

## Imagerie par diffraction cohérente des rayons X : méthodes et applications aux nanostructures de semi-conducteurs

V. Favre-Nicolin<sup>1,2</sup>, Marta Elzo Aizarna<sup>2,3,1</sup>, Ondrej Mandula<sup>4,1,2,3</sup>, Joël Eymery<sup>2,3</sup>, Gilbert Chahine<sup>1</sup>, François Andrieu<sup>5</sup>, Odile Robach<sup>2,3</sup>, Julien Claudon<sup>2,3</sup>, Joël Bleuse<sup>2,3</sup> & Jean-Michel Gérard<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> ESRF-The European Synchrotron, 38043 Grenoble Cedex 9, France

<sup>2</sup> Univ. Grenoble Alpes, INAC-SP2M, F-38000 Grenoble, France

<sup>3</sup> CEA, INAC-SP2M, F-38000 Grenoble, France

<sup>4</sup> Fondation Nanosciences, F-38000 Grenoble, France

<sup>5</sup> CEA-LETI, Minatec, 38054 Grenoble, France

Les 20 dernières années ont vu le développement rapide des applications de structures sub-micrométriques, afin d'obtenir de nouvelles propriétés via un confinement quantique, pour obtenir une miniaturisation plus poussée ou améliorer l'efficacité énergétique de nano-dispositifs. Cela a été en particulier vrai pour les nano-structures de semi-conducteurs pour des applications en photonique et en électronique, et pour des systèmes électro-mécaniques.

Durant la même période, les méthodes expérimentales pour l'étude d'objets à une échelle nanométrique se sont également développées, principalement via la microscopie électronique et la diffraction des rayons X. Dans cette présentation, nous discuterons de l'état de l'art de l'utilisation de nano-faisceaux de rayons X : grâce à des sources intenses utilisant le rayonnement synchrotron, il est possible de focaliser des faisceaux (cohérents ou non) intenses ( $> 10^5$  photons/s/nm<sup>2</sup>) à des tailles inférieures à 100 nm. Ces faisceaux (monochromatiques ou blanc) peuvent être utilisés via des techniques de diffraction en balayage pour étudier la structure et la déformation de réseaux cristallins. Lorsque ces faisceaux sont cohérents, des objets isolés ou étendus peuvent être étudiés avec une résolution inférieure à 10 nm en utilisant des techniques d'imagerie cohérente par diffraction des rayons X<sup>1,2</sup> ou de ptychographie<sup>3</sup>.

Dans cette présentation nous présenterons les avancées de ces différentes techniques, avec leurs applications notamment sur des nano-structures de semi-conducteurs<sup>4</sup>, et nous discuterons le futur des applications des rayons X cohérents, notamment avec la disponibilité de sources de rayons X plus brillantes comme les lasers à rayons X (XFEL) et les nouvelles générations de synchrotrons<sup>5</sup>.

1. Miao J, Charalambous P, Kirz J & Sayre D, Nature, 1999, 400, 342

2. Newton MC, Leake SC, Harder R & Robinson IK, Nat Mater, 2010, 9, 120

3. P. Thibault, M. Dierolf, A. Menzel, O. Bunk, C. David, & F. Pfeiffer, Science 321, 379 (2008)

4. F. Mastropietro, J. Eymery, G. Carbone, S. Baudot, F. Andrieu & V. Favre-Nicolin, Phys. Rev. Lett. 111, 215502 (2013)

5. ESRF 'Extremely Brilliant Source' upgrade Programme, <http://www.esrf.eu/about/upgrade>