

Offre de stage : Approche Mécaplastronique pour l'optimisation des matériaux composites des réservoirs d'hydrogène et le suivi in situ de leur état de santé.

Contexte de l'étude : L'intégration de capteurs dans les structures de stockage d'hydrogène est essentielle pour faire progresser l'utilisation de l'hydrogène en tant que vecteur d'énergie électrique dans le transport. Les capteurs intégrés sont à la base de la mécaplastronique et fournissent un moyen efficace de suivre la qualité de fabrication ainsi que de surveiller la tenue mécanique des réservoirs pendant leur durée de service.

Ce projet de stage vise à établir une approche structurée pour la sélection et l'optimisation du trio « **procédé-matériau-capteur** » afin d'assurer la fiabilité des fonctions mécaniques ainsi que le suivi intégré au sein des réservoirs d'hydrogène de type V. L'influence des paramètres du procédé sur les propriétés mécaniques du composite instrumenté par les capteurs sélectionnés sera étudiée à différentes échelles lorsqu'il est soumis à des contraintes mécaniques extrêmes. Une attention particulière sera portée à l'étude de l'**endommagement** inter laminaire des matériaux composites en utilisant la technique de **Choc Laser**. Cette méthode permettra de localiser précisément la fissuration inter-couche, d'étudier les mécanismes d'initiation et de propagation des fissures, et d'évaluer leur impact sur les performances globales des structures composites.

Cette étude approfondira les matériaux des réservoirs H₂, examinant en détail leurs propriétés mécaniques sous chargements quasi-statiques, dynamiques rapides et de fatigue. Elle visera également à mieux comprendre les performances dans les zones critiques, en intégrant des analyses expérimentales et numériques de l'endommagement inter laminaire.

L'ensemble des résultats constituera une base essentielle pour développer de nouveaux outils de dimensionnement des réservoirs soumis à des sollicitations complexes. Ces résultats permettront également la mise en œuvre d'une simulation par éléments finis pour optimiser la conception, l'orientation des plis, les zones de renforcement, les épaisseurs de revêtement, et le positionnement des capteurs spécifiques à la conception innovante.

Compétences requises : connaissance des matériaux composites (propriétés mécaniques), goût pour l'expérimentation : endommagements induits par laser, capteurs, actionneurs, acquisition de données, traitement du signal, sens de l'organisation, esprit de synthèse, rigueur scientifique, curiosité.

Dates souhaitées : A partir de avril 2025.

Localisation : Laboratoires PIMM (ENSAM Paris).

Encadrements : Dr. Laurent BERTHE, Dr. Marc REBILLAT, Dr. Mohammadali SHIRINBAYAN.

Vous pouvez candidater à cette offre de Stage en envoyant un Curriculum Vitae, une lettre de motivation, et vos bulletins de notes obtenus dans le master et/ou diplôme d'ingénieur à laurent.berthe@ensam.eu et/ou marc.rebillat@ensam.eu et/ou mohammadali.shirinbayan@ensam.eu.

Références

1. N. Yue, A. Broer, W. Briand, **M. Rébillat**, T. Loutas, D. Zarouchas, "Assessing stiffness degradation of stiffened composite panels in post-buckling compression-compression fatigue using guided waves" Composite Structures 293.
2. **M. Rébillat**, N. Mechbal, "Damage localization in geometrically complex aeronautic structures using canonical polyadic decomposition of Lamb wave difference signal tensors" Structural Health Monitoring 19 (1), 305- 321.
3. K. Papadopoulos, K. Tserpes, S. Unaldi, I. Sma, **L. Berthe**, A. Karanika, "Experimental and numerical investigation of the laser shock-based paint stripping process on CFRP substrates" Optics & Laser Technology, 2024.
4. **M. Shirinbayan**, et al., "Tension, compression, and shear behavior of advanced sheet molding compound (A-SMC): Multi-scale damage analysis and strain rate effect," Composites Part B: Engineering, vol. 225, p. 109287, 2021.
5. **M. Shirinbayan**, I. Feki, S. Nouira, R. TieBi, JB. Maeso, C. Thomas, J. Fitoussi, "Multi-scale damage analysis of filament-wound carbon fiber-reinforced epoxy composites for hydrogen storage tanks under high strain rates," Polymer Composites, 2024.