

NIX Paul (2018) : High-resolution computer modeling of THM-Coupled flows

Résumé

L'analyse et la modélisation à grains fins d'interactions et de flux thermo-hydro-mécaniques (THM) constituent des buts cruciaux de la recherche géodynamique fondamentale, ainsi que du domaine de l'évaluation et de la gestion du risque. Le fonctionnement de systèmes tels que la séquestration géologique du dioxyde de carbone, l'exploitation d'hydrocarbures, et la géothermie est basé sur des modèles dans lesquels il est nécessaire d'incorporer des processus physiques nonlinéaires et dépendants les uns des autres. La modélisation numérique joue un rôle important et complémentaire aux observations géophysiques de terrain dans le but de caractériser ces mécanismes de manière dynamique. Le propos de cette thèse est de développer des éléments d'un modèle THM couplé en 2D par le biais de l'intégration de modèles traitant de l'écoulement de fluides dans des roches porovisqueuses et élastiques, de leurs interaction avec des régimes de température différents, et de la distribution de stress déviatoriques qui en résulte. La mise en place de ces modèles est accompli premièrement à l'aide d'algorithmes écrits dans l'environnement de programmation Matlab; traitant en particulier de la convection thermique et poreuse, de l'écoulement de Stokes, et de la propagation d'ondes de porosité. Des résultats de basse résolution sont produits (typiquement <200 points de grille par dimension) en raison des limites de performance des codes Matlab tournés sur des unités centrales de traitement (UCT). Dans l'objectif de générer des simulations à haute résolution, plusieurs des codes écrits pendant cette thèse ont été reproduits dans le langage C-CUDA. Ceci a permis de les lancer sur des processeurs graphiques (GPU) d'ordinateurs portables et sur le cluster GPU Octopus de l'Université de Lausanne; profitant ainsi du parallélisme inhérent de ces systèmes. De plus, pour des simulations exécutées sur plusieurs GPU à la fois, des instructions supplémentaires en message passing interface (MPI) ont été codées. Il en a résulté des données de haute-résolution (dans la gamme de 500-3000 points de grille par dimension).