

PRIX DE THESE CODEGEPRA 2018
(thèses soutenues en 2017)

**Étude hydrodynamique d'un écoulement gaz-liquide
dans un milieu poreux confiné**

Marion SERRES

Laboratoire de Génie des Procédés Catalytiques
(LGPC – UMR 5285 CNRS, CPE Lyon, UCB Lyon 1)

Laboratoire de Physique
(LP – UMR 5672 CNRS, ENS de Lyon, UCB Lyon 1)

Directeurs de thèse : **Dr. Régis PHILIPPE**, CNRS - LGPC (regis.philippe@lgpc.cpe.fr)

Dr. HDR Valérie VIDAL, CNRS - LP (valerie.vidal@ens-lyon.fr)

Cadre

Ce travail réalisé sur deux laboratoires du site de Lyon a été financé par le **Labex iMUST de Lyon** et a fait l'objet de collaborations avec le **Karlsruhe Institute of Technology (KIT, Allemagne)** sur la modélisation d'écoulement tri-phasique par champs de phase.

Résumé / présentation du travail

Cette thèse se focalise sur les écoulements gaz-liquide dans un milieu poreux, problématique rencontrée dans des domaines variés allant de la physique fondamentale à la chimie appliquée. Nous avons caractérisé expérimentalement les régimes hydrodynamiques dans deux géométries différentes : un canal millifluidique (écoulement quasi-1D) et une cellule de Hele-Shaw (écoulement quasi-2D). L'originalité de ce travail est d'analyser l'effet du milieu poreux (lits de billes polydisperses ou mousses solides à cellules ouvertes), du confinement (1D/2D) et de la gravité en couplant des approches locales et globales développées dans les communautés de physique expérimentale et de génie chimique. D'une part, une analyse globale a permis de quantifier les pertes de charge [6] et, basée sur le transport d'un traceur fluorescent, les distributions de temps de séjour [3] et le transfert gaz-liquide dans l'expérience 1D ; d'autre part, une analyse locale de la fraction liquide et l'évolution spatio-temporelle de son contenu fréquentiel ont permis de mettre en évidence deux régimes hydrodynamiques dans le canal millifluidique [1,2,4] : un régime pseudo-Taylor, où les caractéristiques de l'écoulement périodique amont sont conservées, et un régime modulé, pour lequel l'écoulement se désorganise à l'entrée du milieu poreux. Un modèle phénoménologique basé sur la propagation des bulles dans le milieu est proposé, et rend compte de l'existence de ces deux régimes [2,4]. Enfin, ces deux analyses sont couplées pour étudier les écoulements dans la cellule de Hele-Shaw, et une analyse dimensionnelle de l'effet du confinement et de la gravité sur les écoulements gaz-liquide dans un milieu poreux est proposée.

Mots clés

Écoulement gaz-liquide, interfaces gaz-liquide, milieux granulaires, mousses solides, milieux poreux

Production scientifique

Articles internationaux à comité de lecture

- [1] **Marion Serres**, Régis Philippe & Valérie Vidal, Effet du milieu poreux sur la désorganisation d'un écoulement de Taylor dans un canal millifluidique. *Compte-rendus de la 19e Rencontre du Non-Linéaire*, Eds. E. Falcon, M. Lefranc, F. Pétrélis & C.-T. Pham, Non-Linéaire Publications, 109-114 (2016).
- [2] **Marion Serres**, Marie-Line Zanota, Régis Philippe & Valérie Vidal, On the stability of Taylor bubbles inside a confined highly porous medium. *Int. J. Multiphase Flow* 85, 157-163 (2016).
- [3] **Marion Serres**, Daniel Schweich, Valérie Vidal & Régis Philippe, Liquid residence time distribution of multiphase flow in packed bed milli-channel: spherical beads versus open cell solid foams. *Chem. Eng. Sci.* 190, 140-163 (2018).
- [4] **Marion Serres**, Timothée Maison, Régis Philippe & Valérie Vidal, A phenomenological model for bubble coalescence in confined highly porous media. *Int. J. Multiphase Flow* 105, 134-141 (2018).
- [5] B. Pascal, N. Pustelnik, P. Abry, **M. Serres** & V. Vidal, Joint estimation of local regularity for texture segmentation. Application to multiphase flow characterization, accepted at 2018 IEEE International Conference on Image Processing (2018).
- [6] **M. Serres**, R. Philippe & V. Vidal, *to be submitted to Geophys. Res. Lett.* (2017).

