

Pilotage d'essais bi-axiaux d'endommagement de matériaux composite par corrélation d'images numériques

En raison de leurs excellentes propriétés spécifiques, l'utilisation des matériaux composites s'est généralisée au domaine des transports civils et militaires afin d'optimiser l'allègement des structures dans un objectif de réduction de consommation. Cependant l'aspect fortement hétérogène de ces matériaux les rend complexes à étudier, ils sont de plus fortement sensibles au type de chargement de par leur anisotropie. L'enjeu du travail est de comprendre l'évolution de cet endommagement en sollicitant le matériau de manière multi-axiale. Des essais in-situ sous micro-tomographie X seront effectués afin de déterminer les scénarios d'endommagements multi-axiaux et de proposer un modèle d'endommagement anisotrope. Les modèles d'endommagement nécessitent de nombreux essais pour pouvoir être identifiés. Le contrôle et la maîtrise des trajets de chargement par des techniques avancées d'analyse d'images et de calcul temps réel permettront de déterminer une cartographie expérimentale de l'endommagement en un seul essai. Cette cartographie pourra ainsi servir à la validation et à la comparaison des modèles d'endommagement existants. Ceci permettra de diminuer le nombre d'essais et de proposer des modèles représentatifs des conditions de chargement rencontrées dans des conditions réelles de fonctionnement.

Ce projet, en partenariat avec l'Onera et la DGA permettra de réduire les coûts de validation de ces matériaux, d'améliorer la fiabilité des modèles afin de réaliser un dimensionnement plus juste permettant d'optimiser l'utilisation de ces matériaux pour l'allègement et la durabilité des structures.

Ces méthodologies pourront être transposées à n'importe quelle classe de matériaux.

Programme de la thèse :

1) Revue des modèles d'endommagement des matériaux composites

Il s'agit ici d'étudier les modèles d'endommagements macroscopiques permettant le dimensionnement des structures. De tels modèles peuvent être issus de techniques d'homogénéisation mais aussi d'approches de thermodynamique des processus irréversibles. La forte anisotropie du matériau rend la discrimination de ces modèles complexe car il faut être en mesure de solliciter ce matériau sous un grand nombre de directions de manière à pouvoir faire travailler et identifier les modèles.

2) Détermination des trajets de chargement

De part cette complexité liée à l'anisotropie, il est nécessaire de mettre en place un essai multi-axial. Dès lors qu'il y a plus d'un axe, la question de quelle direction et quelle amplitude appliquer à l'éprouvette devient fondamentale. Si l'on arrive à rupture en n'ayant fait qu'une sollicitation uni-axiale alors les comportements dans les autres axes seront inaccessibles. La question de comment trouver le trajet de chargement qui permet d'identifier au mieux le matériau est donc un point très important à traiter.

3) Dimensionnement et conception d'une éprouvette de traction bi-axiale

La forme de l'éprouvette est également un enjeu car une éprouvette multi-axiale entraîne obligatoirement des concentrations de contraintes, la question de comment concevoir une éprouvette nous permettant d'isoler les directions de chargement est donc un point central à ne pas négliger.

4) Réalisation des essais et construction du modèle d'endommagements

Une machine bi-axiale plan a été développée spécifiquement pour les besoins de cette recherche, il conviendra de l'exploiter une fois le travail préliminaire de conception de l'éprouvette et du trajet de

chargement effectué. Il faudra être capable de piloter l'essai par un écart à l'élasticité, ce qui nécessite un couplage avec une modélisation numérique durant l'essai.

5) Comparaison des et construction de modèles d'endommagements

De manière à pouvoir piloter l'essai au regard de relations simples entre les contraintes et les déformations, un modèle d'endommagement de Kelvin sera utilisé, utilisé comme solution de référence. Il permettra de quantifier l'écart à l'élasticité dans la base de Kelvin et de construire la loi d'évolution de l'endommagement. Ce modèle pourra être validé sous chargement complexe en statique et en dynamique.

Profil :

Nous recherchons un candidat avec un excellent dossier académique de par la forte sélectivité des financements DGA, titulaire d'un master de recherche. Cette thèse portera à la fois sur les aspects expérimentaux et numériques.

Lieu :

Cette thèse est une collaboration entre le Laboratoire de Mécanique de Lille et l'Onera. Elle aura lieu entre les deux établissements situés sur la cité scientifique à Villeneuve d'Ascq et l'Onera situé à Lille.

Dates :

Début de la thèse en octobre 2017

Encadrement :

Directeurs de thèse :

Mathias Brieu, Professeur à Centrale Lille – Laboratoire de Mécanique de Lille

Eric Deletombe, Chargé de missions scientifiques à l'Onera

Encadrants :

Jean-François Witz (Ingénieur de Recherche CNRS), Julien Berte (Ingénieur de Recherche à l'Onera),
Pauline Lecomte (maître de conférences à Centrale Lille – Laboratoire de Mécanique de Lille)

Contact :

Pour candidater, merci de contacter

Pauline Lecomte, maître de conférences à Centrale Lille : pauline.lecomte@centralelille.fr