

**Titre en français :** Propagation de fissures dans un milieu granulaire cohésif soumis à indentation

**Titre en anglais:** Crack propagation in a wet granular material under indentation

Nom du directeur de thèse : Marie-Julie Dalbe / Nicolas Vandenberghe

Tel : 04 13 55 20 29

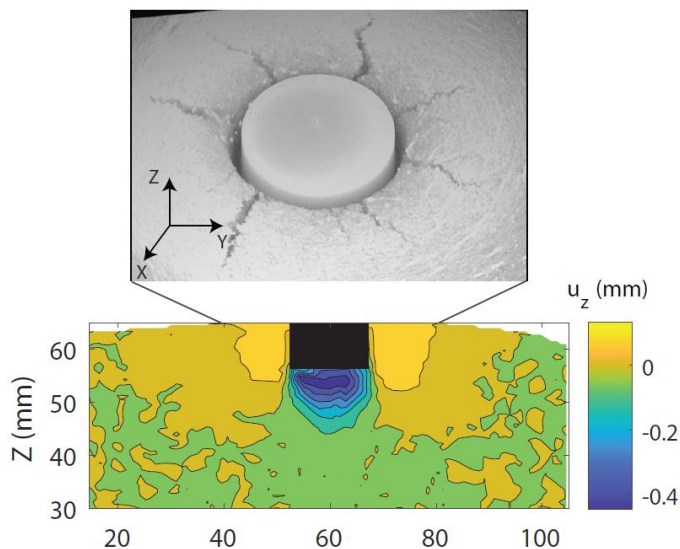
**E-Mail :** [marie-julie.dalbe@univ-amu.fr](mailto:marie-julie.dalbe@univ-amu.fr) / [nicolas.vandenberghe@univ-amu.fr](mailto:nicolas.vandenberghe@univ-amu.fr)

**Laboratoire :** IRPHE

**Financement :** demandé

**Résumé en français :** L'étude des milieux granulaires cohésifs comporte de nombreux intérêts fondamentaux et industriels (sols et matériaux de constructions, poudres dans les domaines alimentaires ou pharmaceutiques). Lorsqu'on les sollicite mécaniquement, ces matériaux s'écoulent et sous certaines conditions des fissures peuvent s'y produire. Si la rhéologie de ces matériaux est globalement bien étudiée, les conditions d'apparition et la dynamique d'extension des fissures ont fait l'objet de peu de recherches.

La thèse proposée vise à décrire la propagation de fissures dans un matériau granulaire cohésif soumis à une indentation. Le milieu est composé de billes de verre de tailles variables – pour modifier la cohésion -- mélangées à une huile silicone. Des mesures seront réalisées à la surface du milieu mais aussi dans un micro-tomographe à rayons X, ce qui permet de suivre en 3 dimensions la propagation des fissures, et de mesurer le champ de déformations. Ces observations détaillées pourront alors servir à construire un modèle permettant de décrire la fissuration du matériau.



*Indentation of cohesive grains (200 microns beads mixed with 8% Si oil) by a 1.5 cm diameter flat punch. (Top) reconstructed image obtain by X-ray tomography showing a pattern of radial cracks within the sample. (Bottom) Displacement field for the same experiment.*

*Expérience d'indentation de grains cohésifs (billes de verre de 200 microns de diamètre avec 8% d'huile silicone). L'indenteur, ici au centre de l'image, est un cylindre de 1,5 cm de diamètre. (Haut) Reconstruction en 3-dimensions : on voit les fissures radiales se propager à partir de l'indenteur. (Bas) Champs de déplacement vertical dans le milieu granulaire.*

**Résumé en anglais:** The study of cohesive granular media has many fundamental and industrial interests (soil mechanics, construction materials, powders in food or pharmaceutical industry). When acted upon, such materials flow and in certain circumstances cracks can appear. The rheology of the grain assembly is well studied but the condition of appearance and the dynamics of propagation of cracks remain elusive.

The proposed work aims at studying the propagation of cracks in a cohesive granular material indented by a flat punch. The medium is composed of glass beads whose size can be varied to adjust the cohesion, mixed with silicone oil. Measurements will be performed at the interface but also in the bulk with an X-ray tomograph. The detailed crack geometry and the whole displacement field can thus be measured. Such detailed experiments will be analyzed to develop a better understanding of the dynamics of cracks.

**Profil du candidat recherché :** Nous recherchons un candidat ayant le goût des expériences modèles et de leur analyse. Des connaissances approfondies en mécanique de la fracture ne sont pas nécessaires pour le travail demandé.

**Background of the student:** Physics or Mechanical Engineering or Applied Mathematics

**Publications sur le sujet / recent publications of the group on the topic:**

Vandenbergh, N., & Villermaux, E. (2013). Geometry and fragmentation of soft brittle impacted bodies. *Soft Matter*, 9(34), 8162-8176.

Jerome, J. J. S., Vandenbergh, N., & Forterre, Y. (2016). Unifying impacts in granular matter from quicksand to cornstarch. *Physical Review Letters*, 117(9), 098003.

Dalbe, M. J., & Juanes, R. (2018). Morphodynamics of fluid-fluid displacement in three-dimensional deformable granular media. *Physical Review Applied*, 9(2), 024028.

**Insertion professionnelle après thèse :** publique et/ou privée