

Sujet thèse / PhD subject 2026

Titre Thèse	Transport et filtrage de spin dans des jonctions moléculaires étudiés par microscopie en champ proche	
PhD Title	Spin transport and filtering in molecular junctions probed by scanning probe microscopy	
(Co)-Directeur	Stéphane Lenfant	E-mail : stephane.lenfant@univ-lille.fr
(Co)-Directeur	Thierry Mélin	E-mail : thierry.melin@univ-lille.fr
(Co)-Encadrante	Sylvie Godey	E-mail : sylvie.godey@univ-lille.fr
Laboratoire	IEMN	Web : https://www.iemn.fr/
Groupe(s)	Nanostructures, nano-Composants et Molécules	Web : https://www.iemn.fr/la-recherche/les-groupes/groupe-ncm
Projet phare principal	Projet Phare Nanocharacterization	
Financement acquis Oui ☐ Non ☒ Partiel ☐		
Financement demandé	Contrat Doctoral Etablissement ☐ ULille ☒ Centrale Lille ☐ JUNIA ☐ Région ou Autre ☐ Préciser :	Co financement (Préciser l'origine, demande en cours, et si acquis ou pas) :

Résumé

La **spintronique moléculaire** vise à exploiter le **spin de l'électron** pour développer des dispositifs nanoélectroniques **innovants**, combinant **miniaturisation**, **faible consommation** énergétique et **fonctionnalités** inédites apportées par l'utilisation de molécules. Le projet de thèse s'inscrit dans cette dynamique en explorant le **transport de spin dans des jonctions moléculaires** formées par des nano-objets ferromagnétiques recouverts de **molécules**, et étudiés par **microscopie en champ proche**, comme le *spin-polarized scanning tunneling microscope* (SP-STM) sous ultravide, à 1,5 K et sous champ magnétique (± 3 T).

Cette thèse, **fortement expérimentale**, s'articulera autour de trois axes : (i) la **fabrication de nanodots** ferromagnétiques (~ 10 nm) par lithographie électronique ; (ii) le **dépôt de molécules** organiques (métallocènes, chaînes alkyl/aromatiques thiolées) sur ces nano-objets ; (ii) la **caractérisation des propriétés** de ces nano-objets avant et après fonctionnalisation moléculaire, par STM, AFM et SP-STM notamment.

L'objectif de ces études est d'analyser la **magnétorésistance tunnel** (TMR) sur ces nano-objets avec et sans molécules [1] et d'évaluer le **filtrage de spin** sur de nouvelles molécules d'intérêt, comme le vanadocène, récemment identifié par des études théoriques comme un candidat prometteur pour le filtrage de spin [2].

Ce projet ambitionne de fournir de nouvelles connaissances permettant de **relier la structure moléculaire aux propriétés de magnéto-transport**, en particulier le filtrage de spin, guidant ainsi la conception de futurs dispositifs spintroniques moléculaires à haute performance.

Abstract

Molecular spintronics aims to exploit the **electron spin** to develop **innovative** nanoelectronic devices, combining **miniaturization**, **low energy** consumption, and **novel functionalities** provided by the use of molecules. This PhD project fits within this context by exploring spin **transport in molecular junctions** formed by ferromagnetic nano-objects coated with **molecules**, and studied **using scanning probe microscopy techniques**, such as spin-polarized scanning tunneling microscopy (SP-STM) under ultra-high vacuum at low temperature (1.5 K), and in presence of a magnetic field (± 3 T).

This **highly experimental thesis** will focus on three main axes: (i) **fabrication of ferromagnetic nanodots** (~ 10 nm) by electron-beam lithography; (ii) **deposition of organic molecules** (metallocenes, alkyl/aromatic thiol) onto these nano-objects; (ii) **characterization of the properties** of these nano-objects before and after molecular functionalization, using STM, AFM, and SP-STM in particular.

The objective of these studies is to measure the **tunnel magnetoresistance** (TMR) of these nano-objects with and without molecules [1] and to evaluate **spin filtering** on new molecules of interest, such as vanadocene, recently identified by theoretical studies as a promising candidate for spin filtering [2].

This project aims to reveal how **molecular structure controls magnetic transport properties**, especially spin filtering, to guide the development of high-performance molecular spintronic devices.

[1] Guillemin Rodary, Sebastian Wedekind, Dirk Sander and Jürgen Kirschner, *Magnetic Hysteresis Loop of Single Co Nano-islands*, 2008 Jpn. J. Appl. Phys. 47, 9013. <https://doi.org/10.1143/JJAP.47.9013>

[2] Pal, A.N., Li, D., Sarkar, S. et al. *Nonmagnetic single-molecule spin-filter based on quantum interference*. Nat Commun 10, 5565 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13537-z>