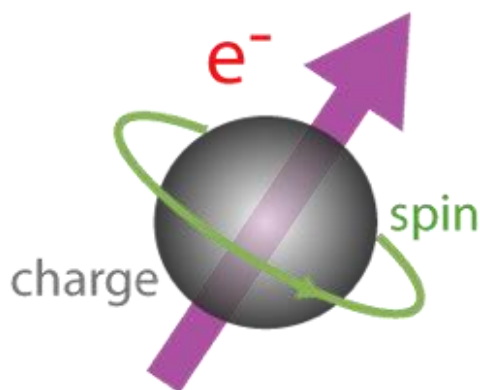


COMMUNIQUÉ DE PRESSE – 13 DÉCEMBRE 2013

## Le laboratoire de physique de la matière condensée (École polytechnique / CNRS) met en évidence un effet pouvant favoriser le transport d'électrons polarisés de spin dans les semi conducteurs

Fabian Cadiz, Alistair Rowe et Daniel Paget du Laboratoire de Physique de la matière condensée (École polytechnique/CNRS) mettent en évidence dans un article paru aujourd'hui dans *Physical Review Letters*<sup>1</sup> l'effet d'un phénomène fondamental de la mécanique quantique sur le transport d'électrons polarisés de spin dans les semi-conducteurs. Le spin, lié à la rotation de l'électron, ne peut avoir que deux états « up » ou « down », et peut donc permettre le codage binaire d'une information numérique. Or si le transport d'électrons polarisés de spins dans les métaux magnétiques est aujourd'hui bien connu, il ne l'est pas autant dans les semi-conducteurs, matériaux dont on peut contrôler l'état de conductivité. Pouvoir contrôler le transport d'électrons polarisés de spin dans les semi-conducteurs permettrait donc de pouvoir faire circuler des informations numériques complexes et ouvrir la voie à de nombreuses applications, notamment en microélectronique.



*Caractéristiques de l'électron*

### La spintronique appliquée aux semi-conducteurs

La **spintronique**, ou électronique de spin, exploite les propriétés quantiques du spin de l'électron, ce qui peut se comprendre comme une rotation de l'électron sur lui-même (voir figure) pour la réalisation de nouveaux dispositifs. Le spin est également associé à un moment magnétique pour chaque électron. L'alignement d'un grand nombre de spins donne lieu donc à une aimantation.

<sup>1</sup> F. Cadiz, D. Paget & A.C.H. Rowe, *Physical Review Letters* vol. XX, pp. XX-XX (2013)

Les techniques de spintronique, d'abord appliquées aux métaux, ont donné lieu à des applications grand public, conséquence des travaux d'Albert Fert et Peter Grünberg, lauréats du Prix Nobel de physique en 2007 pour leur découverte de la magnétorésistance géante. En revanche les recherches sont moins avancées pour les **semi-conducteurs**, tel que le silicium. L'une des caractéristiques des semi-conducteurs, utilisés de façon massive pour la microélectronique, est qu'on peut contrôler leur état de conduction. Si on parvient à maîtriser les techniques de spintronique dans les semi-conducteurs, les propriétés de ces matériaux peuvent ainsi permettre **d'activer ou non la diffusion d'informations numériques portées par le spin des électrons**.

### **Technique de pompage optique et principe d'exclusion de Pauli**

Pour les travaux qu'ils ont menés, Fabian Cadiz, Alistair Rowe et Daniel Paget ont eu recours à la technique de pompage optique, consistant à injecter des spins d'électrons dans un semi-conducteur par un laser dont on contrôle la polarisation. De cette façon ils créent une population d'électrons dont la majorité a un spin « up » et à qui est associée une aimantation de l'échantillon. Après injection, il y a généralement une déperdition d'information dans la mesure où les spins « up » et « down », en s'éloignant de leur point d'injection, se mélangent conduisant à une perte progressive de l'aimantation. Or dans ces travaux, Fabian Cadiz, Alistair Rowe et Daniel Paget démontrent que dans certaines conditions, on constate non plus une diminution mais une **augmentation de l'aimantation**.

### **Le contrôle du transport d'électrons polarisés de spin dans les semi-conducteurs : une avancée en recherche fondamentale pouvant conduire à de nombreuses applications**

L'explication de ce résultat surprenant est que, injectés à forte intensité et forte densité, les spins « up » vont s'éloigner de leur point d'entrée et avancer plus vite que les autres électrons. Ils vont donc aller plus loin en conservant leur spin d'origine. Il s'agit là de la mise en évidence d'une nouvelle propriété affectant la spintronique : la diffusion des électrons dans les semi-conducteurs dépend de leur spin grâce à un **phénomène fondamental de la mécanique quantique – le principe de Pauli**. La découverte de cet effet, ouvre également la voie à la mise en place d'un switch à spin efficace dans les semi-conducteurs et donc exploitable dans les **dispositifs micro-électroniques**. Les applications potentielles concernent **l'électronique à basse consommation et l'intégration des briques magnétiques de mémoire avec les briques de logique – les transistors**. La poursuite de ces travaux de recherche devrait permettre notamment de canaliser la diffusion des spins par un champ électrique et d'augmenter l'effet en modifiant la taille et la forme du matériau semi-conducteur.



### **CONTACTS PRESSE**

Claire Lenz    Raphaël de Rasilly  
+ 33 1 69 33 38 70 / + 33 6 30 12 42 41    + 33 1 69 33 38 97 / + 33 6 69 14 51 56  
claire.lenz@polytechnique.edu    raphael.de-rasilly@polytechnique.edu



**À PROPOS DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE** / Largement internationalisée (30% de ses étudiants, 23% de son corps d'enseignants), l'École polytechnique associe recherche, enseignement et innovation au meilleur niveau scientifique et technologique. Sa formation promeut une culture d'excellence à forte dominante scientifique, ouverte sur une grande tradition humaniste.

À travers ses trois cycles – ingénieur, master et doctorat – l'École polytechnique forme des femmes et des hommes responsables, capables de mener des activités complexes et innovantes pour répondre aux défis de la société du 21<sup>e</sup> siècle. Avec ses 20 laboratoires, tous unités mixtes de recherche avec le CNRS, le centre de recherche de l'École polytechnique travaille aux frontières de la connaissance sur les grands enjeux interdisciplinaires scientifiques, technologiques et sociétaux.

<http://www.polytechnique.edu>