

Modélisation numérique objective des problèmes hydromécaniques couplés dans le cas des géomatériaux

Roméo Fernandes

L'objectif technique principal de la thèse est de mettre au point une méthode de régularisation, donnant des résultats objectifs par rapport au maillage, pour traiter les problèmes couplés hydromécaniques dans le cas des géomatériaux. La modélisation proposée s'inscrit dans le cadre des milieux à microstructure dilatants et s'inspire, du point de vue numérique, des formulations second gradient. Elle permet de prédire de façon robuste les comportements hydrauliques et mécaniques produits par la dégradation d'un milieu naturel.

Le modèle ainsi obtenu, dit second gradient de dilatation, se distingue par le faible nombre de degrés de liberté ajouté dans la discrétisation éléments finis par rapport à celui des milieux continus. L'objectif numérique est de réduire les temps de calcul pour rendre les études à portée industrielle acceptables. On montre notamment son efficacité en réalisant des simulations couplées hydromécaniques d'excavations souterraines. La finesse de la discrétisation spatiale permet de rendre compte de mailles jusqu'à 200 fois plus fines que le rayon de la cavité.

Enfin, on présente un algorithme de recherche de solutions multiples dans la direction des modes singuliers basé sur les principes de la théorie de la bifurcation pour traiter des non-linéarités dues à des comportements irréversibles de matériaux adoucissants. Le cadre de l'analyse de bifurcation proposée se limite au cas des opérateurs symétriques. On montre ainsi, sur des simulations d'essais biaxiaux homogènes et d'excavations souterraines en conditions drainées, que cet algorithme est un outil de calcul efficace et robuste pour détecter plusieurs solutions mais également, dans certains cas, pour franchir des instabilités numériques liées au mauvais conditionnement des matrices tangentes au voisinage des points singuliers ou à la présence de snap-back.