

Rupture intergranulaire par formation de phase de Hume-Rothery lors d'essais HRTEM in-situ dans les alliages de cuivre α

Thierry Auger^{1,*}, Maxime Vallet², Bassem Barkia¹, Zehoua Hamouche¹, Julie Bourgon³, Eric Leroy³

¹ PIMM/Arts et Métiers Institute of Technology, CNRS (UMR 8006), CNAM, 151 bd de l'hôpital, 75013 Paris, France

² LMPS/Ecole CentraleSupélec, University Paris-Saclay, France,

³ ICMPE, rue Dunan, Thiais, France

*thierry.auger@ensam.eu

Résumé pour : poster

La compréhension des mécanismes responsables de la rupture ductile dans les matériaux métalliques demeure incomplète, en particulier en ce qui concerne les processus de germination des cavités. Plusieurs mécanismes sont susceptibles d'initier ces cavités : (i) la décohésion à l'interface matrice/précipité, (ii) la nucléation de cavités induite par une transformation de phase, et (iii) la condensation de lacunes. Le rôle des lacunes générées par la déformation plastique est central pour progresser dans l'analyse de ces phénomènes. Néanmoins, ces processus ne sont pas entièrement clarifiés et ont été rarement étudiés expérimentalement à l'échelle atomique.

Cette étude a pour objectif d'améliorer la compréhension des mécanismes de rupture ductile dans les alliages structurels, en particulier ceux liés à la germination des cavités et à leur interaction avec la thermodynamique métallurgique. L'enjeu principal est d'identifier, aux fines échelles, les conditions mécaniques et microstructurales qui favorisent l'initiation des cavités, afin de mieux relier les observations atomiques aux modèles de rupture utilisés aux échelles supérieures, pour lesquels des écarts importants, pouvant atteindre un ordre de grandeur, sont fréquemment constatés.

Dans ce cadre, des essais de traction in situ en HRTEM ont été utilisés pour caractériser la rupture ductile du laiton α Cu-Zn et de l'alliage Cu-16 %Al, à température ambiante. Une décomposition de la solution solide α Cu-Zn (structure CFC) est observée in situ au cours de la phase finale de la rupture normalement ductile, conduisant à la formation, à l'échelle nanométrique, de la phase de type Hume-Rothery Cu_5Zn_8 . Un comportement similaire est observé dans les alliages Cu-Al. Cette transformation de phase induite par la déformation, survenant dans une solution solide par ailleurs stable, se produit à des vitesses extrêmement élevées. Cette décomposition est responsable de l'apparition de grains nanométriques de phase Hume-Rothery Cu_4Zn_8 , suivie d'une rupture de type « ductile » mais présentant de manière surprenante un mode de propagation intergranulaire.

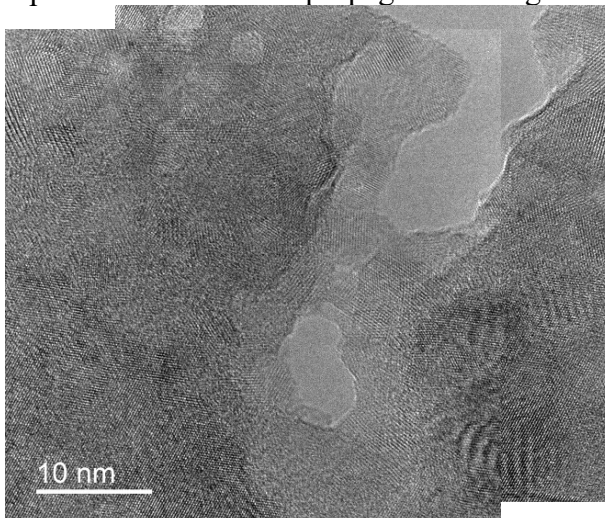


Figure 1 : Germination de cavités en fond de fissure lors d'une sollicitation de traction dans un alliage de Cu30%Zn (HRTEM)