



Club ZéBuLon du 05 Juin 2012

Centre des Matériaux - Évry

RESUMES DES PRESENTATIONS

« Influence de la rugosité et de l'anisotropie d'une couche mince sur l'écaillage d'un oxyde de croissance. »

V. MAUREL (Mines ParisTech)

Des essais de compression mécanique ont été utilisés pour caractériser l'écaillage d'un oxyde de croissance formé sur un revêtement polycristallin NiAl. Les champs de déformation ont été mesurés en surface à l'aide de la technique de corrélation d'images. Ceci a permis de mettre en évidence le lien entre localisation de la déformation et des écaillages d'oxyde. Cette étude a pour objet une compréhension fine du lien entre localisation de la déformation et écaillage associé.

On cherche d'abord à déterminer le rôle respectif de la rugosité de surface et de l'anisotropie de la couche polycristalline constituant le revêtement sur la dispersion de déformation observée. Cette étape a été réalisée à l'aide d'un calcul élément finis intégrant une description explicite du polycristal et de la rugosité de surface. Une étude de sensibilité a été réalisée en faisant varier le comportement de la couche polycristalline pour des hypothèses élastique ou plastique, isotrope ou anisotrope et pour un oxyde lisse ou rugueux.

Nous avons ainsi pu montrer que la rugosité de surface conditionnait la dispersion de déformation au cours des cyclages thermiques. L'anisotropie du polycristal devient déterminante dès lors qu'un chargement mécanique est appliqué.

« Étude numérique des champs mécaniques locaux dans les polycristaux sous chargement de fatigue. »

Y. GUILHEM (ESRF, Grenoble), S. BASSEVILLE (LISV, Université de Versailles), G. CAILLETAUD (Mines ParisTech)

L'amorçage des fissures courtes de fatigue dans les polycristaux est intimement liée à la microstructure du matériaux. En fatigue HCF, la dispersion des résultats observée expérimentalement implique d'étudier de nombreuses configurations microstructurales afin d'en déduire les paramètres critiques.

On propose ici une modélisation tridimensionnelle par éléments finis du problème de fatigue appliqué aux polycristaux. Cette étude est concentrée en surface d'un composant en acier 316L. En plus de l'étude de l'effet de surface libre, deux nouveaux axes sont développés. D'une part, l'introduction de la rugosité de surface afin de prendre en compte l'état de surface. D'autre part, la mise en place de conditions aux limites semi-périodiques permet de s'affranchir des effets de bords tout en conservant l'effet de surface libre.

« Apports et usage du calcul d'agrégats pour l'étude du comportement en fatigue à grande durée de vie sous chargements complexes. »

N. SAINTIER, A. HOR, C. ROBERT, R. GUERCHAIS, T.PALIN-LUC, F. MOREL (Arts et Métiers ParisTech)

Une analyse du comportement en fatigue multiaxiale à grand nombre de cycles est proposée à travers la simulation numérique d'agrégats polycristallins soumis à des chargements multiaxiaux de type traction torsion combinés. Les agrégats sont sollicités à des niveaux correspondants à la limite de fatigue à grand nombre de cycle prévue par un critère classique (Crossland) dans le cas du Cuivre pur OFHC (structure CFC). Le calcul des quantités mécaniques à l'échelle mésoscopique (moyenne à l'échelle du grain) obtenue après stabilisation du comportement cyclique local permet une analyse de l'effet de l'anisotropie élastique et de la microplasticité sur les quantités mécaniques pilotant l'endommagement de fatigue. Une analyse critique de certaines hypothèses des critères de fatigue multiaxiaux usuels est proposée. Enfin, une étude statistique de la réponse de l'agrégat est présentée pour les différents chargements à travers l'usage de la statistique des extrêmes appliquée au calcul d'agrégat.

