

Offre de thèse: Propriétés thermodynamiques et mécaniques de argiles: quelle influence sur la generation des séismes?

Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, Université d'Orléans, France

Contexte:

Les zones de failles qui bordent les 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 résider dans le comportement des smectites, une argile gonflante abondante dans les zones de failles, et qui peut incorporer 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 finançant cette thèse.

Les objectifs du projet SMEC sont ainsi de 1) clarifier la thermodynamique d'hydratation/déshydratation des smectites, en fonction des conditions de pression de confinement P_{solide} , pression de fluide P_{fluide} et de température, 2) de relier l'hydratation au comportement mécanique, et 3) de faire le lien avec les couplages hydratation-mécanique à l'échelle des failles, dans la perspective d'application à des exemples naturels à grande échelle. Ces questions seront abordées en combinant des expériences de laboratoire et des simulations numériques depuis le minéral argileux jusqu'à la faille.

Objectif scientifique:

Dans le cadre de SMEC, le projet de thèse poursuivra un double objectif. En premier lieu, nous chercherons à contraindre expérimentalement les conditions de déshydratation/hydratation de la smectite. Dans cette optique, des expériences de réaction de déshydratation/hydratation seront réalisées à l'ISTO, en utilisant un autoclave haute pression et haute température équipé d'une équipement de suivi in situ par diffraction des rayons X (DRX). Les diffractogrammes X seront modélisés en termes de distribution des couches d'eau dans l'espace intercalaire de smectite. Le rôle des différents paramètres (conditions $P_{\text{fluide}}-P_{\text{solide}}-T$, nature du cation interfoliaire) sur les réactions sera évalué. Les détails des réactions de déshydratation/hydratation seront analysés sur la base d'expériences complémentaires au Synchrotron utilisant le même dispositif expérimental.

Dans une deuxième partie, le projet de thèse se concentrera sur l'effet de telles réactions d'hydratation/déshydratation sur les propriétés mécaniques de la smectite. Des expériences de friction seront réalisées sur la presse Paterson pour analyser les propriétés mécaniques des agrégats de smectite. Le coefficient de frottement à l'état d'équilibre, ainsi que la dépendance à la vitesse de glissement, seront estimés en fonction de la quantité d'eau interfoliaire, du cation interfoliaire, de la température et des conditions de pression P_{solide} et P_{fluide} . Deuxièmement, le rôle des réactions de déshydratation se produisant lors de la déformation pour déclencher des instabilités de glissement sera également exploré.

Ces résultats expérimentaux constitueront pour finir le support du développement d'approches théoriques et numériques de la thermodynamique et des propriétés mécaniques de la smectite (non traitées dans le projet de thèse détaillé ici mais dans d'autres parties du projet SMEC).

Conditions pratiques:

Le projet de thèse sera encadré par Hugues Raimbourg (Professeur, ISTO, Orléans), Eric Ferrage (Directeur de Recherche CNRS, IC2MP, Poitiers), Marianne Conin (Maître de Conférences,

GéoRessources, Nancy), et Benoît Dubacq (Chargé de Recherche CNRS, ISTEP, Paris). Les expériences de laboratoire seront réalisées en étroite collaboration avec Rémi Champallier et Benjamin Langérome (Ingénieurs de recherche, ISTO, Orléans). La date de début du contrat est prévue en 2024. Le poste est financé pour 3 ans.

Le projet sera localisé à l'Institut des Sciences de la Terre d'Orléans (<https://www.isto-orleans.fr/en/home/>) à l'Université d'Orléans (<http://www.univ-orleans.fr/fr>). Le projet SMEC, englobant la thèse décrite ici, est fondé sur un consortium de 7 laboratoires et le recrutement de 3 doctorants. Des formations régulières et échanges scientifiques entre les 3 doctorants et les partenaires scientifiques du SMEC seront organisés.

Candidature:

Nous recherchons un étudiant motivé avec un fort intérêt pour les processus de déformation et les réactions minérales. Le candidat doit être titulaire d'un Master (ou équivalent) en Sciences de la Terre ou en Mécanique.

La candidature doit inclure un CV complet, des relevés de notes universitaires, une lettre de motivation et les coordonnées de deux référents potentiels. Le dossier de candidature (ainsi que les demandes éventuelles de précisions) est à adresser à hugues.raimbourg@univ-orleans.fr sous forme d'un seul pdf. Les candidatures seront possibles à partir du **1er Mars 2024**.