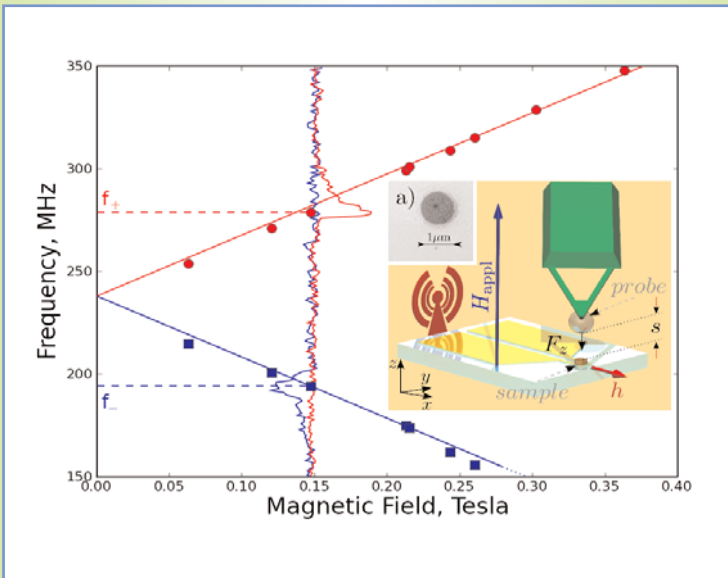




### Bistabilité de la dynamique de cœur de vortex dans un nanodisque

L'état vortex est la configuration magnétique de plus basse énergie de la plupart des objets de taille sub-micronique. Il se caractérise par une aimantation tournante dans le plan du disque, sauf au centre, où l'aimantation pointe hors du plan. Cette région, appelée cœur de vortex, a un diamètre de 10 nm environ. L'orientation du cœur, ou polarité  $p = \pm 1$ , peut être utilisée comme bit élémentaire pour le stockage d'information. En utilisant la technique ultrasensible de détection mécanique de la résonance ferromagnétique développée dans le Groupe Nano Magnétisme du SPEC, nous avons pu détecter directement le mode d'excitation de plus basse énergie de l'état vortex dans un nanodisque individuel fait d'un alliage de NiMnSb. Il s'agit du mode dit "gyrotropique", où le cœur de vortex tourne autour de sa position d'équilibre à quelques centaines de MHz. En particulier, nous avons démontré que la dégénérescence en énergie des modes gyrotropiques correspondant aux deux polarités possibles est levée par un champ magnétique statique appliqué perpendiculairement au plan du disque. Chacune des polarités est stable jusqu'à un champ de retournement relativement élevé (~ 0.3 T). On peut les discriminer en détectant leur fréquence de résonance. Cette méthode de lecture dynamique de la polarité du cœur de vortex s'apparente à un effet Zeeman, qui est proportionnel au champ appliqué. La maîtrise de ces vortex pourrait être appliquée à un nouveau concept de mémoires magnétiques par exemple.

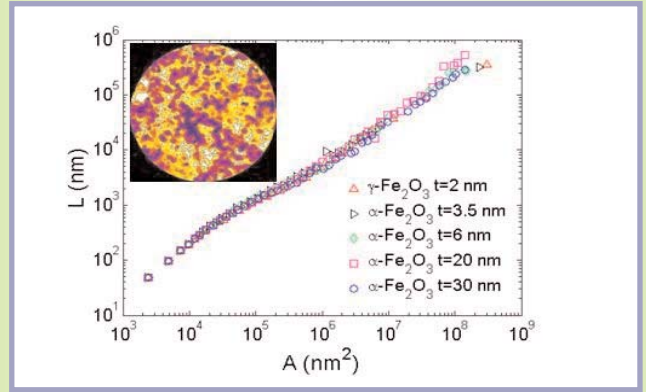
G. de Loubens 71 60  
O. Klein 75 40



Levée de dégénérescence de la fréquence des modes gyrotropiques correspondant à  $p=+1$  (en rouge) et à  $p=-1$  (en bleu) induite par le champ magnétique appliqué perpendiculairement au plan du disque. Encart : principe de la détection mécanique de la résonance magnétique et image MFM du nanodisque de NiMnSb mesuré.



### De l'origine des domaines antiferromagnétiques dans les films minces d'oxydes



Domaines antiferromagnétiques d'une couche de 20 nm de  $Fe_2O_3$  observés en X-PEEM avec un champ de vue de 5 microns. Loi d'échelle entre le périmètre et l'aire des domaines pour plusieurs épaisseurs de  $Fe_2O_3$ . La couche la plus mince adopte un ordre ferrimagnétique, toutes les autres présentent un ordre antiferromagnétique.

Avec l'avènement de l'électronique de spin il est important de visualiser et de comprendre la manière dont se forment les domaines magnétiques dans les couches minces, les parois de domaines conditionnant le niveau de bruit électronique des dispositifs. Les couches antiferromagnétiques constituent un élément essentiel des hétéro-structures magnétiques, où elles sont appelées à piéger l'aimantation de couches voisines par couplage d'échange magnétique. Ce type de structure est la base des capteurs magnétiques modernes (vannes de spin et jonction tunnel) et doit être intégré dans les mémoires magnétiques non volatiles du futur. Cependant les matériaux antiferromagnétiques ne présentent aucune aimantation et n'interagissent que faiblement avec des sondes. Il est donc particulièrement délicat d'explorer leur structure magnétique ou de manipuler leur structure en domaine.

En utilisant l'imagerie magnétique, par absorption des rayons X issus du rayonnement synchrotron, il a été possible d'identifier et de quantifier la structure en domaines antiferromagnétiques d'oxydes  $Fe_2O_3$ . L'analyse statistique des images montre une invariabilité des lois d'échelle avec l'épaisseur du film. On constate que ceci reste aussi vrai pour les plus faibles épaisseurs où la couche est ferrimagnétique. La structure en domaine antiferromagnétique est donc héritée de la couche précurseur ferrimagnétique. Il devient donc possible par aimantation de la couche initiale d'augmenter la taille des

domaines et donc de manipuler la structure magnétique de la couche antiferromagnétique. Ce procédé a fait l'objet d'un dépôt de brevet.

O. Bezencenet  
A. Barbier 39 23  
D. Bonamy 21 14  
R. Belkhou (SOLEIL) 01 69 35 96 87  
P. Ohresser (SOLEIL)

