

Instabilité de Rayleigh-Taylor auto-induite dans les écoulements granulaires

Umberto D'Ortona^{a*} et Nathalie Thomas^b

- a. M2P2, CNRS, Aix-Marseille Univ., Centrale Marseille, Marseille, France
 b. IUSTI, CNRS, Aix-Marseille Univ., Marseille, France

* email : umberto.d-ortona@univ-amu.fr

Les Instabilités de Rayleigh-Taylor peuvent se produire dans un écoulement granulaire sec [1]. On montre expérimentalement et numériquement que quand un matériau granulaire dense est placé au dessus d'un matériau granulaire moins dense, et que le système est mis en mouvement, par exemple dans un chenal, la configuration n'est pas stable et une instabilité de RT se développe. Plus surprenant, quand un système initialement homogène constitué de grandes particules denses et de petites particules moins denses est mis en mouvement, la ségrégation granulaire forme une couche de grandes particules denses à la surface, induisant un état instable, puis une instabilité de RT se développe. Ce 2^{ième} système a créé une instabilité auto-induite. Dans les 2 cas, le cisaillement produit par l'écoulement organise le pattern d'instabilité granulaire en bandes longitudinales qui évoluent dans le temps vers un système de rouleaux contrarotatifs analogue à des cellules de Rayleigh-Bénard. Ici, le moteur de l'instabilité n'est pas la chaleur, mais la ségrégation granulaire.

Pour mieux comprendre les mécanismes, une étude de stabilité linéaire est réalisée où une perturbation sinusoïdale est introduite au niveau de l'interface du système initialement bi-couche. Tout comme dans les fluides, l'amplitude de la perturbation croît exponentiellement avec un taux de croissance qui dépend du nombre d'Atwood. La longueur d'onde de déstabilisation vaut environ deux fois l'épaisseur de l'écoulement, comme dans les fluides entre deux parois horizontales. Dans le cas du système initialement homogène, la perturbation introduite est une variation sinusoïdale de la fraction grandes-petites. La même dépendance entre longueur d'onde et épaisseur est obtenue. L'évolution des 2 systèmes vers les rouleaux contrarotatifs s'accompagne de quelques fusions de bandes et d'une augmentation de la longueur d'onde, dont la valeur finale est de l'ordre de 3 trois fois l'épaisseur, analogue aux cellules de Rayleigh-Bénard.

[1] U. D'Ortona & N. Thomas, Phys. Rev. Lett. 124, 178001 (2020)

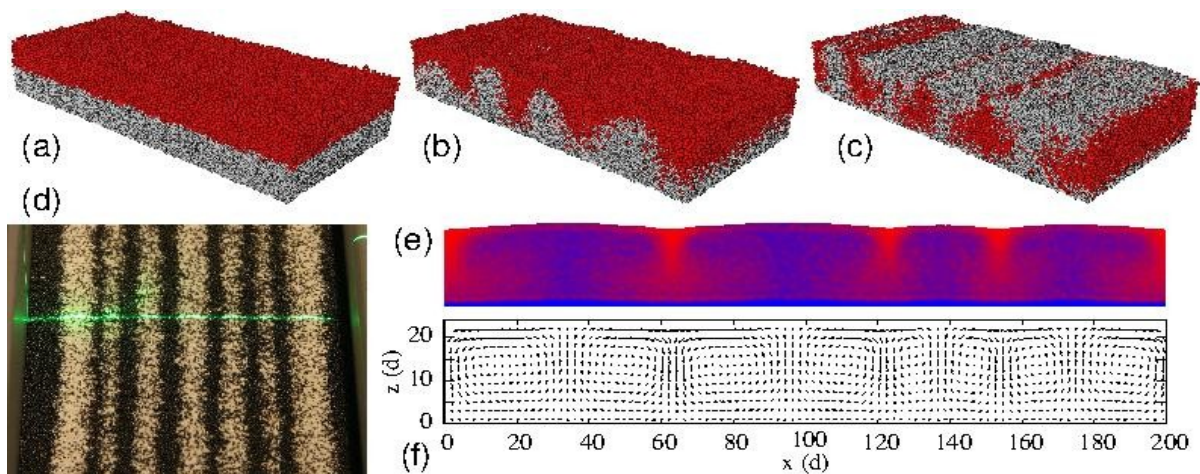


Figure 1 : (a-c) Instabilité de RT d'un système bi-couche. (d) Surface de l'expérience : organisation en bandes longitudinales dont le relief est analogue aux simulations. (e) Coupe verticale : champs de concentration et (f) de vitesse des cellules de convection. En rouge ou noir, grandes billes ; en blanc ou bleu, petites billes.