

Sujet de Stage Ingénieur / M2 Recherche

Étude expérimentale d'imagerie sub-longueur d'onde basée sur le principe de la transmission extraordinaire des ondes acoustique (EAT)

Mots-clés

Ultrasons – Imagerie Haute Résolution – Métamatériaux - Instrumentations – Éléments finis

Résumé

Pour améliorer la résolution de l'imagerie ultrasonore, le principal levier utilisé est l'augmentation de la fréquence d'excitation afin de réduire la longueur d'onde. Dans le cadre du projet ANR BEAT (2022-2025), nous proposons d'utiliser une autre approche : la focalisation sub-longueur d'onde de l'énergie acoustique afin de réduire la taille de la tache focale en dessous de la limite de diffraction [1]. Cette approche se base sur le concept de transmission extraordinaire des ondes acoustiques (en anglais : EAT) qui permet de concentrer, dans une zone de taille inférieure à la longueur d'onde, une quantité d'énergie acoustique supérieure à celle attendue par les seules considérations géométriques [2]. Dans le cadre du projet BEAT, nous avons conçu et développé différents prototypes permettant la focalisation des ondes élastiques à une échelle sub-longueur d'onde.

L'objectif de ce stage est de tester ces prototypes en configuration « imagerie acoustique ». Les principaux points d'étude identifiés sont :

- Étude temporelle et fréquentielle du comportement des différents prototypes.
- Étude de l'influence de la distance entre l'objet à imager et la sonde du prototype. Détermination des différences de phase, amplitude et fréquence pour obtenir un abaque permettant de relier les grandeurs acoustiques et la position de l'objet dans l'axe de la sonde.
- Formation d'une image par balayage mécanique.
- Étude de l'influence du type de matériau. A partir des mesures des amplitudes des différents paquets d'ondes, les coefficients de réflexion des matériaux seront comparés aux impédances des milieux imagés. Une comparaison sera faite entre les images obtenues et l'objet à imager (défaut de géométrie, différents types de matériaux).
- Réalisation d'une image 2D et détermination des limites de résolution du microscope acoustique sub-longueur d'onde proposé.
- Les résultats obtenus pourront être confrontés au modèle numérique par éléments finis développé dans le cadre de ce projet.

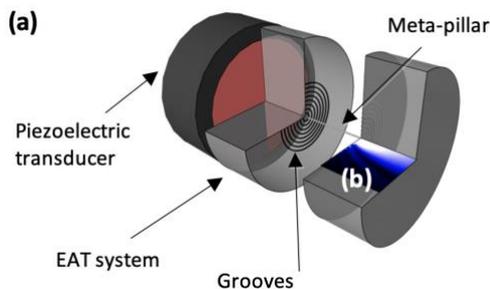


Fig1. Schéma de principe du dispositif

(a) En couplant un transducteur ultrasonore à une architecture composée d'un méta-cylindre et de rainures (b) une focalisation de l'énergie élastique à une échelle sub-longueur d'onde est attendue [2].

[1] A. A. Maznev, O. B. Wright, Upholding the diffraction limit in the focusing of light and sound, *Wave Motion* 68, 182–189 (2017).

[2] T. Devaux, H. Tozawa, P. H. Otsuka, S. Mezil, M. Tomoda, O. Matsuda, E. Bok, S. H. Lee, O. B. Wright, Giant extraordinary transmission of acoustic waves through a nanowire, *Science Advances* 6, 8507 (2020).

Profil du candidat

Étudiant(e) en 3ème année de cycle ingénieur ou Master 2 recherche avec une bonne connaissance en acoustique ultrasonore notamment expérimentale.

Lieu

Le stage se déroulera au laboratoire GREMAN (UMR CNRS 7347) sur le pôle *Acoustique et Piézoélectricité* de Blois à l'INSA Centre Val de Loire. Des déplacements sont à prévoir sur le site de Tours du GREMAN.

<http://greman.univ-tours.fr/>

Rémunération

En vigueur (environ 3700,00 € pour un stage de 6 mois).

Période

Stage d'une durée minimum de 4 mois en 2024, date du début du stage selon le candidat

Encadrement et contact

Thibaut DEVAUX, Maître de Conférences, Laboratoire GREMAN, Université de Tours,
thibaut.devaux@univ-tours.fr

Lionel HAUMESSER, Maître de Conférences (HDR), Laboratoire GREMAN, Université de Tours,
lionel.haumesser@univ-tours.fr

Rémi ROUFFAUD, Maître de Conférences, Laboratoire GREMAN, Université de Tours,
remi.rouffaud@univ-tours.fr