



<b>Titre Thèse</b>	<b>Etude du désordre dans une Métasurface PhoXonique</b>	
<b>(Co)-Directeur</b>	Yan Pennec	E-mail : yan.pennec@univ-lille1.fr
<b>(Co)-Directeur</b>	Eric Lheurette	E-mail : eric.lheurette@iemn.univ-lille1.fr
<b>Laboratoire</b>	IEMN	Web :
<b>Equipe</b>	EPHONI / DOME	Web :
	Contrat Doctoral Etablissement	Lille 1 <input checked="" type="checkbox"/> UVHC <input type="checkbox"/> ECL <input type="checkbox"/> ISEN-YNCREA <input type="checkbox"/>
<b>Financement prévu</b>	Président-Région <input type="checkbox"/>	Région – Autre <input type="checkbox"/> Préciser :
<b>Acquis</b> <input type="checkbox"/>	Président- Autre <input type="checkbox"/> Préciser	DGA – Autre <input type="checkbox"/> Préciser
	Contrat de recherche <input type="checkbox"/> Type	Autre <input type="checkbox"/>

### Résumé du sujet :

L'étude des ondes optiques et acoustiques dans les cristaux photoniques et phononiques a considérablement évolué au cours de la dernière décennie. Récemment, l'intérêt de la communauté s'est tourné vers une catégorie de matériaux qui présente, à des fréquences spécifiques, des propriétés optiques et acoustiques inhabituelles. Les métamatériaux optiques et acoustiques ont ainsi ouvert la voie à la conception de systèmes artificiels en rupture avec les limitations physiques conventionnelles et ont permis d'obtenir des propriétés physiques remarquables, comme la réfraction négative, la focalisation sub-longueur d'onde ou encore l'invisibilité des objets. Dans ces structures, la longueur d'onde est de plusieurs ordres de grandeur supérieure à la périodicité du système. En parallèle, la localisation simultanée des phonons et des photons dans un même cristal a été démontré, donnant naissance à une nouvelle classe de matériaux, les cristaux phoXoniques. Ces matériaux ont permis de mettre en évidence un couplage exalté de l'interaction entre les deux types d'onde dans des cavités dont la taille est inférieure au micromètre. La démonstration physique du phénomène a été faite à la fois théoriquement et expérimentalement et l'intérêt est maintenant tourné vers des applications telles que l'intégration des dispositifs phoXoniques à l'intérieur des circuits optomécaniques pour le transport de l'information dans le domaine des télécommunications.

Dans la plupart des matériaux étudiés précédemment, les propriétés physiques ont été démontrées dans le cadre de structures périodiques et seules quelques études font état de l'effet du désordre. **Le sujet de thèse** consiste à étudier le rôle du désordre sur la propagation des ondes acoustiques et électromagnétiques dans un métamatériau et d'utiliser les propriétés du désordre pour améliorer le couplage optomécanique entre les deux types d'ondes.

Le métamatériau considéré est composé de cylindres d'or déposés sur un substrat de silicium recouvert d'une bi-couche (Au / SiO<sub>2</sub>). Du point de vue théorique, l'originalité de la démarche s'appuiera sur la combinaison de modèles physiques et mathématiques pour décrire l'interaction des ondes électromagnétiques et élastiques avec la structure artificielle désordonnée. Numériquement, nous utiliserons les techniques numériques usuelles dans le domaine temporel (FDTD, différences finies) et fréquentiel (FE, éléments finis) pour effectuer les calculs des spectres de transmission, de réflexion, d'absorption ou encore les distributions de champs, les calculs de densité d'états et de valeurs propres. Du point de vue mathématique, le comportement aléatoire en position et en taille des résonateurs sera analysé en collaboration avec le laboratoire de mathématique Painlevé de l'Université de Lille qui amènera les outils de statistiques et de probabilité mathématique (processus de Poisson, de Gibbs...).

Cette thèse comporte également un volet expérimental. Des échantillons seront réalisés dans la centrale de nanofabrication de l'IEMN à partir d'une lithographie électronique. La réflectivité optique de ces échantillons sera caractérisée par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR). En complément, des caractérisations destinées à analyser expérimentalement la localisation des modes phononiques et photoniques seront prises en charge par nos partenaires du projet, à savoir l'INSP à Paris pour l'acoustique et l'ICB à Dijon pour l'optique.