

Frustration et ordre magnétique dans les multiferroïques hexagonaux RMnO₃

X. Fabrèges¹, I. Mirebeau¹, S. Petit¹, S. Pailhès¹, L. Pinsard²

¹ *Laboratoire Léon Brillouin, CEA Saclay, 91191 Gif-Sur-Yvette Cedex, France*

² *ICMMO, Campus universitaire, 91400 Orsay, France*

Les composés hexagonaux RMnO₃ (où R est une terre rare, Y, Sc, ...) font partis des quelques systèmes dits multiferroïques, dont l'état fondamental est caractérisé par la coexistence de deux paramètres d'ordre, ferroélectrique et (anti)ferromagnétique[1]. A ce titre ils sont particulièrement intéressants pour de futures applications notamment de le domaine de la spintronique. Cependant l'origine microscopique du couplage entre ces deux paramètres d'ordre est encore inconnue. On pense toutefois que la frustration magnétique combinée à un fort couplage magnéto-élastique pourrait être intimement liée à ces propriétés. Grâce à des mesures de diffusion élastique et inélastique de neutrons nous avons mis en évidence quelques aspects importants[2].

Les mesures de diffraction "haute résolution" montrent que ce systèmes subissent une transition iso-structurale (sans changement de groupe d'espace) à la température de Néel (TN)[3][4]. Cette transition s'illustre en particulier par de forts déplacements atomiques à TN. Dans ce mécanisme, la frustration magnétique intervient à deux niveaux. En effet, si la géométrie triangulaire du réseau des ions Mn (couplés dans les plans par des termes de super-échange antiferromagnétique) est la première source de frustration, les interactions entre Mn appartenant à deux plans adjacents sont également frustrées. Les mesures de diffraction "haute résolution" nous ont permis de montrer que cette frustration inter-plans est très fortement affectée par la position des Mn dans la maille élémentaire. Le signe du couplage magnétique inter-plans effectif et par conséquent l'ordre magnétique des Mn (et des terres rares) sont ainsi directement liés à la position des Mn, repérée par rapport à un seuil critique de 1/3. Cette analyse nous permet de corréler de façon cohérente les positions atomiques, le type d'ordre magnétique et la nature des ondes de spins (pente de la courbe de dispersion), pour l'ensemble de la famille des RMnO₃ hexagonaux[4]. Elle est confirmée par l'étude systématique des excitations de spins, qui fournit de manière indépendante les valeurs de couplages d'échange inter-plans.

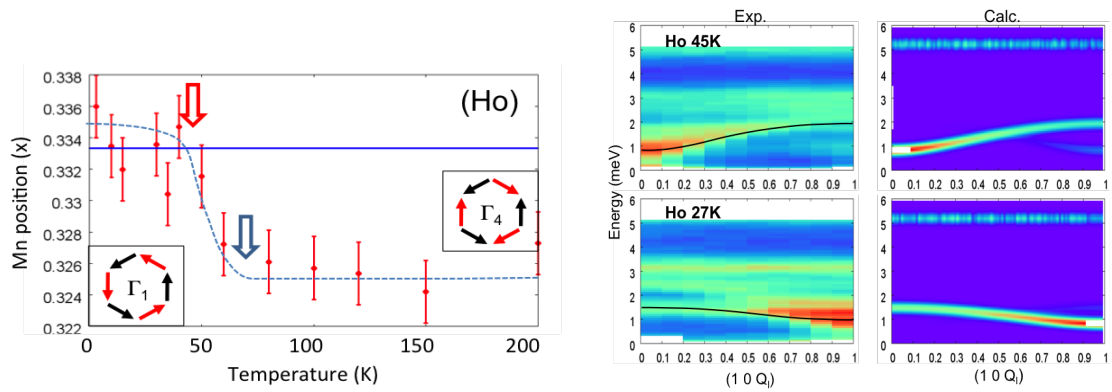


Fig.gauche : Position des Mn dans la maille élémentaire en fonction de la température. Les flèches indiquent les températures de Néel (bleue) et de réorientation des Mn (rouge). Les inserts indiquent l'ordre magnétique des Mn dans les différentes gammes de température.

Fig. droite : dispersion des ondes de spins le long de $Q=(1\ 0\ Q_z)$ dans HoMnO3 au dessus et en dessous de la température de réorientation des Mn. Panneau de gauche : expérience, panneau de droite : calcul.

- [1] M. Fiebig et al. J. Phys D: Appl Phys 38 (2205)R123
- [2] S. Petit et al, PRL 99, 266604 (2007), S. Pailhès et al, PRB 79, 134409 (2009)
- [3] S. Lee et al. Nature 451,805 (2008)
- [4] X. Fabrèges et al, PRL 103, 067204 (2009)