

Offre de thèse

Dimensionnement d'assemblages pour application navale

Sur l'utilisation de colles et mastics structuraux / Formulation et validation expérimentale de modélisations cohésives avancées

Mots-clés : Collage structural, Mastic adhésifs à fort allongement, modélisation cohésive, confinement, cavitation, mécanique de la rupture.

Contexte industriel et scientifique :

Le collage structural est aujourd'hui une méthode d'assemblage largement utilisée dans de nombreux secteurs industriels pour répondre à des cahiers des charges variés et exigeants. Cette technique tend à remplacer les assemblages mécaniques traditionnels (vissage, boulonnage, etc.) ainsi que le soudage, car en plus d'offrir des performances mécaniques comparables, elle présente plusieurs avantages fonctionnels : étanchéité, absorption des vibrations, réduction du bruit, ainsi qu'une diminution des coûts liés aux opérations d'assemblage. Dans des secteurs tels que le nautisme ou les énergies marines renouvelables, le collage structural est employé à grande échelle, par exemple pour la fabrication des pales ou la réalisation des liaisons pont-coque. Les adhésifs utilisés permettent de compenser d'importantes tolérances dimensionnelles, et donc des jeux significatifs entre les pièces à assembler. Cependant, cette variabilité dimensionnelle, combinée aux incertitudes liées aux charges appliquées sur les liaisons en environnement marin, impose l'usage de marges de sécurité importantes, souvent conservatrices. Il devient alors nécessaire de mieux les rationaliser afin d'optimiser les conceptions.

Objectifs scientifiques :

L'objectif du présent projet est de mettre en place un cadre de modélisation, validé par un ensemble d'expérimentations, permettant de réaliser à coût de calcul réduit les études de dimensionnement nécessaires à la prédiction de la décohésion d'interfaces collées, représentatives de celles rencontrées dans l'assemblage de structures de grande taille. Les adhésifs utilisés présentent généralement un allongement à rupture élevé et un comportement mécanique complexe, pouvant être hyperélastique, incompressible, voire viscoélasto-viscoplastique. Il sera donc nécessaire de les caractériser expérimentalement à l'aide d'un jeu d'essais minimal, avant d'étudier leur comportement en configuration de joint. Le travail visera en particulier à décrire et quantifier l'influence du confinement de l'adhésif par les substrats sur les processus d'endommagement, en prenant en compte les effets induits par la pression hydrostatique. Une formulation cohésive dédiée sera développée à cet effet, afin de permettre la simulation précise d'un ensemble d'essais de fissuration conduits sur les dispositifs expérimentaux du laboratoire, sollicitant les assemblages dans des modes de rupture mixtes et des configurations complexes. Des essais de validation à l'échelle réduite seront ensuite réalisés sur la plateforme expérimentale MASMECA, rattachée au laboratoire, afin de confirmer la pertinence des modèles proposés. Enfin, ces modélisations seront utilisées pour simuler le comportement de structures collées en conditions réalistes, en intégrant les fluctuations d'épaisseur dues aux tolérances dimensionnelles. L'objectif sera d'identifier les zones critiques, de déterminer les paramètres influents, et plus largement, de proposer une approche fiabiliste pour l'analyse et la conception de telles structures.

Profil recherché :

Le candidat recruté devra être titulaire d'un diplôme d'ingénieur ou d'un Master Recherche ou équivalent dans une filière de Mécanique. Il devra justifier de très bonnes compétences en mécanique des matériaux et des structures. Le travail proposé combine expérimentation mécanique et modélisation, le candidat devra justifier ou souhaiter une certaine polyvalence.

Durée : 3 ans (démarrage possible à partir d'octobre 2025)
Laboratoire d'accueil : IRDL – UMR CNRS 6027 (ENSTA, site de Brest)
Salaire : 2200 € brut/mois selon exp. + possibilité enseignements

Dossier de candidature :

- Lettre de motivation
- CV Détaillé
- Copie dernier diplôme, ingénieur ou master
- Relevés de notes années licence / master / Ingénieur

A Adresser à :

Julien JUMEL
ENSTA - IRDL
2 rue François Verny 29200 Brest
Email : julien.jumel@ensta.fr

Ph'D Position

Design of Assemblies for Naval Applications : On the Use of Structural Adhesives and Sealants / Formulation and Experimental Validation of Advanced Cohesive Models

Keywords: Structural bonding, High-elongation adhesive sealants, Cohesive modeling, Confinement, Cavitation, Fracture mechanics.

Industrial and Scientific Context:

Structural bonding is now a widely used assembly method in many industrial sectors to meet diverse and demanding specifications. This technique is increasingly replacing traditional mechanical assemblies (screwing, bolting, etc.) and welding, as it offers comparable mechanical performance while providing several functional advantages: sealing, vibration absorption, noise reduction, and lower costs related to assembly operations. In sectors such as ship building or marine renewable energy, structural bonding is extensively used, for example in the manufacturing of blades or deck-to-hull joints. The adhesives used can compensate for significant dimensional tolerances, and therefore large gaps between the parts to be assembled. However, this dimensional variability, combined with uncertainties in the loads applied to the joints in marine environments, requires the use of large, often conservative safety margins. It has thus become necessary to better rationalize these margins in order to optimize the designs.

Scientific Objectives:

The goal of this project is to develop a modeling framework, validated through a set of experiments, enabling low-cost computational studies for predicting the decohesion of bonded interfaces representative of those found in large-scale structures. The adhesives used typically exhibit high elongation at break and complex mechanical behavior, which can be hyperelastic, incompressible, or even viscoelastic-viscoplastic. Therefore, they will need to be experimentally characterized using a minimal set of tests before studying their behavior in joint configurations. The work will focus particularly on describing and quantifying the influence of adhesive confinement by the substrates on damage processes, considering effects induced by hydrostatic pressure. A dedicated cohesive formulation will be developed for this purpose to allow precise simulation of a set of fracture tests carried out on the laboratory's experimental devices, involving mixed-mode fracture and complex configurations. Reduced-scale validation tests will then be conducted on the MASMECA experimental platform, affiliated with the laboratory, to confirm the relevance of the proposed models. Finally, these models will be used to simulate the behavior of bonded structures under realistic conditions, incorporating thickness fluctuations due to dimensional tolerances. The aim will be to identify critical areas, determine influential parameters, and more broadly, propose a reliability-based approach for the analysis and design of such structures.

Candidate Profile:

The recruited candidate must hold an engineering degree or a Research Master's degree (or equivalent) in the field of Mechanics. The candidate must demonstrate strong skills in material and structural mechanics. As the work involves both mechanical experimentation and modeling, the candidate should have or wish to develop versatility in these areas.

Duration: 3 years (start possible from October 2025)

Host Laboratory: IRDL – UMR CNRS 6027 (ENSTA, Brest site)

Salary: €2200 gross/month depending on experience + possibility of teaching assignments

Application File:

- Cover letter
- Detailed CV
- Copy of the most recent diploma (engineering or master's degree)
- Academic transcripts (Bachelor's / Master's / Engineering school)

Send to:

Julien JUMEL
ENSTA - IRDL
2 rue François Verny
29200 Brest, France
Email: julien.jumel@ensta.fr