



**HAL**  
open science

## Homogénéisation du comportement polycristallin : considérer la plasticité à l'échelle des grains ou des bandes de glissement ?

M. Sauzay, D. Goncalves, B. Sicaud, J. Hazan, P. Lamagnere

► **To cite this version:**

M. Sauzay, D. Goncalves, B. Sicaud, J. Hazan, P. Lamagnere. Homogénéisation du comportement polycristallin : considérer la plasticité à l'échelle des grains ou des bandes de glissement ?. *Materiaux* 2018, Nov 2018, Strasbourg, France. cea-02338474

**HAL Id: cea-02338474**

**<https://cea.hal.science/cea-02338474>**

Submitted on 24 Feb 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# MATERIAUX2018-1805

**Homogénéisation du comportement polycristallin :  
considérer la plasticité à l'échelle des grains ou des bandes de glissement ?**

Maxime Sauzay\*<sup>1</sup>, Diogo GONCALVES<sup>2</sup>, Bertrand SICAUD<sup>1</sup>, Jérôme HAZAN<sup>1</sup>, Pierre LAMAGNERE<sup>3</sup>

<sup>1</sup> DEN-Service de Recherches de Métallurgie Appliqué (SRMA), CEA, Université Paris-Saclay, F-91191 Gif-Sur-Yvette, France

<sup>2</sup>DEN-Service d'Études Mécaniques et Thermiques (SEMT), 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 :**

Ingénierie numérique des matériaux

**Colloque, choix 2 :**

Matériaux métalliques

**Colloque, choix 3 :**

Endommagement et rupture

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

Oral uniquement

**Votre résumé :**

A température ambiante, la déformation des monocristaux et des polycristaux métalliques à structure CFC se caractérise par la formation de bandes de glissement. Ces bandes peuvent être caractérisées par de nombreuses techniques expérimentales. Elles sont observées en déformation monotone et cyclique. Leurs caractéristiques (épaisseur, glissement plastique, multiplication, microstructure) diffèrent selon le chargement et l'énergie de faute d'empilement (EFE) normalisée du fait du rôle du glissement dévié. Néanmoins, à l'échelle de la micromécanique, elles peuvent être modélisées comme des lamelles dans lesquelles se concentre le glissement plastique.

Or, les modèles d'homogénéisation polycristallin, de type champs moyens (auto-cohérents) ou champs complets (EFs, FFT) ignorent cette localisation à l'échelle intra-granulaire, et donc une part de l'influence de l'EFE. Par ailleurs, ces modèles prédisent généralement l'activation très rapide de nombreux systèmes de glissement, ce qui est en contradiction avec de nombreuses observations. Ils ne reproduisent pas non le durcissement polycristallin très linéaire des matériaux à faible EFE. Enfin, même une fois introduite la plasticité non locale, ils ne prédisent pas naturellement le fort effet de l'EFE normalisée sur l'effet de taille de grain et la constante de Hall-Petch. Enfin,

Un modèle d'homogénéisation polycristallin basé sur les hypothèses suivantes a donc été proposé et implémenté :

i) chaque bande de glissement, caractérisée par une longueur (la taille de grain) et une épaisseur qui est mesurée expérimentalement et donc dépend de l'EFE est noyée dans une matrice élastique. Les contraintes de cisaillements sont transmis aux ligaments élastiques inter-bandes du fait du faible rapport espacement / taille de grains ;

ii) chaque bande obéit à des lois de plasticité basée sur la dynamique des dislocations et la taille de grain intervient une seconde fois via la tailles des boucles de dislocations et le terme de production par « bowing-out » ;

iii) La distribution de la plasticité en cours de chargement s'effectue respectivement par multiplication des bandes ou augmentation du glissement plastique dans un nombre constant de bandes, en accord avec les observations sur les matériaux à forte et faible EFE.

Les simulations prédisent des courbes de traction polycristalline en accord avec les courbes mesurées sur matériaux planaires (Cu30%Zn et acier 316L), avec un durcissement linéaire jusqu'à quelques dizaines de %. Le durcissement "concave" des métaux à forte EFE est aussi reproduit. Le nombre de systèmes activé est beaucoup plus faible et dépend de l'EFE et de la taille de grains. Enfin, la dépendance prédite de la constante de Hall-Petch vis-à-vis de l'EFE normalisée est en accord avec de nombreuses données expérimentales.

**Mots clés :** Glissement, Homogénéisation, métal, Plasticité cristalline, polycristaux

**Conflits d'intérêts :** None Declared