne, et ceci depuis plus de 10Ma.Ceci reste cohérent avec le climat actuel et donc suggère encore une fois une stabilité des systèmes climatique depuis le Néogène.

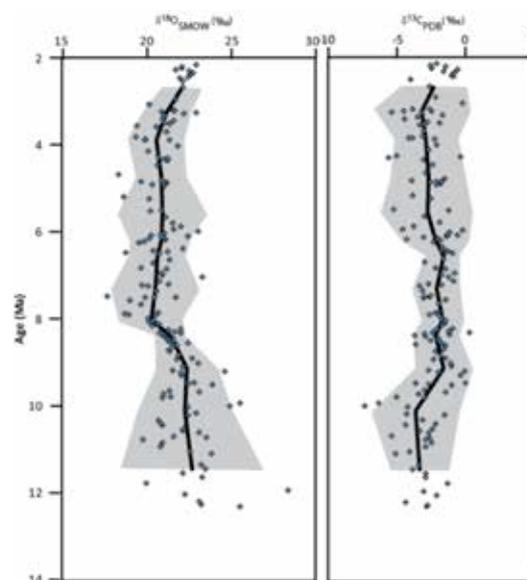


Figure 1a : Evolution du  $\delta^{13}\text{C}$  et du  $\delta^{18}\text{O}$  mesurés sur des échantillons de la coupe Yaha située sur le piémont Sud du Tianshan

# QUANTIFICATION DES ÉLÉMENTS TRACES DANS LES FLUIDES ET CRISTAUX DES GRENATS TSAVORITE : APPORTS SUR L'ORIGINE GÉOGRAPHIQUE DE LA TSAVORITE ET LA MOBILITÉ DES MÉTAUX (V, CR,...) DANS DES ENVIRONNEMENTS DE TYPE SCHISTE NOIR.

**Porteurs :** Gaston GIULIANI, Marie-Christine BOIRON  
**UMR :** CRPG, GéoRessources  
**Montant du financement OTELo :** 9 760 €

**Résumé du projet :**

Le projet a pour but : (1) de déterminer les concentrations en éléments traces par l'ablation laser couplée à l'ICPMS du grenat tsavorite (grossulaire vanadifère), des gisements de la ceinture métamorphique néoproterozoïque mozambicaine, afin de discriminer leur origine géographique et de retracer le cycle géochimique de ces éléments en conditions de métamorphisme amphibolite depuis le protolithe jusqu'au grenat. (2) de caractériser la nature des fluides piégés par le grenat tsavorite.

**Résultats scientifiques obtenus :**

1) Le vanadium (V), chrome (Cr), gallium (Ga), yttrium (Y), germanium (Ge) et zirconium (Zr) permettent de discriminer l'origine géographique des gisements de tsavorite étudiés : Madagascar, Kenya, Tanzanie, Pakistan et Antarctique (figure 1).

2) L'étude de la distribution des éléments traces dans les gneiss graphiteux (Gg) et du grenat dans les gisements du Kenya montre que le V, Cr, Ga sont facilement incorporés dans le site octaédrique du grenat (Al<sup>3+</sup>) car leur rayons atomiques sont voisins. Le Ge est incorporé dans le site tétraédrique (Si<sup>4+</sup>) alors que le Zr<sup>4+</sup> à fort rayon atomique ne l'est pas. L'Y<sup>3+</sup> est incorporé dans le site dodécaédrique du grenat (Ca<sup>2+</sup>) car les rayons atomiques du Ca et de l'Y sont identiques. Cette substitution s'accompagne d'un transfert de charges dans le site octaédrique.

La teneur moyenne en V et Cr des Gg est respectivement de 1550 et 330 ppm (N= 10). La concentration rencontrée dans les grenats est de 30 à 120 fois plus forte que celle du Gg. Il en est de même pour les concentrations en Ga, Ge, et Y qui sont nettement supérieures aux valeurs

moyennes analysées pour les Gg (respectivement 18, 1 et 40 ppm). La teneur en Y est multipliée par 20 pour le grenat de la mine de tsavorite (800 ppm).

3) Les fluides primaires de la tsavorite sont à H<sub>2</sub>S-S<sub>8</sub> avec parfois des minéraux fils tels la halite, et des inclusions de calcite, pyrite et micas. L'analyse des fluides après écrasement des tsavorites a permis la détection des anions et cations suivants : SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>>Ca<sup>2+</sup>>Na<sup>+</sup>>Mg<sup>2+</sup>>Cl<sup>-</sup>>K<sup>+</sup>>F<sup>-</sup>. H<sub>2</sub>S provient de la thermoréduction de sulfates qui a réagi avec le Fe des Gg pour former la pyrite. L'oxydation de la matière organique a contribué à la précipitation de carbonates et de graphite.

**Valorisation du projet (publications, conférences, etc.) :**

Publications en cours :

- 1) Trace elements discrimination for the geographic origin of tsavorite from the Neoproterozoic Metamorphic Mozambique belt.
- 2) Fluid inclusions in tsavorite from the Neoproterozoic Metamorphic Mozambique belt: genetic implications

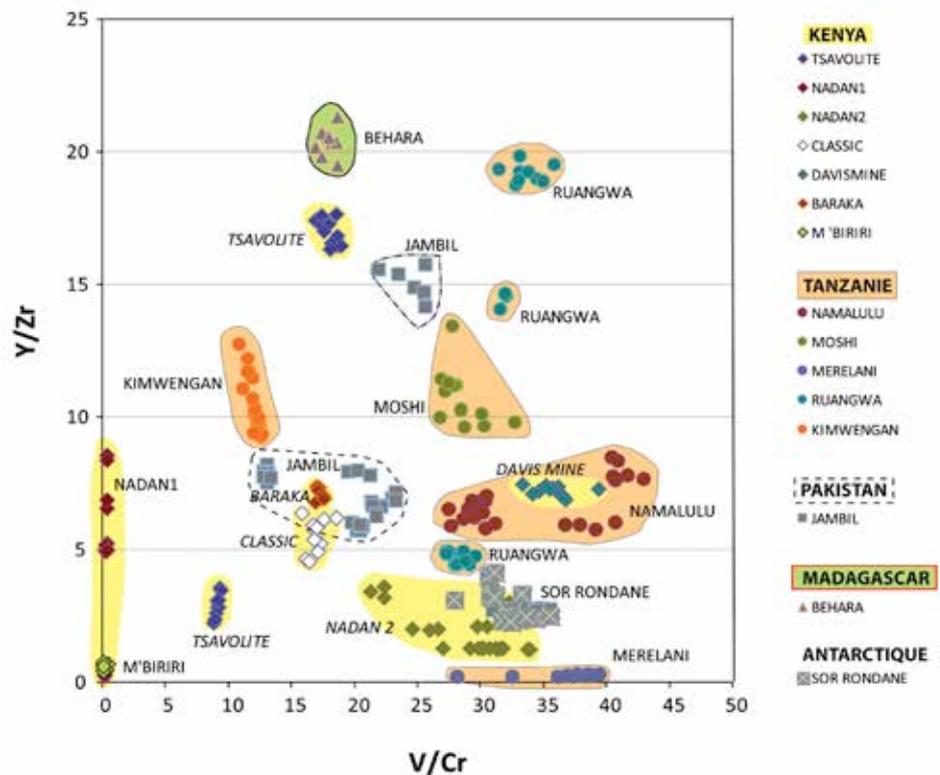


Diagramme chimique V/Cr en fonction de Y/Zr des différents gisements de tsavorite étudiés, de la ceinture métamorphique néoproterozoïque mozambicaine. Ce diagramme permet la discrimination de la quasi totalité des gisements. Les quelques recouvrements sont résolus en utilisant les diagrammes V en fonction du Cr et Y en fonction du rapport V/Cr.

# OPTIMISATION DE LA CROISSANCE DES VÉGÉTAUX SUR DES TECHNOSOLS URBAINS.

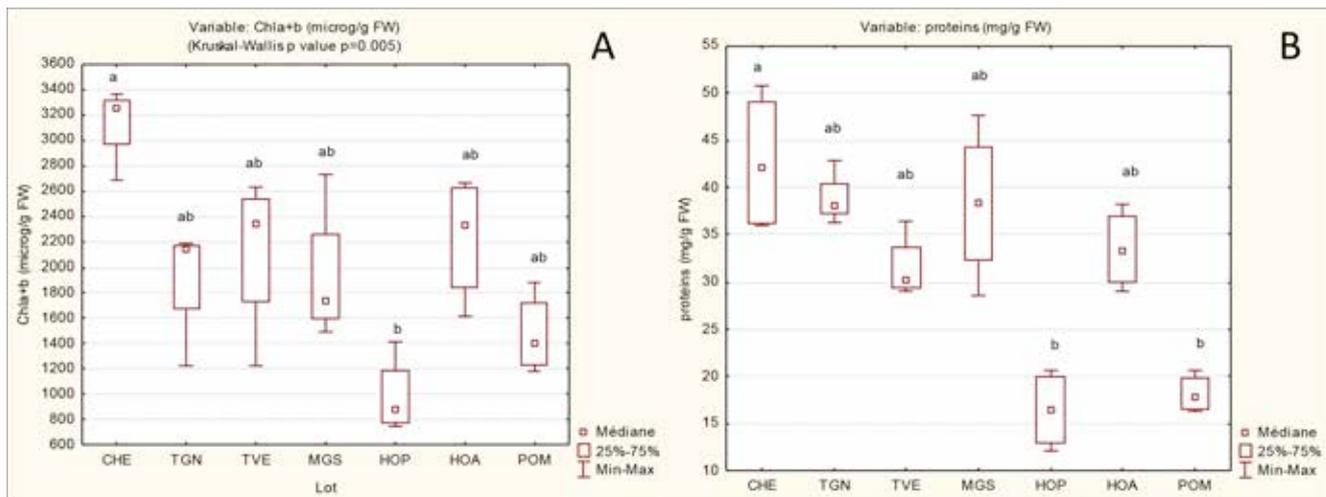


Figure 1 (A) Teneur en chlorophylle a+b (µg g<sup>-1</sup> de matière fraîche) et (B) teneur en protéine totale (mg g<sup>-1</sup> de matière fraîche) dans les feuilles de haricot vert récoltées après 49 jours de germination.

**Porteurs :** Pierre LEGLIZE, Jean-François MASFARAUD

**UMR :** LIEC, LSE

**Montant du financement OTELo :** 8 120 €

### Résumé du projet :

L'urbanisation croissante induit un changement d'usage des sols associé à une diminution des surfaces agricoles au profit des sols urbains. Pour faire face aux besoins alimentaires, certains Technosols pourraient être reconvertis pour la production maraîchère. Ce projet a pour objectif d'évaluer le bon développement d'espèces potagères sur différents technosols en utilisant des indicateurs physiologiques et biochimiques. Les résultats montrent que la valorisation de technosols à des fins de production de plantes potagères est possible mais impose des essais préalables.

### Résultats scientifiques obtenus :

Des essais de croissance d'espèces végétales potagères (radis, haricot, laitue, tomate, courgette) sur différents technosols, représentatifs d'un gradient d'anthropisation, ont été réalisés : d'abord screening en phytotron, puis production de légumes en serre, et enfin culture en condition réelle pour trois substrats (toiture végétalisée, sol construit à partir de matériaux délaissés ou décontaminés, un substrat d'une ancienne cokerie). Lors de ces essais, différents paramètres ont été mesurés (i) paramètres physiologiques (biomasse, architecture racinaire, surface foliaire) (ii) paramètres biochimiques (activité photosynthétique, concentration en protéines).

Les résultats obtenus en phytotron ont montré une grande disparité dans le potentiel productif. En effet, même s'il a été possible d'observer le développement de l'ensemble des espèces végétales sur chacun des substrats testés, les substrats de friches industrielles montrent un développement limité, 5, 10 à 40 fois plus faible (respectivement POM, HOA et

HOP) que le meilleur substrat (MGS). Les essais en serre ont permis d'obtenir des légumes à maturité sur l'ensemble des substrats avec des rendements de production allant dans le même sens que lors des essais en phytotron.

