

1 Influence d'une mousse liquide sur le ballotement d'un fluide

Alban Sauret¹, François Boulogne², Jean Cappello^{2,3}, Emilie Dressaire⁴ & Howard A. Stone²

¹ Surface du Verre et Interfaces, UMR 125 CNRS/Saint-Gobain, 93303 Aubervilliers, France

² Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Princeton University, Princeton, NJ 08544, USA

³ Ecole Normale Supérieure de Cachan, 94235 Cachan, France

⁴ Department of Mechanical and Aerospace Engineering, New York University Polytechnic School of Engineering, Brooklyn, New York 11201, USA

alban.sauret@saint-gobain.com

Quand un conteneur partiellement rempli d'un fluide est soudainement mis en mouvement, la surface libre se met à osciller [1]. Un tel effet est observable dans la vie quotidienne lorsque l'on se déplace avec une tasse de café [2]. A plus grande échelle, lors du transport de pétrole ou de gaz liquéfiés dans les pétroliers ou les camions-citernes, l'oscillation du fluide peut déstabiliser le conteneur et endommager ses parois.

Néanmoins, des observations de la vie courante suggèrent que la présence de mousse peut être utilisée pour amortir le ballotement du fluide. En effet, chacun a pu se rendre compte qu'il est plus facile de transporter de la bière que du café sans générer de grandes oscillations de la surface libre du fluide [3]. Afin de mieux comprendre ce phénomène, nous avons étudié expérimentalement l'effet de l'ajout d'une mousse liquide au dessus d'un fluide dans une cellule mince.

Dans un premier temps, le ballotement d'un fluide Newtonien seul a été caractérisé dans le cas d'un forçage harmonique et d'un forçage impulsif en mesurant les fréquences de résonance des modes d'oscillation ainsi que les coefficients d'amortissement visqueux du système [4]. Nous avons ensuite généré une mousse liquide bidimensionnelle et monodisperse au-dessus du liquide newtonien afin de suivre le mouvement individuel de chaque bulle [5]. Ce système permet de quantifier l'influence de la mousse sur la dynamique de ballotement (fréquences de résonance, amortissement temporel de l'amplitude) mais également de relier ces mesures globales au champ de vitesses des bulles. Dans notre système, nous avons observé que quelques couches de bulles sont suffisantes pour amortir sensiblement les oscillations de la surface libre. Ces résultats expérimentaux ont été expliqués via un modèle phénoménologique traduisant la dissipation visqueuse induite par le mouvement des bulles sur les parois du conteneur [6]. Nous avons finalement étudié des mousses liquides tridimensionnelles confinées. Nous avons pu observer que les comportements de ces systèmes sont très similaires : seules les bulles à proximité des parois ont un impact significatif sur la dissipation d'énergie.

Du fait de la faible quantité de matière requise pour générer un volume conséquent de mousse liquide, la possibilité d'amortir les oscillations d'un fluide en utilisant cette méthode semble prometteuse dans de nombreuses applications industrielles telles que le transport de gaz liquéfiés dans des citernes ou dans des propulseurs de moteurs de fusée.

Références

1. R. A. IBRAHIM, *Liquid Sloshing Dynamics : Theory and Applications*, Cambridge University Press (2005).
2. H. C. MAYER, R. KRECHETNIKOV, Walking with coffee : Why does it spill ?, *Phys. Rev. E*, **85**(4), 046117 (2012).
3. J. CAPPELLO, A. SAURET, F. BOULOGNE, E. DRESSAIRE, H. A. STONE, Damping of liquid sloshing by foams : from everyday observations to liquid transport., *J. Vis.*, doi : 10.1007/s12650-014-0250-1 (2014).
4. A. BRONFORT, H. CAPS, Faraday instability at foam-water interface, *Phys. Rev. E*, **86**(6), 066313 (2012).
5. I. CANTAT, S. COHEN-ADDAD, F. ELIAS, F. GRANER, R. HÖHLER, O. PITOIS, F. ROUYER, A. SAINT-JALMES, *Les Mousses : Structure et Dynamique*, Belin (2010).
6. A. SAURET, F. BOULOGNE, J. CAPPELLO, E. DRESSAIRE, H. A. STONE, Damping of liquid sloshing by foams, *arXiv preprint 1411.6542* (2014).