

Soutenance de thèse

Marion BROUTELLE soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'institut Clément Ader et intitulée «*Etude des mécanismes d'endommagement d'une liaison boulonnée de matériaux composites à matrice céramique oxyde-oxyde*»

**Le 12 juin 2019 à 10h00,
Institut Clément Ader, 3 rue Caroline Aigle 31400 Toulouse**

devant le jury composé de

M. Frédéric LACHAUD	Professeur ISAE-SUPAERO	Directeur de thèse
Mme Nathalie GODIN	Maître de conférences INSA Lyon	Rapporteur
M. Frédéric LAURIN	Ingénieur de recherche ONERA Châtillon	Rapporteur
M. Chrstian HOCHARD	Professeur Aix-Marseille Université	
M. Ludovic BARRIERE	Ingénieur de recherche IRT Saint-Exupéry	Co-directeur de thèse
M. Alain DAIDIE	Professeur INSA Toulouse	

Résumé : L'objectif de cette thèse est d'analyser le comportement mécanique d'assemblages boulonnés constitués de deux substrats en CMC (composites à matrice céramique) oxyde / oxyde. Elle s'inscrit dans un projet visant à développer des composites via un procédé de fabrication peu coûteux, et à les caractériser en vue de leur introduction dans les moteurs d'avions. Le matériau étudié est constitué de fibres en alumine, ainsi que d'une matrice en alumine. Cette étude se base à la fois sur des observations expérimentales et sur le développement d'un modèle numérique. L'étude expérimentale se focalise en premier lieu sur le mode de ruine privilégié des assemblages, le matage. Des essais de matage classiques sur des substrats simples sont réalisés, et un premier scénario d'endommagement en est déduit. Par la suite, un nouveau montage d'essai est mis en place afin d'observer le développement des endommagements dans le plan de matage en temps réel. Ce montage permet de réduire les opérations créant potentiellement des endommagements parasites, comme le montage/démontage des éprouvettes lors de la réalisation d'essais arrêtés, ou encore l'usinage des substrats après essais. A la suite de ces observations, le scénario d'endommagement est affiné. Enfin, des essais sont réalisés sur des assemblages simple cisaillement. Un plan d'expériences mets en évidence les facteurs influents sur le comportement des assemblages, et deux configurations de références sont analysées en étudiant les données obtenues par corrélation d'image et par émission acoustique. Après une première phase de caractérisation du matériau, des lois de comportement sont implémentées dans le logiciel Abaqus, afin de simuler l'endommagement progressif du matériau, et les différents essais réalisés sont modélisés. Des corrélations essais/calculs permettent de juger de la pertinence du modèle et de proposer des perspectives pour améliorer sa précision.

Mots-clés : liaisons boulonnées, composites à matrice céramique oxyde-oxyde, endommagement de liaisons boulonnées, endommagement de composites tissés oxyde-oxyde

Summary: Ceramic matrix composites are good candidates to meet the current technological challenges in the aeronautical industry (reducing noise, fuel consumption and greenhouse gas emission). Indeed, they reduce engine weigh while maintaining good mechanical properties. Among these materials, ceramic oxide-oxide composites have lower mechanical properties than non-oxide based composites, but they are more

resistant to oxidation and they have a more interesting quality-price ratio. To use these materials in aeronautical propulsion systems, it is necessary to study performing bonding technologies in order to link them to main structure. Bolted joints seem particularly interesting for these applications since they allow an easy dismantling of the structure. The purpose of this work is to study damage and failure mechanisms for these bolted joint in a representative environment (static loading, temperature, materials fatigue), by making experimental studies and developing a numerical modelling of their behavior.

Keywords: bolted joints, ceramic oxide-oxide composites, failure of bolted joints, damage of oxide-oxide woven composites