

Éditorial



« Un pari gagnant »

A l'heure où je quitte mes fonctions de Directeur de GeoRessources, il est temps de remercier tous les membres de l'unité ainsi que nos tutelles, Université de Lorraine et CNRS, qui m'ont fait confiance lorsque j'ai proposé de restructurer le paysage des géosciences nancéiennes en fédérant enfin l'ensemble des forces travaillant sur les ressources géologiques et les usages du sous-sol. Je me rappelle cette promesse un peu folle : ne pas laisser passer l'occasion de mener à bien un projet auquel on croit et qui n'avait pu voir le jour dans les années 90, puis réunir dans une structure unique des compétences disciplinaires variées, des cultures scientifiques diverses sans *a priori* sur les méthodes et les pratiques. Miser sur la confrontation des idées, la mixité des cultures.

GeoRessources est désormais le lieu où se confrontent des antagonismes présumés : mécanique et chimie, métallogénie et recyclage des métaux, ressources fossiles et réduction des émissions de carbone, géologie de terrain et approches expérimentales, minéral et organique, science de l'observation et modèles numériques, risques et solutions technologiques.

GeoRessources est reconnu comme un laboratoire unique tant à l'échelle locale que nationale avec un taux de publication qui le classe dans les meilleurs. Je ne suis pas sûr d'avoir visité un laboratoire de recherche similaire dans le monde, même si le terme « georressources » a fleuri sur différents continents depuis sa création. Il concourt à l'excellence de l'Université de Lorraine, première université européenne dans la catégorie Ingénierie Minière et Minérale du classement de Shanghai.

Au cœur des questions de société, nous nous sommes ouverts aux sciences humaines et sociales en interaction forte avec les communautés territoriales. Il n'y a pas un journal, un site d'information, qui ne relaie chaque jour des problématiques sociétales auxquelles nos activités de recherche vont contribuer : transition énergétique, impacts anthropique et climatique, finitude et cycle des ressources, nouveaux usages du sous-sol, économie circulaire.

En quelques années nous avons donné à ce laboratoire les outils de direction permettant à

chacun de s'exprimer et d'apporter sa pierre à l'édifice. Nous avons harmonisé nos outils analytiques et expérimentaux dans le cadre de plateformes, où chercheurs et techniciens co-construisent les équipements de demain.

Ce laboratoire qui pilote des outils d'exceptions (LabexR21, projet de recherche de l'I-SITE, chaires industrielles, consortium internationaux...) doit consolider ses fondations en se réorganisant autour notamment d'un regroupement géographique plaçant l'ensemble des géosciences de la communauté OTELO au cœur du Technopole H. Poincaré de Nancy. Notre communauté mérite qu'on lui offre une telle visibilité.

Je suis sûr que la nouvelle équipe de Direction saura relever ces challenges. Vous découvrirez dans cette lettre d'information le portrait d'Anne-Sylvie ANDRÉ-MAYER qui sera la porte-parole de GeoRessources désormais. Je ne doute pas que son enthousiasme sera contagieux, même si le terme est peut-être mal choisi aujourd'hui.

En effet, je ne peux conclure cet éditorial sans faire allusion à cette période si étrange que nous vivons et qui impacte grandement notre métier consistant à transmettre des savoirs. Mi-mars, nous avons laissé nos bureaux, nos plateformes analytiques et expérimentales en l'état, sans presque prendre le temps de ranger, nettoyer comme lorsqu'on part en vacances. Le virus allait prendre notre place pendant deux mois, chahutant la santé de certains collègues et étudiants, modifiant nos rapports aux autres en nous éloignant ou rapprochant. Même si le télétravail a permis une continuité des activités à bas bruit, il ne peut remplacer ces moments précieux où, dans un couloir, devant une machine à café, à la pause de midi, on va certes refaire le monde, mais parfois faire jaillir l'étincelle qui sera à l'origine de nouveaux concepts et de nouveaux projets.

Personnellement j'ai contracté le virus « GeoRessources » depuis près de dix ans maintenant et je crois que j'en serai porteur « sain » à vie. Je compte donc bien poursuivre mon activité de chercheur dans ce bel environnement avec vous.

★ Jacques PIRONON
Directeur de GeoRessources
Directeur de recherche CNRS



Anne-Sylvie
ANDRÉ-MAYER,
nouvelle Directrice
de GeoRessources
à partir du 1^{er} juillet
2020

Sommaire

Portrait p.2
Anne-Sylvie ANDRÉ-MAYER

Nos projets p.3
GeoRessources engagé dans la transition
écologique

- Valoriser les plastiques et les bitumes
- Optimiser les épandages
- Valoriser les résidus de minerais de fer
- Recycler les batteries

**GeoRessources créateur
d'entreprises** p.5

- GEODE-SOLUTIONS
- TESSAEL
- ENEREX
- HES EXPERTISE SERVICES

En mode confinement actif p.7

**Les femmes et les hommes
de GeoRessources** p.8

- Les arrivées et les départs
- Prix et distinctions
- Nominations - Chez nos tutelles
- Une bourse Mukendi Kongolo
- Brève INSU

Anne-Sylvie ANDRÉ-MAYER

Une ambition internationale

Quel est votre parcours professionnel ?

★ Anne-Sylvie ANDRÉ-MAYER : Je suis arrivée à l'Université Henri Poincaré à Nancy en 1992 dans l'optique d'étudier la génétique et j'ai découvert la géologie, notamment avec Alain Desmet et Marc Deschamps. J'ai poursuivi dans ce domaine jusqu'au DEA Physique et Chimie de la Terre.

Passionnée par la formation des gisements métalliques, j'ai prolongé par un doctorat au laboratoire G2R, toujours à Nancy, sur la caractérisation des réseaux de fractures et des fluides associés aux minéralisations de type porphyre et épithermal, en partenariat avec le BRGM, sous la direction de Jacques Leroy.

