

Monsieur Lucas SANCIET--MUNIER

Spécialité "Mécanique des solides, des matériaux, des structures et des surfaces"

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Étude 3D de la propagation des fissures de fatigue avec effets de surcharge

dirigés par Madame Nathalie LIMODIN et Monsieur Jean-yves BUFFIERE

Soutenance prévue le **vendredi 04 avril 2025** à 10h00

Lieu : Batiment Esprit Cité Scientifique 59650 Villeneuve d'Ascq

Salle : ATRIUM

Composition du jury proposé

Mme Nathalie LIMODIN	LaMcube - Centrale Lille	Directrice de thèse
M. Jean-Yves BUFFIÈRE	INSA Lyon	Co-directeur de thèse
M. Éric CHARKALUK	École Polytechnique - LMS	Examineur
Mme Véronique LAZARUS	ENSTA Paris - IMSIA	Rapporteuse
M. Henry PROUDHON	Mines ParisTech - Centre des Matériaux	Rapporteur
M. Jean-François WITZ	LaMcube - Centrale Lille	Examineur
M. Julien RÉTHORÉ	École Centrale de Nantes - GeM	Examineur

Mots-clés : Fissures de fatigue, Tomographie à rayons X, Corrélation d'images, Essais in situ, Surcharges, Alliage d'aluminium

Résumé :

Dans l'étude des fissures de fatigue, il a été établi qu'une augmentation de la charge maximale sur un cycle (on parle de surcharge, ou OL, pour OverLoad) lors d'une séquence de chargement d'amplitude constante, provoque un ralentissement, voire un arrêt de la propagation. Toutefois, après un certain nombre de cycles, la propagation reprend à une vitesse comparable à celle avant la surcharge, i.e. en régime nominal. Plusieurs causes ont été proposées pour expliquer ce phénomène : i) l'apparition de contraintes résiduelles de compression à la pointe de fissure, ii) la fermeture de fissure et iii) l'émoussement et l'ouverture résiduelle de la fissure post-OL. Cette description est cependant à nuancer dans le cas de fissures courtes et non traversantes ; la propagation de celles-ci ne peut se comprendre qu'en 3D dans le volume de l'échantillon. En effet, pour ce type de fissure, il a été observé qu'après une surcharge, la propagation nominale se rétablit dans le cœur du matériau avant que la fissure ne soit débloquée près des surfaces libres. Sur un composant mécanique en fonctionnement, où seule la surface peut être examinée, ce cas de figure pourrait amener un observateur à sous-estimer le degré d'endommagement réel. Il est donc important de pouvoir quantifier ce phénomène pour le comprendre, voire le prédire. Dans ce travail, nous avons développé une méthode d'analyse des effets de surcharge sur des fissures courtes à partir d'images 3D traitées par corrélation de volumes numériques (DVC). Le matériau utilisé est un alliage AlSi de fonderie, traité pour créer un mouchetis 3D de particules de Si dans la matrice d'Al. Pour des échantillons fissurés fabriqués avec ce matériau, une telle microstructure permet l'utilisation de la DVC sur des reconstructions 3D obtenues par tomographie aux rayons X avec une source synchrotron. Deux campagnes d'essais in situ ont été effectuées. Les échantillons ont été soumis à une séquence de chargement de fatigue in situ, avec application occasionnelle d'une surcharge et une acquisition régulière de scans tomographiques. À partir des champs de déplacement et des images 3D, et au moyen d'outils logiciels développés à cet effet, nous avons extrait des grandeurs décrivant le comportement des fissures étudiées : la vitesse de propagation da/dN , le facteur d'intensité des contraintes (FIC) K et le déplacement d'ouverture en pointe de fissure CTOD. Le comportement de blocage prolongé aux bords de l'échantillon par rapport au cœur de l'échantillon a été reproduit avec succès, et l'étude des vitesses de propagation a permis de le quantifier. Les mesures de FIC montrent que cette quantité ne peut pas décrire le comportement des fissures courtes de fatigue après une surcharge. Le CTOD semble davantage adapté ; un mécanisme physique décrivant le phénomène de blocage et basé sur ce paramètre est proposé. Les résultats obtenus constituent, à notre connaissance, le premier corpus de données expérimentales décrivant la propagation de fissures courtes de fatigue en 3D.