« Calculs par éléments finis en plasticité cristalline utilisant des microstructures réelles fissurées obtenues par tomographie aux rayons X. »

J. LI (MINES ParisTech), H. PROUDHON (Mines ParisTech), S. FOREST (Mines ParisTech), A. ROOS (ONERA)

La propagation de fissures courtes de fatigue dans un matériau polycristallin est un problème important pour la prédiction de la durée de vie des composants industriels. Avec la technique de caractérisation récemment développé à l'ESRF, de Tomographie par Contraste de Diffraction, on est capable de décrire la microstructure tri-dimensionnelle d'un agrégat polycristallin entaillé à l'état non-déformé. Il est dès lors possible de simuler l'état de déformation et l'amorçage d'une fissure courte par éléments finis en plasticité cristalline.

Le but de ce travail est de simuler un essai de fatigue d'un échantillon d'alliage titane VST55531 en utilisant d'un maillage réel en 3D reconstruit par des mesures de tomographie aux rayons X. La technique de la construction du maillage de la microstructure avec la fissure est présentée. Ensuite, la simulation par EF en plasticité cristalline est abordée. Enfin, le champ de déformation ainsi que les différents systèmes de glissement au voisinage du front de fissure sont déterminés. Ces résultats nous serviront à la suite à développer du modèle d'endommagement.

« Propagation de fissures intergranulaires et intragranulaires dans les polycristaux. Application au gamma-TiAl. »

**D. GEOFFROY (ONERA / Mines-Paristech-CdM), J. CREPIN (Mines-Paristech-CdM),
É. HERIPRE (X-LMS), A. ROOS (ONERA)**

Afin de modéliser correctement le comportement des polycristaux à l'échelle des grains, un grand nombre de degré de liberté est nécessaire pour décrire adéquatement la plasticité. Simultanément, simuler la propagation de fissures nécessite une discrétisation très fine de l'espace afin d'atteindre la convergence. Combiner la propagation de fissures et le calcul polycristallin exige donc des moyens considérables en mémoire et en temps. Afin de réduire la taille des calculs, il peut s'avérer intéressant d'utiliser des outils de remaillage permettant de limiter la fine discrétisation de l'espace aux endroits où la fissure se propage. De plus, le remaillage est également nécessaire lorsque le modèle de propagation de fissures nécessite la discrétisation explicite du plan de fissuration ou lorsque la trajectoire de fissuration est fonction de l'état des contraintes ou des déformations local du polycristal. Néanmoins, l'opération de remaillage peut s'avérer complexe en raison du nombre important de variables internes associées aux calculs polycristallins.

Cet exposé présente une méthode de remaillage spécifiquement développée dans le cadre de la propagation de fissures dans les polycristaux à l'aide d'éléments cohésifs et des outils inclus dans Z-Cracks. Une attention particulière est apportée au transfert des champs mécaniques entre les différents maillages et aux critères de remaillage à employer.

« Le formalisme quadri-dimensionnel de la géométrie différentielle pour des modèles de comportement anisotropes et indépendants du référentiel dans le cadre d'une approche eulérienne - Application à l'élasticité des cristaux métalliques. »

E. ROUHAUD (UTT, Troyes), B. PANICAUD (UTT, Troyes), A. ROOS (ONERA)

Le formalisme quadri-dimensionnel permet d'écrire toute loi physique (et donc tout modèle de comportement) de façon covariante. La loi est ainsi indépendante du référentiel d'observation : c'est le principe de covariance, proposé par Einstein notamment dans le cadre de la Relativité Générale. Nous proposons de montrer comment ce principe peut être utilisé pour garantir l'invariance d'un modèle de comportement pour un milieu continu au travers de n'importe quel changement de référentiel, et ceci dans un cadre d'applications purement non relativistes. Le modèle peut alors dépendre du mouvement rigide de la matière tout en restant covariant. Un modèle de comportement exprime avec le formalisme eulérien peut alors être anisotrope et covariant. Nous proposons aussi de montrer qu'avec un tel formalisme, les expressions lagrangiennes des modèles de comportement ne sont que la projection de l'expression tensorielle dans le repère convectif. Ainsi un modèle dans un contexte eulérien peut être obtenu à partir de son expression lagrangienne par un changement de repère 4D adéquat et inversement. Nous proposons finalement une première validation de cette méthode pour un modèle élastique 4D eulérien et anisotrope pour des cristaux métalliques.