



DOCTORAT DE L'UNIVERSITE
UNIVERSITE DE LILLE 1



Discipline : Micro et Nano Technologies,
Acoustique et Télécommunications



Nom du candidat : Antoine RIAUD

JURY

Président de Jury

Directeur

O. BOU MATAR

Co-Directeur

J.-L. THOMAS

Encadrant

M. BAUDOIN

Rapporteurs

H. BRUUS

V. LAUDE

Membres

C. BAROUD

P. THIBAUT

TITRE DE LA THESE



Etude des potentialités offertes par la synthèse de champs d'ondes
acoustiques de surface pour l'actionnement de liquides et la
manipulation sans contact

Study of the potentialities offered by the synthesis of complex surface
acoustic wave fields: focus on fluid actuation and contactless
manipulation

RESUME

Lorsque des ondes acoustiques de surface rayonnent dans des fluides, elles provoquent deux effets non linéaires : la pression de radiation et le streaming acoustique. Ces deux effets ont trouvé un grand nombre d'applications pour la microfluidique digitale, la manipulation sans contact et le tri cellulaire. Néanmoins, ces systèmes se heurtent à deux limites. D'une part, chaque application requiert une onde acoustique spécifique : il n'existe pas de dispositif multifonction à ce jour. D'autre part, l'exploration des fonctionnalités offertes par les ondes de surface les plus simples (ondes planes, ondes focalisées) n'a pas permis de réaliser des pinces sélectives permettant de manipuler individuellement des particules ou cellules indépendamment de leurs voisins.

Dans une première partie de la thèse, nous développons deux méthodologies pour synthétiser des champs complexes d'ondes de surface. La première méthode utilise un réseau de 32 peignes interdigités contrôlé par la technique du filtre inverse pour générer des champs sur demande. La seconde résout un problème inverse afin de concevoir un transducteur holographique générant spécifiquement le champ demandé. Dans la seconde partie de la thèse, nous utilisons le filtre inverse pour (i) réaliser un laboratoire sur puce multifonction et (ii) étudier le potentiel d'ondes de surface particulières appelées ondes de surface tourbillonnaires. Ces ondes permettent une manipulation sélective et sans contact d'objets microscopiques. Nous terminons la thèse en équipant un microscope d'un transducteur holographique de vortex acoustiques afin de réaliser une manipulation sélective et sans contact de cellules.

When surface acoustic waves radiate in nearby fluids, they trigger two nonlinear effects: acoustic radiation pressure and acoustic streaming. These two effects find numerous applications for digital microfluidics, contactless manipulation and biological cell sorting. Nonetheless, these systems face two limitations. On the one hand, each application requires a specific acoustic wave: there is no multifunction device so far. On the other hand, search for functionalities offered by simple surface acoustic waves (plane and focused waves) has failed to provide a selective tweezers able to manipulate individual particles or cells independently of their neighbors. In the first part of this thesis, we develop two methods to synthesize complex surface acoustic wave fields. The first one employs an array of 32 interdigitated transducers controlled by the inverse filter to generate arbitrary fields on demand. The second method solves an inverse problem to design a holographic transducer to generate a predefined field. In the second part of the thesis, we use the inverse filter to (i) implement a multifunction lab on a chip and (ii) investigate the potentialities of a special type of surface acoustic waves called swirling surface waves. These waves enable a selective and contactless manipulation of microscopic objects. We conclude the thesis by integrating a holographic acoustical vortex transducer on a microscope in order to selectively manipulate biological cells without contact.

Soutenance le 05 octobre 2016 à 10h00
Grand Amphi de l'Ecole Centrale de Lille