

PROPOSITION DE STAGE – MASTER 2 DET

Dynamique des fluides, Énergétique et transferts

Université Toulouse 3 Paul Sabatier - Toulouse INP - INSA Toulouse - ISAE SUPAERO – IMT Mines Albi

Titre :

Responsable(s) : Dominique Legendre, PR INPT, IMFT, Dominique.legendre@imft.fr, Omer Atasi, Chargé de Recherche FNRS, ULB - omer.atasi@ulb.be

Lieu du stage : IMFT – Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, 2 Allée Camille Soula, 31400, Université libre de Bruxelles – Transferts Interfaces et Procédés (TIPs), 50 Avenue Franklin Roosevelt, 1050 Bruxelles

Durée / période : 5-6 mois à partir de fév-mars

Candidature [CV, lettre de motivation, références] à envoyer à : Dominique.legendre@imft.fr, omer.atasi@ulb.be

Sujet

Titre : Etude numérique de la rhéologie interfaciale de films de savon

Objectif du stage : Le stage proposé a pour objectif d'étudier la rupture d'un film de savon stabilisé par des tensioactifs

Programme de recherche :

Un film de savon est une fine pellicule d'eau maintenue par une monocouche de molécules de savon, les tensioactifs (voir Figure 1). La stabilité de ces films de savon est d'une importance primordiale dans la formulation des mousses liquides, qu'elles soient explicitement souhaitées comme mousses de rasage, ou qu'elles se forment sur la vaisselle et le linge.

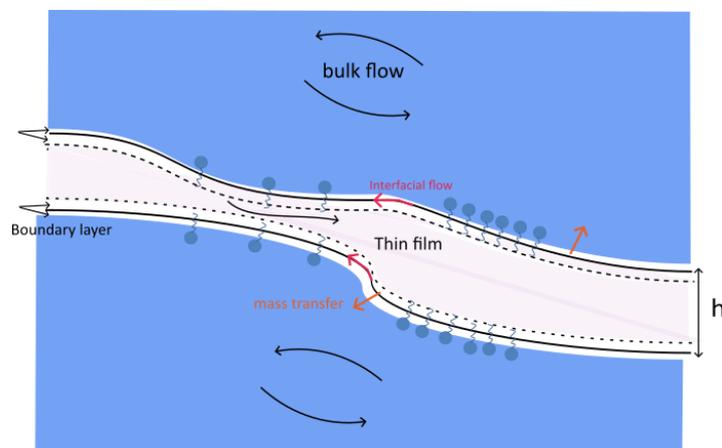


Figure 1. Schéma en deux dimensions d'un film d'air stabilisé par des molécules tensioactives.

La stabilité des mousses dépend majoritairement de la rhéologie des monocouches de surfactant (forces que les surfactants peuvent encaisser). De nombreuses méthodes de mesures de ces propriétés ont été développées cependant ces techniques sont très limitées en fréquence et sondent les écoulements interfaciaux engendrés par des surfactants seulement sur des temps longs de l'ordre de la seconde.

Dans ce mémoire, nous nous intéresserons à la rupture d'un film de savon dont la rétractation s'opère en quelques millisecondes afin de sonder la rhéologie interfaciale sur des temps très courts.

Cette étude s'appuiera sur des simulations numériques directes pour comprendre l'influence de la physico-chimie sur la réorganisation/rhéologie hors équilibre interfaciale d'un film de savon. Le module Level Set du code JADIM dans lequel le transport des tensioactifs est modélisé sera utilisé [1,2,3,4] (voir Figure 2 pour un exemple d'une simulation réalisée avec le code.)

