

Stabilité des matrices thermostables et conséquences sur la consolidation des préformes composites comêlées

Contexte

L'axe Matériaux-Procédés-Propriétés (MaPP) du groupe Matériaux et Structures Composites de l'ICA étudie depuis plusieurs années les problématiques relatives à la mise en œuvre des composites, dans le but d'établir le lien entre les propriétés des matériaux initiaux, les conditions de transformation et les propriétés d'usage des composites. Ses activités portent en particulier sur la mise en œuvre de composites à matrices thermostables (PEEK, PEK, PPS) qui présentent l'avantage après avoir été consolidés, de pouvoir être estampés à chaud et assemblés par soudage contrairement à leurs homologues thermodurcissables.

Les temps de cycles nécessaires à la fabrication des composites à matrice thermostable demeurent toutefois une limite à leur développement. La viscosité des matrices polymères thermoplastiques à l'état fondu est en effet bien supérieure à celle des résines thermodurcissables. L'imprégnation des fibres est donc plus lente ce qui rallonge le temps de cycle. Pour pallier les difficultés d'écoulement des matrices thermoplastiques et réduire les temps de cycle, différents semi-produits ont été développés par les fabricants de matériaux composites. Parmi les différentes architectures disponibles, les mèches comêlées représentent une solution très attractive : le polymère sous forme de filaments de quelques microns de diamètre est directement distribué au sein du renfort ce qui permet de réduire au maximum le chemin que doit parcourir la matrice pour imprégner totalement les fibres.

La configuration comêlée avec filaments micrométriques, théoriquement idéale, n'est toutefois pas nécessairement la plus efficace dans le cas des matrices thermostables. Les températures de fusion très élevées des thermostables (de l'ordre de 400°C) rendent en effet ces matériaux extrêmement sensibles à la dégradation thermique durant leur mise en œuvre à l'état fondu. L'opération de filage textile, qui nécessite une température bien supérieure à la fusion et un taux d'étirage important, peut ainsi générer une dégradation critique pouvant pénaliser la consolidation ultérieure des préformes composites comêlées.

Descriptif détaillé du projet

Ce projet vise ainsi à optimiser les semi-produits comêlés carbone/PEEK en explorant les conditions de dégradation de la matrice durant le filage et durant la mise en œuvre ultérieure du composite. Ces travaux seront menés en partenariat avec l'Institut Français du Textile et de l'Habillement (IFTH) qui s'est récemment implanté au sein de l'Institut Clément Ader à l'IMT Mines Albi, et qui dispose de moyens de filage de polymères haute température sur leur site de Flaviac en Ardèche.

L'étude consistera dans un premier temps à évaluer la relation entre les conditions thermomécaniques de filage (taux d'étirage, diamètre filière, vitesse d'extrusion, température) et le niveau de dégradation des filaments. Pour chaque condition, le niveau de dégradation

sera évalué d'un point de vue physico-chimique (calorimétrie, spectroscopie, WAXS, ...) et mécanique par des caractérisations du comportement rhéologique de la matrice à l'état fondu.

Quelques références de mèches comêlées seront ensuite produites afin d'évaluer expérimentalement les effets de la dégradation de la matrice sur la consolidation des composites. Cette phase de l'étude aura deux objectifs :

- Quantifier l'impact de la dégradation initiale générée durant le filage textile sur la consolidation des composites en fabriquant des plaques par thermocompression sous presse avec le même cycle de mise en œuvre.
- Caractériser le niveau de dégradation induit par le cycle de consolidation (phase de chauffage) en appliquant différentes cinétiques thermiques au moyen du pilote de thermocompression EDyCO équipé de moules inductifs Roctool. Ce pilote, qui est disponible sur la plateforme Scientifique et Technologique MIMAUSA à Albi, permettra d'évaluer le bénéfice d'un chauffage rapide sur la processabilité des composites comêlés.

Cette seconde phase devrait permettre d'établir une relation entre la microstructure des mèches comêlées (diamètre des filaments de matrices, homogénéité du comelage), le niveau de dégradation de la matrice (masse molaire, viscosité) et la processabilité des semi-produits (porosité, propriétés mécaniques).

Laboratoire d'accueil

Les travaux de thèse seront menés à l'Institut Clément Ader sur le site de l'IMT Mines Albi. Des déplacements seront à prévoir sur le site de l'IFTH à Flaviac (07) pour les campagnes de filage.

Profil de candidat recherché

De formation Bac+5 (Master Universitaire ou école d'ingénieur) en sciences des matériaux, le candidat devra pouvoir justifier de compétences en physico-chimie des polymères et/ou en mise en œuvre des polymères et composites.

Date de début de thèse

Démarrage des travaux de thèse prévu en octobre 2018

Candidature

Les candidatures (CV et lettre de motivation) sont à envoyer simultanément par courrier électronique aux trois personnes suivantes :

Fabrice SCHMIDT, ICA-Albi, fabrice.schmidt@mines-albi.fr

Olivier De ALMEIDA, ICA-Albi, olivier.dealmeida@mines-albi.fr

Jean-Charles FONTANIER, jfontanier@ifth.org