Après ma soutenance de thèse en décembre 2000, j'ai obtenu un poste de Maître de conférences à l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres de Lorraine, m'immergeant dans les filières de formation des enseignants du 1^{er} et 2nd degré et prenant la responsabilité de la formation CAPES-AGREG de 2007 à 2012.

J'ai continué ma recherche au sein du laboratoire G2R, avec une activité limitée due à une charge d'enseignement et de gestion de filière CAPES-AGREG. Des échanges formels et informels avec Pierre Barbey, Olivier Vanderhaeghe, Michel Cuney, Laurie Reisberg, Jean-Jacques Royer, Jean-Pierre Milesi et Patrick Ledru m'ont fait recentrer ma recherche sur les systèmes minéralisés en or et uranium d'âge protérozoïque, ainsi que sur la relation entre croissance crustale et gisements métalliques. C'est sur ce thème que j'ai soutenu mon HDR en 2008.

En 2011, j'ai effectué une année sabbatique à AREVA, sur son site de la Défense, où j'ai travaillé en partenariat avec l'équipe R&D. En automne 2011, j'ai obtenu un poste de Professeur des Universités à l'IUFM de Lorraine et au 1^{er} janvier 2013, j'ai intégré simultanément l'École Nationale Supérieure de Géologie et le laboratoire GeoRessources, nouvellement créé, dont j'ai pris la direction-adjointe. En 2008, j'ai rejoint une équipe de recherche internationale sur le Craton Ouest africain dans le cadre du projet WAXI ce qui m'a permis de développer des collaborations en Afrique de l'Ouest et en Australie, particulièrement avec le Centre For Exploration Targeting de l'University of Western Australia à Perth, où j'ai passé un séjour en tant que chercheuse invitée à l'automne 2015.

À partir de 2011, je me suis investie dans l'École Abitibi, dispositif pérenne depuis 2008, impulsé par Alain Cheilletz, permettant un partenariat Québec-France-Maroc dans la formation à l'exploration minière, reflet d'une collaboration active entre l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec et l'École Nationale Supérieure de Géologie.

Depuis 2013, je suis présidente du jury de la mention MEEF second degré, me permettant de garder un lien avec la structure IUMF/ESPE/INSPE qui m'a bien accompagnée et formée durant les dix premières années de ma vie professionnelle.

Quelles sont vos activités de recherche ?

★ Anne-Sylvie ANDRÉ-MAYER : Mes activités de recherche visent à comprendre les modalités de concentration d'éléments métalliques dans la croûte continentale (Au, U, REE, Nb-Ta, Cu principalement) au Protérozoïque, période géologique charnière, marquée par de fortes évolutions de notre système Terre. Les gisements métalliques vont ainsi être des expressions localisées de processus géologiques qui vont se dérouler à différentes échelles de temps et d'espace et peuvent ainsi servir de traceurs des processus géologiques. Inversement, la compréhension de la formation des gisements métalliques, toujours à différentes échelles de temps et d'espace, est un atout pour les activités d'exploration minière.

Mes activités de recherche couplent ainsi recherche fondamentale et appliquée, au travers d'une recherche partenariale active, notamment avec des compagnies minières opérant dans les terrains protérozoïques ciblés. Les dix dernières années ont ainsi été marquées par une recherche sur les systèmes métallogéniques protérozoïques principalement en Afrique (craton ouest africain, bordure du craton du Congo, bouclier Arabo-Nubien) mais également

au Canada (Québec ceinture de Grenville). Cette recherche se base sur du terrain géologique (un mois par an, structurale, pétrographie), couplé à de l'analytique permettant de caractériser géochimiquement les objets étudiés, et d'en contraindre leurs âges absolus et ce, toujours à différentes échelles. La diversité des méthodes d'investigation utilisées implique des collaborations scientifiques en interne à GeoRessources, mais également au sein d'OTELo, à l'échelle nationale et internationale.

Quelles sont vos perspectives en prenant la direction de GeoRessources ? et comment être manager et chercheur.e / chercheuse

★ Anne-Sylvie ANDRÉ-MAYER : Le métier de Professeur d'Université implique un couplage au quotidien des activités de recherche, d'enseignement, et d'administration. La mission de Directrice-adjointe de l'unité, ainsi que le pilotage de projets européens sur ces dernières années m'ont donné à la fois une vision objective de la direction d'une structure de recherche, et m'ont également fourni les armes nécessaires aux exigences d'une direction d'un laboratoire de la taille et de la typologie de GeoRessources, tout en étant pleinement consciente de la responsabilité d'action et de représentation pour tout un collectif. Diriger un laboratoire de recherche recouvre des activités riches qui nécessitent d'une part une adaptation à la diversité des missions inhérentes à la fonction, d'autre part de trouver un équilibre dans toutes les dimensions de pilotage d'un laboratoire, et enfin de pouvoir s'appuyer sur les forces vives de la structure.

GeoRessources est un laboratoire jeune mais dont l'ADN se fonde sur des thématiques scientifiques développées de longue date à Nancy et, ainsi, reconnues à l'échelle locale comme à l'international. Depuis sa création en janvier 2013, le laboratoire GeoRessources a réussi à fédérer des chercheurs, enseignants-chercheurs, personnels techniques et administratifs issus de disciplines et d'horizons divers (géologie, géochimie, mécanique, génie minier,...) autour d'une thématique commune liée à l'utilisation raisonnée des ressources naturelles, depuis des problématiques très en amont (exploration) jusqu'à des problématiques très en aval (recyclage).

Le caractère multidisciplinaire et multi-échelle, les implications socio-économiques et environnementales, et la nécessaire approche systémique des recherches conduites à GeoRessources trouvent une résonance forte dans mon cœur de Lorraine, et me motivent fortement pour que GeoRessources reste un laboratoire reconnu, actif et visible autant à l'échelle locale qu'internationale.