Colloques, congrès, conférences

- Rencontre du Non-Linéaire 2015 (Paris, France) – 17-19 Mars 2015. **M. Serres**, V. Vidal & R. Philippe, Approche pluridisciplinaire des écoulements multiphasiques en milieu poreux (poster).
- Journée des Doctorants du Laboratoire de Physique, ENS de Lyon (Lyon, France) – 1er Juin 2015. **M. Serres**, Ecoulements multiphasiques en milieu poreux - Etudes globales et locales de l'hydrodynamique à l'intérieur d'une mousse métallique (exposé oral).
- Conférence "Low permeability media and nanoporous materials from characterisation to modelling: can we do it better?", IFPEN / Rueil-Malmaison - 9-11 Juin 2015. **M. Serres**, F. Bornette, V. Vidal, R. Philippe, Confinement effect on gas-liquid flow through various porous media (poster).
- Ecole d'été "Flow transport in Porous and Fractured Media", Cargèse, Corse 20 juillet-1er août 2015. **M. Serres**, F. Bornette, V. Vidal, R. Philippe, Confinement effect on gas-liquid flow through various porous media (poster).
- 9th International Conference on Porous Metals and Metallic Foams, 31 août – 2 sept. 2015, Barcelona (Spain). **M. Serres**, F. Bornette, V. Vidal, R. Philippe, G-L Multiphase Flow Through an Open Cell Solid Foam Confined in a Milli-Channel (poster) – PRIX DU MEILLEUR POSTER.
- Rencontre du Non-Linéaire 2016 (Paris, France) – 15-17 Mars 2016. **M. Serres**, R. Philippe & V. Vidal, Effet du milieu poreux sur la désorganisation d'un écoulement de Taylor dans un canal millifluidique (poster).
- 9th International Conference on Multiphase Flow (ICMF 2016), 22-27 Mai 2016, Florence (Italie). **M. Serres**, R. Philippe & V. Vidal, Dynamics of gas-liquid segmented flow in porous media (exposé oral).
- Journée des Doctorants du Laboratoire de Physique, ENS de Lyon (Lyon, France) – 10 Juin 2016. **M. Serres**, R. Philippe & V. Vidal, Dynamics of gas-liquid segmented flow in porous media (exposé oral).
-

26th International Conference on Statistical Physics (STATPHYS26), 18-22 Juillet 2016, Lyon (France). **M. Serres**, T. Maison, R. Philippe & V. Vidal, Critical bubble length controls gas-liquid flow in a solid foam (poster).

Rencontre scientifique de l'IFPEN "Dynamics of Evolving Fluid Interfaces" (DEFI), 12-13 Octobre 2016, IFPEN, Solaize (France). **M. Serres**, V. Vidal & R. Philippe, Stability of Taylor bubbles inside a porous medium (exposé oral + poster).

13ème Journée d'Etude des Milieux Poreux (JEMP2016), 12-14 Octobre 2016, Côte Basque (France). **M. Serres**, R. Philippe & V. Vidal, Multi-scale analysis of gas-liquid flow in confined porous media (poster).

Journée thématique « Les mousses solides à cellules ouvertes », 20 Octobre 2016, CPE Lyon, Villeurbanne (France). **M. Serres**, R. Philippe & V. Vidal, Gas-liquid Taylor flow inside a porous medium in a millichannel (exposé oral).

Workshop à l'Institut Français du Pétrole et des Énergies Nouvelles (IFPEN, Solaize) – 6 Février 2017. **M. Serres**, Effet du confinement sur les écoulements multiphasiques en réacteurs lit fixe (exposé oral).

[14] 15ème Congrès de la Société Française de Génie des Procédés (SFGP2017), juillet 2017 Nancy (France). **M. Serres**, V. Vidal & R. Philippe, Étude hydrodynamique de l'écoulement gaz-liquide en réacteur à mousse solide : Effet du confinement et de l'orientation de l'écoulement (poster)

Séminaires

Séminaire du Laboratoire Génie des Procédés Catalytiques (LGPC), CPE Lyon – 12 novembre 2015. Hydrodynamique d'un écoulement gaz-liquide en milieu poreux - Etudes globale et locale à travers une mousse métallique et un micro-lit de billes.

Séminaire à l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP) – 17 Janvier 2017. Dynamics of multiphase flow in porous media.

Séminaire au Laboratoire de Physique de la Matière Condensée (LPMC, Nice) – 19 Janvier 2017. Influence of porous media on the hydrodynamics of gas-liquid flow.

Séminaire au Laboratoire Surface Verre Interface (SVI, Aubervilliers) – 16 Février 2017. Confinement effect on the hydrodynamics of gas-liquid flow in porous media-
