

Procédé composite à grandes cadences pour l'allègement des pièces mécaniques

D. GUILLON^a, C. FAGIANO^b, L. ROTA^c

a. CETIM pôle Polymères et Composites, Damien.Guillon@cetim.fr

b. ONERA Département Matériaux & Structures Composites, christian.fagiano@onera.fr

c. PSA DRD/DRIA/DSTF/SMMS, laurent.rota@mpsa.com

Résumé :

Le CETIM développe des procédés pour la mise en œuvre à grandes cadences et à bas coût de pièces mécaniciennes en matériaux composite thermoplastique. Un triangle de suspension définie par PSA a été développé et testé à titre de démonstration. Les performances et la cadence de production sont satisfaisantes, mais pas le coût de revient. C'est pourquoi le CETIM a développé un nouveau procédé, le QSP®, permettant de fabriquer des pièces composites à coût réduit. Ce développement procédé repose sur la pultrusion thermoplastique pour l'imprégnation des fibres, puis sur le thermoformage de préforme multi-épaisseur et multi-orientation. De nouvelles méthodes de conception sont mise au point pour optimiser les conceptions de pièces QSP.

Abstract :

Cetim develops new composite material processes for low cost/high volume production of mechanical parts. An automotive composite suspension arm defined by PSA was developed and tested as demonstrator. Performance and production cycle time are interesting, but cost is excessive. Therefore, CETIM has developed a new process, QSP®, to cut down the cost of composite part. Thermoplastic pultrusion is used for fiber impregnation, then a multi-thickness/multi-orientation preform is thermoformed. New design methods are proposed to optimize design of QSP parts.

Mots clefs: composite, thermoplastic, low cost, high volume, QSP process, design

1 Développement d'un triangle de suspension composite

Le CETIM investit depuis bientôt dix ans sur le développement de procédés de mise en œuvre de matériaux composites thermoplastique, afin de rendre ces technologies accessibles à l'industrie mécanicienne. Dans ce cadre, le CETIM a produit, en collaboration avec PSA et l'ONERA, un démonstrateur de triangle de suspension en matériau composite carbone/polyamide. Ce démonstrateur est fabriqué par thermoformage d'un tissu pré-imprégné. Il est constitué de deux demi-coquilles soudées dans le moule, de sorte que plusieurs centaines de pièces par jour peuvent être produites. Les partenaires ont notamment travaillé à caractériser ce matériau nouveau et la nocivité des défauts de

fabrication, à identifier les modes d'endommagement, à vérifier le dimensionnement par des essais sur pièce en statique et prochainement en fatigue. Un allègement de plus de 50% est obtenu, avec une amélioration de la tenue à l'effort maximal. En revanche, la soudure des deux coques présentent des caractéristiques mécaniques inférieures à celles attendues, ce qui provoque la séparation prématurées (mais sans ruine finale) des deux coques : des pistes d'amélioration du procédé de soudure sont donc encore investiguées.

