

## Résumé

Ce travail a été consacré à la compréhension et la modélisation à l'échelle macroscopique des mécanismes de fissuration sous un chargement de Fretting Fatigue Statique (FFS). Les fissures sont sollicitées en mode mixte sous Conditions Non Proportionnelles (CNP). Les concepts classiques de la Mécanique Elastique Linéaire de la Rupture ne permettant pas de considérer ces différentes conditions, il était nécessaire de proposer une nouvelle approche. Pour cela nous avons mené conjointement une étude expérimentale et une étude théorique. Deux campagnes d'essais complémentaires ont été menées afin d'étudier la fissuration sous FFS. La première étude a été conduite sur trois alliages d'aluminium aéronautiques. Toutes les observations ont été réalisées après essai de façon destructive. La réponse des matériaux a été analysée en termes de dégradations. Nous avons ensuite défini les sites d'amorçage et les directions de propagation au cours des stades I et II. La seconde campagne a été conduite sur un matériau photoélastique. La visualisation en temps réel de l'évolution des isochromes le long des faces de fissures nous indique le comportement des fissures. L'amorçage et la propagation des fissures ont été observés en temps réel. L'étude de l'évolution des vitesses de propagation couplée aux observations des faciès de fissures nous a permis de définir différentes périodes de propagation. L'objectif de l'étude théorique était d'identifier les paramètres macroscopiques gouvernant les différentes périodes de propagation sous FFS. Tout d'abord, nous avons analysé les mécanismes d'amorçage et de propagation au cours du stade I. Notre approche s'est inscrite dans le cadre de la MMC. Elle nous a permis de prévoir les sites d'amorçage près et dans l'aire de contact ainsi que les premières directions de propagation, sous différentes conditions de fretting. Nous avons ensuite défini les conditions gouvernant la transition du stade I au stade II. Enfin, nous avons déterminé les directions et modes de propagation au cours du stade II. Afin de prendre en compte les CNP en pointe de fissures, un critère adapté à notre chargement et au matériau a été sélectionné. Pour compléter cette analyse, une étude plus détaillée des champs de contraintes en pointe de fissure nous a permis de définir plus clairement le mode de propagation des fissures.

## Résumé

This research work aimed to understand and then model, at a macroscopic scale, the mechanisms governing cracking under Fretting Fatigue loading on a Pre-Stressed sample (FFPS). Cracks are thus submitted to mixed mode and Non Proportional Conditions (NPC). The classical concepts of the Elastic Linear Fracture Mechanic can hardly account for these conditions. It was then necessary to propose a new approach. That is why, an experimental and a theoretical approach were conducted in parallel. Two experimental complementary sets of tests were conducted to study cracking under FFPS. Firstly, three aeronautical aluminum alloys were tested. Experimental observations were performed at the end of each test

through a destructive manner. The surface degradations were first related to the applied running conditions. Then, crack location and propagation directions during stage I and II were defined. The second experimental set of tests was conducted on photoelastic samples. The evolution of the isochromatic fringe pattern along crack faces was directly observed during test. It informed us on crack behaviour and displacements during loading cycles. Crack initiation and propagation were also directly recorded. Thanks to the analysis of crack growth rate curves and observations of crack face feature, different propagation stages were defined under FFPS. The aim of the theoretical approach was to identify the macroscopic parameters governing crack life under FFPS. First of all, initiation and propagation mechanisms during stage I were defined and analysed. Crack location in or out the contact area and the corresponding initial crack growth directions were predicted under various fretting conditions. The conditions governing crack transition from stage I to stage II were then defined. Finally, propagation modes and directions during stage II were determined. In order to account for the NPC, a criterion adapted to the loading conditions and material was selected. This first analysis was then completed by analysing the stress field at the crack tip. Crack propagation modes were then clearly identified under FFPS.