

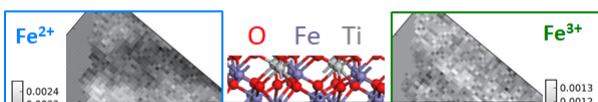
GEMaC

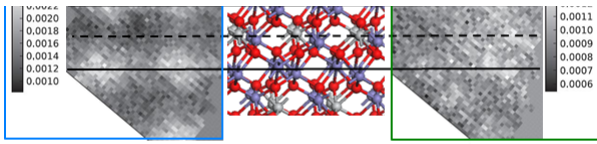
Groupe d'Étude
de la Matière Condensée

AXE2-OXYDES MAGNÉTIQUES MULTIFONCTIONNELS

Dans ces systèmes oxydes de métaux de transition, l'enjeu est de combiner plusieurs propriétés physiques intéressantes pour l'électronique moderne dans un seul matériau que l'on appelle alors un matériau multifonctionnel. Nous nous intéressons plus particulièrement au couplage de propriétés électriques et magnétiques dans des oxydes complexes (couplage magnéto-électrique ou semiconducteur magnétique). Nous étudions l'activité électrique (dopages, mécanismes de conduction) et magnétique dans ces oxydes fonctionnels plus complexes et moins explorés en termes de défauts que les semiconducteurs classiques. Mais là se situe un des enjeux de leur intégration en une électronique de demain, « tout oxyde » à fonctions versatiles et innovantes.

Un des exemples d'un oxyde fonctionnel magnétique est la solution solide $(\text{Fe,Ti})_2\text{O}_3$ de structure corindon. Via une large collaboration, nous avons mené l'étude de $\text{Fe}_{2-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$, présentant la possibilité de valence mixte (+2/+3) sur l'ion de fer, de stœchiométrie en oxygène variable, dans une approche d'induire de la



