

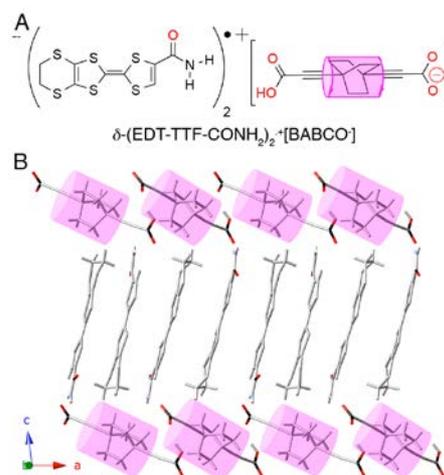
Quantum spin-liquid states in an organic magnetic layer and molecular rotor hybrid

Péter Szirmai, Cécile Mézière, Guillaume Bastien, Pawel Wzietek, Patrick Batail, Edoardo Martino, Konstantins Mantulnikovs, Andrea Pisoni, Kira Riedl, Stephen Cottrell, Christopher Baines, László Forró, and Bálint Náfrádi

PNAS first published November 5, 2020. <https://doi.org/10.1073/pnas.2000188117>

La représentation de systèmes de spins en interaction s'ordonnant lorsque la température baisse nous est familière. Dans quelques cas, la topologie, entendez frustration géométrique, à l'instar de celle subie par trois spins aux sommets d'un triangle équilatéral, supprime l'ordre conventionnel : un état singulier, fluctuant, siège d'un désordre quantique émerge alors. Cet état collectif macroscopique, appelé liquide de spin quantique, se distingue par un foisonnement d'excitations exotiques de spins associées à des nombres quantiques fractionnaires ; elles sont exotiques au sens qu'elles ne sont jamais présentes dans les systèmes non frustrés.

La quête de matériaux quantiques est aujourd'hui intense, motivée par d'excitantes perspectives pour les technologies quantiques émergentes parmi lesquelles l'informatique quantique, la supraconductivité, et la spintronique. Le 5 Novembre 2020, une publication dans les *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* rend compte de la découverte d'états liquide de spin quantique dans une classe sans précédent de matériaux moléculaires hybrides - caractérisés par l'alternance de couches organiques magnétiques et de couches de rotors moléculaires - conçus et synthétisés par l'équipe de Patrick Batail (thèse de Cyprien Lemouchi, voir *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, 134, 7980) au Laboratoire MOLTECH-Anjou. Les monocristaux de grande pureté ont été préparés à dessein par Cécile Mézière et Guillaume Bastien (aujourd'hui chercheur à l'IOCB) et étudiés par un consortium de partenaires physiciens mettant en œuvre des calculs par la théorie de la fonctionnelle de densité, des mesures de la résonance de spin électronique haute fréquence (une méthode expérimentale emblématique du Laboratoire Forró à l'EPFL), de résonance magnétique nucléaire et de spectroscopie de spin des muons.



Cet article montre que des états de liquides de spin quantiques, caractérisés par des fluctuations de dimères de spin associées à une frustration géométrique, sont stabilisés sous l'effet d'un potentiel généré par le désordre intrinsèque à la distribution anarchique des pâles des rotors lorsque leur mouvement de rotation est gelé à basses températures. Ces résultats

ouvrent grand la porte à la recherche de tels matériaux hybrides dans un contexte où l'exploration d'états liquides de spins quantique demeure un défi expérimental et théorique.

Collaboration entre :

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

CNRS et Université d'Angers

Académie tchèque des sciences

CNRS et Université de Paris-Saclay

Université Johann Wolfgang Goethe de Francfort-sur-le-Main

Science and Technology Facilities Council (ISIS Muon Group), UK

Institut Paul Scherrer, Suisse

Financement

Fonds national Suisse de la recherche scientifique

Programme France-Suisse Germaine de Staël

Massive current interest in quantum materials is fueled by huge expectations in quantum information, superconducting, or other technologies. A publication on November 2nd, 2020, in the *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* reports the discovery of quantum spin-liquid (QSL) states in an unprecedented class of hybrids of organic magnetic layers and molecular rotors created by Patrick Batail and co-workers at the Laboratoire MOLTECH-Anjou and investigated in a multidisciplinary collaborative effort involving the Laboratory of Physics of Complex Matter at the Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, the Institute of Organic Chemistry and Biochemistry of the Academy of Science of the Czech Republic, the Laboratoire de Physique des Solides of the Université Paris-Saclay, the Institut für Theoretical Physics of Goethe-Universität at Frankfurt, ISIS Muon Group at the Rutherford Appleton Laboratory, United Kingdom, and the Laboratory for Muon Spin Spectroscopy, Paul Scherrer Institute, Switzerland. In this paper, QSL states, characterized by fluctuating spin-dimer configurations and geometrical frustration are shown to be stabilized on account of a disorder potential due to unchecked distribution of the positions of frozen rotor blades preventing long range magnetic ordering. These results open wide the door for research of new such hybrid materials in a context where investigation of QSL states remains a fundamental experimental and theoretical challenge.