

Rhéologie (plasticité) et blocage (jamming) d'un granulaire sec modélisé comme un graphe

Mechanics of dry granular materials : Between fragile solid (jamming) and dry fluid (rheology)

Nicolas Rivier¹ & Jean-Yves Fortin²

¹ Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg (IPCMS), et Université de Strasbourg, 3, rue de l'Université F-67084 Strasbourg

² Groupe de Physique Statistique, Département de Physique de la Matière et des Matériaux, Institut Jean Lamour, UMR 7198, Nancy Université, BP 70239, F-54506 Vandoeuvre-les-Nancy Cedex
`nick@fresnel.u-strasbg.fr`, `fortin@ijl.nancy-universite.fr`

Un matériau granulaire dense et sec, avec friction tangentielle infinie, est modélisé comme un graphe connexe de grains reliés par des contacts purement répulsifs. Chaque grain peut donc soit rouler sans glisser sur un autre, soit s'en déconnecter. La stabilité sous cisaillement du granulaire est assurée par la présence de circuits impairs de grains en contact qui les empêchent de rouler l'un sur l'autre. Le matériau granulaire se trouve alors dans l'un de deux états thermodynamiques : solide fragile, bloqué ("jammed") par les circuits impairs, ou fluide sec, en leur absence. La dynamique du granulaire au voisinage de la transition de blocage, dans un tambour tournant à vitesse angulaire constante autour d'un axe horizontal, saute de manière intermittente entre les états solide et fluide. Dans l'état solide fragile, le granulaire suit un cycle limite alternant avalanches et entraînement par le tambour. C'est un comportement de "stick-slip" dans un solide soumis à une friction solide (entraînement par le tambour) et à une force de rappel (gravité). Dans l'état fluide, la force de friction est visqueuse, et le matériau granulaire tend vers un point fixe de pente constante. Si la friction tangentielle est supposée nulle, la modélisation comme un graphe et la frustration causée par les circuits impairs restent valables puisque la force entre grains demeure scalaire et répulsive.