

## **Simulation numérique dans le réservoir géothermique carbonaté du Jurassique moyen du Bassin de Paris**

*Equipe encadrante : Benjamin Brigaud, Hermann Zeyen, Thomas Blaise, Maxime Catinat, Hadrien Thomas (Université Paris-Saclay), Mélanie Davaux (Geofluid)*

La géothermie, c'est-à-dire la mobilisation de la chaleur contenue dans le sous-sol à très basse, basse ou haute température, est l'une des méthodes pour réaliser la transition énergétique. La stratégie énergie-climat de l'Ile-de-France prévoit d'augmenter assez significativement à l'horizon 2030 la production de chaleur par géothermie profonde (x3,5 par rapport à 2015). Le rythme de développement actuel ne permettra pas d'atteindre cet objectif. Il faudrait atteindre un taux de 6 à 10 fois supérieur. La nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie renouvelable vient de revoir à la baisse ces objectifs en termes de déploiement de la géothermie profonde en France. Les retours d'expérience sur les opérations récentes en France ont soulevé des problèmes techniques et/ou scientifiques pour un fonctionnement efficace et durable des doublets géothermiques, tels que le risque élevé, mais non quantifié, de faible débit d'eau / faible épaisseur du réservoir (métrique), le risque d'interférence entre doublets géothermiques dans les zones urbaines à forte densité d'infrastructures ou le risque de percée thermique précoce. Il existe un réel risque qu'une opération nouvelle n'obtienne pas une ressource géothermique présentant des caractéristiques de débit et de température suffisantes pour assurer la rentabilité du projet pendant sa durée de vie. Ce risque géologique constitue un obstacle au développement futur de la géothermie en France et en Ile-de-France. Il est clairement établi dans la stratégie énergie-climat de travailler à l'innovation en proposant des solutions qui optimisent et explorent le développement de nouvelles zones. Cette optimisation nécessite (1) une connaissance précise de l'hétérogénéité du réservoir en termes de géométries sédimentaires, porosité/perméabilité, connectivité du réservoir et (2) des simulations numériques fiables des écoulements et flux de chaleur à +30 ans, voire +100 ans après le début de la production.

Dans le sous-sol de l'Ile-de-France, un aquifère profond (1500 à 2000 m) est très sollicité depuis 40 ans. Il s'agit des calcaires du Jurassique moyen (température entre 70 et 80°C), dont l'exploitation arrive à saturation. Il devient nécessaire de positionner les doublets de manière optimale en proposant des solutions qui explorent le développement de nouvelles zones. Cette optimisation nécessite une connaissance précise de l'hétérogénéité du réservoir en termes de géométries sédimentaires, porosité/perméabilité, connectivité du réservoir.

Le travail de stage proposé vise à effectuer des simulations thermo-hydro-mécaniques et d'évaluer la performance d'un lieu donné sur son potentiel géothermique en termes de porosité/perméabilité, de productivité, de température, de quantité d'énergie. Il s'agit d'être en mesure de fournir un outil numérique prédictif sur le fonctionnement des systèmes géothermiques en donnant des critères de risque à prendre en compte pour le placement des futurs doublets.

Dans le cadre des travaux menés à GEOPS en partenariat avec GEOFLUID, une base de données importante des forages dans le bassin de Paris est disponible, mais encore non exhaustive. Un des premiers objectifs du stage consistera à alimenter cette base de données afin de proposer une modélisation géologique 3D robuste des géométries stratigraphiques et du réseau poreux du réservoir du Dogger. Des données de puits (résistivités, gamma-ray, vitesses acoustiques, porosité et perméabilité des roches) au format .las seront à intégrer sur le logiciel Petrel, tandis que d'autres devront être auparavant numérisées au format ASCII sur Neuralog. Ces données numérisées pourront alors être géolocalisées sur un géo-modeleur (Petrel). L'objectif sera ensuite de réaliser différentes simulations en fonction des faciès sédimentaires et de leur qualité réservoirs afin de conceptualiser les écoulements et l'évolution de température de doublets en fonctionnement. Sur certaines zones à forte concentration de doublets, le phénomène de percée thermique sera très finement simulé. Les résultats attendus devront permettre de proposer des marges d'incertitude sur les prédictions de l'évolution des températures en fonction de l'incertitude sur la distribution des faciès géologiques.

Le présent stage entre dans le cadre du projet du projet UPGEO « [UPscaling and heat simulations for improving the efficiency of deep GEOthermal energy](#) » financé par l'ANR, la région Ile-de-France, l'entreprise GEOFLUID et le programme émergence de l'Université Paris-Saclay. Ce stage est proposé pour une deuxième année de master ou troisième année d'école d'ingénieur dans un parcours de type bassins sédimentaires/réservoir/Géodynamique. Une interaction avec le doctorant engagé sur le projet sera à prévoir. Le candidat devra montrer de l'intérêt pour le travail en laboratoire et sur ordinateur (Techlog, Petrel, Eclipse, PumaFlow, Tough2), ainsi qu'un bon esprit de synthèse et de communication. Dans la mesure du possible, une formation à l'utilisation d'ECLIPSE par Schlumberger sera programmée. Un niveau correct en anglais est requis.

Contact : [benjamin.brigaud@universite-paris-saclay.fr](mailto:benjamin.brigaud@universite-paris-saclay.fr) (joindre CV et courte lettre de motivation).

Durée : 5 à 6 mois

Lieu : Géosciences Paris-Saclay, site d'Orsay

Gratification mensuelle: Calculée selon le nombre de jours travaillés chaque mois (3,75€/h, soit en moyenne 550€/mois)