

Dynamique et mécanisme d'accrétion granulaire

Guillaume Saingier, Alban Sauret & Pierre Jop

Surface du Verre et Interfaces, CNRS/Saint-Gobain, 33 quai Lucien Lefranc, 93303 Aubervilliers, France
guillaume.saingier@saint-gobain.com

La compréhension des propriétés de mélange dans les matériaux divisés humides représente un enjeu majeur dans de nombreux domaines tels que l'optimisation des procédés ou la prévention des risques géologiques. En effet, les matériaux granulaires sont fréquemment utilisés dans l'industrie, notamment le génie civil où, une fois mélangés à un liquide, ils sont la base de nombreux matériaux de construction (mortier, plâtre, ...). Ces problématiques d'incorporation de liquide sont également primordiales en géophysique pour les glissements de terrains dus aux fortes précipitations.

Les propriétés mécaniques des matériaux granulaires humides homogènes sont fortement corrélées à la quantité de liquide qu'ils contiennent [1]. Ainsi, lorsque le liquide est en excès, une suspension granulaire est obtenue, présentant un comportement fluide. A l'inverse, en petite quantité, le liquide forme des ponts capillaires entre les grains, générant de la cohésion et un comportement solide du matériau [2,3]. Au cours du mélange, ces différentes situations peuvent coexister sous forme d'hétérogénéités dans le matériau, nécessitant de tenir compte du déplacement du liquide dans les grains. La dynamique d'écoulement du fluide a été largement étudiée dans le cas de matériaux statiques se comportant comme des empilements poreux [4]. Quelques situations dynamiques d'interaction entre un écoulement granulaire sec et un matériau granulaire humide et statique ont aussi mis en évidence le rôle capital de la fraction liquide de la phase humide. A faible fraction liquide, l'écoulement sec vient éroder la phase humide [5] alors que pour des fractions plus importantes, les grains secs sont captés, par accrétion, par la phase humide pour former un agrégat mécaniquement stable [6]. Le mécanisme physique d'accrétion et l'origine de la dynamique de croissance de l'agrégat restent cependant méconnus. Notre étude vise donc à mieux comprendre la transition entre un matériau granulaire sec en écoulement à un matériau granulaire partiellement saturé lors de l'incorporation de liquide.

Nous proposons d'étudier l'accrétion granulaire au moyen d'une expérience modèle d'accrétion horizontale. Un matériau granulaire modèle est projeté horizontalement, sous forme d'un jet dilué, sur un matériau granulaire humide. Le substrat humide est connecté à un réservoir dont le niveau de liquide est ajustable, permettant ainsi de contrôler la dépression hydrostatique à l'intérieur. Une partie des grains secs sont capturés par la phase humide, engendrant la croissance d'un agrégat horizontal. Des mesures effectuées par tomographie à rayons X indiquent que cet agrégat est saturé et en dépression capillaire. La dynamique de croissance du matériau humide est suivie par imagerie, pour différentes valeurs de la dépression hydrostatique, et révèle une transition entre un régime visqueux limité par le déplacement du fluide entre les grains et un régime de capture limité par la capture des grains secs sur l'agrégat humide. Cette transition est modélisée grâce à un mécanisme associant la courbure locale des ménisques dans le matériau humide à l'efficacité de la capture.

Références

1. P. MØLLER & D. BONN, The shear modulus of wet granular matter *Eur. Phys. Lett.* **80**, 38002 (2007)
2. S. HERMINGHAUS, Dynamics of wet granular matter, *Adv. Phys.* **54** 221-244 (2005).
3. M. SCHEEL *et al.*, Morphological Clues to Wet Granular Pile Stability, *Nature Materials* **7**, 189-193 (2008).
4. M. REYSSAT *et al.*, Imbibition in layered systems of packed beads, *Europhys. Lett.* **86**, 56002 (2009).
5. G. LEVEBvre & P. JOP, Erosion dynamics of a wet granular medium, *Phys. Rev. E* **86**, 032205 (2013).
6. F. PACHECO-VÁZQUEZ *et al.*, Sculpting sandcastles grain by grain : Self-assembled sand towers, *Phys. Rev. E* **88**, 051303 (2013).