

Titre du sujet : Etude des échanges entre les fractures et la matrice les contenant

Sujet : Le sujet de la thèse porte sur la compréhension, la modélisation et la simulation numérique du transport de solutés, passifs ou réactifs, dans des milieux poreux, perméables, hétérogènes et/ou fracturés. Le domaine applicatif le plus immédiat concerne les milieux géologiques, avec des préoccupations souvent d'ordre environnemental (sensibilité aux contaminants, dépollution), mais la géothermie entre également dans ce cadre si le soluté est la chaleur.

Un des aspects les plus déterminants et difficiles à prendre en compte dans les modélisations concerne les échanges entre zones de propriétés fortement contrastées, et en particulier, entre fractures (constituant les chemins préférentiels) et la matrice (qui contient l'essentiel du volume d'accumulation possible, et siège d'éventuelles sorptions et/ou réactions).

Lorsque la modélisation numérique est construite sur une approche eulérienne telle que la méthode des différences finies, des difficultés numériques peuvent apparaître pour la prise en compte des échanges diffusifs transitoires rapides entre matrice et fracture. Une solution est d'utiliser une approche lagrangienne comme la méthode particulaire.

Pour tester la méthode particulaire, il sera considéré le cas d'une simple fracture présentant de faibles variations d'ouverture entourée d'une matrice dans laquelle il n'y a que des effets diffusifs. Le cas d'une simple fracture avec une ouverture variable est particulièrement intéressant, puisque les changements de section provoquent des échanges convectifs de soluté entre la fracture et la matrice. Cet effet a un impact fort (mais différent de l'effet des échanges diffusifs dans le cas précédent) sur les propriétés de transport macroscopiques.

Dans un premier temps, les simulations numériques seront faites en 3D. Elles constitueront une base permettant de valider un modèle réduit construit sur la méthode particulaire. Dans le modèle réduit, seule la fracture est représentée par une surface sans épaisseur assortie de propriétés effectives. Ceci constitue la brique élémentaire des modèles DFN (Discrete Fracture Network) utilisés pour représenter un milieu fracturé à l'échelle globale.

Un développement de méthode sera réalisé pour la prise en compte de la diffusion matricielle à l'interface fracture / matrice et de la dispersion de Taylor Aris dans la fracture. L'hypothèse de modéliser la diffusion matricielle à l'interface fracture / matrice par un mécanisme de sorption sera étudiée. La dispersion de Taylor Aris sera traitée en modifiant la méthode particulaire avec la méthode de découpage.

Le modèle réduit construit servira à étudier les échanges diffusifs entre fracture/matrice. On pourra déterminer le temps d'établissement du régime asymptotique, formuler le modèle homogénéisé qui s'applique alors, et déterminer ses coefficients effectifs selon les paramètres du soluté, de la fracture et de la matrice. L'approche permettra aussi la description complète du transitoire pré-asymptotique, à partir d'une condition initiale arbitraire.

Mots-clefs : Fractures, Matrice solide, Transfert de masse, Dispersion de Taylor Aris, Méthode particulaire, Modèle réduit.

Encadrants : Valeri Mourzenko (valeri.mourzenko@ensma.fr, équipe CH du département FTC de l'Institut PPRIME) et Anthony Beaudoin (anthony.beaudoin@univ-poitiers.fr, équipe CURIOSITY du département FTC de l'Institut PPRIME).

Lieu de la thèse : Institut PPRIME, ENSMA & Université de Poitiers.