

Modélisation et caractérisation de la réponse hydro-mécanique de milieux obtenus par la technique de deep-soil mixing

La technique de “deep-soil mixing” est une méthode économique et écologique de mélange du sol par ajout de ciment et d’eau au moyen d’engins spécialisés. Si ces techniques permettent d’améliorer les propriétés des digues notamment, l’effet de la répartition des inclusions de sol et des granulats, et de leur forme, et de la porosité, sur la tenue mécanique à grande échelle et la perméabilité, restent mal connus. En particulier, la caractérisation de ces milieux hétérogènes du point de vue statistique et géométrique nécessite des outils adaptés. Au lieu de chercher à imager ces matériaux par des méthodes d’imagerie 3D non-destructives, on utilise en particulier des algorithmes de génération de milieux virtuels 3D bâtés sur des mesures représentatives (distribution de taille mesurés par des approches stéréologiques notamment). Plusieurs travaux ont permis de générer des volumes 3D simplifiés représentatifs de milieux réels. Des premiers résultats ont permis de caractériser l’influence des bandes de localisation plastiques et de la déformation à grande échelle de ces matériaux soumis à divers sollicitations, avec un critère de type Mohr-Coulomb, et de préciser l’influence des granulats et inclusions de sol dans ce cas. Les prédictions numériques ont par ailleurs pu être confrontés aux courbes issues d’essais mécaniques.

Le stage a pour but d’étendre et de développer ces méthodes de prédiction numériques en prenant en compte en particulier : (i) des modèles de comportement mécanique plus raffinés à l’aide d’une analyse inverse des paramètres des modèles; (ii) une meilleure prise en compte de l’aspect multi-échelle de ces matériaux à l’aide de calcul sur des volumes élémentaires représentatifs (iii) la prédiction des champs et propriétés physiques (vitesse d’onde, modules, seuil plastique) par des méthodes d’apprentissage statistique (iv) la réalisation de calculs de perméabilité sur des milieux hétérogènes en 3D.

Contexte:

Ce stage s’appuiera sur de précédents travaux entrepris sur ces mêmes milieux et sera effectué conjointement grâce à des outils développés au Centre de Morphologie Mathématique des Mines de Paris (génération de microstructures, outils d’homogénéisation numérique à champs complet) et grâce au savoir-faire et aux données expérimentales obtenus au laboratoire de l’université Gustave Eiffel.

Supervision: le travail sera supervisé par Alain le Kouby, François Willot, Petr Dokladal et Myriam Duc

Les étudiants en master 2 recherche en analyse d’image, apprentissage profond ou en mécanique intéressés pourront envoyer leur CV, notes de master et tout autre document utile (lettre de recommandation, rapport de précédents stages ou projets) à l’adresse : francois.willot@minesparis.psl.eu

Lieu: Centre de Morphologie Mathématique de Mines Paris (à Fontainebleau) et laboratoire GERS/SRO, Université Gustave Eiffel (Marne-la-Vallée)