

Changement d'échelle dans les milieux poreux argileux polyphasiques – implications sur la dynamique de l'eau

Résumé

L'équipe HydrASA de l'Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers (IC2MP) recherche une personne créative, qualifiée et motivée pour conduire un projet de thèse interdisciplinaire, à l'interface des sciences de l'environnement et des sciences des matériaux. L'objectif de ce sujet de thèse vise à faire le lien entre diffusion de l'eau dans des échantillons argileux monophasiques et des échantillons naturels constitués de plusieurs minéraux. Le travail du/de la candidat.e consistera en la caractérisation de la distribution spatiale des phases minérales dans des échantillons de laboratoire ou naturels et de faire le lien avec les propriétés macroscopiques de diffusion de l'eau, permettant de contribuer à une meilleure prédiction du transfert de l'eau et des contaminants dans l'environnement.

Contexte et problématique

Les minéraux argileux sont ubiquistes dans les environnements de surface ou bien de sub-surface de la Terre et présentent le plus souvent des formes de particules lamellaires très anisotropes. Aux échelles spatiales supérieures, la présence de ce type de minéraux et leur arrangement mutuel induisent le plus souvent des milieux poreux anisotropes. L'orientation préférentielle des particules d'argile ainsi que l'anisotropie associée du milieu poreux argileux ont alors un impact considérable sur la dépendance directionnelle des processus de diffusion de l'eau mais aussi des solutés (cations & anions). La compréhension à l'échelle mésoscopique du lien entre (i) l'organisation plus ou moins anisotrope du milieu poreux et (ii) la dynamique de l'eau et des solutés au sein du réseau poral **représente un enjeu majeur pour de nombreux processus impliquant le transfert de ces espèces (cycle de l'eau, migration des polluants, stockage de déchets, etc...) dans les sols ou les roches.**

Description du sujet

Les travaux récents réalisés à l'IC2MP ont porté sur la **compréhension de l'influence de l'orientation préférentielle des particules argileuses sur l'anisotropie de diffusion de l'eau et des ions dans les milieux poreux argileux monophasiques**, i.e., uniquement constitués de particules argileuses. Il a ainsi été possible de démontrer le lien entre orientation des particules et anisotropie de diffusion de l'eau par un couplage alliant expérimentations et simulations théoriques [1-4].

En continuation de ce travail, le présent sujet vise à faire le **lien entre diffusion de l'eau dans des échantillons monophasiques et des échantillons naturels constitués de plusieurs minéraux**. En combinant (i) l'orientation des particules dans la phase argileuse, et (ii) l'anisotropie de forme de cette phase argileuse liée à la présence d'autres grains (quartz, carbonate...), il est envisagé d'augmenter en complexité des systèmes étudiés et de pouvoir mieux prédire la dynamique de l'eau dans des systèmes naturels [4].

Méthodologie et mise en œuvre

Les échantillons envisagés consisteront en des milieux poreux polyphasiques qu'ils soient (i) modèles et préparés sous forme de mélanges d'argile+quartz, ou bien (ii) issus de roches naturelles. Le travail du/de la candidat(e) consistera dans un premier temps en la préparation de plusieurs milieux poreux modèles à textures variées. La caractérisation de ces mélanges sera réalisée par microscopie électronique à balayage, par micro-tomographie de rayons X, par μ DRX-2D en laboratoire et au

synchrotron SOLEIL. Dans un second temps des milieux poreux pertinents seront choisis pour l'étude de la diffusion de l'eau avec des expériences de diffusion traversante de traceurs HDO. Enfin, les cartes obtenues sur synchrotron ou bien des reconstructions de cartes théoriques basées sur les techniques d'apprentissage artificiels seront implémentées dans le code de transport CrunchClay afin de tester les hypothèses de changement d'échelle sur les propriétés macroscopiques de diffusion de l'eau.

Profil du/de la candidat.e recherché

L'équipe HydrASA de l'Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers recherche une personne créative, qualifiée et motivée pour conduire un projet de thèse interdisciplinaire, à l'interface des sciences de l'environnement et des sciences des matériaux.

Basé à Poitiers au sein de l'équipe HydrASA du laboratoire IC2MP, ce travail de recherche interdisciplinaire fait appel à des compétences en caractérisation et analyse du solide et/ou en caractérisation des processus de transfert d'eau dans les roches. Des connaissances sur les matériaux argileux sont un plus. Des capacités pour mener un travail interdisciplinaire en équipe sont aussi nécessaires.

Informations & Candidature

Durée de la thèse : 3 ans, début: 1 octobre 2024.

Laboratoire d'accueil : La thèse se déroulera principalement à l'IC2MP (CNRS, Poitiers).

Rémunération : ~ 1 500 € net / mois.

Pour candidater : Envoyer un CV et une lettre de motivation à Eric Ferrage (eric.ferrage@univ-poitiers.fr).

Date limite: 13 Mai 2024.

References

- [1] Dabat T., Hubert F., Paineau E., Launois P., Laforest C., Grégoire B., Dzas B., Tertre E., Delville A. & Ferrage E. (2019) A general orientation distribution function for clay-rich media. Nature Communications, 10, 5456. DOI: 10.1038/s41467-019-13401-0 |
- [2] Dabat T., Porion P., Hubert F., Paineau E., Dzas B., Grégoire B., Tertre E., Delville A. & Ferrage E. (2020) Influence of preferred orientation of clay particles on the diffusion of water in kaolinite porous media at constant porosity. Applied Clay Science, 184, 105354. 10.1016/j.clay.2019.105354
- [3] Asaad A., Hubert F., Ferrage E., Dabat T., Paineau E., Porion P., Savoye S., Grégoire B., Dzas B. & Tertre E. (2021) Role of interlayer porosity and particle organisation on the diffusion of water in dual-porosity swelling clay porous media. Applied Clay Science, 207, 106089. DOI: 10.1016/j.clay.2021.106089
- [4] Ferrage E., Hubert F., Asaad A., Dabat T., Dzas B., Savoye S. & Tertre E. (2023) Anisotropy in particles orientation controls water diffusion in clay materials. Applied Clay Science, 244, 107117. DOI : 10.1016/j.clay.2023.107117