

Proposition de thèse de doctorat

Début : 2017-2018

Titre de la thèse : Identification des propriétés thermo-radiatives homogénéisées de matrices thermoplastiques : prise en compte de l'organisation structurale et suivi de la cristallisation

Laboratoire : Laboratoire de Thermique et Energie de Nantes

Equipe : Transferts Thermiques dans les Matériaux et aux Interfaces

Localisation de la thèse :

Directeur de thèse Nom et prénom Rousseau Benoit Tél : 02 40 68 31 17 Mail : benoit.rousseau@univ-nantes.fr	Co-directeurs Nom et prénom Boyard Nicolas Tél : 02 40 68 31 15 Mail : nicolas.boyard@univ-nantes.fr

Description du sujet

Le LTeN possède aujourd'hui un savoir-faire incontournable sur la scène nationale dans l'analyse des transferts de chaleur au cours de la mise en forme des polymères et composites et notamment à matrice thermoplastique semi-cristalline. A très petite échelle, la microstructure est constituée de domaines amorphes et de domaines cristallisés et s'organise à une échelle supérieure sous forme d'entités appelées sphérolites. Cette organisation multi-échelle de la matière va jouer un rôle clé sur les propriétés thermo-radiatives de ces matériaux semi-transparents en modulant notamment leurs capacités à absorber en volume l'énergie radiative. Ces variations vont ainsi poser directement des difficultés dans le réglage optimal des paramètres de procédés de mise en forme basées sur les techniques radiantes (lampes infrarouges, lasers). La méconnaissance des propriétés radiatives fait que l'empirisme est toujours de mise dans le domaine du chauffage radiant des pièces composites.

Pour lever ce verrou, le sujet de thèse ici proposé, vise à établir une corrélation précise entre thermique fine de la mise en forme, organisation structurale au sein de la matrice thermoplastique et propriétés radiatives volumiques utilisées pour résoudre l'Equation du Transfert Radiatif (ETR). Un premier travail de thèse (D. Hakoume, MESR, 2011-2015) a permis de corréler les tailles des domaines cristallisés au sein de films minces de polypropylène et les propriétés thermo-radiatives volumiques à température ambiante par l'utilisation de la méthode à deux flux modifiés [1]. Cette voie analytique de résolution de l'ETR consiste d'abord, à partitionner en deux flux opposés les contributions transmises et réfléchies par une lame donnée, puis à réécrire le terme de fonction de phase par une technique de changement d'échelle [2]. Or le choix du nouveau terme de phase ainsi que des conditions aux limites posés aux frontières de la lame (réflexion spéculaire, réflexion diffuse) intervenant dans la résolution de l'ETR peut aboutir à des approximations limitant la portée spectrale des méthodes d'identification à partir des grandeurs radiatives mesurées. Ce sujet se proposera tout d'abord d'étendre à tout le domaine spectral d'intérêt ces approches à deux flux, qui ont le mérite d'être simples et rapides, en confrontant les grandeurs identifiées à celles obtenues rigoureusement par un code de Monte Carlo 3D.

La maîtrise totale de la chaîne d'identification permettra ensuite de corréler plus finement organisation structurale et mesures radiatives obtenues au LTN par spectroscopie de réflexion/transmission et microscopie infrarouge en températures (20°C→400°C) et dans tout

l'espace par le biais de nouvelles platines de chauffage. Les travaux seront d'abord focalisés sur des échantillons de polypropylène élaborés dans différentes conditions afin de faire varier la microstructure (tailles, nombre de sphérolites) et le taux de cristallinité. Ces deux éléments seront à caractériser finement pour analyser les mesures faites par spectroscopie. Une fois les corrélations établies, le lien entre la thermique du procédé, l'organisation structurale et les propriétés radiatives sera approfondi par la simulation (en considérant l'approximation de l'optique géométrique à l'échelle des sphérolites) et confronté aux résultats expérimentaux. La microstructure pourra être modélisée à partir de la théorie du champ de phase. Une extension au cas de matrices thermoplastiques utilisées pour des usages en aéronautique en conditions extrêmes tels que le polyétheréthercétone (PEEK) pourra être envisagée.

[1] D. Hakoume, L. Dombrovsky, D. Delaunay, B. Rousseau, Applied Optics, 53 (2014) 2702-2710.

[2] B.H. McKellar, M.A. Box, Journal of the Atmospheric Sciences, 38 (1981) 1063-1068.

Compétences requises

Transferts thermiques avec un intérêt pour le rayonnement thermique, science des matériaux avec un intérêt pour les polymères et composites, programmation (Matlab, C, C++)

Commentaires Supplémentaires

Etude en relation

Financement prévu : Indemnité : Oui (pour les étudiants non déjà boursiers)

Montant net mensuel envisagé :