

## Soutenance de thèse

**Jean-Emmanuel CHAMBE** soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'institut Clément Ader et intitulée «*Crash de structures composites et absorption d'énergie - Application aux sièges aéronautiques*»

**Le 10 juillet 2019 à 10H00**  
**Institut Clément Ader, 3 rue Caroline Aigle 31400 Toulouse**

devant le jury composé de

M. Christophe BOUVET	Professeur ISAE-SUPAERO	Directeur de thèse
M. Jean-François FERRERO	Professeur Université Toulouse III	Co-directeur de thèse
M. Pascal CASARI	Professeur Université Nantes	Rapporteur
M. Benoît VIEILLE	Maître de conférences INSA Rouen	Rapporteur
M. Olivier DORIVAL	Maître de conférences ICAM Toulouse	
M. Daniel COUTELLIER	Professeur Université de Valenciennes	

**Résumé :** Dans l'optique de la conception et du développement d'un siège aéronautique et afin de respecter la réglementation sécuritaire en vigueur, la structure du siège développé doit permettre une dissipation rapide de l'énergie perçue en cas de crash aérien, ceci dans le but de protéger les passagers. La majorité des systèmes intégrés à la structure du siège et permettant cette dissipation d'énergie est constituée de composants métalliques qui se déforment plastiquement pour dissiper l'énergie due au crash. Actuellement, l'industrie et la recherche se tournent vers les matériaux composites pour substituer de tels systèmes. Cependant le comportement de ces matériaux lors de sollicitations mécaniques sévères est fortement différent des matériaux métalliques, notamment dû au fait que les mécanismes d'endommagement sont très distincts. Le but de cette étude portant sur des structures tubulaires composites est d'évaluer leur capacité à dissiper l'énergie. A cette fin, différentes stratifications ont été testées en compression dans le but de déterminer leur comportement, comparer leurs propriétés et calculer leurs valeurs de SEA (absorption d'énergie spécifique, en kJ.kg<sup>-1</sup>) servant à évaluer leur aptitude à dissiper l'énergie engendrée en cas de crash. Ces dernières sont issues des courbes effort-déplacement obtenues lors des essais d'écrasement. Les différents essais de compression ont été instrumentés et suivis au moyen de caméras rapides et des images post-essais ont été réalisées par tomographie pour comprendre les mécanismes d'endommagement mis en jeu. Ces essais ont été réalisés à vitesse de chargement quasi-statique puis dynamique et selon diverses conditions limites. Les différents résultats de comportement en compression sont également utilisés dans le but de construire et enrichir un modèle de calcul par éléments finis permettant de simuler la réponse de structures composites de différentes natures soumises au crash en intégrant la géométrie et la composition de la structure. L'objectif de ce travail de recherche est ainsi d'évaluer l'énergie pouvant être dissipée par des structures tubulaires composites, de comparer les absorptions induites par des structures composites de compositions différentes, et/ou bi-matériaux, et enfin de fournir un modèle éléments finis représentant le comportement de structures composites en compression jusqu'à l'endommagement et la ruine de la structure. Il a ainsi été établi qu'en chargement statique, un stratifié unidirectionnel orienté à 0° et stabilisé par des plis de tissus répond fortement aux attentes en terme de dissipation d'énergie, mais pas en sollicitation dynamique. Dans ce cas, une stratification à 90° semble plus adéquate. D'autre part, un confinement forcé vers l'intérieur est

avantageux dans la plupart des cas, réduisant le pic d'effort initial sans diminuer drastiquement la valeur de SEA.

**Mots clés :** Crash - Compression - Tubes composites - Dissipation d'énergie - Absorption d'énergie spécifique - Aéronautique - Sécurité des passagers

**Summary:** With the perspective of the design and development of an aircraft seat and in order to respect the safety regulations in effect, the structure of the developed seat must allow for a swift dissipation of the energy received in case of an aircraft crash so as to protect the passengers. The choice of a structure crafted in composite materials was established due to the lightness, the mechanical properties and the aeronautical context. To that end, a study focused on composite tubular structures is carried out with the aim of evaluating their ability to dissipate the energy in the event of a crash.

**Keywords:** Composite, Crash, Energy dissipation, Aeronautics, Seat, Structure