

Offre de thèse au LIPhy (UMR 5588)

Caractérisation par AFM de particules de gel - Application aux cellules vivantes

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet ANR CellDance qui explore une nouvelle approche combinant nanophotonique et microfluidique pour mesurer la réponse mécanique de cellules individuelles pour le diagnostic. En effet, la déformabilité de cellules individuelles est un indicateur de certaines maladies comme le paludisme. Dans ce projet de thèse, nous proposons une première étude portant sur la mesure mécanique de billes de gels dont les propriétés mécaniques imitent celles des globules rouges.

Nous utiliserons des gels pour modéliser le globule rouge (RBC). Plusieurs méthodes sont disponibles [1,2]. Dans un premier temps, il est important de caractériser leurs propriétés mécaniques par AFM. Des mesures en élasticité et viscoélasticité seront proposées [3], pour accéder au module d'Young (E) ou aux modules dynamiques G' et G'' (Fig. 1a), en fonction de la fréquence. Différentes géométries et pointes AFM seront envisagées. Des comparaisons avec des globules rouges seront effectuées afin de trouver le meilleur système. On pourra par exemple tester différentes concentrations des constituants du gel. Une fois le modèle précisé, on envisagera une modélisation rhéologique.

Cette étude se poursuivra en collaboration avec nos partenaires lyonnais (INL) dans le but de piéger des objets optiquement sur des métasurfaces. On envisagera quelques expériences sur des billes de gel (Fig. 1b) et des globules rouges qui se déforment lorsqu'ils sont piégés au voisinage de la surface. La cavité de résonance créée permet de déterminer la réflectivité (Fig. 1c) et de mesurer ainsi la déformation de l'objet (gel ou globule rouge), donc d'avoir accès à sa rhéologie. Nous comparerons ensuite ces deux méthodes.

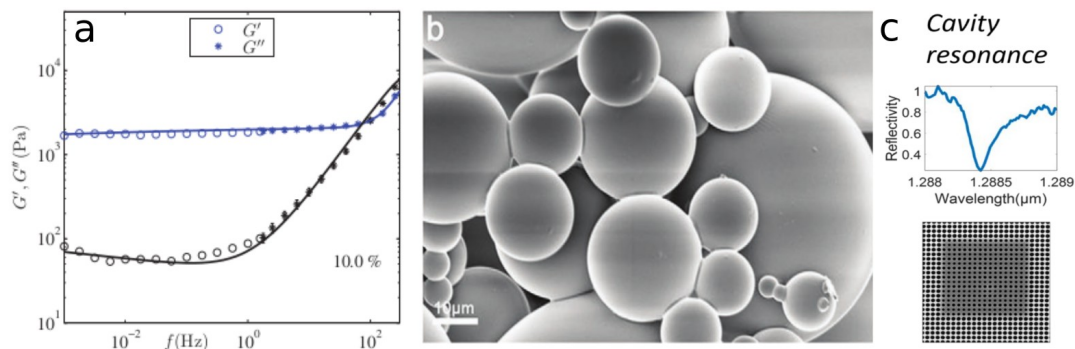


Figure 1. (a) Courbes rhéologiques d'un gel. (b) image microscopique des billes de gel [2]. (c) Piégeage d'un objet déformable sur une métasurface

Candidats : Nous recherchons un candidat ayant des intérêts pour l'expérimentation, qui interagira avec les deux équipes. Profil mécanicien/physicien. Grande motivation

Contact : Claude VERDIER (04 76 63 59 80) clau.de.verdier@univ-grenoble-alpes.fr

Collaboration : INL Lyon (Taha BENYATTOU, Magalie FAIVRE). La thèse se déroulera en partie à Grenoble (2 ans) et à Lyon (1 an).

Cadre : projet ANR « CellDance »

Références :

- [1] S.H. Sadek, M. Rubio, R. Lima, E.J. Vega, Blood Particulate Analogue Fluids: A Review. *Materials*, 14, 2451 (2021).
- [2] Y. Sun, H. Tai, Z. Yuan, Z. Duan, Q. Huang, Y. Jiang, A Facile Strategy for Low Young's Modulus PDMS Microbeads Enhanced Flexible Capacitive Pressure Sensors, *Part. Part. Syst. Char.*, 38, 2100019 (2021).
- [3] Y. Abidine, V.M. Laurent, R. Michel, A. Duperray, L.I. Palade, C. Verdier, Physical properties of polyacrylamide gels probed by AFM and rheology, *Europhys. Letters*, 109, 38003 (2015).

