

Soutenance de Thèse



LABORATOIRE de MÉCANIQUE et GÉNIE CIVIL

Lama Braysh



Mardi 19 décembre à 14:00

Amphithéâtre Jean Jacques Moreau

860, rue de Saint Priest, Bat. 2

34090 Montpellier

« Étude des propriétés rhéologiques de milieux granulaires insaturés en vue d'application à l'érosion »

Le jury est composé de :

M. Yannick DESCANTES, Chercheur, Université Gustave Eiffel (Rapporteur)

M. Maxime NICOLAS, Professeur, Aix-Marseille Université (Rapporteur)

Mme. Carole DELENNE, Maîtresse de conférences, Université de Montpellier (Examinatrice)

M. Abdoulaye FALL, Chargé de recherche, CNRS (Examinateur)

M. Thierry RUIZ, Professeur, Université de Montpellier (Examinateur)

M. Serge MORA, Professeur, Université de Montpellier (Directeur de thèse)

M. Farhang RADJAI, Directeur de Recherche, CNRS (Co-directeur de thèse)

M. Patrick MUTABARUKA, Chargé de recherche, IFREMER (Co-encadrant)

Résumé

Étude des propriétés rhéologiques de milieux granulaires insaturés en vue d'application à l'érosion

L'objectif de cette thèse est de modéliser la dynamique et la rhéologie des matériaux granulaires humides. Nous utilisons des simulations de dynamique des particules basées sur la méthode des éléments discrets pour effectuer des simulations détaillées pour différentes configurations et paramètres du matériau. Nous étudions l'impact d'agrégats de particules humides sur un plan rigide en fonction de l'énergie d'impact, de la tension de surface et de la viscosité du liquide et nous avons montré que la dynamique, l'endommagement et la fragmentation sont régis par des nombres sans dimension (nombres de cohésion et de capillarité). Nous utilisons également l'écoulement de particules granulaires humides sur un plan incliné pour démontrer que l'écoulement peut être décrit par une rhéologie tenant compte des contraintes de cohésion et d'inertie. Enfin, nous analysons les phénomènes d'érosion à l'interface entre une couche de particules humides recouverte d'une couche sèche s'écoulant sur un plan incliné. Nous montrons que le taux d'érosion est contrôlé par deux paramètres sans dimension : le nombre de cohésion caractérisant le milieu humide érodé et le nombre d'inertie caractérisant l'écoulement des particules sèches érodées. Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives pour la modélisation de matériaux granulaires plus généralement cohésifs.

Mots-clés : Matériaux granulaires, rhéologie, cohésion, pont capillaire, écoulement, fragmentation, DEM.

Abstract

Rheological properties of wet granular media, in view of applications to erosion

The objective of this PhD work is to model the dynamics and rheology of wet granular materials. We use particle dynamics simulations based on discrete element method to explore different configurations and material parameters. We investigate the impact of aggregates of wet particles on a rigid plane as a function of impact energy, surface tension, and liquid viscosity, and we show that the dynamics, damage and fragmentation are governed by two dimensionless number, namely cohesion and capillary numbers. We also use the flow of wet granular particles down an inclined plane to demonstrate that the flow can be described by a rheology accounting for both cohesive and inertial stresses. Finally, we analyse erosion phenomena at the interface between a layer of wet particles overlaid by a dry layer flowing down an inclined plane. We show that the erosion rate is controlled by two dimensionless parameters: the cohesion number characterizing the eroded wet medium and the inertial number characterising the eroding dry particle flow. These results open new perspectives for modeling more generally cohesive granular materials.

Keywords : Granular materials, rheology, cohesion, capillary bridge, flow, fragmentation, DEM.