

# Modélisation micromécanique de la déformation monotone et cyclique des polycristaux CFC. Application aux aciers inoxydables austénitiques

Diogo Goncalves<sup>1</sup>, Maxime Sauzay<sup>2</sup>, Pierre Lamagnere<sup>3</sup>

<sup>1</sup> DEN-Service d'Études Mécaniques et Thermiques (SEMT), CEA, Université Paris-Saclay, F-91191 Gif-Sur-Yvette, France

<sup>2</sup> DEN-Service de Recherches de Métallurgie Appliqué (SRMA), CEA, Université Paris-Saclay, F-91191 Gif-Sur-Yvette, France

<sup>3</sup>DEN-Service de Technologie des Composants et des Procédés (STCP), CEA Cadarache, 13108 Saint-Paul-les-Durances

## Colloque, choix 1 :

Endommagement et rupture

## Colloque, choix 2 :

Ingénierie numérique des matériaux

## Colloque, choix 3 :

Matériaux métalliques

**Vous souhaitez présenter votre travail sous format :**

Oral uniquement

Mots-clés : Dislocation density, modèle élasto-viscoplastique autocohérent, modélisation micromécanique, polycristaux, structure cristallographique

## Votre résumé :

La modélisation micromécanique se réfère à la description physique du matériau et de son évolution sous chargement. C'est une méthode déductive qui considère différentes échelles pour prédire le comportement macroscopique du matériau, nécessitant donc l'application de techniques de changement d'échelles [1].

Nous proposons de développer un modèle permettant de prédire le comportement viscoplastique des métaux et alliages à structure CFC, en se basant sur la description des mécanismes de déformation à température ambiante. Deux populations de dislocations mobiles sont considérées par système de glissement : des dislocations vis et coins. Lors de la déformation plastique, ces dislocations peuvent se multiplier, s'annihiler ou même se combiner, en formant des dipôles. La production des dipôles-coins, considérés comme immobiles, est aussi introduite. Les dipôles peuvent aussi être annihilés lors de la déformation [2]. Enfin, les dislocations interagissent avec d'autres dislocations, conduisant à un durcissement du matériau [3]. Un modèle d'homogénéisation auto-cohérent est enfin appliqué. Il utilise une loi de localisation élasto-viscoplastique additive et a été précédemment validé grâce à des nombreux calculs par éléments-finis [4].

Dans le cadre d'une application aux aciers 316L/316L(N), des courbes de tractions monocristalline expérimentales et des données issues de la dynamique des dislocations discrètes sont utilisés pour évaluer de nombreux paramètres d'entrée et leurs incertitudes, d'où un nombre réduit de paramètres restant à ajuster : les paramètres viscoplastiques de la loi d'écoulement cristalline, le volume et l'énergie d'activation. Ces deux paramètres sont ajustés en utilisant des courbes de traction de polycristaux à différentes vitesses de chargement et températures.

Les prédictions du modèle sont en bon accord avec des nombreux résultats expérimentaux obtenus sur des alliages d'acier 316L(N). Les comparaisons entre courbes calculées et expérimentales montrent que le modèle résume dans une description convenable du comportement monotone en traction et relaxation. La forme des boucles d'hystérésis, le durcissement cyclique et la courbe de consolidation cyclique sont également bien prédits dans un intervalle de déformation cyclique entre  $\pm 0,1\%$  et  $\pm 0,8\%$ , sous différentes vitesses de chargement. De plus, le modèle prédit bien le comportement sous chargement en déformation cyclique biaxial et en traction-torsion.

1. M. G. D. Geers, V. G. Kouznetsova, and W. A. M. Brekelmans, *J. Comput. Appl. Math.* **234**, 2175 (2010).

2. K. Differt and U. Essmann, *Mater. Sci. Eng. A* **164**, 295 (1993).

3. L. Kubin, B. Devincere, and T. Hoc, *Acta Mater.* **56**, 6040 (2008).

4. D. Goncalves, M. Sauzay, and P. Lamagnere, in *EMMC15* (Brussels, 2016).