Les indicateurs biochimiques, mesurés sur des haricots verts en serre, ont montré un dysfonctionnement au niveau cellulaire pour les substrats les plus contaminés (HOP et POM) avec des teneurs faibles en protéines totales et en chlorophylles a+b (figure 1). Dans le cas de HOA, plus faiblement contaminé, ces paramètres sont équivalents à ceux des autres substrats. La faible productivité de HOA ne semble donc pas liée à un dysfonctionnement cellulaire mais peut être à une faible fertilité chimique. Les résultats montrent que les substrats construits (toiture végétalisée-TVE et substrat construit à partir de délaissés-MGS) présentent les potentiels agronomiques les plus importants. Dans le cas du substrat MGS, les matériaux utilisés sont issus du recyclage de boues de papeterie et de sols contaminés par désorption thermique. Nos résultats montrent que l'utilisation du génie pédologique pour reconstruire un sol à partir de matériaux délaissés permet d'obtenir un substrat avec une bonne aptitude à être support de production de biomasse alimentaire.

### Valorisation du projet (publications, conférences, etc.) :

Communication orale : LAURETTE J, CLAVERIE R, MASFARAUD J-F, SCHWAGER J, SCHWARTZ C., SERE G., SIRGUEY C, LEGLIZE P, (2015) Growing edible vegetables on Technosols, First results of the Agrotechnosol Project, 8<sup>th</sup> Sino-French Workshop on Soil Pollution and Remediation, 30 Novembre-2 Décembre 2015, Nancy, France.

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

Ce projet est complémentaire du projet Post-doc Agrotechnosol - appel d'offre Région-Université de Lorraine 2014.

# COMPOSÉS AROMATIQUES POLYCYCLIQUES POLAIRES : ÉCOTOXICITÉ EN CONTEXTE DE DÉPOLLUTION CAPÉDP.

## Porteurs :

Catherine  
LORGEUX, Coralie BIACHE,  
Sylvie COTELLE, Pierre FAURE,  
Jean-François MASFARAUD,  
Clément BOJIC, Delphine  
CATTELOIN

UMR : GeoRessources, LIEC

Montant du financement

OTELo : 10 000 €

## Résumé du projet :

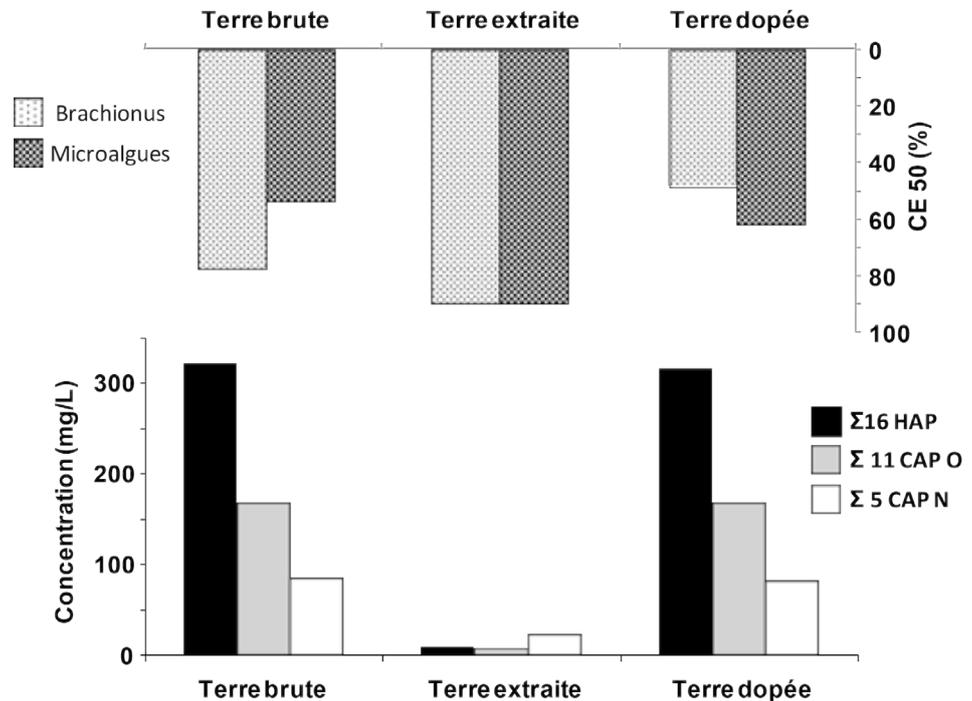
Les diagnostics réalisés pour évaluer les risques associés aux sols contaminés par les goudrons de houille en contexte de remédiation et/ou d'atténuation naturelle se focalisent principalement sur les teneurs en 16 HAP réglementaires (US-EPA). Pourtant, à ces HAP sont associés des composés aromatiques polycycliques (CAP) polaires en quantité importante présentant une forte solubilité (et mobilité) par rapport aux HAP « classiques ». Certains CAP polaires sont déjà reconnus pour leur toxicité élevée. Les travaux ayant montré cela sont généralement basés sur des tests utilisant des molécules pures. Cette approche simplifiée est nécessaire, mais il est important de la compléter en prenant également en compte la très forte diversité d'une contamination réelle.

Ce projet, à travers une collaboration entre géochimistes organiciens et écotoxicologues, vise à confronter des tests d'écotoxicité sur des sols bruts, traités et dépollués, à leurs caractérisations moléculaires fines. Le but de cette étude est (i) de déterminer si différents traitements de ces sols induisent une modification de leur toxicité et (ii) de relier la nature physico-chimique des composés présents (et notamment les CAP polaires) aux réponses écotoxicologiques.

Une étape de validation avec des molécules modèles a permis de confirmer une tendance à une toxicité plus élevée des CAP polaires. Des eaux de lessivage de sols contaminés ont été testées. Les premiers résultats montrent bien la contribution de la contamination organique du sol à la toxicité de ces eaux.

## Résultats scientifiques obtenus :

Dans un premier temps, la toxicité de CAP polaires purs (azotés et oxygénés) à 2, 3 et 4 cycles aromatiques dans l'eau a été mesurée et comparée avec celle des HAP équivalents en utilisant des tests d'écotoxicité aiguës (*Daphnia magna*) et chroniques (*Brachionus calyciflorus* et *Pseudokirchneriella subcapitata* (microalgues)). Les résultats tendent à montrer une toxicité plus marquée pour les CAP polaires, plus particulièrement sur le test microalgues. Pour la suite, les tests



Teneur en CAP (16 HAP USEPA, 11 CAP-O et 5 CAP-N) et CE-50 mesurée pour deux tests écotoxicologiques (*Brachionus calyciflorus* et *Pseudokirchneriella subcapitata*) pour l'eau de lixiviation de la terre d'usine à gaz pour trois modalités (terre brute, terre extraite et terre dopée).

*Brachionus* et microalgues ont été sélectionnés.

Cette toxicité des CAP polaires confirmée, un travail ciblant les eaux de lessivage issues de terres contaminées provenant d'une ancienne cokerie et d'une ancienne usine à gaz a été réalisé. Afin d'obtenir des réponses écotoxicologiques contrastées, ces terres ont été préalablement modifiées pour que la composante organique (contamination) soit différente mais que la fraction inorganique reste inchangée. Les modalités suivantes ont été étudiées : terre brute (intégration de toute la complexité de la pollution), terre extraite au solvant (évaluation de la toxicité des phases inorganiques et de la MO insoluble) et terre extraite au solvant puis re-contaminée (augmentation de la disponibilité des CAP pour évaluer son influence).

Ces essais révèlent que la toxicité chronique de la terre de cokerie n'est pas significative quelles que soient les modalités testées tandis que la terre d'usine à gaz montre une toxicité pour les deux tests plus marquée lorsque les CAP sont disponibles. Pour la terre extraite, aucune toxicité n'est détectée confirmant bien qu'elle est liée à la contamination organique.

Des tests ciblant ces terres traitées par oxydation chimique à deux doses différentes (faible dose conduisant à un enrichissement en CAP oxygénés et forte dose éliminant l'ensemble des CAP) sont en cours. Ce gradient de contamination en CAP oxygénés va permettre de vérifier en conditions réelles l'impact des CAP polaires sur la toxicité des terres.

## Valorisation du projet (publications, conférences, etc.) :

Présentation lors du séminaire OTEL0 du 07 Janvier 2016.

## TRAÇAGE ÉLÉMENTAIRE ET ISOTOPIQUE (GERMANIUM) DES CONDITIONS DE FORMATION DES BIFS (FORMATIONS DE FER RUBANÉS) PRÉCAMBRIENS.

**Porteurs :** Béatrice LUAIS, Marie-Christine BOIRON

**UMR :** CRPG, GeoRessources

**Montant du financement OTELO :** 5 000 €

### Résumé du projet :

Ce projet propose d'étudier l'origine et les conditions de formations de roches sédimentaires précambriennes que sont les BIFs (Formations de Fer Rubanées) à partir des variations isotopiques du Ge et des variations élémentaires Ge/Si, à l'échelle millimétrique et micrométrique par des mesures MC-ICP-MS et *in situ* (ablation laser ICPMS). Les laminations des BIFs constituent des enregistrements temporels de la dynamique sédimentaire, et de la composition du fluide (eau de mer, apport hydrothermal), et des conditions d'oxydation des océans de la Terre Primitive au cours des temps géologiques. Cet état redox est enregistré dans les sédiments chimiques très anciens, formés par la précipitation d'éléments dissous dans les océans, que sont les cherts (précipités de silice) et les BIFs, roches caractérisées par des laminations alternées de quartz ( $\approx 40-60\%$ ), et d'oxydes de fer ( $\approx 20-40\%$ ). L'énigme de la formation des BIFs (3.5-2.7Ga et 2.7-1.8Ga avec un pic de formation à 2.5Ga) est liée au «paradoxe du Fer». Les laminations riches en fer se particularisent par la coexistence de minéraux comme la magnétite comprenant  $Fe^{II}$  et  $Fe^{III}$ , alors que l'atmosphère à l'Archéen est pauvre en oxygène. Les modèles suggèrent une source détritique pour les zones riches en silice et un apport hydrothermal pour les zones riches en oxydes de fer. La paléo-chimie des océans montre que le rapport Ge/Si dans les environnements hydrothermaux est plus élevé que dans ceux issus de l'altération continentale. Nous proposons d'utiliser **le germanium** comme nouveau traceur à la fois des zones riches en Si et de celles riches en fer. Le Germanium est présent en concentration suffisante et donc mesurable car 1) le Ge a le même comportement que Si, et se substitue à Si dans le site tétragonal; 2) le Ge est sidérophile, à forte affinité pour le Fer.

### Résultats scientifiques obtenus :

L'objectif de ce projet est de tracer à l'échelle de l'échantillon les variations fines de Ge/Si et les compositions isotopiques du Ge d'un échantillon de BIF d'Isua ( $\sim 3.7-3.8$  Ga, Groënland) de  $7 \times 5 \times 1$  cm. Il comprend quatre bandes de magnétite de 1, 0.05, 0.2, et 1.2 cm, en alternance avec les zones riches en quartz.

Les données élémentaires de Ge ont été acquises *in-situ* par ICP-MS à ablation laser (GeoRessources-Nancy). Un développement analytique a permis de déterminer le standard adéquat pour les matrices d'oxydes de Fer. Un grand nombre d'analyses a été effectué dans les différentes phases minérales, sur tout l'échantillon, afin d'établir un profil complet de variation du rapport Ge/Si. Les résultats font apparaître des concentrations très contrastées entre phases minérales, notamment les phases primaires : Quartz (Ge = 6-15 ppm), magnétite (Ge = 33 ppm), et les phases secondaires : amphibole (Ge = 93 ppm), pyrite (Ge = 0.3 ppm) résultant d'une altération tardive. Des variations significatives de la concentration en Ge (Ge/Si) dans les quartz, avec la stratigraphie et à l'intérieur d'une même lamination, seraient une indication de la variation temporelle des conditions de dépôts du silicium, et à courte échelle de temps. Ces résultats indiquent que les mesures isotopiques en Ge par MC-ICPMS (Neptune-Plus, CRPG, développements analytiques pour les matrices silicatées, métalliques) ne peuvent être effectuées sur un échantillonnage global de chaque lamination, mais sur les fractions pures de quartz, amphibole, magnétite que nous avons séparées par tri manuel, dans chaque lamination de quartz et de magnétite.

### Valorisation du projet (publications, conférences, ...) :

**Luais B.**, Lach Ph., Thomassot E., Chaussidon M., **Boiron M.C.** (2011) Preliminary high-resolution Ge/Si data in early Archaean BIFs. *Mineral. Magazine*, 75 (3), 1362.

