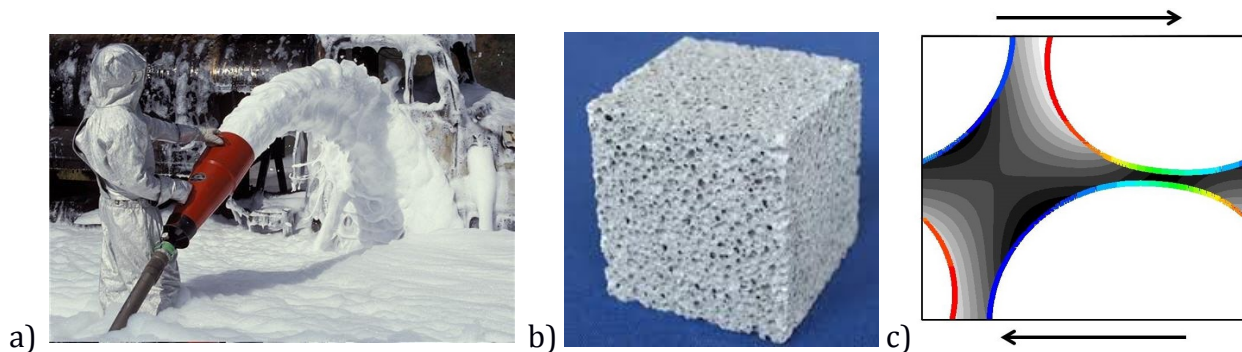


Stage de M2 (2017-2018)

Simulations level-set d'une mousse cisailée



a) Mousse anti-incendie. b) Mousse de béton (TU Dortmund). c) Simulation level-set du cisaillement d'un amas de bulles. Les niveaux de gris représentent la concentration en tensioactifs dans le liquide, tandis que les couleurs montrent la concentration interfaciale.

Les **mousses liquides** sont des assemblées de bulles de gaz dans une matrice liquide savonneuse. Ce sont des matériaux recherchés dans les applications pour leur légèreté (mousses anti-incendie, figure a), leur grande surface spécifique (dépollution) ou leur caractère isolant (précurseurs de matériaux de construction poreux, figure b). Les propriétés mécaniques macroscopiques de ces fluides (rhéologie et stabilité) dépendent de la nature des molécules tensioactives de savon utilisées pour fabriquer la mousse, mais ce lien micro/macro reste encore incompris. Nous proposons donc d'étudier **comment les écoulements à l'échelle des bulles dans une mousse sont affectés par la présence de tensioactifs**.

Dans les mousses liquides, l'écoulement est couplé au mouvement et à la déformation des bulles, qui affectent la distribution de tensioactifs, laquelle agit en retour sur l'écoulement en modifiant les conditions aux limites à l'interface liquide-gaz. Simuler cette dynamique nécessite de suivre le mouvement des interfaces et leur couplage avec la mécanique des fluides et le transport des tensioactifs. Nous avons donc récemment étendu un code numérique (level-set) de **dynamique des fluides diphasique pour prendre en compte l'effet de tensioactifs**, ce qui nous a permis d'obtenir des premiers résultats sur la dynamique d'amas de bulles cisillées¹. L'objectif du stage proposé est d'étendre ces simulations à des **systèmes plus représentatifs des mousses** rencontrées dans la vie quotidienne, qui sont 3D et contiennent beaucoup plus de gaz. Dans cette limite, on étudiera en particulier la compétition entre la dissipation visqueuse dans le liquide et la dissipation de surface liée au transport des tensioactifs. Le stage proposé s'inscrit dans le cadre d'une **collaboration interdisciplinaire** entre l'équipe « Liquides et interfaces » de l'Institut Lumière Matière et le Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique.

Une poursuite en thèse est possible sur ce sujet, prenant en compte de **nouveaux ingrédients physiques** qui restent partiellement à implémenter, comme la prise en compte de la viscosité de surface due à la présence des molécules de savon ou l'introduction d'un critère de rupture local pour étudier la stabilité des mousses cisillées.

