

Microfluidique avec des mousses : jeu entre la rhéologie et l'arrangement des bulles.

Philippe Marmottant & Jan-Paul Raven

Laboratoire de Spectrométrie Physique, UMR5588, CNRS-Université Grenoble I, B.P. 87, F-38402 St Martin d'Hères Cedex, France

philippe.marmottant@ujf-grenoble.fr

Nous présentons une étude expérimentale sur l'écoulement de micromousses confinées, créées par assemblage de microbulles. La méthode du pincement hydrodynamique produit la mousse, bulle à bulle, dans une puce microfluidique. La taille des bulles ainsi que le contenu en liquide est contrôlé par les flux entrants de gaz et de liquide. Parce que leur tailles sont identiques, les bulles s'arrangent en un cristal dans les canaux de la puce microfluidique.

Le débit de la mousse en microcanal dépend non-linéairement de la pression appliquée. De larges discontinuités ont lieu lorsque l'arrangement topologique des bulles change [1]. En effet, pour le même volume de bulle, plusieurs motifs sont possibles. Le motif le plus simple est celui avec une séquence de bulles, avec une seule bulle dans la largeur du canal (motif "bambou", appelé F1). Le deuxième est celui où deux rangs de bulles apparaissent dans la largeur (motif "alterné", appelé F2). Nous observons que la rhéologie est fortement dépendante de l'arrangement des bulles.

Les transitions entre les arrangements de bulles et les effets de rétroaction sont associées avec un comportement dynamique très riche [2]. Nous observons trois types de transitions : i) oscillations spontanées, avec une pulsation du débit et de la taille des bulles ii) coexistence pacifique de deux phases dans le canal, la transition se produisant à un endroit fixe de l'écoulement, le débit étant stable vis-à-vis des variations de pression iii) advection et coexistence des deux phases.

Grâce à une analyse vidéo, nous avons mis en évidence l'existence d'une onde de réarrangements qui transforme une structure en une autre (la mousse F1 étant moins favorable énergétiquement que la mousse F2). Selon la vitesse de la mousse, les transitions décrites précédemment peuvent être classifiées en trois types d'instabilités : i) absolu, quand l'onde de réarrangements est plus rapide que la mousse, ii) stationnaire quand l'onde a la même vitesse et iii) convecté quand l'onde va plus lentement.

La vitesse des réarrangement de bulles est crucial pour déterminer la stabilité de l'oscillateur.

Références

1. Raven, J.P., Marmottant, P., Graner, F., "Dry microfoams : formation and flow in a microchannel" *European Physical Journal B*, 51,137-143 (2006)
2. Raven, J.P., Marmottant, P. "Periodic microfluidic bubbling oscillator : Insight into the stability of two-phase microflows" *Physical Review Letters*, 97, 154501 (2006)