

Etude de couches minces FePd par Microscopie de Lorentz

Aurélien Masseboeuf^a, Christophe Gatel^{a,*}, Alain Marty^a, Pascale BayleGuillemaud^a

^a DRFMC/SP2M, CEA Grenoble, 17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex 09

Résumé : Une étude par microscopie de Lorentz (donnant accès à une cartographie magnétique) sera présentée sur des alliages a priori originaux pour cette microscopie, puisque présentant une aimantation perpendiculaire. Cette étude montrera comment il est désormais possible d'obtenir à la fois une information qualitative très résolue spatialement (étude de structure de parois) et à la fois une information quantitative lors de l'analyse de mouvements de parois en aimantation in-situ.

1. Introduction

Des couches minces d'alliages FePd, présentant une anisotropie magnétique perpendiculaire ont été étudiées par Microscopie de Lorentz. L'originalité de cette étude porte sur l'analyse de dispositifs dont la configuration de l'aimantation est majoritairement hors-plan avec une technique a priori sensible à l'aimantation orthogonale au faisceau (dans le plan de la couche). Par contre, dans ce cas, l'information obtenue est intégrée sur tout le volume de l'échantillon, contrairement à d'autres techniques d'imagerie sensibles uniquement à l'aimantation proche de la surface de l'échantillon (XPEEM, MFM, MOKE...). Les images sont donc directement liées à la structure même des parois magnétiques. Les études menées ont donc permis d'étudier de manière très précise la forme et la répartition des parois dans l'échantillon.

2. Alliages FePd

Les alliages bimétalliques sont étudiés depuis de nombreuses années pour leurs propriétés d'organisation en domaines périodiques (FePd), ainsi que pour leur haute coercivité (FePt), pour des applications dans les médias d'enregistrement mais aussi dans les futurs éléments de logique magnétique. De nombreuses études sur ces matériaux [Attane2004] ont déjà montré les mécanismes de retournement de l'aimantation, de percolation ou de configuration des domaines à l'équilibre [Gehanno1997]. Pourtant, la description des parois magnétiques et des configurations de celles-ci, notamment lors de leurs déplacements, est limitée à des approches par simulation.

La microscopie de Lorentz [Chapman1984] permet de sonder la distribution de l'aimantation dans la matière avec une résolution à l'échelle des parois magnétiques. Les développements effectués sur cette technique depuis de nombreuses années (DPC[Daykin1995] ou TIE[Paganin1998]) ainsi que l'apparition de l'holographie électronique [Midgeley2001] font de la microscopie électronique un outil de choix pour l'imagerie magnétique. Les contrastes obtenus en Microscopie de Lorentz sont issus des parois magnétiques (contrastés de Fresnel) ou des domaines eux-mêmes (contrastés de Foucault) et donnent, par acquisitions multiples, accès à une cartographie magnétique des zones observées. L'utilisation du microscope dans une configuration particulière pour ce type d'imagerie nous permet aussi de réaliser des études d'aimantation in-situ en choisissant l'application du champ au niveau de l'échantillon (planaire et/ou perpendiculaire) mais aussi en injectant des courants, ou en jouant sur la température

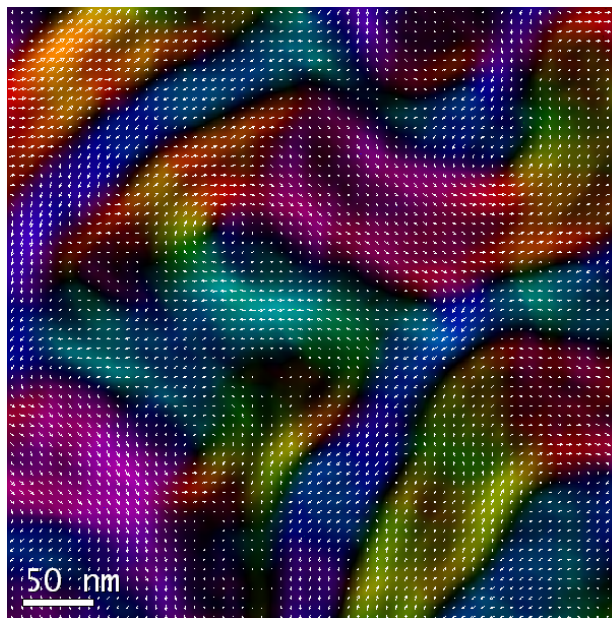


Figure 1: Cartographie par TIE d'une configuration de FePd/FePd₂

3. Etude en Microscopie de Lorentz

L'étude sur des alliages FePd a été réalisée sur un microscope électronique JEOL 3010 ainsi que sur un microscope TITAN 300kV. Nous avons observé de manière qualitative la configuration de l'aimantation au niveau des parois magnétiques (Fig. 1) en vue plane ainsi qu'en vue transverse (Fig. 2). Une étude sera ainsi présentée sur la détermination de la chiralité des parois

*Nouvelle adresse : CEMES-CNRS UPR 8011 BP 94347
29, rue Jeanne Marvig 31055 Toulouse Cedex

magnétiques et l'observation des lignes de Bloch avant et après saturation de l'échantillon. L'analyse de ces données permet ainsi une étude quantitative des couches minces ou des nanostructures étudiées.

