

- SUJET DE STAGE DE M2 ET/OU DE THÈSE -

Écoulements forcés de fluides complexes.

Directeur de thèse : Éric Freyssingeas (MdC - HDR, ENS de Lyon)

Contact : eric.freyssingeas@ens-lyon.fr ; 04 72 72 81 93

Les fluides complexes sont des dispersions, dans un liquide « simple » (eau, huile), d'objets de tailles nano/micro-métriques, comme des polymères, des particules solides, des agrégats moléculaires, des gouttes liquides ou gazeuses. Les exemples de fluides complexes dans la vie de tous les jours sont nombreux (Figure 1), en particulier dans le domaine des cosmétiques ou de l'agroalimentaire, mais aussi les encres, les peintures, etc... Les interactions entre les objets dispersés confèrent à ces fluides des propriétés de mouillage, ainsi que des propriétés rhéologiques, qui sont très différentes de celles des liquides « simples » dans lesquels ces objets sont dispersés. Depuis plus de trente ans, de très nombreuses études de recherche fondamentale ont été menées, aussi bien sur le mouillage que sur les propriétés rhéologiques de ces fluides. Mais, la connaissance de la rhéologie de ces systèmes, comme de leurs interactions avec les surfaces, ne permet pas forcément de comprendre leur comportement « mécanique » et/ou leur écoulement dans des géométries qui ne sont pas celles utilisées en rhéologie.

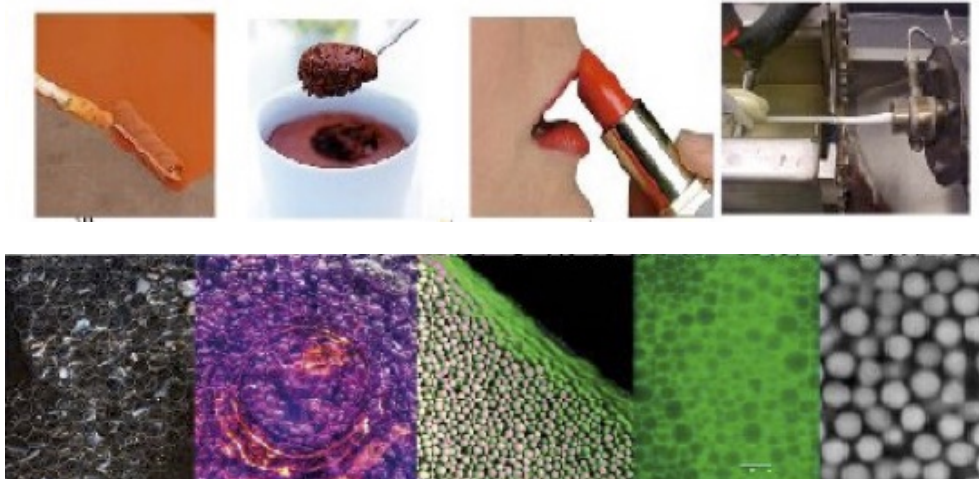


Figure 1. Quelques exemples de fluides complexes et de leurs applications

Le projet proposé porte sur l'étude expérimentale d'écoulements forcés de fluides complexes, afin de comprendre comment les propriétés rhéologiques de tels fluides, ainsi que leur interaction avec les surfaces, qui dépendent tous les deux des propriétés micro et mésoscopiques caractéristiques de ces systèmes liées à leur composition (donc à la physico-chimie), influencent leur comportement « mécanique », leur étalement, leur « fracture » et aussi leur écoulement dans des géométries particulières. Cette étude sera menée à bien grâce à la combinaison de différentes expériences. Des mesures classiques de matière molle : rhéologie, mouillage et diffusion de la lumière aux très petits angles qui nous permettront de caractériser complètement la structure et la rhéologie des fluides étudiés, et des mesures utilisant deux

dispositifs expérimentaux originaux que nous avons montés, qui nous permettront d'étudier, pour ces fluides, la vidange d'un réservoir à travers un orifice ainsi que des écoulements induits par l'écrasement et/ou la dilatation d'un échantillon. La première expérience est un silo, dont la surface du fond est percée par un trou et qui peut être changée afin de modifier les conditions de mouillage et où l'on peut augmenter la contrainte appliquée sur le fluide (Figure 2). La seconde, un appareil permettant d'écraser et d'étirer ces fluides entre deux plaques de parallèles, à vitesse contrôlée, tout en mesurant, simultanément, la force entre les plaques et leur déplacement relatif (Figure 3). Cet ensemble de techniques devant nous permettre de faire le lien entre les échelles micro-, méso- et les propriétés macroscopiques du fluide. Les fluides étudiés dans ce projet seront des fluides viscoélastiques et des fluides à seuil (gels, des émulsions concentrées, mousses, suspensions granulaires).