Anne-Sylvie ANDRÉ-MAYER
nouvelle Directrice
de GeoRessources

Anne-Sylvie ANDRÉ-MAYER

45 ans, mariée, 1 enfant

Loisirs : Course à pied, 10 km à marathon

Professeur à l'Université de Lorraine, affectée à l'École Nationale Supérieure de Géologie et au laboratoire GeoRessources

2000 : Thèse de doctorat G2R - Université Henri Poincaré
2001 : Maître de conférences à l'Institut Universitaire des Maîtres, Maxéville

2008 : Intégration de l'IUFM à l'Université Henri Poincaré, Nancy

2008 : Habilitation à Diriger des Recherches

2011 : C.R.C.T. Direction R&D AREVA, La Défense

2011 : Professeur à l'Université Henri Poincaré, affectée à l'IUFM (enseignement) et G2R (Recherche)

2013 : Professeur à l'Université de Lorraine, affectée à l'ENSG et au laboratoire GeoRessources.

2013 : Directrice-Adjointe du laboratoire GeoRessources

2015 : Chercheuse invitée University of Western Australia, Centre for Exploration Targeting.

Juillet 2020 : Directrice du laboratoire GeoRessources



Engagé dans la transition écologique

Valoriser les plastiques et les bitumes

Le récent refus de la Chine d'accepter de recycler les déchets plastiques a plongé de nombreux pays devant un important problème. En effet, sans filière de recyclage, ces déchets s'accumulent inexorablement. Les déchets de polymères sont très variés en termes de composition et d'origine. Bien que certains soient recyclés moyennant un tri très sélectif (40% des déchets ménagers par exemple), la majorité reste un déchet ultime. Or, le recyclage des matières plastiques est un verrou technologique majeur dans la valorisation des déchets. Par ailleurs, l'industrie cherche à recycler ou valoriser les bitumes et déchets bitumes produits par les filières du pétrole, du charbon ou des BTP (anciens revêtements routiers par exemple).

Co-pyrolyse de polymères et de bitumes

Le projet de recherche ambitionne d'étudier une nouvelle voie de valorisation des déchets de polymères et de bitumes en observant leur co-pyrolyse. La pyrolyse - dégradation thermique sous atmosphère inerte - est une des voies de valorisation des déchets de polymères. La co-pyrolyse consiste à chauffer le déchet polymère en présence d'une autre matière (un autre déchet de préférence, du bitume en l'occurrence). Les études de co-pyrolyse mettent généralement en évidence un effet synergétique permettant de générer une fraction hydrocarbonée valorisable en plus grande quantité et de meilleure qualité que celle obtenue par pyrolyse des déchets séparés.

Trois polymères « modèles » les plus fréquemment trouvés dans les déchets ménagers seront étudiés d'abord purs, puis en mélange avec différents types de bitume (goudron de houille, bitume de distillation pétrolière, déchet de revêtement routier). La caractérisation complète des bitumes utilisés et des produits de leur dégradation thermique sera aussi réalisée au préalable. Les températures de pyrolyse retenues seront choisies en fonction des résultats d'analyses obtenues préalablement au laboratoire LRGP.

À GeoRessources, les co-pyrolyses seront effectuées en milieu confiné, sous atmosphère inerte et sous pression variable de 100 à 700 bar. Au LRGP, les mêmes systèmes seront analysés, mais dans des réacteurs à basse pression (1-10 bars) : réacteur thermogravimétrique, « réacteur ouvert à cuillère » balayés par un gaz inerte, four à image.

Les verrous scientifiques sont essentiellement liés à l'analyse des différents produits et de leurs modes réactionnels du fait de la complexité des mélanges d'hydrocarbures inhérents à la décomposition thermique des bitumes.

Les laboratoires impliqués, GeoRessources, LIEC et LRGP, ont une grande expertise complémentaire dans l'analyse et la réactivité des hydrocarbures gazeux, liquides et solides.

Les résultats escomptés sont :

- la mise en évidence et l'interprétation de l'effet synergétique de la co-pyrolyse en fonction de la pression
- la définition des conditions optimales de co-pyrolyse, voire la proposition d'un design expérimental optimisé.

Générer une huile valorisable

La synthèse de ces résultats vise à définir les conditions optimales permettant de générer une huile valorisable comme carburant ou en carbochimie. Les filières concernées sont avant tout les filières de valorisation des déchets plastiques avec des perspectives de transférabilité à moyen terme.

Nom du projet : CO-PYRO
 Porteurs : Raymond Michels (GeoRessources) et Valérie Burklé-Vitzthum (LRGP)
 Date de début et fin : octobre 2020 – octobre 2021
 Financement : ICEEL Carnot
 Partenaires : LIEC, LRGP et GeoRessources



Optimiser les épandages

Nom du projet : RIVAGE
 « Recherche et Innovation sur la Volatilisation de l'Ammoniac en Grand Est »
 Porteurs GeoRessources : Odile Barres et Philippe de Donato
 Financement : AtMO Grand Est

RIVAGE s'appuie sur un consortium scientifique interdisciplinaire formé de :

- la CRA GE, Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est,
- l'agence de l'air régionale AtMO GRAND EST,
- GeoRessources (Université de Lorraine/CNRS),
- ECOSYS (UMR INRAE/AgroParisTech),
- IDELE (Institut de l'Elevage),
- TERRASOLIS, le pôle d'innovation de la ressource agricole,
- EPLEFPA, l'établissement public local d'enseignement et de formation professionnelle agricole du Bas-Rhin,
- ALPA-IS4A, Association Lorraine pour la Promotion en Agriculture

Actuellement, les épandages agricoles de produits azotés, non seulement polluent l'air, mais se perdent en quantités variables limitant ainsi l'efficacité de fertilisation des sols. L'objectif de ce projet est d'identifier les systèmes de mesure capables de quantifier ce type d'émissions afin d'estimer les pertes. L'enjeu ultime étant de réduire les impacts environnementaux.

