ANR Fautocoes : Tâche 1.2 rapport final

La tâche 1.3 réalisée en collaboration avec Astrium n'a pas pu être menée à bien car le nombre d'essais dont nous disposions était insuffisant pour envisager une approche stochastique. La tâche 1.2 a donc été enrichie.

Dans un premier temps, il s'agissait de montrer l'apport des Processus Markoviens Déterministes par Morceaux dans la prédiction de la propagation des fissures de fatigue. En nous basant sur les essais réalisés par Virkler, nous avons pu montrer que l'utilisation des PDMP à un seul saut permettait de bien décrire le comportement de l'ensemble des fissures.

Nous avons ensuite étudié le comportement individuel de chaque fissure en couplant les PDMP à une méthode d'actualisation. Un critère de distance normalisée au faisceau a montré que notre modélisation permettait de prédire très correctement les fissures « rapides » et les fissures « moyennes ». En revanche, le comportement des fissures « lentes » ne peut pas être correctement prédit car ces fissures présentent des « arrêts » qui ne peuvent pas être pris en compte dans la modélisation choisie.

Dans un deuxième temps, nous avons souhaité trouver un critère fiable permettant de déterminer la transition entre la phase de propagation stable et la phase d'accélération qui précède la rupture finale. Pour cela, nous avons une nouvelle fois utilisé un modèle de PDMP à un saut de transition entre la loi de Paris et la loi de Forman. Cette seconde loi qui intègre des paramètres physiques, notamment la ténacité, permet de décrire la phase d'accélération. Pour cela, nous avons « fitté » chaque courbe expérimentale par une courbe théorique du modèle. L'optimisation du problème est réalisée en utilisant un algorithme de recuit simulé dans un modèle à 5 paramètres. Les temps de transition obtenus, ainsi que les longueurs critiques à partir desquelles la vitesse de propagation de la fissure augmente, ont été étudiés de manière statistique pour interprétation. Cela permet ensuite d'affiner le modèle PDMP à un saut et les critères à utiliser pour déterminer avec une bonne précision, la durée de vie d'une structure soumise à des cycles de fatigue.

Cette modélisation, plus aboutie que ce qui était initialement prévu, est applicable à d'autres matériaux (autres alliages d'aluminium par exemple) ou dans d'autres conditions de chargement mais elle nécessite d'utiliser un nombre important de données expérimentales.

Modelling of fatigue crack propagation using Piecewise-Deterministic Markov Processes
A. Ben Abdessalem, R. Azaïs, M. Touzet, A. Gégout-Petit, M. Puiggali, C. Elegbede
EngOpt 2012 - International Conference on Engineering Optimization
Rio de Janeiro, Brazil, 1-5 July 2012.

Stochastic modelling and simulation of fatigue crack propagation using piecewise-deterministic Markov processes
Anis Ben Abdessalem; Romain Azaïs; Marie Touzet; Anne Gégout-Petit; Monique Puiggali
Soumis à Probabilistic Engineering Mechanics