Nous avons aussi analysé l'évolution des domaines magnétiques d'un état rémanent vers un état saturé le long du cycle d'aimantation. On observe notamment la nucléation des domaines qui peut être à l'origine de l'orientation dans les parois de Bloch et la formation de nouvelles configurations magnétiques lors du retour à la rémanence.

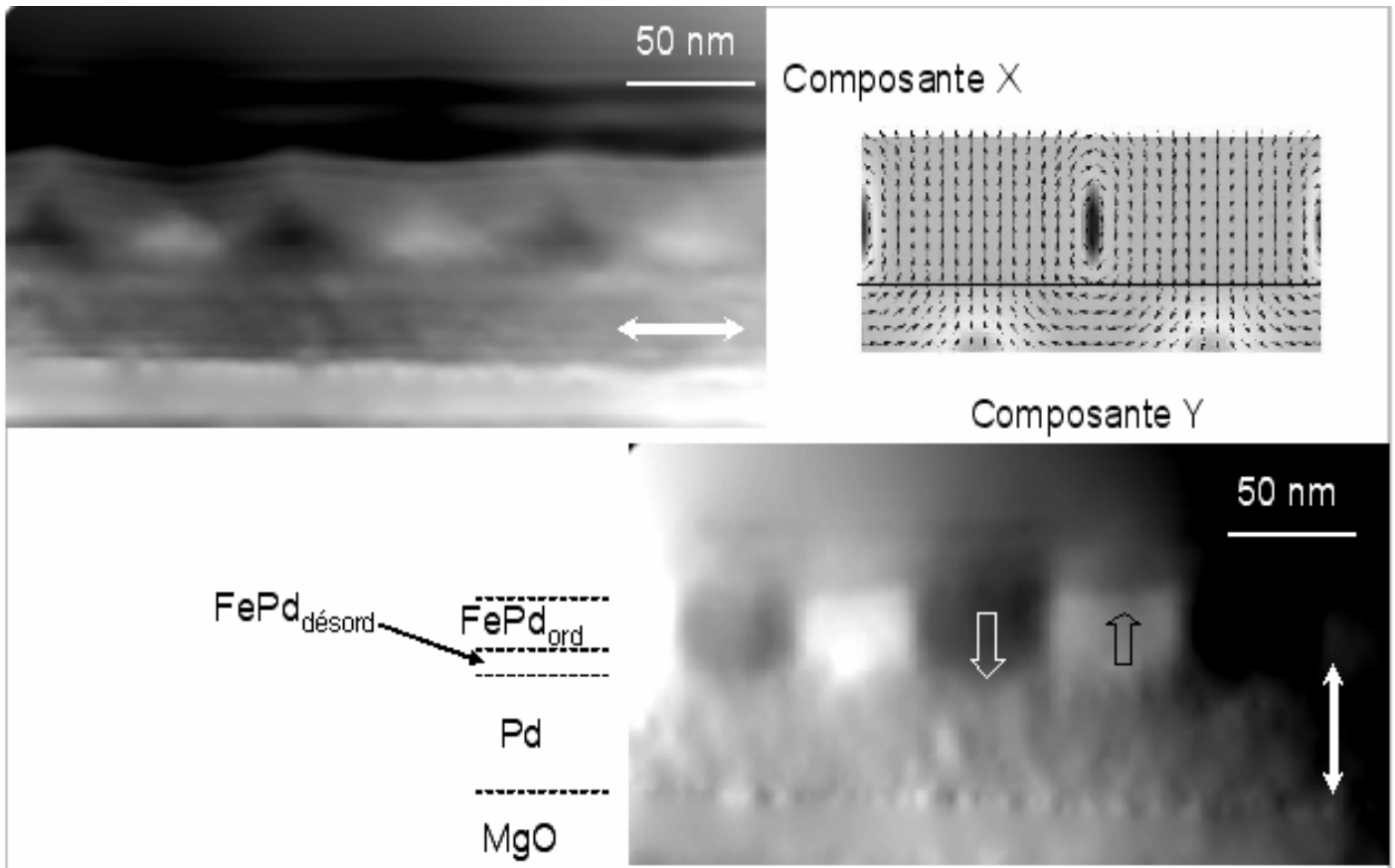


Figure 2: Représentation des composantes de l'aimantation (direction indiquée sur les images) d'une vue en cross-section d'un alliage bicouche de FePd (En haut à droite : simulation micromagnétique de la couche)

4. Références

- [1] Attane J. P., Samson Y., Marty A., Toussaint J. C., Dubois G., Mougin A., Jamet J. P. *Physical review letters* **93** 257203 (2004)
- [2] Gehanno V., Samson Y., Marty A., Gilles B., Chamberod A. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* **172** 26-40 (1997)
- [3] Chapman J.N. *Journal of Physics D : Applied Physics* **17** 623-647 (1984)
- [4] Daykin A.C., Petford-Long A.K. *Ultramicroscopy* **58** 365-380 (1995)
- [5] Paganin D., Nugent K.A. *Physical review letters* **80** 2586-2589 (1998)
- [6] P.A. Midgeley *Micron* **32** 167-184 (2001)