

Soutenance de thèse

Etude des propriétés photoélectriques et magnétiques des parois de domaines multiferroïques.

Par Camille BLOUZON

Laboratoire de Nano-magnétisme et Oxydes

Le 06 janvier 2016 à 14h00, à l'amphi Claude Bloch.

De tous les matériaux multiferroïques, BiFeO_3 est celui qui est le plus étudié. C'est un ferroélectrique, antiferromagnétique dont les températures de transition sont bien au-dessus de la température ambiante. De plus, le couplage magnétoélectrique entre ces deux paramètres d'ordre a été observé aussi bien dans les cristaux que dans les couches minces. BiFeO_3 possède également la plus grande polarisation ferroélectrique jamais mesurée, $100\mu\text{C}/\text{cm}^2$. De gros efforts sont fournis pour comprendre et exploiter les propriétés physiques de ce matériau. Dans ce but, il est important de pouvoir contrôler sa structure en domaines afin d'étudier les phénomènes émergeant aux parois de ces domaines.

C'est l'objectif de cette thèse : étudier quelques une des propriétés de BiFeO_3 , comme la photoélectricité et le magnétisme, tout en prêtant en parallèle une attention particulière à la caractérisation de ces propriétés, dans un domaine et dans une paroi, avec des techniques originales telles que la microscopie de photocourants à balayage (MPB) et le rayonnement synchrotron ou les champs magnétiques intenses.

Les images obtenues par MPB, révèlent qu'un champ dépolarisant proche d'une paroi de domaine à 180° peut améliorer de manière significative le rendement des effets photoélectriques : les parois de domaines peuvent être générées et positionnées dans le but de contrôler localement le rendement de l'effet photoélectrique. De plus, l'imagerie de la figure de diffraction de surface d'un réseau de parois de domaines dans des couches minces, par diffusion magnétique résonante de rayons X, permet de montrer que les parois de domaines entraînent la formation de structures magnétiques particulières qui pourraient donner lieu à une aimantation.

Among all multiferroics, BiFeO_3 is a material of choice because its two ordering temperatures are well above 300K. It is a ferroelectric antiferromagnet, and magnetoelectric coupling has been demonstrated in bulk and in thin films. Remarkably, BiFeO_3 has the largest polarization of all known ferroelectrics ($100\mu\text{C}/\text{cm}^2$). A huge research effort is carried out worldwide to understand and exploit the physical properties of this material which requires to design and tailor BiFeO_3 on many scales. In this sense, developing methods and tools to control the domain structure is essential to explore new emergent phenomena arising at domain walls.

This is the aim of the present PhD work. Some of the original properties of BiFeO_3 have been investigated including its photoelectric and magnetic properties. A particular attention is given to characterize in a parallel fashion bulk properties and domain walls properties, using original techniques of characterization such as Scanning Photocurrent Microscopy (SPCM), scattering synchrotron facilities or high field pulses.

SPCM mapping reveals that depolarizing fields in the vicinity of a 180° domain wall can significantly improve the photovoltaic efficiency. Thus domain walls can be generated and precisely positioned in order to tailor the local photovoltaic efficiency. Moreover, X-ray resonant magnetic scattering on thin films with periodic domain structure shows that domain walls generate specific magnetic structures with possible uncompensated magnetization.