Surveiller les émissions d'ammoniac Fixer les matières azotées au sol

Les objectifs du projet RIVAGE :

- Identifier et croiser différents types de métrologies centrés sur la détection des émissions d'ammoniac, les déployer sur trois sites expérimentaux basés en région Grand Est et choisir ceux les plus applicables dans la surveillance d'une pratique agricole
- Utiliser les résultats de ces expérimentations pour optimiser les différentes pratiques agricoles afin de

limiter la dispersion des produits azotés dans l'air, à la fois dans l'espace et le temps.

La tomographie Infrarouge développée par GeoRessources fait partie des outils de monitoring qui seront utilisés dans ce projet. Elle va s'intéresser à la spatialisation 3D des panaches d'ammoniac potentiellement présents au niveau des bâtiments, sur les lieux de stockage des matières organiques et lors des phases d'épandage.

Les résultats de ces travaux permettront de formuler des recommandations aux agriculteurs.

AtMO GRAND EST, l'une des 18 Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) sur le territoire national, a lancé en 2019 son premier appel à projet relatif à la qualité de l'air « Appel d'air ». Le projet RIVAGE a été lauréat de cette 1^{ère} édition. RIVAGE s'intéresse à la chaîne complète de gestion de l'azote impliquant le bâtiment, le stockage des matières organiques et l'épandage (azote organique et minéral).

Engagé dans la transition écologique

Valoriser les résidus de minerais de fer

Au Brésil, actuellement, l'un des plus grands problèmes des sociétés minières est la disposition des résidus de traitement, en particulier des fractions fines (slimes) générées avant le processus de flottation. Il n'existe, actuellement, aucun moyen économiquement viable de concentrer ces fractions fines de minerai de fer de la région du «Quadrilátero Ferrífero» à l'échelle industrielle qui rejoignent aujourd'hui les stériles des usines de traitement. Ces résidus stockés depuis plusieurs décennies ont subi des altérations et les transformations minérales qui ont rendu difficile leur valorisation. Les particules fines peuvent aussi changer les conditions géotechniques de stockage et influencer la stabilité des digues à stériles.

Le but de ce travail est de comprendre les caractéristiques minéralogiques et physiques des slimes, afin de développer un processus de concentration pour ce type de matériel. Fondamentalement, les difficultés de concentration des slimes de minerai de fer sont dues aux facteurs suivants : une granulométrie extrêmement fine, ce qui réduit la probabilité de flottation du quartz ultrafin et augmente la perte de fer dans les résidus (surtout par entraînement, piégeage et/ou hydrophobisation); une minéralogie complexe, avec une forte présence de kaolinite et d'autres minéraux tels que la goéthite, qui, en raison de ses caractéristiques physico-chimiques, altère les résultats du processus de concentration par flottation.

L'objectif principal est de valoriser les résidus de traitement des minerais de fer des gisements de Vargem Grande et de Brucutu (Vale, Brésil) à un niveau économique acceptable.

Les principales étapes :

- Comprendre et caractériser les échantillons de résidus en termes de minéralogie, de teneur en fer, de taille des particules et de libération
- Déterminer quelle méthode peut être utilisée pour la valorisation du fer et comment ajuster les variables pour optimiser le processus
- Déterminer si l'utilisation de micro-nanobulles est avantageuse pour la valorisation des échantillons de résidus
- Évaluer la faisabilité économique à l'échelle du pilote industriel.

Un nouveau réactif, encore non utilisé pour le minerai de fer, a permis d'obtenir de bons résultats, à l'échelle du laboratoire et à l'échelle pilote, pour la flottation du quartz dans les slimes (sans l'utilisation de déprimants, comme l'amidon). Des études sur d'autres aspects de la concentration des slimes sont également en cours d'évaluation, notamment en ce qui concerne l'utilisation de microbulles pour augmenter l'efficacité du procédé.



Projet : VALE
 Coordinatrice du projet : Inna FILIPPOVA - GeoRessources
 Financement : Cie VALE

Recycler les batteries

Les batteries lithium-ion ont bouleversé notre quotidien en favorisant l'émergence d'appareils électroniques portables grâce à la haute densité d'énergie de cette technologie et à son coût de production relativement modéré. Il est attendu qu'elles changent une nouvelle fois notre quotidien puisque les batteries lithium-ion sont au centre de la mobilité électrique. Leur production en masse depuis la première batterie en 1991 et l'évolution de la réglementation ont poussé les industriels à développer des procédés de recyclage des batteries lithium-ion comme celui développé par Umicore qui combine avantageusement une voie pyrométallurgique (traitement haute température dans des fours) et une voie hydrométallurgique (voie plus douce permettant de séparer les métaux de valeur). Cependant, la pyrométallurgie ne permet pas de récupérer tous les métaux contenus dans les batteries, contrairement à la voie hydrométallurgique.

Isoler des métaux valorisables

Un procédé de recyclage consiste à mettre en œuvre des opérations unitaires permettant d'extraire des matières/objets contenus dans les déchets de

façon à pouvoir les réutiliser ultérieurement. Après avoir collecté puis stocké les batteries, celles-ci doivent être démantelées dans le but de récupérer les éléments non endommagés pour une utilisation ultérieure (carcasses, câbles électriques, électronique, etc.). Ce démantèlement permet également d'isoler les matériaux d'électrodes qui contiennent des métaux valorisables mais dont la récupération nécessite un traitement chimique préalable afin de les séparer.

Avant de réaliser ce traitement chimique, il est souvent nécessaire de mettre en œuvre des procédés de séparation physique (broyage, tri optique, séparation magnétique, séparation gravimétrique, etc.) permettant de produire un concentré appelé «black mass» qui contient des métaux de valeur à séparer, tels que le cobalt, le lithium, le nickel et le manganèse, provenant principalement des électrodes positives. Pour cela, le concentré est mis en solution à l'aide d'un acide (solution de lixiviation), puis des opérations de séparation des espèces métalliques sont mises en œuvre (résines échangeuses d'ions, extraction liquide-liquide, précipitation, etc.).

De nombreux schémas de procédés agencant ces opérations dans des conditions opératoires variées ont été imaginés. L'objectif est de pouvoir trouver les schémas de procédé permettant de réduire l'impact environnemental du recyclage et son coût opératoire tout en préservant son efficacité.