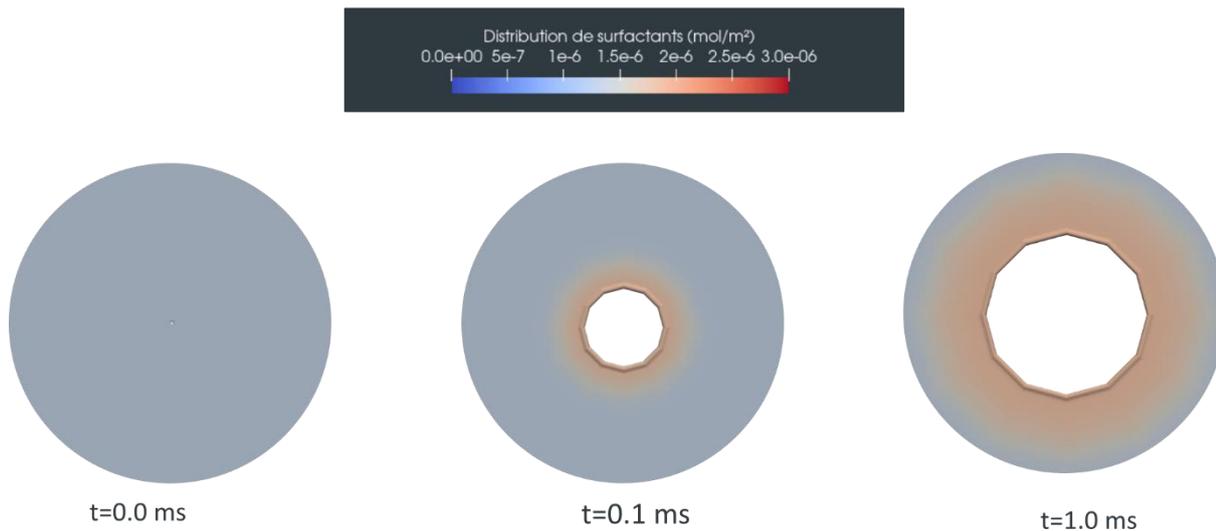


Figure 2. Rétraction d'un film de savon initialement percée. Les couleurs montrent la concentration en tensioactif sur la surface du film. La morphologie du film et la distribution des surfactants nous renseignent sur le cisaillement sur les parois du film induit par les surfactants.

Ce travail numérique sera confronté aux résultats expérimentaux obtenus en collaboration avec l'Institut Jean Le Rond d'Alembert (Paris) afin de potentiellement développer une nouvelle technique de mesure de la rhéologie interfaciale rapide.

Pour se faire, le stage sera réalisé avec le code de simulations diphasiques résolues JADIM développé et utilisé à l'IMFT.

Par une analyse croisée numérique et expérimentale (des expériences de rupture de film avec résolution du profil d'épaisseurs ont été réalisées à l'Institut Jean Le Rond d'Alembert), le/la stagiaire aura pour objectifs de :

- Caractériser la formation d'auréole lors de la rétraction du film
- Evaluer les paramètres prépondérants de ce phénomène

En fonction de l'avancement du stage, les résultats des simulations numériques pourront être confrontés aux expériences pour en sonder la rhéologie interfaciale rapide.

Le stage s'articulera de la manière suivante :

1. Prise en main du sujet et du code JADIM
 - a. Bibliographie sur la rupture de film de savon
 - b. Détermination des paramètres physique du système
 - c. Prise en main de JADIM
2. Simulations résolues axisymétrique de la rupture d'un film de savon
 - a. Mise en place du cas de simulation (maillage, mise en données, et post traitement adaptés)
 - b. Analyse des résultats et comparaisons aux résultats expérimentaux
 - c. Description croisée numérique/expérimentale du phénomène et lien aux approches dimensionnelles

Référence bibliographiques

- [1] Atasi, O., Haut, B., Pedrono, A., Scheid, B., Legendre, D., 2018. Influence of soluble surfactants and deformation on the dynamics of centered bubbles in cylindrical microchannels. *Langmuir* 34 (34), 10048-10062
- [2] Rage, G., Atasi, O., Wilhelmus, M.M., Hernández-Sánchez, J.F., Haut, B., Scheid, B., Legendre, D., Zenit, R., 2020. Bubbles determine the amount of alcohol in Mezcal. *Sci Rep* 10, 11014.
- [3] Atasi, O., Legendre, D., Haut, B., Zenit, R., & Scheid, B. (2020). Lifetime of surface bubbles in surfactant solutions. *Langmuir*, 36(27), 7749-7764.
- [4] Atasi, O., Ravisankar, M., Legendre, D., & Zenit, R. (2023). Presence of surfactants controls the stability of bubble chains in carbonated drinks. *Physical Review Fluids*, 8(5), 053601.