

Influence de la morphologie de la zone de socle altéré sous couverture sur la convection et les anomalies de températures dans la zone centrale du graben du Rhin. Conséquences potentielles sur la distribution des teneurs en lithium.

Rose-Nelly OGANDAGA CAPITO
Mines ParisTech | Centre de Géosciences

Contexte et objet de l'étude :

Le Fossé Rhénan Supérieur est une structure géologique qui fascine de nombreux chercheurs à travers l'Europe du fait de son potentiel géologique multiple. Par le passé la zone était connue pour la production d'hydrocarbures et dorénavant elle est célèbre pour son potentiel géothermique. Dès lors des projets de centrales comme Soultz-Sous-Forêts et Rittershoffen, en France, Landau et Insheim, en Allemagne, ont vu le jour et sont actuellement en phase d'exploitation (Fig.1). La chaleur des fluides qui y est exploitée est captée dans le socle cristallin par des forages profonds situés entre 2 et 4 km de profondeur. La signature géochimique de ces saumures témoigne d'un équilibre avec des roches sédimentaires dont la température avoisine les 225°C et qui sont localisées dans la partie profonde du bassin, au centre et au nord (Sanjuan et al, 2016). Ces zones sont éloignées des principaux forages, situés à la bordure ouest du bassin, où les anomalies de températures sont observées. La migration de ces fluides s'explique par la mise en place de mécanismes convectifs via un jeu complexe de failles. Ainsi une meilleure compréhension de ces mécanismes permettrait d'optimiser la production de chaleur et renseignerait également sur la distribution à grande échelle des perméabilités.

La maîtrise des schémas convectifs présente également un autre intérêt : la teneur en lithium des saumures est significative et offre des perspectives industrielles nouvelles. Ainsi Il est important de saisir les conséquences de la migration des fluides sur la distribution spatiale des teneurs en lithium dans la zone.

Méthodologie et résultats escomptés :

La première étape de ce travail consiste à réaliser une reconstruction 3D des champs de températures observés au sein du Fossé Rhénan Supérieur. Les données à la base de ces travaux de modélisation seront multiples. La morphologie générale du bassin d'effondrement sera prise en compte, ainsi que les surfaces stratigraphiques, la carte du toit du socle et les linéaments des principales failles. Des enregistrements de diagraphies thermiques sont disponibles sur l'ensemble du bassin, ainsi que des mesures de salinité et de teneurs en lithium. Les apports d'eau météorique par les faces latérales sont

également connus et bornés (Thierion et al. 2013). Les outils de calculs par éléments finis (transport couplés dispersifs) seront d'abord testés sur une géométrie simplifiée de type « couche inclinée » afin d'évaluer les gammes de paramètres permettant à la convection de se mettre en place ainsi que les temps caractéristiques de ces transferts. Ensuite ils seront déployés sur une image complexe plus réaliste de l'objet géologique 3D, nécessitant un maillage plus sophistiqué.

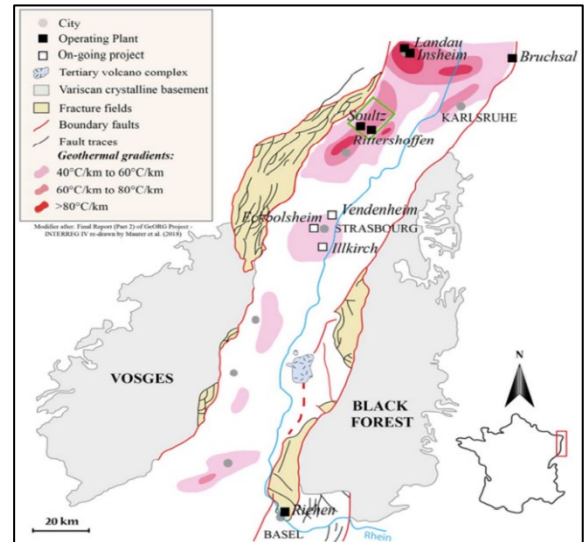


Figure 1. Carte simplifiée du Fossé Rhénan Supérieur avec les gradients de température et les projets de centrales. (Maurer et al, 2020)

La seconde étape sera de tester comment un modèle couplé, jugé amélioré du point de vue thermique, rendrait compte de la distribution de la salinité, en supposant cette salinité comme un traceur parfait. Une homogénéisation à la grande échelle est-elle possible ?

Le principal résultat attendu sera d'évaluer si une cible à température élevée sera nécessairement une cible également attractive pour son contenu en Li ou si des zones moins chaudes, et par exemple moins profondes avec des coûts de forage moindres et une répartition spatiale plus large, peuvent être aussi attractives du point de vue du Li, la chaleur devenant alors la substance connexe sur le projet.

Bibliographie :

- Pribnow, D. and Schellschmidt, R. (2000). Thermal tracking of upper crustal fluid flow in the Rhine graben. *Geophysical Research Letters* 27: doi: 10.1029/2000GL008494.
- Guillou-Frottier, L. (2013). Structure of hydrothermal convection in the Upper Rhine Graben as inferred from corrected temperature data and basin-scale numerical models. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Elsevier, 2013, 256, pp.29-49.
- Sanjuan, B. (2016). Major geochemical characteristics of geothermal brines from the Upper Rhine Graben granitic basement with constraints on temperature and circulation. *Chemical Geology*, 428: 27-47
- Freyermark, J. (2017). The deep thermal field of the Upper Rhine Graben. - *Tectonophysics*, 694, 114-129. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2016.11.013>
- Maurer, V. (2020). Seismicity induced during the development of the Rittershoffen geothermal field, France. *Geothermal Energy*, Springer, 2020, 8, 10.
- Guillou-Frottier, L. and Duwiquet, H. (2020). On the morphology and amplitude of 2D and 3D thermal anomalies induced by buoyancy-driven flow within and around fault zones, *Solid Earth*, 11, 1571-1595, <https://doi.org/10.5194/se-11-1571-2020>, 2020.