

**Proposition de sujet d'alternance 1A**  
**2025-26**

Laboratoire :	LMA	
Candidat retenu :	Hélie Labrousse	
Titre du sujet :	Conception de coques micro-architecturées bistables	
Encadrant *(s) :	Premier tuteur	Second tuteur
Nom :	Bourgeois	
Prénom :	Stéphane	
Qualité ** :	MCF	
Localisation :	8 impasse Nikola Tesla 13013 MARSEILLE	
Coordonnées (e-mail/tel)	stephane-bourgeois@centrale- med.fr	
Déplacements possi- bles *** :		

\* un co-encadrement est possible.

\*\* l'encadrement devra être assuré par un **permanent du laboratoire, au minimum titulaire d'un Doctorat**.

\*\*\* au cas où, dans le cadre de son travail, l'alternant serait amené à se déplacer vers un second laboratoire.

Descriptif du sujet et de la mission (au moins sur la 1<sup>er</sup> année) :

---

**Contexte** : Une structure bistable est une structure qui admet deux configurations d'équilibre stables. L'idée est ici d'utiliser cette propriété pour imaginer des concepts innovants de déploiement. Parmi les applications, les mètres rubans bistables sont des structures possédant une configuration enroulée compacte et une configuration déroulée élancée (mât d'observation figure 1, déploiement de structures spatiales). Ce genre de structure possède de plus une cinématique de déploiement bien particulière comme le montre la figure .Les propriétés de bistabilité de coques sont généralement obtenues à l'aide de matériaux composites stratifiés ou de matériaux métalliques précontraints. Mais ces technologies ont des limitations en terme de configurations atteignables (courbures forcément de même signes dans les deux configurations par exemple). Avec les moyens modernes de fabrication (impression 3D), on pense alors à l'utilisation de coques micro-architecturées (figure 2) qui offrent beaucoup plus de possibilités. La question qui se pose alors est de déterminer la microstructure qui mènera aux configurations stables voulues (formes stables désirées).

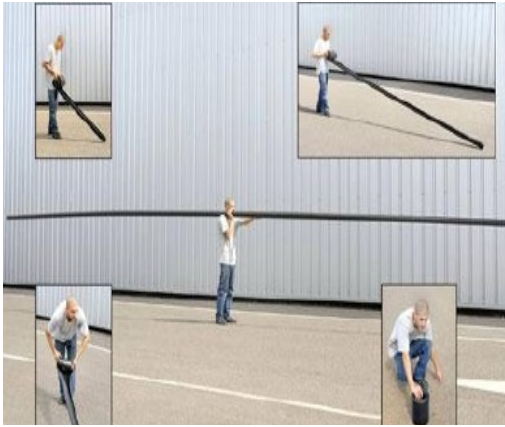


Figure 1. Ruban composite bi-stable (société Rolatube)

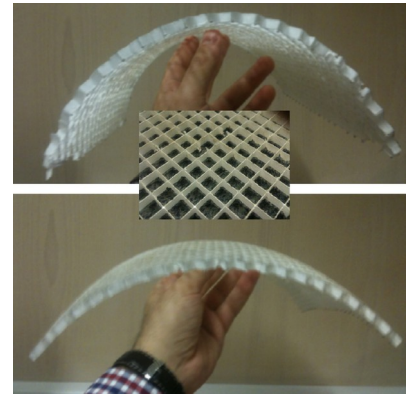


Figure 2. Grille bi-stable (Loukaides et Seffen, IJSS 2015)

**Objectif :** L'objectif est d'apporter une preuve de concept, depuis le design jusqu'à la réalisation concrète par impression 3D. Dans un premier temps, on s'intéressera aux coques à courbures constantes (comme les rubans ou la structure de la figure 2). L'idée est alors de se donner un type de coque micro-architecturée paramétrée (de type nids d'abeille par exemple) et d'étudier sous quelles conditions sur les paramètres on observe une propriété de bistabilité. Des critères de tenue mécanique devront être respectés pour s'assurer du comportement de la structure lors du passage d'une configuration à l'autre. Des critères de fabrication devront aussi être pris en compte pour s'assurer de la faisabilité de réalisation concrète. Des essais de validation devront ensuite être menés pour voir si les prédictions du modèle sont en accord avec coques micro-architecturées fabriquées par impression 3D. L'étape d'après serait d'étudier la possibilité de considérer des coques avec des microstructures hétérogènes dans l'objectif d'obtenir des formes de configurations stables complexes.

**Mots clés :** coques micro-architecturées ; bistabilité ; simulation ; fabrication ; essais expérimentaux.

Validation pour mise en ligne ECM :