

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 : Étude expérimentale de la déformation de gouttes visqueuses à interface complexe

Responsables : Olivier Masbernat, Directeur de Recherche, LGC
Frédéric Risso, Directeur de Recherche, IMFT

Lieu du stage : Laboratoire de Génie Chimique, Campus INP-ENSIACET, 4 Allée Émile Monso, 31432, Toulouse
et Institut de Mécanique des fluides, 2 Allée du Prof. Camille Soula, 31400 Toulouse.

Durée / période : 5 à 6 mois à partir de février 2024

Candidature à envoyer à : olivier.masbernat@ensiacet.fr, frisso@imft.fr

Contexte et objectifs :

La fragmentation de gouttes d'huile au sein d'une phase aqueuse dans le but de former une émulsion constitue un enjeu majeur pour de nombreux procédés industriels [1]. Ce processus est assez mal compris dans les situations où les gouttelettes sont très visqueuses et les interfaces entre l'huile et l'eau sont couvertes de molécules tensioactives qui leur confèrent des propriétés mécaniques complexes. Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet FRAGOVISIC : Fragmentation of high viscosity droplets with complex interfaces: models for emulsification), financé par l'Agence Nationale de la Recherche. Ce projet vise à mieux comprendre, à l'aide de simulations numériques et d'expérimentations, les mécanismes mis en jeu et à proposer des moyens nouveaux de produire des émulsions aux propriétés maîtrisées.

Démarche :

Le travail proposé est de nature expérimentale. Il s'agit de mettre au point un dispositif pilote dans lequel un filet d'huile est injecté au sein d'un petit tube en verre, de diamètre 500 μm , rempli d'eau (voir figure). Les débits des deux phases sont assurés à l'aide de pousse-seringues et la visualisation est conduite à l'aide d'une caméra numérique montée sur l'optique d'un microscope.

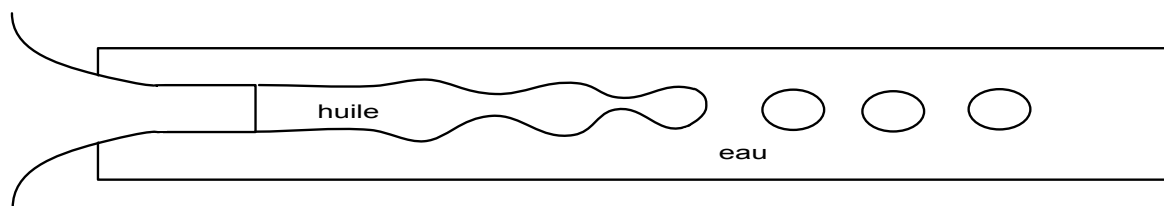


Schéma du dispositif

Le filament d'huile initial n'est pas stable et conduit, par l'instabilité de Rayleigh-Plateau, à la formation d'un train de gouttes. Ce mécanisme de fragmentation est causé par la tension interfaciale. La longueur du filament avant rupture, la taille des gouttes et la forme des interfaces dépendent de nombreux paramètres : viscosités des fluides, rapport entre le diamètre du tube d'injection de l'huile et celui du tube principal, débit de chaque fluide et rhéologie de l'interface entre les phases. Tous ces paramètres sont connus *a priori* sauf la rhéologie de l'interface. Selon la nature et la quantité des tensioactifs utilisés, l'interface peut acquérir, en plus d'une tension de surface, des propriétés viscoélastiques complexes [2]. Le but de ces expériences est double. D'une part, on souhaite obtenir

des mesures précises de la forme et de la vitesse d'un train de gouttelettes en écoulement qui, par comparaison à des simulations numériques, permettront de déterminer les élasticités et les viscosités interfaciales. D'autre part, on veut caractériser la transition entre le processus d'élongation d'un filament d'huile, régi par les forces visqueuses, et celui de sa fragmentation en gouttelettes, régi par les tensions de surface. Ces résultats seront analysés à l'aide de la théorie de Rayleigh-Plateau et aussi comparés à des simulations numériques.

Ce stage constitue une première étape à la partie expérimentale du projet FRAGOVISIC, qui sera poursuivi ensuite dans le cadre d'une thèse de doctorat, dont le financement est déjà assuré pour un démarrage en octobre 2024.

Références :

[1] Masbernat, O., Risso, F., Lalanne, B., Bugeat, S. & Berton, M. Prediction of size distribution in dairy cream homogenization. *J. Food Eng.* 324, 110973 (2022).

[2] Abi Chebel, N. et al. Interfacial Dynamics and Rheology of a Crude-Oil Droplet Oscillating in Water at a High Frequency. *Langmuir* 35, 9441–9455 (2019).

Compétence nécessaire : Dynamique des fluides, goût pour l'expérimentation.

Formation : Mécanique des fluides, Génie des procédés

Gratification : ~600€ / mois