HAL
open science

Approches expérimentale et numérique pour la simulation de l'impact et de la compression après impact de stratifié composites à matrice thermoplastique

Pablo Garcia Pérez, Christophe Bouvet, Frédéric Dau, Ludovic Ballère, Patrick Peres

To cite this version:

Pablo Garcia Pérez, Christophe Bouvet, Frédéric Dau, Ludovic Ballère, Patrick Peres. Approches expérimentale et numérique pour la simulation de l'impact et de la compression après impact de stratifié composites à matrice thermoplastique. Journées Nationales sur les Composites 2017, École des Ponts ParisTech (ENPC), Jun 2017, 77455 Champs-sur-Marne, France. hal-01621575

HAL Id: hal-01621575

https://hal.science/hal-01621575v1

Submitted on 23 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.

Approches expérimentale et numérique pour la simulation de l'impact et de la compression après impact de stratifié composites à matrice thermoplastique

Experimental and numerical approaches to simulate impact and compression after impact of carbon fiber-thermoplastic matrix laminates

P. Garcia Perez[1], C. Bouvet[2], F. Dau[1], L. Ballère[3] et P. Peres[3]

1 : Institut de Mécanique et d'Ingénierie
Arts et Métiers ParisTech
Esplanade des Arts et Métiers, 33405 Talence, France
e-mail : pablo.garcia-perez@ensam.eu, frederic.dau@ensam.eu

2 : , ISAE-Supaéro, Institut Clément Ader
Université de Toulouse
10 Avenue Edouard Belin, BP 54032, 31055 Toulouse Cedex 4, France
e-mail : christophe.bouvet@isae.fr

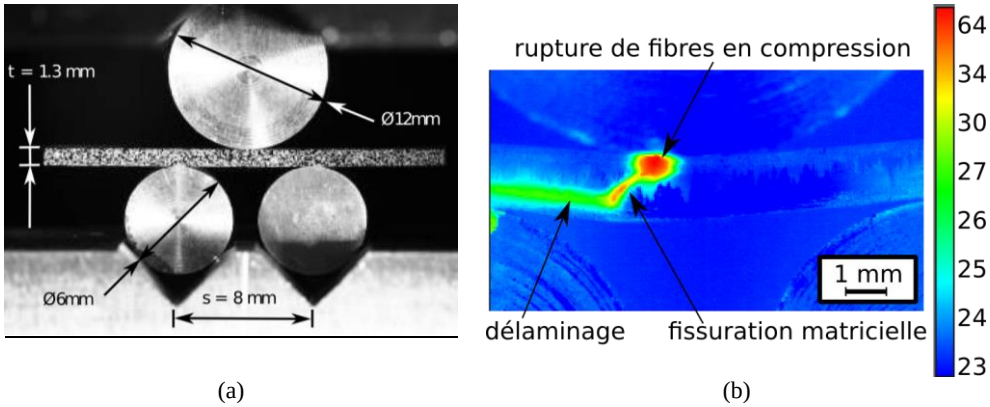
3: Airbus Safran Launchers
Etablissement d'Aquitaine, 33165 Saint-Médard-en-Jalles Cedex, France
e-mail : patrick.peres@airbusafran-launchers.com, ludovic.ballere@airbusafran-launchers.com

Les matériaux composites stratifiés sont de plus en plus utilisés dans l'industrie grâce à leurs excellentes propriétés mécaniques spécifiques. Ils sont utilisés dans la conception des structures hautes performances dans l'industrie aérospatiale en vue de la recherche de gain de masse. Cependant, ces matériaux stratifiés, constitués ici de plis unidirectionnels d'orientations différentes, restent très sensibles au délaminage surtout lorsqu'ils sont exposés à des impacts même de basses énergies (<100 J, chutes d'outils, impacts de grêle...). Ces délaminages peuvent conduire à des diminutions significatives de résistance du composite stratifié sans forcément laisser de marques visibles sur la surface extérieure. La diminution de la tenue résiduelle en compression peut aller jusqu'à 75% de la tenue d'une structure dite saine [1].

Le matériau étudié est un composite stratifié à base d'une résine thermoplastique renforcé par des fibres de carbone. Les résines thermoplastiques présentent une tenue à l'impact plus importante que les résines thermodurcissables grâce à une résistance au délaminage plus importante [2].

Une approche numérique a été proposée pour prendre en compte les modes d'endommagement dans les composites sous sollicitations d'impact basses énergies (< 100J) et de compression après impact (CAI). Le modèle numérique utilisé [3] permet l'enchaînement de ces deux essais, tout en prenant en compte les différents types d'endommagements : rupture de fibres en traction/compression, fissuration matricielle et délaminage. La particularité de cette modélisation est de prendre en compte la fissuration matricielle à partir d'éléments d'interfaces dans le pli afin de rendre compte du caractère discret de ce dommage. Ces éléments d'interfaces permettent également de prendre en compte l'indentation permanente après impact.

Le délaminage est le mode d'endommagement le plus important dans le cas d'impact, consécutif à l'apparition des fissures matricielles débouchant sur les interfaces entre plis [4]. La modélisation du délaminage est prise en compte dans les éléments d'interface par un critère basé sur le calcul de la dissipation d'énergie. L'utilisation de ce critère nécessite de la détermination du taux de restitution d'énergie critique en mode II (G_{IIC}). L'essai de flexion trois points rapprochés (fig. 1), dit Short Beam Shear Test (SBS) en anglais, a été utilisé dans ces travaux. Il a permis de reproduire la chronologie des endommagements dans le cas d'impact : fissuration matricielle puis délaminage. La méthode de thermographie infrarouge a été utilisée pour estimer la valeur de G_{IIC} (délaminage) et également celle du taux de restitution d'énergie critique de rupture de fibres en compression (G_{IC}^{fibre}).



(a) (b)

Fig. 1. (a) Montage de flexion trois points rapprochés (SBS) et (b) mesures de thermographie infrarouge lors de l'essai SBS (température en surface)

Remerciements
Les auteurs tiennent à remercier le soutien financier apporté par la Direction Générale de l'Armement et la région d'Aquitaine.

Références

[1] Abrate S. Impact on composite structures. Cambridge University Press; 1998.
[2] Dorey, G., Bishop, S. M., & Curtis, P. T. (1985). On the impact performance of carbon fibre laminates with epoxy and PEEK matrices. Composites Science and Technology, 23(3), 221–237.
[3] Samuel Rivallant, Christophe Bouvet, Natthawat Hongkarnjanakul, « Failure analysis of CFRP laminates subjected to compression after impact: FE simulation using discrete interface elements ». Composites: Part A 55 (2013) 83–93.
[4] Lin, H. J., & Lee, Y. J. (1990). Impact-Induced Fracture in Laminated Plates and Shells. Journal of Composite Materials, 24(11), 1179–1199.