

Comprendre les propriétés microscopiques des aimants permanents

La quête de nouveaux matériaux pour l'énergie ou l'optimisation de matériaux existants est un challenge actuel. Parmi les aimants permanents, les composés de la famille de Nd₂Fe₁₄B sont les matériaux les plus puissants du fait de leur forte aimantation à saturation et de leur grande coercivité liée à une forte anisotropie magnéto-cristalline. Pour les applications dans les moteurs, la température de Curie (585 K dans Nd₂Fe₁₄B) se révèle proche de la température de fonctionnement, typiquement 450 K. La diffusion des neutrons permet d'aborder cette problématique ici à travers deux aspects.

Le premier axe concerne l'étude par diffraction de poudre à très haute résolution de l'occupation de sites dans des composés intermétalliques R₂(Fe_{1-x}Co_x)₁₄B (R = Nd, Y, Ce). Ceci est de première importance car la substitution du Fer par le Cobalt permet d'augmenter la température de Curie. Contrairement à ce qui attendu la substitution du Co accroît également l'anisotropie magnéto-cristalline, du fait d'une occupation préférentielle du Co sur les six différents sites cristallographiques du Fe. Les progrès considérables fait en diffraction neutronique ces dernières années permettent aujourd'hui de mesurer finement ces taux d'occupation ce qui a permis le développement d'un modèle statistique en très bon accord avec les données et une meilleure compréhension des paramètres physiques qui les régissent. C'est une démarche essentielle dans la conception de nouvelles phases de haute performance moins gourmandes en éléments sensibles tels que les terres rares.

G.G. Eslava et al., *J. Alloys and Compounds* 851 (2021) 156168.

Le second axe concerne la mesure du spectre des ondes de spin sur un monocristal de Nd₂Fe₁₄B avec une très grande précision et dans un domaine de température jusqu'à 450 K. Ceci donne un accès direct aux paramètres microscopiques magnétiques les plus pertinents pour discuter les propriétés de Nd₂Fe₁₄B : la rigidité des ondes de spin et l'anisotropie magnéto-cristalline. Ces quantités entrent directement en jeu dans le calcul de l'énergie des domaines magnétiques et de la coercivité. La comparaison avec les calculs *ab initio* les plus récents est assez bonne et permet d'envisager une meilleure compréhension microscopique du matériau par des itérations successives entre expérience et calcul théorique.

H. Naser et al., *Phys. Rev. B* 102 (2020) 014443.

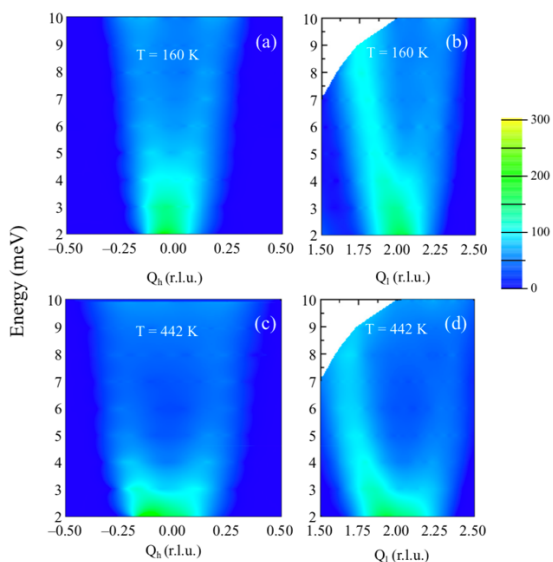


Figure : Dispersion des ondes de spin dans Nd₂Fe₁₄B à 160 K (a-b) et 440 K (c-d) pour les direction (Q₀,0,0) et (0,0,Q₁) mettant en évidence leur ramollissement important et donc une diminution de la rigidité magnétique à la température de fonctionnement des moteurs.