

Thèse en Optimisation numérique de métasurfaces électromagnétiques pour l'actionnement optomécanique de microrobots

Superviseurs de thèse : Muamer Kadic, Aude Bolopion, Abdenbi Mohand-Ousaid

<https://scholar.google.com/citations?hl=fr&user=opodZE4AAAAJ>

<https://scholar.google.com/citations?user=ygBfZ5QAAAAJ>

<https://scholar.google.com/citations?hl=fr&user=i17crugAAAAJ>

Localisation : Institut FEMTO-ST, Université de Franche-Comté, CNRS, ENSMM

Source fondatrice : 3 ans et temps plein : <https://anr.fr/Projet-ANR-21-CE33-0003>

Candidature : Veuillez envoyer votre candidature complète en un seul PDF (CV, lettre de motivation, notes de master et 2 lettres de référence) à aude.bolopion@femto-st.fr et Muamer.kadic@femto-st.fr.

Date limite de dépôt des candidatures : 24 mai 2022

Au cours de la dernière décennie, les solutions microrobotiques ont suscité un intérêt croissant, notamment pour les expériences in vitro. Deux approches principales sont actuellement poursuivies : la manipulation par contact et sans contact. La première approche robotique est constituée de pointes, de microtongs ou de manipulateurs multi-doigts capables d'interagir avec des objets de taille micrométrique. Elle bénéficie de forces de blocage importantes, d'une grande dextérité et de la possibilité de mesurer la force appliquée à l'objet, mais elle nécessite actuellement une connexion physique entre l'outil et une structure macroscopique permettant son déplacement et son actionnement. Par conséquent, elle doit fonctionner dans un environnement ouvert pour permettre à l'outil de se connecter, et elle n'est pas adaptée aux environnements fermés pour maintenir la stérilité des échantillons.

La deuxième approche consiste à utiliser des champs de force induits à distance pour agir sans fil sur des objets microscopiques. Les approches autonomes sont principalement basées sur l'actionnement électromagnétique à distance, et la plupart des travaux actuels s'orientent vers l'utilisation de champs magnétiques. Le projet OptoBots combine les deux approches pour développer des microrobots mobiles avec des degrés de liberté intégrés et des capacités de détection, introduits directement dans la chambre à échantillon.

Dans cette thèse, le travail se concentrera uniquement sur le piégeage optique. Pour étendre ces possibilités, le projet investira dans l'utilisation de métamatériaux optiques et élastiques : il s'agit de matériaux structurés artificiellement avec de nouvelles propriétés électromagnétiques combinées à des propriétés de nage contrôlées [1]. Cette approche, qui vise à modifier l'interaction lumière/matière, a un impact évident sur les pinces optiques, par exemple pour augmenter la force générée. Des métasurfaces et des structures métalliques spéciales ont été utilisées pour augmenter l'interaction lumière-matière. Au-delà de ce qui peut être réalisé par une approche classique du continuum, seuls quelques travaux ont exploré au-delà de cette limite des matériaux à gain optique [2,3].

Le travail sera théorique et sera réalisé à l'aide d'éléments finis.

[1] Quispe, J. E., Bolopion, A., Renaud, P., & Regnier, S. (2021). Amélioration des performances de nage et de pompage des nageurs hélicoïdaux à faible nombre de Reynolds. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 6(4), 6860-6867.

[2] Alaei, R., Gurlek, B., Christensen, J. et Kadic, M. (2018). Redresseurs de force optiques basés sur des métasurfaces symétriques PT. *Physical Review B*, 97(19), 195420.

[3] Alaei, R., Christensen, J. et Kadic, M. (2018). Forces de traction et de poussée optiques dans les structures bicouches symétriques P T. *Physical Review Applied*, 9(1), 014007.