

# Mécanismes de déformation plastique des nanocomposites à base de magnésium

**Camila MALLMANN**

Sous la direction de Marc Fivel, Emilie Ferrie,  
Erica Lilleodden (Helmholtz Zentrum Geesthacht) et Aude Simar (UC Louvain)

**Vendredi 18 novembre à 09h30**

Amphithéâtre Jean Besson – Phelma Campus

**Résumé :** Le magnésium est le plus léger des métaux, ce qui lui confère un fort potentiel pour être utilisé dans des applications où l'allègement des structures est requis. Pour autant, sa résistance mécanique est très faible, et doit donc être augmentée afin de rivaliser avec d'autres métaux légers tels que l'aluminium ou le titane. Une solution consiste à renforcer le magnésium et ses alliages en introduisant des nanoparticules d'oxydes. De par sa structure cristalline hexagonale compacte, le magnésium présente des propriétés plastiques complexes telles qu'une très forte anisotropie plastique et une prédisposition au maclage. La compréhension de ces mécanismes de déformation est essentielle pour le développement de nanocomposites plus performants en vue d'une utilisation industrielle plus répandue. Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à l'élaboration et à la caractérisation de nanocomposites de magnésium pur renforcés par des particules d'oxydes. Différentes techniques ont été testées pour l'élaboration des nanocomposites : la solidification assistée aux ultrasons et le procédé de friction malaxage. L'homogénéité de la dispersion des particules a été vérifiée en 2D par observations en microscopie électronique et également en 3D par tomographie aux rayons X. On montre ainsi que le procédé de friction malaxage permet d'obtenir une distribution homogène des particules, tout en réduisant leur taille. Des essais de traction ont permis de mettre en évidence une augmentation de la limite d'élasticité pour une fraction volumique aussi faible que 0.3 %. Afin d'isoler le rôle des particules de celui des joints de grains sur le comportement plastique du nanocomposite, nous avons réalisé des essais de micro-compression sur des micro-piliers monocristallins usinés par canon à ions focalisés (FIB) dans des échantillons ayant préalablement subis un traitement thermique favorisant la croissance anormale des grains. Différentes orientations cristallines et tailles de micro-piliers ont été testées en vue d'étudier l'influence des particules d'une part sur la plasticité dans le plan basal par mouvement de dislocations et d'autre part sur la déformation par maclage. Contre toute attente, les essais sur monocristaux favorablement orientés pour un glissement basal ne montrent pas l'effet durcissant observé macroscopiquement. Nous attribuons cet effet à la densité initiale de dislocations mobiles, plus importante dans les nanocomposites que dans le magnésium pur, du fait des concentrations de contraintes autour des particules. Ces densités initiales de dislocations mobiles tendent également à supprimer l'effet de taille classiquement observé dans le magnésium pur. Les particules modifient également le mécanisme de déformation par maclage en favorisant l'apparition simultanée de plusieurs macles dans le micro-pilier qui interagissent entre elles au cours de la déformation alors que les micro-piliers de magnésium pur présentent généralement une macle unique (dans certains cas deux) qui envahit tout le monocristal. Ces résultats constituent une contribution originale à la

compréhension du rôle des nanoparticules dans la déformation plastique des monocristaux de nanocomposites à base de magnésium.