

Comportement thermo-hygro-mécanique de biocomposites élaborés par fabrication additive.

**Laboratoire d'accueil :** Equipe « Endommagement et Durabilité »  
Département de Physique et Mécanique des Matériaux de l'Institut Pprime  
ISAE-ENSMA  
86961 Futuroscope cedex  
FRANCE

**Co-encadrement :** Fabienne Touchard, directrice de recherche CNRS.  
Laurence Chocinski, maître de conférences ISAE-ENSMA.

**Dates :** octobre 2024 à octobre 2027.

**Objectifs de la thèse :**

La fabrication additive, ou impression 3D, est actuellement en plein essor et a démontré son fort potentiel dans de nombreux secteurs industriels. Cette technologie permet de développer rapidement des prototypes innovants, de réduire les impacts environnementaux en diminuant les déchets de fabrication par rapport aux procédés de fabrication conventionnels, et d'élaborer des pièces complexes sans usinage ni assemblage. En particulier, le procédé FDM (Fused Deposition Modeling) permet d'élaborer des structures en polymères et polymères renforcés. Cependant, les propriétés des matériaux composites obtenus par ce procédé sont encore mal connues.

L'enjeu de ce travail de thèse sera d'analyser les relations procédé/microstructure/propriétés de biocomposites, à matrice polymère et à renfort d'origine végétale, élaborés par impression 3D. Il s'agira d'étudier l'influence des paramètres d'impression sur l'organisation des filaments et sur les propriétés finales du biocomposite imprimé. En particulier, les propriétés mécaniques (traction, fatigue) dans différentes conditions de température et d'humidité seront investiguées. Le phénomène d'impression 4D, basé sur la mémoire de forme du polymère et permettant d'animer le matériau sous l'action d'un stimulus thermique, sera également étudié. Différentes techniques de mesures seront adaptées et utilisées pour déterminer les mécanismes de déformation et d'endommagement dans ces matériaux : thermographie infra-rouge, émission acoustique, corrélation d'images numériques (DIC et DVC). La réalisation d'essais de traction in situ, dans un micro-tomographe, sera un atout pour suivre l'évolution des endommagements au sein des éprouvettes. Ce type d'essai appliqué aux composites élaborés par impression 3D n'a encore jamais été réalisé. Une première phase de mise au point sera donc nécessaire, afin d'obtenir la bonne résolution avec des temps de scan raisonnables. Des simulations par éléments finis seront également effectuées afin de mieux appréhender le comportement des composites élaborés par impression 3D. Pour commencer, une modélisation simple en considérant chaque filament déposé comme une «fibre» d'un composite UD sera testée. Il sera intéressant d'évaluer par exemple l'influence du type de remplissage lors de l'impression 3D sur les champs de contrainte dans le matériau. La confrontation des résultats numériques avec les mesures expérimentales permettra de mieux comprendre les phénomènes mis en jeu dans ce nouveau type de composites.

**Profil recherché :** Niveau Master ou équivalent, en mécanique des matériaux, avec un profil à la fois expérimental et numérique.

**Candidature :** Avant le **30 mars 2024**.  
Merci d'envoyer votre CV, lettre de motivation, notes et classement à :  
Fabienne Touchard, tél : 05-49-49-82-28, [fabienne.touchard@ensma.fr](mailto:fabienne.touchard@ensma.fr)  
Laurence Chocinski, tél : 05-49-49-82-05, [laurence.chocinski@ensma.fr](mailto:laurence.chocinski@ensma.fr)