



Modèle d'endommagement de fatigue en lien avec la microstructure dans un alliage d'aluminium

Soutenance de thèse – Manon LENGLET

10 avril 2024 – 10h00

Salle Pierre Contensou - ONERA Châtillon

Lien visio-conférence : demande du lien d'accès auprès de anna.ask@onera.fr

Devant le jury composé de :

Jean-Yves BUFFIÈRE, Professeur, INSA Lyon

Arjen ROOS, Ingénieur de recherche (HDR), Safran Tech

Véronique AUBIN, Professeure, Centrale Supélec

Yoann GUILHEM, Maître de conférences, ENS Paris Saclay

Myriam KAMINSKI, Ingénieure de Recherche, ONERA, MAS

Anna ASK, Ingénieure de Recherche, ONERA, MAS

Samuel FOREST, Directeur de Recherche CNRS, Mines Paris

Rapporteur

Rapporteur

Examinatrice

Examineur

Examinatrice

Encadrante de thèse

Directeur de thèse

Résumé

Dans le domaine aéronautique, un défi majeur réside dans l'optimisation du dimensionnement des pièces en tenant compte de leur durée de vie en fatigue. Les phénomènes de fatigue dans les structures métalliques, comme celles du fuselage en aluminium 2139, dépendent de la microstructure. Cependant, comprendre et modéliser ces phénomènes à une échelle aussi fine est coûteux. Jusqu'à présent, l'endommagement des pièces, défini par l'amorçage et la propagation de fissures de fatigue, est pris en compte seulement à l'échelle macroscopique : cela sous-estime la durée de vie des pièces, entraînant un surdimensionnement et des essais coûteux. D'une part, sur le plan expérimental, le comportement mécanique du 2139 sous chargement monotone à l'échelle microscopique et sous chargement cyclique à l'échelle macroscopique est bien compris. Cependant, le comportement de cet alliage sous chargement cyclique et à l'échelle microscopique n'est pas documenté. D'autre part, de nombreuses méthodes numériques ont été développées pour prédire l'amorçage de fissures de fatigue. Les Fatigue Indicator Parameters (FIPs) offrent une approche économique et facile à implémenter, mais il n'y a pas de consensus sur le FIP le plus pertinent. De plus, bien que des méthodes existent pour modéliser la propagation de fissures dans les polycristaux, il n'y a pas de méthode unique utilisant les FIPs pour modéliser à la fois l'amorçage et la propagation de fissures. Ainsi, cette thèse vise à développer une méthode pour modéliser l'amorçage et la propagation de fissures de fatigue à l'échelle de la microstructure. Pour appliquer cette méthode au cas du 2139, divers outils ont été utilisés, notamment des simulations par éléments finis avec Z-set. Le zoom structural a permis de modéliser les phases intermétalliques, sites d'amorçage des fissures de fatigue, et le module de remaillage adaptatif Z-cracks a été employé pour modéliser l'amorçage et la propagation de fissures dans l'alliage. Une campagne expérimentale a également permis de caractériser le comportement cyclique de l'alliage pour les simulations, et grâce à la microscopie optique et électronique il a été possible de suivre l'amorçage et la propagation de fissures en surface à l'échelle de quelques microns. Certaines des fissures observées ont été sélectionnées et reproduites numériquement avec une bonne fiabilité, apportant des perspectives prometteuses pour la simulation des fissures courtes dans les alliages métalliques.

Mots clés

Microstructure, phases intermétalliques, fatigue, plasticité cristalline, alliage d'aluminium, fissure courte