

Retournement tout-optique dans des systèmes magnéto-résistifs à aimantation perpendiculaire

M. S. El Hadri¹, C.-H. Lambert¹, P. Pirro¹, M. Hehn¹, G. Malinowski¹, S. Petit-Watlot¹, E.E. Fullerton² et S. Mangin¹

¹*Institut Jean Lamour, UMR CNRS 7198, Université de Lorraine, Vandœuvre-lès-Nancy, France*

²*Center for Magnetic Recording Research, University of California San Diego, La Jolla, États-Unis*

mohammed-salah.elhadri@univ-lorraine.fr

La compréhension de l'interaction entre les impulsions laser ultra-courtes et l'aimantation a suscité un grand intérêt depuis l'observation de la désaimantation ultrarapide d'un film de Ni sous l'effet d'impulsions laser femtoseconde par *E. Beaurepaire et al* [1]. Ceci a conduit à la découverte du « retournement tout-optique » de l'aimantation dans un film composé d'un alliage de Gd₂₂Fe_{74.6}Co_{3.4} en utilisant une impulsion unique ou plusieurs impulsions laser femtoseconde [2]. Il s'agit de renverser d'une manière déterministe l'aimantation par faisceau laser polarisé circulairement, le sens de l'aimantation résultante étant donné par l'hélicité droite ou gauche de la lumière.

Longtemps cantonné à un seul matériau, le retournement tout-optique de l'aimantation s'avère un phénomène plus général [3]. Il est observé pour une variété de matériaux ferrimagnétiques, sous forme d'alliages, de multicouches et d'hétérostructures, ainsi que dans des hétérostructures ferrimagnétiques synthétiques sans terres rares. Récemment, le retournement tout-optique fut également observé pour des films minces uniques de matériaux ferromagnétiques, ce qui ouvre ainsi la voie à l'intégration de l'écriture tout-optique dans l'industrie des mémoires magnétiques [4].

C'est dans ce contexte que nous étudions l'effet des impulsions laser femtoseconde sur des systèmes magnéto-résistifs à aimantation perpendiculaire, dans le but de détecter l'orientation de l'aimantation grâce à un signal électrique. Nous avons mesuré pour la première fois le retournement tout-optique dans des croix de Hall en Pt/Co/Pt et Tb₂₇Co₇₃ grâce à l'effet Hall extraordinaire. En effet, un saut de la tension provenant du renversement de l'aimantation est obtenu en inversant la polarisation circulaire des impulsions laser femtoseconde.

Cette étude montre également que la direction du retournement tout-optique dans la couche mince de Tb₂₇Co₇₃, dominé Tb, dépend de l'orientation du sous-réseau du métal de transition Co. Ayant une énergie de 1.55 eV, les impulsions laser femtoseconde utilisées sont ainsi plus susceptibles d'exciter les électrons itinérants 3d du Co, que les électrons localisés 4f du Tb. L'excitation de ces derniers nécessite une énergie plus importante (2.4 eV). En outre, nous montrons que la température de l'alliage Tb₂₇Co₇₃ dépasse la température de compensation sous l'effet des impulsions laser femtoseconde ; l'alliage devient dominé Co.

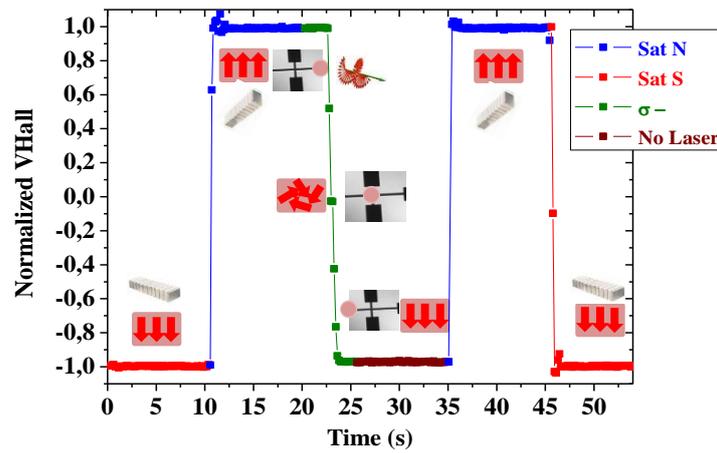


Figure : Retournement de l'aimantation mesuré via l'effet Hall extraordinaire dans une croix de Hall en Pt(3.7nm)/Co(0.6nm)/Pt(3.7nm) après balayage avec la polarisation circulaire gauche

Nous étudions aussi l'effet des impulsions laser femtoseconde sur des jonctions tunnel magnétiques (MTJ) à base de [Co/Pt]. Nous montrons la possibilité de découpler l'effet des impulsions laser fs sur les couches libre et dure en ajustant la puissance des impulsions. L'excitation laser de ces deux couches se caractérise par un état final désaimanté avec une structure multidomaine. Ceci entraîne une diminution de la magnéto-résistance tunnel (TMR). Cependant, le retournement tout-optique dans de telles jonctions tunnel magnétiques est obtenu en rajoutant une couche de Tb₂₇Co₇₃ sur l'électrode supérieure.

- [1] E. Beaurepaire et al, PRL **76** (22), 4250-4253 (1996)
- [2] C. D. Stanciu et al, PRL **99**, 047601 (2007)
- [3] S. Mangin, et al, Nature Materials **13**, 286-292 (2014)
- [4] C-H. Lambert et al, Science **345** (6202), 1337 (2014)