

Effet de la prise en compte de la localisation de la déformation plastique sur la prévision de durée de vie

Mathieu MUSY-HASPEL^{1*}, Aldo MARANO¹, Samuel FOREST², Lionel GELEBART³

¹DMAS, ONERA, Université Paris-Saclay, F-92322, Châtillon, France

²Mines Paris PSL, Centre des matériaux, NRS UMR 7633, Versailles, France

³Université Paris-Saclay, CEA, SRM, Gif-surYvette, 91191, France

*mathieu.musy--haspel@onera.fr

Résumé pour : poster

Lors d'un chargement cyclique, en particulier à faible niveau de déformation, le temps nécessaire à l'amorçage d'une fissure peut représenter la majeure partie de la durée de vie en fatigue. La prévision du nombre de cycles à l'amorçage constitue donc un enjeu central pour le dimensionnement des pièces. Dans les superalliages base nickel tels que l'Inconel 718, l'amorçage des fissures de fatigue est étroitement lié à la formation de bandes de glissement persistantes, au sein desquelles la déformation plastique se localise. Ces bandes résultent de l'accumulation irréversible de dislocations qui s'organisent progressivement en structures pouvant générer des marches en surface ou aux joints de grains, le long desquelles les fissures s'amorcent préférentiellement.

La formation de ces bandes dépend fortement de la microstructure locale. Il est donc nécessaire de se placer à cette échelle pour prédire la durée de vie à l'amorçage. L'état de l'art actuel repose donc généralement sur des calculs de plasticité cristalline réalisés sur des microstructures polycristallines numériques, dont les résultats servent à construire des indicateurs de tenue en fatigue (ITF), ensuite reliés à la durée de vie à l'aide de lois empiriques identifiées à partir de données expérimentales. Toutefois, les modèles et résolutions couramment employés dans ces simulations restent peu adaptés à la représentation de la localisation de la déformation sous forme de bandes de glissement. En outre, les critères de durée de vie associés ne rendent pas toujours compte de manière directe des mécanismes physiques gouvernant l'amorçage, en particulier de l'irréversibilité de la déformation plastique.

Ce travail vise ainsi à étudier l'effet de la prise en compte de la localisation de la déformation plastique sur la prévision de durée de vie à l'amorçage. Deux modèles de plasticité cristalline sont considérés : le premier reposant sur une loi de comportement locale adoucissante, le second sur une méthode géométrique dédiées à la représentation des bandes de glissement. Ces deux modèles sont comparés à un troisième pris comme représentatif des approches classiques pour la prévision de durée de vie. La comparaison porte notamment sur l'influence de la localisation sur le comportement mécanique local, en particulier sur le rochet local, marqueur naturel de l'irréversibilité cyclique de la déformation plastique. Enfin un modèle de prévision de durée de vie inspiré du formalisme de

Tanka-Mura-Wu est proposé utilise le rochet pour pondérer l'énergie dissipée locale. Elle est ensuite comparée à une valeur physique d'énergie de surface libre. Cette démarche vise à établir un lien plus direct entre les mécanismes microstructuraux de localisation plastique et les critères de durée de vie à l'amorçage

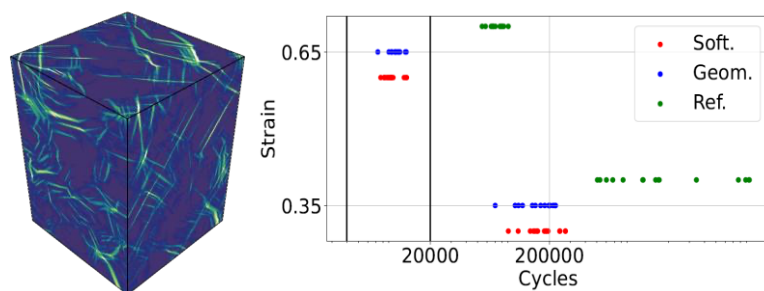


Figure 1. Champ de plasticité cumulée avec localisation de la déformation plastique (gauche) – Prévision de durée de vie (droite)