

Génération d'harmoniques d'ordre élevé pour l'étude de la dynamique d'aimantation dans un film de cobalt

A. Maghraoui, M. Barthelemy, M. Albrecht, M. Vomir, J.-Y. Bigot

Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg UMR7504, CNRS, Université de Strasbourg, 23 rue du Loess, B.P.43, 67034 STRASBOURG Cedex 2, France

Introduction

La plupart des investigations de la dynamique d'aimantation induite par des impulsions laser femtoseconde dans les alliages magnétiques sont réalisées dans le visible ou proche infrarouge. Une sonde dans cette gamme de longueur d'onde est sensible aux états de valence délocalisés et on observe un comportement global de la matière.

Une meilleure compréhension des mécanismes physiques peut être apportée en dissociant la dynamique de chaque élément chimique impliqué dans le magnétisme. Cette sélectivité chimique est rendue possible grâce à une sonde de plus haute énergie (de l'UV lointain au X mou), impliquant cette fois des transitions des électrons de niveaux de cœur jusqu'au niveau de Fermi. Les premières expériences résolues en temps de type XMCD [1] ou T-MOKE [2] ont ainsi permis d'initier des études plus approfondies de la dynamique des moments magnétiques dans FeNi ou CoPt.

Dans ce travail, nous montrons que les dynamiques de ré-aimantation et de précession sont clairement liées à la dynamique des moments magnétiques du Cobalt. Ces mécanismes seront également discutés pour plusieurs densités d'excitation et en fonction du dopage en terre rare.

Dispositif expérimental et résultats

La figure 1a) illustre le dispositif expérimental T-MOKE sondé par Harmoniques d'ordre élevées. Des mesures spectro-temporelles sont réalisées dans le domaine VUV avec une résolution temporelle de 30 fs donnée par la durée de la pompe à 800 nm. La sonde couvre la gamme 30-70 eV par génération d'Harmoniques dans une cible de Neon à 450mbar. La figure 1b) représente la réflectivité statique sur cette gamme mesurée à 45° sur un film de cobalt de 10nm d'épaisseur et pour deux orientations anti parallèles (H+/H-) du champ magnétique statique. Le maximum de contraste magnéto optique vaut environ 70% au seuil M d'absorption du cobalt à 56.7eV correspondant à l'harmonique 37 (H37).

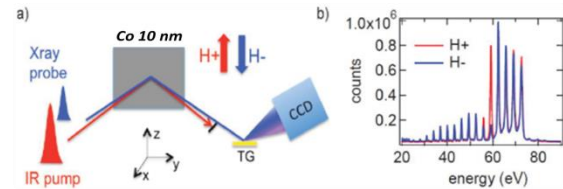


Fig. 1 : Dispositif expérimental et signal de réflectivité statique. a) Configuration T-MOKE sonde (XUV) pompe (IR). b) spectre de réflexion HHG statique d'un film de cobalt de 10 nm obtenu pour deux directions antiparallèles du champ magnétique $\pm H$, (angle d'incidence de 45°).

La dynamique d'aimantation est donnée par l'intégration sur H37 du contraste magnéto-optique dépendant du délai pompe sonde. La figure 2 (gauche) montre cette dynamique à des échelles de temps courts correspondant à la dynamique de ré-aimantation entre -3 et 10 ps. Le temps de relaxation de 1.82 ± 0.2 ps implique les interactions spin phonon après excitation par la pompe à 800nm. La Figure 2 (droite) montre la précession d'aimantation autour du champ magnétique effectif. La période correspondante est 58.5 ± 4 ps.

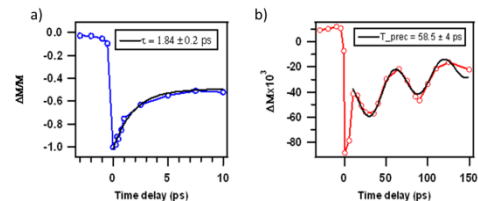


Fig. 2 : Dynamique d'aimantation au seuil d'absorption M d'un film de cobalt de 10 nm d'épaisseur induite par une pompe centrée à 800 nm. (gauche) temps court, (droite) précession de l'aimantation.

Cette expérience établit clairement le rôle des moments magnétiques du Cobalt dans la dynamique d'aimantation. Elle constitue un outil de choix pour étudier le rôle des impuretés magnétiques comme le dopage terre rare d'un métal de transition. Nous montrerons qu'elle est également bien adaptée pour étudier la dynamique d'aimantation des métaux de transition proche de la température de Curie

Références

- [1] La-O-Vorakiat et al. Phys. Rev. Lett. 103, 257402 (2009).
- [2] C. Boeglin et al. Nature 465, 458–461, (2010).