

Offre de stage M2/Thèse au Laboratoire de Physique de l'ENS de Lyon

en collaboration avec le Laboratoire de Thérapie et Applications des Ultrasons

« Cellquake elastography » : imagerie de l'élasticité d'une cellule à très haute vitesse

Contexte scientifique :

L'élasticité d'une cellule, c'est-à-dire sa dureté, apporte de nombreuses informations sur son anatomie, sa fonctionnalité et son état pathologique. Ainsi, plusieurs techniques ont été développées pour mesurer, ou mieux, pour réaliser des images de ce paramètre. Ces techniques sont essentiellement basées sur l'estimation de l'élasticité à partir de la déformation de la cellule ; cependant, il a été démontré que les modèles utilisés nécessitent des hypothèses fortes, et on peut obtenir des valeurs de l'élasticité variant du simple au décuple d'un modèle à l'autre.

Récemment, nous avons proposé une nouvelle technique issue de la sismologie et de l'imagerie médicale, appelée « élastographie par onde de cisaillement ». Cette technique consiste à faire vibrer la cellule puis à observer la propagation de l'onde de cisaillement à l'intérieur de celle-ci, pour calculer l'élasticité en chaque point de la cellule.

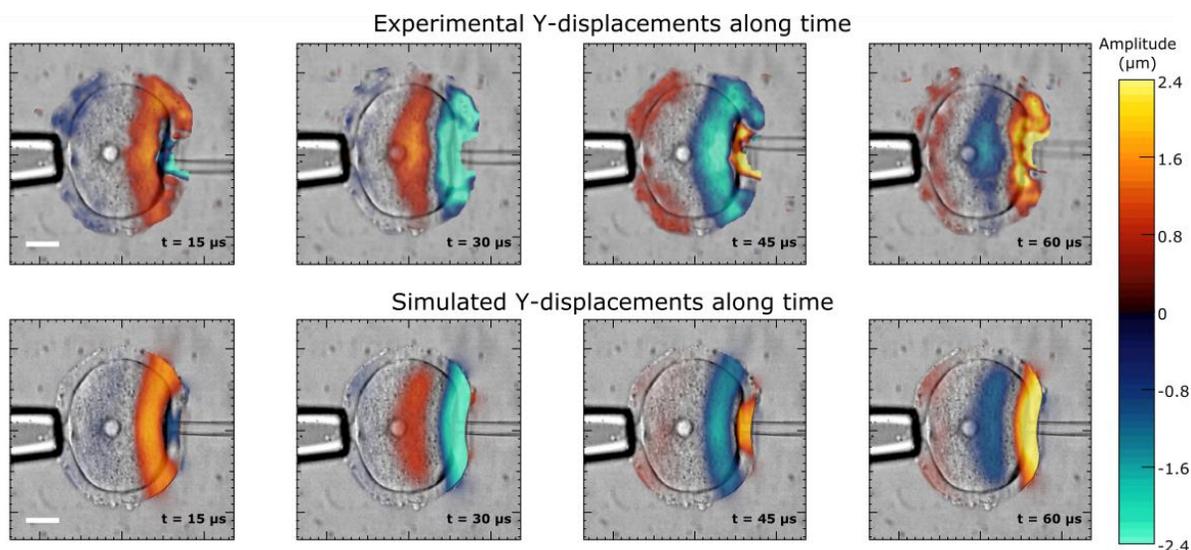


Figure 1. Image des déplacements au cours du temps (haut : expérience, bas : simulation)

Nous avons développé un dispositif expérimental comprenant un microscope, une caméra ultrarapide (200.000 images par seconde) et un dispositif de vibration. Nous avons ainsi étudié l'élasticité d'ovocytes de souris, selon qu'elles ont été ramollies ou non par des drogues (cytochalasine B). De plus, les images sont obtenues en moins d'une milliseconde, ce qui permet d'avoir une mesure quasi-instantanée de l'élasticité, sans être perturbé par des processus biologiques internes.

Cette technique publiée très récemment¹ suscite d'ores et déjà l'intérêt de nombreux chercheurs, en physique comme en biologie.

¹ <http://www.pnas.org/content/early/2018/01/17/1713395115> (accès libre : <https://arxiv.org/abs/1804.08395>)

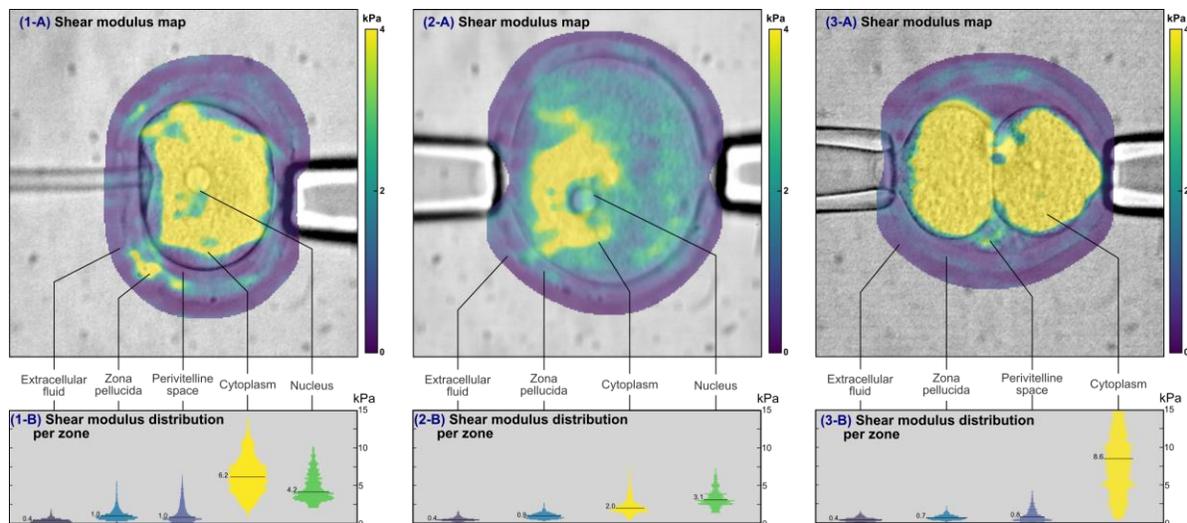


Figure 2 Images d'élasticité de trois cellules différentes

Sujet :

L'étudiant aura pour mission de développer la technique, selon plusieurs axes selon ses goûts et compétences :

- Amélioration du dispositif expérimental
- Test de nouveaux algorithmes de reconstruction d'image
- Simulation en éléments finis du dispositif expérimental
- Application de la technique à des cellules végétales ou à des systèmes complexes en matière molle

Lieux :

Laboratoire de Physique de l'ENS de Lyon (Lyon, quartier Gerland)

Laboratoire de Thérapie et Applications des Ultrasons (Lyon, quartier Grange-Blanche)

Indemnisation :

Le stage de M2 suivra les règles d'indemnisation légales. Pour une poursuite en thèse, l'étudiant devra postuler individuellement à un contrat doctoral (ENS, école doctorale, bourse régionale, etc.).

Encadrants :

Pol Grasland-Mongrain : pol.grasland-mongrain@ens-lyon.fr

Sébastien Manneville : sebastien.manneville@ens-lyon.fr

Stefan Catheline : stefan.catheline@inserm.fr

Dates :

Mise en ligne de l'offre : septembre 2018

Début du stage : entre janvier et avril 2019

Début de la thèse : septembre 2019