



**HAL**  
open science

# Crash de tubes composites et dissipation d'énergie pour développement de sièges aéronautiques

Jean-Emmanuel Chambe, Christophe Bouvet, Jean-François Ferrero, Olivier Dorival

► **To cite this version:**

Jean-Emmanuel Chambe, Christophe Bouvet, Jean-François Ferrero, Olivier Dorival. Crash de tubes composites et dissipation d'énergie pour développement de sièges aéronautiques. Journées Nationales sur les Composites 2017, École des Ponts ParisTech (ENPC), Jun 2017, 77455 Champs-sur-Marne, France. hal-01623244

**HAL Id: hal-01623244**

**<https://hal.science/hal-01623244>**

Submitted on 25 Oct 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Dissipation d'énergie lors du crash de structures composites  
tubulaires pour le développement de sièges aéronautiques**

*Energy dissipation during composite tubular structures crash for  
aircraft seats development*

**Jean-Emmanuel Chambe<sup>1</sup>, Christophe Bouvet<sup>1</sup>, Jean-François Ferrero<sup>1</sup>,  
Olivier Dorival<sup>1,2</sup>**

1 : Université de Toulouse, Institut Clément Ader, UMR CNRS 5312, INSA/UPS/ISAE/Mines Albi  
3 rue Caroline Aigle, F-31400 Toulouse, France.  
e-mail : jean-emmanuel.chambe@isae-superaero.fr  
e-mail : christophe.bouvet@isae.fr  
e-mail : jean-francois.ferrero@univ-tlse3.fr

2 : Icam - Site de Toulouse  
75 avenue de Grande-Bretagne CS 97615, F-31076 Toulouse Cedex 3  
e-mail : olivier.dorival@icam.fr

Du fait de leur légèreté et propriétés mécaniques intéressantes, l'utilisation des matériaux composites dans le domaine aéronautique est de plus en plus fréquente, même pour la réalisation de parties structurales, principalement conçues à partir d'ensembles métalliques jusqu'à présent. Allant en ce sens, l'objet de cette étude est la réalisation et la validation d'une structure de siège aéronautique en composite résistant au cas d'un crash d'avion.

Lors d'un crash aérien, les éléments constituant la structure de l'avion doivent garantir au maximum l'intégrité physique des passagers en minimisant les sollicitations mécaniques et physiologiques perçues par les passagers. Ceci est d'autant plus valable pour les sièges d'avion, s'agissant du dernier élément structurel pouvant protéger les passagers.

Actuellement, la majorité des sièges d'avion étant principalement réalisés en alliage d'aluminium, le phénomène de déformation plastique du métal va atténuer les sollicitations perçues par les passagers et notamment dissiper une partie importante de l'énergie cinétique associée à l'ensemble siège-passager. Dans le cas d'un siège dont la structure est réalisée en matériaux composites, l'endommagement seul des éléments composites devra dissiper l'énergie due au crash et atténuer ainsi les efforts perçus et les accélérations vues par le passager.

Dans les faits, les autorités de certification aéronautique imposent lors d'une sollicitation de type crash un seuil d'accélération maximal perçu par le cerveau du passager, ainsi que des efforts maximum en compression dans les lombaires et les fémurs des passagers. Afin de simuler le crash dans son cas le plus critique, le niveau d'accélération perçu par le siège au niveau du plancher doit atteindre au minimum 16g en moins de 0.09s (selon les spécifications de la norme CS25 - Certification Specifications for Large Aeroplanes, European Aviation Safety Agency) [1].

La présente étude porte sur le développement de pièces composites devant dissiper de l'énergie lors de leur endommagement. Dans cette optique, la réalisation d'une étude numérique en dynamique sur une structure de siège d'avion est menée afin de dimensionner les pièces composites susceptibles de s'endommager et quantifier l'énergie ainsi dissipée.

---

Pour ce faire, une numérisation de structure de siège aéronautique ainsi que de ses passagers est réalisée dans le but de déterminer les efforts transmis à travers la structure nécessaires à son maintien et garantissant son intégrité, ainsi que la loi d'endommagement et l'absorption d'énergie nécessaire pour garantir la sécurité des passagers en cas de crash selon les spécifications de la norme.

La structure de siège envisagée ainsi que les parties permettant la dissipation d'énergie ont pour but d'être réalisés en tubes composites (fig.1) s'endommageant par écrasement (ou crushing). Ces structures tubulaires sont également testées expérimentalement pour valider le modèle numérique et le compléter, notamment afin de s'affranchir des cas de flambage (fig.1). Plusieurs études ont porté sur le cas d'endommagement par crushing de structures composites [2][3] et le lien qu'il présente avec l'énergie absorbée [4][5].

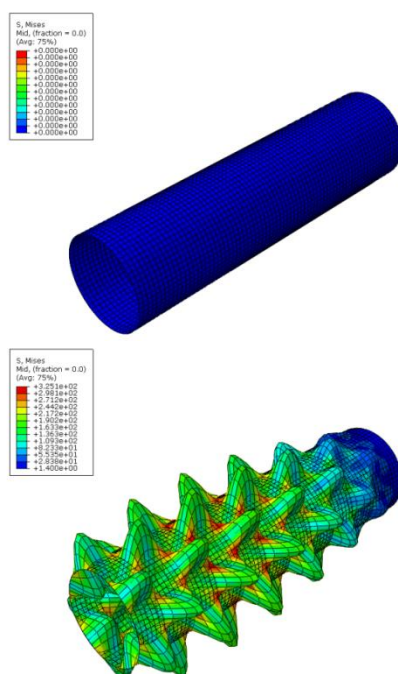


Fig. 1. Crash d'un tube composite soumis à un effort en compression présentant un flambage

### Références

- [1] EASA, European Aviation Safety Agency, « Certification Specifications for Large Aeroplanes - CS25 ».Amendment 8, 2009.
  - [2] H.A. ISRAR, S. RIVALLANT, J.J. BARRAU, « Experimental investigation on mean crushing stress characterization of carbon–epoxy plies under compressive crushing mode ». *Composite Structures*, Vol. 96, pp. 357-364, 2013.
  - [3] H.A. ISRAR, S. RIVALLANT, C. BOUVET, J.J. BARRAU, « Finite element simulation of 0°/90° CFRP laminated plates subjected to crushing using a free-face-crushing concept ». *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Vol. 62, pp. 16-25, 2014.
-

- [4] A. ESNAOLA, I. ULACIA, L. ARETXABALET, J. AURREKOETXEA, I. GALLEGRO, « Quasi-static crush energy absorption capability of E-glass/polyester and hybrid E-glass–basalt/polyester composite structures ». *Materials & Design*, Vol. 76, pp. 18-25, 2015.
- [5] A.ESNAOLA, I. TENA, J. AURREKOETXEA, I. GALLEGRO, I. ULACIA, « Effect of fibre volume fraction on energy absorption capabilities of E-glass/polyester automotive crash structures ». *Composites Part B: Engineering*, Vol. 85, pp. 1-7, 2016.