

## Proposition de stage master 2

### Caractérisation et écoulements de milieux granulaires cohésifs

La proposition de ce stage s'inscrit dans le projet pluri-annuel COPRINT (COhesive Powders Rheology: INnovative Tools) financé par l'ANR. Ce projet est centré sur la compréhension physique et mécanique de la *coulabilité* des poudres, terme actuellement mal défini et pourtant largement utilisé dans de nombreux contextes industriels. Le projet COPRINT implique 3 partenaires : l'IUSTI (Marseille), l'institut d'Alembert (Paris), et le centre de recherche CREE de Saint-Gobain (Cavaillon).

Nous développons actuellement une méthode de fabrication d'un matériau granulaire cohésif dont les propriétés de cohésion sont contrôlées, stables dans le temps et adaptées à des grains dont le diamètre est compris entre 100  $\mu\text{m}$  et 1 mm. La cohésion provient de l'enrobage des billes de verre avec un polymère. Toutefois, la caractérisation de la cohésion reste un défi important. Le but du stage est donc de développer une méthode expérimentale de mesure de la force de cohésion entre deux grains (taille 200  $\mu\text{m}$  à 1 mm), force dont l'ordre de grandeur est le nN. Outre des outils de caractérisation optique, le développement d'outils spécifiques adaptables à un rhéomètre est envisagé. Au-delà de ces mesures, des études d'écoulements (talus, plan incliné, L-box) de ces milieux granulaires cohésifs sont envisagées.

Nous recherchons pour cela un(e) étudiant(e) de M2 intéressé par le côté novateur de cette approche principalement expérimentale, un caractère curieux et innovant. Des notions en chimie des polymères seront appréciées mais pas nécessaires. Le stage est proposé à l'IUSTI (Marseille) pour une durée de 5 à 6 mois.

La durée du projet (2018–2021) permet d'envisager une poursuite en thèse à la suite du stage M2 sur la notion de coulabilité des poudres. Le stage est gratifié à environ 530 euros/mois.

**Mots-clés** : milieux granulaires, poudres, coulabilité, rhéologie, cohésion

**Équipe** : Groupe Écoulements de particules. Blanche Dalloz, Maxime Nicolas, Olivier Pouliquen

**Contact** : Maxime NICOLAS [maxime.nicolas@univ-amu.fr]

Laboratoire IUSTI, UMR 7343 5 rue Enrico Fermi 13453 Marseille cedex 13

Tél : +33 4 91 10 68 73

## Master Internship Proposal

### Characterization and flowability of granular cohesive materials

This proposal is part of a pluri-annual project COPRINT (COhesive Powders Rheology: INnovative Tools) supported by ANR (the french national funding agency). This project focused on the physical and mechanical understanding of the so called « powders flowability », which is the term used in an industrial context, but which is poorly understood. The COPRINT project involves three French partners : IUSTI (Marseille), the Institut d'Alembert (Paris), and research center CREE of Saint-Gobain (Cavaillon).

A process is actually developed, to produce a cohesive granular material which cohesive properties remain stable over time and suited to beads of diameter from 200  $\mu\text{m}$  to 1 mm. A polymeric coating ensure the cohesion between beads, but the characterization of this cohesion remains a significant challenge. The purpose of this study is to develop an experimental method to measure this strength of cohesion between two grains (with diameter ranged from 200 $\mu\text{m}$  to 1mm), which order of magnitude is few nN. In addition to optical characterizations, some specific tools could be adapted like a rheometer. Furthermore, flowing experiments (angle of repose, inclined plane, L-box, ...) on this cohesive material will be carried out.

We are hiring a master student, filled with curiosity, interested by the innovative aspect of this subject, and by this experimental approach. Some skills on polymers would be appreciated but not mandatory required.

The duration of the main project (2018–2021) gives the opportunity to extend this internship with a PhD study.

**Key words:** Granular matter, powders, flowability, rheology, cohesion

**Compensation:** around 530 euros/month

**Contact :** Maxime NICOLAS [maxime.nicolas@univ-amu.fr], Laboratoire IUSTI, UMR 7343  
5 rue Enrico Fermi 13453 Marseille cedex 13, Tel : +33 4 91 10 68 73

**Place of work :** Laboratoire IUSTI, UMR 7343 5 rue Enrico Fermi 13453 Marseille cedex 13-France

**Duration :** 5 to 6 month between January and September 2018