PhD position at LIPhy (UMR 5588)

AFM characterization of gel particles - Application to living cells

This study is part of the ANR CellDance project which explores a new approach combining nanophotonics and microfluidics to measure the mechanical response of individual cells for diagnostic purposes. Indeed, the deformability of individual cells is an indicator of certain diseases such as malaria. In this thesis project, we propose a first study on the mechanical measurement of gel beads whose mechanical properties mimic those of red blood cells.

We will use gels to model the red blood cell (RBC). Several methods are available [1,2]. First, it is important to characterize their mechanical properties by AFM. Elasticity and viscoelasticity measurements will be proposed [3], to access the Young's modulus (E) or the dynamic moduli G' and G'' (Fig. 1a), as a function of the frequency. Different geometries and AFM tips will be considered. Comparisons with red blood cells will be made in order to find the best system. For example, different concentrations of the gel constituents can be tested. Once the model has been defined, rheological modeling will be considered.

This study will continue in collaboration with our partners in Lyon (INL) in order to trap objects optically on metasurfaces. We will consider some experiments on gel beads (Fig. 1b) and red blood cells that deform when trapped near the surface. The resonance cavity created allows us to determine the reflectivity (Fig. 1c) and thus to measure the deformation of the object (gel or red blood cell), thus having access to its rheology. We will then compare these two methods.

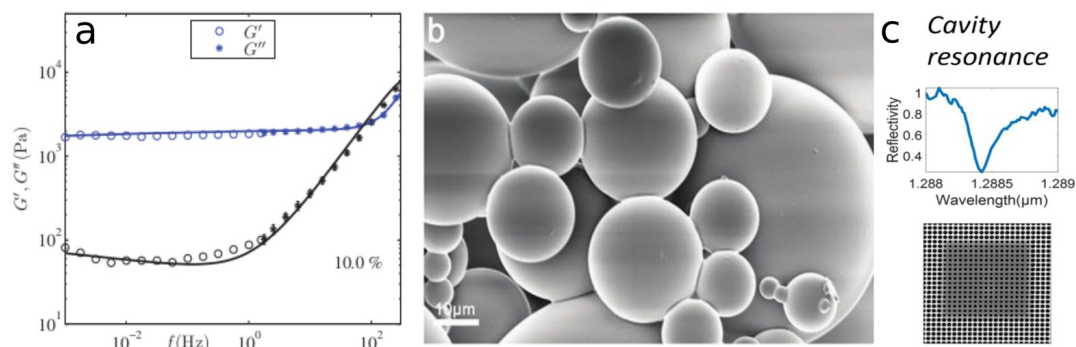


Figure 1. (a) Gel rheology parameters. (b) Gel beads microscopy image [2]. (c) Trapping of a deformable object on a metasurface

Candidates : We are looking for a candidate with interest for experimentation and he/she will interact with both teams. Physics/Mechanics profile. Strong motivation

Contact : Claude VERDIER (04 76 63 59 80) claudе.verdier@univ-grenoble-alpes.fr

Collaboration : INL Lyon (Taha BENYATTOU, Magalie FAIVRE). The thesis will take place partly in Grenoble (2 years) and in Lyon (1 year).

Cadre : ANR « CellDance » project

References :

- [1] Y. Abidine, V.M. Laurent, R. Michel, A. Duperray, L.I. Palade, C. Verdier, Physical properties of polyacrylamide gels probed by AFM and rheology, *Europhys. Letters*, 109, 38003 (2015)[1] S.H. Sadek, M. Rubio, R. Lima, E.J. Vega, Blood Particulate Analogue Fluids: A Review. *Materials*, 14, 2451 (2021).
- [2] Y. Sun, H. Tai, Z. Yuan, Z. Duan, Q. Huang, Y. Jiang, A Facile Strategy for Low Young's Modulus PDMS Microbeads Enhanced Flexible Capacitive Pressure Sensors, *Part. Part. Syst. Char.*, 38, 2100019 (2021).
- [3] Y. Abidine, V.M. Laurent, R. Michel, A. Duperray, L.I. Palade, C. Verdier, Physical properties of polyacrylamide gels probed by AFM and rheology, *Europhys. Letters*, 109, 38003 (2015).