

Non-parametric evaluation of stress fields for history-dependent materials:  
Formulation, Validation and Applications

Résumé

L'estimation de la réponse mécanique des matériaux repose sur la capacité de mesurer à la fois les déformations et les contraintes qu'ils subissent. Cette réponse est directement quantifiable lors d'essais simple où la déformation et contrainte peuvent être estimés indépendamment et sans hypothèses sur la relation entre ces deux grandeurs.

Les méthodes de mesures de champs permettent la mesure de la cinématique pour des cas complexes (du à la géométrie de la structure étudiée ou à des phénomènes matériaux), mais pour estimer les contraintes il devient nécessaire de définir une loi de comportement et d'identifier les paramètres de celle-ci par méthode inverses. Cette approche pose deux problèmes: (1) elle introduit un biais dans l'estimation des contraintes et (2) postule qu'une loi permet de reproduire la cinématique mesurée.

Récemment, de nouvelles approches ont été développées pour estimer les champs de contraintes sans besoin de postuler de loi de comportement dans un cadre élastique.

Cette thèse s'inscrit dans la suite de ces travaux et propose une extension de la méthode de « Data-Driven Identification » proposée par Leygue et al. (2018) pour des matériaux dépendants de l'histoire.

La méthode proposée est validée sur un essai à géométrie complexe pour un matériau présentant des instabilités de type Piobert-Lüders où peu lois de comportement macroscopiques existent, compromettant l'utilisation des méthodes conventionnelles type « Finite Element Method Updating ».

Dans un second temps, des essais de propagations de fissures de fatigues sont analysés. Une procédure d'optimisation du maillage utilisé pour la mesure des déformations par « Digital Image Correlation » est développée afin de décrire au mieux les surfaces libres formées par les fissures. Les champs de contraintes en pointe de fissures sont obtenus pour différentes longueurs de fissures et différents cas de chargement et permettent de mettre en évidence des interactions entre les fissures et des éléments géométriques des éprouvettes utilisées. Finalement, en introduisant de hypothèses sur la partition élastique-plastique de la déformation, les déformations plastiques en pointe de fissures sont évaluées.

Mots-clés : Plasticité, Identification, Méthodes Inverses, Mesures de Champs, Bande de Lüders, Fissures de fatigue