

Métamatériaux acoustiques piézoélectriques pour le contrôle d'ondes guidées

<i>Spécialité de la thèse :</i>	Acoustique Physique
<i>Mots-clés :</i>	métamatériaux; piézoélectricité; cristaux phononiques
<i>Laboratoire d'accueil :</i>	Laboratoire Ondes et Milieux Complexes, LOMC UMR CNRS 6294
<i>Equipe de recherche :</i>	Equipe Structures Phononiques
<i>Financement :</i>	Régional (environ 1370 €/mois)

Profil recherché :

- Master à dominante Physiques des Ondes, compétences en Mathématique Physique et bonne maîtrise en modélisation analytique requise.
- Compétences en acoustique, ultrasons et piézoélectricité seront appréciées.

Description du sujet:

Ces dernières années ont vu émerger une nouvelle classe de matériaux structurés, appelés métamatériaux, dont les propriétés élastiques « extra-ordinaires », au sens littéral du terme, ont permis de développer des dispositifs innovants dans des secteurs applicatifs très variés. L'insertion de matériaux actifs tels que les matériaux piézoélectriques permet d'ajouter des fonctionnalités supplémentaires à ces matériaux en introduisant un couplage électro-mécanique et, par conséquent, la possibilité de contrôler électriquement les propriétés mécaniques effectives du métamatériau. Ceci a pour effet, non seulement de procurer une accordabilité en fréquence à ces matériaux (modifier la dispersion, i.e. vitesses de phase et de groupe, et l'atténuation des ondes), mais également de générer des modes supplémentaires de propagation en couplant les ondes mécaniques aux ondes électriques.

Les travaux récents réalisés au LOMC ont permis de valider un certain nombre de concepts sur un démonstrateur constitué d'une plaque phononique avec électrodes conductrices structurées périodiquement selon une direction. Des contrôles électriques simples [1,2,3] ont été utilisés (connexions de charges d'impédances résistives, inductives ou capacitives) et ont montré l'agilité en fréquence du dispositif. Ce type de cristal phononique (CP) hybride électro-mécanique ouvre de nombreuses perspectives pour le développement de composants accordables (résonateurs, filtres, (de) multiplexeurs,...), mais peut également avoir des applications pour l'amortissement vibratoire et la réalisation d'écran acoustique.

Le projet de thèse proposé a pour objectif d'explorer les possibilités de contrôle offertes par l'utilisation de circuits électriques complexes (actifs, non linéaires,...) et d'étendre aux CP bidimensionnels les concepts déjà étudiés sur des CP unidimensionnels. Le travail de thèse se déclinera donc sur deux aspects, avec d'une part le *développement d'un modèle analytique* décrivant une structure phononique piézoélectrique de périodicité bidimensionnelle, et d'autre part, un *travail expérimental* de réalisation d'un démonstrateur (CP+électronique de commande). Le LOMC possède les équipements pour la réalisation (micro-usinage laser, imprimante 3D, banc photolithographie) et la caractérisation (microscopes, MEB, rugosimètre,...) des métamatériaux piézoélectriques.

Contacts :	Bruno Morvan (bruno.morvan@univ-lehavre.fr)	Tel. +33 (0)2 35 21 72 67
	Pascal Rembert (pascal.rembert@univ-lehavre.fr)	Tel. +33 (0)2 35 21 72 70
	Rebecca Sainidou (reveka.sainidou@univ-lehavre.fr)	Tel. +33 (0)2 35 21 72 70

[1] S. A. Mansoura, B. Morvan, P. Maréchal, A.-C. Hladky-Hennion, B. Dubus, *Study of a hybridisation gap in a one dimensional piezoelectric phononic crystal*, International Congress on Ultrasonics, Metz (2015).

[2] N. Kherraz, L. Haumesser, F. Levassort, P. Benard, and B. Morvan, *Controlling Bragg gaps induced by electric boundary conditions in phononic piezoelectric plates*, Appl. Phys. Lett. **108**, 093503 (2016).

[3] S. A. Mansoura, P. Benard, B. Morvan, P. Maréchal, A.-C. Hladky-Hennion and B. Dubus: *Theoretical and experimental analysis of a piezoelectric plate connected to a negative capacitance at MHz frequencies*. Smart Mater. Struct. **24**, 115032 (2015).