

Etude de la formation de porosités dans les matrices thermoplastiques réactives lors de leur synthèse

Contexte

Si le transport ferroviaire de proximité est un moyen efficace pour le désengorgement des centres-villes, il s'avère peu exploité en raison des coûts prohibitifs de maintien en état des voies traditionnelles. Pour redynamiser ce mode de transport doux, une nouvelle conception de voie en rupture avec le schéma classique de rails métalliques supportés par du ballast est donc incontournable. Les matériaux composites à matrice thermoplastiques renforcés de fibres continues représentent alors une option intéressante du fait de leurs propriétés spécifiques et de leur potentiel de recyclage.

Le projet collaboratif ADEME portant cette thèse propose plus spécifiquement d'utiliser la technologie de pultrusion de composites à matrices thermoplastiques réactives pour la fabrication de rails de grande longueur. Ces thermoplastiques réactifs sont un mélange réactif composé de monomères et d'agents de polymérisation dont la réaction de polymérisation peut être réalisée *in situ* après imprégnation des renforts fibreux afin d'obtenir *in fine* une matrice thermoplastique. L'utilisation de ces systèmes permet de s'affranchir de la viscosité élevée des matrices thermoplastiques conventionnelles lors de la fabrication de composites thermoplastiques. En effet, la faible masse molaire des monomères permet d'obtenir une viscosité initiale très faible de l'ordre de 10^{-5} Pa.s ce qui facilite l'imprégnation du renfort fibreux.

Objectif des travaux de thèse

Du fait de leur faible masse molaire, les monomères du mélange réactif initial ont une température d'évaporation se situant dans la gamme de température de polymérisation de la matrice. Dès lors, si la réaction n'est pas suffisamment avancée lorsque cette température d'évaporation est atteinte, des bulles peuvent se former dans le mélange réactif, et générer à l'issue de la réaction de polymérisation des porosités au sein de la matrice. La composition du mélange réactif, qui définit la cinétique de réaction et l'augmentation des masses molaires joue alors un rôle essentiel dans ce processus. De même la pression influence la température de changement d'état du monomère et donc la formation de porosités.

Le projet de thèse vise à étudier ce processus de formation des porosités dans le contexte de la pultrusion de systèmes réactifs conduisant à la synthèse de PA6* et PMMA†. Il s'agira en particulier d'analyser l'influence des conditions de mise en œuvre sur l'évaporation et la création de porosités. L'investigation des couplages physico-chimiques sera menée d'une part par la caractérisation physico-chimique du comportement du monomère et du mélange réactif, et d'autre part par l'observation directe du processus de formation des porosités sous microscope optique. L'étude expérimentale des mécanismes servira alors de base à la construction d'un modèle numérique représentatif du processus de formation/croissance des porosités qui pourra être couplé à un modèle thermique du procédé de pultrusion afin de prédire la localisation des défauts.

* La réaction de polymérisation anionique par ouverture de cycle de l'épsilon-caprolactame, qui permet de synthétiser le PA6 a déjà fait l'objet de trois thèses à l'ICA : C. Vicard (<http://theses.fr/2018EMAC0001>) et A. Belkhiri (<http://theses.fr/s210997>), W. Han (<https://www.theses.fr/s219156>).

† Une thèse en cours utilise le système formant du PMMA : F. Guillou (<http://www.theses.fr/s338542>).

Mots clés

Composites thermoplastiques, propriétés thermique, polymérisation, cristallisation, simulation numérique.

Laboratoires d'accueil

Les travaux de thèse seront menés à l'Institut Clément Ader (ICA) sur le site de l'IMT Mines Albi, avec des déplacements à prévoir chez les partenaires du projet disposant de lignes de pultrusion.

Encadrement

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

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

Profil du candidat recherché

Le candidat doit être de formation Bac+5 (Master Universitaire ou école d'ingénieurs) avec des compétences en sciences des matériaux polymères et composites, et en modélisation/simulation. Au regard du sujet, des compétences en physico-chimie des polymères, transfert thermique, thermodynamique des matériaux et simulation numérique sont recherchées chez le candidat. Le projet s'adresse à un candidat ayant un goût prononcé pour l'expérimentation, capable d'autonomie et de rigueur, et sachant travailler dans l'environnement d'un projet collaboratif avec des partenaires industriels et académiques.

Date de début de thèse

Démarrage des travaux de thèse prévu début novembre 2022.

Candidature

Les candidats sont invités à postuler directement sur le site Indeed sur la page de diffusion de l'offre de thèse : <https://fr.indeed.com/emploi/th%C3%A8se-etude-de-la-formation-de-porosit%C3%A9s-dans-les-matrices-thermoplast-da9e24d188cbbbfb>