

Effet du milieu poreux sur la désorganisation d'un écoulement de Taylor dans un canal millifluidique

Marion Serres^{1,2}, Régis Philippe² & Valérie Vidal^{1*}

¹ Laboratoire de Physique, UMR 5672, CNRS – Ecole Normale Supérieure de Lyon, Université de Lyon, 46 Allée d'Italie, 69007 Lyon, France

² Laboratoire de Génie des Procédés Catalytiques, UMR 5285 CNRS – CPE Lyon, Université de Lyon, 43 boulevard du 11 novembre 1918, 69100 Villeurbanne, France

*valerie.vidal@ens-lyon.fr

Les écoulements multiphasiques (en particulier, gaz-liquide) en milieu poreux présentent de nombreuses applications. En géosciences, le développement de nouvelles sources d'énergie (récupération assistée du pétrole, exploitation des hydrates de gaz [1]), ou la compréhension de phénomènes naturels comme la remontée de gaz dans les sédiments marins [2] nécessitent une compréhension fine des écoulements gaz-liquide (G-L) dans différents types de milieux poreux. Elle permettrait, par exemple, d'estimer la quantité de gaz libérée en fonction de la structure des sédiments ou bien la zone d'invasion du gaz entre la source et la surface [3,4]. D'autres domaines tels que l'industrie chimique sont confrontés à des écoulements similaires. C'est le cas, en particulier, des réactions catalytiques qui peuvent faire intervenir trois phases, gaz, liquide, solide (G-L-S) avec une phase solide libre (grains dont le mouvement est couplé avec l'écoulement G-L) ou contraint (milieu poreux rigide) [5]. Souvent, un réactif se trouve en phase gazeuse et doit diffuser dans la phase liquide pour réagir avec le catalyseur déposé sur la phase solide. L'optimisation des transferts et de la réaction elle-même passe, encore une fois, par une compréhension fine de l'hydrodynamique de l'écoulement G-L-S [6].

Le dispositif étudié ici est un canal dans lequel un écoulement de Taylor (alternance gaz/liquide) est envoyé à l'entrée d'un milieu poreux occupant toute la section du canal ($2 \times 2 \text{ mm}^2$) sur une longueur de 16 cm. L'écoulement de Taylor est généré à l'aide d'une jonction en T sur laquelle on envoie du liquide (éthanol) et du gaz (azote) à débits constants. Dans la gamme de débit explorée, on vérifie que l'écoulement est stable et stationnaire. On utilise deux milieux de porosité sensiblement différente : un lit de billes ($75 - 150 \mu\text{m}$ de diamètre, porosité 42%) ou une mousse métallique (porosité 96%). On suit au cours du temps, par fluorescence, la fraction volumique de liquide dans les différentes zones de l'écoulement (en amont et dans le milieu poreux). Ce signal temporel est caractérisé par son contenu fréquentiel (diagramme temps-fréquence) et par son asymétrie (skewness). Nous analysons l'effet du milieu poreux sur la désorganisation du signal périodique de Taylor en observant l'évolution de ces deux paramètres en fonction de la distance dans le milieu poreux et des différents débits de gaz et de liquide.

Références

1. C. BOURRY *et al.*, Free gas and gas hydrates from the Sea of Marmara, Turkey : Chemical and structural characterization, *Chemical Geology* **264**, 197–206 (2009).
2. K.R. NEWMAN *et al.*, Active methane venting observed at giant pockmarks along the U.S. mid-Atlantic shelf break, *Earth and Planetary Science Letters* **267**, 341–352 (2008).
3. A. GAY, M. LOPEZ, C. BERNDT, M. SÉRANNE, Geological controls on focused fluid flow associated with seafloor seeps in the Lower Congo Basin, *Marine Geology* **244**, 68–92 (2007).
4. A. MAZZINI *et al.*, Complex plumbing systems in the near subsurface : Geometries of authigenic carbonates from Dolgovskoy Mound (Black Sea) constrained by analogue experiments, *Marine and Petroleum Geology* **25**, 457–472 (2008).
5. V. HESSEL, P. ANGELI, A. GAVRIILIDIS, H. LOWE, Gas-liquid and gas-liquid-solid microstructured reactors : Contacting principles and applications, *Industrial & Engineering Chemistry Research* **44**, 9750–9769 (2005).
6. M.T. KREUTZER, F. KAPTEIJN, J.A. MOULIJN, J.J. HEISZWOLF, Multiphase monolith reactors : Chemical reaction engineering of segmented flow in microchannels, *Chemical Engineering Science* **60**, 5895–5916 (2005).