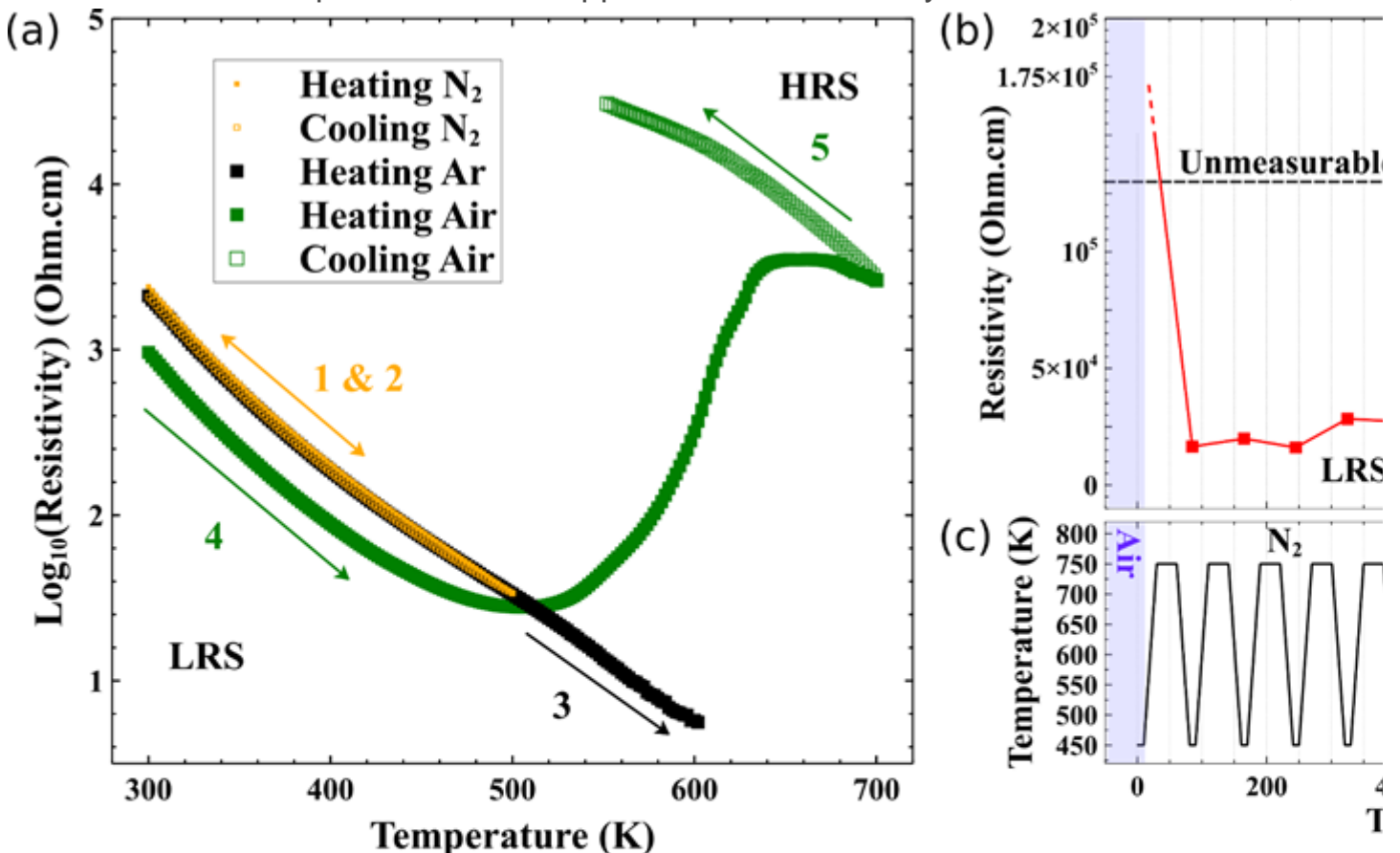


Ordre cationique et ordre de charge dans $Fe_{1.35}Ti_{0.65}O_{3-\delta}$: cartographie de poids spectral de Fe^{2+} et Fe^{3+} (Phys. Rev. Lett. 111, 167202 (2013))

polarisation en spin des porteurs de charges. L'étude des mécanismes de conductivité électronique a montré un mode par sauts activés (associés au « Efros-Shklovskii variable range hopping ») jusqu'à la température de Curie de l'ordre de 420 K, donnant des valeurs de magnétorésistance importantes (+30% à 300 K).

Une ingénierie de croissance en super-réseau de composition cationique variable permet de générer un effet Hall extraordinaire (hystérèse de magnétorésistance transverse), signature d'une polarisation en spin, cependant pas directement reliée au cycle d'aimantation. Dans ce système, nous avons démontré l'inversion de type de porteurs, de p à n via les lacunes d'oxygène.

Un autre matériau fonctionnel extrêmement versatile est un grenat magnétique. Nous étudions notamment depuis plusieurs années le grenat de bismuth et fer ($Bi_3Fe_5O_{12}$ ou BIG) qui est un composé multifonctionnel remarquable existant uniquement sous forme de couche mince. Après avoir développé la maîtrise de la synthèse de ce matériau, nous



Changement réversible de résistivité c couches minces de $Bi_3Fe_5O_{12}$ dopées à
(Adv. Funct. Mater. 1904958 (201

avons mené des études approfondies des propriétés physiques en relation avec la structure cristalline. Nous avons mis en évidence le couplage magnéto-électrique dans BIG. Par ailleurs, la réponse magnéto-optique du BIG nous a permis à la fois de valider un modèle de la structure de bande électronique ayant des gaps dans la densité d'état selon le type de porteurs et d'étudier les effets de la réduction de la dimensionnalité jusqu'à des épaisseurs de quelques mailles élémentaires. En collaboration avec l'Université de Nimègue, IJL Nancy et IPCMS Strasbourg, nous avons étudié la dynamique d'aimantation résolue en temps et mis en évidence l'effet Faraday inverse pour manipuler l'aimantation par la polarisation de la lumière. Se basant sur le calcul de la structure de bande résolue en spin, nous avons commencé l'étude du dopage cationique aliovalent du BIG pour le rendre conducteur de type p. En collaboration avec l'équipe STEM du LPS, nous visons à corrélérer le mécanisme de transport avec le dopage au niveau atomique (répartition cationique et transfert de charge).

En se basant sur ces acquis, nous nous orientons vers l'ingénierie de matériaux artificiels, avec l'enjeu de s'intéresser aux phénomènes de confinement à la fois spatial et topologique.

Actuellement, nous débutons un projet commun (SPINOXIDE) piloté par le CRHEA Sofia-Antipolis visant à la polarisation en spin des porteurs photo-générés dans ZnO. Dans ce projet nous sommes associés avec l'équipe NSP coté GEMaC et des équipes spécialisées en magnéto-optique résolue en temps de l'IPCMS-Strasbourg et du LPCNO-Toulouse. L'équipe FOX est en charge de l'épitaxie et des études magnétiques DC de ferrimagnétiques à forte polarisation de spin (Fe_3O_4 , $(\text{Fe,Ti})_2\text{O}_3$) sur nanostructures 2D ou 1D à base de ZnO.