Dans le cadre de ses activités dans le domaine de l'hydrométallurgie, GeoRessources travaille conjointement avec le LRGP au développement de nouveaux réactifs permettant de séparer efficacement les métaux contenus dans les solutions de lixiviation en jouant soit sur la chimie du procédé (développement de matériaux d'extraction solide-liquide et liquide-liquide), soit sur le procédé lui-même (adaptation de technologies membranaires au recyclage des batteries, optimisation des conditions opératoires du procédé à l'aide d'outils d'aide à la décision, etc.).

Projet : ElectroRecycling (ADEME-Labex Ressources21) ; MiRELIB (ANR)
 Porteur : Alexandre CHAGNES - GeoRessources
 Partenaires : LRGP et GeoRessources
 Financement : ANR - ADEME

GEORESSOURCES CRÉATEUR D'ENTREPRISES

Géosciences, informatique, mathématiques, géométrie algorithmique...
... où mène la géologie numérique



Geode-solutions

GEODE-SOLUTIONS

Technopole Hélio parc
 2, avenue Pierre Angot
 64053 Pau cedex 9
<https://www.geode-solutions.com>
contact@geode-solutions.com

Après avoir réalisé leurs travaux de thèse dans l'équipe RING de GeoRessources entre 2013 et 2019, Arnaud Botella et Pierre Anquez, experts en modélisation 2D/3D, ont créé Geode-solutions SAS en août 2019. Leur travail collaboratif pour le consortium international RING-Gocad leur avait permis d'identifier le besoin du secteur industriel de développer de nouveaux outils de géomodélisation. Pour faire sauter le verrou de l'adaptation entre les modèles géologiques et les solveurs physiques, Geode-solutions propose des solutions logicielles et des prestations sur-mesure qui vont répondre à ces besoins.

Leur cœur de métier est la modélisation adaptée aux simulations numériques physiques. Leur objectif est d'accélérer la géomodélisation et de rendre accessibles des technologies de pointe pour réaliser des simulations physiques sur des modèles géologiques inadaptés. Leurs gammes d'outils couvrent l'analyse de modèles, la correction et la simplification de modèles, le maillage/remailage.

Autour d'une plateforme open source - OpenGeode -, ils proposent des prestations de services telles que le développement sur-mesure de solutions logicielles, la réalisation ou l'accompagnement d'études de création de modèles et de maillages, du conseil, de la formation.

Localisée à la Technopole Hélio parc à Pau, Geode-solutions fait partie de deux pépinières, l'Atelier Numérique et GeoStart, spécialisées dans les géosciences et le numérique.

Geode-solutions est impliquée dans l'écosystème des géosciences, membre du Pôle Avenia, elle travaille en partenariat avec TOTAL sur le développement de premiers outils pour améliorer la chaîne de géomodélisation.

Leur ambition : devenir un acteur incontournable en terme de modélisation, pour les communautés scientifiques et industrielles et devenir une société de modélisation multi-secteurs.



Tessaël

TESSAEL

Tessaël SAS
 Espace-Transfert
 615 rue du Jardin Botanique
 54600 Villers-lès-Nancy
www.tessaël.com
wan-chiu.li@tessaël.com

Tessaël est une start-up/spin-off d'Inria à Nancy, qui propose des solutions de maillage géologique basées sur la technologie logicielle GeO2, issue des innovations technologiques des équipes de recherche d'Inria et de l'Université de Lorraine - GeoRessources.

C'est en 2003 que Wan-Chiu Li commence un doctorat dans le domaine de la modélisation 3D à INRIA qu'il soutient en 2006. Au vu des résultats obtenus pendant la thèse et de leur très fort potentiel pour des applications de modélisation 3D, la société Paradigm invite Wan-Chiu Li à la rejoindre pour développer une suite de logiciels pour la modélisation du sous-sol nommée SKUA-GOCAD. Durant une dizaine d'années, il va aider SKUA-GOCAD à devenir l'un des leaders mondiaux des logiciels de modélisation géologique.

Face à des enjeux financiers et environnementaux colossaux, les exploitants du sous-sol recherchent des technologies toujours plus fiables pour les aider à prédire les comportements physiques dans des contextes géologiques de plus en plus complexes. Convaincu que seule une technologie de rupture peut répondre à ce besoin, Wan-Chiu Li repère une technologie de maillage 3D (dénommée VORPALINE) mise au point par les chercheurs d'Inria et de l'Université de Lorraine et comprend que cette dernière va jouer un rôle important, non seulement dans la chaîne des énergies fossiles, mais aussi dans la transition énergétique. Pour répondre à une attente des industriels, en 2018, Wan-Chiu Li crée une start-up ayant vocation à

exploiter cette technologie de maillage.

Pendant la maturation du projet, Wan-Chiu Li a d'abord bénéficié d'une aide de GeoRessources où il est accueilli pendant quatre mois par l'équipe RING, ce qui lui a apporté non seulement un soutien financier grâce au dispositif Extra&Co, mais lui a également ouvert le réseau des différents acteurs académiques et industriels en géosciences. Il recevra ensuite un financement d'Inria de seize mois, pour transformer VORPALINE en un produit commercial GeO2.

Grâce à ces soutiens, Wan-Chiu Li a pu effectuer les premières démarches, constituer un premier business plan et construire l'équipe fondatrice. Le projet est accompagné par l'Incubateur Lorrain depuis mai 2019. En mai 2020, Wan-Chiu Li a fondé la société Tessaël avec Cédric Borgese, un collègue de longue date.

Tessaël est une société au service des industries du secteur minier ainsi que du secteur de la transition énergétique tel que le stockage géologique de CO₂ et de la géothermie. Elle propose différents types de licences d'utilisateur de GeO2, des licences d'intégration de GeO2 dans une suite de logiciels tiers ainsi que des projets de consulting en développement de logiciels (audit et développement de code).

