



www.cnrs.fr

COMMUNIQUÉ DE PRESSE REGIONAL | TOULOUSE | 2 FEVRIER 2009

Le cristal... petit mais costaud !

Plus un cristal est petit, plus il est costaud. Comme beaucoup d'autres propriétés physiques, la résistance mécanique de la matière est anormalement modifiée quand on diminue sa taille jusqu'à une échelle nanométrique. Mais pourquoi un tel effet de taille? Des chercheurs français, coréens et allemands, en réalisant des expériences de traction sur un très petit cristal d'aluminium à l'intérieur d'un microscope électronique du Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales (CEMES – CNRS), à Toulouse, ont partiellement répondu à la question. Leurs travaux sont publiés dans *Nature Materials* du 18 janvier 2009

Quand on déforme un morceau de métal de taille classique, on commence par légèrement espacer les atomes de son réseau cristallin. Lorsque la force appliquée est trop importante, il se crée dans ce réseau des défauts linéaires, qu'on appelle des dislocations et qui se déplacent dans le cristal un peu comme les plis d'un tapis. Chaque pli transporte un quantum de déformation et la somme du mouvement de toutes ces dislocations aboutit à la déformation permanente du cristal. Quand le volume déformé est assez grand, ces dislocations s'enchevêtrent, se bloquent et rendent le métal dur et cassant.

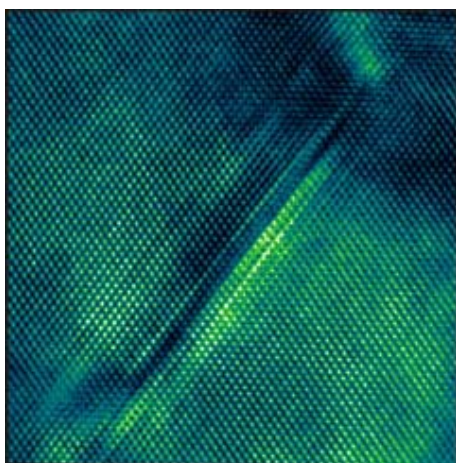
Ce que les chercheurs ont montré au CEMES, c'est que lorsque le volume est suffisamment petit (l'équivalent d'un cube de quelques centaines de nanomètres¹ de côté), la force nécessaire pour créer de nouvelles dislocations est inversement proportionnelle à la taille du cristal, ce qui explique sa résistance. Ensuite, à cause de l'omniprésence des surfaces, ces dislocations peuvent s'échapper du cristal avant d'interagir les unes avec les autres. Le cristal se déforme alors sans se durcir.

Ces expériences, relatées dans la dernière édition de *Nature Materials* montrent donc clairement comment se déforme la matière cristalline aux très petites dimensions. En comprenant comment la résistance d'un cristal augmente aux échelles nanométriques, on peut espérer améliorer les performances des métaux, et de leur alliage en rapetissant leur structure interne.

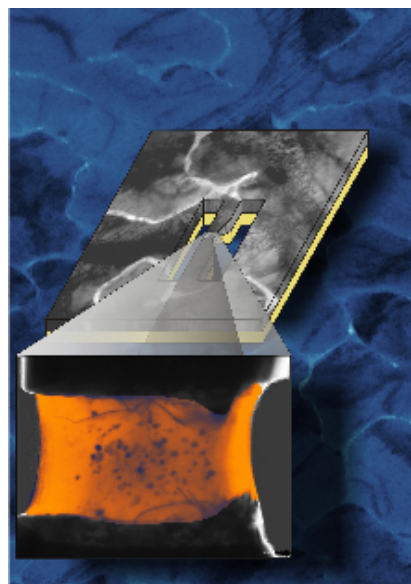
¹ 10⁻⁹ mètres



www.cnrs.fr



Micrographie électronique en haute résolution montrant les colonnes atomiques du cristal d'aluminium en cours de déformation. Au centre, on peut voir, en coupe une boucle de dislocation. A la température ambiante, les dislocations sont les défauts cristallins responsables de la déformation des métaux.



Images de microscopie électronique en transmission montrant un film d'aluminium monocristallin évaporé sur une couche de polymère et dans lesquels on a taillé par faisceau d'ions une petite éprouvette de traction (représentée au centre). Le fond bleu représente la structure initiale de défauts dans le métal. La partie grossie montre un tout petit volume de ce film d'aluminium (400 nm de large, centre de l'éprouvette en orange) en train d'être étiré à l'intérieur du microscope. Les lignes et les points noirs sont les dislocations qui accomode cette déformation.

Bibliographie

Nature Materials / Vol. 8 / February 2009 / DOI:10.1038/NMAT2370
Sang Ho Oh, Marc Legros, Daniel Kiener and Gerhard Dehm
www.nature.com/naturematerials

Contacts

Chercheur CNRS | Marc Legros | T 05 62 25 78 42 | legros@cemes.fr
Presse CNRS | Carine Desaulty | T 05 61 33 60 54 | carine.desaulty@dr14.cnrs.fr
Presse CEMES | Evelyne Philippot | T 05 62 25 78 74 | philippot@cemes.fr