

## **Les effets des géométries de mis en forme sur la génération des défauts des renforts tissées**

### ***Geometry effect on the pre-forming defects generation of woven reinforcement***

**Azzouz Rym<sup>1</sup>, Allaoui Samir<sup>1</sup>, Moulart Raphael<sup>1</sup>**

1: ITheMM (EA 7548), University of Reims Champagne-Ardenne,  
EiSiNe, Campus Sup Ardenne, BP50028, 08005,  
Charleville Mézières Cedex, France.

e-mail : [rym.azzouz@univ-reims.fr](mailto:rym.azzouz@univ-reims.fr) , [samir.allaoui@univ-reims.fr](mailto:samir.allaoui@univ-reims.fr) et [raphael.moulart@univ-reims.fr](mailto:raphael.moulart@univ-reims.fr)

#### **1. Introduction**

En progressant dans l'utilisation des composites comme une alternative des matériaux métalliques dans les applications industrielles, il est inévitable de viser des pièces structurales avec des formes complexes. Alors il est important de comprendre des mécanismes mis en jeu lors des différentes étapes de mise en œuvre. La première étape des procédés LCM, qui sont parmi les plus utilisés, est la mise en forme des renforts (secs ou préimprégnés). Cette étape est critique et par conséquent il faut l'étudier pour comprendre le rôle des différents paramètres des procédés et des facteurs mis en jeu afin d'identifier les types et les causes des différents défauts qui apparaissent.

De nombreux auteurs ont montré que les défauts de mise en forme dégradent les propriétés mécaniques et les performances globales du composite [1][2] [3] en créant des hétérogénéités locales. Plusieurs facteurs peuvent générer ces défauts : des facteurs liés aux procédures de mise en forme (pression, vitesse, géométrie, ...) et des facteurs liés au type de renfort (tissée, unidirectionnel, NCF...) et donc à son comportement. En effet, le type de défauts qui apparaît pendant la mise en forme dépend des modes de déformations que subit le renfort qui eux sont fortement conditionnés par un couplage du comportement et de la géométrie de la préforme, surtout lorsque cette dernière est complexe avec de fortes courbures.

C'est ainsi, que plusieurs auteurs se sont intéressés à l'étude de l'effet de la géométrie sur l'apparition des défauts en utilisant des diverses géométries que l'hémisphère [4], le double dôme [5], le cône [6], le cube, le prisme, le tétraèdre [7] ou des géométries inconventionnelles comme le tétraèdre coupé, le double dôme avec un côté prismatique ... Chaque étude de la littérature a utilisé une géométrie avec un renfort donné, ce qui rend difficile la comparaison des résultats d'une étude à une autre.

La présente étude s'intéresse donc à l'effet de la géométrie sur l'apparition des défauts à travers un benchmark de plusieurs géométries spécifiques.

Le choix des géométries à étudier est basé sur les géométries proposées dans la littérature où les défauts ont été générés à cause d'un détail de la forme.

Des essais expérimentaux ont été réalisés, après avoir établi un protocole expérimental pour le groupe des géométries, en gardant les mêmes paramètres de mise en forme (vitesse de poinçon, pression de serre flan, type et orientation des renforts secs) pour localiser et comparer les types et quantité de défauts et analyser l'effet des éléments de chaque géométrie sur la manifestation des défauts.

---

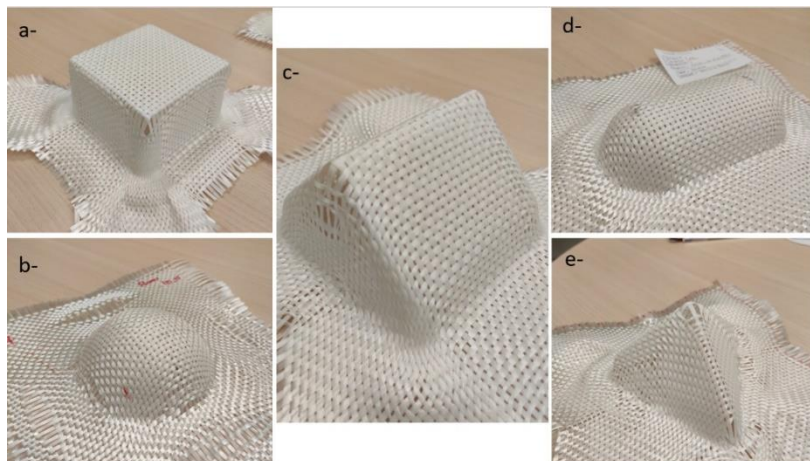


Fig.1. Préforme taffetas verre : a- cube, b- hémisphère, c- prisme, d- double dôme, e- tétraèdre

### Remerciements:

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la chaire Matériaux architectures (MATUR) cofinancé par la région Grand Est [Convention N° D201507798], L'union Européenne [Convention N° D201507799] et l'UIMM [convention N°13-2015]. Les auteurs remercient l'ensemble de ces partenaires pour leur support financier.

### Références

- [1] S. Mukhopadhyay, M. I. Jones, and S. R. Hallett, "Tensile failure of laminates containing an embedded wrinkle; numerical and experimental study," *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, vol. 77, pp. 219–228, 2015.
  - [2] L. D. Bloom, J. Wang, and K. D. Potter, "Damage progression and defect sensitivity: An experimental study of representative wrinkles in tension," *Compos. Part B Eng.*, vol. 45, no. 1, pp. 449–458, 2013.
  - [3] R. F. El-Hajjar and D. R. Petersen, "Gaussian function characterization of unnotched tension behavior in a carbon/epoxy composite containing localized fiber waviness," *Compos. Struct.*, vol. 93, no. 9, pp. 2400–2408, 2011.
  - [4] U. Mohammed, C. Lekakou, and M. G. Bader, "Experimental studies and analysis of the draping of woven fabrics," *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, vol. 31, no. 12, pp. 1409–1420, 2000.
  - [5] S. Gatouillat, A. Bareggi, and P. Boisse, "Composites : Part A Meso modelling for composite preform shaping – Simulation of the loss of cohesion of the woven fibre network," *Compos. Part A*, vol. 54, pp. 135–144, 2013.
  - [6] S. Bickerton, P. Šimáček, S. E. Guglielmi, and S. G. Advani, "Investigation of draping and its effects on the mold filling process during manufacturing of a compound curved composite part," *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, vol. 28, no. 9–10, pp. 801–816, 1997.
  - [7] S. Allaoui, G. Hivet, D. Soulat, A. Wendling, P. Ouagne, and S. Chatel, "Experimental preforming of highly double curved shapes with a case corner using an interlock reinforcement," *Int. J. Mater. Form.*, vol. 7, no. 2, pp. 155–165, 2014.
-