

PROPOSITION DE THÈSE
Prise de fonction à partir d'octobre 2017
Financement Université Bourgogne Franche-Comté

TITRE Caractérisations par microscopie à sonde locale des propriétés structurales et électroniques de mono-feuillets de polymères 2D

ENCADRANTS

Directeur de thèse : CHERIOUX, Frédéric, DR2 CNRS, 0363082425, frederic.cherieux@femto-st.fr (50%)

Co-directeur : PALMINO, Frank, PR1, 0381994712, frank.palmino@univ-fcomte.fr (25%)

Co-encadrant : HOURANI, Wael, McF, 0381994712, wael.hourani@femto-st.fr (25%)

LABORATOIRE D'ACCUEIL

Institut FEMTO-ST, Unité Mixte de Recherche 6174, Université de Bourgogne Franche-Comté, CNRS, 15B avenue des Montboucons, F-25030 Besançon cedex

La thèse se déroulera sur le site de Montbéliard, 4 place Tharradin 25211 Montbéliard.

<http://teams.femto-st.fr/groupe-nanosciences/>

DESCRIPTION DE LA THESE

Descriptif du travail attendu, originalité de l'approche et avancées attendues par rapport à l'état de l'art (20 lignes arial 10)

Le projet consiste à développer les premiers isolants topologiques organiques (OTIs) qui bénéficieront des avantages liés à l'utilisation des polymères (versatilité, production à bas coût, faible toxicité et bonne éco-compatibilité) tout en étant intégrables dans des dispositifs. Nos objectifs sont d'une part de démontrer que des polymères peuvent être une classe d'isolants topologiques et d'autre part de démontrer les preuves de concept pour réaliser des dispositifs électroniques ou thermoélectriques avec ces matériaux. L'étude de l'effet Hall quantique de spin grâce à l'imagerie de spin en haute résolution est également un objectif.

Le doctorant aura pour objectif de réaliser :

1) Les dépôts des monofeuillets de polymères 2D

Les nouveaux réseaux covalents seront issus de voies de synthèse originales en solution conduisant à des systèmes très organisés avec des dimensions de plusieurs dizaines de nanomètres carrés. Ces synthèses seront réalisées par les chimistes du groupe. Le doctorant aura pour mission de développer les méthodes de dispersion et de dépôt de ces feuillets sur des surfaces permettant leur observation et analyse. Pour cela, il pourra mettre en œuvre la technique de dépôt par spray sous vide ou par tournette. Ces deux équipements sont disponibles dans la plateforme Nanosciences.

2) Les caractérisations

Le doctorant caractérisera structurellement par microscopies à sonde locale les dépôts. Il pourra utiliser le STM (sous UHV et sous air) ou l'AFM (à l'air). Pour caractériser les réseaux au niveau électronique et électrique, il s'appuiera sur les techniques de spectroscopie tunnel et par AFM (C-AFM, EFM, KPFM, etc.). Grâce aux collaborations au sein du consortium du projet ANR ORGANISO, il pourra établir une cartographie en très haute-résolution de la texture électronique ou de spin de ces nouveaux matériaux et prouver leur nature d'isolant topologique organique.

Contexte national & international

La génération de nouveaux dispositifs, fondés sur des effets classiques ou quantiques, en contrôlant leurs symétries spatiale ou temporelle est un concept très générique et prometteur. Depuis quelques années, les matériaux cristallins possédant un couplage spin-orbite suffisant sont particulièrement étudiés car il est possible de manipuler la topologie de leur structure électronique en choisissant leur symétrie. Les isolants topologiques (TIs) sont des exemples de ce type de nouveaux matériaux. Les TIs sont des matériaux qui sont isolants en volume mais conducteurs sur leurs bords. Le couplage spin-orbite est assumé par la présence périodique d'éléments possédant un numéro atomique élevé. La majorité des TIs étaient identifiés préalablement comme des matériaux thermoélectriques (TEs). Ces matériaux sont des briques de base idéales pour créer des dispositifs en spintronique, en micro-électronique, en métrologie et en thermoélectricité. Ainsi, les questions relatives à leur production à large échelle, à leurs coûts de production, à leur recyclage et à leur éco-compatibilité deviennent des défis importants. Or, les TIs actuels sont tous des matériaux inorganiques constitués par des éléments toxiques ou rares qu'il convient de supprimer.

Cette thèse sera réalisée dans le cadre du projet de recherche ORGANISO qui est financée par l'ANR pour la période 2016-2020. Le consortium est constitué par FEMTO-ST (porteur), Institut Néel (Grenoble) et IPCMS (Strasbourg). Ce projet financera le salaire d'un assistant-ingénieur pour la synthèse des molécules et l'accompagnement pour la synthèse et les expériences de microscopie en champ proche. Ainsi, l'étudiant bénéficiera d'un environnement scientifique et technique de grande qualité. Il pourra aussi enrichir sa formation doctorale en participant activement aux échanges avec les membres du consortium.

Enseignement

L'étudiant(e) qui souhaite acquérir une expérience d'enseignement pourra effectuer des heures d'enseignement à l'IUT de Belfort-Montbéliard sous réserve de l'obtention d'un avenant au contrat doctoral.

Liste des principales publications de l'équipe nanosciences depuis 2012 :

Morphology and Growth Mechanisms of Self-Assembled Films on Insulating Substrates: Role of Molecular Flexibility and Entropy, J. Gaberle, D. Z. Gao, A. L. Shluger, A. Amrous, F. Bocquet, L. Nony, F. Para, C. Loppacher, S. Lamare, F. Chérioux, *J. Phys. Chem C*, 2017, 121, 4393-4403.

Towards 1D nanolines on a monolayered supramolecular network adsorbed on a silicon surface, Y. Makoudi, M. Beyer, S. Lamare, J. Jeannoutot, F. Palmino, F. Chérioux *Nanoscale*, 2016, 8, 12347-12351.

Surface-Induced Optimal Packing of Two-Dimensional Molecular Networks, G. Copie, F. Cleri, Y. Makoudi, C. Krzeminski, M. Berthe, F. Chérioux, F. Palmino, B. Grandidier, *Physical Review Letters*, 2015, 114, 066101.

Anisotropic growth of the thiophene-based layer on Si(111)-B, A. Rochefort, Y. Makoudi, A. Mailliard, J. Jeannoutot, J. Blier, F. Chérioux, F. Palmino, *Chem. Commun.*, 2014, 50, 5484-5486.

Self-assembly of a halogenated molecule on oxide-passivated Cu(110), M. El Garah, J. Lipton-Duffin, J. M. MacLeod, R. Gutzler, F. Palmino, V. Luzet, F. Chérioux, F. Rosei, *Chemistry an Asian Journal*, 2013, 8, 1813-1817.

Noncovalent Bicomponent Self-Assemblies on a Silicon Surface, B. Baris, J. Jeannoutot, V. Luzet, F. Palmino, A. Rochefort, F. Chérioux, *ACS Nano*, 2012, 6, 6905-6911.