

Stage M2

Migration viscoélastique et tri microfluidique de chaînes colloïdales magnétiques

Encadrants: Lydiane Bécu lydiane.becu@univ-lorraine.fr
David Gonzalez-Rodriguez david.gr@univ-lorraine.fr

Laboratoire : LCP-A2MC, Université de Lorraine, Metz

Comment trier, à l'échelle d'un cheveu, des briques élémentaires capables de construire de nouveaux matériaux ?

Les colloïdes magnétiques offrent un terrain d'étude pour la physique de l'auto-organisation et des matériaux dirigés [1,2,3]. Dans nos travaux en cours [4], des chaînes permanentes de billes superparamagnétiques ($d \approx 4,5 \mu\text{m}$) sont produites, avec une distribution de longueurs ($n = 1, 2, 3, 4\dots$). Pouvoir disposer d'ensembles monodisperses en longueur est un prérequis pour interroger leurs propriétés mécaniques et dynamiques. L'objectif de ce stage de M2 est de concevoir et tester un dispositif microfluidique viscoélastique permettant de séparer et collecter des chaînes colloïdales magnétiques de longueurs différentes.

Ce stage expérimental s'appuie sur une question de physique des fluides non newtoniens : comment les différences de contraintes normales générées par l'étirement de polymères en écoulement (fluide viscoélastique dilué) induisent-elles une force de migration transverse et une focalisation latérale dépendante de la taille et de la forme ? Le rôle du nombre de Weissenberg (Wi) et la compétition éventuelle avec l'inertie définissent des régimes d'équilibre où des objets de même matériau mais de longueurs différentes adoptent des positions stables distinctes, sans aucun champ externe ni réseaux d'obstacles. En nous appuyant sur les dispositifs de microfabrication déjà disponibles au laboratoire, nous appliquerons des techniques de microfluidique viscoélastique [5], qui ont déjà été mises en œuvre pour trier des chaînes bactériennes selon leur longueur [6].

Tâches principales :

- Revue bibliographique ciblée (migrations viscoélastiques, critères de séparation par longueur).
- Conception et réalisation de géométries simples ; mise à l'épreuve expérimentale.
- Analyse des distributions latérales et validation de critères de séparation.

Le stage se déroule en parallèle d'une thèse consacrée à l'étude de systèmes colloïdaux magnétiques. Le/la stagiaire travaillera en interaction avec la doctorante, dans une démarche où la mise au point expérimentale sert aussi à interroger des concepts fondamentaux de physique hors équilibre.

[1] L. Spiteri, R. Messina, D. Gonzalez-Rodriguez, L. Bécu. *Phys. Rev. E* 98, 02061(R) (2018).

[2] R. Messina, S. Al Jawhari, L. Bécu, J. Schockmel, G. Lumay, N. Vandewalle. *Sci. Rep.* 5, 10348 (2015).

[3] M. Elismaili, L. Bécu, H. Xu, D. Gonzalez-Rodriguez. *Soft Matter* 17, 3234 (2021).

[4] A.H. Hamid, D. Gonzalez-Rodriguez, H. Xu, L. Bécu. *J. Chem. Phys.* 161, 164905 (2024).

[5] J. Zhou, I. Paputsky. *Microsyst. Nanoeng.* 6, 113 (2020).

[6] P. Liu, H. Liu, L. Semec, D. Yuan, S. Yan, S.K. Cain, M. Li. *Microsyst. Nanoeng.* 8, 7 (2022).