La technologie GeO2 a été conçue pour répondre aux besoins exprimés par des exploitants du sous-sol, identifiés et recensés par les deux cofondateurs Wan-Chiu Li et Cédric Borgese durant leur carrière industrielle de plus de dix ans dans le domaine de l'exploration et de la production du pétrole et du gaz.

GEORESSOURCES CRÉATEUR D'ENTREPRISES



ENEREX

2 rue du Doyen Marcel Roubault
54500 Vandœuvre-lès-Nancy
<https://enerex.fr>
lionel.bertrand@enerex.fr

Enerex a été créée début 2020 suite aux travaux de thèse et de post-doctorat de son président Lionel BERTRAND au sein du laboratoire GeoRessources. Renforcée par deux enseignants-chercheurs de GeoRessources et de l'Université de Lorraine, Yves Géraud et Marc Diraison, la société est localisée à l'ENSG à Vandœuvre-lès-Nancy.

ENEREX intervient dans le domaine des énergies nouvelles et de la prospection des réservoirs non conventionnels. Dans un contexte de multiplication des projets de transition énergétique et de développement des énergies renouvelables, ENEREX répond aux besoins croissants des opérateurs industriels pour la réalisation d'études de prospection géologiques, d'identification et de caractérisation des réservoirs, en particulier dans le domaine de la géothermie haute température.

ENEREX propose plusieurs types de prestations : analyses de mesures pétrophysiques sur échantillons, études de terrain et caractérisation structurale, interprétation de données géophysiques et de diagraphies, SIG, réalisation de modèles géologique, etc.

Spécialisée dans la prospection et la caractérisation de sites destinés à la géothermie haute température, ENEREX développe également d'autres champs de compétences, comme les ressources en eau, l'hydrogène natif ou le lithium issu des eaux géothermales. Forte d'une équipe pluridisciplinaire composée de géologues experts, l'entreprise regroupe toutes les compétences nécessaires pour garantir une démarche rigoureuse répondant aux exigences du domaine. Grâce à un partenariat étroit avec la recherche académique et le laboratoire GeoRessources, ENEREX s'assure de rester au cœur de l'innovation conceptuelle, méthodologique et technique.



H-EXPERTISE SERVICES

GeoRessources
Faculté des sciences et technologies
rue Jacques Callot
54500 Vandœuvre-lès-Nancy
<https://fr.h-expertise-services.com>
vanessa.dyja-person@h-expertise-services.com

"H for Human, Expertise based on people is everything"

Créée en 2017, H-ES propose des analyses et des expertises à haute valeur ajoutée dans le domaine de la géologie pétrolière, la géothermie, l'analyse d'inclusions fluides et la modélisation environnementale.

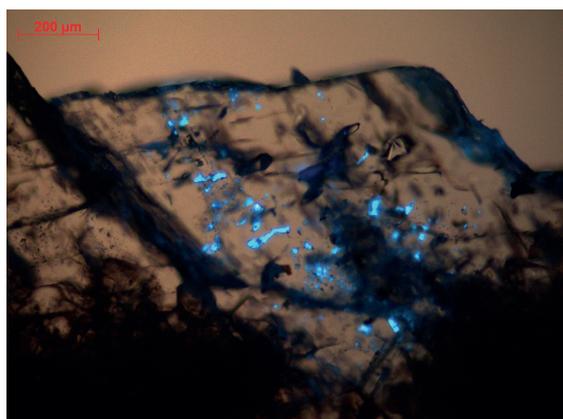
Les prestations/les services

Analyse des inclusions fluides

H-ES propose de reconstruire des conditions P-T-t de piégeage des fluides pendant la diagenèse pour comprendre les conditions de migration, de stockage des huiles et des gaz, évaluer les fuites et dater tous ces événements.

Modélisation en environnement marin

La société H-ES est experte en prédiction des comportements de rejet dans l'eau de mer pour éviter tout impact environnemental. Pour cela elle met en place un plan de lutte antipollution en opérant une estimation des conséquences sur l'environnement, en identifiant les zones sensibles à protéger et en distinguant les périodes «Worst case».



Les compétences

Thomas Bideau

Géologue, diplômé de l'Institut Géologique Albert de Lapparent (IGAL), Thomas a travaillé sur des projets TOTAL au Moyen-Orient et a participé au développement des logiciels de modélisation 4D GoKarst (prix de l'innovation 2007) et GoDiag. Il a également travaillé dans le secteur minier dans le traitement de minerais pour le groupe ERAMET-SLN en Nouvelle-Calédonie et en Business développement et innovation pour IMERYS. Avec Vanessa DYJA-PERSON, il crée H-Expertise Services SAS en 2017.

Vanessa Dyja-Person

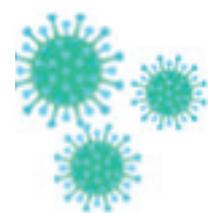
Expert-géologue avec dix ans d'expérience en analyse de fluides dont quatre ans en environnement minier et six ans en environnement pétrolier, Vanessa est avant tout géologue spécialisée en géochimie et en particulier en analyse d'inclusions fluides, objet de sa thèse de doctorat (2010-2014 - Université de Lorraine, Nancy). Depuis l'obtention de son doctorat, et avec le soutien de Jacques Pironon, directeur de recherche au CNRS et directeur du laboratoire GeoRessources, elle a commencé à se lancer dans le domaine de la recherche avant de s'engager dans la création de H-Expertise Services en tant qu'associée.

Benjamin Livas

Expert en environnement marin avec dix ans d'expérience en matière de marée noire et de modélisation environnementale dans l'industrie pétrolière et gazière. Au cours des dernières années, il s'est spécialisé dans la modélisation des rejets en milieu marin (marée noire, eaux produites, déblais de forage, produits chimiques, etc.) et la réponse associée, principalement à l'aide du logiciel MEMW ©, dont il est utilisateur certifié par le développeur, le SINTEF, situé en Norvège.



