

Résolution de structure dans un microscope électronique en transmission : 3D-ED et combinaison des techniques

Stéphanie KODJIKIAN (Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, Institut Néel, 38000 Grenoble, France, Grenoble)

Emre YORUK (Department of Structure Analysis, Institute of Physics of the Czech Academy of Science, Prague, Czech Republic, Prague, Czech Republic)

Christophe LEPOITTEVIN (Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, Institut Néel, 38000 Grenoble, France, Grenoble)

Dominique HOUSSET (Université Grenoble Alpes, CEA, CNRS, IBS, Grenoble, France, Grenoble)

Wai-Li LING (Université Grenoble Alpes, CEA, CNRS, IBS, Grenoble, France, Grenoble)

Dominique LUNEAU (Université Claude Bernard Lyon 1, LMI (UMR 5615), 69622, Villeurbanne, France, Villeurbanne)

Fabio DENIS ROMERO (Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, Institut Néel, 38000 Grenoble, France, Grenoble)

Holger KLEIN (Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, Institut Néel, 38000 Grenoble, France, Grenoble)

Abstract

Particulièrement bien adaptés à l'étude de nanomatériaux et faciles d'accès, les microscopes électroniques en transmission (MET) sont devenus récemment incontournables en cristallographie à l'échelle nanométrique, du fait d'avancées technologiques majeures telles que l'invention des correcteurs d'aberrations sphériques, le développement des détecteurs pixélisés rapides et sensibles, les méthodes cryogéniques, la précession du faisceau, etc..., qui ont favorisé l'avènement des méthodes de diffraction électronique 3D (3D-ED) pour la résolution de structure de nanocristaux. Le microscopiste dispose désormais d'intensités diffractées fiables, lui permettant de calculer ab initio un modèle structural, puis de l'affiner à partir de la théorie dynamique grâce au développement et aux constantes mises à jour de programmes de cristallographie dédiés [1-3]. Il peut également confronter la structure ainsi obtenue à des images et cartographies à la résolution atomique, enregistrées en parallèle dans un MET à l'état de l'art.

A partir d'exemples portant sur des échantillons variés nous présenterons les méthodes de résolution structurale développées en science des matériaux à l'Institut Néel et/ou à travers nos collaborations [4-7]. Nous présenterons également les avantages, pour la détermination structurale, à combiner les différentes techniques accessibles en MET, notamment la 3D-ED et l'imagerie haute résolution en contraste de composition chimique [8].

[1] L. Palatinus, PETS - Program for analysis of electron diffraction data, Prague: Institute of Physics of the AS CR (2011)

[2] L. Palatinus *et al.*, Acta Crystallogr., Sect. B: Struct. Sci., Cryst. Eng. Mater. 2019, 75 (4), 512

[3] V. Petříšek *et al.*, Z. Kristallogr. 229 (2014) 345

[4] S. Kodjikian and H. Klein, Ultramicroscopy 200 (2019) 12

[5] H. Klein, E. Yörük, S. Kodjikian, Micron 181 (2024) 103634

[6] E. Yörük, H. Klein, S. Kodjikian, Ultramicroscopy 255 (2024) 113857

[7] E. Yoruk *et al.*, à paraître

[8] F. Denis Romero, C. Lepoittevin, S. Kodjikian, C. V. Colin, M. A. Hayward, JACS 2023, 145 (42) 23346