



Institut de physique
Actualité scientifique

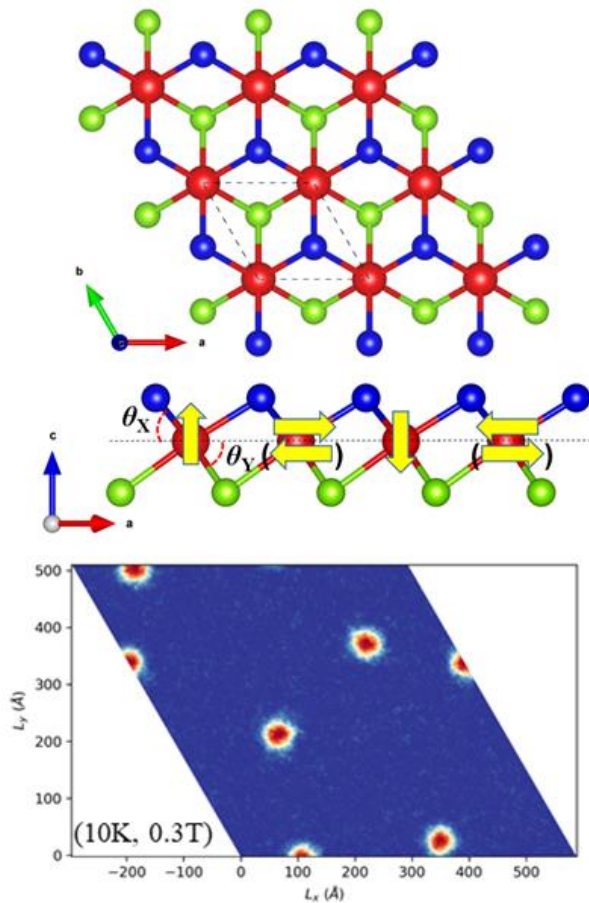
De nouvelles multicouches magnétiques pour les skyrmions

Les skyrmions sont des quasiparticules magnétiques en forme de nano-tourbillons d'aimantation, prometteuses pour la mise au point de mémoires magnétiques de future génération. En exploitant l'asymétrie des couches de dichalcogénures de métaux de transition de type Janus, les calculs des auteurs prédisent ici une nouvelle possibilité de générer des skyrmions et donnent les conditions de leur stabilité.

Les skyrmions magnétiques sont des quasiparticules de spin, analogues à des tourbillons à deux dimensions, que l'on peut créer, déplacer et détecter à l'aide de courants électriques dans des nano-circuits. Ces textures magnétiques nanométriques sont intéressantes pour de nombreux types d'applications en nanoélectronique, comme la fabrication de mémoires ou de dispositifs logiques. Les recherches menées sur les skyrmions se sont concentrées jusqu'à présent sur des multicouches magnétiques métalliques associant des couches de métaux magnétiques classiques (cobalt, fer...) et des couches de métaux lourds (platine, iridium...), une association générant des interactions magnétiques favorables à l'existence de skyrmions. Dans ce travail, une collaboration entre le laboratoire Spintronique et technologie des composants ([Spintec](#), CNRS/UGA/CEA), l'Unité mixte de physique ([UMPhy](#), CNRS/Thales) et des chercheurs du NIMTE en Chine, prédit que des skyrmions peuvent aussi exister dans des monocouches de Dichalcogénures de Métaux de Transition (TMD) de type Janus, exploitant ainsi cette nouvelle classe des matériaux magnétiques issue de la grande famille des matériaux bidimensionnels comme le graphène. Ces résultats sont parus dans la revue *Physical Review B* (Editors' suggestion).

Un exemple de TMD est MnSe_2 , constitué d'une couche centrale de manganèse (Mn) entourée de deux couches de sélénium (Se). Un TMD de type Janus est MnSeTe , où un chalcogène lourd, le tellure, remplace le sélénium sur un côté de la couche bidimensionnelle de TMD. Celle-ci présente alors, d'une part une asymétrie entre haut et bas, ce qui est une condition pour l'existence de l'interaction responsable de la formation des skyrmions (l'interaction Dzyaloshinskii-Moriya, DMI), et d'autre part un atome lourd, ce qui, comme pour les multicouches classiques, est aussi nécessaire pour que l'interaction DMI soit importante. Les auteurs de l'article prédisent alors l'existence de skyrmions dans MnSeTe et dans MnSTe en s'appuyant tout d'abord sur des calculs de type *ab initio* qui montrent que la DMI peut être aussi importante que dans les multicouches classiques. Ils s'appuient ensuite sur des calculs de type Monte Carlo qui montrent comment ces skyrmions peuvent être stabilisés à basse température et en présence d'un champ magnétique. Ces prédictions théoriques des plages de température et champ magnétique où des skyrmions peuvent être obtenus guideront l'exploration expérimentale de cette nouvelle voie pour la réalisation des objets magnétiques topologiques fascinants que sont les skyrmions.





Vue du dessus (figure du haut) et de côté (figure au milieu) de la structure de la monocouche MnSeTe point de départ des calculs ab initio (Mn en rouge, Se en bleu, Te en vert). Les flèches jaunes désignent l'orientation du spin des atomes de fer. Les interactions de type DMI favorisent un sens de rotation de ces spins quand on va de gauche à droite sur la structure représentée en profil (pour MnSeTe les rotations favorisées correspondent aux flèches avec parenthèse sur la figure). Cette « chiralité » des interactions DMI est à l'origine de la formation de skyrmions. La figure du bas est une image de skyrmions prédite par des simulations de Monte Carlo pour un couche MnSeTe d'aimantation perpendiculaire au plan de la figure (couleur bleu). Les skyrmions ont la forme d'un disque dont l'aimantation centrale (couleur rouge) est opposée à celle de la couche. Les simulations ont été réalisées pour une température de 10K et un champ magnétique de 0.3 T. Les skyrmions subsistent jusqu'à 150K.

Bibliographie

Very large Dzyaloshinskii-Moriya interaction in two-dimensional Janus manganese dichalcogenides and its application to realize skyrmion states. J. Liang, W. Wang, H. Du, A. Hallal, K. Garcia, M. Chshiev, A. Fert, et H. Yang, *Phys. Rev. B*, paru le 1er mai 2020.
 DOI : [10.1103/PhysRevB.101.184401](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.101.184401)
 Article disponible sur les bases d'archives ouvertes [HAL](https://hal.archives-ouvertes.fr/) et [ArXiv](https://arxiv.org/).

Contacts

Mairbek Chshiev | Professeur à l'Université Grenoble Alpes | Spintec | mair.chshiev@cea.fr
Albert Fert | Professeur à l'Université Paris-Saclay | UMPy | Albert.FERT@cnrs-thales.fr
Hongxin Yang | Professeur au NIMTE | hongxin.yang@nimte.ac.cn
 Communication CNRS-INP | inp.com@cnrs.fr