

Abstract

The objective of this thesis is to exploit specific nonlinearities within a meta-chain of oscillators for vibratory energy control and localization. The thesis focuses on the interactions of nonlinear mass-in-mass cells and on modeling and predicting their behaviors, serving as a preliminary step toward the creation of new types of nonlinear metamaterials with designed behaviors. During this investigation, a specific piecewise nonlinearity is explored, initially in a single mass-in-mass meta-cell, and subsequently in a chain of such coupled cells. For the latter, some hypotheses are applied for the transition from the discrete to the continuous domain and to study the behavior of the meta-chain in the vicinity of one of its arbitrary modes. Both fast and slow dynamics are unveiled for the single meta-cell and the meta-chain, providing design tools to tune parameters of the piecewise nonlinearity. Moreover, a stochastic optimization study is conducted to design a mass-in-mass meta-cell. Given the mechanical complexity of implementing the explored nonlinearity in this thesis, an experimental study is performed on a programmable electroacoustic loudspeaker.

Résumé

L'objectif de cette thèse est l'exploitation de non-linéarités spécifiques dans une méta-chaîne d'oscillateurs afin de contrôler et localiser son comportement vibratoire. Cette recherche se concentre sur les interactions entre les cellules « mass-in-mass » non linéaires et la modélisation de leurs comportements, et se veut ainsi une étape préliminaire vers la création de nouveaux types de métamatériaux acoustiques non linéaires à propriétés sur mesure. Au cours de cette investigation, une non-linéarité par morceaux spécifique est explorée, initialement dans une seule méta-cellule « mass-in-mass », puis dans une chaîne périodique de telles cellules couplées. Pour cette dernière, certaines hypothèses sont appliquées pour passer du domaine discret au domaine continu et étudier le comportement de la méta-chaîne autour de l'un de ses modes. Des dynamiques rapides et lentes sont révélées pour les deux systèmes étudiés, fournissant des outils de conception afin d'ajuster les paramètres de la non-linéarité par morceaux. De plus, une étude d'optimisation stochastique est menée pour ajuster finement les paramètres en vue de concevoir une méta-cellule « mass-in-mass ». Étant donnée la complexité mécanique de la mise en œuvre de la non-linéarité explorée dans cette thèse, une étude expérimentale est réalisée sur un haut-parleur électroacoustique programmable.