

Cette thèse s'intitule " Elément finis solide-poutre pour l'analyse mésoscopique du comportement des renforts textiles à fibres continues ".

Et sera présentée devant le jury suivant :

- _ Damien SOULAT, Professeur des Universités (ENSAIT Roubaix), Rapporteur
- _ Emmanuel DE LUYCKER, Maître de Conférences HdR (ENIT), Rapporteur
- _ Audrey HIVET, Maîtresse de Conférences (Université d'Orléans), Examinatrice
- _ Christophe BINETRUY, Professeur des Universités (Centrale Nantes), Examineur
- _ Olivier POLIT, Professeur des Universités (Université Paris-Nanterre), Examineur
- _ Emmanuelle VIDAL-SALLE, Professeur des Universités (INSA Lyon), Directrice de thèse
- _ Julien COLMARS, Maître de Conférences (INSA Lyon), Co-directeur de thèse
- _ Auriane PLATZER, Maîtresse de Conférences (INSA Lyon), Examinatrice

Voici quelques informations sur le contenu de mes travaux de recherche :

Les renforts textiles à fibres continues sont utilisés pour la fabrication de matériaux composites, ce qui implique parfois des étapes de mise en forme. La maîtrise des étapes de celle-ci requiert des simulations à différentes échelles de représentation : macro, méso ou microscopique qui correspondent respectivement à celle du renfort, de la mèche ou de la fibre.

L'analyse mésoscopique de la mise en forme de ces renforts permet de mettre en évidence les défauts apparaissant au niveau des mèches : leur flambement, leur écartement et leur désorientation. Leur prédiction est cruciale car ils sont responsables d'une diminution locale des propriétés mécaniques de la structure. Les méthodes permettant des simulations numériques à cette échelle nécessitent parfois des modèles complexes au nombre de degrés de liberté élevé et sont donc coûteux d'un point de vue calculatoire. Pour limiter ces coûts, certaines approches utilisent des modèles fondés sur des hypothèses simplificatrices qui ne permettent pas de capturer l'ensemble des mécanismes à l'œuvre dans la transformation des milieux fibreux. Pour répondre à cette problématique, l'objectif de la thèse est de développer une nouvelle stratégie de modélisation frugale pour l'analyse mésoscopique des renforts à fibres continues.

Dans ce travail, nous proposons une approche de solide-poutre pour décrire les mèches. Cette approche repose sur une actualisation de la méthode proposée par Charmetant, basée sur des éléments volumiques et une loi de comportement hyperélastique isotrope transverse. Dans le cas du solide-poutre développé ici, l'élément volumique est enrichi par des poutres fictives utilisant une extension 3D de la méthode dite des éléments voisins et permettant

de prendre en compte la raideur en flexion de la mèche.

L'approche est implémentée dans un code de calcul interne utilisant la méthode des éléments finis avec un schéma d'intégration temporelle explicite. Des simulations de compaction non confinée, de flexion cantilever et de flambement d'une mèche sont réalisées afin d'observer l'influence de chaque mode de déformation sur la transformation de la mèche. Au travers de simulations numériques sur des mèches, des catégories de comportement de milieux fibreux (associées à des jeux de paramètres matériau) sont mis en évidence ; une classification est proposée en utilisant des ratios de propriétés.

La pertinence de cette stratégie est démontrée par des comparaisons entre des simulations numériques et des essais sur des matériaux modèles. Enfin, des simulations de compaction et de pull-out hors plan sont réalisées sur un échantillon de renfort taffetas. Ces exemples numériques démontrent la capacité de notre modèle à capturer des défauts qui apparaissent lors d'opérations de mise en forme.

Mots clés : Renforts fibreux, analyse mésoscopique, méthode des éléments finis, solide-poutre, hyperélasticité, isotropie transverse, méthode des éléments voisins.