



PhD position available in computational mechanics

Context:

Architected Materials [1] are an emerging class of advanced materials that bring new possibilities in terms of functional properties, filling gaps in Ashby's material performance maps. The term architected materials describes any heterogeneous material that exhibits improved specific properties due to a thoughtful and predetermined morphology and/or topology design. Additive manufacturing has been fostering the development of such materials in recent years.

In the context of a project aiming at developing additive manufacturing for architected materials, we intend to investigate lightweight metallic materials with the ability to deform with a large amplitude in the elastic domain. The concept relies on the conjugate effect of an internal architecture generating structural ensemble effects, as well as the inner constitutive material, a NiTi alloy obtained by additive manufacturing, which is a shape-memory alloy, i.e. exhibiting super-elastic behaviour. Applications are focused on the aerospace domain for the structural design of drones, with the perspective of mechanical actuation.

The goal of the present project is to perform a parametric study for optimizing the effective behaviour of an auxetic periodic cell obtained made of additively manufactured NiTi, which seems to be a rather good candidate regarding the actuation set of requirements defined. Various geometric parameters will be considered in this computational experiment campaign, using finite elements. Effective properties for each configuration will be obtained through computational homogenization. A finite deformation anisotropic thermo-elastic framework will be adopted in order to account for material and geometric non-linearities of the unit-cell, especially between passive and active states.

This PhD project is part of the ALMARIS research program funded by ANR (2017-2021).

Keywords:

Architected materials, topology optimization, additive manufacturing, aerospace engineering.

Candidate:

The candidate should have obtained a Master's degree with a strong background in computational mechanics, numerical methods or any related field, as well as interest in materials science and aerospace engineering; although prior knowledge of the French language is not mandatory, spoken and written English proficiency is needed. You should also be highly motivated, talented and enthusiastic, and have an independent and well-structured working style.

The employment contract is for 3 years full-time, starting as soon as possible. Net salary is about 1400-1800 EUR per month, depending on the will of the candidate to take on teaching responsibilities (64 hours per year). Applications, including CV, list of publications, cover letter, contact details of at least 2 persons who could recommend the candidate, and BSc/MSc grade transcripts should be sent **as a single PDF file** to justin.dirrenberger@ensam.eu.

References:

[1] O. Bouaziz, Y. Bréchet and J. D. Embury, *Adv. Eng. Mater.*, **10**(1-2), pp. 24-36, 2008.



Doctorat en mécanique numérique des matériaux

Contexte :

Les matériaux architecturés [1] sont une classe émergente de matériaux avancés, étendant le champ des possibles en termes de propriétés fonctionnelles. Le terme matériaux architecturés comprend tout matériau hétérogène ayant des propriétés spécifiques améliorées du fait d'une conception morphologique et topologique intelligemment prédéfinie. La fabrication apparaît comme une technique idéale pour le développement de tels matériaux.

Dans le cadre d'un projet de recherche portant sur la fabrication additive de matériaux architecturés, on se propose d'étudier des matériaux métalliques à la fois légers et capables de se déformer avec une grande amplitude de façon réversible. Le concept repose sur l'effet conjugué d'une architecture périodique permettant de créer des effets de structure, et d'une déformation amplifiée via le matériau constitutif lui-même super-élastique : le NiTi, un alliage à mémoire de forme obtenu par fabrication additive. Les applications intéressent particulièrement le domaine aéronautique pour la conception de voilure d'engins volant type drones, avec la perspective d'un possible actionnement.

Le but du présent projet est de réaliser une étude paramétrique pour l'optimisation du comportement effectif d'un motif périodique auxétique en NiTi, qui semble un bon candidat pour remplir le cahier des charges d'actuation proposé. Différents paramètres géométriques seront considérés dans cette campagne d'expérimentation numérique menée à l'aide d'un code éléments finis. Les propriétés effectives pour chaque configuration seront obtenues par homogénéisation numérique. Le formalisme thermoélastique anisotrope en transformations finies sera adopté par soucis de précision pour représenter au mieux les variations géométriques de la cellule entre les états actif et passif.

Ce projet de thèse fait partie du projet de recherche collaboratif ALMARIS financé par l'ANR (2017-2021).

Mots-clés :

Matériaux architecturés, optimisation topologique, fabrication additive, aéronautique.

Candidat :

Le candidat doit avoir obtenu un diplôme de master et/ou diplôme d'ingénieur dans une discipline pertinente : mécanique, méthodes numériques, matériaux, génie aéronautique, etc. et faire preuve d'un intérêt les approches numériques. Bien qu'encouragée, la connaissance préalable du français n'est pas obligatoire, mais un niveau avancé en anglais parlé et écrit est nécessaire pour ce projet. Le candidat doit être très motivé, talentueux et enthousiaste, et une forte capacité à travailler de façon autonome.

Il s'agit d'un contrat doctoral CNRS de 3 ans à démarrer dès que possible, auquel pourra s'ajouter un monitorat (64h/an), selon la volonté du candidat. Les candidatures incluant dans **un seul fichier PDF** CV, lettre de motivation, contacts d'au moins 2 personnes susceptibles de recommander le candidat, liste de publications, et notes des 3 dernières années d'études, doivent être envoyées à justin.dirrenberger@ensam.eu.

Références :

[1] O. Bouaziz, Y. Bréchet and J. D. Embury, *Adv. Eng. Mater.*, **10**(1-2), pp. 24-36, 2008.