

# Défauts de module dans les alliages intermétalliques: exemple de NiZr

Denis Gratias<sup>1</sup>

Abdullah Sirindil<sup>1</sup>, Frédéric Momprou<sup>3</sup>, Gilles Patriarche<sup>4</sup>, Sylvie Lartigue-Korinek<sup>2</sup>, Marianne Quiquandon<sup>1</sup> et Loïc Perrière<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IRCP UMR 8247, Chimie-ParisTech, 11 rue Pierre et Marie Curie, F-75005 Paris, France

<sup>2</sup> ICMPE, Groupe MCMC, 2 Rue Henri Dunant, 94320 Thiais, France

<sup>3</sup> CEMES, 29 rue Jeanne Marvig, 31055 Toulouse, France

<sup>4</sup> C2N, site de Marcoussis, Route de Nozay, 91460 Marcoussis, France

Les études récentes sur les quasicristaux et approximants suggèrent que la cristallographie  $N$ -dimensionnelle s'applique naturellement aux alliages métalliques dont les atomes et les vecteurs de la maille unitaire se distribuent sur un même  $Z$ -module, c-à-d sur des positions qui sont des combinaisons linéaires entières de  $N > 3$  vecteurs arithmétiquement indépendants. La structure peut alors être entièrement plongée dans un grand espace Euclidien de dimension  $N$  ce qui permet de mettre en évidence ses symétries cachées. La restriction à l'espace physique crée une brisure de symétrie susceptible d'engendrer des défauts originaux — parois de translation, macles, et dislocations de module — correspondant aux opérations d'invariance  $N$  dimensionnelles perdues lors de la coupe.

Ces concepts seront illustrés par le cas de la structure NiZr orthorhombique [1,2] dont on montrera le caractère 5-dimensionnel (décoration périodique d'un pavage de type Penrose). Ces symétries nous permettront de prédire, décrire et comprendre les macles et micromacles quinaires [3] observées dans cet alliage.

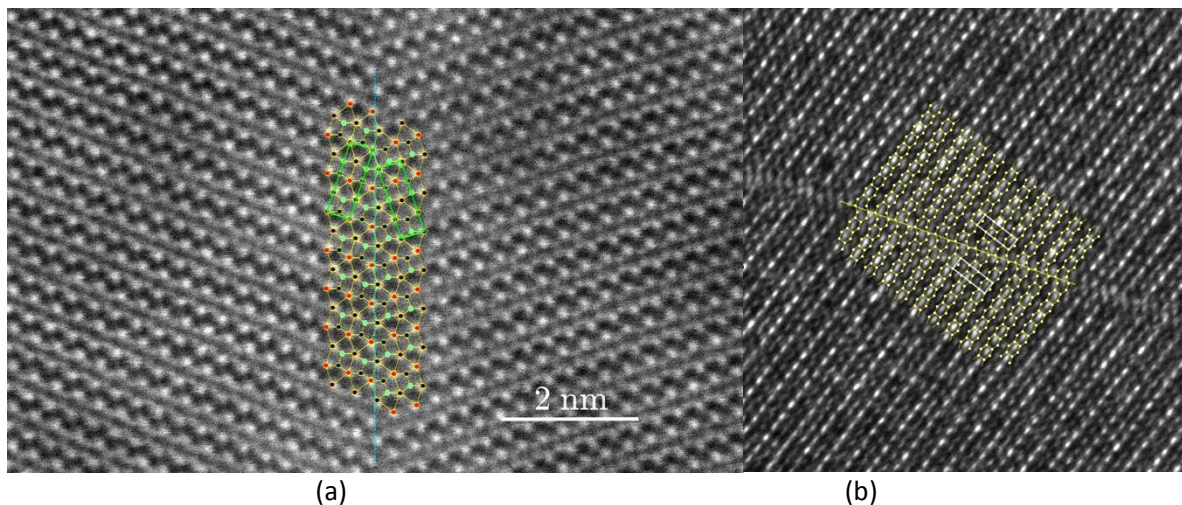


Figure 1 : Observations (a) HAADF (Microscope FEI TITAN 200 kV, C2N/Marcoussis) et (b) HREM (Microscope Hitachi 300kV, CEMES/Toulouse) de NiZr orthorhombique. (a) macle quinaire (angle mesuré  $36.4^\circ$ ) superposé au modèle atomique déduit par invariance du  $Z$ -module dans la représentation 5D; (b) une micromacle engendrant un défaut de translation superposée au modèle 5D en jaune obtenu par invariance de module.

Ce travail a été financé par le projet ANR METADIS 13-BS04-0005.

[1] W.Hornfeck, R.Kobold, M.Kolbe & D.Herlach, *J. Cond.Mat.* (2014)

[2] E.Bouzy, G. Le.Caër & E.Bauer-Grosse, *Phil.Mag.Lett.* (1991), Vol .64, No 1, 1-6

[3] M. Quiquandon, D.Gratias, A.Sirindil & R.Portier, *Acta Crys.t A.* (2016), A72