

Mécanique du contact dans un milieu poreux fracturé

Laurence BEAUDE, Bureau de Recherches Géologiques et Minières - Orléans
Pauline CHASSONNERY, Lab. Jean-Alexandre Dieudonné, Université Côte d'Azur - Nice
Théophile GUILLON, Bureau de Recherches Géologiques et Minières - Orléans
Mohamed LAAZIRI, Lab. Jean-Alexandre Dieudonné, Université Côte d'Azur - Nice
Simon LOPEZ, Bureau de Recherches Géologiques et Minières - Orléans
Roland MASSON, Lab. Jean-Alexandre Dieudonné, Université Côte d'Azur, Inria - Nice
Farid SMAI, Bureau de Recherches Géologiques et Minières - Orléans

La modélisation d'écoulements fluides dans des milieux poreux fracturés est essentielle pour étudier le sous-sol à l'échelle géologique et comprendre des phénomènes tels que la réactivation de failles. Elle permet de coupler l'écoulement du fluide et le transport d'énergie le long des fractures et dans la roche poreuse environnante, la déformation de ladite roche, et le comportement mécanique spécifique des fractures dû aux lois de contact [1]. Les applications potentielles incluent la géothermie, le stockage souterrain de CO₂ et l'exploitation des saumures magmatiques.

Le logiciel ComPASS (<https://gitlab.com/compass>), développé en collaboration par le Bureau de recherche géologiques et minières, l'Université Côte d'Azur et l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs, se veut une plateforme généraliste, open-source et facile d'usage pour réaliser des simulations numériques haute-performances d'écoulements multiphasiques, multicomposants et non-isothermes dans des milieux poreux fracturés. L'objectif est de proposer un modèle quantitatif du sous-sol [3].

Dans cette présentation, nous nous concentrerons sur le versant mécanique du problème. Nous commencerons par discrétiser la déformation élastique de la roche grâce à la méthode des éléments virtuels, une extension naturelle de la méthode des éléments finis aux maillages polyédriques. Nous implémenterons ensuite des lois de contact de Coulomb au niveau des fractures, en discrétisant la tension de contact par une inconnue en chaque face-fracture. Cette formulation permet de traiter des réseaux de fractures comportant des coins, des intersections ou des extrémités non-débouchantes, et aboutit à des conditions de contact locales en chaque face-fracture qui peuvent être résolues par un solveur non-linéaire de type Newton. Elle nécessite cependant une stabilisation, obtenue en enrichissant l'espace de discrétisation d'une inconnue virtuelle supplémentaire en chaque face-fracture [2]. Enfin, nous aborderons le problème thermo-hydro-mécanique complet. Un couplage monolithique se traduisant par un système linéaire de très grande dimension et généralement mal conditionné, nous utiliserons un algorithme de couplage itératif de type point fixe, potentiellement accéléré par la méthode d'Anderson.

Ces travaux ont été financés par l'Agence nationale de la recherche (ANR) au titre du projet ANR-23-CE50-0027.

- [1] F. Bonaldi, J. Droniou, R. Masson, A. Pasteau. *Energy stable discretization of two-phase flow in deformable porous media with frictional contact at matrix-fracture interfaces*. Journal of Computational Physics, **455**, 2022.
- [2] J. Droniou, G. Enchéry, A. Haidar, I. Faille, A. Haidar, R. Masson. *A bubble vem-fully discrete polytopal scheme for mixed-dimensional poromechanics with frictional contact at matrix-fracture interfaces*. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, **422**, 2024.
- [3] A. A. L. Landes, L. Beaude, D. C. Quiroz, L. Jeannin, S. Lopez, F. Smaï, T. Guillon, R. Masson. *Geothermal modeling in complex geological systems with compass*. Computers & Geosciences, **194**, 2025.