

Spin-Momentum Locking and Ultrafast Spin-Charge Conversion in Ultrathin Epitaxial $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ Topological Insulator

AUTEURS

E. Rongione, L. Baringthon, D. She, G. Patriarche, R. Lebrun, A. Lemaitre, M. Morassi, N. Reyren, M. Mićica, J. Mangeney, J. Tignon, F. Bertran, S. Dhillon,* P. Le Fèvre, H. Jaffrès,* and J.-M. George*

Unité Mixte de Physique CNRS/Thales
Laboratoire de Physique de l'Ecole
Normale Supérieure
Synchrotron SOLEIL
Centre de Nanosciences et de
Nanotechnologies

PROJET

Bison & Spicy financés par le LabEx
NanoSaclay ANR-10-LABX-0035 (2017 -
2021 et 2020-2023) à hauteur de (160
000) €

Les matériaux quantiques, et en particulier les isolants topologiques, offrent des perspectives nouvelles pour une électronique plus efficace et moins consommatrice d'énergie. Ces matériaux, comme l'alliage de $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, sont isolants en profondeur mais possèdent à leur surface des états de conduction qui sont polarisés en spin. Ils permettent une interconversion spin-charge qui permet de convertir une population de spins issue d'un réservoir ferromagnétique en un courant de charge transverse.

Dans un travail récent publié dans *Advanced Science* et issu de la collaboration entre l'Unité Mixte de Physique CNRS/Thales, le LPENS, le C2N et le synchrotron SOLEIL, nous avons mesuré l'enroulement hélical du spin au niveau de Fermi par spectroscopie de photo-émission résolue en angle et en spin (SARPES) sur la ligne de lumière Cassiopée du synchrotron Soleil. Nous démontrons expérimentalement la relation entre le spin et le vecteur d'onde (k) des états de surfaces dans $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, « spin momentum locking » en anglais. Dans un second temps, nous avons démontré à l'aide de la spectroscopie temporelle THz d'émission que cette hétérostructure permet une interconversion efficace à l'interface $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x/\text{Co}$. Cette conversion émerge de l'effet Rashba-Edelstein inverse jusqu'à quelques nm de $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$. L'ensemble des données expérimentales analysées à l'aide d'un modèle de liaisons fortes pour le calcul de la

structure électronique permet de conclure sur l'origine interfaciale des effets de conversion liés à la nature particulière en spin des états électroniques de surface à l'interface $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x/\text{Co}$. Ces travaux apportent un regard supplémentaire sur la physique de la conversion d'interface Rashba-Edelstein inverse dans des hétérostructures ferromagnétiques/isolants topologiques. De plus, ces travaux ouvrent une nouvelle voie dans le domaine de l'émission THz avec des émetteurs spintroniques.

Référence de l'article

E. Rongione, L. Baringthon, D. She, G. Patriarche, R. Lebrun, A. Lemaitre, M. Morassi, N. Reyren, M. Mićica, J. Mangeney, J. Tignon, F. Bertran, S. Dhillon, P. Le Fèvre, H. Jaffrès, and J.-M. George, *Adv. Sci.* **2023**, 2301124.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/adv.202301124>

Figure ci-dessous

Conversion spin-charge d'interface dans $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x/\text{Co}$ via des états de surface polarisés en spin. Mesures ARPES résolues en spin de la structure hélicale de spin au niveau de Fermi sur $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ (5nm). (Inset) Dépendance en épaisseur de l'émission THz par $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x/\text{Co}$, où l'épaisseur de $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ varie de 2.5 à 15 nm.