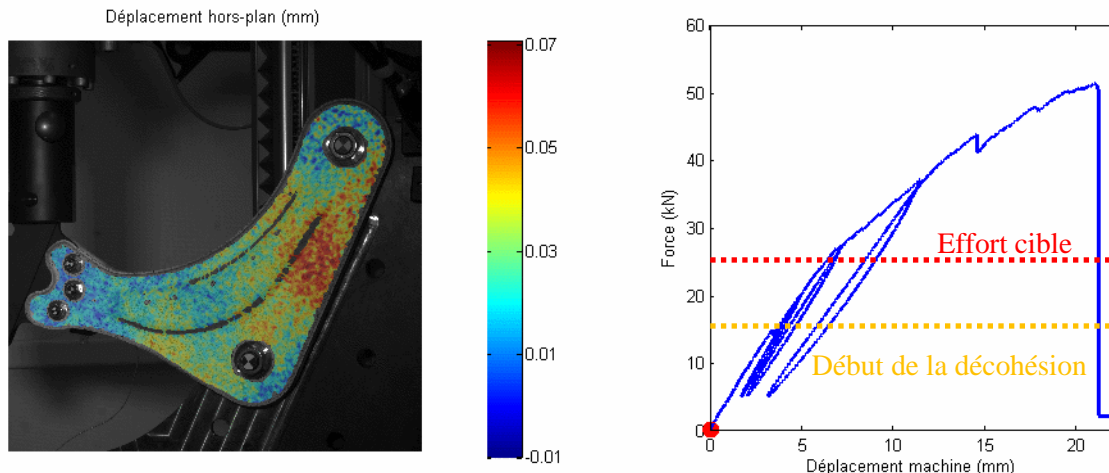


Figure 1 : Essais mécaniques quasi-statique sur le triangle composite

2 Bilan économique

Le bilan économique de cette pièce a été réalisé de manière approfondie et il apparaît clairement que son coût est rédhibitoire pour une utilisation sur des véhicules grands publics. Cela a amené le CETIM à développer un nouveau procédé visant à optimiser les coûts de fabrication : le Quilted stratum Process (QSP®). Le procédé permet de tirer parti des avantages techniques du composite tout en étant capable de produire à bas coût et à grandes cadences :

- Imprégnation par pultrusion pour permettre de personnaliser le couple fibre/matrice
- Assemblage « net Shape » de patches à fibres continues de forme simple, pour minimiser le taux de perte matière, et surmoulage de thermoplastique pour l'intégration de fonction
- Réalisation robotisée de préformes à orientations localisées et d'épaisseurs variables

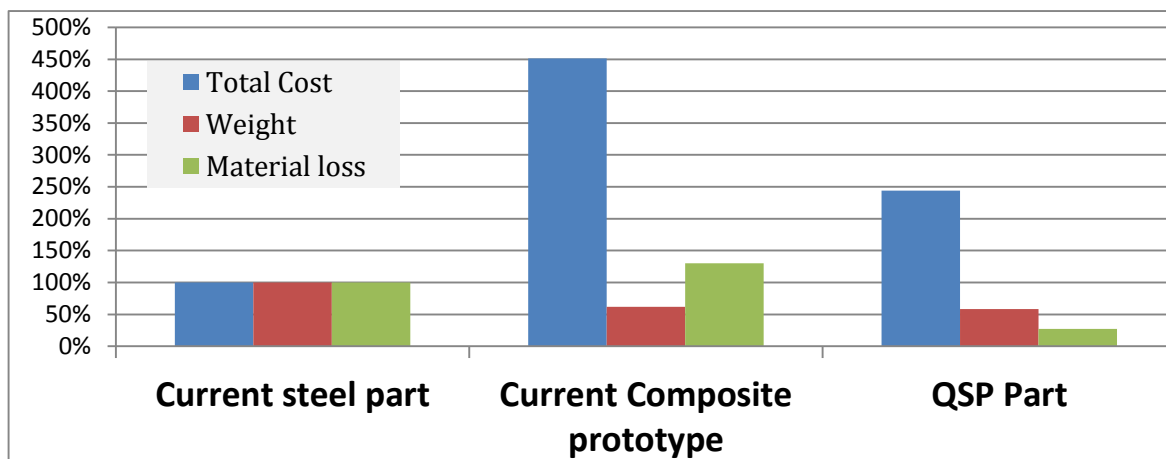


Figure 2 : coût de revient d'un triangle en composite carbone/PA6 en fonction du procédé

3 Développement d'un procédé productif et économique

Une ligne pilote est installée depuis début 2015 dans les locaux du CETIM au Technocampus Composite de Nantes. Ce développement procédé s'accompagne du développement de méthode de conception adaptée. Trois axes en particulier nécessitent de mettre au point de nouvelles méthodologies, qui doivent être assimilables par les industriels :

- Le développement, en collaboration avec l'ONERA, d'outils d'optimisation capables de proposer les variations localisées d'orientation et d'épaisseur. L'objectif est d'intégrer à terme la variable économique « coût de fabrication » dans l'optimisation.
- La simulation du procédé d'estampage est actuellement insuffisamment précise et trop lourde en temps de calcul pour être pleinement exploitable industriellement. Les développements visent à la fois à améliorer les modèles existants, mais aussi à développer des outils simplifiés permettant d'intégrer l'impact du procédé de fabrication dès les phases amont de conception.
- La nocivité des défauts inhérents au procédé, notamment la problématique du désalignement des fibres lors du formage, ainsi que celle de la tenue des interfaces entre les différents patches composites à fibres continues.

Un projet ANR sur le sujet a été déposé en collaboration avec le laboratoire GeM de Nantes et le LMT de l'ENS Cachan.



Figure 3 : Description de la ligne pilote QSP du CETIM