## CONDITIONS D'ALTÉRATION DES CHONDRITES DE TYPES CM.

**Porteurs du projet :** Yves MARROCCHI, Laurent TRUCHE

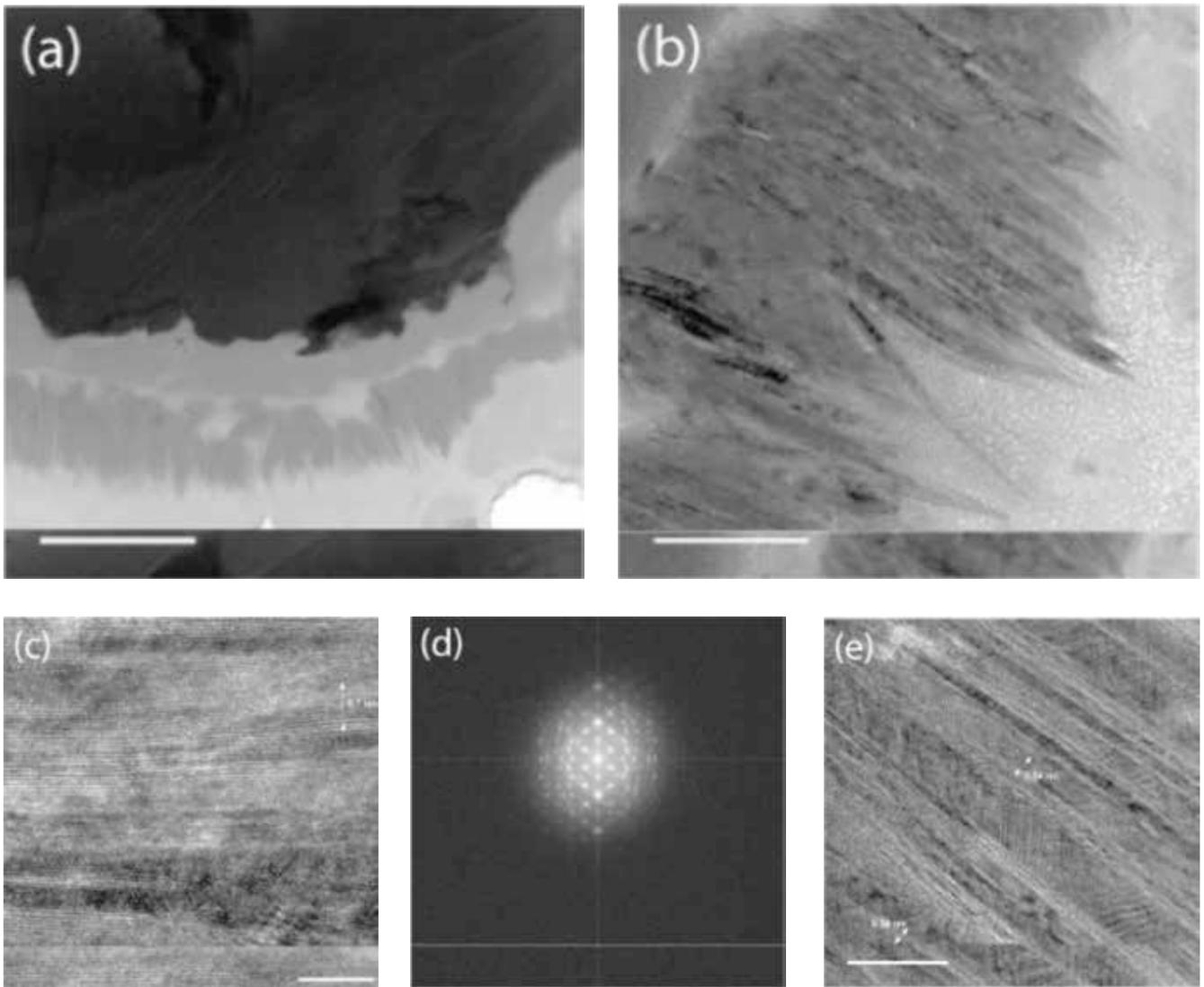
**Unités de recherche :** CRPG et GéoRessources

**Montant du financement OTELO :** 9 000 €

### Résumé du projet :

Les météorites primitives ont été affectées par des processus d'altérations secondaires, sur les corps parents astéroïdaux, qui ont largement modifiés leurs caractéristiques primaires. Si la description de ces paragenèses secondaires a fait l'objet de nombreuses publications, la compréhension de leurs conditions de formations (i.e., durées et propriétés physico-chimiques des fluides) reste aujourd'hui encore

très limitée. Ainsi, les phases secondaires les plus caractéristiques des chondrites altérées sont des associations submillimétriques tochilinites ( $6Fe_0.9S_5(Mg,Fe^{++}(OH)_2)$  - cronstedtite ( $Fe^{2+}_2Fe^{3+}(Fe^{3+}Si)O_5(OH)_4$ ). Le champ de stabilité de la tochilinite est relativement bien compris et suggère des environnements de formation caractérisés par des fugacités d'oxygène et de soufre relativement basses et des températures inférieures à  $120^\circ C$  (Moroz *et al.*, 1997). En revanche, les conditions de formation de la cronstedtite sont mal contraintes du fait de son faible nombre d'occurrence dans les roches terrestres (van der Vusse & Powell, 1983; Peng *et al.*, 2007). Les conditions physico-chimiques permettant la



(a) et (b) images MET en fond sombre des phases d'altération observées en bordure d'une bille de fer métal. (c) et (e) Images MET montrant des détails des phases d'altération et les intercroissances entre et la cronstedtite (d) et la tochilinite (f) identifiées par leur cliché de diffraction électronique respectif.

formation d'associations tochilinite-cronstedtite restent aujourd'hui largement ignorées alors que leur compréhension permettrait de mieux appréhender l'évolution géologique de astéroïdes.

#### Résultats scientifiques obtenus :

Afin de mieux comprendre l'altération des chondrites, des expériences de laboratoire ont été menées sur des analogues typiques des matrices des chondrites peu altérées : verre  $\pm$  olivines  $\pm$  Fe<sup>0</sup>. Les fluides utilisés ont permis de couvrir des pH neutre et alcaïns. Une série d'expériences a également été effectuée avec un fluide dopé en soufre. Les expériences d'altération ont été réalisées à 80°C et pendant des deux variables (30, 60 et 180 jours). Les résultats obtenus montrent la présence d'assemblages tochilinite/cronstedtite en périphérie des billes de fer métallique (Fig. 1) qui partagent des similarités importantes avec les assemblages des chondrites. Les compositions chimiques de ces assemblages sont également très proches de ceux des météorites. Il apparaît donc qu'il est possible de former des assemblages tochilinite/cronstedtite à des température relativement élevées alors que l'altération des chondrites est généralement considérée comme ayant eu lieu à des températures plus basses (20-35°C). La complexité

des assemblages de départ ne permet pas d'effectuer des modélisations thermodynamiques des champs de stabilités de la tochilinite et de la cronstedtite. En revanche, des séries d'expériences à différentes températures (25°C, 50°C, 100°C, 125°C) sont en cours de réalisation.



**Valorisation du projet (publications, conférences, ...)** : Une publication en préparation. Lionel Vacher, Laurent Truche, Yves Marrocchi - *Geochimica et Cosmochimica Acta*

**Autre(s) subvention(s) obtenue(s)** : ANR SAPINS (PI Yves Marrocchi, 2015-2019)

# PEPS MIRABELLE 2015 « GEOARCHEO »

**Porteur :** Jean Cauzid

**UMR :** GeoRessources (OTELo) et HISCANT-MA (TELL)

**Montant du financement :** 21 500 €

## Résumé :

Coupler les données spectroscopiques de terrain aux mesures topographiques de surface et souterraines pour proposer des modèles 3D du sous-sol. Application en première approche aux anciennes mines de Pb et de Cu de la Grande Région. Ces mines sont d'intérêt d'une part pour les archéologues qui étudient l'évolution des techniques d'exploitation à l'échelle du site, et qui évaluent l'importance des ressources minérales dans les dynamiques de peuplement à l'échelle du district, et d'autre part pour les géologues notamment parce que les gîtes de cuivre et de plomb sont des cibles dans l'étude des métaux rares.

## Résultats obtenus

### Méthodologie de prise de mesures XRF :

Le projet a permis de mener plusieurs campagnes de prise de mesure XRF et de mettre au point la méthodologie permettant d'affecter, pour chaque élément chimique choisi, une valeur issue des mesures XRF à une portion de galerie. Du fait de l'hétérogénéité de la roche en place, la mesure ne devient représentative qu'à partir de huit points répartis aléatoirement. Pour y pallier, une mesure en déplacement continu du spectromètre portable est plus à même de donner des résultats significatifs par augmentation de la taille de la zone échantillonnée. Quelques mètres de galeries ont été analysés. Des projets d'automatisation de la prise de mesure sont en préparation.

### Levés topographiques :

Le projet a permis de tester également les mesures LiDAR par drone sur le complexe minier de la Grande Montagne de Château-Lambert (Haut-du-Them – Château-Lambert/Le Thillot). Les difficultés économiques de l'entreprise partenaire n'ont pas permis de continuer les mesures sur le district du Warndt.

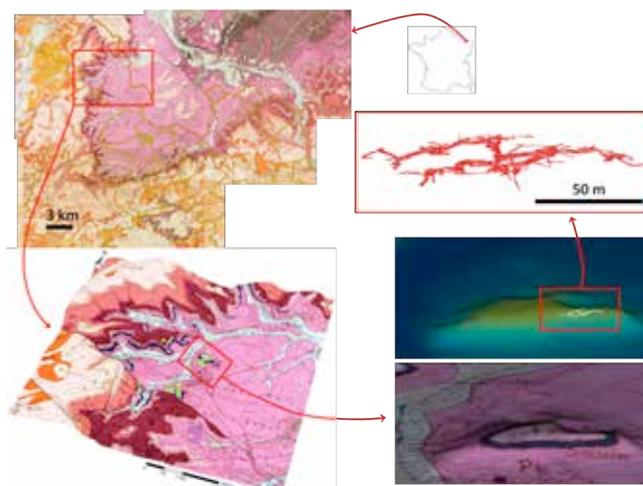


Figure 1: localisation du district du Warndt, de la butte témoin de la Grande Saule choisie pour cette étude. Rendu 3D de la carte géologique nappée sur la topographie (MNT IGN) et rendu 3D des levés topographiques souterrains dans la topographie. Rendu 3D des galeries seules. 1400 mètres de développement linéaire ont été levés dans la mine représentée.

La topographie souterraine de la mine de plomb principale de la Grande Saule (Falck – 57) a été levée par les topographes de l'association ERMINA.

### Caractérisation minéralogiques :

Des échantillons prélevés sous terre ont permis d'effectuer les premières caractérisations. Les échantillons ne pouvant être préparés en lames minces ou sections polies du fait de la très grande friabilité du grès, des séparations en liqueur dense suivies d'inclusion dans la résine ont permis de reconnaître les principales phases minéralisées. Des essais d'imprégnation sous pression ont été faits au premier semestre 2016. Ces échantillons n'ont pas encore été testés pour une préparation en lame mince.

### Valorisation du projet :

Une communication orale à la Réunion des Sciences de la Terre

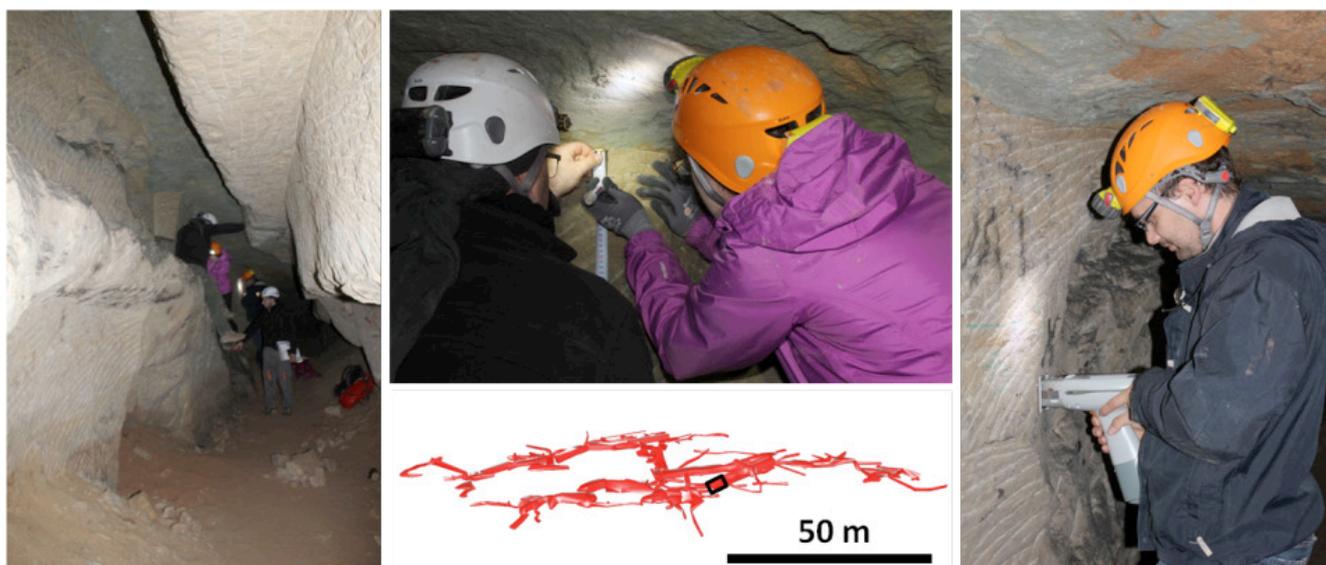


Figure 2: localisation des mesures XRF (rectangle noir). Vue des galeries (gauche) et localisation du chantier, positionnement des points de mesure XRF au correcteur (centre), prise de mesure XRF (droite).

