

# Soutenance de thèse

Vendredi 2 décembre  
14h00  
Amphithéâtre

## «Microdispositifs suspendus à base de couches minces épitaxiées d'oxydes ferroélectriques à actionnement optique »

Stéphane GABLE

### Jury members :

Samuel MARGUERON, Professeur des universités, Femto-st, Rapporteur  
Brice GAUTIER, Professeur des universités, INSA Lyon, Rapporteur  
Laurent DANIEL, Professeur des universités, Université Paris-Saclay (Centrale Supélec), Examineur  
Gwenaël LE RHUN, Ingénieur de recherche, CEA Grenoble, Examineur  
Philippe LECOEUR, Professeur des universités, Université Paris-Saclay, Directeur de thèse

### Abstract :

En raison de leurs vastes propriétés, telles que la polarisation commutable, la piézoélectricité ou bien l'absorption optique, les ferroélectriques sont particulièrement prometteurs dans le but de développer de nouveaux systèmes micro-électro-mécaniques (MEMS). Parmi les matériaux ferroélectriques, le titanate de plomb et de zirconium (PZT) a surtout été étudié largement pour ses propriétés électromécaniques remarquables et, plus récemment, pour ses propriétés photostrictives (génération de déformations induites sous éclairage) - la photostriction étant basée sur une combinaison des effets photovoltaïques dits bulk et piézoélectriques inverses. Dernièrement, il a été démontré qu'en contrôlant la polarisation ferroélectrique, l'amplitude et le signe – contraction ou expansion du matériau – de la photostriction pouvaient être directement contrôlés dans une couche mince de PZT. Autrement dit, en fonction de l'état de polarisation ferroélectrique dans la couche mince, il est possible de basculer électriquement entre deux réponses photostrictives ultrarapides distinctes.

Par ailleurs, avec la miniaturisation des MEMS à des dimensions nanométriques et les efforts de diminution de la consommation énergétique, une attention toute particulière est accordée aux divers moyens alternatifs d'actionnement mécanique de ces dispositifs sans avoir recours à l'application de champs électriques.

De par sa capacité d'actionnement optique et son caractère accordable démontré très récemment, la photostriction suscite donc un fort intérêt en recherche, et ce, notamment dans le domaine des ferroélectriques. Bien que ce phénomène a été découvert dans de multiples matériaux ferroélectriques ces dernières décennies, la photostriction n'est pas totalement comprise et nécessite donc des études complémentaires, en particulier pour en maximiser les effets et l'intégrer dans de futurs microdispositifs électroniques.

Dans ce travail, l'interaction entre la polarisation électrique et la contrainte photoinduite a été étudiée dans des poutres suspendues à base de couches minces épitaxiées de PZT en tant que premiers prototypes de MEMS photostrictifs. Les déflexions des poutres ainsi que leurs fréquences de résonance ont été étudiées sous illumination UV, par profilométrie optique interférométrique et mesures électriques. Ces études ont révélé la génération de déflexions sous éclairage et de décalages photoinduits de la fréquence de résonance des structures. De plus, il a été démontré que le signe et l'amplitude de ces déflexions et décalages de fréquence dépendent fortement de l'état de polarisation ferroélectrique dans la couche mince de PZT et peuvent être contrôlés par l'application de tension électrique. Ces réponses photostrictives et leur caractère accordable pourraient ainsi élargir les fonctionnalités de dispositifs de type MEMS.

