



Microscopie électronique en transmission in operando : récentes avancées et perspectives

La réduction de taille des dispositifs et des matériaux induit de nouvelles propriétés, optiques, mécaniques, électroniques..., qui restent encore parfois mal comprises. Ces propriétés physiques peuvent être induites, contrôlées voire même mieux comprises et exploitées directement dans leurs milieux d'applications. La microscopie électronique, outil indispensable à l'étude locale des interfaces et des nano(matériaux), permet aujourd'hui d'accéder à l'organisation cristalline de ces nano-objets soumis à des sollicitations externes et de sonder leurs structures chimiques et électroniques, leurs réponses magnétiques ou même catalytiques... dans des conditions plus « réelles ». Ces nouvelles possibilités nous permettent aujourd'hui d'observer la dynamique de la matière à l'échelle sub-nanométrique. Le développement de porte-objets dédiés et de microscopes dits environnementaux permet depuis peu d'envisager des expériences sous atmosphère, en phase liquide^[1] mais également sous champ (électrique, magnétique)^[2, 3, 4], sous contraintes mécaniques^[5] ou en température^[6]. La combinaison des sollicitations est possible et ouvre des voies d'investigations jusque là inatteignables.

A la frontière entre physique fondamentale et science des matériaux, les récents résultats proposés par de nombreuses équipes en France et à l'international combinent les expériences in situ avec une variété de techniques de microscopie électronique: imagerie atomique mais également spectroscopie, holographie et tomographie électroniques. Les nanoparticules, films minces et nanofils de matériaux semi-conducteurs, oxydes ou métalliques peuvent faire l'objet de telles études pour élucider leur comportement sous sollicitation externe.

Ce mini-colloque sera l'occasion de présenter un état de l'art de cette thématique encore jeune dans laquelle émergent déjà d'importants résultats issus d'équipes nationales dans un contexte international compétitif. Il s'agira également de favoriser les échanges et discussions entre les différents acteurs en microscopie in situ et en physique de la matière condensée. Par ailleurs, cette rencontre bénéficiera de la dynamique générée par la création du GDR NANOPERANDO par le CNRS en 2018, qui fédère les équipes de recherche qui développent et/ou exploitent des techniques d'analyses environnementales pour comprendre le comportement des matériaux en conditions réelles. Enfin, ce mini-colloque sera précédé ou suivi par celui présenté par le GN-MEBA « : Caractérisation physico-chimique en MEB et microsonde » afin de faciliter la participation des communautés concernées.

Invités : **Martien den Hertog**, Institut Néel, Grenoble et **Gilles Patriarche**, Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies (C2N), CNRS, Université Paris Sud, Université Paris

Laura BOCHER, groupe STEM, LPS Orsay. laura.bocher@u-psud.fr

Bénédicte WAROT-FONROSE, groupe I3EM, CEMES Toulouse. benedicte.warot@cemes.fr

^[1] D. Alloyeau et al., "Unravelling Kinetic and Thermodynamic Effects on the Growth of Gold Nanoplates by Liquid Transmission Electron Microscopy," *Nano Letters* 15 (2015) 257; ^[2] D. Cooper et al. "Anomalous Resistance Hysteresis in Oxide ReRAM: Oxygen Evolution and Reincorporation Revealed by In Situ TEM," *Advanced Materials* 29 (2017) 23; ^[3] M. den Hertog et al. "In Situ Biasing and off-Axis Electron Holography of a ZnO Nanowire," *Nanotechnology* 29 (2018) 25710; ^[4] C. Gatel et al., "Inhomogeneous Spatial Distribution of the Magnetic Transition in an Iron-Rhodium Thin Film," *Nature Communications* 8 (2017): ncomms15703 et également *Actualités* 2017 «Cartographie de la transition magnétique dans un alliage FeRh » ; ^[5] J. Du et al., "In-Situ TEM Study of Dislocation Emission Associated with Austenite Growth," *Scripta Materialia* 145 (2018) 62. ^[6] L. Roiban et al., "Fast 'Operando' Electron Nanotomography," *Journal of Microscopy* 269 (2017) 117