

Etude de la croissance de la zone fluidifiée lors de l'injection d'air dans des grains immergés

Valérie Vidal, Germán Varas & Jean-Christophe Gémard

Laboratoire de Physique, Université de Lyon, Ecole Normale Supérieure de Lyon - CNRS
46 Allée d'Italie, 69364 Lyon cedex 07, France
valerie.vidal@ens-lyon.fr

Lorsqu'on injecte de manière ponctuelle de l'air en base d'une couche de grains immergée dans l'eau, on observe, au cours du temps, la formation d'une zone fluidifiée. Lors d'expériences précédentes dans une cuve cylindrique (3D) ou dans une cellule de Hele-Shaw (2D) verticale, nous avons montré que cette zone, aux temps longs, a une forme parabolique [1,2]. Un modèle analytique simple considérant les différents chemins parcourus par l'air dans le système permet d'expliquer cette géométrie en terme de processus de diffusion [1,2]. Ces travaux ont montré qu'un paramètre unique, sans dimension, gouverne la dynamique du système : le paramètre χ , défini comme le rapport entre la largeur de la distribution des surpressions capillaires dans le milieu et la pression hydrostatique sur la taille typique d'un grain. Une étude numérique a montré que pour des grandes valeurs de ce paramètre χ , on sort du régime "diffusif" [3]. Cette étude numérique, cependant, considère un milieu non-déformable et, bien qu'étant capable de décrire la morphologie de la zone fluidifiée aux temps longs, ignore sa dynamique de formation.

Nous présentons ici l'étude expérimentale de la dynamique de croissance de la zone fluidifiée lorsqu'on injecte de l'air à débit constant en base d'une couche de grains immergée dans l'eau. Nous utilisons une cellule de Hele-Shaw (système quasi-2D) que l'on peut incliner par rapport à la verticale avec un angle compris entre $\alpha = 0^\circ$ (cellule verticale) et $\alpha = 90^\circ$ (cellule horizontale), permettant ainsi de faire varier la gravité effective dans le système – et, donc, de varier le paramètre χ . De manière similaire aux résultats obtenus dans l'étude numérique nous retrouvons, pour les grands angles ($\alpha > 60^\circ$) la disparition du régime "diffusif". Dans le régime non-diffusif, cependant, il n'est pas possible d'étudier expérimentalement la morphologie de la zone fluidifiée. En effet, pour $\alpha > 60^\circ$, l'air ouvre aux premiers instants d'injection un chemin à travers le milieu et ce chemin reste stable au cours du temps, la gravité n'étant plus suffisante pour le refermer. On observe dans ce cas l'éjection progressive des grains hors de la couche initiale et, aux temps longs, la formation d'un delta analogue aux embouchures de rivières.

Nous décrivons également la dynamique de croissance de la zone fluidifiée au cours du temps. Nous montrons l'existence de trois zones : (1) une zone centrale dans laquelle deux rouleaux de convection transportent les grains autour du chemin suivi par l'air lors de sa remontée dans le milieu ; (2) une zone compacte à l'extérieur de la zone fluidifiée ; (3) une zone dite de 'stick-slip' (SSZ) à l'interface entre la zone fluide et la zone compacte. La largeur de la SSZ diminue au cours du temps, jusqu'à disparaître lorsque le système atteint un état stationnaire. Ces différentes zones se retrouvent dans des processus géologiques, en particulier, lors de la formation de conduits géants de kimberlite [4].

Références

1. G. VARAS, V. VIDAL & J.-C. GÉMINARD, *Physical Review E*, **83**, 011302 (2011).
2. G. VARAS, V. VIDAL & J.-C. GÉMINARD, *Compte-rendus de la 14e Rencontre du Non-Linéaire*, Eds. C. Josserand, M. Lefranc & C. Letellier, Non-Linéaire Publications, p.175-180 (2011).
3. G. VARAS, V. VIDAL & J.-C. GÉMINARD, *Physical Review E*, **83**, 061302 (2011).
4. R.J. BROWN, M. FIELD, T. GERON, M. GILBERTSON & R.S.J. SPARKS, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **178**, 847-850 (2008).