

Développement d'un micro-miroir 2D

Les microsystèmes électromécaniques (MEMS) sont des composants qui ont intégré depuis maintenant 10 ans notre quotidien. Nombre d'entre eux sont aujourd'hui commercialisés et présentent une maturité technologique élevée avec plusieurs millions d'unités vendus chaque année. Ce sont à titre d'exemple : les accéléromètres dans les airbags de nos voitures (*Analog Devices*) ou les têtes d'éjection de l'encre de nos imprimantes (*EPSON*). Ils peuvent également constituer la station inertielle de nos manettes de jeu ou de nos téléphones portables (accéléromètre et gyroscope *STMicroelectronics* dans la *Wii* ou gyroscope dans l'*iPhone*), des capteurs de pression (*Bosch*, *STMicroelectronics*), des micro-pompes à insuline (*Debiotech*), ou encore des pico-projecteurs (*TI*, *Hitachi*)...

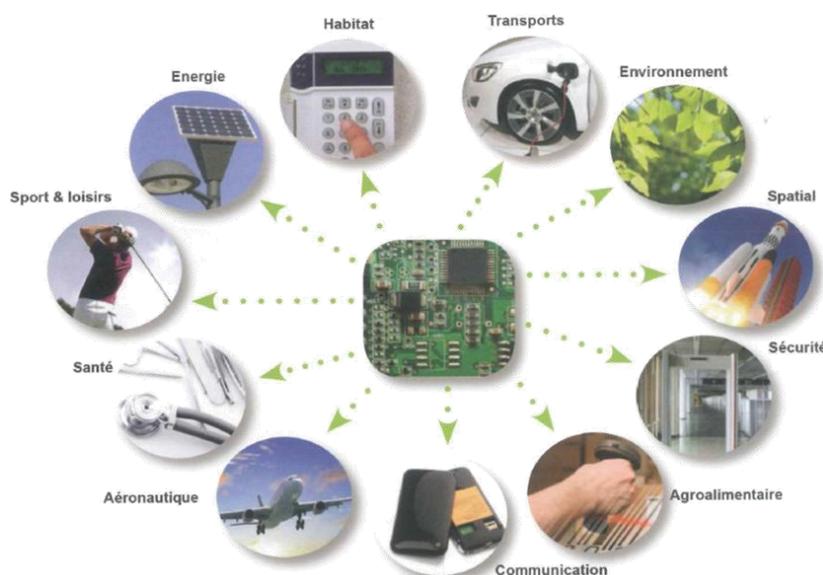


Figure 1: Exemples de champs d'application pour les MEMS.

Après un fort engouement pour les MEMS appliqués à l'optique (MOEMS) au début des années 2000 pour les applications télécoms, ces composants reviennent sur le devant de la scène avec une demande croissante associée à la voiture autonome. Effectivement, les véhicules autonomes doivent disposer de moyens de cartographie de leur environnement proche ou plus lointain pour détecter les obstacles. Le LIDAR (LIght Detection And Ranging) permet de remplir cette fonction. Son principe de fonctionnement consiste à scanner l'environnement à l'aide d'un faisceau laser et de mesurer la distance entre le lidar et le point où se réfléchit le laser. Un micro-miroir peut avantageusement remplir cette fonction de scanner tout en assurant une compacité du système et un coût de production faible.

Le CEA-LETI a dans la passé développé des scanners à base de micro-miroirs actionnés par effet piézoélectrique, comme le montre la figure suivante.

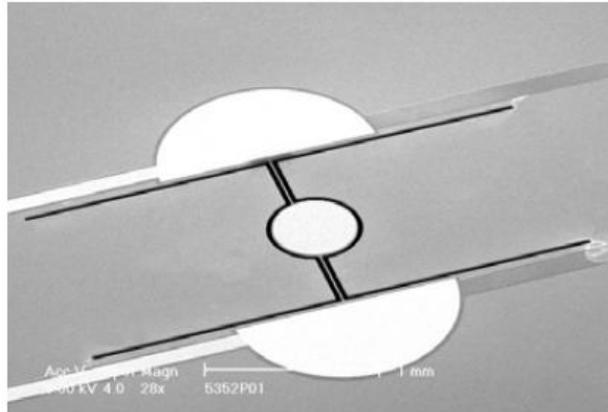


Figure 2: Photographie MEB d'un micro-miroir développé au CEA-LETI avec actionneurs en PZT.

Le matériau piézoélectrique utilisé pour le développement de ce composant est du PZT ($\text{Pb}(\text{Zr}_x, \text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$) déposé en couche mince par la méthode sol-gel. Une seconde étude est en cours pour évaluer l'opportunité d'utiliser comme actionneur un matériau électro-actif en polymère, tel que le PVDF. Cette seconde étude est menée dans le cadre d'un projet Européen appelé LAB4MEMSII (<http://www.lab4mems2.ite.waw.pl/overview.html>). Ces développements portent sur des micro-miroirs 1D, le miroir pouvant se mouvoir selon un seul axe.

Le but de cette thèse sera donc de développer un micro-miroir 2D capable de scanner l'espace suivant deux directions perpendiculaires, notamment pour l'application LIDAR.

Pour cela, il s'agira tout d'abord d'étudier l'état de l'art sur les micro-miroirs, afin de bien comprendre les spécifications liées à l'application visée et de comprendre les faiblesses des différentes approches déjà développées.

A partir de ces spécifications, le candidat devra investiguer le principe d'actionnement. Il s'agira de comparer les performances potentielles d'un actionnement piézoélectrique ou d'un actionnement magnétique, voir électrostatique afin de choisir le plus adapté.

Suite à ces études préliminaires, et en parallèle de l'étude expérimentale des micro-miroirs 1D existants, le candidat devra travailler à la modélisation analytique et/ou par éléments finis sous COMSOL des nouvelles architectures de micro-miroirs 2D.

La fabrication des démonstrateurs sera assurée par la plateforme technologique du CEA. Le candidat participera au suivi de cette fabrication puis effectuera les caractérisations électromécaniques et optiques des dispositifs afin de les comparer aux spécifications visées. Enfin, l'étudiant proposera toutes les pistes et nouvelles architectures susceptibles d'améliorer les performances de ces dispositifs en vue d'un second run d'optimisation. Les notions de packaging et contraintes d'intégration dans un système fonctionnel devront être prises en compte dès la phase de conception du micro scanner afin de faciliter son intégration dans un futur démonstrateur pour le showroom du CEA.

Lors de cette étude, le candidat pourra s'appuyer sur toute l'expertise des équipes MEMS, développée au LETI ces trente dernières années, pour être formé et encadré durant les 3 ans de thèse.