



**HAL**  
open science

# ETUDE DE LA FABRICATION D'UN COIN DE MALLE PAR RFI

Jorge Lopez Torres, Philippe Marguerès, Francis Collombet

► **To cite this version:**

Jorge Lopez Torres, Philippe Marguerès, Francis Collombet. ETUDE DE LA FABRICATION D'UN COIN DE MALLE PAR RFI. JST Mise en forme des matériaux Composites AMAC-ONERA, 2006, Chatillon, France. hal-04496836

**HAL Id: hal-04496836**

**<https://hal.science/hal-04496836>**

Submitted on 8 Mar 2024

**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.

# ETUDE DE LA FABRICATION D'UN COIN DE MALLE PAR RFI

JORGE LOPEZ TORRES, PHILIPPE MARGUERES, FRANCIS COLLOMBET

LGMT – PRO<sup>2</sup>COM-IUT Paul Sabatier – Département GMP  
133c avenue de Rangueil, BP 67701, F 31077 Toulouse CEDEX 4.

## INTRODUCTION

Nous nous intéressons ici à l'étude de la fabrication d'une structure appelée coin de valise ou coin de malle à partir d'un semi-préimprégné (HexFIT) dédié au RFI (Resin Film Infusion [James, R. 2003; Baker, A. 2001; Kendall, K.N. 1994; Qui B. 1999...]) cuite en étuve. L'objectif initial est double: fabriquer une structure coin de malle à moindre coût (low-cost) comparé aux autres procédés de fabrication [Marsh, G. 2002; Hinrichsen, J. 2001; Herrmann A. S. 1999; Schaefer H. A. 2001...] et tester l'influence des paramètres de fabrication sur les caractéristiques du matériau dans la structure. Plus précisément, nous présenterons dans ce papier l'influence de l'empilement des plis, de l'épaisseur désirée et du cycle de cuisson utilisé.

## MATERIAU UTILISE

Nous travaillons ici avec le semi préimprégné HexFIT® de la société Hexcel Composites. Ce dernier est composé d'une alternance de couches de préimprégné et de renfort sec. Le grammage du renfort est de 1200 g/m<sup>2</sup> et la masse surfacique d'un pli avoisine 2150 g/m<sup>2</sup> pour une épaisseur proche du millimètre. La résine utilisée est de la M9.6F et le renfort est un sergé 2,2 de verre E. Des études préliminaires [Lopez T. J., Syed M. K. 2003] ont permis d'établir les caractéristiques de ce matériau en termes de propriétés mécaniques en traction chaîne et trame, flexion, cisaillement interlaminaire mais également physico-chimiques (T<sub>g</sub>, paramètres de cuisson).

## FABRICATIONS DU COIN DE MALLE

Le challenge réside ici en la fabrication d'une structure à trois plans perpendiculaires reliés par un coin arrondi à partir de ce matériau très spécifique (épais, lourd et difficilement déformable). Des démonstrateurs de 200 mm de côté ont donc été fabriqués sur un moule de 350 mm de côté possédant un rayon de 15 mm. Trois méthodes de fabrication ont été utilisées pour définir la meilleure façon de draper les plis sur le moule. Pour la cuisson, les produits d'environnement restent les mêmes et le cycle proposé par le fabricant a été suivi (60 minutes à 120°C avec une montée de 3°C/mn et une descente de 1°C/min, sous un vide absolu constant de 300 mbar). Des thermocouples ont été placés en surface coin, à cœur et entre le coin et le moule afin de suivre l'évolution de la température en cours de cuisson.

La première méthode propose de déformer le plus uniformément possible les plis pour les placer sur le moule (Figure 1-a). De fortes déformations hors plan ainsi qu'une inégalité de flot de la résine apparaissent après cuisson. Une seconde procédure utilise un contre moule rigide pour aider au compactage des plis déformés de la première méthode (Figure 1-b). Les déformations hors plan disparaissent ou s'amoindrissent très fortement cependant le problème de répartition de résine subsiste. La dernière méthode utilise des gabarits de découpes spécifiques permettant de ne pas déformer les plis tout en tenant compte du non recouvrement des zones de coupes (Figure 1-c). Le rendu des pièces est bien meilleur que celui des deux autres méthodes.

