

Mécanique des failles d'argiles gonflantes : approche granulaire

Supervision : L. Brochard (Laboratoire Navier, École des Ponts/Univ. Gustave Eiffel/CNRS)

Contexte

Les zones de failles des plaques tectoniques présentent une grande variété de comportements mécaniques, depuis des glissements aismiques jusqu'à des séismes majeurs. A ce jour, il n'y a pas de consensus sur les mécanismes contrôlant cette diversité des modes de glissement des failles. Une origine possible pourrait être le comportement des smectites, une argile gonflante fréquente dans les zones de failles, and qui peut absorber des quantités variables d'eau entre ses feuillets nanométriques. Malgré leur importance potentielle, la thermodynamique des réactions d'hydratation/déshydratation des smectites et le lien entre ces réactions et les déformations des failles, restent inconnus. Ces questions fondamentales sont au cœur du projet ANR SMEC dont ce stage fait partie.

Objectif

Le volet modélisation du projet SMEC vise à combiner simulation moléculaire, modélisation granulaire et micromécanique dans le but de relier les réactions d'hydratation/déshydratation des smectites au comportement mécanique des zones de failles. Le stage proposé portera plus spécialement sur la partie modélisation granulaire et s'appuiera sur un modèle granulaire d'argile récent¹, bâti à partir des interactions de l'échelle moléculaire, et capable de modéliser à la fois l'hydratation et la mécanique à l'échelle de la matrice argileuse (μm). Alors que la mécanique à l'échelle nanométrique a peu à voir avec le comportement macroscopique, la mécanique à l'échelle de la matrice argileuse présente déjà la plupart des caractéristiques de la mécanique habituelle des argiles (plasticité, réponse logarithmique à la compression, compaction thermique). Cependant, l'interdépendance entre hydratation et réponse en cisaillement, au cœur de la stabilité des failles, reste mal connue, et constitue le principal objectif de ce stage. Une attention particulière sera accordée aux conditions représentatives des failles, et notamment aux conditions susceptibles de causer une instabilité par déshydratation.

Informations pratiques

Ce stage se déroulera au laboratoire Navier (Champs-sur-Marne, région parisienne) pour une durée de 5-6 mois, sous la direction de Laurent Brochard (équipe multi-échelle), à partir de février ou mars 2024. Une thèse au laboratoire Navier pouvant commencer à l'automne 2024 est prévue dans le prolongement de ce stage, financée par le CNRS dans le cadre de l'ANR SMEC. Les candidats doivent être étudiants en Master 2 ou en 3^{ème} année d'ingénieur en mécanique et/ou physique des matériaux (ou domaine proche), avec un goût particulier pour le travail numérique et la modélisation. Ils doivent pouvoir communiquer en anglais couramment, à l'écrit comme à l'oral. Les candidats intéressés sont invités à candidater en envoyant un CV, une lettre de motivation et leurs relevés de notes à L. Brochard (laurent.brochard@enpc.fr).

¹ Asadi, F., Zhu, H.-X., Vandamme, M., Roux, J.-N., & Brochard, L. (2022). A meso-scale model of clay matrix: the role of hydration transitions in geomechanical behavior. *Soft Matter*, 18(41), 7931-7948.