

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

**Intitulé : Mise en place d'un benchmark de rupture ductile grâce au contrôle de trajet de fissure par essais bi-axe « intelligents »**

Référence : **MAS-DMAS-2024-05**

(à rappeler dans toute correspondance)

**Début de la thèse : 01/10/2024**

**Date limite de candidature : 01/07/24**

### Mots clés

Expérimental, Elastoplasticité, Corrélation calculs/essais, Fissuration, Temps réel

### Profil et compétences recherchées

Ecole d'ingénieur ou master de recherche. De bonnes connaissances en mécanique non linéaire des matériaux et des structures. Un goût prononcé pour la modélisation et l'expérimentation. Autonomie et force de proposition. Des connaissances en python et en corrélation d'images numériques sont un plus.

### Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

L'ONERA est un organisme de recherche aéronautique et spatiale placé sous la tutelle du ministère des Armées qui prépare la défense de demain, répond aux enjeux aéronautiques et spatiaux du futur, et contribue à la compétitivité de l'industrie aérospatiale.

Lors de la conception de composants aéronautiques, il est nécessaire d'assurer l'intégrité des pièces mécaniques durant un fonctionnement nominal ou lors de chargements ultimes. Dans ce dernier cas, il est notamment important de garantir que les pièces critiques ne subiront pas de fissuration qui nuirait à leur fonctionnement. Il est donc nécessaire de pouvoir prédire de manière suffisamment précise la rupture ductile de pièces métalliques soumises à des chargements complexes. Pour cela, la démarche actuelle consiste à établir des modèles à partir d'essais de fissuration impliquant un seul actionneur et une forme d'échantillon complexe. Suivant cette démarche, deux Sandia Challenges (en 2014 et 2016) ont proposé de mettre en compétition différents modèles pour prédire la rupture ductile d'une éprouvette à géométrie complexe (avec plusieurs sites d'amorçage possibles). Ces modèles devaient être identifiés sur la base des réponses globales pour deux essais uniaxiaux uniquement (pour caractériser les modes I et II de rupture). Cependant, ces essais ne fournissaient pas suffisamment d'informations pour permettre la caractérisation de modèles d'endommagement complexes. En particulier, ces challenges ont montré à quel point il est difficile de caractériser la propagation en mode mixte avec des essais uniaxiaux où les zones concernées sont de très petites dimensions. Cette limitation peut être levée en utilisant deux actionneurs et des éprouvettes de relativement plus grande taille. C'est ce type d'approche qui a été suivi pour le benchmark Carpiuc présenté à la conférence CFRAC2017. La motivation de ces travaux était de proposer des essais de propagation de fissure en mode mixte sur du béton afin de permettre la caractérisation de modèles d'endommagement ou de fissuration quasi-fragile. A noter que, même dans ce cas, ces essais peuvent rester difficiles à contrôler et en particulier pour les matériaux quasi-fragiles pour lesquels des branchements non souhaités peuvent survenir. A l'heure actuelle, il n'existe pas de benchmark similaire pour les matériaux ductiles.

L'objectif de cette thèse est de mettre en place un benchmark permettant la caractérisation de la rupture ductile en mode mixte d'une éprouvette métallique grâce à des essais bi-axe dits « intelligents ».

Contrairement au benchmark Carpiuc qui s'est appuyé sur des modèles pour prédire le trajet de fissure avant la réalisation des essais avec un chargement pré-défini, il s'agirait pour cette thèse de piloter la fissuration sur la base des images analysées en cours d'essai. Cette analyse pourrait s'appuyer sur des méthodes récemment développées à l'Onera qui étudient les déformations en pointe de fissure et sur des méthodes d'apprentissages. En effet, la rupture ductile est caractérisée par la présence de déformations plastiques modérées à importantes avant les mécanismes de dégradation. Ces déformations sont locales et nécessitent donc l'exploitation de champs cinématiques denses qui fourniront une base riche pour la caractérisation de modèles d'endommagement. Cette caractérisation devant tout d'abord passer par l'identification d'un modèle d'écoulement plastique, une première étape de la thèse pourra être d'adapter le chargement à la réponse du matériau en temps réel, de sorte à maîtriser les champs mécaniques locaux et

permettre l'identification des paramètres définissant la limite du domaine élastique et son évolution. Le matériau considéré pour la mise en place de ce benchmark est l'acier 316L.

Le candidat développera des compétences numériques, notamment en termes de programmation et de traitement d'images. Ainsi que des compétences expérimentales sur la réalisation et l'instrumentation d'essais de caractérisation des matériaux.

#### **Collaborations envisagées**

Laboratoire LaMcube de Centrale Lille

#### **Laboratoire d'accueil à l'ONERA**

Département : Matériaux et Structures (DMAS)

Lieu (centre ONERA) : Lille

**Contact** : Thomas Fourest

Tél. : Thomas Fourest

Tél. : 03 20 46 69 28

Email : Thomas.fourest@onera.fr

#### **Directeurs de thèse**

Nom : Vincent Magnier

Laboratoire : LaMcube - CNRS UMR 9013

Tél. : +33 (0)3 28 76 73 57

Email : vincent.magnier@univ-lille.fr

Nom : Sylvia Feld-Payet

Laboratoire : ONERA/DMAS

Tél. : 01 46 73 45 65

Email : sylvia.feld-payet@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>