Mesure de transport électronique de nano-objets magnétiques

Laboratoire de Physique et Chimie des Nano-Objets (LPCNO), UMR 5215, INSA-UPS-CNRS
Responsables de stage: B. Lassagne, J. Carrey (équipe Nanomagnétisme)
e-mail : benjamin.lassagne@insa-toulouse, julian.carrey@insa-toulouse.fr ; tél: 05 61 55 96 77.
page web: http://lpcno.insa-toulouse.fr/

L'interaction entre le transport électronique et le magnétisme est à la base de la spintronique. De nombreux effets résultants de cette interaction (magnétorésistance géante, magnétorésistance tunnel, transfert de spin, effet magnéto-coulomb) présentent un intérêt fondamental, mais ont aussi donné lieu à de nombreuses applications (capteurs de champs magnétiques, têtes de lecture de disques durs, oscillateurs, etc…).

Le LPCNO travaille depuis plusieurs années à l'intégration de nanoparticules (NPs) élaborées par synthèse chimique dans des dispositifs pour la spintronique. En effet, leurs propriétés magnétiques, leur taille, leur anisotropie peut être contrôlée jusqu'à l'échelle nanométrique, ce que ne permettent pas les techniques d'élaboration par voie physique. Dans ce cadre, ce stage propose à l'étudiant de prendre en charge les mesures expérimentales de transport sur deux types de système.

1. Des assemblées de NPs magnétiques : le LPCNO a réussi à mettre en évidence récemment que les NPs de fer élaborées dans le laboratoire sont polarisées en spin jusqu'à température ambiante [1]. Néanmoins de nombreuses questions restent ouvertes concernant i) le lien entre la nature des ligands organiques faisant office de barrière tunnel et la magnétorésistance tunnel observées, ii) la taille des réseaux de NPs et l'amplitude de la magnétorésistance. Durant ce stage, plusieurs échantillons élaborés afin de répondre à ces questions seront mesurés : espacement entre les électrodes variant de plusieurs microns à une centaine de nanomètres, nature des ligands organiques faisant office de barrière tunnel, etc…

2. Des nanotubes de carbones uniques décorés de NPs : le LPCNO développe actuellement des transistors à nanotube de carbone décorés de NPs dans le but de mesurer leurs propriétés magnétiques [2]. En effet, à basse température, lorsque les nanotubes de carbone sont en régime de blocage de Coulomb, ils deviennent des détecteurs d'électrons ultra-sensibles. Ainsi à chaque fois qu'un électron passe du nanotube à une NP et vice et versa, le courant traversant le nanotube est fortement perturbé. Comme ce transfert d'électrons dépend des propriétés magnétiques de la NP (c'est l'effet magnéto-Coulomb) il devient possible de déterminer ses propriétés à partir de la magnéto-résistance du nanotube. L'étudiant participera aux premières mesures de magnéto-transport sur des dispositifs à nanotube de carbone décorés de NPs magnétiques.

Moyens disponibles au laboratoire : magnétomètre et mesure de transport électronique basse température (PPMS), bâti de dépôt de couches minces (pulvérisation cathodique et évaporation) couplé à une boite à gants, diffractomètre de rayons X, testeuses sous pointes, four de croissance de nanotubes de carbone.

[1] *"Room temperature tunnel magnetoresistance in self-assembled chemically-synthesized metallic iron nanoparticles"*, J. Dugay, R. P. Tan, A. Meffre, T. Blon, L.-M. Lacroix, J. Carrey, P. F. Fazzini, S. Lachaize, B. Chaudret, and M. Respaud, Nanoletters **11**, 5128 (2011)

[2] *« Ultrasensitive Magnetometers Based on Carbon-Nanotube Mechanical Resonators »*, B. Lassagne, D. Ugnati, and M. Respaud, Phys. Rev. Lett. **107**, 130801 (2011)