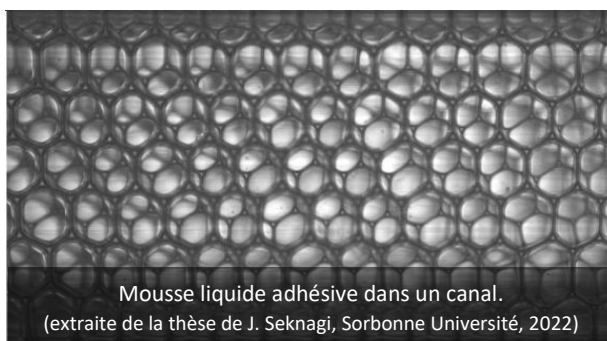


Écoulements de mousses liquides adhésives

Les mousses liquides jouent un rôle central dans la transition écologique et énergétique. Grâce à leurs excellentes propriétés d'isolation thermique, elles optimisent l'efficacité énergétique des bâtiments et des infrastructures. Elles présentent de nombreuses applications, telles que le nettoyage et la décontamination des surfaces et des espaces confinés, la capture et le contrôle des poussières sur les chantiers de construction ou les sites industriels, le traitement des eaux usées, ou encore la séparation par flottation des matériaux finement divisés. Par ailleurs, de nouveaux procédés émergent, exploitant les propriétés des mousses pour extraire les métaux précieux issus du recyclage des appareils électroniques (urban mining), contribuant ainsi à une gestion plus durable des ressources et des déchets urbains. D'autres applications potentielles incluent l'amélioration et la réhabilitation des sols, ainsi que le stockage du CO₂ en sous-sol. Les mousses liquides sont des matériaux multifonctionnels qualifiés de « complexes », car elles sont composées d'un ensemble de bulles de tailles et de concentrations variables dans un liquide. Pour exploiter pleinement leurs avantages, il est essentiel de maîtriser leurs techniques de production, de contrôler leur évolution au fil du temps (vieillessement), et de prédire leurs propriétés physiques, aussi bien à l'état liquide qu'à l'état solide (durci). Malgré les progrès significatifs de la recherche au cours des vingt dernières années, de nombreux aspects restent encore à approfondir.

Nous proposons d'explorer un nouveau type de mousse liquide, dont les bulles adhèrent les unes aux autres lorsqu'elles entrent en contact, et ce, jusqu'à ce qu'une force suffisante soit appliquée pour les séparer. Ces mousses à bulles adhésives (par opposition aux mousses liquides classiques, dites répulsives) n'ont pas encore été étudiées, ouvrant ainsi un champ de recherche entièrement nouveau, avec la perspective de découvrir des propriétés inédites et d'envisager de nouvelles applications potentielles. Nous nous intéresserons particulièrement à leurs propriétés d'écoulement. En effet, les forces d'adhésion sont susceptibles de modifier de manière significative la réorganisation des bulles sous l'effet d'un écoulement de cisaillement imposé. L'objectif sera de déterminer le temps de formation d'un contact adhésif par rapport au temps de contact imposé par l'écoulement. Cette étude dans laquelle les paramètres de 'collision' seront finement contrôlés sera réalisée à la fois à l'échelle de deux bulles par vidéomicroscopie, et à l'échelle de la mousse en écoulement à l'aide d'un rhéomètre.



Techniques/méthodes : Microfluidique, vidéomicroscopie, analyse des images (modèles IA), rhéométrie.

Profil du candidat : Formation en physique, ou en science des matériaux (physique/chimie) ou en mécanique. Une appétence pour le travail expérimental est attendue.

Directeurs de stage : sylvie.cohen-addad@insp.upmc.fr (<https://w3.insp.upmc.fr/recherche-2/equipes-de-recherche/physico-chimie-et-dynamique-des-surfaces/mousses-bulles-et-films-de-savon/>),
olivier.pitois@univ-eiffel.fr (<https://navier-lab.fr/la-recherche/rheophysique-et-milieux-poreux/>)

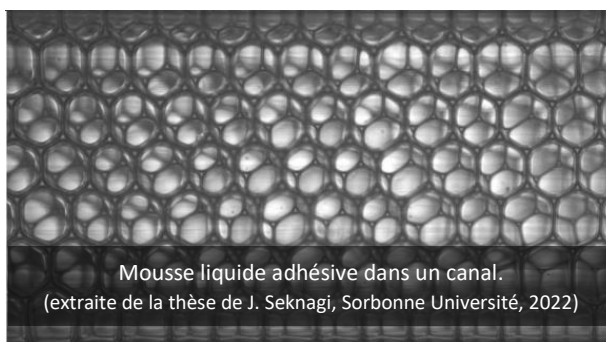
Lieu du stage : Institut des NanoSciences de Paris (Sorbonne Université, Paris) et/ou Laboratoire Navier (Champs-sur-Marne).

Possibilité de poursuite en thèse : Oui, Financement acquis.

Flow of adhesive liquid foams

Liquid foams play a crucial role in the ecological and energy transition. With their excellent thermal insulation properties, they enhance the energy efficiency of buildings and infrastructure. They have various applications, such as cleaning and decontaminating surfaces and confined spaces, capturing and controlling dust on construction sites or industrial areas, wastewater remediation, and separating finely divided materials through flotation. Furthermore, new processes are emerging that utilize the properties of foams for extracting precious metals from recycled electronic devices (urban mining), promoting a more sustainable management of resources and urban waste. Other potential applications include soil improvement and rehabilitation, as well as underground CO₂ storage. Liquid foams are multifunctional materials referred to as "complex" because they consist of an assembly of bubbles in varying concentrations within a liquid. To fully exploit their advantages, it is crucial to master their production methods, control their aging process over time, and predict their physical properties, both in their liquid and solid (hardened) states. Despite significant research advances over the past twenty years, many aspects still need to be mastered.

We are exploring a completely new type of liquid foam, in which the bubbles adhere to each other when they come into contact, remaining attached until a sufficient force is applied to separate them. These adhesive bubble foams (as opposed to classical repulsive liquid foams) have not yet been studied, thus opening up an entirely new field of research with the potential to discover novel properties and develop new applications. We will focus specifically on their flow properties. Indeed, the adhesive forces are likely to significantly alter the way bubbles reorganize under the effect of an imposed shear flow. The objective will be to determine the adhesive contact formation time in comparison to the contact time imposed by the flow. This study with carefully controlled 'collision' parameters will be conducted both at the scale of two bubbles using videomicroscopy, and at the scale of the flowing foam, using a rheometer.



Techniques/methods in use: Microfluidic, videomicroscopy, image analysis (AI machine learning models), rheometry.

Applicant skills: Background in condensed matter physics, or material science (physics/chemistry) or fluid mechanics. A taste in experimental work is expected.

Internship supervisor(s): sylvie.cohen-addad@insp.upmc.fr , olivier.pitois@univ-eiffel.fr

Internship location: Institut des NanoSciences de Paris (Sorbonne Université, Paris, <https://w3.insp.upmc.fr/recherche-2/equipes-de-recherche/physico-chimie-et-dynamique-des-surfaces/mousses-bulles-et-films-de-savon/>) et/ou Laboratoire Navier (Champs-sur-Marne, <https://navier-lab.fr/la-recherche/rheophysique-et-milieus-poreux/>).

Possibility for a Doctoral thesis: Yes, Funding secured.