EN MODE CONFINEMENT ACTIF



«Ma vie est toujours en rose»

Personnellement, j'ai été un peu inquiet pour « mon estomac » le premier jour du confinement quand j'ai découvert la longue file d'attente devant les supermarchés et tous les rayons vides. Cependant, mon inquiétude a été vite dissipée quand, dès le lendemain j'ai retrouvé les rayons bien réapprovisionnés. Le deuxième souci pour moi c'est de rester enfermé chez soi pendant plusieurs semaines consécutives alors que je vis tout seul dans une chambre universitaire et loin de ma famille. Il est donc vraiment ennuyeux de ne pas pouvoir rencontrer ses collègues et amis pendant si longtemps. Pour apaiser l'ennui et le stress, nous avons créé un groupe sur les réseaux sociaux pour bavarder ou partager les petites nouvelles humoristiques. À part cela, je dirais que ma vie est toujours « en rose » !

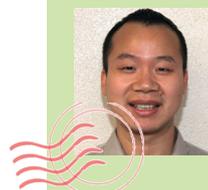


Par rapport au travail, comme les expériences et les analyses expérimentales sont actuellement impossibles, il nous faut bien évidemment adapter le planning pour limiter au maximum l'impact sur l'avancement de notre projet en cours. Grâce aux outils numériques proposés par l'UL, j'ai pu facilement organiser les visio-conférences pour échanger avec mes encadrants. Je travaille en ce moment sur le traitement des données, l'interprétation des résultats et je rédige mon manuscrit. J'espère que la pandémie va bientôt passer pour qu'on puisse revenir à la vie normale.

Van-Hoan Le
Docteurant

«Ma tête explosait !»

Six semaines de confinement, une fréquence élevée de lavage des mains, et beaucoup de temps pour digérer l'information sur le coronavirus. En fait, mon histoire a commencé bien avant le confinement en France. Fin décembre, lorsque les rumeurs du SRAS se sont répandues, j'ai commencé à m'inquiéter pour ma famille et mes amis en Chine. Je les ai prévenus du danger de voyager autour de Wuhan. En un mois, le pays a été durement touché. J'ai été très choqué d'apprendre le décès de familles entières et même d'un nouveau-né, de savoir que mes deux cousins étaient malades, et que même le NHS était submergé. À l'annonce de ces nouvelles, ma tête explosait !



Mon inquiétude s'est poursuivie avec la propagation de la maladie en Europe. Nous avons commencé le confinement en panique en achetant un énorme stock d'aliments. Les dix premiers jours ont été difficiles. Ma toux persistante, les températures fluctuantes de mon fils et la croissance exponentielle en France de la maladie m'ont vraiment mis les nerfs à vif. Cependant, mes angoisses ont été réduites de deux façons. D'une part, grâce à la communication avec les collègues de GeoRessources. Je me sentais connecté, nécessaire et entouré. D'autre part en prenant soin des autres. Nous avons fait un don pour aider le CHRU, et avons applaudi tous les jours à 20h sur notre balcon les médecins et infirmières. Aujourd'hui, mon anxiété est partie et l'efficacité est de retour, j'ai terminé un article et une importante interview récemment. À la fin du confinement, j'aimerais remercier tous les travailleurs de première ligne, le gouvernement et les Français pour leurs incroyables efforts pour préserver la santé.

Xuan LIU, Post-doctorant



«27 litres d'éthanol»



Dès le début du confinement Philippe de Donato, Odile Barres et moi avons fait le tour des réserves de GeoRessources pour répondre à la demande d'équipements de protection. Ainsi, 27 litres d'éthanol, des masques, des flacons et des combinaisons de protection ont été collectés et confiés au magasin de chimie de l'Université. Une goutte d'eau dans l'océan des besoins liés à la crise sanitaire de la COVID-19.

Jacques Pironon,
Directeur de GeoRessources



L'exposition
«Du gaz dans le charbon»
qui devait être inaugurée en avril,
a dû rester confinée.
Vous pourrez la voir
du 2 au 16 octobre 2020
à la galerie commerciale
de Longeville-lès-St-Avold
pendant la Fête de la Science.

**DU GAZ
DANS LE
CHARBON**

EXPOSITION

«Une surveillance hebdomadaire»

Le 16 mars 2020, comme partout ailleurs, l'ensemble des appareillages et équipements de GeoRessources a été mis hors tension ou en sécurité par les responsables techniques des plateformes. Mais même arrêtés, certains équipements nécessitent de rester purgés sous air comprimé sec afin de protéger leurs composants, sensibles à l'humidité. Une surveillance hebdomadaire du bon fonctionnement des compresseurs et de certains appareils a donc été programmée, toujours en binôme, pour respecter notre plan de continuité d'activité. On en a profité pour arroser des plantes dans certains bureaux ou salles communes... Et puis le calibrage d'un appareil s'est avéré nécessaire chaque semaine... Et puis le contrôle des congélateurs



et frigidaire, renfermant échantillons et produits chimiques, s'est ajouté... Une vanne à fermer par-ci, un PC et des échantillons à récupérer par-là. On en est même arrivés à tirer toutes les chasses d'eau chaque semaine pour éviter la stagnation de l'eau et les mauvaises odeurs !

Odile Barres, Ingénieure de recherche,
Assistante de prévention

Bienvenue !

Alexy Elias BAHNAN

Après avoir soutenu sa thèse intitulée Circulation de fluides et diagenèse du système pétrolier de Lacq : Impact de l'évolution géodynamique, Alexy rejoint le projet de collaboration internationale entre le CNRS et PetroChina.

Patrick CARR

Après avoir effectué sa thèse à l'Australian National University de Canberra, Patrick a rejoint la plateforme LA-ICP-MS pour y développer de nouveaux géochronomètres.

Réda CHRAIBI

Réda a rejoint GeoRessources en tant qu'Adjoint technique pour le projet Regalor où il assiste les chercheurs dans le cadre de mesures de terrain.

Marie GÉRARDIN

Docteure de l'Université d'Orléans, Marie effectue un post-doctorat à Georessources afin de développer la datation K-Ar.

