

Modélisation micromécanique de l'anisotropie induite par le concept d'activation/désactivation de l'endommagement

A. ABDUL-LATIF^{1,2}

1. Laboratoire Quartz, Supméca, 3 rue Fernand Hainaut, 93407 St Ouen Cedex, France
2. Université Paris 8, France

Une connaissance approfondie des métaux polycristallins utilisés dans les divers domaines industriels demeure une condition sine-qua non pour bien comprendre leur comportement mécanique par le biais de leur microstructure et leur impact sur un tel comportement. Ce travail fournit les éléments fondamentaux concernant l'anisotropie induite par l'endommagement et met en évidence les effets des mécanismes locaux sur le comportement endommageable de tels matériaux. Ainsi, la compréhension de certains phénomènes physiques liés aussi bien à la plasticité qu'à l'endommagement est importante dans le développement de toute modélisation micromécanique, destinée à décrire avec précision le comportement global de la plasticité couplé à l'endommagement par fatigue. Ici, l'endommagement n'est actif que si les microfissures sont en phase d'ouverture, tandis que celui-ci affecte différemment les propriétés mécaniques des métaux en phase de fermeture (phase passive). Il est bien connu que la rupture des métaux ductiles est normalement contrôlée par la nucléation, la croissance et la coalescence des micro-dommages. Par ailleurs, il a été montré expérimentalement que l'accumulation de micro-dommages est due à la localisation des déformations plastiques jusqu'à la rupture finale de la structure. Pour plusieurs métaux, la cinématique d'écrouissage est liée à la création de bandes de glissement pendant le chargement cyclique observés par MET (microscope électronique à transmission) suite à une déformation plastique localisée. Ce phénomène conduit à une densité de dislocations importante dans ces bandes générant ainsi un comportement anisotrope. L'anisotropie induite peut être expérimentalement observée. En fait, les microfissures s'ouvrent ou se referment selon le sens de chargement appliqué. Ainsi, différentes réponses sont enregistrées durant le chargement de compression et de traction, conduisant alors à la désactivation de l'endommagement, comme révélé sur l'alliage d'aluminium.

Sous l'hypothèse des petites déformations, un modèle micromécanique d'amorçage par fatigue plastique sera donc présenté pour reproduire surtout l'effet de désactivation de

l'endommagement. Ainsi, l'évolution des variables locales de déformation plastique et d'endommagement est examinée à l'échelle du système de glissement cristallographique. Quant à l'anisotropie induite par l'activation/désactivation de l'endommagement, elle est modélisée à l'aide d'un tenseur du quatrième ordre à l'échelle globale. En conséquence, le comportement global non linéaire présente un intérêt particulier pour ce travail notamment au niveau de la phase de désactivation due à la fermeture des microfissures sous des chargements cycliques complexes. Cette non-linéarité est généralement induite simultanément par la plasticité et l'endommagement. Ce modèle de comportement élasto-plastique endommageable cyclique pour polycristaux métalliques est testé apte à en décrire l'effet d'activation/désactivation de l'endommagement. Un accent particulier est mis sur les trajets de chargement cyclique biaxial, en particulier le non-proportionnel tel que le chargement de tension-torsion avec différents angles de déphasage.