

Dans le cadre du Projet Geo-Li-H GeoRessources recrute un doctorant pour une thèse

### **Géothermie-Lithium-Hydrogène**

**Résumé : L'exploitation des nouvelles ressources du sous-sol, géothermie, lithium, hydrogène et Hélium nécessite le développement de nouveaux concepts permettant de définir les éléments de nouveaux modèles géologiques. A partir de l'étude de trois cas types représentatifs des principaux contextes d'exploration, un protocole de construction de ces modèles sera proposé, fournissant des guides d'exploration de ces ressources et de gestion des risques associés.**

Direction : Yves Géraud, Marc Diraison

#### Présentation du projet

L'exploration et l'exploitation conjointes des ressources géothermiques, de moyennes et de hautes températures, de ressources élémentaires comme le Lithium contenu dans les saumures géothermales, l'Hydrogène et/ou de l'Hélium sont des objectifs de plus en plus couramment affichés. L'exploitation conjointe de ces ressources permettrait d'améliorer la rentabilité des exploitations et de rendre ces opérations économiques viables. L'exploration et l'exploitation des ressources hydrocarbonées, depuis plus d'un siècle, ont permis de construire des modèles de systèmes pétroliers, comprenant une roche mère, une roche réservoir, un système de transfert et une roche couverture, qui sont assez efficaces pour limiter les risques lors de la phase d'exploration. Par contre, les systèmes géologiques géothermiques de haute température particulièrement, et ceux associés au Lithium, à l'Hélium et à l'Hydrogène sont actuellement mal contraints aussi bien individuellement que conjointement. L'objectif de cette thèse est, à partir de l'étude de trois sites géothermiques de haute température qui montrent des indices avérés de Lithium, Hydrogène et d'Hélium, de construire des modèles géologiques conjoints pour décrire le fonctionnement des systèmes géologiques associés à ces différentes ressources. La caractérisation de ces systèmes constituera une avancée importante dans la compréhension des circulations de fluides associées à ces ressources développées dans des contextes géologiques caractéristiques comme les édifices volcaniques et les zones de rift.

Trois développements sont nécessaires pour optimiser les chances de réussite de l'exploration et de mise en exploitation de ces ressources :

- La définition de nouveaux protocoles d'investigation et de traitement des données d'investigation qui utilisent des techniques géophysiques limitant l'utilisation de la sismique. Technique coûteuse à mettre en œuvre et peu efficace en contexte non-sédimentaire. Ces protocoles font appel à des techniques de prospection magnétique, gravimétrique, électrique, électromagnétique ou encore magnéto-téllurique, moins coûteuses mais aussi de plus basse résolution.
- La constitution d'une base de données d'analogie permettant de caractériser à différentes échelles les éléments des systèmes énergétiques et particulièrement les réservoirs.
- La définition de nouveaux concepts pour ces systèmes énergétiques non-carbonés et à co-produits associés.

L'originalité de cette démarche repose sur l'analyse des différents éléments des systèmes géologiques associés à chaque ressource pour construire un système géologique global de l'objet considéré. Il s'agit de définir si les mêmes éléments de chaque système sont composés des mêmes objets géologiques ou s'il y a des spécificités, d'identifier les éléments mis en commun pour définir les meilleures cibles pour une exploitation conjointe. L'analyse portera sur trois sites types qui font l'objet de travaux dans l'équipe « ressources carbonées », pour lesquels des données sont disponibles et l'objectif de la thèse va être de concilier ces données dans des modèles géologiques et de transfert.

Site 1- Il s'agit du volcan de la Soufrière de Guadeloupe dont les travaux de recherche sont financés par le programme Geotref depuis 2017. Les résultats, cartographiques, structuraux, pétrographiques et géochimiques obtenus permettent de préciser le premier modèle géologique (Figure1) construit à partir notamment des travaux de thèse de Vivien Navelot (Navelot 2018). Dans le cadre du programme Geotref ont été également acquises des données géophysiques magnétiques (Mercier de Lépiney 2019), gravimétriques, magneto-tellurique ou encore électrique de type Deep ERT, ou panneaux de tomographie électrique (Figure 2B et C) .

Site 2- Le deuxième site sera sélectionné parmi les sites des Afar du programme de « Geothermal village » du programme LEAP-RE supporté par l'Union européenne et l'Union Africaine. Il s'agit soit du site de Abhé (République de Djibouti), soit du site de TatAli (Ethiopie).

Site 3- Le troisième site est le Fossé Rhéna. Des travaux de caractérisation des réservoirs profonds ont été conduits lors de différentes thèses réalisées dans l'équipe (exple : Bertrand et al 2018, Bossennec et al 2018). Dans le cadre de Donuts, programme de recherche financé par le PIA, de nouvelles données géophysiques non sismiques ont pu être acquises et conduisent à préciser le modèle géologique conceptuel.

### Méthodologie et techniques mises en œuvre

Dans le cadre de ces travaux, il s'agit d'acquérir des données géologiques sur les différents sites ainsi que des données géophysiques notamment de prospection électrique de type deep ERT sur le site de Guadeloupe principalement, et sur les autres sites. Cet outil permet de réaliser des acquisitions d'extension et de résolution intermédiaire (kilométrique) entre les données acquises par magnéto-tellurie (plusieurs dizaines de kilomètres) et des panneaux de tomographie électrique d'extension hectométriques (Carrier et al 2019). Ce dispositif permet une continuité dans l'analyse d'échelle. Ces données seront associées à d'autres données géophysiques avec des cartographies magnétiques déjà disponibles (pour la Guadeloupe et le Fossé Rhéna).

Les chroniques de données de géochimie des fluides et gaz acquises par l'observatoire de Guadeloupe seront intégrées dans le modèle géologique, à partir de ces données, seront identifiés les sources et certains des chemins de transfert.

Le protocole de construction du modèle multi-systèmes sera ainsi établi et appliqué sur le site de Guadeloupe dans une première phase.

Dans un second temps, ce protocole de construction du modèle géologique sera utilisé pour les données acquises pour les deux autres sites. Permettant de prendre en compte des spécificités de chaque site mais aussi les liens communs entre les différents sites.

### Ressources humaines, Interdisciplinarité / pluridisciplinarité du projet

Dans le cadre de ce projet de thèse, l'étudiant sera impliqué dans trois grands projets de recherche nationaux (Geotref, Donuts) et internationaux (Geothermal Village), il pourra s'appuyer sur les différents membres des équipes qui couvrent un spectre large de compétence en géologie, géophysique et géochimie.

De chercheurs qui ne sont pas associés aux trois groupes de recherche apporteront leur compétence, le premier sur les aspects géochimiques des fluides hydrothermaux (Roberto Moretti de l'observatoire de Guadeloupe) et le second sur les aspects de traitement et d'interprétation des données géophysiques électriques (André Revil, CNRS-Université de Chambéry).

Candidature à envoyer à Yves Géraud ([yves.geraud@univ-lorraine.fr](mailto:yves.geraud@univ-lorraine.fr)) :  
CV, lettre de motivation, lettres de soutien, relevé de note

Date limite de dépôt des candidatures : 1 juin 2021