



## **Design, development and characterization of a continuum, active and multistable exoskeleton for hands**

### **Context:**

In industry, musculoskeletal disorders (MD) strongly impede productivity, result in sick leaves, and deteriorate the life quality of the employee. Most of MD are related to hands, wrists and fingers. Reducing MD risks and the working conditions difficulty is therefore an essential topic contributing to the Industry of Future context. Exoskeletons are typically one of the technology solutions for that. Meanwhile, existing exoskeleton systems do not respond to the actual needs. Continuum structures represent appealing alternatives with higher potential acceptance rates and application fields.

### **Objectives:**

This Ph.D. work aims to design, develop, characterize, and model a new generation of continuum exoskeletons based on active structures (piezoelectric and shape memory alloys) and multistable mechanisms. The resulting devices should be lightweight, portable, safe, and able to provide appropriate assistive forces.

### **Run of the PhD work:**

The Ph.D. fellow will start with a literature review that includes exoskeleton, multistable systems, and active structures for these two applications. Then, she/he will carry out the design, the modeling, and the fabrication of a continuum exoskeleton. Intermediary simple structures will be elaborated to validate the multistable systems before constructing the whole device. Once the prototype is created, the candidate will characterize its performance and compare them with numerical simulation results. Afterward, the student will model the exoskeleton with consideration of the active structure nonlinearities among others. The resulting model will be potentially used to design a controller for the exoskeleton.

### **Background:**

Excellent candidates with good backgrounds in mechatronics, robotics, or mechanical engineering are welcome to apply. The candidate should have interest in experiments as well. Knowledge or experience in active structures (piezoelectric, shape memory alloy), ROS/ROS2, or python is welcomed.

### **Supervisors:**

The work will be carried out at the SYSTEMS department of the Laboratoire Génie de Production at ENIT Tarbes in France.

- Micky Rakotondrabe, full professor, [mrakoton@enit.fr](mailto:mrakoton@enit.fr)
- Benjamin Mauzé, associate professor, [bmauze@enit.fr](mailto:bmauze@enit.fr)

### **Application:**

Applications are to be mailed to the above supervisors and should include: a CV, a letter of motivation, and transcripts (Bachelor, MSc).

More information: <http://m.rakoton.net/proposals.php>



## Conception et Caractérisation d'un exosquelette continu actif de la main à configurations multistables

### **Contexte :**

Les troubles musculo-squelettiques (TMS) empêchent une pleine productivité des employés, provoquent des arrêts de travail et surtout détériorent leur vie privée. Une grande partie des TMS touchent la main, le poignet et les doigts. La réduction des risques de TMS et de la pénibilité au travail est donc un défi d'actualité important. Les exosquelettes peuvent être une solution intéressante pour contribuer à cela, cependant les structures actuelles ne répondent souvent pas tout à fait aux besoins actuels. Les structures continues représentent des alternatives intéressantes dont les perspectives d'utilisation et d'acceptation sont très attrayantes.

### **Objectifs de la thèse :**

Dans cette thèse, nous proposons de concevoir, modéliser et caractériser une nouvelle génération d'exosquelette continu de la main. Basé sur la combinaison de structures piézoélectriques, d'alliage à mémoire de forme et de configurations multistables, le dispositif devra être portable, sécurisé et capable de déployer des forces d'assistance adaptées.

### **Déroulement de la thèse :**

Le doctorant ou la doctorante devra dans un premier temps faire un état de l'art incluant les exosquelettes, les systèmes multistables et les utilisations des structures piézoélectriques et alliages à mémoire de forme (AMF) dans ces applications et les applications connexes. Ensuite, l'étude, la conception et la réalisation d'un prototype de l'exosquelette seront entamées. Les tests expérimentaux seront comparés avec les simulations numériques effectuées lors de l'étude et de la conception. Une modélisation de l'exosquelette sera à développer. Elle prendra en compte l'interaction entre l'exosquelette et son porteur ainsi que les non-linéarités des actionneurs piézoélectriques et AMF. En utilisant le modèle développé, des commandes basiques au niveau articulaire et de l'ensemble de l'exosquelette seront à développer pour expérimenter les performances de ce dernier en situation d'utilisation.

La thèse implique des réalisations et des tests expérimentaux et le travail sera mené au département SYSTEMES du Laboratoire Génie de Production, à l'ENIT Tarbes. Des validations intermédiaires en créant des structures simples pourront être menées avant d'aboutir à une configuration finale. Cette dernière pourra être modifiée en fonction des retours utilisateurs pour pouvoir avoir un équipement utile et acceptable.

### **Compétences recherchées :**

Issu-e d'une formation en mécatronique, robotique, ou mécanique, le/la candidat-e devra être curieux-se et aimer expérimenter. Avoir quelques connaissances dans les éléments suivants sera un atout : structures actives (piézoélectriques, alliage à mémoire de forme), CAO, python, ROS/ROS2.

### **Encadrement :**

- Micky Rakotondrabe, Professeur des Universités, [mrakoton@enit.fr](mailto:mrakoton@enit.fr)
- Benjamin Mauzé, Maître de conférences, [bmauze@enit.fr](mailto:bmauze@enit.fr)

### **Modalité de candidature :**

Documents à envoyer par email aux encadrants : CV, lettre de motivation, relevés de notes post-bac, dont ceux du Master (1ère année, et ceux disponibles de la 2ème année).

Plus d'information : <http://m.rakoton.net/proposals.php>