

Avis de Soutenance

Madame Xinling SONG

Génie Mécanique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Caractérisation expérimentale, modélisation et simulation à l'échelle microscopique du comportement mécanique des mèches de fibres.

dirigés par Monsieur GILLES HIVET

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : LaMé - Laboratoire de Mécanique Gabriel Lamé

Soutenance prévue le **mercredi 17 juillet 2024** à 13h30

Lieu : Polytech Orléans 8 rue Léonard de Vinci 45000 Orléans

Salle : Amphithéâtre Cabannes

Composition du jury proposé

M. GILLES HIVET	Université d'Orléans	Directeur de thèse
M. Xavier LEGRAND	Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries Textiles (ENSAIT - Roubaix)	Rapporteur
M. Peng WANG	Université de Haute-Alsace	Rapporteur
M. Genti GUXHO	Polytechnic University of Tirana	Examineur
M. Samir ALLAOUI	Université de Reims	Examineur
M. Duc Phi DO	Université d'Orléans	Examineur
M. Anwar SHANWAN	Université d'Orléans	Co-encadrant de thèse
Mme Audrey HIVET	Université d'Orléans	Co-encadrante de thèse
M. Laurent ORGEAS	Laboratoire Sols-Solides-Structures-Risques (3SR Lab)	Invité
M. Artan SINOIMERI	Laboratory of Textile Physics and Mechanics (LPMT, UR 4365)	Invité

Mots-clés : Fibres,Composites,Mécanique,échelle microscopique,Mèches,Modélisation,

Résumé :

Les matériaux composites sont utilisés dans de nombreuses applications, et tout particulièrement dans les transports, du fait de leur ratio performance mécanique/masse très intéressant. Parmi les plus répandus, on trouve les matériaux composites à renfort fibreux. Lors de la mise en œuvre, la première étape consiste très souvent à mettre en forme le renfort textile sec ou avec la résine en phase liquide. Cette étape de mise en forme conditionne généralement la répartition et la position des fibres et donc a un impact fort sur la suite du procédé mais également sur le comportement mécanique de la pièce composite finale. Le comportement mécanique du renfort est donc un point fondamental pour la réalisation de cette première étape. Le comportement mécanique d'un renfort fibreux peut être obtenu expérimentalement grâce à une série d'essais mécaniques mais cela ne permet pas de prédire le comportement de ce renfort ou de ces constituants ; en effet, un renfort textile est une structure multi-échelle puisque issue de l'assemblage (par tissage, couture, juxtaposition, etc.) de milliers de fils, eux-mêmes constitués de l'assemblage de dizaines de milliers de fibres de quelques microns de diamètre. Afin d'obtenir une véritable loi de comportement du fil, il est donc nécessaire de mieux comprendre le comportement d'un enchevêtrements fibreux pour en déduire son comportement mécanique en fonction des paramètres de celui-ci. L'objectif de cette thèse est donc de pouvoir s'attaquer à ce problème en étudiant le comportement mécanique d'un assemblage de fibres quasi parallèles qui sont les structures fibreuses les plus utilisées pour les applications techniques. Pour atteindre l'objectif,

il est donc nécessaire de comprendre et quantifier l'influence des paramètres de l'architecture fibreuse sur le comportement mécanique. Une démarche mixte expérimentale/numérique est proposée. La stratégie numérique consiste à réaliser des simulations numériques par éléments finis en dynamique explicite en modélisant chaque fibre par une poutre 3D, en contact les unes avec les autres. Au niveau expérimental, en utilisant, dans un premier temps, des assemblages de quelques dizaines de fibres modèles de 500 microns, qui offrent une manipulation et une visualisation plus simple, des essais de compaction /compression sous tomographe sont réalisés. Ils permettent d'obtenir de façon fine l'évolution de l'architecture fibreuse en fonction du chargement imposé et des conditions aux bords appliquées. Des indicateurs d'évolution de la microstructure sont alors définis afin de pouvoir analyser et post-traiter les résultats. Un algorithme de reconstruction permet de reconstruire un modèle numérique représentatif de l'assemblage testé, chaque fibre étant modélisée par une poutre 3D. L'identification de la loi de comportement de la fibre permet alors de réaliser les simulations de la structure testée. La comparaison sur plusieurs types d'échantillons permet de valider la démarche numérique et ainsi de mettre au point un estimateur virtuel utilisable pour simuler le comportement d'assemblage non existants. Par la suite, une stratégie de création d'architectures fibreuses virtuelles, étape indispensable pour l'étude paramétrique, est mise au point. Celle-ci permet de créer rapidement des architectures de tout type avec des paramètres d'architectures maîtrisés. Grâce à l'ensemble des étapes précédentes une étude paramétrique peut être menée et ainsi l'influence de certains paramètres peut être établie : paramètre de la microstructure initiale, diamètre des fibres, facteur de frottement fibre/fibre, trajet de chargement. Cette dernière étape permet de démontrer l'efficacité de la démarche proposée et ouvre également de nombreuses perspectives.