



# Soutenance de thèse

**Mardi 11 juillet 2017**

14 h – C2N, Site d'Orsay, Bâtiment 220 91405 Orsay

salle 44 (P. Grivet)

Monsieur Zhichao SHI

« *Micro-actionneurs numériques en silicium pour la réalisation d'un micro-convoyeur* »

Composition du jury

M. Emile MARTINCIC	Université Paris-Sud	Directeur de these
Mme Nora DEMPSEY	Institut Néel	Rapporteur
M. Yassine HADDAB	Université de Montpellier	Rapporteur
M. Philippe LUTZ	Université de Franche-Comté	Examineur
M. Denis AUBRY	Ecole CentraleSupélec	Examineur
M. Frédéric LAMARQUE	Université de Technologie de Compiègne	Examineur
M. Elie LEFEUVRE	Université Paris-Sud	Examineur

## Résumé

Les travaux de cette thèse portent sur le développement (modélisation, conception, réalisation et tests) d'une surface intelligente (smart surface) composée d'un réseau d'actionneurs numériques MEMS, capables de mouvoir des charges posées dessus. Pour la réalisation de ces smart-surfaces, deux voies ont été explorées : un actionnement par voie électromagnétique, constituée d'aimants fixes et mobiles, et un actionnement utilisant des éléments bistables couplés à des alliages à mémoire de forme. Dans le premier cas, la simulation de l'interaction magnétique entre un micro-actionneur et le champ créé par des pistes conductrices placées à proximité a été réalisée. Un réseau de 5x5 micro-actionneurs électromagnétiques quadristables a été ensuite conçu, réalisé et caractérisé. Ce démonstrateur est fonctionnel en convoyage d'objets légers en translation et en rotation. Dans le second cas, la conception et la réalisation d'un actionneur MEMS élémentaire ont été menées : des modèles analytiques ont été confrontés aux résultats obtenus par éléments finis, et enfin comparés aux résultats expérimentaux. Ces travaux ciblent la problématique de la commande des systèmes mécatroniques, à actionneurs multiples, aux échelles méso ou microscopique. La connectique associée est un problème récurrent dans les systèmes fortement miniaturisés, les structures présentées ici présentent un fort potentiel de réduction des connexions filaires, voire leur élimination complète.

**Abstract:**

This doctoral dissertation involves in the development of a smart surface (modelling, design, fabrication and tests), composed of an array of MEMS digital actuators, capable of moving objects placed on it. In order to produce these smart surfaces, two types of actuation were explored: electromagnetic actuation on fixed and mobile magnets and opto-thermal actuation of shape memory alloys on bistable elements. In the first case, simulation of the magnetic interaction between a micro-actuator and the magnetic field generated by nearby current wires was performed. Then, an array of 5x5 quadristable electromagnetic micro-actuators was designed, produced and characterized. This demo prototype is functional for small-weight object conveyance by translation and rotation. In the second case, design and fabrication of an elementary MEMS actuator were carried out: analytical models were confronted with the results from Finite Element Analysis, and at last compared to experimental ones. This work targets at the issue of controlling multiple-actuator mechatronics systems, at meso- or micrometric scale. Since the associated connectors are a recurring problem in highly miniaturized systems, the structures presented herein demonstrate important potential of cabling reduction, towards complete wireless configurations.

**Mots-clés :** microfabrication sur silicium, gravure profonde aux réactions ioniques, MEMS