

MOISEYENKO Rayisa

Ecole Doctorale: ED 37 - Sciences physiques pour l'ingénieur et microtechniques

Formation doctorale: Sciences pour l'Ingénieur

Diffraction dans les cristaux phononiques

## Résumé

Les cristaux phononiques (CP) forment une branche nouvelle et dynamique du domaine des ondes acoustiques et élastiques qui reçoit un grand intérêt depuis une vingtaine d'années. Ce sont par définition des structures périodiques artificielles constituées d'au moins deux matériaux différents. Les CP sont capables de prohiber la propagation des ondes acoustiques qui voudraient les traverser dans certaines régions de fréquence, appelées bandes interdites. Au cours de mes travaux, je me suis intéressée à l'exploration des modes propres des CP, et plus particulièrement aux conditions dans lesquelles des bandes sourdes peuvent exister et à la transformation de la structure de bande qui résulte de la prise en compte des pertes visqueuses. Les cristaux artificiels périodiques ont été utilisés depuis longtemps pour d'autres propriétés que les bandes interdites, par exemple comme réseaux de diffraction. Cependant, la plupart des travaux sur les CP considèrent les régions en fréquence pour lesquelles ceux-ci sont 'transparents' pour une onde incidente donnée et il existe peu d'études qui traitent des CP en régime de diffraction. Un des objectifs de mes travaux de thèse a été d'explorer dans quelle mesure les cristaux phononiques peuvent être employés comme réseaux de diffraction, et en particulier de déterminer s'il est possible d'obtenir des efficacités de diffraction approchant 100% en exploitant leurs bandes interdites. Un autre objectif important a été le contrôle du phénomène de génération d'ondes de surface de Scholte-Stoney par diffraction d'ondes de volume à l'interface entre une plaque solide ondulée et un fluide. Ces ondes de surface ont été étudiées dans les années 1980 pour les communications acoustiques en eau peu profonde et pour le contrôle non-destructif des matériaux, du fait que ces ondes de Scholte-Stoney ont une vitesse de propagation réelle et par conséquent se propagent sans pertes sur de longues distances, tout en restant localisées près de la surface. Dans cette thèse, les conditions de génération des ondes de Scholte-Stoney à l'interface fluide-solide sont étudiées théoriquement et expérimentalement pour le cas silicium-eau.

Diffraction in phononic crystals

## Abstract

Phononic crystals (PC) form a new and dynamic branch in the domain of acoustic and elastic waves. They have received much interest for the last twenty years. Phononic crystals are two- or three-dimensional periodic structures that are made of at least two materials with different mechanical properties. They can exhibit complete band gaps, i.e., finite continuous frequency regions where energy propagation is forbidden for all possible wave directions, or conversely where only evanescent waves are allowed. A part of this thesis is dedicated to the study of PC eigenmodes, and more precisely to band existence conditions and band structure transformation when viscous losses are taken into account. Artificial periodic crystal have been used for a long time for properties other than their band gaps, for example to provoke wave diffraction. In general, diffraction in PC is considered as an undesirable effect and most works consider frequency regions over which the phononic crystal is "transparent" for a given incident wave. There are only few works which consider phononic crystals in the diffraction regime. This thesis studies in what manner phononic crystals can be used as diffraction gratings, in particular to determine if it is possible to get diffraction efficiencies approaching 100%. Another phenomenon considered is the generation of surface Scholte-Stoney waves (SSW) through diffraction of bulk

waves at the interface between a corrugated solid plate and a fluid. SSW have been studied in the 1980's for acoustic communications in shallow water and for non destructive testing of materials, since they have a real velocity, and therefore do not leak energy and propagate over very long distances while sticking to the surface. In this thesis, the conditions under which SSW appear at a corrugated silicon-water interface are studied theoretically and experimentally.