

PROJET DE STAGE POUR L'ANNEE ACADEMIQUE 2019-2020

*Durée du stage : 5-6 mois. Pourrait convenir pour un stage de M2 ou pour un stage de césure.
Stage gratifié.*

Titre du projet: Conception d'une plateforme de force en polymère pour l'étude de la locomotion des fourmis

EQUIPE D'ACCUEIL

Nom de l'équipe: Microsystèmes électromécaniques (LAAS) & Collective Animal Behavior (CRCA - CBI)

Website: <https://www.laas.fr/public/fr/MEMS> and <http://cbi-toulouse.fr/fr/equipe-fourcassie>

INFORMATION SUR LE PROJET

Description du projet:

Le projet proposé vise à concevoir une plateforme de force en micropiliers de polydiméthylsiloxane (PDMS) afin d'analyser les forces de réaction au sol de fourmis lors de leur déplacement sans ou avec transport de charge. Des travaux récents (Merienne et al, 2019) ont montré que la cinématique de la locomotion des fourmis est quelque peu modifiée lors du transport de charge. En effet, il semblerait que les fourmis qui portent une charge s'accrochent au substrat avec les griffes situées à l'extrémité de leurs pattes pour éviter d'être déséquilibrées. Ces altérations biomécaniques sont révélées par l'analyse des vidéos mais leur compréhension est incomplète sans la mesure des forces de réaction au sol produites par les fourmis. Suivant la taille des fourmis ces forces peuvent varier de 5-6 μN à quelques dizaines de μN . Des capteurs ont été mis au point pour la mesure de ces forces mais ils sont, soit limités dans leur utilisation car ils ne permettent de mesurer les forces de réaction que d'une seule patte à la fois (Reinhardt & Blickhan, 2014), soit extrêmement longs et délicats à fabriquer (Takahashi et al, 2014). L'objectif de ce stage est de développer une plateforme de force en « tapis » constituée de micropiliers en PDMS (Khare et al, 2015) permettant de mesurer les forces de réaction au sol lors de l'appui simultané de plusieurs pattes à partir de la mesure de la déformation des micropiliers. La longueur, le diamètre, et la densité de ces micropiliers devront être établis afin de mesurer de manière adéquate les forces exercées par les fourmis lors de leur locomotion.

Références :

Khare, S. M., Awasthi, A., Venkataraman, V., & Koushika, S. P. (2015). Colored polydimethylsiloxane micropillar arrays for high throughput measurements of forces applied by genetic model organisms. *Biomicrofluidics*, 9, 014111.

Merienne, H., Latil, G., Moretto, P., Fourcasié, V. (2019) Walking kinematics in the polymorphic seed harvester ant *Messor barbarus*: influence of body size and load carriage. doi: <https://doi.org/10.1101/614362>

Reinhardt, L., Blickhan, R. (2014). Ultra-miniature force plate for measuring triaxial forces in the micronewton range. *Journal of Experimental Biology* 217: 704-710.

Takahashi, H., Thanh-Vinh, N., Jung, U. G., Matsumoto, K., & Shimoyama, I. (2014). MEMS two-axis force plate array used to measure the ground reaction forces during the running motion of an ant. *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 24, 065014.

Techniques qui seront utilisées par l'étudiant(e): prototypage, travail en salle blanche, étalonnage, traitement d'image, modélisation, travail avec des insectes.

ENCADREMENT:

Christian Bergaud (LAAS), Vincent FOURCASSIE (CRCA)

E-mail: christian.bergaud@laas.fr, vincent.fourcassie@univ-tlse3.fr

RESEARCH PROJECT FOR THE ACADEMIC YEAR 2019-2010

*Internship duration: 5-6 months. Suitable for a M2 internship or an internship during a year off.
Salary: about 550 Euros/month (“gratification”)*

Project title: Design of a polymer-based force platform to analyze ant locomotion

RESEARCH TEAMS

Collective Animal Behavior (CRCA) & Microelectromechanical systems– (LAAS)

Website: <https://www.laas.fr/public/fr/MEMS> and <http://cbi-toulouse.fr/fr/equipe-fourcassie>

INFORMATION ON THE RESEARCH PROJECT

Project description:

The project aims at designing a force platform based on polydimethylsiloxane (PDMS) micropillars allowing the measurements of the ground reaction forces produced by ants during locomotion while carrying a load in their mandibles. We have recently shown (Merienne et al, 2019) that the kinematics of ant locomotion is altered in different ways in this condition. The analysis of the videos reveals in particular that ants are clinging to the floor with the claws of their hind legs to keep their balance during locomotion. Yet, the full characterization of this behaviour will remain incomplete without the measure of the forces exerted by the legs on the ground during locomotion. Depending on ant size, these forces can vary from 5-6 μ N to several tens of μ N. Different types of sensors have been designed to measure these forces but their production is either costly and difficult (Takahashi et al, 2014) or they do not allow to measure the forces exerted by several legs simultaneously in contact with the ground (Reinhardt & Blickhan, 2014). The aim of this internship is to build a force platform made of a mesh of PDMS pillars (Khare et al, 2015) allowing a precise measurement of the forces exerted by several legs simultaneously in contact with the ground. This will be done by measuring the bending of the pillars under the forces exerted by the legs. This will require to find the optimal length, diameter, and spatial distribution of the pillars needed to give the most accurate measurement of the forces exerted by ant legs on the ground during locomotion.

References :

- Khare, S. M., Awasthi, A., Venkataraman, V., & Koushika, S. P. (2015). Colored polydimethylsiloxane micropillar arrays for high throughput measurements of forces applied by genetic model organisms. *Biomicrofluidics*, 9, 014111.
- Merienne, H., Latil, G., Moretto, P., Fourcasié, V. (2019) Walking kinematics in the polymorphic seed harvester ant *Messor barbarus*: influence of body size and load carriage. doi: <https://doi.org/10.1101/614362>
- Reinhardt, L., Blickhan, R. (2014). Ultra-miniature force plate for measuring triaxial forces in the micronewton range. *Journal of Experimental Biology* 217: 704-710.
- Takahashi, H., Thanh-Vinh, N., Jung, U. G., Matsumoto, K., & Shimoyama, I. (2014). MEMS two-axis force plate array used to measure the ground reaction forces during the running motion of an ant. *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 24, 065014.

Techniques that will be used by the student: Prototyping, cleanroom work, calibration, image analysis, working with insects.

SUPERVISION:

Christian Bergaud (LAAS), Vincent FOURCASSIE (CRCA)

E-mail: christian.bergaud@laas.fr, vincent.fourcassie@univ-tlse3.fr