

RÉDUCTION DE MODÈLE APPLIQUÉE À UN PROBLÈME DE FISSURE DANS UN MONOCRISTAL

Yoann Guilhem^a, Walid Tezeghdanti^a, Sylvie Pommier^a

^a LMT, ENS Paris-Saclay/CNRS

yoann.guilhem@ens-paris-saclay.fr

Mots-clés : Mécanique de la rupture, non local, monocristal, plasticité cristalline, propagation de fissure.

Résumé

Dans l'industrie aéronautique, les pièces mécaniques de type aube de turbine haute pression sont parfois constituées de matériaux anisotropes tels que les monocristaux de superalliages. Ces derniers sont orientés afin de mieux supporter la part majeure, statique et uniaxiale du chargement. Afin de prédire la durée de vie de ces structures sous chargement de fatigue, une approche de tolérance aux dommages peut-être envisagée mais elle suggère de disposer de modèles de propagation purement dédiés à ces matériaux et chargements.

Un modèle de propagation de fissure basé sur une représentation non locale des champs en pointe de fissure en les décomposant en deux parties élastique et plastique au moyen de réduction de modèle de type «Proper Orthogonal Decomposition» a été proposé [1]. Bien entendu, plusieurs hypothèses limitent l'espace de validité d'une telle méthode (auto-similarité de la géométrie de et des champs, petites perturbations, plasticité confinée). Ces champs peuvent donc être exprimés en fonction d'un nombre très réduits de degrés de liberté : d'une part des Facteurs d'Intensité de Contraintes (FIC) relatifs aux modes chargement définis par la Mécanique de la Rupture et d'autre part l'émoussement de la pointe de fissure selon ces modes. L'évolution de ces quantités peut donc être dictée un modèle semblable à une relation de type contrainte-déformation mais à une échelle non locale : FIC-émoussements. L'intérêt est de pouvoir injecter dans ce modèle des chargements en termes de FIC, extraits de simulations Éléments Finis (EF) des pièces complètes et donc avec des maillages conséquents mais purement élastiques.

Néanmoins, ces développements sont restreints au cas des matériaux à comportement isotrope. L'idée de cette étude est donc d'étendre ce modèle de condensé non local de propagation de fissure à la classe des matériaux anisotropes et en particulier ici des monocristaux. On présentera donc les premières étapes visant à identifier les champs de référence en pointe de fissure dans ces matériaux puis définir un modèle de comportement reliant le chargement subit par la pointe de fissure à son émoussement.

Pour chaque étape, des simulations EF de pointes de fissure plongée dans des matériaux à comportement anisotrope (soit uniquement dans le domaine élastique, soit dans les domaines élastique et plastique) soumises à divers chargements ont alimenté l'analyse. L'anisotropie dans le domaine plastique est reproduite par un modèle de plasticité cristalline phénoménologique [2], où les surfaces de charge et les écoulements sont définis sur les systèmes de glissement. Si lorsque l'écoulement plastique suit une loi isotrope la décomposition en modes de type MLR reste évidente, dans le cas de la plasticité cristalline une décomposition en modes liés aux systèmes de glissement peut être envisagée. Une fois les champs de référence élastique et plastique identifiés, les limites du domaine élastique et les directions d'écoulement, (toutes dans l'espace des FIC) peuvent être caractérisées. La dernière étape consistant à définir les équations permettant de reproduire ce comportement est en cours. Des résultats préliminaires seront abordés.

Références

- [1] R. Hamam. *Simulation de la propagation des fissures par fatigue dans les toiles des roues de train sous chargement à amplitude variable*. Thèse, ENS Cachan, 2006.
- [2] L. Méric and G. Cailletaud *Single Crystal Modeling for Structural Calculations. Part 2 : Finite Element Implementation* *Journal of Engineering Material Technology*, 113 (1991) 171–182.