

« CORRÉLATIONS STRUCTURE /MICROSTRUCTURE/PROPRIÉTÉS DANS DIFFÉRENTS MATÉRIAUX NANOSTRUCTURÉS » PAR ISABELLE MAURIN

Discipline : Science des Matériaux

Résumé :

Les travaux présentés s'articulent autour de la synthèse de différents nano-matériaux fonctionnels par des voies de chimie en solution et l'étude de leurs propriétés, principalement magnétiques. Ils décrivent notamment le cas de composés inorganiques dont la réponse magnétique peut être modulée sous irradiation lumineuse dans le domaine du visible. Les approches développées visent à préciser les mécanismes électroniques et structuraux impliqués dans les transitions de phase associées à l'excitation lumineuse, comprendre les effets de réduction en taille dans l'optique d'une miniaturisation ou exploiter les propriétés fonctionnelles de ces composés, notamment des effets de photo-striction, dans des architectures plus complexes. Une des finalités recherchées est de démontrer la possibilité d'un contrôle optique du couplage élastique dans des hétérostructures en épitaxie et d'étudier l'impact d'une ingénierie des contraintes pour amplifier une réponse à un stimulus ou jouer sur un temps

caractéristique de commutation.

Ces travaux abordent différents aspects méthodologiques et expérimentaux qui sont déclinés sur des composés oxydes ou à caractère moléculaire. Dans le cas spécifique de systèmes présentant des transitions de phase photo-induites, les résultats démontrent l'intérêt de la diffraction des rayons X sur poudre comme technique de caractérisation multi-échelle puisqu'elle permet d'accéder à la structure moyenne des phases métastables, d'estimer la taille des domaines formés sous éclairage ou de mettre en évidence l'influence de contraintes locales sur les caractéristiques des transitions. L'accent est mis sur les mesures in situ, à la fois par diffraction et spectroscopie d'absorption des rayons X, qui sont essentielles pour la compréhension et l'optimisation de la réponse de ces matériaux.

Abstract:

Synthesis using solution-based routes under mild temperature conditions is a widely spread method to produce functional nanomaterials. Most of the examples detailed in this work correspond to inorganic compounds whose magnetic response can be modified under light irradiation in the visible range, and to comprehensive studies of their properties based on a characterization of their structure and microstructure. We have developed experimental approaches with multiple objectives: understand the electronic and structural mechanisms involved in the phase transitions triggered by light excitation, highlight possible effects of size reduction or exploit the functional properties of these compounds, in particular photo-strictive effects, in more complex architectures. One research axis is to demonstrate the possibility of an efficient optical control of the elastic coupling strength in heterostructures grown in epitaxy and to study how strain engineering can amplify a response to an external stimuli or modify a characteristic time scale.

The work address different methodological and experimental aspects of colloidal chemistry and structural characterization of nano-objects, both in the case of oxide and molecular compounds. In the specific case of photomagnetic systems, the results highlight the use of x-ray powder diffraction as a multi-scale characterization tool since it provides access to the mean structure of the metastable phases, to the size of the domains produced under illumination, but also show the importance of local strain on the characteristics of the phase transformations. Particular emphasis is given to in situ measurements, using x-ray diffraction and x-ray absorption spectroscopy, which are essential for understanding and optimizing the response of these materials.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Mme Souad Ammar-Merah, PU, Université Paris Diderot, ITODYS (Rapporteur)

M Philippe Guionneau, PU, Université de Bordeaux, ICMCB (Rapporteur)

M Talal Mallah, PU, Université Paris Sud, ICMMO (Rapporteur)

M Andreas Hauser, PU, Université de Genève, Département de chimie physique, Suisse (Examineur)

M Yves Dumont, PU, Université de Versailles Saint-Quentin, GEMAC (Examineur)

M Thierry Gacoin, DR CNRS, Ecole polytechnique, PMC (Tuteur)

M Mario Maglione, DR CNRS, Université de Bordeaux, ICMCB (Invité)

Contact : DSR - Service FED : theses@uvsq.fr