

OFFRE DE THESE

ETUDE EXPERIMENTALE ET MODELISATION DU COMPORTEMENT EN FATIGUE/FLUAGE DE COMPOSITES A MATRICE THERMOPLASTIQUE

ENTREPRISE

L'**ESTACA**, école d'ingénieur faisant partie du groupe ISAE, accréditée par la CTI, est un acteur majeur de la formation d'ingénieurs dans les domaines du transport. Localisée sur 2 sites (Saint Quentin en Yvelines et Laval), elle accueille 2000 étudiants.

Le **Centre des Matériaux** est un centre d'enseignement et de recherche de MINES Paris dont les activités sont la recherche, la valorisation de cette recherche, et la formation par la recherche. Le Centre est également une Unité Mixte de Recherche du CNRS (UMR 7633), qui dépend de l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (INSIS). Cette unité fait partie de la Fédération Francilienne Mécanique des Matériaux, Structures, Procédés (F2M-msp)

CONTEXTE ET OBJECTIF

Ce sujet se place dans un contexte d'allègement des structures pour le domaine des transports afin d'améliorer l'efficacité énergétique et l'autonomie des véhicules. Les matériaux composites à matrice thermoplastique, en particulier à fibres courtes, sont une des solutions pour obtenir un compromis entre diminution de masse, performances mécaniques attendues et cadences de production. De plus, les facilités de recyclage de ces matériaux en font naturellement de bons candidats pour leurs applications dans le cadre de l'écoconception. Le comportement en fatigue de tels matériaux commence à être connu mais les modèles de dimensionnement ne sont pas encore déployés pour des applications industrielles. Des premiers travaux réalisés entre l'ESTACA et le Centre des Matériaux des Mines de Paris a permis de mettre en place un critère unifié de fatigue applicable à la fois en fluage et en fatigue (traction/traction) pour des temps courts (inférieurs à 10^4 s) [Gillet et al, 2021]. Ce critère fait directement le lien avec la fatigue et le fluage et ouvre un autre angle de recherche pour une démarche de dimensionnement en fatigue via le fluage.

La microstructure et le comportement de la matrice rend la réponse mécanique des composites thermoplastiques dépendante de nombreux paramètres. En fatigue uniaxiale, la température, la teneur en eau, la microstructure, le rapport de charge, la fréquence de sollicitation sont d'ordre un dans la réponse du matériau [Horst, 1996] [Rolland, 2017]. Cette réponse peut être déterminée par l'application d'un critère basé sur la vitesse de déformation en fluage [Raphaël, 2019]. Ce critère

permet également de prédire le comportement en fluage et fait le lien entre les deux sollicitations [Gillet et al, 2021]. Il apparaît important à présent d'approfondir la compréhension et la description des phénomènes physiques sous-jacent à l'évolution de la vitesse de déformation en fluage (plasticité, viscoélasticité, endommagement) lors d'essais de fatigue et de fluage.

Les objectifs sont :

- d'étendre le domaine de validité du critère en température et sur l'ensemble des rapports de charges hors compression/compression ;
- d'approfondir le lien entre le fluage et la fatigue par l'intermédiaire d'une approche multi-échelle ;
- de mettre en place un modèle de comportement associé au critère en s'inspirant des approches utilisées pour le fluage.

Références bibliographiques :

Gillet, S., T. Jacopin, S. Joannès, N. Bedrici, et L. Laiarinandrasana. « Short-Term Creep and Low Cycle Fatigue Unified Criterion for a Hybridised Composite Material ». International Journal of Fatigue, octobre 2021, 106571. <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2021.106571>.

J.J. Horst and J.L. Spoomaker. Mechanisms of fatigue in short glass fiber reinforced polyamide 6. Polymer Engineering and Science, 36(22) :2718–2726, 1996.

H. Rolland. Comportement en fatigue et mécanismes d'endommagement du polyamide-66 renforcé par des fibres de verre courtes. Thèses, Ecole nationale supérieure d'arts et métiers - ENSAM, 2017.

I. Raphael. Fatigue-fluage du Polyamide 6,6 renforcé. Thèses, Ecole nationale supérieure d'arts et métiers - ENSAM, December 2019.

RESULTATS ATTENDUS

- Avancées dans la compréhension et la description du lien entre la fatigue et le fluage ;
- définition et réalisation d'une campagne d'essais en fluage et en fatigue par rapport aux paramètres pertinents à explorer ;
- adaptation du critère existant sur cette même base expérimentale ;
- mise en place d'une démarche de dimensionnement en fatigue basée sur la modélisation du fluage secondaire.

MOTS CLES

Thermoplastique-fatigue-fluage-expérimentation-modélisation-microstructure

PROFIL

Profil type pour une thèse : Ingénieur et/ou Master recherche - Bon niveau de culture générale et scientifique. Bon niveau de pratique du français et de l'anglais (niveau B2 ou équivalent minimum). Bonnes capacités d'analyse, de synthèse, d'innovation et de communication. Qualités d'adaptabilité

et de créativité. Capacités pédagogiques. Motivation pour l'activité de recherche. Projet professionnel cohérent.

Pré-requis (compétences spécifiques pour cette thèse) : polymères et composites, mécanique des matériaux.

Une expérience dans le domaine de la rupture et/ou dans la modélisation par éléments finis serait appréciée.

POLE DE RECHERCHE ET LIEU DU POSTE

POLE MECANIQUE DES STRUCTURES COMPOSITES ET ENVIRONNEMENT (MSCE)

SITE : Campus Ouest à Laval (70% du temps)

CENTRE DES MATERIAUX DE MINES DE PARIS

SITE : EVRY (30 % du temps)

CONTACTS

Nacera Bedrici : nacera.bedrici@estaca.fr

Sebastien Johannes : sebastien.joannes@minesparis.psl.eu

Gillet Stéphane : stephane.gillet@estaca.fr

Pour postuler : Envoyer votre dossier à recrutement_these@mat.mines-paristech.fr (avec en copie les contacts ci-dessus) et comportant :

- un curriculum vitae détaillé
- une copie de la carte d'identité ou passeport
- une lettre de motivation/projet personnel
- des relevés de notes L3, M1, M2
- 2 lettres de recommandation
- les noms et les coordonnées d'au moins deux personnes pouvant être contactées pour recommandation
- une attestation de niveau d'anglais