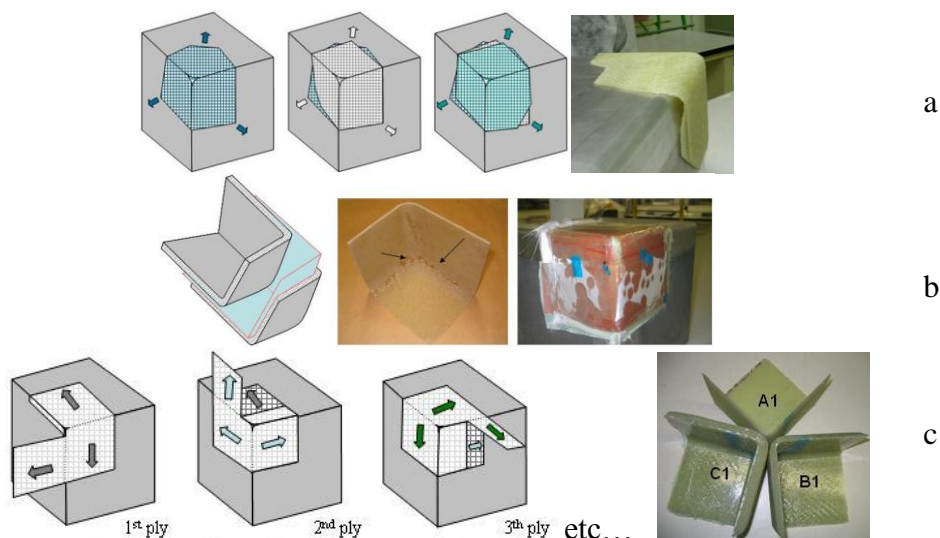


Figure 1. Méthodes de fabrication et résultats sur le démonstrateur coin de malle

Trois démonstrateurs d'épaisseur 3, 9 et 15 mm ont donc été fabriqués à l'aide de la troisième méthode.

## RESULTATS ET ANALYSES

Des mesures de taux de porosité par calcination montre une évolution croissante des taux volumiques de porosités en fonction des épaisseurs (2,7% pour 3 mm; 3% pour 9 mm et 4,55% pour 15 mm). Afin de diminuer ce taux de porosité, un second cycle de cuisson (insertion d'un palier à 80°C pendant 60 mn avant le palier à 120°C et montée à 1°C/mn) a été proposé afin de faciliter le flot de la résine durant la cuisson à l'étuve (sans changer de produits d'environnement). Les nouveaux taux porosités obtenus ne dépassent pas 2%. Les mesures de fractions volumiques de fibres montrent une faible influence des cycles sauf pour la plus grosse épaisseur. Pour les démonstrateurs de 15 mm, des mesures de température via les thermocouples montrent un décalage marqué avec le cycle fabricant contrairement au cycle aménagé pour faciliter le flot de résine. Le second cycle montre donc son intérêt en terme de fabrication de ce genre de structure avec l'HexFIT.

Des études parallèles sur des plaques d'épaisseurs équivalentes sont en cours pour mettre en place un système de caractérisation non destructive afin de rendre compte de la variation de l'épaisseur (couplée à des mesures d'épaisseur), de la répartition de la résine et de défauts éventuels. Ces plaques sont également caractérisées d'un point de vue mécanique afin de rendre compte de la variation des propriétés en fonction de la variation locale -de l'ordre de la dimension d'une éprouvette standard- de l'épaisseur et de la porosité. Des essais sur structure et une comparaison avec des plaques produites en autoclave permettront de statuer sur l'intérêt de la production en étuve.

## CONCLUSIONS

Cette étude rend compte de la faisabilité de la fabrication d'un coin de malle avec le matériau HexFIT® E-glass/2x2 twill/M9.6FL dédié à la production low-cost par RFI. Nous retiendrons par la suite la méthode utilisant des gabarits de coupe ainsi que le cycle de cuisson avec palier intermédiaire. Une modélisation intégrant les paramètres de fabrication est en cours de développement.