

Proposition de stage 2017-2018

Laboratoire: Institut des NanoSciences de Paris

Adresse: 4, Place Jussieu 75252 Paris Cedex 05

Directeur du laboratoire: Christophe Testelin

Responsable(s) du stage: Bernard Bonello

Téléphone: 01 44 27 42 12

e-mail: bernard.bonello@insp.jussieu.fr



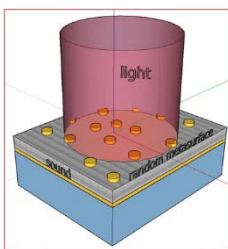
Métasurfaces phononiques aléatoires

Lorsqu'un système ordonné tel qu'un solide cristallin, un cristal phononique, photonique ou optomécanique... est perturbé structurellement, les ondes qui s'y propagent subissent des diffusions multiples qui, pour des degrés de désordre importants, conduisent au confinement spatial des ondes. C'est ce phénomène, connu sous le nom de *localisation d'Anderson*, que nous voulons mettre en évidence expérimentalement dans des milieux bidimensionnels aléatoires, l'objectif final étant de localiser des ondes élastiques et des ondes électromagnétiques sur des mêmes sites. Outre son intérêt pour une meilleure compréhension globale du comportement des ondes localisées, cette « métasurface » doit permettre à terme la co-localisation de photons et de phonons sur des amas de diffuseurs ayant des dimensions latérales plus petites que $\lambda/10$, où λ est la valeur commune des longueurs d'onde optique et acoustique. On attend de ce confinement extrême une exaltation du couplage photon/phonon avec en perspective des applications pour le codage de l'information : les modes élastiques localisés aléatoirement sur la métasurface peuvent être vus comme des états 0 ou 1 qui peuvent être lus par les modes optiques quand ceux-ci sont localisés sur les mêmes sites.

Le stage que nous proposons ici ne concerne que la localisation des ondes élastiques.

Il s'agira dans un premier temps de simuler par des techniques d'éléments finis, quel désordre (de position et/ou de taille) et quelle loi de distribution aléatoire (loi binomiale, de Poisson...) est la mieux à même de conduire à la localisation. L'objectif est de trouver une relation entre la nature et le degré de désordre d'une part et le champ élastique localisé sur un amas de diffuseurs d'autre part.

Les résultats numériques permettront de préparer des métasurfaces ayant un degré et une nature de désordre parfaitement contrôlés. Les échantillons devant à terme supporter la localisation d'ondes électromagnétiques à la longueur d'onde télécom (1,5 μm), les dimensions typiques des diffuseurs sont de quelques dizaines à quelques centaines de nanomètres. Leur élaboration nécessite donc la mise en œuvre de techniques de nanofabrication disponibles dans la salle blanche de notre laboratoire.



Les techniques expérimentales utilisées pour mettre en évidence le phénomène de localisation sont basées sur l'utilisation de lasers ultra-rapides (picoseconde et femtoseconde) pour l'excitation des ondes élastiques de très haute fréquence (50 MHz – 2 GHz) se propageant dans les structures telles que celle schématisée ci-contre. La détection des ondes localisées se fera au moyen de techniques interférométriques, alliées à une très grande résolution spatiale et temporelle, afin de suivre le trajet et l'amplitude de l'onde en tout point de la surface des échantillons.

Ce stage s'adresse à un(e) candidat(e) ayant de solides connaissances en propagation des ondes dans les milieux solides. Ce sujet implique une interaction forte avec l'instrumentation (élaboration des échantillons, mesures acoustiques) et un investissement expérimental important.

Techniques utilisées : Calculs par éléments finis. Techniques expérimentales : laser-ultrasons, technique « pompe-sonde », mélange à 4 ondes.

Qualités du candidat requises : Le candidat devra avoir une connaissance approfondie de la physique des ondes. Une bonne connaissance des techniques optiques serait un atout.

Rémunération éventuelle du stage : Oui

Possibilité de poursuivre en thèse ? Oui

Si oui, mode de financement envisagé : Bourse de l'école doctorale ou bourse ANR