

Écoulement et effondrement de matériaux granulaires humides

Abdoulaye Fall, abdoulaye.fall@ifsttar.fr & Stéphanie Deboeuf, sdeboeuf@upmc.fr, Chercheurs CNRS, Laboratoire Navier (ENPC-IFSTTAR-CNRS UMR 8205), 2 allée Kepler 77420 Champs sur Marne & Institut d'Alembert (UPMC-CNRS UMR 7190), 4 place Jussieu 75005 Paris

L'acheminement de granulats dans l'industrie ou les écoulements gravitaires dans la nature motivent de nombreuses études pour comprendre la loi de comportement d'un matériau granulaire ou d'une suspension de particules et la relier aux propriétés mécaniques, physiques, géométriques des grains [1,2]. Par ailleurs, les matériaux granulaires réels sont très souvent partiellement mélangés à un liquide (on dira qu'ils sont mouillés ou non saturés) : sols insaturés, glissements de terrain, avalanches de neige, étapes de fabrication (malaxage, granulation humide, ...) de produits pharmaceutiques, agroalimentaires, de matériaux de construction, ... Du fait de la tension superficielle et de la viscosité du liquide, les ponts liquides introduisent des forces de cohésion (forces capillaires) et des forces visqueuses (forces de lubrification) entre les grains, qui dépendent du niveau de saturation. Si la rhéophysique des matériaux granulaires saturés (suspensions concentrées) est étudiée de manière approfondie [3], la situation non-saturée reste un champ encore très largement exploratoire [4].

Schémas de configuration
expérimentale d'écoulement [1,2] et
d'effondrement [1,5] gravitaires

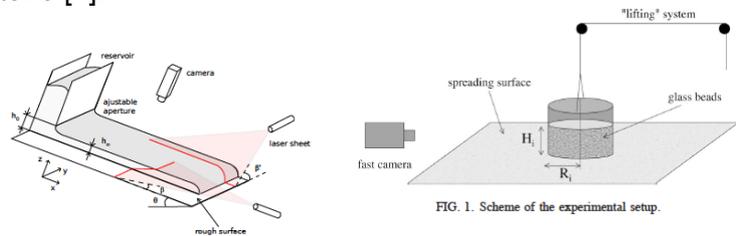


FIG. 1. Scheme of the experimental setup.

Le stage expérimental consiste à étudier la réponse macroscopique d'un matériau granulaire non saturé à une déstabilisation gravitaire en utilisant les configurations classiques d'effondrement de colonne et d'écoulement sur plan incliné. Nous nous demanderons si l'écoulement et l'effondrement de tels matériaux peuvent être appréhendés par la mécanique des matériaux continus: pour différents taux de saturation, le matériau granulaire humide s'écoule-t-il tel un matériau continu ou bien émerge-t-il une échelle mésoscopique? Comment varie cette taille caractéristique avec les paramètres expérimentaux et la configuration considérée? La caractérisation des effondrements et écoulements granulaires humides sera basée sur l'imagerie directe et la profilométrie laser.



Images d'un écoulement sur pente d'un matériau granulaire humide non saturé

- [1] GdR MiDi "On dense granular flows" Eur. Phys. J. E 14, 341 (2004)
- [2] G. Saingier, S. Deboeuf et al. "On the front shape of an inertial granular flow down a rough incline" Phys. Fluids 28, 053302 (2016) ; A. Fall et al "Dry granular flows: Rheological measurements of the $\mu(I)$ -rheology" J. Rheol., 59, 1065 (2015)
- [3] G. Ovarlez et al. "Local determination of the constitutive law of a dense suspension of noncolloidal particles through MRI", Journal of Rheology 50, 259-292 (2006) ; F. Boyer et al "Unifying suspensions and granular rheology", Phys. Rev. Lett. 107, 188301 (2011)
- [4] A. Fall et al. "Sliding friction on Wet and Dry Sand" Phys. Rev. Lett. 112, 175502 (2014)
- [5] E. Lajeunesse, A. Mangeney-Castelnau & J.P. Vilotte « Spreading of a granular mass on a horizontal plane » Phys. Fluids 16, 2371 (2004)