
Ségrégation granulaire induite par formation d'agrégats magnétiques

Antoine Dop^{*1}, Nicolas Taberlet², Valérie Vidal², and Yuri Dumaresq Sobral³

¹PoreLab, University of Oslo (UiO) – Norvège

²Laboratoire de Physique de l'ENS Lyon – Ecole Normale Supérieure de Lyon, Université de Lyon, Centre National de la Recherche Scientifique – France

³Universidade de Brasilia = University of Brasilia [Brasília] – Brésil

Résumé

Les simulations numériques 2D d'un écoulement granulaire sur plan incliné rugueux produisent différents régimes d'écoulement. Parmi ces régimes, un profil de vitesse stationnaire stable dit de Bagnold s'établit pour des valeurs intermédiaires d'angle d'inclinaison et d'épaisseur du lit granulaire. Une fois ce régime établi, une interaction supplémentaire est ajoutée pour une portion des grains : ils deviennent des aimants permanents. Leur aimantation est contrainte au plan de la simulation et tourne avec eux. Cette nouvelle interaction a pour effet d'orienter les aimants proches et de leur donner une force attractive qui conduit à la formation d'agrégats magnétiques. Pour de grandes fractions de grains magnétiques, l'écoulement est perturbé ou même arrêté. Pour de faibles fractions, le profil de vitesse n'est pas affecté et les agrégats sont entraînés par l'écoulement. Pour des temps de simulation suffisamment longs, on observe alors une remontée de ces agrégats à la surface libre, de manière analogue à la ségrégation par taille, aussi appelée effet "noix du Brésil", observée dans des conditions similaires avec un écoulement bidisperse de grains ordinaires. Les paramètres qui contrôlent à la fois la dynamique d'agrégation et de ségrégation de ce système sont la concentration de grains magnétiques ainsi que leur aimantation. Nous montrons que la taille d'équilibre des agrégats est principalement contrôlée par l'aimantation, dont nous comparons la force au poids d'un grain moyen. La ségrégation est contrôlée par ces deux paramètres, sans relation directe avec la ségrégation par taille "classique" en raison de la variété de taille et de forme ainsi que de rigidité des agrégats magnétiques, lesquels peuvent également évoluer avec le temps. Ce système est riche et conduit à des comportements variés, et fait l'objet de travaux dans d'autres configurations (cisaillement simple, vibrations mécaniques) dans des simulations mais aussi dans des expériences préliminaires. Il rappelle le cas de l'aimantation induite dans des grains ferromagnétiques, qui fait également l'objet de travaux passés et actuels, en présence d'un champ magnétique externe.

*Intervenant