

Proposition de stage de MASTER 2 et thèse Année Universitaire 2010 -2011

Effet Hall de spin pour l'injection et la détection de spin dans des nanodispositifs spintronique

L'avènement de l'électronique de spin, ou spintronique, permet d'imaginer de nombreuses applications tirant parti d'une électronique non plus basée sur la seule charge des porteurs mais également sur leur spin. Ce nouveau degré de liberté offre un moyen supplémentaire de véhiculer une information, et introduit également de nouveaux moyens de manipulation via le recours aux interactions dépendantes du spin.

Dans ce contexte, la capacité à injecter et détecter des spins dans des nanostructures est essentielle. Habituellement cela est rendu possible par le recours à des jonctions entre matériaux conducteurs ferromagnétiques (F) et non magnétiques (NM). La polarisation en spin du courant électrique lors de son parcours dans le matériau magnétique est alors transmise hors équilibre dans le matériau non magnétique, puis est détectée plus loin par une seconde interface F/NM.

Récemment un nouvel effet Hall triant les porteurs suivant leur état de spin a été observé expérimentalement dans les métaux non magnétiques. Appelé effet Hall de spin, il a pour origine fondamentale les interactions de type spin-orbite. Ce nouvel effet rend imaginable la possibilité d'injecter et détecter des spins sans avoir nécessairement recours aux matériaux magnétiques et/ou à l'application d'un champ magnétique extérieur, ce qui est à la fois conceptuellement et technologiquement très intéressant.

La mise en évidence des effets dépendants du spin est un projet expérimental ambitieux. Dans le cadre de ce sujet de stage, nous souhaitons poursuivre nos développements en cours sur l'injection/détection de spin dans des nanostructures métalliques pour en augmenter l'efficacité. Dans des structures latérales il est possible via des mesures dites « non locales » de séparer le courant de charge, ne portant pas d'information de spin, du courant de spin, seul vecteur de cette information. Ces approches permettent notamment d'étudier l'effet Hall de spin. La mise en œuvre d'une méthode expérimentale efficace de mesure sera donc développée (voir figure).

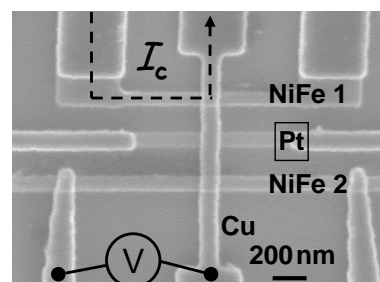


Image par microscopie électronique d'une nanostructure constituée de différents nanopistes, permettant l'injection et la détection des spins et l'étude de l'effet Hall de spin dans le fil de Pt.

En parallèle nous aborderons les études sur l'effet Hall de spin. Plusieurs enjeux majeurs existent. Tout d'abord la compréhension au niveau microscopique de ce phénomène est encore incomplète ; les processus intrinsèques au matériau ou extrinsèques (*via* les défauts) doivent être identifiés et quantifiés. Des matériaux seront développés pour cibler sélectivement les différentes origines microscopiques tout en cherchant à augmenter l'effet Hall de spin. En effet, la mise en application éventuelle de l'effet Hall de spin dépend fortement de son efficacité à injecter/détecter des spins par rapport aux méthodes habituelles. Deux pistes seront poursuivies et comparées : l'introduction d'impuretés à fort couplage spin-orbite soit dans des matrices conductrices ou soit à leur interface. Finalement nous chercherons à tirer partie des avantages intrinsèques à l'utilisation de l'effet Hall de spin pour l'implémenter dans des dispositifs pour la spintronique.

La thématique proposée se situe en recherche fondamentale avec une ouverture vers la recherche appliquée. Le stagiaire bénéficiera de l'environnement technique et scientifique du laboratoire, en particulier du savoir-faire en nanolithographie développé sur la Plateforme Technologique Avancée, et des collaborations mises en place avec les acteurs majeurs du domaine au niveau international. Ce projet est soutenu par un financement de l'ANR.

Ce sujet est proposé pour un stage de MASTER 2, un prolongement en thèse est fortement souhaité.

Formation et compétences recherchées :

Master matière condensée / physique –goût pour la physique expérimentale : élaboration, nanofabrication, caractérisation en magnéto-transport d'effets dépendantes du spin.

Contact : Laurent Vila

Tel. : 04 38 78 03 55

Laboratoire Nanostructures et Magnétisme
CEA Grenoble, INAC, SP2M, NM
17 avenue des Martyrs 38054 Grenoble
mèl: laurent.vila@cea.fr