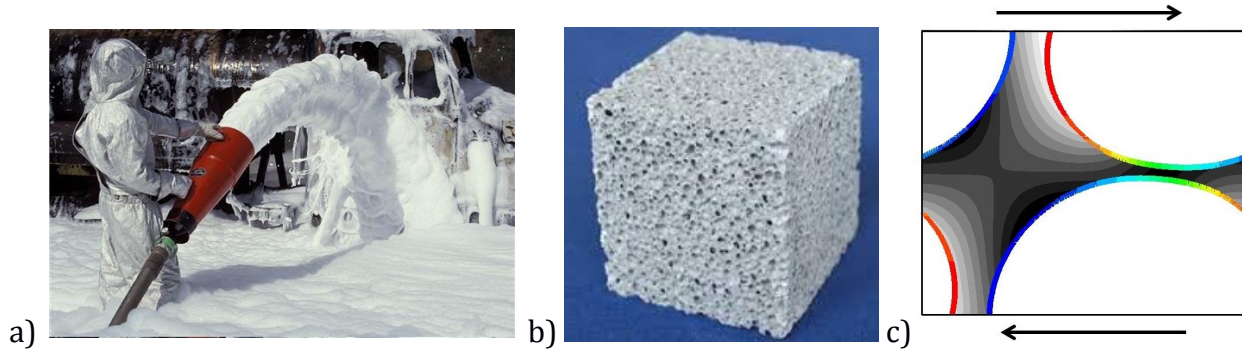
Contacts : Marie Le Merrer marie.le-merrer@univ-lyon1.fr
 Anne-Laure Biance anne-laure.biance@univ-lyon1.fr
 Peter Spelt peter.spelt@univ-lyon1.fr
 François Detcheverry francois.detcheverry@univ-lyon1.fr

¹

A. Titta, M. Le Merrer, F. Detcheverry, P.D.M. Spelt & A.-L. Biance : Level-set simulations of a 2D topological rearrangement in a bubble assembly: effects of surfactant properties. En révision pour *Journal of Fluid Mechanics*

M2 internship (2017-2018)

Level-set simulations of sheared foams



a) Firefighting foam. b) Concrete foam (TU Dortmund). c) Level-set simulation of sheared bubbles. Surfactant concentration is shown in the bulk with the greyscale, and at the interface with the colorscale.

Liquid foams are assemblies of gas bubbles in a soapy liquid matrix. They are in demand for a range of applications, that may benefit from their low weight (figure a), their large specific area (depollution) or their insulating power (as precursors for porous building materials, figure b). Macroscopic mechanical properties of foams, including both stability and rheology, are known to depend heavily on the type of surfactant molecules used to generate the foam. Yet the mechanism relating the microscopic and macroscopic levels so far remains unclear. This is why we propose to study **how flows at the bubble scale are influenced by the presence of surfactants.**

In liquid foams, the fluid flow is coupled to the motion and deformation of bubbles, thus affecting the distribution of surfactants, which in turn affect the fluid flow through the fluid-mechanical conditions at the gas/liquid interfaces. Numerical simulations of such flows therefore involve tracing dynamic interfaces, with coupling between fluid mechanics and surfactant transport. We have recently extended a numerical method (level-set) for **two-phase flow simulations to account for effects of surfactants**, and obtained first results on the influence of surfactant on the dynamics of sheared bubbles². The goal of the internship is to build on this approach to address systems that are **closer to foams encountered in daily life and applications**, which are usually 3D and with large gas content. One important point to investigate is the competition between viscous dissipation in the liquid and the surface dissipation originating from surfactant transport. The proposed internship is an opportunity to research in an **interdisciplinary area** and involves both the « Liquids and interfaces » team from Institut Lumière Matière and the Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique.

The internship may be extended as a **PhD thesis**. **New physical phenomena** will be considered and implemented in the code, such as an intrinsic surface viscosity induced by surfactant molecules, or a local criterion for film rupture, that will allow investigation of the stability of sheared foams.

Contacts: Marie Le Merrer marie.le-merrer@univ-lyon1.fr
 Anne-Laure Biance anne-laure.biance@univ-lyon1.fr
 Peter Spelt peter.spelt@univ-lyon1.fr
 François Detcheverry francois.detcheverry@univ-lyon1.fr