



| | | |
|--|--|---|
| Titre Thèse | Pincés acoustiques sélectives basées sur les vortex acoustiques pour la manipulation sélective, 3D et sans contact de particules micrométriques. | |
| (Co)-Directeur | Michael Baudoin | E-mail : michael.baudoin@univ-lille1.fr |
| (Co)-Directeur | Olivier Bou Matar Lacaze | E-mail : olivier.boumatar@iemn.univ-lille1.fr |
| Laboratoire | IEMN | Web : http://www.iemn.fr |
| Equipe | AIMAN-FILMS | Web : http://films-lab.univ-lille1.fr/michael/michael/Home.html |
| | Contrat Doctoral Etablissement | Lille 1 <input checked="" type="checkbox"/> UVHC <input type="checkbox"/> ECL <input checked="" type="checkbox"/> ISEN <input type="checkbox"/> |
| Financement prévu | Président-Région <input type="checkbox"/> | Région – Autre <input checked="" type="checkbox"/> Préciser : EC LILLE ou LILLE 1 |
| Acquis <input type="checkbox"/> | Président- Autre <input type="checkbox"/> Préciser | DGA – Autre <input type="checkbox"/> Préciser |
| | Contrat de recherche <input type="checkbox"/> Type | Autre <input type="checkbox"/> |
| | | |

Résumé du sujet :

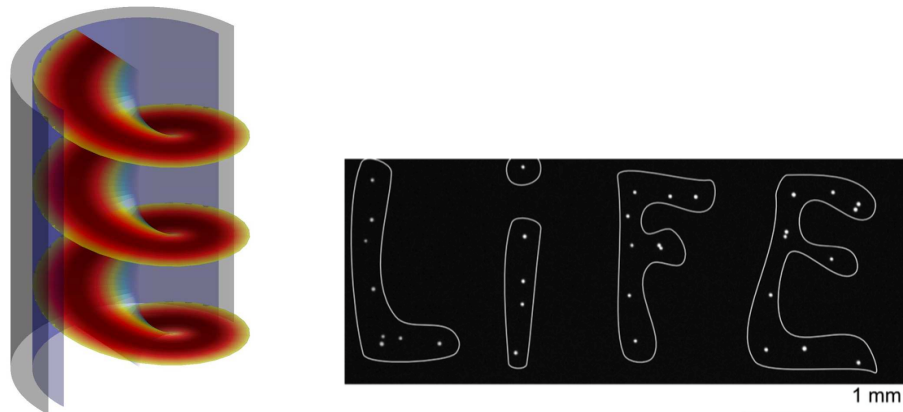


Figure : Gauche : image d'un vortex acoustique. Droite : Particules de polystyrène de 30 microns de diamètre positionnées à l'aide de nos pincés acoustiques actuelles.

Les premières pincés 3D sélectives permettant la manipulation sans contact d'objets sub-micrométriques à l'aide de la pression de radiation ont été développées dans le domaine de l'optique en 1986 par Ashkin [1]. Dès lors, ces pincés optiques ont permis des avancées majeures dans le domaine de la physique, notamment via les travaux de Steven Chu, qui a obtenu le prix nobel de physique pour le refroidissement et le piégeage d'atomes neutres [2]. Si les pincés optiques se sont montrées extrêmement utiles pour la manipulation d'atomes ou de particules, elles restent en revanche très limitées pour la manipulation d'objets vivants telles que des micro-organismes ou des cellules car (i) les tailles des pièges ne sont pas adaptés à la manipulation d'objets supérieures au micron et (ii) les puissances nécessaires pour la manipulation de tels objets aboutissent à des dégagements de chaleur importants et donc à la dénaturation de l'organisme biologique. Or le développement de l'ingénierie tissulaire (imprimantes cellulaires), les recherches sur la mécanostransduction ou encore l'imagerie de microorganismes mobiles rendent nécessaire la manipulation de ces objets. Récemment, il a été montré qu'il était possible de manipuler des objets sans contact et en 3D à l'aide de pincés acoustiques [3-6]. Ces pincés acoustiques basées sur une classe particulière d'ondes acoustiques appelée vortex acoustiques permettent théoriquement la manipulation d'objets allant du millimètre jusqu'à la centaine de nanomètre avec des forces plus de 5 ordres de grandeur ($\times 10^5$) supérieures à même intensité que leur analogue optique. Ceci permet de limiter la puissance nécessaire pour la manipulation d'objets biologiques et donc d'éviter l'échauffement. De plus les ondes acoustiques sont utilisées tous les jours en échographie et sont donc complètement inoffensives pour les tissus biologiques. Ces pincés acoustiques ouvrent donc des perspectives considérables pour la recherche dans les années à venir mais il reste néanmoins une étape de taille à franchir : la miniaturisation des pincés et l'accroissement de leur fréquence de fonctionnement pour pouvoir piéger des objets de l'ordre du micron. En effet les pincés acoustiques actuelles permettent uniquement la manipulation d'objets de l'ordre de la centaine de microns. Le franchissement de cette étape nécessite non seulement des développements technologiques en salle blanche mais aussi la compréhension de la physique sous-jacente (en particulier des effets de pression de radiation acoustique et du streaming acoustique, des courants créés par l'atténuation de l'onde) et le développement de simulations



numériques prédictives. Ce sont tout ou partie de ces aspects théoriques, numériques et expérimentaux qui seront étudiés pendant la thèse.

Université Lille Nord de France

- [1] Ashkin, A.; Dziedzic, J. M.; Bjorkholm, J. E.; Chu, S. (1986). "Observation of a single-beam gradient force optical trap for dielectric particles". **Optics Letters**. 11 (5): 288.
- [2] Chu, S.; Bjorkholm, J.; Ashkin, A.; Cable, A. (1986). "Experimental Observation of Optically Trapped Atoms". **Phys. Rev. Lett.** 57 (3): 314–317
- [3] D. Baresch, J.-L. Thomas, R. Marchiano, **Phys. Rev. Lett.**, 116: 024301 (2016)
- [4] A. Riaud, J.L. Thomas, E. Charron, A. Bussonière, O. Bou Matar, M. Baudoin, **Phys. Rev. Applied**, 4: 034004, 2015
- [5] A. Riaud, J.L. Thomas, M. Baudoin, O. Bou Matar, **Phys. Rev. E** 92: 063201 (2015)
- [6] A. Riaud, M. Baudoin, O. B. Matar, L. Becerra and J.L. Thomas, **Phys. Rev. Appl.**, 7: 024007 (2017)

Co-encadrant ou autre contact : Jean-Louis Thomas, Université Pierre et Marie Curie, Institut des NanoSciences de Paris, jean-louis.thomas@upmc.fr