



HAL
open science

Mécanismes locaux de déformation de l'acier inoxydable austénitique 316L

Joseph Marae Djouda, Yazid Madi, Fabrice Gaslain, Jérémie Béal, Benoît Panicaud, Delphine Retraint, Guillaume Montay, Thomas Maurer

► To cite this version:

Joseph Marae Djouda, Yazid Madi, Fabrice Gaslain, Jérémie Béal, Benoît Panicaud, et al.. Mécanismes locaux de déformation de l'acier inoxydable austénitique 316L. 22ème congrès français de mécanique, Aug 2015, Lyon, France. 3 p. hal-01251129

HAL Id: hal-01251129

<https://hal.science/hal-01251129>

Submitted on 7 Jan 2016

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.

Mécanismes Locaux de Déformation de l'Acier Inoxydable Austénitique 316L

Joseph Marae Djouda^{1, 2*}, Yazid Madi³, Fabrice Gaslain³, Jérémie Beal², Benoit Panicaud¹, Delphine Retraint¹, Guillaume Montay¹, Thomas Maurer².

¹Laboratoire des Systèmes Mécaniques et d'Ingénierie Simultanée, ICD CNRS UMR 6281, Université de Technologie de Troyes, CS 42060, 10004 Troyes, France

²Laboratoire de Nanotechnologie et d'Instrumentation Optique, ICD CNRS UMR 6281, Université de Technologie de Troyes, CS 42060, 10004 Troyes, France

³Centre des Matériaux, Mines Paristech, CNRS UMR 7633, BP87, F-91003 Evry Cedex, France

joseph.marae_djouda@utt.fr

Résumé :

Dans cette étude, nous présentons une approche nouvelle pour comprendre les mécanismes locaux de déformation. Les champs cinématiques obtenus à partir d'une grille nanoparticules d'or sont combinés aux mesures cristallographiques de la région de la grille. Les déformations dans les grains et aux joints de grains et l'apparition des glissements et leurs évolutions sont suivies. Ces résultats locaux sont comparés au comportement macroscopique fourni lors d'un essai de traction.

Abstract:

In this study we present a new approach to understand local deformation mechanisms. Kinematic fields obtained from a grid of gold nanoparticles are combined with crystallographic measurements on the region of the grid. The strains in the grains and in the grain boundaries, as well as the appearance of slip bands and their evolutions are followed. These local results are compared to the macroscopic behavior provided by the stress-tensile curve

Mots clefs : déformation nanométrique, microstructure, comportement, acier inoxydable 316L, orientation cristallographique

1 Introduction

La compréhension des propriétés macroscopiques des matériaux et leur bonne utilisation industrielle nécessite la compréhension du comportement local des composants de la microstructure. Plusieurs études ont été menées pour étudier le comportement local des matériaux [1,2]. Pour l'étude locale des déformations deux approches sont généralement utilisées : la première i-) la première basée sur l'utilisation de réseaux aléatoires. Elle est souvent couplé à la technique de corrélation d'images numériques (CIN) [3–6] ou à l'interférométrie de speckle [7] qui mettent à profit la rugosité de surface. En fonction des contraintes de qualité d'images notamment en (CIN), la lithographie électronique peut être utilisée pour déposer le réseau aléatoire [8] ou un film mince métallique peut être déposé et recuit à la surface [9]. La deuxième approche ii-) utilise des réseaux ordonnés de lignes parallèles ou croisées ou de nanoparticules métalliques [1–3,10,11]. Dans les techniques utilisant un réseau ordonné, la résolution est liée au pas du réseau et les difficultés dans l'étape de fabrication ne sont pas à négliger. Nous présentons une approche basée sur l'utilisation des nanoparticules comme

nanomarqueurs de déplacement [12]. La grille est déposée par lithographie électronique à la surface du matériau. Un essai de traction in situ dans un microscope électronique à balayage (MEB) est également effectué ; les images du réseau sont enregistrées progressivement jusqu'à la rupture. Les mesures cristallographiques de la région du réseau effectuées avant traction, puis à la transition élasto-plastique et enfin juste avant la striction sont couplées aux champs cinématiques obtenus à partir du grille. Les paramètres nanométriques de la grille permettent d'obtenir des informations quantitatives qui aident à la compréhension des mécanismes et de mesurer des déplacements nanométriques. Les déformations dans les grains et aux joints de grains et l'apparition et l'évolution des glissements sont alors suivies. Ils sont confrontés au comportement macroscopique obtenu par le déplacement de la traverse de la micromachine pour une force appliquée.

2 Suivi des déformations

Les images MEB obtenues au cours de la traction fournissent des informations qualitatives sur les déformations. Les distorsions des lignes de nanoparticules (NPs) permettent d'apprécier la déformation au niveau du grain ou du joint de grains. La Figure 1 montre les images MEB de la grille avant (a) et après déformation (b). L'extraction de la position des NPs permet d'obtenir les champs de déplacements et de calculer le tenseur des déformations en tout point.

