



Titre Thèse	Pincas acoustique holographiques reconfigurables.	
(Co)-Directeur	Michael Baudoin	E-mail : michael.baudoin@univ-lille.fr
(Co)-Directeur		E-mail :
(Co)-Encadrant		E-mail :
Laboratoire	IEMN	Web : http://iemn.fr
Equipe	AIMAN-FILMS	Web : http://films-lab.univ-lille1.fr/michael/michael/Home.html
Financement prévu	Contrat Doctoral Etablissement	ULille <input checked="" type="checkbox"/> UPHF <input type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/> Yncrea <input type="checkbox"/> (Bourses de thèse labélisées)
	Région – Autre <input type="checkbox"/>	Contrat de recherche <input type="checkbox"/> Préciser :
Financement acquis ? <input type="checkbox"/>	Contrats de Recherche <input type="checkbox"/> Préciser	Autre <input type="checkbox"/> Préciser

Résumé du sujet :

En médecine, les deux outils de base lors d'une intervention chirurgicale sont les scalpels et les pincas. Le 20^{ème} siècle a vu l'émergence de techniques non-invasives permettant de découper, de brûler des tissus ou de casser des calculs avec une précision micrométrique, proposant ainsi une alternative de choix pour remplacer les scalpels mécaniques. Mais aucun équivalent n'a été développé pour saisir et déplacer des objets à l'intérieur du corps humain. De même, en microbiologie, il manque un outil permettant de saisir, déplacer et organiser des microorganismes ou de leur appliquer des forces supérieures au microNewton dans des domaines de pointe tels que l'analyse individuelle de cellule ou de leurs interactions, l'étude de l'adhésion cellulaire ou encore dans des domaines émergents tels que l'ingénierie tissulaire. Pour ces tâches, les possibilités offertes par les pincas optiques et magnétiques sont très limitées. Les pincas optiques induisent des lésions photoniques délétères sur les tissus et sont applicables uniquement dans les milieux optiquement transparents. Les pincas magnétiques, elles, ne peuvent saisir que des objets sensibles aux champs magnétiques.

En biologie, les pincas acoustiques offrent une alternative de choix. Elles sont non-invasives, biocompatibles, ne nécessitent pas de marquage préalable et permettent d'appliquer des forces plusieurs ordres de grandeur supérieur par rapport aux pincas optiques à même intensité. Néanmoins ces capacités prometteuses n'ont pu être mises en œuvre à cause de leur résolution limitée et/ou de leur manque de sélectivité et/ou de leur manque d'agilité. Le développement récent de l'holographie acoustique et des pincas acoustiques à faisceaux unique offre enfin l'opportunité d'adresser ces problèmes.

Résumé du sujet :

L'objectif principal de cette thèse est de développer des réseaux holographiques reconfigurables permettant de déplacer électroniquement un ou plusieurs objets submillimétriques. Pour ce faire, le doctorant commencera par des simulations numériques avec des codes simples de propagations d'ondes basés sur des méthodes dites de spectre angulaire pour définir les motifs du réseau qui sera ensuite métallisé en salle blanche sur des substrats actifs piézoélectriques. Ensuite, il développera des procédés de fabrication de ces réseaux et de mise en œuvre de l'électronique de commande. Dans un deuxième temps, il travaillera sur l'optimisation de champs acoustiques spécifiques appelés vortex acoustiques permettant la manipulation sans contact d'objets 3D micrométriques. En particulier il travaillera sur le développement de champs adaptés à l'assemblage de particules multiples via des vortex acoustiques synchronisés. Pour optimiser ces champs, il pourra utiliser soit des techniques classiques d'optimisation, soit des techniques d'apprentissage profond basés sur des réseaux de neurones convolutifs.



[1] **M. Baudoin**, J.-L. Thomas, Fluid dynamics of acoustical tweezers, *Ann. Rev. Fluid Mech.*, **52**: 205-234 (2020) (IF: 17,2)

[2] Z. Gong, **M. Baudoin**, Particle assembly with synchronized acoustical tweezers, *Phys. Rev. Appl.*, **12**: 024045. (IF: 4.5), April 2019, Arxiv 1904.05039

[3] **M. Baudoin**, J.-C. Gerbedoen, A. Riaud, O. Bou Matar, N. Smagin, J.-L. Thomas, Folding a focalized acoustical vortex on a flat holographic transducer: miniaturized selective acoustical tweezer, *Science Advances* (IF: 12.8), 5: eaav1967 (2019)

[4] A. Riaud, **M. Baudoin**, O. Bou Matar, L. Becera, J.-L. Thomas, Selective manipulation of microscopic particles with precursor swirling Rayleigh waves, *Phys. Rev. Appl.* (IF: 4.5), 7: 024007 (2017), **highlighted in Physics Buzz of APS Central**

[5] A. Riaud, **M. Baudoin**, O. Bou Matar, J.-L. Thomas, P. Brunet, On the influence of viscosity and caustics on acoustic streaming in sessile droplets: an experimental and a numerical study with a cost-effective method, *J. Fluid Mech.* (IF: 3.1), **81**: 384-420 (2017), *highlighted in "Focus on Fluids"*