Sujet de stage – 6 mois (2020) – Thèse CIFRE SGR-IL

Etude des systèmes granulaires réactifs par ondes ultrasonores

Nous proposons un sujet de stage qui reposera sur une collaboration entre le laboratoire pluridisciplinaire *Saint-Gobain Research Paris* (à Aubervilliers) et *l'Institut Langevin* (à Paris). Saint-Gobain Research Paris est l'un des 8 grands centres de recherche de Saint-Gobain, producteur et distributeur de matériaux pour l'habitat et la vie quotidienne : bâtiments, transports, infrastructures, ainsi que pour de nombreuses applications industrielles. L'Institut Langevin est une Unité Mixte de Recherche de l'ESPCI Paris et du CNRS dédiée à la physique des ondes et à ses applications.

Lieu : Institut Langevin, ESPCI Paris, 1 rue Jussieu, 75005 Paris

Contact : - SGR : Drs. S. Moro (solenn.moro@saint-gobain.com), K. Jourde (kevin.jourde@saint-gobain.com).
- ESPCI Paris : Profs. X. Jia (xiaoping.jia@espci.fr), A. Tourin (arnaud.tourin@espci.fr)

Contexte et objectifs du stage :

Parmi les matériaux que Saint-Gobain produit, beaucoup sont à base de systèmes granulaires réactifs (mortier, plâtre, etc.). Le mélange, réalisé sur chantier par les artisans ou en usine de production, conditionne les performances finales des produits. La réactivité chimique de ces systèmes ainsi que leur forte dispersion granulométrique rendent la caractérisation de leur mélange complexe, sujet peu étudié jusqu'à présent.

L'objectif de ce stage est de développer de nouvelles méthodes permettant de relier la qualité des systèmes granulaires réactifs à des paramètres mécaniques mesurables par des ondes ultrasonores. Ces dernières sont potentiellement intéressantes pour suivre des cinétiques de mélange en raison de leur caractère non destructif et de leur rapidité. De façon générale, les ultrasons fournissent une méthode d'investigation non intrusive des milieux poreux granulaires, matériaux par nature hétérogènes et optiquement opaques. La propagation d'ondes ultrasonores dans les milieux granulaires, secs ou partiellement mouillés (états funiculaire et pendulaire), s'effectue à travers le squelette solide, i.e., le réseau des contacts, établi par la contrainte appliquée [1] ou/et par la cohésion capillaire [2]. Ainsi, notre stratégie consistera à étudier le lien entre réponses acoustiques, structure à l'échelle mésoscopique (réseaux de contacts, amas) et interactions à l'échelle des grains (contact frictionnel, cohésion) dans des systèmes granulaires secs, mouillés ou saturés de liquide, sous faible compression.

Dans cet esprit, il s'agira d'étudier la cinétique des systèmes granulaires réactifs réels ainsi que de systèmes modèles (empilements de billes de verre et sables). Nous nous intéresserons notamment à : i) des mélanges homogènes avec différentes teneurs en eau ; ii) des mélanges inhomogènes (en présence de grumeaux) avec différents temps de mélange pour une teneur en eau donnée ; et iii) des systèmes modèles dans lesquels on fera varier la répartition spatiale de l'eau ajoutée. Il s'agira d'opérer un suivi acoustique de l'évolution (vieillissement) des propriétés viscoélastiques et des changements structuraux intervenant pendant la mise en œuvre ou la prise de ces systèmes granulaires. Pour cela, il faudra notamment identifier les modes de propagation et mesurer la vitesse et l'atténuation ces ondes élastiques ultrasonores, d'où l'on pourra déduire les modules élastiques effectifs correspondants. L'étude des propriétés viscoélastiques nous permettra d'évaluer les effets de cohésion, lubrification et dissipations frictionnelle et visqueuse en présence du fluide interstitiel ou/et de petites particules.

Les résultats seront interprétés en les comparant à d'autres techniques expérimentales (notamment rhéologiques, électriques et imagerie par rayons X), équipements disponibles dans les locaux de SGR Paris.

Le stage se poursuivra avec une thèse CIFRE entre Saint-Gobain Recherche Paris et l'Institut Langevin.

Références

[1] X. Jia, C. Caroli, B. Velicky, "Ultrasound propagation in externally stressed granular media," Phys. Rev. Lett. 82, 1863 (1999)

[2] Th. Brunet, X. Jia & P. Mills, "Mechanisms for acoustic absorption in dry and weakly wet granular media," Phys. Rev. Lett. 101, 138001 (2008)

Profil recherché : Elève-ingénieur en fin de cycle ou étudiant en Master 2 ayant une formation en physique des ondes ou/et en physico-chimie des matériaux. Des qualités d'organisation et de communication écrite et orale, en français comme en anglais, sont indispensables. Le sujet se poursuivant avec une thèse CIFRE, l'étudiant souhaitera poursuivre sa formation par un doctorat.