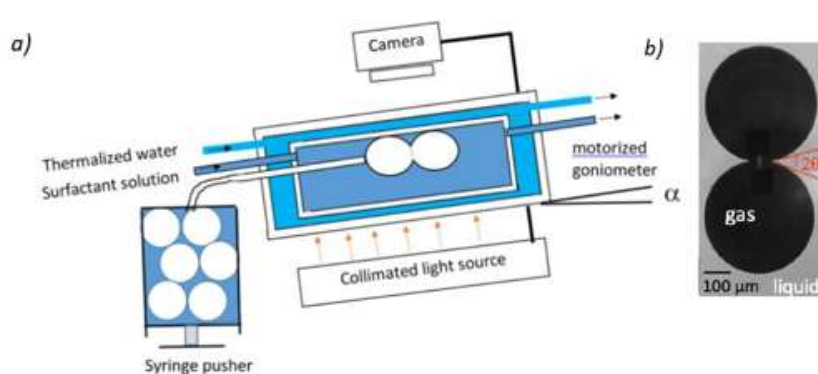


Titre: Interactions adhésives entre des bulles, dues à des corrélations ioniques dans des films liquides minces

Mots clé: Matière molle, adhésion interfaciale, microfluidique

Description scientifique:

Des dispersions de gouttes ou de bulles dans un fluide interviennent dans de nombreuses applications, telles que des procédés agroalimentaires ou le traitement d'eaux polluées par des PFAS (substances chimiques qui ne se décomposent pas dans la nature)^{1,3}. Lorsque deux bulles immergées se touchent, leur interaction est répulsive, comme s'il s'agissait d'objets élastiques. Selon la composition de la solution autour des bulles, elles peuvent aussi s'attirer et « se coller » l'une à l'autre. Il a été proposé que des corrélations ioniques à l'échelle nanométrique dans les films liquides nanométriques qui séparent les bulles puissent induire une telle adhésion⁴. Des bulles immergées peuvent donc se comporter comme des objets élastiques et adhésifs, mais les lois qui relient leur force d'interaction au déplacement sont qualitativement différentes de celles valables pour des sphères solides adhésives (loi d'Hertz, modèle JKR). En effet, l'énergie potentielle d'une bulle déformée est « stockée » dans ses interfaces, alors que dans une sphère solide, elle est stockée dans le volume du matériau. La loi d'interaction entre bulles adhésives n'est pas encore bien connue ou comprise théoriquement. Le but du stage est d'obtenir des données expérimentales qui aideront à répondre à cette question scientifique ouverte.



a) Vue en coupe de deux bulles immergées dans une solution de tensioactifs, confinées sous une plaque transparente inclinée d'un angle α . La cellule est contenue dans un bain thermostaté.
b) Deux bulles prises en photo dans un dispositif similaire, pour $\alpha=0$. Leur contact est adhésif, l'attraction les « écrase » l'une contre l'autre.

Pour démarrer une expérience, des bulles monodisperses d'un diamètre de l'ordre de $100\mu\text{m}$ seront produites par un dispositif microfluidique. Elles seront injectées dans une cellule remplie d'une solution de surfactants ioniques et couverte d'une plaque transparente (voir figure a). Une inclinaison précise de la cellule à l'aide d'un goniomètre permet de choisir la part des forces d'Archimède qui mettent le contact entre deux bulles sous tension. La déformation et le déplacement des bulles qui est induite sera observée à l'aide d'un microscope, en fonction de la température, des propriétés physico-chimiques de la solution et en fonction de l'angle d'inclinaison de la cellule. Les résultats seront comparés aux prédictions d'une théorie que nous avons récemment développée² et qui sera complétée pour tenir compte de l'adhésion.

- 1 *Foams, Structure and Dynamics*, I. Cantat, S.Cohen-Addad, F.Elias, F.Graner, R.Höhler, O.Pitois, F.Rouyer, A. Saint Jalmes, Oxford University Press (2010).
2. R.Höhler, D.Weaire, *Can liquid foams and emulsions be modelled as packings of soft elastic particles?* *Advances in Colloid and Interface Science* 263, 19-37 (2019).
3. Morrison et al *Ind. Eng. Chem. Res.* 62, 5635–5645 (2023).
4. R. Netz *Eur. Phys. J. E* 5, 557{574 (2001).

Techniques/méthodes expérimentales: Microfluidique, microscopie optique, mesures de l'angle de contact et de la tension de surface.

Compétences requises: Physique expérimentale

Partenariat industriel: Non

Encadrant : Reinhard Höhler, hohler@insp.upmc.fr, 01 44 27 46 94

Lieu du stage: Institut des NanoSciences de Paris, Campus Pierre et Marie Curie

Possibilité d'une poursuite en thèse: Oui (financée par l'ANR, projet MOUSTICK)