

Soutenance de thèse

Minh Nhat TO soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'ICA et intitulée «*Mastic fonctionnalisés pour l'amélioration de la performance mécanique des assemblages boulonnés*»

Le 4 avril 2024 à 14h00, salle des thèses, ISAE-SUPAERO

devant le jury composé de

Mme Valérie NASSIET	ENI de Tarbes	Directrice de thèse
M. Silvio Romero DE BARROS	CESI LINEACT	Rapporteur
M. Julien JUMEL	ENSTA Bretagne	Rapporteur
M. Éric PAROISSIEN	ISAE-SUPAERO	Co-directeur de thèse
M. Frédéric LACHAUD	ISAE-SUPAERO	
M. Christophe BOIS	Université Bordeaux 1	
M. Vu-Hieu NGUYEN	Université Paris-Est Créteil Val de Marne	
Mme Maëllenn AUFRAÏ	Toulouse INP	

Résumé : La technique d'assemblage joue un rôle crucial dans la formation de la structure et dans le transfert des charges entre les composants. Ce projet de recherche approfondit l'idée des technologies d'assemblage boulonné-mastiqué dans le domaine de la conception structurelle, en se concentrant particulièrement sur l'amélioration des performances mécaniques des assemblages boulonnés en plus de la capacité de protection contre la corrosion. Sur l'optimisation du rapport résistance/poids des assemblages boulonnés traditionnels, notre recherche propose une nouvelle méthodologie pour améliorer ces assemblages grâce au développement et à l'application des mastics élastomères fonctionnalisés. L'objectif principal de l'étude consiste en une caractérisation et une modélisation complète du comportement mécanique en fatigue des matériaux élastomères utilisés dans les couches de mastic et les assemblages boulonnés mastiqués. Manipulant diverses techniques de simulation allant de l'analyse 1D aux méthodes d'éléments finis 2D et 3D, ce travail introduit une méthodologie pour réduire le temps et le coût impliqués dans les tests expérimentaux, tout en augmentant la précision de la prédiction du comportement mécanique. L'étude vise également à déterminer le niveau approprié de complexité de la modélisation, en tenant compte de l'évolution des capacités de calcul. Une attention particulière sera accordée à la simulation des assemblages collés purs et boulonnés-mastiqués à double recouvrement, en élargissant son champ d'application aux matériaux élastomères. L'identification des matériaux est également un point fort de cette recherche, y compris les approches analytiques et numériques. L'efficacité de ces méthodologies de simulation sera validée en comparant les résultats des simulations avec les résultats des tests expérimentaux, en utilisant des solutions techniques telles que la stéréo-corrélation et la thermographie infrarouge. Le deuxième volet de la recherche vise la formulation d'un mastic fonctionnalisé, destiné à nécessairement améliorer la tenue en fatigue des assemblages boulonnés dans les applications aérospatiales. Les principaux défis incluent l'augmentation de la résistance mécanique de l'adhésif renforcé au carbure de silicium, en particulier sous chargement cyclique, la diminution de la charge transférée par le boulon en configuration BS. Le résultat souhaité est une amélioration significative des performances d'assemblage boulonné-mastiqué lorsque la couche de mastic n'est pas encore endommagée. Cette enquête vise à fournir une compréhension complète des matériaux élastomères dans les joints boulonnés-mastiqués, offrant une base scientifique pour de nouvelles formulations de mastics et facilitant les progrès des technologies d'assemblage aérospatiales.

Mots clés : Boulon, Assemblage, Mastic

Summary: Assembly technique plays a crucial role in the formation of the structure and in transferring loads between components. This research project delves into the idea of bolted-sealed (BS) assembly technologies in the field of structural design, particularly focusing on improving the mechanical performance of bolted joints besides the capability of corrosion protection. On optimizing the strength-to-weight ratio of traditional bolted joints, our research offers a novel methodology to improve these connections through the development and application of functionalized elastomeric sealants. The primary aim of the study involves a comprehensive characterization and modeling of the mechanical fatigue behavior of elastomeric materials used in sealant layers and BS assemblies. Manipulating various simulation techniques from 1D analytical to 2D and 3D finite element methods, this work introduces a methodology to reduce the time and cost involved in experimental testing, while increasing the accuracy of mechanical behavior prediction. The study also aims to determine the appropriate level of modeling complexity, taking into account evolving computation capabilities. Particular attention will be given to simulating double-lap pure bonded and BS assemblies, expanding its application scope to elastomeric materials. Material identification is also a highlight in this research, including analytical and numerical approaches. The efficacy of these simulation methodologies will be validated by comparing simulation outcomes with experimental test results, using technical solutions such as stereo-correlation and infrared thermography. The second aspect of the research targets the formulation of a functionalized sealant, intended to necessarily enhance the fatigue life of bolted assemblies in aerospace applications. Key challenges include increasing mechanical resistance of silicon-carbide-reinforced sealant especially under cyclic loading, decreasing the load transferred by the bolt in BS configuration. The desired outcome is a significant fatigue improvement in BS assembly performance when the sealant layer remains undamaged. This investigation aims to provide a comprehensive understanding of elastomeric materials in BS joints, offering a scientific basis for novel sealant formulations and facilitating advancements in aerospace assembly technologies.

Keywords: Bolt, Assembly, sealant