

Proposition de sujet de thèse

Soudage par ultrasons de composites à matrice thermoplastique

Contexte :

Depuis quelques années, l'industrie aéronautique affiche clairement sa volonté d'introduire les matériaux composites thermoplastiques renforcés de fibres longues dans des pièces de structure. Pour y parvenir, le développement d'une technologie d'assemblage adaptée reste encore une étape à franchir. Parmi les technologies investiguées, le soudage se démarque notamment par sa rapidité d'exécution. Son principe est de générer un échauffement à l'interface pour permettre l'interdiffusion des chaînes de polymère. L'approche majoritairement étudiée fait appel aux propriétés électromagnétiques, la génération de chaleur est dans ce cas induite par un champ magnétique de hautes fréquences. Cependant, le placement d'un insert conducteur à l'interface apparaît difficilement dissociable de cette approche, la présence de l'insert étant préjudiciable aux performances du joint.

Le soudage par ultrasons offre un potentiel non négligeable puisqu'il ne nécessite pas l'utilisation d'insert. Par son attrait économique, il est depuis longtemps utilisé pour souder des thermoplastiques seuls dans des domaines variés tel que l'alimentaire et le médical. Sa transposition au cas composite fait toutefois l'objet de très peu d'études. Le soudage par ultrasons nécessite de placer un directeur d'énergie entre les deux pièces à souder, celui-ci va fondre et assurer la liaison entre les pièces. L'objectif de ce projet de recherche, mené en partenariat avec une entreprise du secteur aéronautique, est de proposer une voie innovante de soudage par ultrasons pouvant être utilisée pour assembler des sous-ensembles structuraux en composites thermoplastiques.

Descriptif détaillé du projet

Le projet proposé vise par une approche expérimentale, à fiabiliser les interfaces composites thermoplastiques soudées. Il s'agira de comprendre et maîtriser l'effet des paramètres procédé sur la distribution de chaleur dans l'épaisseur de l'assemblage. Un autre aspect du projet consistera à adapter les matériaux pour les rendre compatibles au procédé. Cette étude sera menée dans le cadre d'une collaboration entre le LGP, l'ICA et l'entreprise Nimitech qui possèdent des compétences complémentaires indispensables pour l'étude de ce procédé de soudage.

Une première partie du travail sera consacrée au développement des directeurs d'énergie, des films thermoplastiques placés à l'interface des pièces composites et qui fondent sous l'effet de la sollicitation fréquentielle pour assurer la liaison des pièces. Différents directeurs d'énergie seront ainsi formulés par mélanges de thermoplastiques ou par incorporation de microparticules pour adapter leurs propriétés physico-chimiques aux besoins du procédé. Ces matériaux seront caractérisés au moyen de techniques d'analyse physico-chimique variées (DSC, angle de contact, MEB, ATG, rhéométrie) avant d'être mis en forme par extrusion.

La deuxième partie du travail sera consacré à la compréhension des paramètres du procédé et à leur effet sur les propriétés de l'assemblage. Pour cela, un dispositif expérimental de soudage en statique sera utilisé. La relation entre chaque paramètre de réglage et son effet sur la distribution de chaleur dans l'épaisseur de l'assemblage seront étudiés pour déterminer la fenêtre de processabilité. Pour cela, des mesures thermiques seront effectuées lors du soudage. Il s'agira de déterminer les paramètres du procédé optimaux pour assurer une tenue mécanique de l'assemblage en évitant la dégradation du matériau. Ensuite, ces résultats seront utilisés pour la conception d'une machine de soudage en continu.

En parallèle, les assemblages obtenus seront caractérisés par des essais mécaniques pour quantifier la tenue de l'interface. L'analyse fine de l'interface/interphase sera ensuite menée sur les assemblages les plus prometteurs par des techniques physico-chimiques (DSC, DRX) et de l'imagerie (microscopie optique à lumière polarisée, tomographie RX). La relation entre la mobilité des macromolécules et la tenue mécanique de l'assemblage sera établie.

Laboratoires d'accueil

Les travaux de thèse seront menés au Laboratoire de Génie de Production de l'ENI de Tarbes, à l'Institut Clément Ader (UMR CNRS 5312) sur le site de l'IMT Mines Albi-Carmaux (site principal) et au sein de l'entreprise NIMITECH Bagnères de Bigorre. Des déplacements réguliers entre les trois sites sont à prévoir durant toute la durée de la thèse.

Profil du(de la) candidat(e) recherché(e)

De formation Bac+5 (Master Universitaire ou école d'ingénieur) en sciences des matériaux ou mécanique expérimentale, le/la candidat(e) devra pouvoir justifier de compétences en physico-chimie des polymères et/ou en mise en œuvre des polymères et composites. L'étudiant(e) sera inscrit à l'école doctorale MEGeP de Toulouse.

Date de début de thèse

Démarrage des travaux de thèse prévu quatrième trimestre 2018.

Candidature

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

France CHABERT, LGP-ENI Tarbes, france.chabert@enit.fr

Gérard BERNHART, ICA-IMT Mines Albi, gerard.bernhart@mines-albi.fr