

Soutenance de thèse

Antoine TRELLU soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'Institut Clément Ader et intitulée «*Etude et dimensionnement de stratifiés composites aéronautiques sous chargement complexe multiaxial*»

Le 08 septembre 2020, à 14H00, salle Clément Ader, Institut Clément Ader

devant le jury composé de

M. Frédéric LAURIN	Ingénieur de Recherche ONERA	Rapporteur
M. Philippe BOISSE	Professeur INSA Lyon	Rapporteur
M. Sylvain CALLOCH	Professeur ENSTA Bretagne	
M. Christophe BOUVET	Professeur ISAE-SUPAERO	Directeur de thèse
M. Samuel RIVALLANT	Professeur ISAE-SUPAERO	Co-directeur de thèse
M. Léon RATSIFANDRIHANA	Ingénieur de Recherche SEGULA	

Résumé : De par leurs hautes caractéristiques mécaniques rapportées à leur faible masse, les matériaux composites sont de plus en plus utilisés pour la fabrication de structures primaires aéronautiques. Néanmoins les mécanismes d'endommagement de ces matériaux restent complexes, en particulier lorsqu'ils sont soumis à des sollicitations telles que les impacts, les chargements en compression induisant flambage ou post-flambage ou encore les chargements multiaxiaux. La simulation de ces endommagements reste un challenge et limite l'utilisation de modèles numériques lors du processus de design et de certification. Il en résulte l'allongement de la durée de conception et l'augmentation des coûts de développement. Pour réduire ces coûts, de nombreux travaux portent sur la modélisation de l'impact basse vitesse et de la compression après impact, cas de chargement le plus critique pour un stratifié composite endommagé en impact. Généralement, ces études portent sur des éprouvettes à l'échelle du coupon pour évaluer la tenue résiduelle de ces structures et les dimensionner en tolérance aux dommages d'impact. Le « Discrete Ply Model » (DPM), développé depuis une dizaine d'années à l'Institut Clément Ader, s'inscrit dans cette démarche. Pour évaluer la tenue résiduelle de la structure après impact, le DPM permet de simuler les endommagements se développant lors d'un impact et lors de la compression après impact à partir d'un même modèle de calcul par éléments finis. Toutefois, les conditions aux limites préconisées par les normes d'impact et de compression après impact semblent conservatives. Elles ne permettent pas de représenter le comportement réel des structures composites. En effet ces dernières sont, dans la majorité des cas, des panneaux raidis, qui ne sont pas soumis uniquement à des sollicitations uniaxiales mais également à des chargements multiaxiaux couplés au flambage de la structure. L'objectif des travaux de thèse est d'étudier l'interaction entre les dommages d'impact à moyenne vitesse et des chargements complexes après impact sur des stratifiés composites à l'échelle des détails structuraux. La réalisation d'une campagne expérimentale d'impacts suivis de chargements complexes a permis d'effectuer un dialogue essai/calcul entre les résultats expérimentaux et les résultats numériques du DPM pour valider son utilisation avec de nouveaux cas de chargement. La modélisation de l'endommagement des stratifiés composites coûte très cher en temps de calcul et limite grandement l'utilisation de modèles tels que le DPM dans l'industrie. Ce problème est logiquement accentué lorsque les modélisations portent sur des essais à l'échelle des détails structuraux. C'est pourquoi les travaux de thèse ont également porté sur l'optimisation du DPM avec le développement d'un nouvel élément permettant de mieux représenter le comportement des matériaux composites et de diminuer les coûts de simulation.

Mots-clés : Structures composites, Impact à moyenne vitesse, Essais complexes multiaxiaux, Modélisation numérique

Summary: Because of their high strength-to-weight ratio and stiffness properties, composites are increasingly used in aeronautics. However, the simulation of their mechanical behavior remains a challenge, particularly for damage modelling. The numerical modelling unreliability increases aeronautical composite structures design and optimization time, mainly when these structures are subject to severe loads as impacts or when located in singular zones, as hole edges. Therefore, there is a clear need for a numerical tool, able to simulate aeronautical composite structures damage. It will allow to decrease structures design time and costs, and optimize their usage. As part of its innovation policy and its strength experience with major aeronautics customers, SEGULA TECHNOLOGIES leads research activities to improve composites modelling methods. This research theme aims to propose a complete study of composite structure integrity and offer the damage tolerance know-how to customers.

Keywords: Composite structures, Medium velocity impact, Multiaxial complex tests, Numerical modeling