

## ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES POUR L'INGENIEUR

### Sujet de thèse :

### **Actionneur innovant à base d'alliage à mémoire de forme : vers un actionneur universel.**

Directeur de thèse : Xavier Balandraud

Laboratoire ou UR : Institut Pascal (MMS) – UMR CNRS 6602

Université : SIGMA Clermont

Email et téléphone : [Xavier.Balandraud@sigma-clermont.fr](mailto:Xavier.Balandraud@sigma-clermont.fr) / +33 (0)4 73 28 80 89

Co-encadrants : Frédéric Chapelle, Institut Pascal (MMS), SIGMA Clermont ;

[Frederic.Chapelle@sigma-clermont.fr](mailto:Frederic.Chapelle@sigma-clermont.fr) / +33 (0)4 73 28 81 18

Jean-François Destrebecq, Institut Pascal (MMS), Université Clermont Auvergne ;

[Jean-Francois.Destrebecq@uca.fr](mailto:Jean-Francois.Destrebecq@uca.fr) / +33 (0)4 73 28 80 78

### **Résumé :**

Nous proposons dans ce sujet de thèse une combinaison originale des alliages à mémoire de forme (AMF) et des mécanismes compliants (c.-à-d. entièrement constitués d'un matériau souple). L'objectif est de développer un actionneur qui soit plus universel dans ses capacités cinématiques (nombre de degrés de liberté) que ceux existant actuellement. En pratique, il s'agira par exemple de passer d'un actionnement en translation à un actionnement en rotation, puis de pouvoir combiner translation et rotation en choisissant le pas du mouvement hélicoïdal obtenu.

Ce type d'actionneur serait innovant et en rupture avec la distinction classique entre actionneurs linéaires et rotatifs. L'utilisation de composants AMF couplés à une structure compliante [1]–[4] permet d'envisager un tel actionneur, en s'appuyant sur :

- l'optimisation géométrique de la structure compliante et l'intégration fine des composants AMF ;
- l'impression plastique 3D.

Les applications potentielles sont principalement au sein des secteurs dont les besoins en intégration de composants sont importants (métrologie de précision, médical, etc.). Les tâches devant être accomplies par le doctorant seront :

- état de l'art sur les dispositifs combinant AMF et mécanisme compliant, ainsi que sur les mobilités permises par les mécanismes compliants actuels ;
- optimisation numérique de la géométrie de la structure compliante qui supportera les composants en AMF ;
- conception, fabrication et mise en place d'un système d'activation thermique des AMF ;
- évaluation expérimentale du démonstrateur (avec des critères basés sur la course, les efforts transmissibles, la minimisation des mouvements parasites, et le suivi thermique des AMF par caméra).

Le doctorant recruté devra être motivé par la conception et la fabrication (fab lab), l'expérimentation, la modélisation (éléments finis) et l'optimisation, et avoir un goût prononcé pour l'innovation.

[1] A. Mekaouche, F. Chapelle, et X. Balandraud, « FEM-based generation of stiffness maps », *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 31, n° 1, p. 217–222, 2015.

[2] A. Mekaouche, F. Chapelle, et X. Balandraud, « Using shape memory alloys to obtain variable compliance maps of a flexible structure: concept and modeling », *Meccanica*, vol. 51, n° 6, p. 1287–1299, 2016.

[3] H. Yuan, X. Balandraud, J. C. Fauroux, et F. Chapelle, « Compliant Rotary Actuator Driven by Shape Memory Alloy », in *New Advances in Mechanisms, Mechanical Transmissions and Robotics*, Springer, 2016, p. 343–350.

[4] H. Yuan, J.-C. Fauroux, F. Chapelle, et X. Balandraud, « A review of rotary actuators based on shape memory alloys », *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, in press, 2017.