

Titre en français : Etude du comportement mécanique sous chargements mécaniques complexes de connecteurs en composite thermoplastique à renforts continus obtenus par fabrication additive : Application aux structure type « space-frame »

Titre en anglais : Mechanical behavior of continuously reinforced thermoplastic composite connectors under complex mechanical loads obtained by additive manufacturing: Application to space frame structures.

Nom du directeur de thèse : Guilherme Machado (dérogation HDR) et co-dirigé par Prof. Christian Hochard.

Tel : 04 84 52 42 67

E-Mail : machado@lma.cnrs-mrs.fr

Laboratoire : Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique

Financement : demandé

Type de financement : financement soumis au concours d'attributions de contrats doctoraux de l'ED353 (<https://ecoledoctorale-353.univ-amu.fr/fr/futur-doctorant/attribution-contrats-doctoraux-20232026>).

Résumé en français :

Les composites polymères renforcés de fibres de carbone continues (CFRPC) sont largement utilisés dans le domaine des transports, de l'industrie navale, de l'aérospatiale en raison de leurs propriétés mécaniques spécifiques élevées par rapport aux alliages métalliques. L'application de l'impression 3D aux CFRPC a ouvert une nouvelle ère pour la conception et la fabrication de structures composites complexes, pour lesquelles le coût et l'impact environnemental peuvent être adaptés en fonction de la quantité de matériau. L'impression 3D de matériaux composites est un procédé de fabrication additive récent qui permet la réalisation de pièces à vocation structurale par coextrusion de matière thermoplastique et de fibre continue (carbone, verre, kevlar, basalt...). Plusieurs études ont analysé le comportement mécanique d'éprouvettes imprimées par coextrusion de fibres de renfort et de matrices plastique. Il en résulte que ce comportement est influencé par le taux de fibres ainsi que par leur orientation. Cependant, il est difficile de transposer les résultats de ces études à des nœuds ou connecteurs sous chargements mécaniques complexes. En effet, le procédé de fabrication par dépôt de filament induit une anisotropie dans la pièce fabriquée. Cette anisotropie a pour conséquence une diminution importante des propriétés mécaniques de la pièce. Le travail de thèse se propose d'étudier le comportement mécanique des nœuds servant à la fabrication de structures type « space-frame 2D » sous chargements mécaniques 2D dans un premier moment. Après une étude « matériau » minimale comparée à d'autres études centrées sur l'analyse du comportement mécanique du matériau obtenu par impression 3D, une approche « structure » sera privilégiée. Ce choix limitera la généralisation des résultats obtenus, en revanche, elle devrait permettre d'optimiser la géométrie des nœuds pour l'application. Ces étapes de caractérisation mécanique et d'optimisation des pièces composites obtenues par impression 3D, pour des chargements mécaniques complexes (2D et 3D), représentent les verrous scientifiques principaux.

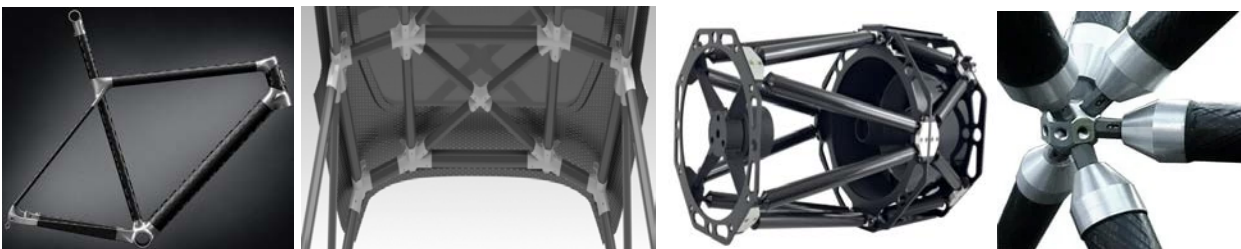


Figure 1 – Exemple des structures type « space-frame » ces nœuds actuellement en matériaux métallique.

Résumé en anglais :

Continuous Carbon Fiber Reinforced Polymer Composites (CFRPC) are widely used in transport, naval, and aerospace industry due to their high specific mechanical properties compared to metal alloys. The application of 3D printing to CFRPCs has opened a new era for the design and manufacture of complex composite structures, for which the cost and environmental impact can be tailored according to the amount

of material. 3D printing of composite materials is a recent additive manufacturing process that allows the production of structural parts by co-extrusion of thermoplastic material and continuous fiber (carbon, glass, kevlar, basalt...). Several studies have analyzed the mechanical behavior of specimens printed by coextrusion of reinforcing fibers and plastic matrices. It was found that this behavior is influenced by the fiber content as well as by their orientation. However, it is difficult to transpose the results of these studies to nodes or connectors under complex mechanical loads. Indeed, the manufacturing process by filament deposition induces anisotropy in the manufactured part. This anisotropy results in a significant decrease of the mechanical properties of the part. The thesis proposes to study the mechanical behavior of nodes used in the manufacture of "2D space-frame" structures under 2D mechanical loads in a first moment. After a minimal "material" study compared to other studies focused on the analysis of the mechanical behavior of the material obtained by 3D printing, a "structural" approach will be privileged. This choice will limit the generalization of the results obtained; however, it should allow to optimize the geometry of the nodes for the application. These steps of mechanical characterization and optimization of composite parts obtained by 3D printing, for complex mechanical loads (2D and 3D), represent the main scientific issues.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

Profil du candidat recherché : Master (ou équivalent) en mécanique des solides ou génie mécanique, une bonne maîtrise des aspects théoriques, numériques (simulation EF) et un fort intérêt pour l'expérimental.

Publications sur le sujet :

Machado, G. , Maurel-Pantel, A. et Hochard., C. *Mechanical Characterization Of 3D-Printed Coextruded Continuous Carbon-Fiber Thermoplastic*. In: Proceedings of the 20th European Conference on Composite Materials, ECCM2022. Lausanne, Switzerland, June 2022.

Hochard, C., & Thollon, Y. (2014). *Fatigue of laminated composite structures with stress concentrations*. Composites Part B: Engineering, 65, 11-16.

Montagnier, O., & Hochard, C. (2013). *Optimisation of hybrid high-modulus/high-strength carbon fibre reinforced plastic composite drive shafts*. Materials & Design, 46, 88-100.

Insertion professionnelle après thèse : publique ou privée