

**COMPTE RENDU DES JOURNEES INTERNATIONALES DE PRINTEMPS DE LA COMMISSION
FATIGUE - JIP 2008
FATIGUE ET PLASTICITE : DU MECANISME A LA CONCEPTION**

La plasticité (macro-, méso- & microscopique) est à l'origine de l'endommagement par fissuration des matériaux métalliques soumis à des chargements cycliques (fatigue). La plasticité cyclique généralisée ou localisée en tête de fissure est déterminante dans l'étude du comportement et de l'endommagement des matériaux qui présentent souvent une instabilité microstructurale (durcissement ou adoucissement) cyclique. La prise en compte de cette plasticité sur le plan scientifique et dans les applications industrielles est d'importance primordiale. La Commission Fatigue de la SF2M a décidé de consacrer les Journées Internationales de Printemps de 2008 (20-22 mai) à ce thème central en fatigue. 96 personnes (dont 17 étrangers) participaient à cette conférence. 36 communications orales ont été consacrées à ces différents thèmes et 10 posters ont été présentés brièvement en salle et commentés par les auteurs au cours des pauses et de la session qui leur était réservée.

Différentes sessions ont été organisées :

- Méthodes expérimentales et détermination de la plasticité.
- Critères de plasticité.
- Comportement cyclique en fatigue et relation avec la microstructure.
- Applications industrielles.

Des progrès récents dans la détermination de l'hétérogénéité à l'échelle des grains ont été présentés. Le comportement et l'endommagement à l'échelle mésoscopique ont été étudiés par des techniques avancées (AFM, profilométrie, EBSD, etc...). La localisation de la déformation plastique, la formation des bandes de glissement, des microfissures et des cavités par cisaillement localisé (dans un alliage Ti notamment) ont été caractérisés. Des mesures non couplées ou couplées - thermique (camera IR) & déformation (CCD) - en fatigue giga cyclique (GCF) ou HCF sont utilisées pour déterminer la limite de fatigue, y compris celle des joints soudés. La mesure de l'auto-échauffement est également utilisée comme alternative aux méthodes probabilistes d'identification de cette limite.

Dans sa conférence invitée, X. Feaugas a présenté une revue des modèles physiques de comportement cyclique basés sur la dynamique et le mouvement des dislocations des alliages CFC en relation avec l'hétérogénéité intragranulaire. Des critères de la plasticité pour décrire le comportement cyclique et aussi des modèles pour estimer la durée de vie ont été abordés.

Dans sa conférence invitée, G. Cailletaud a présenté une revue des modèles de comportement macroscopique cyclique basés sur une analyse détaillée prenant en compte la contribution des systèmes de glissement. L'effet du comportement anisotrope, et du chargement multiaxial sur le critère de plasticité ont été abordés. Les limites de ces modèles dans certaines conditions de chargement ou suivant la nature des matériaux (anisotropie) ont été discutées. Des essais appropriés sont nécessaires pour examiner ces critères de plasticité sous chargements complexes et/ou pour des matériaux anisotropes.

Une nouvelle méthode pour prendre en compte les contraintes de retour (back-stresses) a été introduite et appelée "facteur multiplicatif de durcissement cinématique" (suivant Armstrong & Frederick). Par ailleurs des approches mécaniques plus classiques pour intégrer en amont les procédés de mise en forme (pré déformation, contraintes résiduelles, pièces minces) dans la conception des pièces en fatigue ont été présentées. Un nouveau modèle pour mieux décrire le comportement élasto-plastique des matériaux présentant un écoulement plastique progressif est présenté. Des modèles de comportement cyclique sous chargement proportionnel ou non proportionnel multiaxial ont été discutés. Un nouveau coefficient d'écrouissage additionnel (dépendant du matériau) est introduit. Le comportement sous HCF multiaxial a également été présenté.

Dans sa conférence invitée, S. Pommier a abordé l'amorçage et la propagation des fissures. La prise en compte de la plasticité cyclique, des lois de comportement appropriées et des modes complexes de chargement en tête de fissure ont été discutés. L'amorçage de fissure (« courte ») au fond d'entaille, la propagation de fissure avec la prise en compte de la fermeture, des matériaux avec ou sans une pré-déformation (généralisée) ont été abordés. La pré-déformation semble seulement influencer la fermeture dans la région du seuil de non propagation. Par ailleurs l'effet des contraintes résiduelles (localisées) liées au grenailage et son rôle sur la limite de fatigue ont été étudiés. En comparant des simulations numériques 2D ou 3D des éprouvettes fissurées, le rôle de l'état de chargement (contrainte ou déformation plane) a été discuté. Il semble que la déformation plane sous-estime les champs mécaniques 3D alors que la contrainte plane les surestime. La propagation de fissure dans des plaques à épaisseurs réduites en LCF a été étudiée et l'effet de raffinement des tailles de grain (par la forte déformation plastique) a été présenté. La propagation de fissures semble être influencée par la réduction de l'épaisseur des plaques.

Dans sa conférence invitée, P. Blackmore a présenté une revue critique des méthodes d'estimation de la durée de vie basée sur les critères de déformation. L'application industrielle des méthodes de prédiction de la durée de vie a été abordée. Les pratiques industrielles utilisent généralement les données de laboratoire et les essais

monotones (méthode Bäuml-Seeger). Des approches expérimentales et analytiques sont développées pour décrire le comportement en fatigue des pièces avec des contraintes résiduelles en surface. L'amorçage et la propagation de fissure dans les joints soudés soumis à des sollicitations en compression sont étudiés. L'effet de l'environnement sur la durée de vie des PWRs est discuté et le comportement élasto-plastique est étudié par simulation numérique. L'application de cette approche pour des conditions complexes est discutée. Les effets de l'état de surface, du traitement thermique et de la concentration des contraintes sur la durée de vie des aciers à dureté élevée (après forgeage à froid) sont étudiés. Des études expérimentales et des simulations numériques des structures soudées (applications navales), prenant en compte le matériau de base, la HAZ et le cordon de soudure ont été présentées. Des problèmes de conception de structures entaillées soumises à des gradients de plasticité cycliques ont été abordés par le biais de calculs élasto-plastiques uni axiaux. Les propriétés mécaniques et la durée de vie en fatigue de disques de frein soumis à des changements de température, ainsi que des critères multiaxiaux pour estimer la durée de vie (amorçage et propagation de fissure) sur la base de courbes S-N ont été présentés.

Farhad REZAI-ARIA