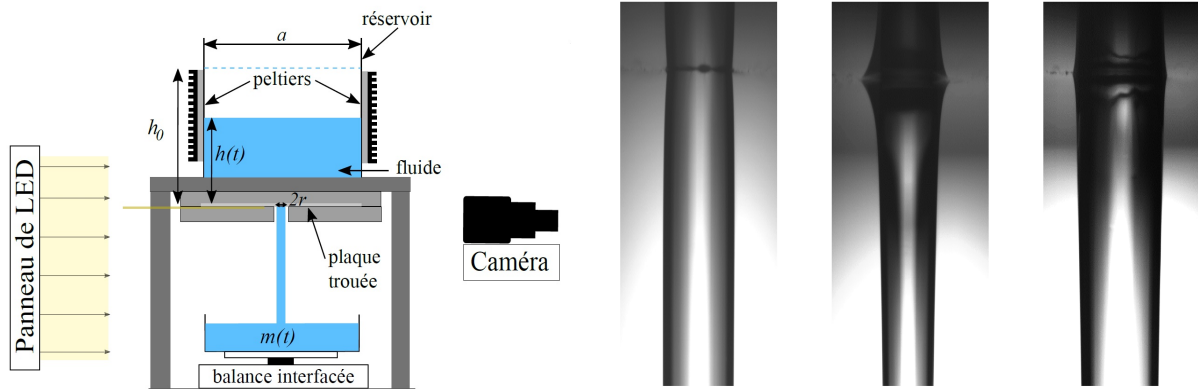


Figure 2. Gauche : schéma du dispositif expérimental du silo. Droite : écoulement en sortie du trou (diamètre 3,5 mm) pour une solution de polymères (fluide viscoélastique) ; pour les 3 écoulements, les matériaux utilisés pour la plaque de fond sont différents.

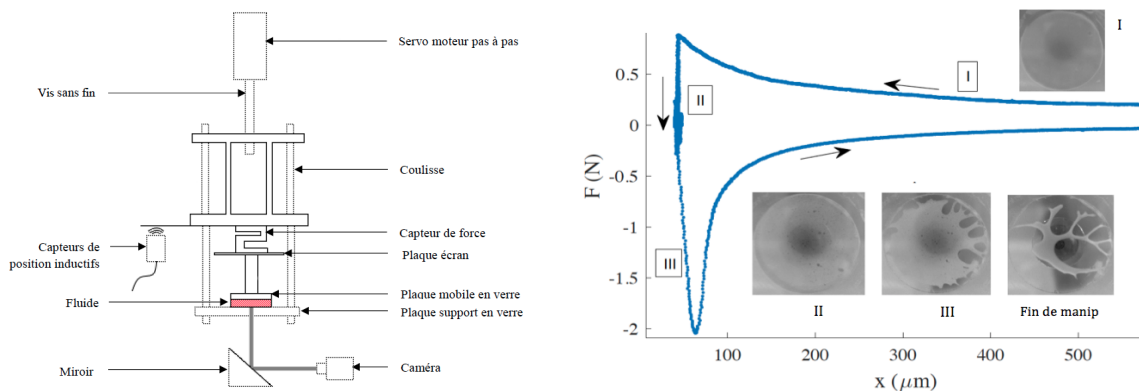


Figure 3. Gauche : schéma du dispositif expérimental de la machine « écrasement/étirement ». Droite : Force mesurée en fonction de la distance entre les plaques pour une expérience « écrasement/étirement » réalisée sur une mousse ; I : « écrasement » de la mousse, II : relaxation de la mousse après « écrasement » ; III : « étirement ». Les photos montrent l'aspect de la mousse confinée entre les plaques aux différents moments de l'expérience.

Ce projet bénéficiera aussi d'interactions fortes avec d'autres chercheurs du Laboratoire de Physique (en particulier S. Joubaud et S. Santucci). L'ensemble du travail à réaliser impliquera, non seulement, des efforts expérimentaux, mais aussi le développement d'outils pour l'analyse des données et, un effort théorique pour comprendre le lien entre les échelles micro-, méso- et macroscopiques.