(Lacroix E., Cauzid J., Atton M., Delpéch M., Delpéch S., Morin D., Pastor R., Wilmoth A. 2016 Les minéralisations à Cu et à Pb de la Grande Saule, Falck, Moselle. RST Caen, 24-28 octobre 2016.) Un réseau transfrontalier sur l'étude du Warndt est en cours de montage. Les premières rencontres franco-allemandes ont eu lieu à Falck les 24 et 25 juin 2016. Les prochaines rencontres sont prévues le 26 novembre 2016.

#### Réponses obtenues à un ou plusieurs appels à projets:

- Réponse négative en deuxième phase de l'AAP Générique ANR 2016. Ce projet ReMiT (Ressources Minérales et Territoires) sera resoumis à l'AAP Générique ANR 2017. Le projet ReMiT vise à reconstruire les trajectoires socio-environnementales de deux territoires ayant été exploités pour leurs ressources miné-

rales : les Alpes du Nord et le Warndt. Les laboratoires impliqués dans cette demande ANR sont GeoRessources (UL, porteur), HISCANT-MA (UL) et EDYTEM (USMB).

- Réponse en attente à l'AAP Mirabelle+ 2017. Projet issu du PEPS Mirabelle Geoarcho sans recouvrement avec le projet ReMiT. Le but est d'étudier si un lien existe entre les traces d'outils laissées sur les parois et les éléments métalliques présents dans le minerai exploité. C'est la poursuite du PEPS Geoarcho à l'échelle décimétrique à métrique.

- Réponse positive d'une demande de soutien auprès de l'Université de la Grande Région pour le financement des rencontres transfrontalières et la préparation d'un programme FEDER.

## LABORATOIRE SOLS ET ENVIRONNEMENT UMR 1120 UL-INRA - FAIT MARQUANT 2015

### CRÉATION DU LABORATOIRE INTERNATIONAL ASSOCIÉ (LIA) ECOLAND ENTRE L'INRA, L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE ET L'UNIVERSITÉ SUN YAT SEN DE CANTON - *ECOSYSTEM SERVICES PROVIDED BY CONTAMINATED LAND*

**Mots-clés :** sols pollués, services **écosystémiques**, dépollution et restauration des sols, agronomie urbaine, physiologie végétale, phytoremédiation, agromine

**Résumé :** Le LIA ECOLAND résulte de l'association du LSE (UMR 1120 INRA-UL) et du LEPCRT (SYSU, Canton) pour développer les recherches sur les services **écosystémiques** rendus par les sols contaminés. Fruit de 10 années de collaborations, ce LIA permet de positionner l'INRA sur une approche nouvelle de la gestion des territoires contaminés et de développer les connaissances et les technologies pour leur retour à la production agricole.

#### Une délégation du département EA en Chine pour concrétiser le laboratoire international associé

Guy RICHARD, chef du département Environnement et Agronomie, s'est rendu en Chine du 23 au 26 novembre dernier accompagné de scientifiques du département et de l'université de Lorraine dans le cadre de la collaboration avec l'université Sun Yat-Sen de Canton.



Figure 1. La concrétisation du LIA lors du séminaire Franco-Chinois de 2014 à Canton

**Contexte et enjeux :** Les grands territoires pollués posent de sérieux problèmes environnementaux et de santé humaine et sont souvent retirés de la production agricole alimentaire. Mais ils constituent aussi une ressource potentielle qui peut offrir une gamme de services écosystémiques à condition de mettre en place des stratégies appropriées pour leur retour à une activité agricole. Dans ce contexte, le *Guangdong Provincial Key Lab Environmental Pollution Control and Remediation Technology* (LEPCRT) de Sun Yat sen University (SYSU, Guangzhou) et le *Laboratoire Sols et Environnement* (LSE) de l'INRA et de l'Université de Lorraine (UL) se sont unis sous la forme d'un Laboratoire International Associé (LIA) dénommé ECOLAND (Figure 1).

Le LIA est destiné étudier l'état des services écosystémiques rendus par les territoires pollués et de dresser les bases pour des approches innovantes et des technologies afin d'augmenter, restaurer ou même créer de nouveaux services (Figure 2). En particulier, le programme est orienté vers le développement d'agrosystèmes multiservices en suivant trois voies de valorisation des territoires contaminés : la production de biomasse à usage non alimentaire (e.g. fibre, énergie, biochar), la production de biomasse à usage alimentaire (e.g. grande culture, agriculture urbaine) et la filière agromine (récupération d'éléments d'intérêt). Les moyens du LIA sont ceux des deux groupes qui mobilisent leurs ressources humaines et matérielles. Les recherches sont menées à partir de projets scientifiques soumis conjointement aux appels d'offres nationaux et internationaux, notamment franco-chinois et s'appuient largement les plateformes et stations expérimentales partagées dont disposent les deux



Figure 2. Terres agricoles contaminées par des effluents miniers – essais de longue durée de phytoextraction/stabilisation et de cultivars de riz non accumulateurs de cadmium (Guangdong, Chine)



Figure 3. Station expérimentale pour l'étude des processus de pollution et dépollution des sols de sites industriels et urbains et le développement des services écosystémiques (GISFI, France)



groupes et sur les échanges accrus de personnels (étudiants, scientifiques, ITA) qui constituent des atouts essentiels du LIA (Figures 3 et 4).

**Résultats** : Le LIA est le fruit de collaborations établies entre les deux unités depuis 2005 sur les questions relatives à la pollution des sols et leur remédiation, notamment par des voies *in situ* (e.g. phytoremédiation) qui ont amené à une série de publications communes dans des revues internationales à comité de lecture et à l'encadrement de thèses en co-tutelle et à des échanges d'étudiants (ingénieur, master, doctorat) et à l'invitation de professeurs. Depuis 2009, un séminaire conjoint élargi aux unités du département EA est organisé annuellement alternativement en France et en Chine portant sur un thème spécifique. En 2014, le séminaire a eu lieu à Canton et portait sur les services écosystémiques rendus par les territoires contaminés. En 2015, le séminaire de Nancy a concerné l'agronomie urbaine, qui ouvre des perspectives en matière de reconquête des territoires pour l'agriculture.

**Perspectives** : Le LIA ECOLAND permettra d'aboutir à une stratégie originale répondant à des préoccupations communes en France, en Europe et en Chine et de développer les connaissances sur les services écosystémiques rendus par des territoires spécifiques. Il contribuera ainsi au métaprogramme Inra EcoServ. Il servira aussi de nœud pour développer d'autres actions de coopération avec la Chine impliquant des unités



Figure 4. Dispositifs expérimentaux sur sites miniers en cours de restauration pour le développement des services écosystémiques: production de biomasse à usage industriel, augmentation de la biodiversité, réduction des flux de polluants (Jiangxi, Chine)

rattachées à l'Inra (e.g. gestion des déchets, émissions de GES, pesticides persistants). Un projet de réseau sur les services écosystémiques rendus par les territoires contaminés est en cours de constitution avec un ensemble d'unités INRA, ouvrant la problématique à une gamme plus large de situations (e.g. territoires contaminés par la chlrodécone).

#### Références bibliographiques : Publications communes sur la période 2010-2015

- Estrade N, Cloquet C, Echevarria G, Sterckeman T, Deng THB, Tang YT, Morel JL. 2015. Weathering and vegetation controls on nickel isotope fractionation in surface ultramafic environments (Albania) (Albania). *Earth and Planetary Science Letter*, 423:24–35.
- Deng THB, Cloquet C, Tang YT, Sterckeman T, Echevarria G, Estrade N, Morel JL, Qiu RL. 2014. Nickel and Zinc Isotope Fractionation in Hyperaccumulating and Non-accumulating Plants. *Environmental Science & Technology*, 48: 11926–11933.
- Liu WS, Liu C., Tang YT, Qiu RL, Teng WK, Wang ZW, Morel JL. 2014. Limiting factors for ecological remediation of abandoned rare earth elements (REEs) mine tailings and a field survey of REEs hyperaccumulating plants in Ganzhou, China. *20<sup>th</sup> Congress of the International Union of Soil Science*, Jeju, Korea.
- Wang SZ, Zhao ZH, Xia B, Qiu H, Morel JL, Qiu RL. 2014. A Fuzzy-based Methodology for an Aggregative Environmental. *Pedosphere* 24:220-231.
- Tang L, Ying RR, Jiang D, Zeng XW, Morel JL, Tang YT, Qiu RL. 2013. Impaired leaf CO<sub>2</sub> diffusion mediates Cd-induced inhibition of photosynthesis in the Zn/Cd hyperaccumulator *Picris divaricata*. *Plant Physiology and Biochemistry* 73:70-76.
- Qiu, RL, Zhang DD, Diao ZH, Huang XF, He C, Morel JL, Xiong Y. 2012. Visible light induced photocatalytic reduction of Cr(VI) over polymer-sensitized TiO<sub>2</sub> and its synergism with phenol oxidation. *Water Research* 46:2299-2306.
- Tang YT, Deng THB, Wu QH, Wang SZ, Qiu RL, Wei ZB, Guo XF, Wu QT, Lei M, Chen TB, Echevarria G, Sterckeman T, Simonnot MO, Morel JL. 2012. Designing Cropping Systems for Metal-Contaminated Sites: A Review. *Pedosphere* 22:470-48813.
- Tang YT, Cloquet C, Sterckeman T, Echevarria G, Carignan J, Qiu R, Morel JL. 2012. Fractionation of Stable Zinc Isotopes in the Field-Grown Zinc Hyperaccumulator *Noccaea caerulea* and the Zinc-Tolerant Plant *Silene vulgaris*. *Environmental Science & Technology* 46:9972-9979
- Du RJ, He EK, Tang YT, Hu PJ, Ying RR, Morel JL, Qiu RL. 2011. How phytohormone IAA and chelator EDTA affect lead uptake by Zn/Cd hyperaccumulator *Picris divaricata*? *International Journal of Phytoremediation* 13:1024-1036.
- Gu HH, Qiu H, Tian T, Zhan SS, Deng THB, Chaney RL, Wang SZ, Tang YT, Morel JL, Qiu RL. 2011. Mitigation effects of silicon rich amendments on heavy metal accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) planted on multi-metal contaminated acidic soil. *Chemosphere* 83:1234-1240.
- Ying RR, Qiu RL, Tang YT, Hu PJ, Qiu H, Chen HR, Shi TH, Morel JL. 2010. Cadmium tolerance of carbon assimilation enzymes and chloroplast in Zn/Cd hyperaccumulator *Picris divaricata*. *Journal of Plant Physiology* 167:81-87.

# SGA2015, 13<sup>TH</sup> SGA BIENNIAL MEETING

## « MINERAL RESOURCES IN A SUSTAINABLE WORLD »

Le congrès SGA2015 s'est déroulé du 23 au 27 août 2015. Il a été organisé par le CNRS et un consortium d'Universités (Université de Lorraine, KU Leuven, Université de Liège et RWTH Aachen). Cette édition 2015 représentait la 13<sup>ème</sup> édition de ce congrès biennal, et a été l'occasion de célébrer le 50<sup>ème</sup> anniversaire de la société savante SGA (Society of Geology Applied to mineral deposits).

