



Yilun LI

12 AVR

🕒 10h00 à 12h00

📍 CentraleSupélec, Bâtiment Eiffel,  
salle Amphi II

SOUTENANCE DE THÈSE & HDR

# Soutenance de thèse : Yilun LI

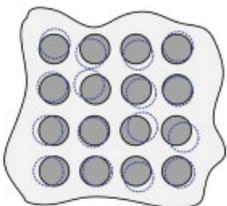
Doctorante de l'équipe STAN

Directrice de thèse : Bing TIE

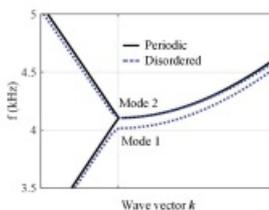
Co-encadrants : Régis COTTEREAU (LMA de l'Aix Marseille Université)

📅 AJOUTER AU  
CALENDRIER

## Analyse dynamique des métamatériaux élastiques imparfaits



Weakly disordered medium



Comparison between dispersion curves of periodic and disordered medium

Cette thèse étudie l'impact des défauts de périodicité sur la propagation des ondes dans les structures non périodiques. Initialement motivé par l'existence d'imperfections de fabrication, il s'agit d'une problématique critique car les défauts de périodicité peuvent influencer significativement les performances attendues d'un matériau liées à ses caractéristiques périodiques, par exemple en rétrécissant potentiellement les bandes interdites utiles et en introduisant des modes de défaut non souhaités dans les bandes passantes. En outre, l'ajout stratégique de défauts pourrait constituer un moyen prometteur de concevoir de nouveaux métamatériaux dotés de capacités améliorées de contrôle des ondes.

L'objectif principal de cette thèse est de développer des méthodes théoriques et numériques pour évaluer de manière précise et efficace l'impact des défauts de périodicité sur les courbes de dispersion et les modes dans les structures non périodiques. Un défi majeur dans ce domaine est que la théorie classique de Floquet-Bloch proposée pour les structures périodiques non bornées n'est plus applicable en présence de défauts de périodicité.

Pour relever ce défi, la méthodologie adoptée dans ce travail repose sur deux composants principaux : des « essais » numériques pour illustrer l'influence des défauts, et une extension de l'analyse de Floquet-Bloch pour modéliser des milieux périodiques légèrement désordonnés.

En premier, une série de simulations numériques caractérisant quantitativement l'influence des défauts sur la relation de dispersion et les modes propres associés de structures périodiques imparfaites est présentée dans le cas d'ondes élastiques. Ces « essais » numériques introduisent dans une structure initialement périodique des défauts localisés à une échelle bien plus grande que la période de la structure d'origine, ce qui permet d'appliquer la théorie de Floquet-Bloch à cette plus grande échelle. Les résultats numériques révèlent, en accord avec les résultats théoriques de la littérature, que ces défauts peuvent induire des modes non-propagatifs à support localisé (près du défaut) à des fréquences situées dans les bandes interdites de la structure non perturbée. L'évolution monotone de la fréquence propre d'un tel mode de défaut en fonction de l'amplitude du défaut est démontrée numériquement. Les résultats de ces simulations sont confirmés par des simulations en éléments finis dans le domaine temporel sur une structure périodique perturbée bornée, offrant des perspectives utiles pour des applications pratiques des métamatériaux.

Ensuite, une analyse asymptotique de l'équation d'ondes acoustiques dans un milieu faiblement perturbé dans sa périodicité est développée. Une nouvelle méthode est proposée pour prédire les courbes de dispersion et les modes propres associés. Les propriétés matérielles non périodiques de l'équation acoustique d'origine sont modélisées comme la composition de champs de matériaux périodiques et d'une transformation géométrique non périodique, supposée asymptotiquement proche de l'identité. A l'ordre dominant de l'amplitude du désordre, le milieu est régi par une équation d'ondes acoustiques à coefficients périodiques, qui peut être traitée par la théorie classique de Floquet-Bloch. Au premier ordre, pour les valeurs propres simples, le post-traitement des valeurs et modes propres périodiques provenant de l'ordre dominant permet de tenir compte du caractère non périodique des coefficients d'origine. Pour les valeurs propres répétées, un résidu est introduit, dont la minimisation permet de conduire à l'ouverture des bandes interdites causée par la perte de périodicité. Finalement, le seul problème à résoudre pour obtenir les courbes de dispersion et les déformées modales du milieu non périodique est le problème de valeur propre périodique défini sur la cellule élémentaire du milieu non perturbé, généralement bien plus petite que le domaine dans lequel se trouvent les défauts.

## Composition du jury

Simon FÉLIX, CNRS

Morvan OUISSE, ENSMM

Sonia FLISS, ENSTA

Artur GOWER, University of Sheffield

Mohamed ICHCHOU, École Centrale de Lyon