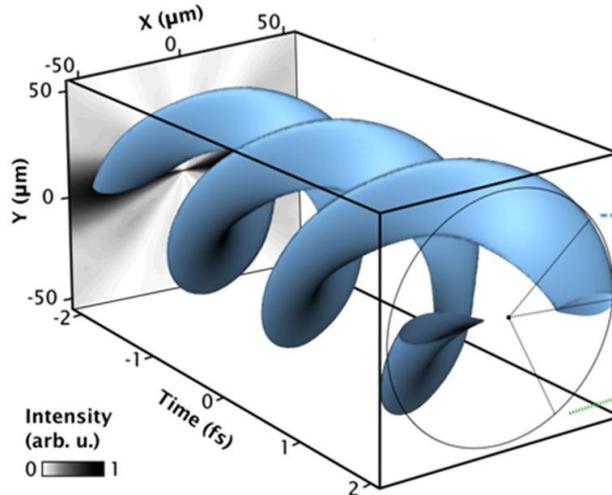




### Mesure de la structure spatio-temporelle d'un faisceau XUV attoseconde portant un moment angulaire orbital

Thierry Ruchon : tél : 01.69.08/70.10, [thierry.ruchon@cea.fr](mailto:thierry.ruchon@cea.fr)

La génération d'harmoniques d'ordre élevé ( $>> 10$ ) peut être obtenue en focalisant un faisceau laser très intense ( $10^{14}$  W par  $\text{cm}^2$ ) dans un jet de gaz, transformant ainsi un rayonnement IR femtoseconde en faisceau XUV. En général, les impulsions générées ont un profil gaussien, et ne portent pas de moment angulaire. Il y a deux ans, l'équipe ATTO du LIDYL avait montré comment leur transférer un moment angulaire de spin (MAS), ouvrant une série d'applications mettant en jeu des molécules chirales. Cette année, elle a réussi à impartir au faisceau XUV, non plus un MAS, mais un moment angulaire orbital (MAO). Les faisceaux porteurs de MAO présentent une géométrie très particulière sous forme d'anneau, associés à une singularité de phase du faisceau au centre. Les plans d'ondes associés sont des spirales. Nous avons montré que la mesure du diamètre de l'anneau est un moyen de connaître la valeur du MAO. À partir d'un faisceau générateur infrarouge porteur d'un MAO, le diamètre du faisceau de chaque harmonique en sortie reste constant sur l'ensemble du spectre.



C'est une signature directe de la proportionnalité entre l'ordre du moment angulaire et l'ordre q de l'harmonique. Quand on considère l'ensemble de ces harmoniques, on a un rayonnement de spectre très large dont le profil temporel montre des structures attosecondes. Alors que pour des faisceaux sans MAO un train d'impulsions attosecondes simples est généralement observé, ici le rayonnement présente une structure en double hélice, comme une molécule d'ADN (figure). Cette structure unique observée pour la première fois est particulièrement prometteuse pour l'étude de dynamiques électroniques ultrarapides.

Focalisé sur un jet de gaz, un faisceau IR très intense génère une impulsion XUV de quelques femtosecondes composée d'un ensemble d'harmoniques du laser fondamental, chacune porteuse d'un MAO différent. L'impulsion résultante présente une structure à l'échelle attoseconde, avec un plan d'onde ayant la forme de deux hélices imbriquées, comme une molécule d'ADN.  
© R. Généaux.

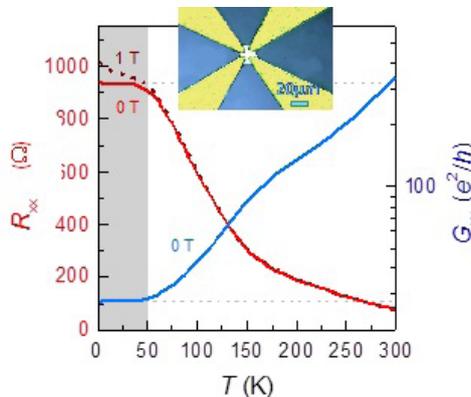


### Transport électronique par les états de surface des isolants topologiques, révélé par irradiation

Marcin Konczykowski (LSI) : tél : 01.69.33.45.03, [marcin.konczykowski@polytechnique.edu](mailto:marcin.konczykowski@polytechnique.edu)

L'intérêt des isolants topologiques réside dans les propriétés de leurs états électroniques de surface : l'absence de dégénérescence de spin et la variation linéaire de l'énergie avec le moment cinétique. Les courants portés par ces états polarisés en spin sont séparés dans l'espace, et la diffusion est fortement atténuée. Ces matériaux sont prometteurs pour des applications dans les domaines de la spintronique et du calcul quantique. Cependant, la conductivité par les états de surface est court-circuitée par la conductivité de volume produite par les lacunes et les défauts d'anti-sites. Les méthodes telles que le dopage et la croissance hors stœchiométrie n'ont pas permis de rendre plus isolants ces matériaux. Notre approche est basée sur l'introduction de défauts d'irradiation compensant les charges préexistantes. Des paires de Frenkel (lacunes et interstitiels) sont produites par un faisceau d'électrons de 2.5 MeV (SIRIUS) dans des cristaux de  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  et  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ , refroidis à 20K pour prévenir la migration des défauts. Seuls les défauts lacunaires sont préservés à température ambiante, les interstitiels étant recuits. L'effet dopant par les lacunes de Bi est de

type donneur : en fonction de la dose déposée, les échantillons de type p se transforment en type n en passant par un état à neutralité de charge (CNP). Une procédure plus fiable pour atteindre l'état CNP consiste à irradier à forte dose, très au-delà de l'inversion du type de conduction, et à procéder par la suite au recuit partiel de l'échantillon. Cette procédure nous a ainsi permis d'obtenir des échantillons de  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  et  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  qui présentent une forte résistance de volume et conduisent essentiellement par les états de surface.



En fonction de la température, la résistivité (en rouge) et la conductivité (en bleu) d'un fragment de cristal de  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  préalablement traité de la façon suivante : initialement de type p ( $p = 4 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ ), il a été irradié au-delà de la conversion de type de conductivité jusqu'à  $n = 1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ , puis recuit pendant ½ heure à 120°C. En encart, une image du cristal montrant la configuration Van der Pauw utilisée pour les mesures de transport. Des mesures de magnéto-résistance et l'application du modèle de Hikami-Larkin-Nagaoka, ont permis d'identifier deux canaux quantiques de conduction 2D, correspondant aux surfaces topologiques supérieure et inférieure.