Sylvain LEBERRE

Post-doctorant en sciences politiques, Sylvain est venu étudier le renouveau minier et ses conséquences territoriales.

Hien NGUYEN

Hien a intégré l'équipe Hydrogéomécanique multi-échelles en tant que Post-doctorant pour travailler dans le cadre de DeepSurf sur le comportement des failles en contexte de stockage de CO₂.

Nour Eddine OURTI

Nour Eddine effectue un post-doc sur la détection et quantification du Lithium dans les minéraux lithinifères, au sein de l'équipe scientifique du projet ERAMIN LIGHTS.

Antoine PETRELLI

En qualité de chef de projet, Antoine vient de nous rejoindre à la fois pour les projets Regalor et LIGHTS. Il est en charge du pilotage opérationnel et des relations partenariales de ces deux projets.

Un grand merci !

Saeed FARROKHPAY

Saeed a terminé sa mission post-doctorale au sein de l'équipe Valorisation des ressources et des résidus.

Brève de l'INSU

L'origine des métaux des mines géantes

Où comment découvrir de nouveaux gisements de métaux. C'est le sujet des travaux de recherche de Joséphine Gigon, premier auteur d'une publication parue dans la revue *Geology* et remarquée par l'INSU-CNRS.

Joséphine a soutenu sa thèse de doctorat en 2019 au laboratoire GeoRessources. Spécialisée en métallogénie, elle est experte en formation des gisements. Les recherches qu'elle a menées avec des chercheurs de GeoRessources, une équipe australienne et en collaboration avec le CRPG

pourraient impacter fortement les stratégies d'exploration dans les provinces métallifères.

Tracing metal sources for the giant McArthur River Zn-Pb deposit (Australia) using lead isotopes - *Geology*, 48, 478-482

Joséphine Gigon, Etienne Deloule, Julien Mercadier, David L. Huston, Antonin Richard, Irvine R. Annesley, Andrew S. Wygralak, Roger G. Skirrow, Terrence P. Mernagh and Kristian Masterman
<https://doi.org/10.1130/G47001.1>



Des prix



Claire BOSSELEC Prix SGF

Un grand bravo à Claire Bosselec qui va recevoir le Prix Van Straelen 2020 pour sa thèse : Évolution des propriétés de transfert des grès par diagenèse et déformation : application aux formations du Buntsandstein Gp., Graben du Rhin. Claire effectue sa thèse sous la direction d'Y. Géraud (GeoRessources) et I. Moretti.



Sunil Kumar TRIPATHY Prix de la revue Minerals

GeoRessources félicite Sunil Kumar Tripathy qui a obtenu le prix Travel award in Mineral and Processing Metallurgy 2020 de la revue *Minerals*. Sunil est venu effectuer un post-doctorat dans l'équipe Valorisation des ressources et résidus sous la direction de Lev Filippov.



Yann FOUCAUD Prix Haüy-Lacroix de la SFMC

Félicitations à Yann FOUCAUD auquel la Société Française de Minéralogie et de Cristallographie a attribué le prix Haüy-Lacroix 2020 pour ses travaux de thèse effectués au sein de l'équipe Valorisation des ressources et des résidus et portant sur la récupération du tungstène à partir d'un skarn à faible contraste de séparation.

... et Prix de thèse OTELO

Le pôle scientifique OTELO de l'Université de Lorraine a décidé d'attribuer son prix de thèse à Yann Foucaud. Double bravo !



Paul CUPILLARD Top des publications sur Geophysical Research Letters

Bravo à Paul CUPILLARD de l'équipe RING de GeoRessources pour sa publication intitulée « The Collaborative Seismic Earth Model: Generation 1 » qui est l'une des plus téléchargées sur le site *Geophysical Research Letters* ces douze derniers mois !

Nominations



Jérôme STERPENICH Directeur de l'Institut Carnot ICEEL

Jérôme Sterpenich, membre de l'équipe Stockages géologiques et géothermie de GeoRessources, Professeur à la Faculté des sciences et technologies de l'Université de Lorraine, a pris la Direction de l'Institut Carnot ICEEL le 1^{er} janvier 2020. Retrouvez son parcours sur Factual

Chez nos tutelles



Stéphane GUILLOT Directeur adjoint scientifique Terre solide INSU CNRS

Stéphane Guillot est un géologue, spécialiste des zones de

convergence.

Docteur en Sciences de la Terre de l'Université de Grenoble, il a rejoint différents laboratoires de géologie à Lausanne, Lyon et Grenoble. Il est promu Directeur de Recherche en 2007.

Son approche est volontairement pluridisciplinaire, travaillant régulièrement avec des géochronologistes, des géochimistes et des géophysiciens.

Durant sa carrière, Stéphane Guillot a occupé plusieurs fonctions dont celle de membre du comité national du CoCNRS. En 2015 il prend la direction du laboratoire ISTerre. En 2020, il a rejoint l'équipe de direction de l'INSU-CNRS en tant que Directeur Adjoint Scientifique en charge du domaine Terre Solide.

Une bourse Mukendi Kongolo



Mukendi Kongolo a été Ingénieur de recherche à GeoRessources pendant plusieurs années. Chercheur reconnu et acteur important de la coopération entre l'UQAT - Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, la France, la Belgique et la République Démocratique du Congo, il a toujours

eu à cœur de favoriser le recrutement d'étudiants africains à l'IRME. Chaque année, une bourse de 2 000 \$ est offerte à des étudiants qui œuvrent au niveau de l'avancement des connaissances à l'IRME.

<https://bit.ly/3dcybhv>

GeoRessources - UMR 7359
 Université de Lorraine - CNRS
 Directeur de la publication : Jacques PIRONON
 Conception - Réalisation : GeoRessources
 Photographies : © GeoRessources - Université de Lorraine - CNRS - Borvan53 - Marie-Hélène Ny

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

Pour recevoir les prochains numéros, contactez :
georressources-contact@univ-lorraine.fr