



université PARIS-SACLAY

# NANOFILS FERROMAGNÉTIQUES EN MATRICE DE $\text{CeO}_2$ ET DE $\text{SrTiO}_3$ : DE LA COMPRÉHENSION DE LA STRUCTURE LOCALE AUX PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES PAR ANASTASIIA NOVIKOVA

**Présentée par : Anastasiia Novikova** Discipline : Physique - milieux denses et matériaux Laboratoire : GEMAC

## Résumé :

Cette thèse est consacrée à l'étude de la structure et des propriétés magnétiques de nanofils ferromagnétiques de diamètre entre 2 et 7 nm, formés par auto-assemblage dans des couches minces de  $\text{CeO}_2$  ou  $\text{SrTiO}_3$  déposées sur substrat  $\text{SrTiO}_3(001)$ . Grâce à la Spectroscopie d'Absorption des rayons X (XAS) ainsi que la Magnétométrie à l'échantillon Vibrant (VSM) nous avons étudié des nanofils de Co, Ni et CoNi. Cette étude montre qu'à température ambiante et à pression atmosphérique les nanofils de Co peuvent exister dans les phases hcp et/ou fcc alors que l'ajout de Ni stabilise la structure fcc.

Nous présentons aussi la stabilité de la structure et des propriétés magnétiques en fonction de la température et nous décrivons en particulier les effets d'une procédure de recuit oxydant, suivi d'un recuit sous vide comme un possible outil de modulation de la

structure et des propriétés des nanofils.

Les études XAS mettent en évidence l'existence de dichroïsme linéaire pour des nanofils de Co et CoNi avec des diamètres extrêmement faibles (moins de 2nm). Nous en discutons les possibles origines de ce dichroïsme : effets d'étirement et de taille finie. In fine, une tentative de croissance auto-organisée de couches minces de CeO<sub>2</sub> ou Sr<sub>x</sub>BayTiO<sub>3</sub> dopées au fer est présentée. Dans la matrice CeO<sub>2</sub> la microscopie électronique à transmission ne détecte pas de nanofils et le XAS montre une grande variété d'oxydes de fer différents, malgré des conditions de croissance très proches. La formation de nanofils en matrice Sr<sub>x</sub>BayTiO<sub>3</sub> est suggérée par les propriétés magnétiques (hystérèse et anisotropie) et la composition des nanofils déterminée par le XAS met en évidence les phases -Fe et FeO.

### **Abstract :**

This PhD thesis is dedicated to the structural and magnetic studies of self-assembled ferromagnetic nanowires with diameters of 2-7 nm embedded in CeO<sub>2</sub> (or SrTiO<sub>3</sub>) thin films grown on SrTiO<sub>3</sub> (001) substrates.

By means of X-rays Absorption Spectroscopy (XAS) and Vibrating Sample Magnetometry (VSM) Co, Ni and CoNi nanowires are studied. This study shows that at ambient temperature and pressure cobalt nanowires may contain Co-hcp or Co-fcc phase, while adding Ni stabilizes the fcc.

This study also discusses structural and magnetic stability as a function of temperature under different thermal treatments. We describe in particular the effects of oxidative treatment followed by high vacuum annealing as a tool to tune the structure and magnetic properties of cobalt nanowires.

XAS evidences linear dichroism in Ni and CoNi embedded nanowires of extremely small diameter (less than 2nm). We discuss possible origins of these phenomena considering the effects of strain and finite size of the objects.

Finally, an essay of growing CeO<sub>2</sub> or Sr<sub>x</sub>BayTiO<sub>3</sub> thin films doped by Fe is presented. It shows that within the CeO<sub>2</sub> matrix no nanowires are evidenced by TEM, while XAS shows a large variety of different iron oxides even if the growth conditions are not drastically modified from one sample to another. As it is suggested by the magnetic measurements (hysteresis and anisotropy), formation of nanowires in Sr<sub>x</sub>BayTiO<sub>3</sub> matrix is very likely and the nanowires composition determined by XAS evidences a mixture of -Fe and FeO phases.

**INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES**

**Bruno DOMENICHINI**, Professeur des Universités, à l'Université de Bourgogne/Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne - UMR 6303 CNRS - Dijon - Rapporteur

**Carlos Andrés PRIETO DE CASTRO**, Professeur des Universités, au Conseil Supérieur des Investigations Scientifiques/Institut de Sciences des Matériaux de Madrid (ICMM) - Madrid (Espagne) - Rapporteur

**Yves DUMONT**, Professeur des Universités, à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire Groupe d'Etude de la Matière Condensée (GEMAC) - Versailles - Directeur de thèse

**Emiliano FONDA**, Chercheur, au Synchrotron Soleil - Gif/Yvette - Co-encadrant de thèse

**Pascal ANDREAZZA**, Maître de Conférences, à l'Université d'Orléans/Interfaces, Confinement, Matériaux et Nanostructures (ICMN) - ICMN - UMR 7374 - Orléans - Examineur

**Contact :** [dredval service FED : theses@uvsq.fr](mailto:dredval.service.FED@theses.uvsq.fr)