

**CENTRE DE MISE EN FORME
DES MATERIAUX**

UMR CNRS 7635



**Génération et homogénéisation de VERs de mousses polymère :
relation microstructure – propriétés mécaniques**

Contexte et objectifs du projet :

Les pressions écologiques et économiques poussent le secteur de l'industrie automobile à faire de plus en plus appel à des pièces d'habitacles ou de structure en matériaux polymères et composites. Les mousses polymère représentent une solution à l'allègement de structures. L'objectif de ces matériaux est, via le procédé de moussage, d'obtenir des structures de moindre densité (par le développement de microstructures alvéolaires) qui restent compétitifs en termes de propriétés mécaniques par rapport à des matériaux polymères à microstructures homogènes. Toutefois, la compréhension du comportement mécanique de ces mousses polymère reste imparfaite due à la complexité de leur microstructure. Ceci est un frein considérable à l'usage de ces matériaux lorsque la sécurité du véhicule est engagée ou à l'optimisation de leur utilisation, le dimensionnement ne présentant pas un degré de confiance suffisant.

Le Centre Technique Industriel de la Plasturgie et des Composites IPC a réalisé récemment, et ce en collaboration avec les Mines de Douai, une étude autour de l'allègement de structures par procédé de moussage. Dans le cadre de ce projet, deux matériaux ont été étudiés un polypropylène copolymère non chargé et un polypropylène chargé. Ces deux matériaux ont été mis en forme par procédé de moussage en faisant varier de nombreux paramètres dont le type d'agents gonflants (physique ou chimique) et les paramètres d'injection (% gaz, température polymère, débit d'injection, ...). Une analyse morphologique de la microstructure de ces pièces a été réalisée en termes de taille de zones cœur/peau et de taille de pores observés. Ces pièces ont ensuite été testées sous chargement de traction, flexion et de choc.

**CENTRE DE MISE EN FORME
DES MATERIAUX**

UMR CNRS 7635



Dans le cadre de cette présente étude, le CEMEF en collaboration avec l'IPC modélisera à une échelle mésoscopique la microstructure de mousses polymère obtenues par procédé de moussage en faisant varier de nombreux paramètres dont le type d'agents gonflants (physique ou chimique) et les paramètres d'injection (% gaz, température polymère, débit d'injection, ...). Le CEMEF développe depuis de nombreuses années une expertise dans le domaine de la modélisation numérique de microstructures de matériau et la simulation de ces dernières sous chargement mécanique, notamment au travers de la librairie CIMLIB (Figure 1). Afin d'améliorer la compréhension du comportement mécanique de ces matériaux, une étude sera donc menée sur la génération de Volume Élémentaire Représentatif (VER) de ces matériaux afin de mieux appréhender l'influence des paramètres morphologiques que sont les fluctuations de densité, la taille des pores, l'arrangement des cellules, ... sur le comportement mécanique de ces derniers.

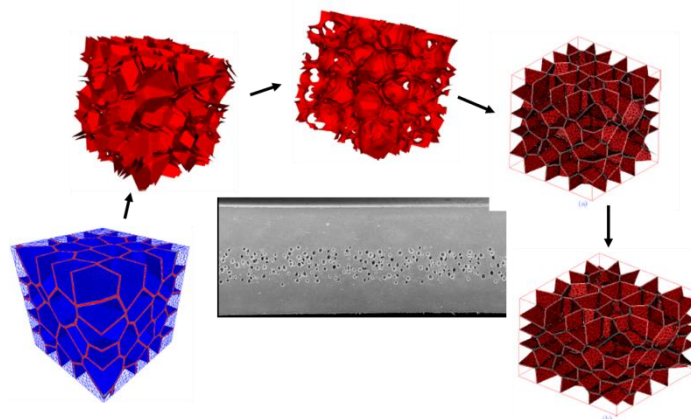


Figure 1 : micrographie d'une mousse PP et modélisation de VERs de mousse

Type de projet :

Stage dans le cadre du mastère spécialisé MAPMOD

CENTRE DE MISE EN FORME DES MATERIAUX

UMR CNRS 7635



Travaux de stage :

Dans le cadre d'une approche dite immergée (contexte éléments finis - approche level set - adaptation de maillage) pour la génération des VERs et une approche lagrangienne multidomaine classique concernant la sollicitation de ces VERs, le travail de stage sera principalement consacré à la simulation de la microstructure de mousses observée par tomographie, la création d'un VER (volume élémentaire représentatif), l'analyse de sa réponse mécanique sous sollicitation pour mieux comprendre l'influence de la morphologie de la microstructure sur les propriétés mécaniques. Le travail de stage sera organisé de la manière suivante :

1. Réalisation d'essais mécaniques sur éprouvettes usinées qui auront été préalablement observées en tomographie RX.
2. Analyse statistique des caractéristiques morphologiques des mousses à partir d'images MEB et d'images de tomographie afin de définir la variabilité des paramètres pertinents dans l'élaboration des VERs.
3. Génération en 2D et en 3D de microstructures à partir d'images MEB et d'images de tomographie. Ces développements reposeront en partie sur des outils de maillage de microstructures déjà opérationnel pour d'autres types de microstructures.
4. Sous certaines hypothèses simplificatrices concernant le comportement du matériau en présence, les microstructures générées seront sollicitées dans un logiciel EF à des fins d'homogénéisation et de comparaison avec les résultats expérimentaux. Des comparaisons seront également réalisées avec le logiciel de génération de VERs Digimat.

**CENTRE DE MISE EN FORME
DES MATERIAUX**

UMR CNRS 7635



Mots-clés :

VER – mousses polymère – génération VERs – homogénéisation - Eléments Finis

Profil – Compétences recherchées :

Modélisation éléments finis – comportement des matériaux – bon niveau d’anglais – travail en équipe pluridisciplinaire dans le cadre d’un projet collaboratif.

Lieu :

Le master se déroulera au laboratoire CEMEF de l’Ecole des Mines de Paris à Sophia-Antipolis avec des séjours au Centre Technique Industriel IPC à Oyonnax.

Equipe :

Le stage se déroulera dans les équipes Mécanique Physique des Polymères Industriels – MPI et Modélisations Multiéchelles – MSM sous la direction de J.L. Bouvard, N. Billon et M. Bernacki.

Contact :

jean-luc.bouvard@mines-paristech.fr

marc.bernacki@mines-paristech.fr