

PhD position in multiphase reactive flows in porous media

A microfluidic study of the physical and chemical mechanisms induced by CO₂ injection in deep saline aquifers



Employer: CNRS-Orléans

Location: Earth Science Institute of Orleans (ISTO), Orléans University/CNRS/BRGM
1A rue de la Férollerie, 45100 Orléans, France

Date and duration: 3 years starting from October 2018

Subject: Carbon dioxide capture and storage (CCS) in deep saline aquifers is a promising mitigation technology to reduce CO₂ emissions. The CO₂ injection in deep geological structure induces multiphase reactive flows processes. The repartition of the non-wetting phase (CO₂) in the pore network of permeable reservoirs and key trapping mechanisms are functions of the physical and chemical properties of both fluids (wetting and non-wetting) and the petrophysical of the targeted geological reservoir. The better understanding of two-phase flow mechanisms is the prerequisite for predicting fluid distributions and control/improve the injectivity of the wells. The injection of CO₂ in saline aquifers will acidify the brine, thus increases its geochemical reactivity potentially changing the pore structure and the petrophysical properties of the reservoir.

The PhD project is based on a multiscale strategy using microfluidics experiments in order to improve our knowledge of the key mechanisms of CO₂ injection and sequestration in deep saline aquifers, and to identify the relevant couplings between phenomena at different scales under various flow rate, temperature, pressure, wetting and salinity conditions. Microfluidics experiments will be carried out using the GLoC (Geological Lab on a Chip) concept. Microfluidics systems are transparent pore networks that allow direct and in situ visualizations (optical and spectroscopic technics) of pore scale and phase-interface mechanisms (i.e. fluid distributions, mixing between contrasted fluids, geochemical reactions, etc.). Microfluidics experiments will be associated to high-resolution imaging and image processing techniques in order to obtain quantitative data on pore scale mechanisms. The processing of the obtained results is the delicate step of the work allowing kinetic and interfacial properties parameter evaluation, numerical modeling of two-phase flow and reactive transport, etc. The concepts of modeling will integrate pore network (PNM) and representative elementary volume (REV); as the first step of upscaling of the results.

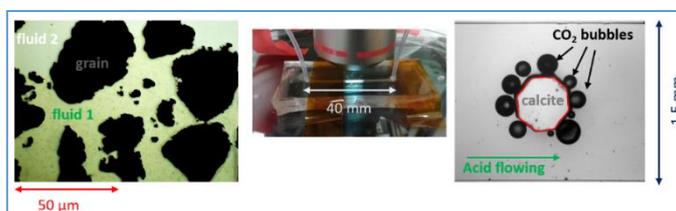
Desired profile: The candidate must hold a master or equivalent degree with majors in physics or physical chemistry, with a strong background in fluid mechanics and coupled processes in chemical engineering, geosciences, etc. Experiences with microfluidic experiments and image analysis are a plus. Good knowledge in English and good writing skills are required.

Techniques used: Microfluidics, micro-PIV (Particle Image Velocimetry), microfabrication, microscopy, spectroscopy, image processing and analysis.

Contacts: Sophie Roman (sophie.roman@univ-orleans.fr)
Mohamed Azaroual (mohamed.azaroual@cnrs-orleans.fr)

Offre de thèse : écoulements multiphasiques et réactifs en milieux poreux

Etude expérimentale microfluidique des mécanismes physiques et chimiques liés au stockage du CO₂ dans les aquifères salins profonds



Employeur: CNRS-Orléans

Laboratoire: Institut des Sciences de la Terre d'Orléans (ISTO), Université d'Orléans/CNRS/BRGM
1A rue de la Férollerie, 45100 Orléans

Durée : 3 ans à partir d'octobre 2018

Sujet : Le procédé de stockage géologique du CO₂ dans les aquifères salins profonds est une technique prometteuse pour réduire les émissions anthropiques de CO₂ dans l'atmosphère. L'injection du CO₂ dans les formations géologiques résulte en des problématiques d'écoulements multiphasiques réactifs. La répartition du fluide non-mouillant (le CO₂) dans le réseau de pores d'un réservoir perméable et les mécanismes de piégeage dépendent des propriétés pétrophysiques du réservoir et des propriétés des fluides (mouillant et non-mouillant). Une meilleure compréhension des écoulements diphasiques est nécessaire afin de prédire la répartition des fluides dans un réservoir et de contrôler/optimiser l'injection du CO₂. L'injection du CO₂ dans les formations géologiques a pour conséquences d'acidifier la saumure et d'augmenter sa réactivité géochimique pouvant ainsi provoquer des changements importants de la structure et des propriétés pétrophysiques du réservoir.

Le projet de thèse est basé sur une stratégie multi-échelle mettant en œuvre une approche expérimentale microfluidique afin d'améliorer nos connaissances fondamentales sur les mécanismes clés liés à l'injection du CO₂ dans les aquifères salins profonds et d'identifier les couplages pertinents entre phénomènes à différentes échelles pour diverses conditions d'écoulement, de température, de pression, de mouillabilité et de salinité. Des expériences microfluidiques seront réalisées selon le concept de GLoC (laboratoire géologique sur puce). Les systèmes microfluidiques sont des réseaux de pores transparents permettant une visualisation directe et in situ (optique, spectroscopique) des mécanismes à l'échelle du pore et aux interfaces (i.e. distribution des fluides, mélanges, réactions géochimiques, etc.). Les expériences microfluidiques seront associées à des techniques de pointe en imagerie et traitement d'images permettant l'obtention de données quantitatives sur les mécanismes à l'échelle du pore. L'analyse de ces résultats est un point clé du travail de thèse qui permettra d'obtenir une évaluation des paramètres cinétiques et interfaciaux ainsi que des données pour la simulation numérique des écoulements diphasiques et du transport réactif. Les concepts de modélisation intégreront la modélisation à l'échelle du réseau de pores et à l'échelle du volume élémentaire représentatif (VER) comme étapes de mise à l'échelle des résultats.

Connaissances et compétences souhaitées : le candidat doit être titulaire d'un master ou diplôme équivalent spécialisé en sciences physiques, ou physico-chimiques, avec de solides bases en mécanique des fluides et processus couplés en ingénierie chimique, géo-énergie etc. Des compétences en microfluidique expérimentale et traitement d'images sont un plus. La maîtrise de l'anglais et de bonnes capacités de rédaction sont requises.

Techniques utilisées : microfluidique, micro-PIV (Particle Image Velocimetry), microfabrication, microscopie, spectroscopie, traitement et analyse d'images.

Contacts : Sophie Roman (sophie.roman@univ-orleans.fr)
Mohamed Azaroual (mohamed.azaroual@cnrs-orleans.fr)