

Nom du candidat : Abdelali MRABTI

JURY

Président de Jury

Directeur de Thèse

A. AKJOUJ Professeur à l'Université de Lille1, IEMN

Co-Directeur de Thèse

G. LEVEQUE Maître de Conférences à l'Université de Lille1, IEMN

Rapporteurs

B. BONELLO Directeur de Recherche au CNRS à l'Université Pierre et Marie Curie à Paris

A. KHELIF Directeur de Recherche au CNRS à l'Université de Besançon

Membres

P.-M. ADAM Professeur à l'Université de Troyes

M.-P. BERNAL Directrice de Recherche au CNRS à l'Université de Besançon

S. SZUNERITS Professeur à l'Université de Lille1, IEMN

B. DJAFARI-ROUHANI Professeur à l'Université de Lille1, IEMN

TITRE DE LA THESE

Propriétés opto-mécaniques dans des matériaux nanostructurés : couplage plasmons-phonons

Opto-mechanical properties in nanostructured materials: plasmons- phonons coupling

RESUME

Ce travail de thèse porte essentiellement sur l'étude du couplage élasto-plasmonique dans des systèmes périodiques nanostructurés. Cette interaction plasmon/phonon est étudiée dans un premier temps sur un nanofil métallique inséré dans une cavité d'un cristal bidimensionnel, consistant en un réseau de trous d'air percés dans une matrice diélectrique. Le second système analysé est un cristal à résonances locales composé d'une membrane diélectrique non absorbante, sur laquelle nous avons disposé un réseau carré de nanocylindres d'or. L'intérêt d'étudier ce système résulte du fait qu'il supporte des phonons bien localisés au niveau des nanocylindres, ce qui est une condition nécessaire pour un couplage efficace avec les modes plasmoniques. Le troisième système examiné est également un cristal à résonances locales, composé d'un réseau de nanocylindres métalliques en interaction avec un film métallique par l'intermédiaire d'un film ultra-mince de silice. L'intérêt d'étudier cette dernière structure est double : d'une part, les plasmons deviennent sensibles, par leur forte localisation, à des petites déformations du film ; d'autre part, ce système supporte des phonons bien localisés ce qui permet d'obtenir une amplification locale des vibrations à partir d'une source acoustique. En fin, il s'agit d'une cavité duale pour les phonons et les plasmons. Pour les trois systèmes étudiés dans cette thèse, nous avons montré qu'une vibration mécanique peut moduler au cours de sa période acoustique, la longueur d'onde de résonance des modes plasmoniques supportés par la structure.

This thesis is focused on the elastoplasmonic coupling in periodic nanostructured systems. This interaction plasmon/phonon has been studied first for a metal nanowire inserted into a cavity of a two-dimensional crystal, consisting in a periodic array of holes in a dielectric matrix. The second investigated system is a crystal with sustaining local resonances. The crystal is formed by a square array of gold nanocylinders deposited on a non-absorbing dielectric membrane. The interest of such a system is that it can support phonon modes localized in the nanocylinder enabling thus an efficient coupling with plasmon modes. The third system is a crystal constituted by a metal nanoparticles array coupled to a metal film via an ultra thin dielectric spacer (silica). The motivation behind such a study is twofold: first, plasmon modes are sensitive to small local deformations due to their strong confinement; second such a system supports many localized phonons that can provide a local amplification of vibrations. It is then a dual cavity for phonon and plasmon modes. For the three systems studied in this thesis, we have shown that mechanical vibrations can modulate during an acoustic period the wavelength of the plasmon resonance modes supported by the structure.

Soutenance le 12 décembre 2016 à 14h00
Bâtiment M2 - Salle de Réunion 1^{er} étage