

# Rhéologie des écoulements granulaires humides sur plan incliné

Stéphanie Deboeuf<sup>1</sup>, Abdoulaye Fall<sup>2</sup>

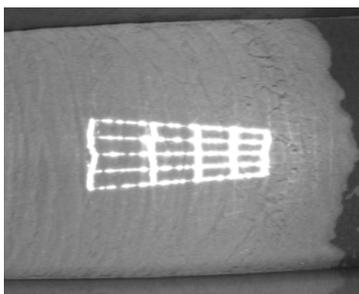
<sup>1</sup> Sorbonne Université, CNRS, UMR 7190, Institut Jean Le Rond d'Alembert, 75005 Paris

<sup>2</sup> Labo. Navier, UMR 8205, CNRS, Ecole des Ponts ParisTech, Univ. Gustav Eiffel, 77420 Champs sur Marne  
stephanie.deboeuf@sorbonne-universite.fr

Les écoulements multi-phasiques naturels ou industriels (glissements de terrain, coulées de boue, mélanges de poudres, ...) montrent des propriétés rhéologiques non triviales, que nous cherchons à mieux comprendre grâce à des expériences modèles. Nos travaux portent sur les matériaux granulaires humides en écoulement sur un plan incliné, dont la rhéologie, à mi-chemin entre celles des matériaux granulaires secs et des suspensions concentrées, est assez peu documentée.

Nos expériences révèlent des configurations d'écoulement stationnaire uniforme pour une large gamme de paramètres expérimentaux (angle de la pente, hauteur de l'ouverture du silo, quantité de liquide). La rhéologie  $\tau = \tau_c + \mu(I)P$ , avec  $\tau$  et  $P$  la contrainte de cisaillement et la pression, est étudiée. Ce modèle associe le critère de limite de stabilité de Mohr-Coulomb pour les matériaux cohésifs, caractérisé par  $\tau_c$ , la contrainte seuil de cohésion, et la rhéologie en écoulement identifiée pour les matériaux granulaires non cohésifs, via le coefficient de frottement interne  $\mu(I)$ , qui dépend du nombre adimensionné inertiel  $I = \dot{\gamma}d/\sqrt{P/\rho}$ , avec le taux de cisaillement  $\dot{\gamma}$ , la taille moyenne des grains  $d$  et la masse volumique  $\rho$ . Ce modèle prédit bien nos mesures expérimentales, à condition que ... SUSPENS!

Cela suggère de confronter nos données expérimentales aux différentes propositions faites dans la littérature pour unifier la rhéologie des écoulements secs, cohésifs, en suspension dense, ... notamment par Trulsson *et al* [1], Roy *et al* [2], Guazzelli & Pouliquen [3], Vo *et al* [4], Mandal *et al* [5], ...



**Figure 1.** Photographie d'un écoulement granulaire humide sur plan incliné

## Références

1. M. TRULSSON & B. ANDREOTTI & P. CLAUDIN, Transition from the viscous to inertial regime in dense suspensions, *Phys. Rev. Lett.*, **109**, 118305 (2012).
2. S. ROY & S. LUDING & T. WEINHART, A general (ized) local rheology for wet granular materials, *New J. Phys.*, **19**, 043014 (2017).
3. E. GUAZZELLI & O. POULIQUEN, Rheology of dense granular suspensions, *J. Fluid Mech.*, **852**, 1–73, (2018).
4. T. VO & S. NEZAMABADI & P. MUTABARUKA & J.-Y. DELENNE & F. RADJAI, *Nature Comm.*, **11**, 1–8, (2020).
5. S. MANDAL & M. NICOLAS & O. POULIQUEN, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **117**, 8366–8373, (2020).