La conférence s'est déroulée dans le tout nouveau Centre Prouvé, inauguré en 2014 et localisée au Cœur de la ville de Nancy. La participation a battu tous les records pour une biennale SGA avec 712 participants représentant 61 nationalités, incluant 603 conférenciers, 8 orateurs invités, 32 personnes accompagnantes, 19 exposants, et 50 volontaires, étudiants des formations Géosciences de l'Université de Lorraine (Ecole Nationale Supérieure de Géologie, Département Géosciences, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Nancy).

Les conférences se sont organisées en 16 sessions scientifiques, 5 symposias et 8 conférences plénières, complétées par deux sessions posters. Les conférences plénières se sont voulues ouverte aux enjeux scientifiques et sociétaux liés aux ressources minérales : les besoins de l'humanité en ressources minérales, l'acceptabilité sociale, les ressources minérales marines, et la geométallurgie. Deux de ces conférences plénières ont été l'occasion de remercier des chercheurs nancéiens reconnus internationalement pour leur apport dans le domaine de la métallogénie de l'uranium (Michel Cuney, Directeur de Recherches émérite du CNRS) et de la modélisation en Géosciences (Jean-Laurent Mallet, Professeur ENSG).

Six workshops ont également été proposés pré-conférence SGA2015, auxquels ont participé 123 participants, avec des thématiques scientifiques représentant de la diversité de OTELo dans le recherche sur les ressources minérales, actuellement structurés autour du LabEx RESSOURCES21: «Spectroscopies for field work» - «Fluids and metals» - «Latest advances in our understanding of the genesis of Ni-Cu-PGE



SGA2015\_Field trip Kupferschiefer. © T. Cwiertnia/AGH-UST



Field trip Massif Central. © N. Mohammadi/UNB

mineral systems and associated review of exploration targeting» - «Geology and Geochemistry of gold deposits» - «Agromining: from soils to refined metal products».

Des excursions géologiques proposés post-congrès SGA2015 ont permis aux conférenciers de découvrir la métallogénie de différents régions européennes et nord africaines : métaux de base et précieux de l'Anti-Atlas au Maroc, les granites à métaux rares du Massif Central, les dimensions géologiques et archéologiques du district polymétallique de Sainte-Marie aux Mines dans les Vosges, le district du Kupferschiefer, région de Lubin en Pologne.



Workshop SGA2015, Fluids and metals © P. Lagrange/CREGU

# FAITS MARQUANTS

## CRPG



Le soufre est un élément chimique fascinant pour les géochimistes, qu'ils s'intéressent à l'étude du vivant, à la recherche de précieuses ressources minérales, ou à l'histoire du fonctionnement de notre planète Terre et de son atmosphère. C'est un élément chimique stable sous plusieurs états redox, ce qui explique son implication dans de nombreuses molécules (sulfure, sulfates, soufre natif, sulfites). Cet élément possède également 4 isotopes stables dont l'analyse à haute précision dans les sédiments, permet de mesurer de petites anomalies d'abondance isotopique générées dans l'atmosphère par l'interaction de rayons UV avec les molécules gazeuses présentes.

Grace à des progrès techniques récents permettant l'analyse à très haute résolution des compositions multi-isotopiques du soufre dans les archives sédimentaires très anciennes (les sédiments Archéens déposés à la surface de notre planète il y a plus de 2.5 Ga), nous disposons d'un moyen robuste pour sonder l'atmosphère primitive aujourd'hui disparue. Notre équipe a échantillonné dans le nord du Québec (Nuvvuagittuq), les sédiments les plus anciens (plus vieux que 3.8 Ga) préservés à la surface de la planète. Leur analyse a permis d'obtenir les premières données sur l'atmosphère terrestre Hadéenne et de découvrir qu'il y a plus de 4 Ga, l'air était extrêmement pauvre en oxygène comparativement à aujourd'hui et aurait pu contenir davantage de méthane et de dioxyde de carbone. Les résultats de cette étude, dirigée par une jeune chercheuse de l'Université de Lorraine (Emilie Thomassot - CRPG), ont été publiés dans la revue spécialisée *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*. Ils permettent notamment de montrer que les cycles atmosphériques il y a plus de 3,8 milliards d'années ressemblaient à ceux déjà mis en évidence par la composition isotopique de roches plus jeunes d'un à deux milliards d'années, provenant d'Afrique du Sud et d'Australie. Or, les roches plus jeunes, renferment des signes évidents de vie microbienne. Ainsi, il serait donc possible que la biologie ait contrôlé la composition de l'atmosphère au début de l'existence de la Terre, par le développement rapide de biosphères microbiennes produisant les mêmes gaz atmosphériques au cours des périodes considérées respectivement comme l'enfance et l'adolescence de la Terre. Cette hypothèse challenge la possibilité que la géologie ait joué le principal rôle dans la détermination de la composition de l'air primitif du fait des gigantesques éruptions volcaniques capables de produire de façon répétée des gaz en quantité beaucoup plus importante que la faible production biologique de gaz. Le CRPG est l'unique laboratoire au monde au sein duquel la mesure des quatre isotopes du soufre est développée conjointement sur roche totale (plateforme isotopes stables) et in situ (grâce à l'Instrument National Sondes Ioniques), ce qui le place en position de leader sur cette thématique scientifique pour continuer à aborder ces thématiques passionnantes. Un document télévisé de vulgarisation scientifique réalisé par la chaîne *history channel* permet d'admirer la ceinture de roche vertes de Nuvvuagittuq et de suivre notre travail sur le Terrain (How the Earth was made (18e minute): <https://www.youtube.com/watch?v=KXrMzS8e2BY>).

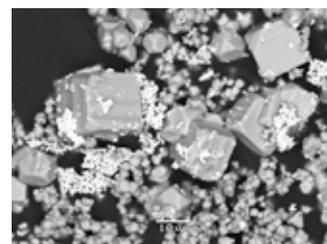
Cette étude a été financée par la région de la Lorraine, (Bourses régionales soutient aux jeunes chercheurs), le Centre National de la Recherche Scientifique (via le programme EPOV, "Environnements planétaires et origines de la vie") ainsi que par le conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et l'Agence spatiale canadienne.

L'article « Atmospheric record in the Hadean Eon from multiple sulfur isotope measurements in Nuvvuagittuq Greenstone Belt (Nunavik, Quebec) », par E. Thomassot, J. O'Neil, D. Francis, P. Cartigny et B. A. Wing, sera publié dans le prochain numéro des *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

## GÉORESSOURCES

### Une découverte qui vaut de l'or : l'ion trisulfure

Les ressources économiques de l'or et bien d'autres métaux sur Terre sont dues à un phénomène exceptionnel de concentration du métal d'un facteur 1 000 à 1 000 000 dans les minerais par rapport à ses teneurs moyennes dans les



Nano- et microparticules d'or (points brillants) qui se sont déposées, avec des cristaux de pyrite de différente taille (gris), à partir d'une solution hydrothermale contenant du soufre et de l'or dans une expérience en laboratoire.

roches terrestres. Ce phénomène est assuré par les fluides hydrothermaux qui circulent dans la croûte terrestre, mobilisent, transportent et déposent le métal. Cependant, étant le métal le plus inerte de tout le Tableau Périodique, l'or a toujours été considéré comme difficilement transportable par les fluides hydrothermaux. Un consortium interdisciplinaire composé de géologues, chimistes et physiciens a pu montrer qu'une nouvelle forme de soufre contrôle le transport de l'or et ainsi pourrait expliquer le paradoxe de la formation des gisements d'or. En combinant mesures in situ en laboratoire et sur synchrotron avec modélisations moléculaires sur des fluides aurifères aux conditions de haute température et pression des profondeurs de notre planète, les chercheurs ont trouvé que les radicaux de soufre comme l'ion trisulfure ( $S_3^-$ ) s'attachaient très fortement à l'or en facilitant l'extraction, le transport et la précipitation du métal par les fluides. Cette découverte oblige à reprendre les modèles de formation des gisements aurifères et pourrait offrir des pistes pour localiser de nouvelles ressources de métaux précieux et améliorer le traitement de leurs minerais. Ces résultats publiés dans la revue *Proceedings of National Academy of Science (PNAS)* en 2015 viennent compléter deux articles publiés dans *Earth and Planetary Science Letters* en 2014 et 2015 qui sont le fruit de collaborations nationales et internationales entre GeoRessources (OTELo), des chercheurs de Toulouse, Grenoble, Paris et Moscou. Sur la base d'une étude par spectrométrie Raman utilisant des micro-réacteurs (fins capillaires de silice), ces chercheurs ont montré qu'une nouvelle espèce chimique très simple, l'ion trisulfure de formule  $S_3^-$ , est le composé réactionnel essentiel sans lequel le mécanisme chimique ne peut se produire. Les propriétés chimiques (agent réducteur) de  $S_3^-$  le rendent très efficace même à basse température (100°C) pour produire de fortes quantités de sulfure d'hydrogène. Il est ainsi démontré que dans la nature, le mélange d'un fluide sulfaté avec un fluide sulfuré permet la formation de  $S_3^-$ . La production en abondance de sulfure d'hydrogène résulte donc de l'interaction entre  $S_3^-$  et les gaz

donneurs d'électrons. Cette découverte pionnière démontre le rôle majeur joué par les espèces du soufre de valence intermédiaire, comme l'ion trisulfure  $S_3^-$ , dans le cycle géochimique du soufre ce qui constitue une aide précieuse pour l'exploration. Elle lève un peu plus le voile sur les processus de précipitation de certains métaux, qui forment alors d'énormes gisements, ou sur la dégradation des hydrocarbures dans les réservoirs pétroliers. Le caractère fondamental de ces travaux de recherche ne les éloigne donc pas pour autant de certaines applications industrielles comme le stockage géologique des gaz acides ( $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $NO_x$ ,  $SO_x$ ), ou encore la prospection pétrolière et minière.

- Truche L. et al. The role of  $S_3^-$  ion in thermochemical sulphate reduction: Geological and geochemical implications. *Earth Planet. Sci. Lett.* 396, 190-200 (2014)
- Pokrovski G.S. & Dubessy J. Stability and abundance of the trisulfur radical ion  $S_3^-$  in hydrothermal fluids. *Earth Planet. Sci. Lett.* 411, 298-309 (2015).
- Pokrovski G.S., Kokh M.A., Guillaume D., Borisova A.Y., Gisquet P., Hazemann J.-L., Lahera E., Del Net W., Proux O., Testemale D., Haigis V., Jonchière R., Seitsonen, A.P., Ferlat G., Vuilleumier R., Saitta A.M., Boiron M.-C., Dubessy J. Sulfur radical species form gold deposits on Earth. *Proceedings of National Academy of Science (PNAS)* 112, 13484-13489 (2015)

## LIEC

### Pôle de transfert en qualité environnementale des procédés, produits et milieux

ImpactE a été créé en 2015 pour accompagner les entreprises dans leur recherche de solutions innovantes en matière de qualité environnementale des procédés, produits et milieux. ImpactE effectue des études de risque environnemental de substances, de matériaux, de minéraux, des évaluations de la qualité écologique des milieux, et offre des formations qualifiantes dans le domaine du développement durable. Cette proposition constitue pour les entreprises de fabrication et de transformation une aide à la décision en matière d'éco-conception de leurs produits et procédés. Aux opérateurs des éco-industries et de l'ingénierie environnementale elle fournit des pistes pour des opérations de remédiation et de suivi post-remédiation. Aux bureaux d'études, elle apporte un soutien en matière d'utilisation et de développement d'indicateurs et de tests réglementaires. L'amorçage de l'activité fait l'objet d'un financement en équipements par le Pacte Lorraine (2015-2018) de 1.1 M€ (Etat, FEDER-Région, GD57, Metz-Métropole), et d'une aide FEDER-Région en masse salariale. <http://impacte.univ-lorraine.fr/>

### Création de l'OHM Pays de Bitche

L'Observatoire Homme-Milieu Pays de Bitche est une structure de l'Institut Ecologie Environnement du CNRS. Il est dédié à l'étude des mutations subies depuis des décennies par le Nord-Est du département de la Moselle suite à la forte déprise militaire. La particularité des OHM est d'associer les aspects socio-économiques et *écosystémiques* dans l'étude des mutations d'un territoire. L'OHM Pays de Bitche est dirigé par Fabien HEIN, chercheur au Laboratoire Lorrain de Sciences Sociales, chercheur associé au LIEC. Il réunit 4 laboratoires de l'UL (LIEC, 2L2S, CERGAPE, CEGIL), des collectivités, des institutions et agences régionales, des



associations. Parmi les grandes thématiques abordées : les *déterminants spatio-temporels* de la qualité des écosystèmes, les relations hommes-milieux, les mutations du monde agricole (enjeux professionnels, sociaux, économiques, culturels et environnementaux), les dynamiques paysagères. <http://ohm-pays-de-bitche.in2p3.fr/>

## LSE

### SOILINSIGHT®, visualisation en dynamique du biofonctionnement des sols à l'Exposition Universelle de Milan 2015

**Catégorie :** Dispositif innovant élaboré lors d'une thèse portant sur la quantification des processus pédogénétiques et valorisé sous forme de (i) publication et communications lors de colloques, (ii) dépôts d'enveloppe Soleau et de marque, (iii) diffusion grand public (exposition universelle de Milan 2015) et (iv) partenariat industriel pour sa commercialisation en collaboration avec la SATT Grand Est

**Contacts :** Françoise Watteau, Christophe Schwartz, Jean Louis Morel, Alain Rakoto, Stéphane Colin

**Unité :** Laboratoire Sols et Environnement, Université de Lorraine, UMR INRA 1120

**Mots-clés :** Fonctionnement du sol en dynamique – Acquisition automatique d'images à haute résolution - Visualisation *in situ* – Plante – Faune du sol - Quantification de processus pédogénétiques – Méthodologie non destructive – Film scientifique.

