

Mécanique et physico-chimie des mousses aux interfaces



Présentation du sujet

Constituées d'une phase liquide et d'une phase gazeuse, les mousses sont des fluides complexes dont les propriétés structurales, rhéophysiques et physico-chimiques proviennent de la diversité d'échelles de longueur en jeu, allant de la molécule de tensioactif à l'assemblage de bulles. Les mousses liquides sont présentes dans notre quotidien, notamment pour des applications de détergence et cosmétiques. Si de nombreuses études ont tenté de modéliser les propriétés mécaniques des mousses en fonction de paramètres géométriques ou physico-chimiques ou de prédire leur stabilité dans le temps, l'interaction d'une mousse avec une surface n'a été que peu étudiée.

Ce travail de thèse aura pour objectif de répondre aux questions suivantes :

- Si l'on tire une plaque hors d'une mousse, comment contrôler l'entraînement d'une mousse ou d'un film liquide uniforme ?
- Comment utiliser une mousse comme vecteur pour modifier une surface solide en y ajoutant un dépôt ?
- Comment contrôler le nettoyage d'une couche d'huile ou d'un dépôt de particules par une mousse ?

L'entraînement d'un liquide simple, newtonien, par une surface retirée hors d'un bain liquide est bien décrit dans la littérature. En régime permanent, l'épaisseur entraînée est fixée par la longueur capillaire et par le nombre capillaire qui compare les effets visqueux aux effets de tension superficielle. L'extension aux fluides complexes est encore mal comprise. Dans le cas des mousses, une illustration concrète est de considérer la quantité de mousse entraînée par notre main dans un bain moussant. Des premiers résultats montrent que l'épaisseur entraînée dépend des propriétés rhéologiques de la mousse, c'est-à-dire de sa composition chimique et de sa structure, mais aussi des propriétés du substrat telles que sa vitesse, sa mouillabilité ou encore sa rugosité comme illustré dans la figure 1. C'est le premier point que nous chercherons à élucider durant cette thèse. Au-delà

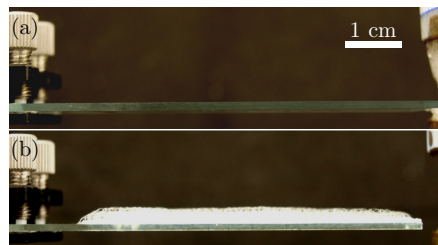


FIGURE 1 – Vue de côté de surfaces tirées hors d'un bain de mousse pour (a) une surface lisse et (b) une surface rugueuse.

de la simple question de l'épaisseur de mousse entraînée, la question du traitement de surface par une mousse sera motivée par la réduction d'usage de matières premières guidera notre recherche. Nous envisagerons des expériences modèles afin d'identifier les phénomènes fondamentaux clés du transport de liquides organiques ou de particules de la surface vers la mousse .

Cette première étude sur des surfaces solides plus ou moins complexes nous permettront d'aborder les autres points de la thèse qui concernent l'expérience réciproque d'utilisation de la mousse pour entraîner de la surface solide à la mousse des particules ou une phase huileuse. Concrètement, des surfaces modèles de rugosité et mouillabilité contrôlées seront contaminées de manière contrôlée à l'aide de particules micrométriques ou de gouttelettes d'huile. Le transport sera évalué par visualisation directe pendant et après le passage d'une mousse. Une étude statistique permettra de quantifier cette efficacité avec précision. Par ailleurs, des mousses chargées en agents actifs fluorescents seront générées en contrôlant la tailles des bulles, leur polydispersité et la fraction liquide. Des études par microscopie à épifluorescence et confocale permettront de visualiser et quantifier le transport et le dépôt de ces agents sur des surfaces modèles.

Qualités recherchées dans les candidatures

Le-la candidat-e aura un goût prononcé pour la physique fondamentale de la matière molle avec des qualités pour l'expérimentation et la modélisation des phénomènes observés.

Laboratoire de thèse

La thèse se déroulera au Laboratoire de Physique des Solides, à l'université Paris-Sud (Orsay) dans l'équipe Matière Molle aux Interfaces.

<http://equipes.lps.u-psud.fr/mmoi/>

Contacts

- Co-directeur de thèse : François Boulogne, francois.boulogne@u-psud.fr
- Directrice de thèse : Emmanuelle Rio (HDR), emmanuelle.rio@u-psud.fr

Références

- [1] I. Cantat, S. Cohen-Addad, F. Elias, F. Graner, R. Höhler, O. Pitois, F. Rouyer, A. Saint-Jalmes, R. Flatman, and S. Cox. *Foams : Structure and Dynamics*. OUP Oxford, 2013.
- [2] M. Le Merrer, R. Lespiat, R. Hohler, and S. Cohen-Addad. Linear and non-linear wall friction of wet foams. *Soft Matter*, 11 :368–381, 2014.
- [3] E. Rio and F. Boulogne. Withdrawing a solid of a bath : how much liquid is coated? *Advances in Colloid and Interface Science*, 2017. <http://arxiv.org/abs/1612.04602>.