



Laboratoire de **Cristallographie** et **Sciences des Matériaux**

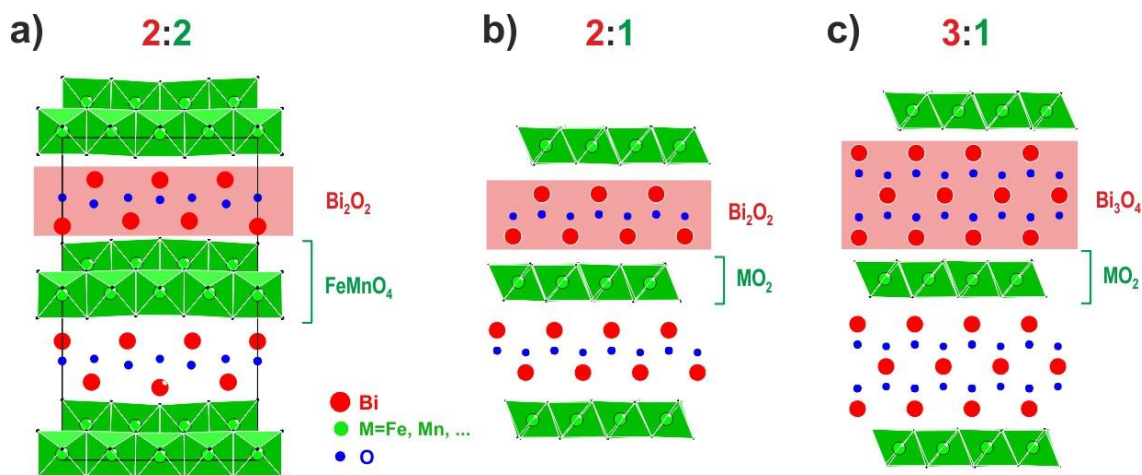
CNRS – UMR 6508

Université de Caen Normandie & ENSICAEN

Nouveaux oxydes magnéto-électriques bidimensionnels (NOME-2D)

But : Synthétiser de nouveaux oxydes magnéto-électriques à base de blocs structuraux de basse dimensionnalité et étudier leurs structures cristallines ainsi que leurs propriétés diélectriques et magnétiques.

Les composés dits multiferroïques sont des matériaux qui montrent deux ordres ferroïques simultanés (électrique, magnétique ou élastique). Pour de tels matériaux, la possibilité de contrôler le magnétisme par les champs électriques ouvre la voie vers diverses applications et est, par exemple, considéré comme un objectif important pour le développement de la spintronique de faible puissance [1]. Les composés les plus étudiés actuellement présentent des couplages magnéto-électriques (ME) trop faibles (ex : BiFeO_3) [2] ou des températures de travail inappropriées (ex : TbMnO_3) [3]. Les composés ME possédant un couplage efficace du magnétisme et de la ferroélectricité sont rares. Ce projet de chimie exploratoire a pour but l'obtention de nouveaux matériaux ME construits à partir de blocs structuraux de basse dimensionnalité (*voir illustration*) dont chaque constituant pourra être ajusté pour influencer sur le magnétisme, la distribution des charges ou le couplage ME. A titre d'exemple, une architecture originale a été récemment stabilisée sous la forme de films minces [4]. Cet oxyde bidimensionnel possède une structure non centrosymétrique qui résulte de l'empilement de blocs $[\text{Bi}_2\text{O}_2]$ de type Aurivillius et d'octaédres $[(\text{Fe},\text{Mn})\text{O}_4]$ joints par les arrêtes (*voir illustration en a*) formant un réseau propice à l'apparition de frustration magnétique.



Parmi les pistes de recherche de nouveaux oxydes ME 2D, le composé $[\text{Bi}_2\text{O}_2]_3[\text{FeMnO}_4]_4$ [4] schématisé en a) présente une architecture susceptible de favoriser à la fois l'existence de propriétés magnétiques par la présence du bloc $[\text{FeMnO}_4]$ et l'existence de ferroélectricité par la déformation induite par le bloc $[\text{Bi}_2\text{O}_2]$ sur l'édifice cristallin. Par extension, on peut imaginer combiner des couches à base de Bi (en rouge) avec des couches octaédriques de type $[\text{MO}_2]$ pour produire plusieurs empilements hypothétiques comme en b) 2:1 et c) 3:1. Le composé $[\text{Bi}_4\text{O}_{4.5-y}][\text{Mn}_{3+x}\text{O}_7]$ [5] très proche de l'empilement hypothétique 2:1 illustre la faisabilité d'un tel principe de construction par blocs structuraux de basse dimensionnalité.

Ce travail s'inscrit dans la recherche systématique de nouveaux oxydes à base de cations présentant une configuration électronique ns^2 (Bi^{3+} [6], Te^{4+} [7], ...). En ce qui concerne la synthèse utilisées au sein de l'équipe HOPE (solide-solide, hydrothermal, micro-ondes, ...). En ce qui concerne la caractérisation structurale, la diffraction des rayons X sur poudre et/ou monocristal ainsi que la technique dite de précession des électrons en mode tomographie [8] seront utilisées comme des techniques de criblage efficaces. Les propriétés diélectriques et magnétiques seront caractérisées en utilisant les installations disponibles au laboratoire. Des expériences de diffraction des neutrons seront également réalisées pour étudier les structures magnétiques.

Ce sujet s'inscrira également dans le cadre d'un projet de recherche financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR LOVE-ME 2016-2021) et qui cible la synthèse de structures de basse dimensionnalité en vue d'obtenir de nouveaux composés magnéto-électriques. L'étudiant(e) sélectionné(e) pour ce sujet bénéficiera, dans le cadre de ce projet collaboratif national, d'un environnement favorable et stimulant pour la réalisation de son travail de thèse.

- [1] S. Fusil, V. Garcia, A. Barthelemy, M. Bibes, Annual Review of Materials Research 44 (2014) 91-116.
[2] W. Eerenstein, F. D. Morisson, J. Dho et al., Science 307 (2005) 1203.
[3] T. Kimura, T. Goto, H. Shintani, K. Ishizaka, T. Arima and Y. Tokura, Nature 426 (2003) 55-58.
[4] W. R. Zhang, ..., P. Boullay et al., ACS Applied Materials & Interfaces 8 (2016) 16845-16851.
[5] A. Aliev et al., Angewandte Chemie-International Edition 51 (2012) 9393.
[6] G. Steciuk, P. Boullay, A. Pautrat, N. Barrier, V. Caignaert, L. Palatinus, Inorg. Chem. 55 (2016) 8881-8891.
[7] M. Poupon, N. Barrier, S. Petit, S. Clevers and V. Dupray, Inorg. Chem. 54 (2015) 5660-5670.
[8] L. Palatinus, P. Brazda, P. Boullay, O. Perez et al., Science 355 (2017) 166-169.

Mots-clés : Chimie des matériaux, Cristallographie, Matériaux multiferroïques

Profil : étudiant(e) titulaire d'un **Master 2 en chimie, physique ou sciences des matériaux**, possédant de solides connaissances en cristallographie et physique du solide.

Date de début et de fin de projet : octobre 2017 – septembre 2019

Localisation : Laboratoire CRISMAT, 6 boulevard du Maréchal Juin, 14050 CAEN (France)
www-crismat.ensicaen.fr

Contacts :

- **Philippe BOULLAY** (DR-CNRS) philippe.boullay@ensicaen.fr 02 31 45 26 10
- **Nicolas BARRIER** (MCF-HDR) nicolas.barrier@ensicaen.fr 02 31 45 26 31