



Avis de Soutenance

Monsieur Kevin ROSENZIVEIG

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **mardi 14 décembre 2021** à 14h00

Lieu : ENSMM 26 Rue de l'Épitaphe 25000 Besançon

Salle : Amphithéâtre Jules Haag

Titre des travaux : Des cavités à ondes acoustiques jusqu'à l'optomécanique

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 30

Unité de recherche : FEMTO-ST Franche Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies

Directeur de thèse : Serge GALLIOU

Codirecteur de thèse : Nicolas PASSILLY HDR NON HDR

Soutenance : Publique A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
M. Serge GALLIOU	Professeur des universités	Université Bourgogne Franche-Comté	Directeur de thèse
M. Pierre-François COHADON	Maître de conférences	Ecole Nationale Supérieure	Co-directeur de thèse
M. Nicolas PASSILLY	Chargé de recherche	CNRS	Co-encadrant de thèse
M. Gilles TESSIER	Professeur	Sorbonne-Université, Institut de la Vision	Examineur
M. Olivier LLOPIS	Directeur de recherche	CNRS, LAAS	Rapporteur
M. Ludovic BELLON	Chargé de recherche	ENS Lyon	Rapporteur

Mots-clés : Optomécanique, Résonateur à Quartz, Acoustique, Fabry-Perot,

Résumé de la thèse (en français) :

Ce travail de thèse est destiné à poursuivre et renforcer les travaux démarrés récemment sur le comportement des résonateurs acoustiques à onde de volume piégée à basses températures (typiquement 4 Kelvins). Dans ces conditions de fonctionnement, leur propriété unique ouvre en effet des perspectives d'applications nouvelles dans différents domaines, depuis les oscillateurs ultra- stables jusqu'aux systèmes quantiques hybrides. Dans toutes ces thématiques de recherche, ces cavités à faibles pertes peuvent jouer un rôle déterminant. Ce travail orienté vers l'optomécanique explore les possibilités d'excitation d'une cavité acoustique par la lumière, avec pour horizon la conception d'un oscillateur cryogénique avec une telle cavité. Sans perdre en généralité, la cavité choisie est un résonateur à quartz adapté aux conditions d'utilisation cryogéniques. La première partie de cette thèse se concentre Université Bourgogne Franche-Comté 32, avenue de l'Observatoire 25000 Besançon, France donc naturellement sur l'étude théorique et expérimentale des cavités optiques Fabry-Perot à miroirs absorbants métalliques, avec notamment une nouvelle méthode pour extraire l'indice de refraction des couches fines métalliques grâce à leurs propriétés particulières lors d'un utilisation en cavité optique, i.e. une largeur à mi-hauteur élargie par rapport au cas non-absorbant, ainsi qu'un décalage en fréquence entre les pics transmis et réfléchis. La deuxième partie analyse divers mécanismes d'excitation mécanique par la lumière, tels que l'excitation photothermique, la pression de radiation et la force électrostrictive. Une étude expérimentale démontre en particulier la faisabilité de l'excitation photothermique à des fréquences supérieures au MHz. La conclusion ouvre sur des perspectives, en particulier d'autres géométries optimisant potentiellement le couplage optomécanique.

Abstract (in English):

This PhD work continues and reinforces recent investigations on bulk acoustic wave resonators at cryogenic temperature (typically 4 Kelvins). In such operating conditions their unique properties open up new applications in different fields, from ultra-stable oscillators to hybrid quantum systems. For all these areas of research, new low-loss devices can play a game changing role. This work, which is oriented towards optomechanics, explores the possibilities of light-based actuation of an acoustical cavity with the horizon of building a cryogenic oscillator with such a cavity. Without loss of generality, the selected cavity is a quartz crystal resonator, adapted to the usage requirements with cryogenic environment. The first part of this thesis focuses on the theoretical and experimental study of optical Fabry-Perot cavities with absorptive mirrors, most notably with a novel method to extract the index of refraction of thin metallic films based on their particular properties when used in an optical cavity, i.e. a broadened Full Width at Half Maximum with respect to the non-absorptive case, as well as a frequency shift between the transmitted and the reflected peaks. In the second part, an analysis is performed on different means of mechanical actuation by light, i.e. by the photothermal force, the radiation pressure force and the electrostrictive force. An experimental study of the former demonstrates in particular the feasibility of photothermal actuation at frequencies exceeding some Megahertz. The conclusion opens gives way to some perspectives, and specifically about other geometries which may potentially optimize the optomechanical coupling.