

N° d'ordre : D -

THESE

Présentée devant l'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes

en vue de l'obtention du

DOCTORAT

spécialité : Mécanique des Solides, des Matériaux, des Structures et des Surfaces

par Mme BOUKHADRA KHAOULA

Intitulé : Laser Texturing and Induction Welding of DP600 Steel /PA6GF47 Thermoplastic Composite Dissimilar Joint: Effects on interfacial adhesion and joint performance

Directeur de Thèse : KOUADRI-HENNI Afia

Date, heure et lieu de soutenance : 18/06/2026 – 9h – ESTACA Campus-Ouest – Laval

Membres du jury (nom, prénom, titre et établissement de rattachement, fonction)

Marion GIRARD Maîtresse de conférence, HDR, Gem, IUT Saint-Nazaire
Tarek MABROUKI Professeur des universités, ENIT TunisAbderrahim EL MAHI Professeur des universités, Le Mans université
Daniel COUTELLIER Professeur des universités, Université Polytechnique
Hauts-de-France

Nicolas PEYRET Professeur des universités, ISAE-Supméca

Afia KOUADRI-HENNI Maîtresse de conférences, HDR, LS2N, INSA Rennes
Zouhaier JENDLI Enseignant chercheur, MSCE, ESTACA-Campus
OUESTJean-Christophe WALRICK Enseignant chercheur, MSCE, ESTACA-Campus
OUEST**RESUME DE LA THESE**

Les structures hybrides métal/composite constituent aujourd'hui une solution prometteuse pour la conception de pièces à hautes performances spécifiques, répondant aux besoins croissants de réduction de masse et d'optimisation des propriétés mécaniques dans les secteurs du transport, de l'énergie et de l'aéronautique. L'association d'un métal à haute résistance, tel que l'acier à double phase (DP600), avec un composite thermoplastique renforcé de fibres de verre permet de combiner rigidité, résistance aux chocs et légèreté. Toutefois, la différence de nature physico-chimique entre les deux matériaux rend leur assemblage particulièrement complexe, notamment en raison de l'absence d'affinité chimique et des différences de conductivité thermique et de dilatation. Dans ce contexte, ce travail de thèse s'est articulé autour de l'étude et de l'optimisation des procédés d'assemblage métal/composite. Dans un premier temps, une investigation approfondie a été menée sur la texturation laser de la surface métallique, visant à créer des structures topographiques favorisant l'ancrage mécanique et l'augmentation de l'aire effective d'adhésion. Cette étape a été suivie par l'évaluation d'un procédé d'assemblage par soudage laser en conduction. Malgré un certain gain en adhésion par rapport à des surfaces non texturées, les assemblages obtenus ont montré des performances mécaniques inférieures aux standards industriels, en particulier en résistance à la rupture. Face à ces limitations, une stratégie alternative a été développée en recourant au chauffage par induction. Ce procédé exploite la génération de courants de Foucault dans le substrat métallique afin de chauffer localement l'interface, favorisant ainsi la fusion contrôlée de la matrice thermoplastique et sa pénétration dans les structures texturées. L'étude a porté sur l'influence combinée de la texturation laser et de l'ajout de poudre polymère à l'interface, cette dernière ayant pour rôle de remplir les irrégularités et d'améliorer la continuité de la zone de liaison. Les résultats expérimentaux démontrent que la combinaison du chauffage par induction avec une texturation optimisée et un apport localisé de matière polymère permet d'obtenir des résistances mécaniques significativement supérieures à celles obtenues par soudage laser, atteignant des niveaux compatibles avec les applications industrielles. L'analyse microstructurale des interfaces a révélé une meilleure pénétration de la résine dans les cavités texturées ainsi qu'une réduction des zones de délamination. Ces conclusions ouvrent la voie à de nouvelles stratégies de conception et de mise en œuvre d'assemblages hybrides métal/composite à haute performance.