**Résumé :** Comment observer le sol vivant en dynamique ? Comment évaluer les impacts des agents biologiques, plante et faune, dans un milieu souterrain par définition difficilement accessible, tout en s'affranchissant d'un échantillonnage destructif ? Pour y répondre nous avons développé un dispositif d'observation de volumes de sol, SOILINSIGHT® basé sur l'acquisition automatique d'images à haute résolution, nous permettant, dans des conditions contrôlées, de visualiser et quantifier en continu le fonctionnement des sols. De plus, l'obtention de vidéos montrant l'évolution de l'écosystème sol revêt une fonction pédagogique essentielle à l'appropriation de la connaissance de son fonctionnement par le grand public.

**Contexte et enjeux :** L'observation des processus en sciences de l'environnement, et en particulier en science des sols, est indispensable à leur compréhension. Par ailleurs, la dynamique de la structure des sols est un des processus majeurs impliqués dans leur fonctionnement et leur évolution et est étroitement dépendante des interactions entre les facteurs physiques, chimiques et biologiques prévalant dans les sols. Les méthodes indirectes utilisées habituellement pour étudier ce processus ne permettent cependant pas de l'approcher de manière continue, dans toute sa dynamique spatio-temporelle.

**Résultats :** Nous avons donc mis au point un dispositif expérimental, SOILINSIGHT®, qui permet de suivre *in situ* et de manière non destructive, les processus de structuration d'un sol sous l'impact de facteurs biologiques - plantes, vers de terre - ou de facteurs physiques (alternance humectation-dessiccation). Les nombreuses images acquises en haute résolution sont soumises à divers traitements d'images et peuvent être assemblées en une vidéo retraçant au cours du temps l'évolution de différents indicateurs de bio-fonctionnement du sol. Nous avons ainsi pu évaluer au cours d'un cycle végétatif entier (*Lupinus albus*) (1) la dynamique du système racinaire : architecture,

vitesse de croissance, apparition de nodules, senescence, (2) le comportement des vers de terre (*Lumbricus castaneus*) : colonisation du cosme, reproduction, creusement des galeries, (3) l'évolution de la porosité et de l'agrégation du sol sous l'impact des facteurs biologiques ou hydriques : quantification globale et suivi de certains indicateurs descriptifs (forme, taille des pores et des agrégats).

**Perspectives :** SOILINSIGHT®, initialement destiné à étudier l'agrégation des sols, peut être utilisé pour une meilleure connaissance *in situ* d'autres processus impliqués dans la dynamique du fonctionnement du sol (*e.g.*, transferts de matière, évolution des matières organiques) ou d'autres systèmes composites dans le domaine agro-alimentaire ou de l'écotoxicologie. Les vidéos pourront être utilisées en enseignement et dans le cadre de « vulgarisation scientifique ».

**Valorisation :**

- Jangorzo NS, Watteau F, Hajos D. and Schwartz C., 2015. Non destructive monitoring of the effect of biological activity on the pedogenesis of a Technosol. *Journal of Soil and Sediment*, 15, 8, 1705-1715.

- NS Jangorzo, 2014. Quantification du processus d'agrégation dans les Technosols. Thèse de l'Université de Lorraine
- Dépôt le 13/09/12 auprès de l'INPI d'une enveloppe Soleau n° 457887 « L'Agrégatron, un dispositif de suivi de la dynamique du processus d'agrégation au sein des sols. S Colin, NS Jangorzo, A Rakoto, C Schwartz, JL Morel, F Watteau.
- Dépôt le 13/03/2014 auprès de l'INPI de la marque « SOILINSIGHT® ».
- Vidéos obtenues proposées à la conférence GSBI (Global Soil Biodiversity Initiative, décembre 2014) et diffusée à l'Exposition Universelle de Milan en 2015

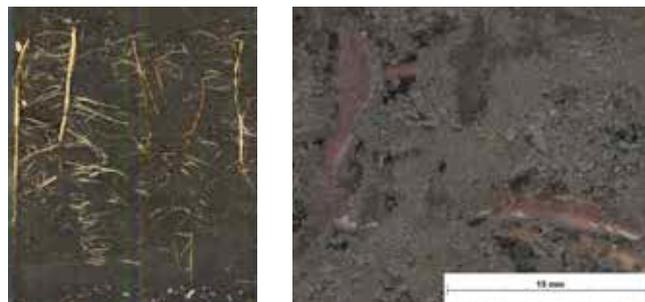


Image du système racinaire et détail montrant les vers

## SÉMINAIRES SCIENTIFIQUES OTELO 2015

### 8 JANVIER 2015 APRES-MIDI

#### 1ère partie : Projets multidisciplinaires 2013

- Evolution spatio-temporelle du couplage dynamique entre systèmes fluviaux et rifting précoce. Etude du rift de Corinthe (Grèce) présenté par Mary FORD et Romain HEMELSDAEL.
- Rôle de la structure et de l'agrégation sur la distribution du calcium et la variation de sa signature isotopique dans des sols forestiers lorrains présenté par Anne POSZWA .
- Position structurale et géochimie des fluides liés aux minéralisations Cu-Pb-Zn-Fe-Ag-Au dans la région Laurion-Eubée-Makronisos (Grèce) présenté par Alexandre TARANTOLA et Christophe SCHEFFER.
- Production de goudron à partir de végétaux – BIOTAR présenté par Pierre FAURE.
- Etude des fractionnements isotopique anormaux du soufre induit par thermo-réduction des sulfates : Mesures sur échantillons expérimentaux et naturels présenté par Laurent TRUCHE.
- Recyclage biogéochimique du Ni par les plantes hyperaccumulatrices en milieu ultramafique – CYCLONICK présenté par Guillaume ECHEVARRIA.
- Li, B and Ge distribution and isotope fractionation in metamorphic rocks: implication for fluid-rock interactions signatures and concentration processes in convergent margin settings présenté par Afifé EL KORH.

#### 2nde partie : Témoignage

- Projection du documentaire « La Moselle Ensauvagée » suivie d'un échange avec Annik SCHNITZLER et Fabienne GRANERGERARD.

**Lieu :** Université de Lorraine, Site Brabois, ENSEM, Vandœuvre-lès-Nancy

**Nombre approximatif de participants :** 80

### 9 JUILLET 2015 MATIN

**Projet KIC "EIT Raw Materials"** présenté par Cyrille RAYMOND, Sous-directeur en charge du Centre d'ingénierie de projet à la Direction des Partenariats de l'Université de Lorraine .

#### Derniers chercheurs et enseignants-chercheurs recrutés

- Marianne CONIN, Maître de conférences, Ecole des Mines de Nancy / GeoRessources, recrutée en 2013 - Les risques sismiques et tsunamigéniques et les succès des projets IODP (NanTroSeize, JFAST).
- Evelyn FURI, Chargée de recherche CNRS, CRPG, recrutée en 2014 - Origine et évolution des éléments volatils dans le système Terre-Lune.
- Jan-Engelbert GROENENBERG, Chaire en géochimie environnementale des métaux stratégiques, Laboratoire d'Excellence RESSOURCES21.

**Observatoire hommes-milieus Pays de Bitche (OHM PdB)** présenté par Fabien HEIN, Maître de conférences, UFR Sciences Humaines et Sociales / Laboratoire Lorrain de Sciences Sociales (2L2S) .

**Ma thèse en 180 secondes** présentée par Quentin VINCENT, Doctorant au LIEC et LSE, et intitulée « Etude de la biodiversité et des interactions biotiques et fonctionnelles dans des sols anthropisés. ».

**Lieu :** Université de Lorraine, Site Brabois, ENSG, Vandœuvre-lès-Nancy

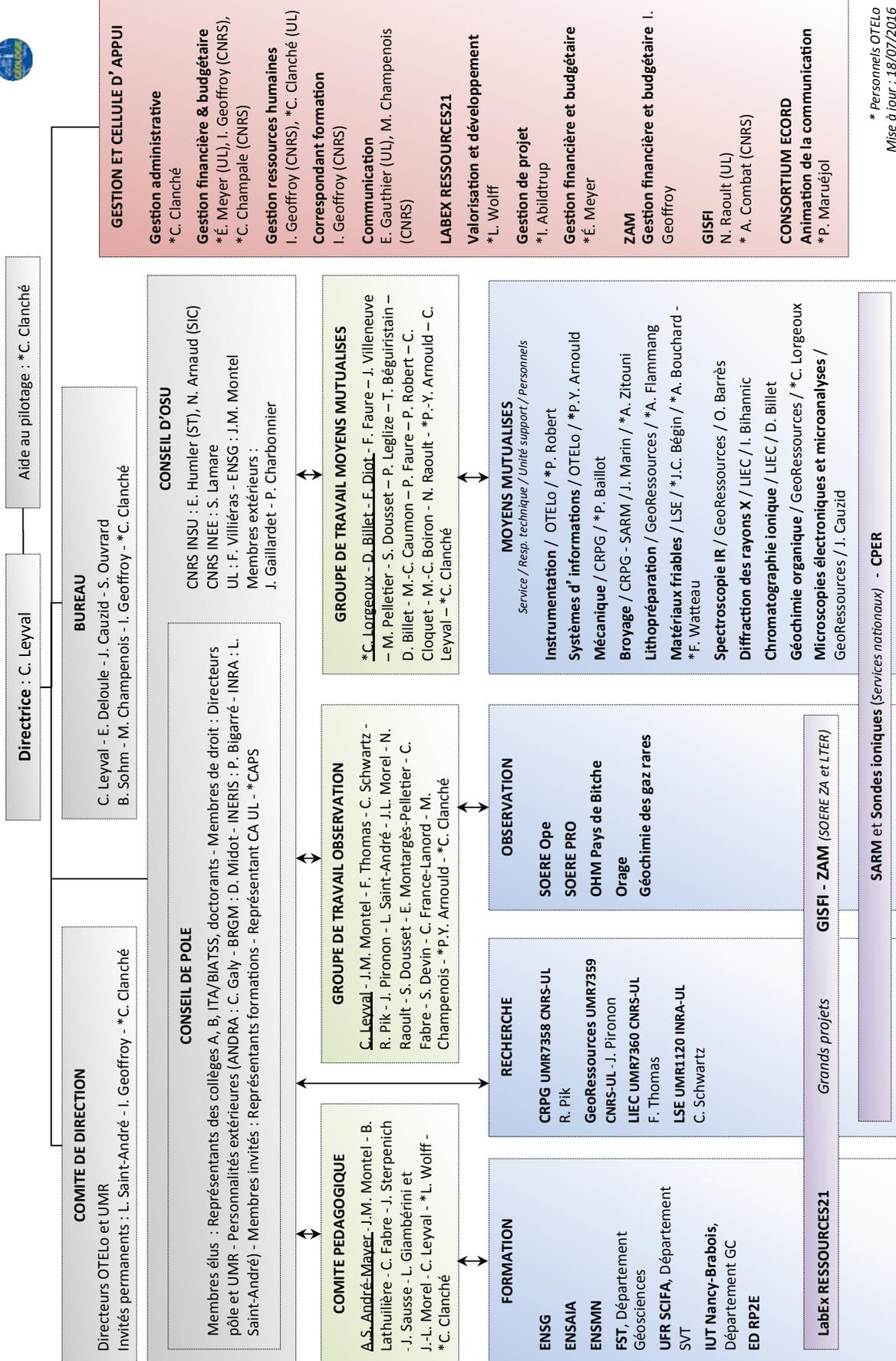
**Nombre approximatif de participants :** 80

# ORGANIGRAMME



## OBSERVATOIRE TERRE ET ENVIRONNEMENT DE LORRAINE

Observatoire des Sciences de l'Univers CNRS-UL - Pôle Scientifique de l'Université de Lorraine - Unité Mixte de Service UMS 3562 CNRS-UL



\* Personnels OTELO  
Mise à jour : 18/07/2016

# NOUVEAUX ÉQUIPEMENTS DE TERRAIN

## GéoRessources

Le laboratoire GeoRessources vient de se doter de 2 nouveaux équipements de terrain qui permettent de mesurer in situ des compositions élémentaires. Ces deux équipements se complètent et permettent une meilleure sélection des échantillons sur le terrain.