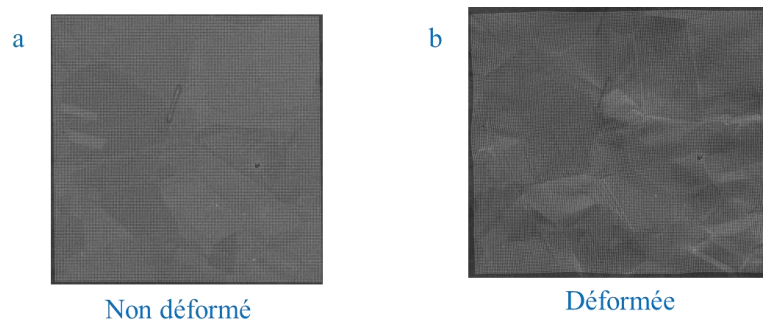


Figure1 : image MEB de la grille avant (a) et après déformation (b)

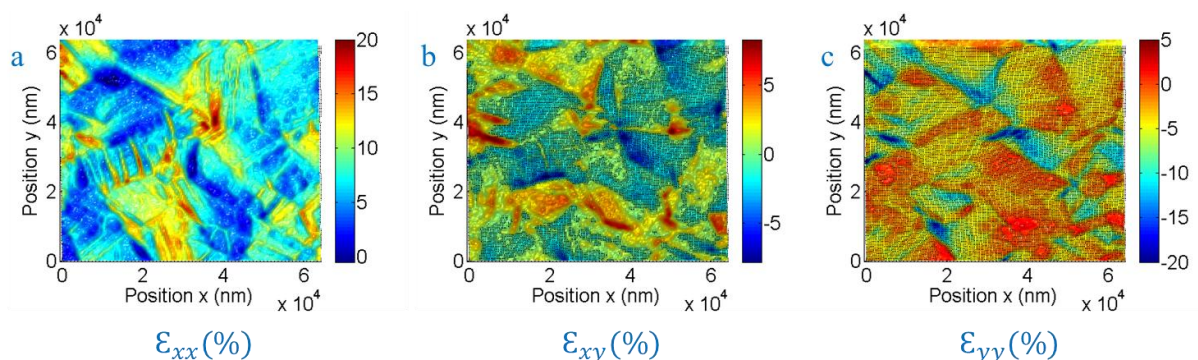


Figure2 : déformations ε_{xx} (a), ε_{xy} (b) et ε_{yy} (c) correspondant à l'image MEB déformée

Les déformations obtenues à partir de l'image déformée en figure 1a (comparée à l'image non-déformée) sont présentées sur la figure 2. Ce sont les composantes du tenseur des déformations d'Euler-Almansi ε_{xx} (Figure 2a), ε_{xy} (Figure 2b) et ε_{yy} (Figure 2c) en chaque point de la grille. Les déformations sont ainsi mesurées localement et les glissements mis en évidence. Ils peuvent être comparés à la courbe de contrainte-déformation macroscopique non présenté ici. Les données

cristallographiques avant et après déformation (non présentées ici) couplées aux champs de déformation permettent de comprendre le comportement local des composants de la microstructure. Nous avons mis à profit les progrès de la nanofabrication pour déposer une grille de nanoparticules d'or pour suivre au cours d'un essai de traction sous MEB in situ couplé aux mesures cristallographiques de la surface les champs cinématiques locaux. Cette approche permet une comparaison directe des informations nanométriques aux informations macroscopiques et la compréhension du mécanisme de déformation opérant aux échelles locales. Elle constitue une approche prometteuse d'analyse des propriétés des matériaux, notamment pour l'acier 316L.

Références

- [1] Allais, L. Bornert, M. Bretheau, T. Caldemaison D. 1994:3865.
- [2] Clair A, Foucault M, Calonne O, Lacroute Y, Markey L, Salazar M, Vignal V, Finot E. Acta Mater 2011;59:3116.
- [3] Tanaka M, Yoshimi Y, Higashida K, Shimokawa T, Ohashi T. Mater Sci Eng A 2014;590:37.
- [4] Zhou Z, Chen P, Huang F, Liu S. Opt Lasers Eng 2011;49:366.
- [5] Scrivens W a., Luo Y, Sutton M a., Collette S a., Myrick ML, Miney P, Colavita PE, Reynolds a. P, Li X. Exp Mech 2006;47:63.
- [6] Li N, Sutton M a., Li X, Schreier HW. Exp Mech 2007;48:635.
- [7] Guelorget B, François M, Montay G. Scr Mater 2009;60:647.
- [8] Zhang Y, Topping TD, Lavernia EJ, Nutt SR. Metall Mater Trans A 2013;45:47.
- [9] Joo S-H, Lee JK, Koo J-M, Lee S, Suh D-W, Kim HS. Scr Mater 2013;68:245.
- [10] Moulart R, Rotinat R, Pierron F, Lerondel G. Opt Lasers Eng 2007;45:1131.
- [11] Mari D, Marti U, Silva PC. 1992:203.
- [12] Maurer T, Marae-Djouda J, Cataldi U, Gontier A, Montay G, Madi Y, Panicaud B, Macias D, Adam P-M, Lévêque G, Bürgi T, Caputo R. Front Mater Sci 2015:1.