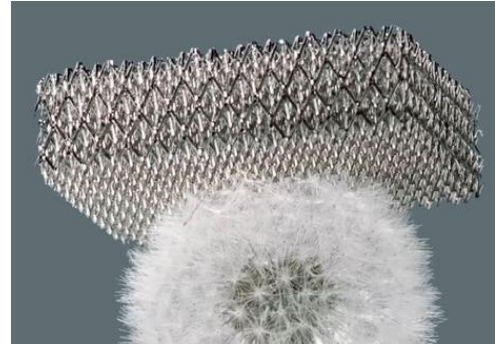


## PROPOSITION DE STAGE/THESE 2022

### DESIGN PAR IA D'ARCHITECTURES OPTIMALES POUR METAMATERIAUX ULTRA-LEGERS ET RESISTANTS A LA RUPTURE ET DEFORMATION

La recherche de matériaux combinant légèreté et résistance mécanique est un domaine en plein essor, tiré, dans le domaine du transport notamment par la volonté de réduire les émissions de CO2 et de développer des véhicules économes en carburant. Des progrès importants ont été accomplis récemment ; les méta-matériaux ou matériaux architecturés offrent dans ce contexte un potentiel considérable (e.g micro-lattice inventé au Caltech, produit par Boeing).



*Microlattice développée par Boeing*

Les voies explorées actuellement portent sur des architectures périodiques, inspirées des cristaux. Le critère de Maxwell permet alors, à partir du nombre d'entretoises et de joints présents dans une maille élémentaire, de prévoir si la structure se déformera du fait de l'étirement, ou de la flexion de ses entretoises, et par suite d'estimer la rigidité du métamatériau et sa variation avec la densité du matériau. En revanche, les matériaux architecturés observés dans la nature (os, structure alvéolaire des écorces...) présentent des architectures aléatoires optimisées pour répondre à une certaine sollicitation du milieu ou remplir une fonction précise.



L'idée proposée ici vise à utiliser les outils de l'intelligence artificielle (IA) et de l'optimisation topologique pour renforcer les architectures sans présupposer celles-ci. Le stage est principalement numérique et théorique. Nous partirons d'un modèle de poutres récemment développé dans le laboratoire. L'objectif final est le développement d'un algorithme permettant de définir des architectures optimales en termes de rigidité mécanique et résistance à la fissuration, sous contrainte de conditions de densité et d'isotropie mécanique, avec l'aide

d'outils à définir : fonction de coût et poids associés, descente de gradient pour la minimisation, réseau de neurones etc. Une composante expérimentale pourra être incluse, avec la fabrication additive des métamatériaux obtenus numériquement et leur caractérisation mécanique sur les bancs expérimentaux développés dans notre laboratoire.

*Ce sujet de stage met en jeux des notions appartenant à la fois à l'algorithmique et l'intelligence artificielle, l'ingénierie mécanique, la physique de l'état condensé et la science des matériaux. Le candidat aura donc l'opportunité de manipuler les outils utilisés dans ces trois domaines. Il s'inscrit dans une collaboration associant deux laboratoires au CEA : le SPHYNX au SPEC et le LIONS au NIMBE.*

#### **CONTACTS :**

Daniel Bonamy ([web](#)), 01 69 08 21 14, [daniel.bonamy@cea.fr](mailto:daniel.bonamy@cea.fr)

Antoine Montiel, 01 69 08 72 37, [antoine.montiel@cea.fr](mailto:antoine.montiel@cea.fr)

Thuy Nguyen, [thuy.nguyen@devinci.fr](mailto:thuy.nguyen@devinci.fr)

Patrick Guenoun, [patrick.guenoun@cea.fr](mailto:patrick.guenoun@cea.fr)

Valérie Geertsens, [valerie.geertsens@cea.fr](mailto:valerie.geertsens@cea.fr)

Cindy Rountree, [cindy.rountree@cea.fr](mailto:cindy.rountree@cea.fr)