

## Laboratoire Léon Brillouin



### Manuel BIBES

*Unité Mixte de Physique CNRS/Thales, Palaiseau*

### Multiferroïques pour la spintronique

**Mardi 5 mai 2009 à 14h 30**

Salle de conférence 15 – Bâtiment 563

Les multiferroïques sont des matériaux singuliers qui possèdent simultanément un ordre magnétique et un ordre ferroélectrique, le plus souvent couplés entre eux (couplage magnétoélectrique). Ce caractère multifonctionnel est intéressant pour les applications, notamment en spintronique car il apporte un degré de liberté supplémentaire pour manipuler le transport dépendant du spin via la ferroélectricité. On peut ainsi imaginer des mémoires à plus de 2 états ou des mémoires magnétiques à écriture électrique. Cependant, les matériaux multiferroïques sont rares et peu ont des températures d'ordre supérieures à 300K. Un certain nombre sont des oxydes cristallisant dans la structure pérovskite. C'est le cas du  $(\text{La,Bi})\text{MnO}_3$ , le seul multiferroïque ferromagnétique et ferroélectrique, et du  $\text{BiFeO}_3$  qui est antiferromagnétique et ferroélectrique avec des températures d'ordre très élevées.

Au cours de cet exposé, je présenterai les résultats obtenus dans des hétérostructures élaborées par ablation laser et combinant les multiferroïques  $(\text{La,Bi})\text{MnO}_3$  (LBMO) ou  $\text{BiFeO}_3$  (BFO), aux métaux ferromagnétiques  $\text{SrRuO}_3$  et  $(\text{La,Sr})\text{MnO}_3$  (LSMO). Les couches de LBMO ainsi déposées sont épitaxiales, ferromagnétiques avec une température de Curie proche de celle du massif (105K), et ferroélectriques à température ambiante. Après avoir vérifié que ce caractère ferromagnétique et ferroélectrique était conservé jusqu'à des épaisseurs de quelques mailles atomiques, nous avons utilisé des couches ultraminces de LBMO comme barrières dans des jonctions tunnel LSMO/LBMO/Au. Ces jonctions présentent un effet de magnétorésistance tunnel via l'effet de filtrage de spin lié au caractère ferromagnétique de la barrière de LBMO [1]. De plus, un effet d'électrorésistance est observé et attribué au retournement de la polarisation ferroélectrique de la barrière. La coexistence du ferromagnétisme et de la ferroélectricité dans une barrière tunnel unique permet donc de définir un système mémoire à 4 états dans lequel l'information est codée par les deux paramètres d'ordre ferroïque [2].

Parallèlement nous nous sommes intéressés aux propriétés de  $\text{BiFeO}_3$  et à la possibilité de les exploiter pour manipuler par un champ électrique l'aimantation d'une couche ferromagnétique ( $\text{NiFe}$ ,  $\text{CoFeB}$ , etc) couplée par échange bias au BFO [3]. Pour cela nous avons étudié les propriétés ferroélectriques et antiferromagnétiques de couches minces épitaxiales de BFO et analysé leur structure en domaines multiferroïques [4]. Comme attendu dans le cadre d'un modèle de Malozemoff étendu au cas des multiferroïques, le champ d'échange mesuré sur des bicouches BFO/ $\text{CoFeB}$  varie comme l'inverse de la taille des domaines et augmente avec l'épaisseur du BFO. Comme il est aisé de modifier la configuration en domaines multiferroïques par l'application d'un champ électrique, cette corrélation indique que l'on peut moduler le champ d'échange d'une couche ferromagnétique électriquement [5]. Je présenterai les premiers résultats obtenus sur le contrôle de la configuration magnétique (parallèle ou antiparallèle) d'une vanne de spin couplée à une couche de BFO.

[1] M. Gajek et al, Phys. Rev. B **72**, 020406 (2005)

[2] M. Gajek et al, Nat. Mater. **6**, 296 (2007)

[3] H. Béa et al, Appl. Phys. Lett. **87**, 072508 (2005), Appl. Phys. Lett. **88**, 062502 (2006)

[4] G. Catalan et al, Phys. Rev. Lett. **100**, 027602 (2008)

[5] H. Béa et al, Phys. Rev. Lett. **100**, 017204 (2008)

**Formalités d'entrée :** Contacter le Secrétariat pour votre autorisation d'entrer sur le Centre de Saclay :

Chantal MARAIS Tél. 01 69 08 52 41 - Fax : 01 69 08 95 36 - e.mail : [cmarais@cea.fr](mailto:cmarais@cea.fr).

Le délai minimum est de 24 heures pour les ressortissants des pays de l'Union Européenne et de 5 jours pour les autres.

Sans autorisation, vous ne pourrez entrer sur le Centre de Saclay. Dans tous les cas, se munir d'une pièce d'identité.