



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Le vendredi 16 décembre 2005, à 10h
à l'Université Paris 6, 4 place Jussieu à Paris 15e
Salle Darcy

Monsieur Clément **BAUJARD**

soutiendra en vue de l'obtention du DOCTORAT en

HYDROLOGIE ET HYDROGEOLOGIE QUANTITATIVES

une thèse ayant pour sujet :

*"Modélisation de l'écoulement de deux fluides non miscibles dans les milieux fracturés :
application à l'injection d'eau à grande profondeur et à la recherche d'eau douce en milieu côtier"*

Paris, le 6 décembre 2005
p. le Directeur des Recherches,

Résumé

Le site de Soultz-sous-forêts (Alsace) est depuis 1987 le siège d'un programme européen de recherche pour la production d'électricité à grande échelle grâce à la géothermie, the European Hot Dry Rock Geothermal Research Programme. Aujourd'hui, trois puits allant à plus de 5 *km* de profondeur dans le socle granitique ont été forés sur ce site. Une boucle géothermale, constituée du forage de réinjection au centre et de deux forages de production est établie, et l'exploitation de la chaleur via un échangeur thermique en surface permet d'envisager une production énergétique importante.

Nos travaux s'orientent en premier lieu vers une modélisation interprétative plus que prédictive, à l'aide d'un outil numérique capable d'intégrer un couplage hydromécanique important. Il s'agit de pouvoir expliquer les mesures effectuées *in situ* grâce à la simulation du développement du réservoir géothermique et de la circulation induite par les injections. Le développement du réservoir est effectué par stimulation hydraulique, technique consistant à injecter de l'eau à très haute pression afin de dépasser le seuil de rupture en cisaillement des fractures. Ainsi la distribution des pressions en profondeur est-elle une donnée indispensable à la compréhension des phénomènes observés. Or, le contraste de densité entre l'eau douce et froide provenant de la surface et les saumures à 200 °C présentes en profondeur se traduit par des observations de terrain très complexes qui pourraient être abordées en considérant ces deux fluides comme deux phases non miscibles. Le code de simulation d'écoulement en milieu fracturé FRACAS développé au Centre d'Informatique Géologique, prenant le parti d'une modélisation par le biais d'un réseau discret de fractures où l'écoulement dans la matrice rocheuse est négligé, a déjà été utilisé pour la prévision du comportement thermo-mécanique du système hydraulique de Soultz-sous-forêts. Il a été décidé de faire évoluer ce code afin de rendre possible la gestion d'un écoulement multiphasique de fluides aux propriétés physiques et thermodynamiques différentes, dans le but de mettre en valeur d'éventuels phénomènes dus à la différence de densité des deux fluides.

Seront présentés ici les fondements de la modélisation en milieu fracturé ainsi que le développement formel d'une méthode de calcul d'écoulements biphasiques applicable aux réseaux discrets de fractures. La pertinence des algorithmes décrits sera évaluée au travers de deux exemples de vérification du code (le test de *Buckley-Leverett* et le problème de l'aquifère côtier). La construction d'un modèle de réseau de fractures basé sur des observations de terrain effectuées à Soultz-sous-forêts sera ensuite précisément exposée, dans le but final de quantifier l'influence des phénomènes gravitaires sur le développement du réservoir proche des puits lors des campagnes de stimulation hydraulique, et de prédire le fonctionnement hydraulique du système global lors des essais de circulation à moyen terme.