

Projet de modélisation 2023 : devenez un agent du KVB

Antoine Rallu et Emmanuel Gourdon- ENTPE/LTDS/DySCO
antoine.rallu@entpe.fr - emmanuel.gourdon@entpe.fr

Contexte du problème

Devenez un agent du KVB (Kill Vibration et Bruit)! Votre mission, si vous l'acceptez, est de concevoir une structure (mécanique, acoustique, ...) pour lesquelles certaines bandes de fréquences vont être interdites aux vibrations/bruits. Ces structures appartiennent à la famille des métamatériaux phononiques, dont les applications sont multiples : filtrage acoustique, isolation vibratoire, ...

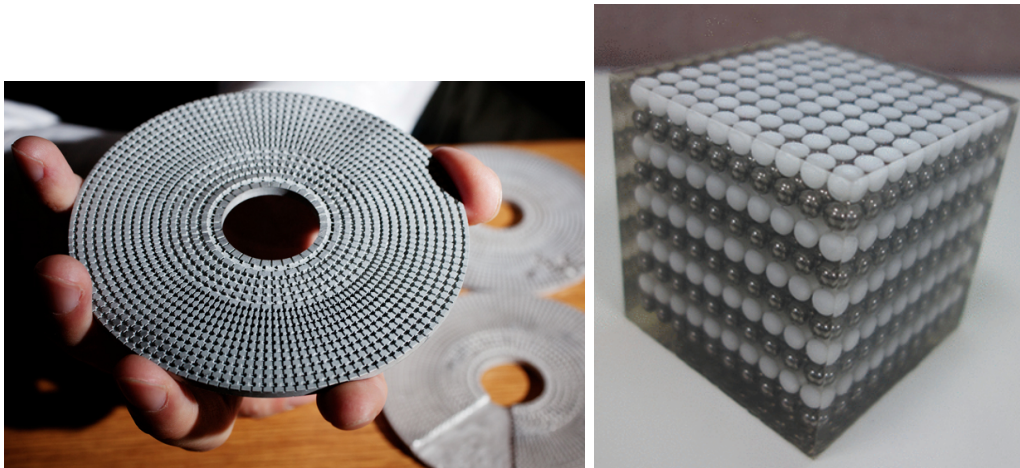


Figure 1: Exemples de métamatériaux phononiques

Ce projet se décompose en deux étapes : (i) compréhension du phénomène d'apparition de bandes interdites, puis (ii) libre conception d'une structure la plus vibratoirement furtive possible.

Principales UE concernées : Calcul scientifique, RDM, acoustique, MMC

Phase 1 : identification d'une structure

Sur la Figure 2 est représentée la FRF (Fonction Réponse en Fréquence) du dernier degré de liberté d'une structure modélisable par une chaîne de masses-ressorts, dont la période irréductible est composée de deux masses $\{m_1, m_2\}$ reliées par des ressorts de raideur K et de longueur ℓ . Dans la gamme de fréquence $[100, 125]Hz$ (valeurs à affiner) apparaît un large lobe dont la valeur minimale est inférieure aux lobes des autres fréquences : c'est une bande interdite.

En construisant le diagramme de dispersion de la chaîne de masse ressort, identifier les caractéristiques mécaniques (ratios raideur/masses) de la structure dont la FRF est représentée sur la Figure 2. En reconstruisant la FRF, affiner les valeurs numériques des caractéristiques mécaniques.

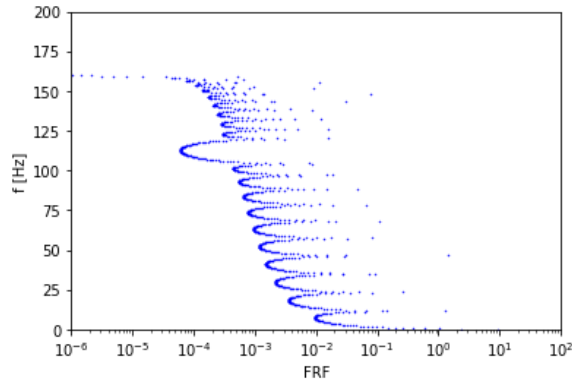


Figure 2: FRF du dernier degré de liberté d'une structure 1D.

Phase 2 : extension de la méthode et optimisation.

Phase 2-a) : extension à plusieurs masses

Déterminer analytiquement les diagrammes de dispersion pour une structure périodique infinie dont la période irréductible est composée de trois puis quatre masses différentes.

Phase 2-b) : optimisation

Optimiser alors la structure pour qu'un maximum de la plage fréquentielle de sa FRF soit atténuée d'au moins 5dB, sous les contraintes suivantes : (i) période irréductible limitée à quatre masses, identiques ou non, (ii) les variations de masses ne devant pas excéder 20% entre chacune d'elles, (iii) le nombre total de masses est limité à 40. Vous utiliserez l'algorithme d'optimisation de votre choix.

Phase 3 : conception.

En s'appuyant sur les études précédentes (développement analytique et optimisation), concevoir une structure (géométries, matériaux) et un protocole expérimental complet (conditions aux limites, chargements, ...) permettant de mettre en évidence la réduction de vibration/bruit dans certaines gammes de fréquences. [Une simulation numérique (éléments finis, ...) pourra être mise en œuvre afin d'illustrer l'efficacité de la structure proposée.]

Sous réserve de faisabilité, vous pourrez réaliser votre structure grâce à l'une des imprimantes 3D du laboratoire LTDS.

Attendus

La forme des livrables attendus est conforme à celle décrite dans les documents de présentation du "Projet de Modélisation", en particulier :

1. un rendu intermédiaire devra comporter les éléments de la phase 1 et de la phase 2-a).
2. un rapport technique dactylographié synthétique (20 pages de corps de texte maximum) avec des annexes (script de votre programme, détails de calcul... Certaines annexes pourront être manuscrites). Un soin particulier sera apporté à la rédaction, à l'orthographe et aux graphiques (axes, légendes,...). Ce rapport, réalisé par trinôme, au format pdf, sera déposé **sur la plateforme MOODLE avant le 08/06/2023**;
3. les modalités complémentaires d'évaluation du travail sont décrites dans les documents de présentation du "Projet de Modélisation".