

Instabilités d'écoulements granulaires bidisperses en cisaillement sur un plan incliné

Axelle Amon, Renaud Delannay, & Alexandre Valance

Institut de Physique de Rennes, UMR UR1-CNRS 6251, Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, 35042
Rennes cedex
axelle.amon@univ-rennes1.fr

La physique des écoulements granulaires denses est encore mal comprise. Un dispositif typique pour étudier de tels flots consiste à entretenir un écoulement dans un canal, situation correspondant à des configurations industrielles de transport des grains. Les paramètres de contrôle d'un tel dispositif sont l'inclinaison du fond du canal et le débit du silo délivrant les grains. De nombreuses études ont été faites dans le cas de grains monodisperses sur un fond rugueux, c'est à dire constitué de grains collés sur un plan rigide [1,2]. Il a été montré qu'il existe des valeurs des paramètres pour lesquels l'écoulement est stationnaire et d'épaisseur uniforme dans le canal [1]. Dans le cas de billes de verre monodisperses, le rapport des tailles des grains qui s'écoulent sur ceux qui constituent le fond rugueux gouverne le coefficient de friction effectif subit par l'écoulement et donc la vitesse de l'écoulement dans le régime stationnaire [3].

Nous nous intéressons à des situations dans lesquelles deux écoulements granulaires s'écoulent parallèlement en cisaillement sur le même plan incliné. En effet, alors qu'en hydrodynamique le développement d'instabilités entre des couches de fluides différents en cisaillement est un domaine bien documenté (instabilités de type Kelvin-Helmholtz), dans les milieux granulaires il y a encore peu de résultats sur ce type de systèmes. La seule étude à notre connaissance sur ce type d'instabilités [3] mettait en jeu deux écoulements de mêmes grains irréguliers (sable) à des débits différents dans un canal à fond lisse. Des instabilités à l'interface entre les deux écoulements ont été observées pour des angles faibles d'inclinaison du plan. Néanmoins, les écoulements dans cette expérience sont accélérés le long du plan incliné ce qui rend difficile la modélisation des phénomènes mis en jeu.

Nous avons développé un dispositif expérimental utilisant les propriétés des écoulements sur fond rugueux : on peut obtenir sur un même plan incliné des écoulements stationnaires de vitesses différentes pour deux types de granulaires, c'est à dire des billes de verre de diamètres différents. Nous pouvons ainsi obtenir un cisaillement à l'interface entre deux écoulements granulaires. Pour certaines valeurs de l'angle d'inclinaison du plan et des débits des silos, nous avons observé le développement d'une instabilité à l'interface entre les deux flots. Ce résultat est nouveau : dans l'étude précédente sur fond lisse, aucune instabilité n'avait été observée lorsque les grains utilisés étaient des billes de verre monodisperses. Des études systématiques de manière à cerner les critères d'apparition de l'instabilité ont été entreprises. L'évolution de la hauteur de la couche de granulaire sur la largeur de l'écoulement est complexe et peut présenter elle-même des instabilités (oscillations de la hauteur de l'écoulement). Des effets à l'interface entre les deux granulaires, sans doute liés à la ségrégation, ont été observés.

Références

1. O. Pouliquen, "Scaling laws in granular flows down rough inclined planes", *Physics of Fluids*, **11**, 542-548 (1999).
2. GDR MiDi, "On dense granular flows", *Eur. Phys. J. E* **14**, 341 (2004).
3. C. Goujon, N. Thomas and B. Dalloz-Dubrujeaud, "Monodisperse dry granular flows on inclined planes : Role of roughness", *Eur. Phys. J. E* **11**, 147 (2003).
4. D. J. Goldfarb, B. J. Glasser, T. Shinbrot, "Shear instabilities in granular flows", *Nature*, **415**, 302-305 (2002).