### - XRF – X Ray Fluorescence portable

Le XRF portable donne accès à l'analyse des éléments de l'Al à l'U. L'appareil est équipé d'un tube à rayons-X qui provoque la fluorescence X de l'échantillon. La mesure de l'émission X provenant de l'échantillon permet une analyse chimique qualitative et quantitative sur les échantillons secs en poudre. Les teneurs accessibles sont de l'ordre de la dizaine de ppm dans le meilleur des cas. La zone d'analyse est de 3 ou 8 mm. Il est rangé dans sa valise de transport et disponible sur réservation.



qui provoque la fluorescence X de l'échantillon. La mesure de l'émission X provenant de l'échantillon permet une analyse chimique qualitative et quantitative sur les échantillons secs en poudre. Les teneurs accessibles sont de l'ordre de la dizaine de ppm dans le meilleur des cas. La zone d'analyse est de 3 ou 8 mm. Il est rangé dans sa valise de transport et disponible sur réservation.

### - LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) portable

Le LIBS permet une analyse multi-élémentaire localisée (spot de 250 micromètres) sur plasma, sans contact, sans prélèvement ni préparation d'échantillon. Cette spectroscopie repose sur l'étude de l'émission optique d'un plasma créé par un laser focalisé. Il est transportable dans une grosse valise robuste et permet l'analyse rapide



depuis l'UV vers l'IR, des éléments légers vers les plus lourds. Au départ qualitatif, cet outil peut passer au quantitatif après calibrage. Il dispose d'une journée d'autonomie. Il s'agit du même système que Chem-Cam installé sur le rover martien Curiosity.

Ces équipements sont accessibles et disponibles sous réserve d'une formation.

### Contacts :

- XRF : [frederic.diot@univ-lorraine.fr](mailto:frederic.diot@univ-lorraine.fr) et [jean.cauzid@univ-lorraine.fr](mailto:jean.cauzid@univ-lorraine.fr)

- LIBS : [cecile.fabre@univ-lorraine.fr](mailto:cecile.fabre@univ-lorraine.fr)

## LIEC

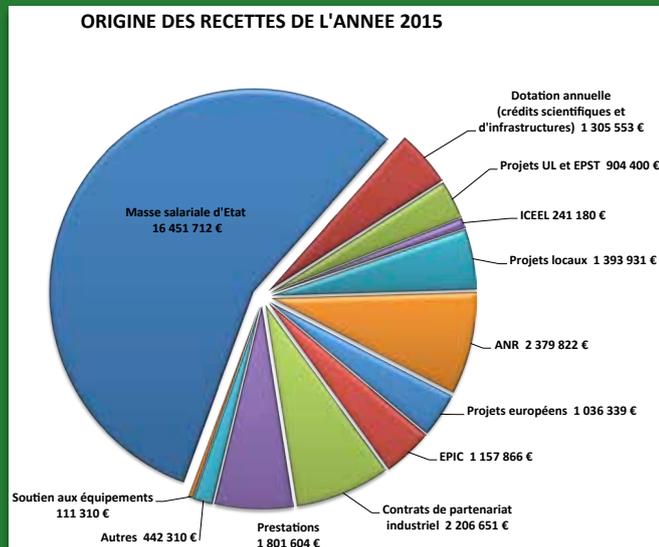
- Microscope Raman - Aiguillettes
- Banc d'optique non-linéaire SHG - Charmois
- Salle blanche - Aiguillettes



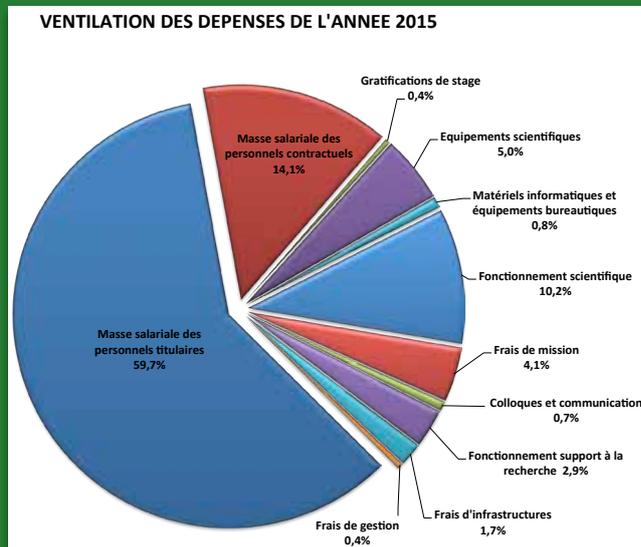
Salle blanche - LIEC

## BILAN FINANCIER

### ORIGINE DES RECETTES DE L'ANNEE 2015



### VENTILATION DES DEPENSES DE L'ANNEE 2015



# RESSOURCES HUMAINES

## NOUVEAUX RECRUTÉS TITULAIRES HORS THÈSES

### Chercheurs/Enseignants-chercheurs

ANNESLEY Irvine, Pr, UL-ENSG/GeoRessources  
 BEAUSSART Audrey, CR, CNRS/LIEC  
 BIACHE Coralie, CR, CNRS/LIEC  
 DARBOUX Frédéric, CR, INRA/LSE  
 DECK Olivier, Pr, UL-ENSMN/GéoRessources  
 GUENIFFEY Yves, MdC, UL-ENSMN/GéoRessources  
 ROBIN Vincent, MdC, UL-UFR SCIFA-LIEC  
 STERPENICH Jérôme, Pr, UL-FST/GéoRessources

### Personnels ITA/BIATSS

BOJIC Clément, IGE, UL-LIEC  
 CHAMPALE Corinne, TCN, CNRS-OTELo, Gestion administrative  
 GUERRIER Joëlle, TCS, CNRS-CRPG, Service logistique et Bâtiment  
 MASSON Clarisse, AJT, UL-GéoRessources, Gestionnaire  
 Ressources Humaines  
 VILLENEUVE Johan, IR, CNRS-CRPG, sonde ionique

## DÉPARTS D'AGENTS TITULAIRES HORS THÈSES

### Chercheurs/Enseignants-chercheurs

BENNASROUNE Amar, MdC, UL-LIEC, mobilité  
 BURNARD Pete, DR, CNRS-CRPG, décès  
 GORNER Tatiana, MdC, UL-LIEC, retraite  
 LEGLIZE Lionel, MdC, UL-LIEC, retraite  
 LIBOUREL Guy, Pr, UL-ENSG-CRPG, mutation

### Personnels ITA/BIATSS

ANDRE Odile, AJT CNRS-CRPG, mutation  
 FISCHBACH Jean-Marie, AJT, UL/GéoRessources, concours  
 FUCHSBAUER Olivier, IE, CNRS-LIEC, mutation  
 MATHIEU Sandrine, IE, UL-GéoRessources, mutation IJL  
 NOEL Martine, AI, CNRS-CRPG, retraite  
 PELTRE Marie-Christine, IGE, UL-LIEC, retraite

# DISTINCTIONS

**Anne-Sylvie ANDRÉ-MAYER**, directrice adjointe du laboratoire GeoRessources et professeur en métallurgie à l'ENSG, reçoit la bourse de séjour Gladden Visiting Fellowship de l'University of Western Australia.

**Lev FILIPPOV**, chercheur au laboratoire GeoRessources, responsable de l'équipe « Valorisation des ressources et des résidus » et professeur à l'ENSG, reçoit la Médaille de la SIM (Société de l'Industrie Minérale) pour sa contribution significative aux activités de la SIM en matière de recherche en valorisation des minerais, et à la formation des étudiants pour l'industrie minière.

**Valérie PAYRE**, doctorante au laboratoire GeoRessources, reçoit la prime « Group Achievement Award MSL Prime Mission science and Operations Team », décerné par la NASA à Washington DC pour la participation aux opérations effectuées sur le robot Curiosity dans le cadre de la mission Mars Science Laboratory.

**Jeanne PELLERIN**, post-doctorante au laboratoire GeoRessources, reçoit le Prix de la Meilleure Publication 2014 de la revue Computers & Geosciences pour sa revue « Automatic surface remeshing of 3D structural models at specified resolution: A method based on Voronoi diagrams ». Elle continue ses recherches sur la thématique du maillage de structures complexes pour le calcul scientifique.



**Guillaume RONGIER**, doctorant au laboratoire GeoRessources, reçoit le Prix de la meilleure présentation au 35th Gocad Meeting à Nancy (septembre 2015).

**Jean-Jacques ROYER**, ingénieur de recherche au laboratoire GeoRessources, est élu Académicien de l'EMAAS par l'Assemblée générale des Académiciens (septembre 2015).

**François TURLIN**, doctorant au laboratoire GeoRessources, reçoit le Prix du meilleur poster AQUEST (Association Québécoise des Sciences de la Terre) à Québec Mines 2015 (novembre 2015).



**Paul CUPILLARD**, chercheur au laboratoire GeoRessources, maître de conférences à l'École Nationale Supérieure de Géologie, a été distingué par la SEG – Society of Exploration of Geophysicists - pour sa présentation « Homogenization of 3D geological models for seismic wave propagation », classée dans le Top 31 des contributions du Congrès annuel SEG de New Orleans parmi plus de 800 présentations.

**Luc SCHOLTES**, chercheur au laboratoire GeoRessources, maître de conférences à l'Université de Lorraine, a été nommé « Outstanding Reviewer » du journal « Computers and Geotechnics ».

**Michel CHAMPENOIS**, ingénieur au CRPG et chargé de communication pour OTELO a été nommé Chevalier dans l'ordre des Palmes Académiques lors de la session de juillet 2015



**Michel BUES**, professeur à l'ENSG et membre de l'équipe Hydrogéomécanique multi-échelles de GéoRessources a été nommé Officier dans l'ordre des Palmes Académiques lors de la session de juillet 2015

# BILAN SCIENTIFIQUE

## THÈSES SOUTENUES

**ALLEGRA Nicolas.** GeoRessources - Critical properties of dimers, spin chains and interface models. Malte HENKEL, Professeur, Université de Lorraine, Jean-Yves FORTIN, Directeur de recherche CNRS/IJL. 29/09/2015.

**AMALBERTI Julien.** CRPG - Étude expérimentale du dégazage volcanique. Pete BURNARD (CRPG, CNRS-UL - Nancy), Didier LAPORTE (Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand), 9/01/2015.

**ANDREÏ Jennifer.** LIEC - Effets (sub)individuels et fonctionnels des nanoparticules manufacturées sur des Crustacés Gammaridae. François GUEROLD, Sandrine PAIN-DEVIN. 18/12/2015.

**ARRAJ Tareq.** LIEC - Zones humides ouvragées pour le traitement du glyphosate dans les eaux de drainage agricole. Jean-Luc BERSILLON. 14/12/2015.

**BARDY Gaëtan.** GeoRessources - Intégration de modèles approchés pour mieux transmettre l'impact des incertitudes statiques sur les courbes de réponse des simulateurs d'écoulements. CAUMON, Professeur, Université de Lorraine, Peter KING, Imperial College, Pierre BIVER, Total. 27/10/2015.

**BENIOUG Marbe.** GeoRessources - Etude numérique de la croissance microbienne en milieu poreux. Michel BUES, Professeur, Université de Lorraine, Constantin OLTÉAN, Maître de Conférences, Université de Lorraine, Fabrice GOLFIER, Maître de Conférences, Université de Lorraine, 9/9/2015.

