



Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes
Unité Mixte de Recherche n° 7636

PhD offer: Designing soft modes for morphable meta-materials.

An active stream of research seeks to “physically program” architected materials in order to obtain new mechanical properties: this is now possible thanks to fast and affordable digital manufacturing techniques (e.g. 3D printing).

This project will focus on meta-materials (architected materials) to which we want to give specific shape-shifting capabilities. We will use material architecture with abnormally easy deformation modes (e.g. the shearing of a fabric is very easy because of its crossed thread structure). By organising these « soft » modes, we will provide strongly preferred global modes of deformations of the structure, and controlled shape-shifting of the global structure. We will then be able to imagine applications for these material-mechanisms, for example in the field of orthopaedic medicine (splints, corsets or exo-skeletons preventing certain deformations while leaving free other movements).

The Research will be mainly experimental (how to make, observe and mechanically characterise these structures), in connection with theoretical work (how to describe the mechanics of these architected structures, and solve the inverse problem).

The thesis will take place at the [PMMH laboratory](#) (in the center of Paris), but will be carried out in collaboration with the group of [H.Aharoni \(Weizmann Institute, Israel\)](#). Both labs are very active on these subjects, developing complementary approaches (experimental in Paris, theoretical in Israel). The thesis will be funded by the « Weizmann-CNRS Collaboration Program » which supports the DESMOD project (*Designing Soft Modes for Morphable Metamaterials*).

The research work will be mainly conducted at PMMH in Paris, with regular visits (typically once a year) to the Weizmann Institute (Israel). Conversely, a PhD student (already identified) from the Weizmann group who will work on the theoretical side of this project will come to Paris regularly. The thesis will thus be part of a PhD tandem between the two laboratories.

Profile and skills required:

- fundamental Master's degree in physics or mechanics
- Interest in experimental and fundamental research, in digital manufacturing, and geometry.



benoit.roman@espci.fr <https://blog.espci.fr/benoitroman/>

<https://blog.espci.fr/jbico>



Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes
Unité Mixte de Recherche n° 7636

Bourse de thèse: Programmer les changements de forme de méta-matériaux

Peut-on programmer « physiquement » de matériaux architecturés pour obtenir des propriétés mécaniques nouvelles ? On peut maintenant l'imaginer, grâce au développement de nombreuses techniques de fabrication numérique (par exemple, l'impression 3D). Dans ce projet on s'intéressera à des méta-matériaux (matériaux architecturés) auxquels on veut donner des capacités de changement de forme spécifiques. On utilisera des architectures de matériau lui conférant des modes de déformation anormalement facile (par exemple le cisaillement d'un tissu est très facile à cause de sa structure en fils croisés). En organisant ces modes « mous », on cherchera à obtenir des modes privilégiés de changement de formes à la demande, qui permettront des changements de forme naturels de la structure globale. On pourra alors imaginer des applications à ces matériaux-mécanismes, par exemple dans le domaine de la médecine orthopédique (attelles, corsets ou exo-squelettes empêchant certaines déformations tout en laissant libre certains autres mouvements) Ce travail sera de nature principalement expérimentale (comment fabriquer, observer et caractériser ces structures), en lien avec un travail théorique (comment décrire la mécanique et résoudre le problème inverse).

Cette thèse aura lieu au [laboratoire PMMH](https://www.pmmh.fr/) (UMR 7636) dans le centre de Paris, mais se déroulera en collaboration avec le groupe de H.Aharoni (Weizmann Institute, Israel, <https://www.weizmann.ac.il/complex/Aharoni>). Les deux labos sont très actifs sur ces sujets, développant des approches complémentaires (expérimental à Paris, théorique en Israel). La thèse sera financée par le « Weizmann-CNRS Collaboration Program » qui soutient le projet DESMOD (*Designing Soft Modes for Morphable Metamaterials*). Le travail de recherche sera ainsi principalement conduit au PMMH à Paris, avec des séjours réguliers (typiquement une fois par an) au Weizmann Institute (Israel). Inversement, un doctorant (étudiant déjà identifié) du groupe du Weizmann qui travaillera sur le versant théorique de ce projet viendra à Paris régulièrement. La thèse fera donc partie d'un tandem de doctorants entre les deux laboratoires.

Profil et compétences requises :

- Formation Master en Physique, ou Mécanique du solide / ou ingénieur.
- intérêt pour la recherche expérimentale, fondamentale, pour la fabrication numérique et la géométrie.



benoit.roman@espci.fr

<https://blog.espci.fr/benoitroman/>

<https://blog.espci.fr/jbico>