



Caractérisation et modélisation du comportement mécanique d'un matériau composite tissé 3D carbone/époxy du quasi-statique à la dynamique

Soutenance de thèse – Tran Nicolas

24 avril 2017

ONERA Lille

Devant le jury composé de :

Rapporteur	Nadia Bahlouli Professeur,	IMFS Strasbourg
Rapporteur	Hélène Dumontet Professeur,	Université Pierre et Marie Curie
Examineur	Christine Espinosa Professeur associé,	ISAE
Examineur	Laurent Guillaumat Professeur,	ENSAM d'Angers
Directeur de thèse	Mathias Brieu Professeur,	LML, Centrale Lille
Co-directeur de thèse	Eric Deletombe Maître de Recherche,	ONERA
Encadrant	Gérald Portemont Docteur,	ONERA
Encadrant	Julien Schneider Docteur,	SAFRAN Aircraft Engines
Invité	Julien Berthe Docteur,	ONERA
Invité	Frédéric Laurin Docteur,	ONERA

Résumé

Dans le cadre de la conception des structures aéronautiques réalisées en composites à matrice organique (CMO) tissés 3D, la représentation de la sensibilité à la vitesse de sollicitation du comportement mécanique du matériau est nécessaire pour l'étude des sollicitations de type impact. En l'absence d'une base de données expérimentale du comportement mécanique des CMO tissés 3D sur un large spectre de vitesses, il est difficile d'identifier un modèle numérique permettant la description du comportement du matériau. Le travail de thèse présenté a consisté à caractériser le comportement mécanique d'un CMO tissé 3D carbone/époxy du fluage à la dynamique, puis à étudier la validité du modèle ODM-CMO développé à l'ONERA à cette large gamme de vitesses de sollicitation. Un état de l'art du comportement mécanique et de la modélisation des CMO tissés 3D carbone/époxy est présenté dans le premier chapitre du mémoire. Dans le deuxième chapitre, le Volume Élémentaire Représentatif (VER) du composite est étudié afin de caractériser le comportement mécanique linéaire élastique du matériau. Une étude de sensibilité sur les dimensions et la localisation de prélèvement - au sein du motif textile de base - du Volume Élémentaire (VE) servant à la caractérisation des propriétés mécaniques du matériau est réalisée. Un VER plus petit que le motif textile géométrique du CMO tissé 3D peut ainsi être déterminé. Grâce aux étapes précédentes, le troisième chapitre s'attache à proposer des géométries d'éprouvette dynamiques (il n'existe pas de normes) adaptées aux capacités en charge de la machine de traction dynamique utilisée dans la thèse. Des simulations numériques d'essai de traction sont ainsi réalisées pour différentes dimensions d'éprouvette afin de définir des géométries « optimisées ». Une fois ces éprouvettes testées, un bon accord est démontré entre les propriétés mécaniques quasi-statiques obtenues expérimentalement avec les géométries d'éprouvettes « optimisées » et celles obtenues avec les géométries de référence développées par SAFRAN Aircraft Engines. Une campagne de caractérisation expérimentale du fluage à la dynamique, réalisée à l'aide des éprouvettes précédemment validées, est présentée dans le quatrième chapitre. Une nette sensibilité à la vitesse de déformation du comportement hors-axes du composite est observée sur le spectre de vitesses étudié. Enfin, dans le cinquième et dernier chapitre, le modèle ODM proposé pour la représentation du comportement mécanique viscoélastique des CMO tissés 3D carbone/époxy à faibles vitesses est identifié à partir des résultats expérimentaux obtenus en dynamique. Pour cela, une nouvelle méthodologie d'identification est proposée afin d'obtenir une description satisfaisante du comportement mécanique du matériau avant méso-endommagement. La pertinence de ce modèle est alors évaluée à l'aide d'essais dynamiques hors-axes (60°) n'ayant pas été utilisés pour l'identification, ce qui permet de valider sa capacité de prédiction du comportement de ce CMO tissé 3D du fluage à la dynamique.

Mots clés

Composite à matrice organique, composites tissés 3D, dynamique, caractérisation expérimentale, modélisation viscoélastique