

Destabilisation et cratérisation d'un lit granulaire immergé par force de bouée

Eric Herbert¹, Cyprien Morize², Aurelie Louis-Napoleon³, Alban Sauret⁴, Christophe Goupil¹ & Yves D'Angelo^{1,2}

¹ DyCoE Team, Laboratoire Interdisciplinaire des Energies de Demain, LIED UMR 8236, Université Paris Diderot, Paris, France

² FAST Lab, Orsay, FRANCE

³ National Institute for Applied Sciences INSA/CORIA UMR 6614, Normandy University, St Etienne du Rouvray, France

⁴ SVI, CNRS/Saint-Gobain, Aubervilliers, France

`eric.herbert@univ-paris-diderot.fr`

Dans le noyau terrestre ou les chambres magmatiques apparaît une différenciation des cristaux due à la compétition entre sédimentation et ré-entraînement de ces cristaux en présence de convection. Dans des régimes convectifs très turbulents il a été exploré la remise en suspension par viscosité de particules plus lourdes que le liquide[1] dans lequel elles baignent ou le retard à la sédimentation[2] Nous explorons ici un autre mécanisme dans lequel le fluide est au repos et les grains sont remis en suspension par effet de bouée.

Le dispositif expérimental consiste en une cuve rectangulaire en PMMA (200 mm de large et 17 mm de profondeur) remplie d'un mélange d'eau et de CaCl_2 pour contrôler finement la densité. Des grains en polystyrène de diamètre $250 \mu\text{m}$ sont ensuite ajoutés et en sédimentant, forment une couche homogène de grains, sous la forme de loose random packing de hauteur h au fond de la cuve. La température du fond de la cuve peut être localement élevée, générant une force de bouée à cet endroit.

Avec un choix judicieux de paramètres, le lit granulaire peut être destabilisé par ce forçage thermique localisé et la force de bouée associée. La destabilisation est mise en évidence par l'apparition brutale d'un panache convectif correspondant à l'entraînement dans le volume des grains composant le lit. Le temps de destabilisation trouvé est purement conductif et correspond à $\tau \propto h^2$, ce qui est le signe que le lit de grain semble se comporter comme une couche conductrice purement passive. Ce point est un argument fort en faveur d'une approche liquide (non Newtonien) d'une modélisation numérique de la destabiliation.

Une fois le panache initial déclenché, l'érosion du lit est continue et fini par mettre à nu le fond de la cuve. Le lit formant alors une forme typique de cratère. Tous les grains composant préalablement le cratère sont remis en suspension. Le cratère prend finalement un aspect stationnaire, les grains qui sédimentent en permanence à l'interface étant immédiatement remis en suspension à proximité du forçage à haute température.

Le suivi de l'interface au cours du temps avant la destabilisation a montré que celle-ci ne correspondait pas à l'expansion thermique mais au contraire décroissait. Il est donc observé un échappement du liquide interstitiel et donc une réorganisation des grains. Nous discuterons finalement l'utilisation de cette propriété pour prédire le moment du déclenchement indépendamment du début effectif du orçage thermique.

Références

1. SOLOMATOV, V. S., OLSON, P. STEVENSON, D. J, Entrainment from a bed of particles by thermal convection. *Earth and Planetary Science Letters*, **120**, 387–393 (1993).
2. LAVOREL, G. LE BARS, Sedimentation of particles in a vigorously convecting fluid *Phys. Rev. E*, **80**, 046324 (2009).