**BOULINGUI Jean-Eudes.** LIEC - Inventaire des ressources en argiles du Gabon, et leurs utilisations conventionnelles ou non dans les régions de Libreville et de Tchibanga. Jacques YVON, Fabien THOMAS. 15/05/2015.

**CAI Yinfei.** GeoRessources - Simulation of underground mining subsidence and its induced damages on buildings. Thierry VERDEL, Professeur, Université de Lorraine, Olivier DECK, Professeur, Université de Lorraine. 13/03/2015.

**DAGOIS Robin.** LIEC/LSE - Vers une modélisation du statut de polluants organiques de Technosols sous influences climatiques contrastées. Pierre FAURE, DR CNRS, Christophe SCHWARTZ Professeur Université de Lorraine. 17/12/2015.

**DIONDOH Sandrine.** GeoRessources - Métallogénie de l'or et de l'uranium dans le cadre de la croissance et de la différenciation de la croûte au Néoprotérozoïque : Exemple du massif du Mayo Kebbi (Tchad) dans la Ceinture Orogénique d'Afrique Centrale. Olivier VANDERHAEGHE Professeur, Université de Lorraine, Maryse OHNENSTETTER Directeur de recherche, CNRS. 22/01/2015.

**EDJOSSAN Mimi.** GeoRessources - Méthodologie d'aide à la décision pour une gestion durable des risques d'origine naturelle en contexte incertain. Thierry Verdel, Professeur Université de Lorraine, Olivier Deck, Professeur Université de Lorraine. 14/12/2015.

**ENCISO CÁRDENAS Juan Josué.** GeoRessources - Estudio de las propiedades de adsorción - desorción de gases en los sistemas petroleros no convencionales en Mexico y su aplicación al modelo cinético de generación de hidrocarburos. Luis MARTINEZ Professeur, Université de Lorraine, Manuel LEMOS de SOUSA, Professeur, Universidade Fernando Pessoa, Porto Portugal, Luis Fernando CAMACHO, Professeur, Universidad Autónoma de Coahuila, Mexique. 24/09/2015.

**GARAUD Maël.** LIEC - Effets des nanoparticules manufacturées (nCeO<sub>2</sub> et nAg) sur la biologie du bivalve d'eau douce *Dreissena polymorpha*. Laure GIAMBERINI. 19/10/2015.

**GOUX Xavier.** LSE - Influence des différents facteurs opérationnels sur la structure des communautés microbiennes impliquées dans le processus de digestion anaérobie. Emile BENIZRI, Professeur Université de Lorraine, Philippe DELFOSE (LIST, Univ. Luxembourg). 18/12/2015

**HADOUTH Suhail.** GeoRessources - Étude stratigraphique, sédimentologique et paléogéographique du Trias supérieur et du Jurassique inférieur du bassin de la Jeffara et de Ghadamès (Tunisie, Libye et Algérie). Bernard LATHUILLÈRE, Professeur Université de Lorraine, Cédric CARPENTIER, Maître de Conférences, Université de Lorraine. 17/12/2015.

**HANSER Ogier.** GeoRessources - La matière organique dissoute issue de sols contaminés par des goudrons de houille : vers une meilleure compréhension de sa nature et de sa réactivité. Pierre FAURE, CR-CNRS, LIEC, Raymond MICHELS, CR-CNRS, GeoRessources, Université de Lorraine. 3/03/2015.

**JOIMEL Sophie.** LES - Biodiversité et caractéristiques physicochimiques des sols de jardins associatifs urbains français. Christophe SCHWARTZ Professeur Université de Lorraine, Jérôme CORTET (CEFE). 9/03/2015

**JULIO Charline.** GeoRessources - Conditionnement de la modélisation stochastique 3D des réseaux de failles. Guillaume CAUMON, Professeur Université de Lorraine. 23/06/2015.

Unité de recherche	Publications de Rang A
CRPG	77
GéoRessources	114
LIEC	86
LSE	37

**LENNART KINSCHER Jannes.** GeoRessources - The analysis and interpretation of microseismicity induced by a collapsing solution mining cavity. J. - P. PIGUET, Professeur Université de Lorraine, Isabelle CONTRUCCI, Ingénieure Ineris, Pascal BERNARD, Professeur IGP Paris. 30/01/2015.

**LESCURE Tiffanie.** LIEC - Influence de la matière organique sur la mobilité et la biodisponibilité de l'arsenic liées aux activités bactériennes dans la zone non saturée des sols pollués. Pascale BAUDA. 3/07/2015.

**LUCISINE Pierre.** LIEC - Fonctionnement des sols contaminés. Elisabeth GROSS. 3/12/2015.

**MAITTE Baptiste.** GeoRessources - Influence de l'activité bactérienne ferro-oxydante et ferri-réductrice sur les propriétés minéralogiques et micromécaniques du minerai de fer dans le contexte des mines abandonnées de Lorraine. Dragan GRGIC, MdC HDR, Université de Lorraine, Frédéric JORAND, PU, LCPME, Université de Lorraine - 14/12/2015.

**MORIN Guillaume.** CRPG - L'érosion et l'altération en Himalaya et leur évolution depuis le tardi-Pléistocène : Analyse des processus d'érosion à partir de sédiments de rivière actuels et passés au Népal central. Christian FRANCE-LANORD (CRPG, CNRS-UL), Jérôme LAVÉ (CRPG, CNRS-UL), 9/12/2015.

**NGUYEN Anh Tuan.** GeoRessources - Influence des incertitudes géométriques et de la méthode de modélisation dans l'analyse de stabilité des talus rocheux : application aux mines à ciel ouvert. 11/12/2015.

**PACINI Claire.** GeoRessources - Réactivité des hydrocarbures en réponse à une injection de CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> dans des conditions de réservoirs pétroliers déplétés : Modélisations expérimentale et numérique. Pierre FAURE, CR-CNRS, LIEC, Jacques PIRONON, DR-CNRS, GeoRessources. 11/03/2015.

**RAUDE Simon.** GeoRessources - Prise en compte des sollicitations thermiques sur les comportements instantané et différé des géomatériaux. Richard GIOT, MdC, Université de Lorraine, 13/01/2015.

**REICHART Guillaume.** GeoRessources - Modélisation thermo-hydrodynamique d'un réservoir minier profond ennoyé - Le cas du Bassin Houiller Lorrain. Michel BUËS - Professeur Université de Lorraine. 1/06/2015.

**ROHMER Jérémy.** GeoRessources - Importance Ranking of Parameter Uncertainties in Geo-hazard assessments. Thierry VERDEL, Professeur Université de Lorraine, J.-P. PIGUET, Professeur Université de Lorraine, 17/11/2015.

**RUIU Jérémy.** GeoRessources - Modélisation d'objets sédimentaires par des surfaces paramétriques et application à l'analyse d'image. Guillaume CAUMON, Professeur Université de Lorraine. 9/06/2015

**SAINT-CARLIER Dimitri.** CRPG - Evolution tectonique du Tianshan oriental du Néogène à l'actuel. Jérôme LAVÉ, Julien CHARREAU. 9/10/2015.

**STAB Martin.** CRPG - Interactions tectono-magmatiques au cours de l'extension des marges volcaniques : nouvelle lecture de l'évolution de la province Afar en tant qu'analogie active. Raphaël PIK (CRPG, CNRS-UL), Sylvie LEROY (Université Paris VI), le 30/11/2015.

**VALLÉE Romain.** LIEC - Efficacité de zones tampons humides à réduire les teneurs en pesticides des eaux de drainage. Sylvie DOUSSET. 24/04/2015.

## HDR SOUTENUES

**BENNASROUNE Amar.** LIEC - MdC UL. Effets de polluants émergents sur le système immunitaire: Approche cellulaire et intégrée. 31/08/2015.

**LUAIS Béatrice.** CRPG - CR CNRS. Du noyau à la croûte : apport de la géochimie isotopique du germanium. 09/12/15.

**TRUCHE Laurent.** GeoRessources - Maître de conférences - Université de Lorraine - Rôle de la spéciation aqueuse des éléments chimiques et des interactions minéral-solution sur la cinétique des réactions redox dans la croûte terrestre. 1/12/2015.

# MANIFESTATIONS

## FÊTE DE LA SCIENCE À BRIDOUX LA BIOLOGIE EN FÊTE !

Campus universitaire, Bridoux s'est transformé le temps d'une semaine en une cité des sciences ouverte à tous, mais surtout aux enfants ! Des classes de CM des écoles alentours ont ainsi été invitées pendant deux jours à découvrir ou redécouvrir la biologie tout au long d'un parcours jalonné d'ateliers interactifs. A l'occasion de l'année internationale des sols, un atelier proposait entre autres de répondre à cette question en apparence simple : qu'est-ce qu'un sol ? Une belle occasion d'observer les constituants et les habitants du sol dans un microscope ou bien, de fouiller à main nue dans un sol forestier (mais pour y trouver quoi ?!) et même de réaliser quelque expérience colorée !

Pas moins de 14 ateliers, tous conçus par les étudiants des filières LSV et M3E encadrés par les enseignants-chercheurs, ont permis d'aborder de nombreux thèmes : biodiversité (insectes, reptiles, poissons, habitants du fond des rivières, animaux de nos régions...), développement embryonnaire chez les animaux, organisation des cellules vivantes, le corps humain... Découvrir la biologie et entrevoir l'immensité des savoirs dans ce vaste domaine, tel est l'objectif. Le tout, en s'amusant ! Ce sont des souvenirs de danse des abeilles, de quizz, de jeux de loto ou de Qui-est-ce ?, des souvenirs d'expériences (extraction de l'ADN de banane), de manipulations (recherche et observation des petites bêtes de nos rivières) ou d'autres activités ludiques encore, qu'ont emporté nos scientifiques en herbe !

**Contact :** Sandrine Pain-Devin

Département Sciences de la Vie et de la Terre / LIEC UMR 7360 (<http://liec.univ-lorraine.fr/>) Campus Bridoux – UFR Sciences Fondamentales et Appliquées (<http://scifa.univ-lorraine.fr/>)

**Filières :** Licence Sciences de la Vie (LSV) / Master Environnement, Ecotoxicologie, Ecosystèmes (M3E)



# ARTEM FÊTE LA SCIENCE 2<sup>E</sup> ÉDITION

Une ambiance ludique et scientifique pour cette 2<sup>e</sup> édition d'Artem fête la science organisée dans le cadre de la Fête de la science les 9 et 10 octobre 2015 sur le Campus Artem de Nancy !

1 800 visiteurs sont venus participer à 30 animations tous publics, 2 conférences, 1 film et deux expositions proposés par des chercheurs. Cette manifestation est co-organisée par Geo-Ressources, Mines Nancy, l'Institut Jean Lamour et le Loria.



Animations durant la 2e édition d'Artem fête la science



## SOL & SOUS-SOL

### PRODUITS 100% ÉNERGÉTIQUES

Plus connues sous le nom d'énergies fossiles, les ressources carbonées - pétrole, gaz, charbon - sont issues de la transformation de matières organiques par des processus géologiques. Grâce à l'observation et l'analyse, découvrez l'origine et l'histoire d'échantillons naturels.



© ELH

Laboratoire de recherche GeoRessources (Université de Lorraine, CNRS, CREGU)

### Y'A DE LA VIE LÀ-D'SOUS !



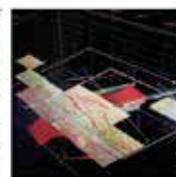
© Quentin Vincent

Longtemps délaissées, les friches industrielles sont de nouveau convoitées pour l'agriculture non-alimentaire. S'intéresser à la biodiversité des sols est un bon moyen pour évaluer leur qualité et proposer des solutions de réhabilitation. Zoom sur les employés de cette grande entreprise.

Projet LORVER, Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux - LIEC (CNRS, Université de Lorraine) & Laboratoire Sols et Environnements - LSE (INRA, Université de Lorraine)

### EXCURSION DANS LE SUD-OUEST

La formation d'un massif montagneux s'accompagne de la création de bassins sédimentaires. Réalisées à partir de données de terrain, les coupes et modélisations 3D révèlent les structures géologiques du massif pyrénéen et du bassin aquitain. Assistez à la démonstration d'une formation de montagne.



© ELH

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





**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/>



---

**Secrétariat : 03.83.59.62.86**      [otelo-contact@univ-lorraine.fr](mailto:otelo-contact@univ-lorraine.fr)  
**OTELo - Observatoire Terre et environnement de Lorraine, ENSG, TSA 70605**  
**54518 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex, France**