

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DMAS-2025-09**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Châtillon

Département/Dir./Serv. : DMAS/EPIC-MC²

Tél. : +33 1 46 73 37 32

Responsable(s) du stage : Georges
Giakoumakis, Juan-Manuel García

Email : georges.giakoumakis@onera.fr
juan_manuel.garcia@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Modélisation des phénomènes macroscopiques complexes

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : Compréhension et quantification de l'endommagement des composites aéronautiques par l'analyse d'images tomographiques synchrotron

Sujet :

Depuis quelques décennies, l'industrie aérospatiale utilise de façon croissante les polymères renforcés de fibres de carbone (CFRP) dans la production de ses avions, en raison de leurs excellentes propriétés spécifiques. En effet, par rapport aux métaux traditionnels tels que l'aluminium, ceux-ci possèdent une plus faible densité, une meilleure résistance à la traction et rigidité, une plus grande flexibilité de conception et de meilleures performances en fatigue. Cependant, leur microstructure hétérogène entraîne des mécanismes d'endommagement complexes, tels que la fissuration matricielle ou le délaminage. En collaboration avec le Centre des Matériaux de l'École des Mines de Paris, l'ONERA a mené des essais de traction sur des micro-éprouvettes pour approfondir la compréhension du comportement mécanique de deux composites spécifiques et pour observer et caractériser leurs mécanismes d'endommagement. Ces essais, réalisés in situ au synchrotron SOLEIL, ont été instrumentés avec une caméra optique. Pendant le chargement, les champs cinématiques sur la surface des éprouvettes ont été surveillés par corrélation d'images 2D. À plusieurs niveaux de contrainte, le chargement a été interrompu pour effectuer des observations tridimensionnelles par tomographie X de la zone utile des éprouvettes.

L'objectif de ce stage orienté recherche consiste à comprendre et quantifier l'endommagement des composites étudiés par le biais de l'analyse des images tridimensionnelles et des champs mécaniques surfaciques. Deux CFRP sont à l'étude : l'un avec une matrice thermodurcissable (CFRM-TS) et l'autre avec une matrice thermoplastique (CFRM-TP). Il s'agit ainsi de : (i) vérifier si les fissures se propagent ou non sur toute la largeur de l'échantillon ; (ii) extraire des données quantitatives (longueur moyenne des fissures, déplacement de l'ouverture de la fissure, etc.), (iii) dépouiller les essais mécaniques, notamment les images 2D obtenues par corrélation d'images et (iv) comprendre les différences entre les mécanismes d'endommagement des matériaux CFRM-TP et CFRM-TS.

Pour cela, il s'agira de mettre en œuvre des techniques de traitement d'images visant à quantifier l'endommagement au cœur des éprouvettes et à le relier au chargement mécanique. La fusion des données tomographiques par l'assemblage des cartographies aura pour but de générer le volume de l'éprouvette sur toute sa longueur. La segmentation des données permettra d'identifier les fissures. Une visualisation en 3D de la fissuration transverse des deux matériaux sera également réalisée. Enfin, la corrélation d'images numériques 3D basée sur les observations tomographiques servira à étudier la déformation en traction et à la relier aux informations quantitatives obtenues sur la fissuration du matériau.

INSTITUTE OF
AERONAUTICS AND
ASTRONAUTICS

université
PARIS-SACLAY

Ce stage est financé par l'Institut d'Aéronautique et d'Astronautique de l'Université Paris Saclay.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en œuvre :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Oui

Durée du stage : Minimum : 4 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

Traitement d'images, langage Python ou équivalent

Mécanique des composites

Ecoles ou établissements souhaités :

Master 1-2 ou 4^e-5^e année d'école d'ingénieur