



MECANISMES D'OUVERTURE DU SYSTEME DE RIFTS OUEST-EUROPEENS : IMPACT SUR LES MODELES CONCEPTUELS GEOTHERMIQUES.

Adresse courriel du contact scientifique

catherine.homberg@sorbonne-universite.fr

Description du projet de thèse

Les systèmes de rift sont des cibles prioritaires pour la géothermie profonde (système faille et profond), cependant le coût d'investissement lié au déploiement de cette énergie est très élevé et la connaissance sur la géométrie des réservoirs est souvent très locale, engendrant des échecs. Des études récentes (Faulds et al, 2006 ; 2009 ; Moeck, 2014 ; Ingebritsen et Gleeson, 2015) montrent que les géométries des formations géologiques et surtout des réseaux structuraux ont un impact fondamental sur la capacité à conduire ou non les fluides géothermaux. De telles investigations doivent être réalisées en amont, et à l'échelle du système de rift, afin de mieux appréhender les réservoirs, qui plus est lorsque l'ambition est d'exploiter plusieurs sites relativement proches.

Cette thèse s'intéresse au système des rifts ouest-européens (l'ECRIS), cible potentielle pour l'exploration géothermique en France. La zone d'intérêt comprend les fossés rhénan et bressan, ainsi que la zone de transfert Rhin-Saône qui relie ces deux segments. Plusieurs mécanismes d'ouverture de l'ECRIS ont été évoqués dans la littérature (extension vs. transtension). Les modèles actuellement publiés évoquent soit une ouverture globale en transtension à grande échelle en contexte compressif N-S (Chorowicz et Deffontaines, 1993 ; Bourgeois et al., 2007), soit une dynamique composite évoluant d'un contexte transtensif NE-SW à une extension E-W à WNW-ESE (Rocher et al., 2003), ou plus classiquement une extension d'âge Oligocène de direction E-W à ESE-WNW (Villemin et Bergerat, 1987 ; Larroque and Laurent, 1988, Bergerat, 1985 ; 1987 ; Schumacher, 2002). Les travaux de Briais et al. (2017) ont récemment mis en évidence une ouverture dans le fossé rhénan en transtension, beaucoup plus tôt qu'escompté et d'âge Eocène supérieur. Suivant ces auteurs, le fossé rhénan était alors contrôlé par des contraintes compressives N-S, produisant des géométries locales compatibles avec des taux d'extension faibles (Bourgeois et al., 2007).

Ce manque de consensus atteste du besoin de revisiter les géométries structurales et sédimentaires des rifts de l'ECRIS à l'aide de méthodes éprouvées mais guidées par une démarche intégrative, et couplant des méthodes nouvelles contraignant la temporalité des mouvements de failles et nature des fluides ayant circulés dans les réseaux de fractures. Le travail de thèse suivra une approche multi-échelles intégrative et combinera l'analyse de profils sismiques, l'étude de la fracturation sur le terrain et celle de carottes de forages, l'analyse micro-structurale et pétrophysique, avec un volet datation, des minéralisations de failles et fractures. Ces résultats seront confrontés aux bases de données de modélisation analogique de l'IFPEN, afin d'élaborer de nouvelles expériences analogiques spécifiques à la problématique. Ce travail bénéficiera de la dynamique de l'ANR GLITER (Integrative multiscale investigation of heat and lithium source and pathways in Deep Geothermal System in a rift context : Focus on the Upper Rhine Graben. soumis Décembre 2020). Une partie de la thèse impliquera un travail de hiérarchisation des systèmes de failles, au vu de leur impact hydraulique, qui sera utilisé au sein de la tâche '*Contrôle structural sur la circulation des fluides chauds*' de l'ANR GLITER.

Références

- Bergerat, F.** (1985). *Déformations cassantes et champs de contrainte tertiaires dans la plate-forme européenne* (Doctoral dissertation).
- Bergerat, F.** (1987). Paléo-champs de contrainte tertiaires dans la plate-forme européenne au front de l'orogène alpin. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3(3), 611-620.
- lithospheric folding signatures in the NW-Alpine foreland. *International Journal of Earth Sciences*, 96(6), 1003-1031.

- Briais, J., Lasseur, E., Homberg, C., Beccaletto, L., Couëffé, R., Bellahsen, N., & Chateauneuf, J. J. (2017).** Sedimentary record and structural analysis of the opening of the European Cenozoic Rift System: The case of the Upper Rhine Graben. *EGU GA*, 17227.
- Chorowicz, J., & Deffontaines, B. (1993).** Transfer faults and pull-apart model in the rhinegraben from analysis of multisource data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 98(B8), 14339-14351.
- Faulds, J. E., Coolbaugh, M. F., Vice, G. S., & Edwards, M. L. (2006).** Characterizing structural controls of geothermal fields in the northwestern Great Basin: A progress report. *Geothermal Resources Council Transactions*, 30, 69-76.
- Faulds, J. E., Hinz, N. H., Dering, G. M., & Siler, D. L. (2013).** The hybrid model—the most accommodating structural setting for geothermal power generation in the Great Basin, western USA. *Geothermal Resources Council Transactions*, 37, 3-10.
- Ingebritsen, S. E., & Gleeson, T. (2015).** Introduction to the special issue on crustal permeability. *Geofluids*, 15, 1-10.
- Larroque, J. M., & Laurent, P. (1988).** Evolution of the stress field pattern in the south of the Rhine Graben from the Eocene to the present. *Tectonophysics*, 148(1-2), 41-58.
- Moeck, I. S. (2014).** Catalog of geothermal play types based on geologic controls. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 867-882.
- Rocher, M., Chevalier, F., Petit, C., & Guiraud, M. (2003).** Tectonics of the Northern Bresse region (France) during the Alpine cycle. *Geodinamica acta*, 16(2-6), 131-147.
- Villemin, T., & Bergerat, F., (1987).** L'évolution structurale du fosse rhenan au cours du Cénozoïque; un bilan de la déformation et des effets thermiques de l'extension. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3(2), 245-255.

Compétences et connaissances requises :

Outre les connaissances de base des Sciences de la Terre, ce sujet requiert un goût pour l'acquisition et l'intégration de données relevant de plusieurs champs disciplinaires. Une expérience dans ce sens (par exemple un Master combinant deux parmi les volets suivants: géodynamique, sédimentation, fracturation) est bienvenue, mais les candidatures avec une expérience mono-disciplinaire et motivées pour acquérir d'autres compétences au cours de sa thèse sont aussi encouragées. L'esprit collaboratif et le goût du travail en équipe est nécessaire. La motivation à élargir les implications de ce travail au champ des écoulements en milieu faillé, sont un plus.

La rédaction d'articles scientifiques en anglais, la présentation des résultats au sein de workshops et de congrès internationaux, font partie intégrante du travail de thèse.