

Agrégation de radeaux granulaires à une interface

Antoine Lagarde¹ & Suzie Protière¹

Sorbonne Université, Centre National de la Recherche Scientifique, UMR 7190, Institut Jean Le Rond
d'Alembert, F-75005 Paris, France.

`antoine.lagarde@dalembert.upmc.fr`

Placez deux objets à une interface liquide, et vous assisterez à un phénomène étonnant bien que quotidien : les deux objets interagissent pour générer une force attractive ou répulsive. Les célèbres céréales toroïdales cheerios qui s'agglutinent à la surface du lait ont d'ailleurs donné leur nom à ce phénomène [1]. Mais loin de se limiter au monde du petit déjeuner, cet effet se retrouve dans nombres d'applications industrielles. C'est ainsi qu'en jouant avec la forme et l'état de surface de "briques" microscopiques, il est aujourd'hui possible d'assembler de complexes structures tout en contrôlant finement leur microstructure.

Comme bien souvent, de nombreux systèmes naturels n'ont pas attendu que l'homme mette en équation un phénomène physique pour en tirer parti. C'est notamment le cas des fourmis rouges, capables de s'associer en radeau pour flotter à la surface de l'eau et survivre aux inondations, ou de certains insectes qui en déformant l'interface autour d'eux parviennent à se propulser [2].

Un objet de taille micrométrique doit compter sur les imperfections géométriques et chimiques de sa surface pour déformer l'interface autour de lui, alors qu'une bille millimétrique n'utilise que de son poids pour courber la surface liquide qui l'entoure. C'est ce dernier cas uniquement qui nous intéressera par la suite. L'attraction mutuelle d'un couple de billes sphériques est aujourd'hui relativement bien comprise, mais les effets collectifs qu'un système à n particules identiques peut engendrer comportent encore de nombreuses zones d'ombre. C'est dans ce cadre que nous nous positionnons.

Ici, nous proposons une étude expérimentale des forces capillaires exercées entre deux assemblages de particules millimétriques à une interface eau-huile. Un tel objet, que nous appellerons radeau granulaire de par son aspect, est constitué d'une mono-couche de billes agglomérées à l'interface. Parce que la déformation qu'un tel radeau impose dépasse de plus d'un ordre de grandeur la déformation d'une particule unique, les forces capillaires engendrées sont anormalement grandes, et dépendent fortement du nombre de particules composant le radeau. Parallèlement, avec l'ajout de nouvelles particules, le radeau croît en taille, ce qui conduit à une forte augmentation du frottement visqueux. En jouant expérimentalement avec le nombre de billes, nous parvenons à quantifier son influence tant sur la force capillaire que sur le frottement. Une étude numérique nous permet par ailleurs de décrire le lien qui relie la morphologie d'un radeau au nombre de ses constituants.

À partir de cette compréhension fine de l'interaction entre deux radeaux granulaires de taille donnée, nous généralisons à un système à n radeaux, chacun étant constitué d'un nombre aléatoire de particules. Nous caractérisons la statistique d'agrégation d'un tel système.

Références

1. Vella, Dominic and Mahadevan, L. *The cheerios effect*. American journal of physics, 2005.
2. Hu, David L and Bush, John WM. *Meniscus-climbing insects*. Nature, 2005.