DÉCODER LES MYSTÈRES DES MATÉRIAUX À TRANSITIONS DE SPIN : UN MODÈLE POUR EXPLORER DES PHÉNOMÈNES COMPLEXES

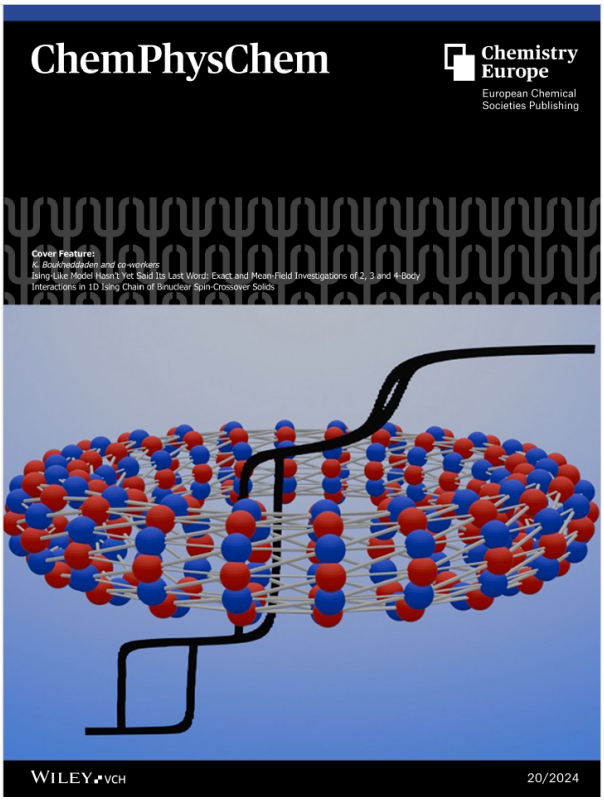
Des chercheurs ont développé un modèle inspiré du modèle d'Ising pour expliquer une grande variété de comportements fascinants observés dans certains matériaux dits à transitions de spin. Leurs travaux ont fait la couverture de la revue ChemPhysChem.

Les matériaux dits "à transitions de spin" peuvent changer d'état magnétique sous l'effet de la température ou d'autres contraintes extérieures (lumière, champ électrique ou magnétique…). Pour certains d'entre eux, les chercheurs ont constaté des transitions de phase surprenantes, parfois en plusieurs étapes, ou encore des phénomènes de mémoire magnétique (hystérésis). Toutefois, la modélisation de ces comportements complexes observés expérimentalement constitue souvent un défi.

Des chercheurs du laboratoire GEMaC ont étendu un modèle théorique bien connu, le modèle d'Ising, en l'adaptant à une nouvelle classe de matériaux composés de chaînes unidimensionnelles de petites unités magnétiques de deux spins nucléaires, dits « matériaux à transitions de spin binucléaires ». Ils ont pu intégrer des interactions entre plusieurs unités, à courte et à longue portée, en utilisant une combinaison de techniques mathématiques sophistiquées, la méthode de la matrice de transfert et celle du champ moyen. Ils ont pu alors montrer que ces interactions antagonistes font survenir naturellement des transitions de phase en plusieurs étapes avec génération spontanée d'états de spins organisés.

Ce modèle apporte ainsi une nouvelle perspective sur le fonctionnement de ces matériaux et pourrait même être étendu à des structures plus complexes, comme des chaînes trinucléaires observées expérimentalement. Ces travaux pourraient aussi s'étendre à des systèmes en deux dimensions, dans l'espoir de découvrir des auto-organisations inédites, issues de frustrations magnétiques ou élastiques des états de spin.

Avec ces avancées, les chercheurs ouvrent la voie à une meilleure compréhension des matériaux à transitions de spin et, potentiellement, à de nouvelles applications dans le domaine des mémoires à haute densité.



Référence :

K. Boukheddaden, N. El Islam Belmouri, N. di Scala,
“Ising-Like Model Hasn't Yet Said Its Last Word: Exact and Mean-Field Investigations of 2, 3 and 4-Body Interactions in 1D Ising Chain of Binuclear Spin-Crossover Solids”
ChemPhysChem 25, e202400238 (2024).