

## Développement d'un nouveau matériau polymère mécaniquement actif et contrôlé par électrochimie pour le développement de muscles artificiels.

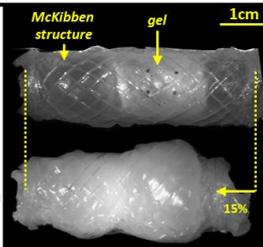
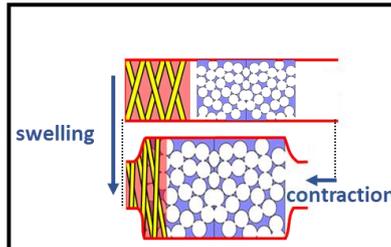
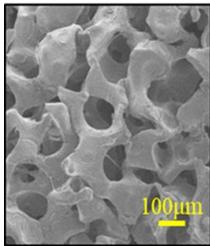
**Stage de 4 à 6 mois pour un.e étudiant.e de M2**

**Lieu du stage :** LAAS-CNRS (Toulouse)

**Compétences nécessaires :** physico-chimie (*autres compétences valorisée : polymères, milieux continue, électrochimie*)

**Mots clefs :** Matériau, transport, actionneurs innovant

**Contact :** Vincent Mansard ( [vmansard@laas.fr](mailto:vmansard@laas.fr) )



Les robots et les prothèses médicales peinent à remplir les espoirs qu'ils suscitent car ils reposent sur l'utilisation de moteurs électriques non adaptés. Ces deux domaines ont un besoin vital d'actionneurs innovants - ou **muscles artificiels**. Les recherches pour un tel saut technologique s'accroissent. Les actionneurs innovants reposent principalement sur des matériaux mécaniquement actifs, qui peuvent se déformer de manière réversible. Cependant, jusqu'à présent, ces actionneurs sont faits de couches minces de matériau actif (inférieure à 10 µm à 1 mm). Ainsi, ces actionneurs ne produisent pas suffisamment de déplacement et de force pour être utilisés en robotique.

Dans des travaux préliminaires, nous avons franchi une première étape afin de fabriquer un muscle artificiel de grande taille aux propriétés mécaniques adaptés à la robotique. Nous avons utilisé un gel actif (ou « smart gel ») fait de polyacide acrylique (pAA) sensible au pH qui peut multiplier son volume par 10. Ce gonflement est dû à l'absorption de solvant. Jusqu'à présent les gels actifs étaient trop lent à gonfler. Nous avons accéléré le gonflement en rendant le gel poreux. La porosité permet en effet un transport plus rapide du solvant au sein du gel. Nous avons ainsi fabriqué un muscle artificiel de plusieurs centimètres pouvant se contracter en 10s (au lieu de plusieurs heures pour un gel non poreux).

Les gels poreux ouvrent de nouvelles possibilités. Cependant, les gels sensibles au pH sont compliqués à intégrer. Ils requièrent l'intégration de système fluide pour changer rapidement le pH. Durant ce stage, l'étudiant développera une nouvelle stratégie pour contrôler le gonflement de gel poreux. Il mettra en place un dispositif d'électrochimie permettant de modifier la salinité au sein du gel. En effet les gels de pAA sont aussi sensibles à la présence de cation métallique ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ). Cette stratégie permettra un contrôle de gel actif plus efficace, plus rapide et plus simple à intégrer. Cette stratégie originale n'a jamais été considérée.

L'étudiant.e viendra synthétiser des électrodes électrochimiques dédiées faites de polymère conducteur. Il/elle mettra en place le système électrochimique et caractérisera les réactions électrochimiques mises en jeu. Il/elle viendra mesurer et modéliser les cinétiques de réactions et de transport d'ion. Enfin il/elle développera un muscle artificiel contrôlé par électrochimie.

**L'étudiant.e devra avoir des bonnes compétences en physico-chimie. Des connaissances en physique ou chimie des polymères, en physique des milieux continus et en électrochimie seront aussi requises. L'étudiant.e doit aussi avoir une forte capacité d'autonomie et l'envie de s'aventurer dans un sujet de recherche innovant.**

## Development of a new mechanically active polymer material controlled by electrochemistry for artificial muscles

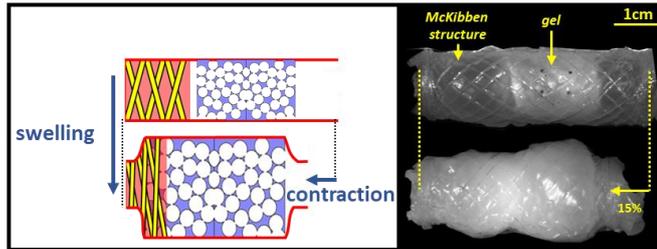
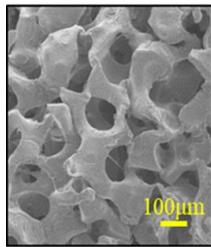
### *Internship of 4 to 6 month for a M2 student*

**Place :** LAAS-CNRS (Toulouse)

**Required skills:** physico-chemistry (*other skills: polymers, continuous material and transport, electrochemistry*)

**Key words:** Material, transport, innovative actuator

**Contact:** Vincent Mansard ([vmansard@laas.fr](mailto:vmansard@laas.fr))



Robots and medical prostheses are struggling to fulfill the hopes they arouse because they rely on the use of unsuitable electric motors. Both of these areas have a vital need for innovative actuators - or artificial muscles. Research for such a technological leap is accelerating. Innovative actuators rely primarily on mechanically active materials, which can be reversibly deformed. However, until now, these actuators are made of thin layers of active material (less than 10  $\mu\text{m}$  to 1 mm). Thus, these actuators do not produce enough displacement and force to be used in robotics.

In preliminary work, we have taken a first step towards building a large artificial muscle with mechanical properties suitable for robotics. We used a smart gel made of pH sensitive poly-acrylic acid (PAA) which can multiply its volume by 10. This swelling is due to the absorption of solvent. Until now, active gels were too slow to swell. We accelerated the swelling by making the gel porous. The porosity allows for a faster transport of the solvent within the gel. We have made an artificial muscle of several centimeters that can contract in 10s (instead of several hours for a non-porous gel).

Porous gels open up new possibilities. However, pH sensitive gels are complicated to integrate. They require fluidic system to quickly change the pH. During this internship, the student will develop a new strategy to control porous gel swelling. He/she will set up an electrochemical device to modify the salinity within the gel. Indeed the pAA gels are also sensitive to the presence of metal cation ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ). This strategy will make active gel control more efficient, faster and easier to integrate. This original strategy has never been considered.

The student will synthesize dedicated electrochemical electrodes made of conductive polymer. He/she will set up the electrochemical system and characterize the involved electrochemical reactions. He/she will measure and model the kinetics of reactions and ion transport. Finally, he/she will develop an artificial muscle controlled by electrochemistry.

***The student must have good physico-chemistry skills. Knowledge in science of polymer, continuous media physics and electrochemistry will also be required. The student must also have a strong capacity for autonomy and the desire to venture into an innovative research subject.***