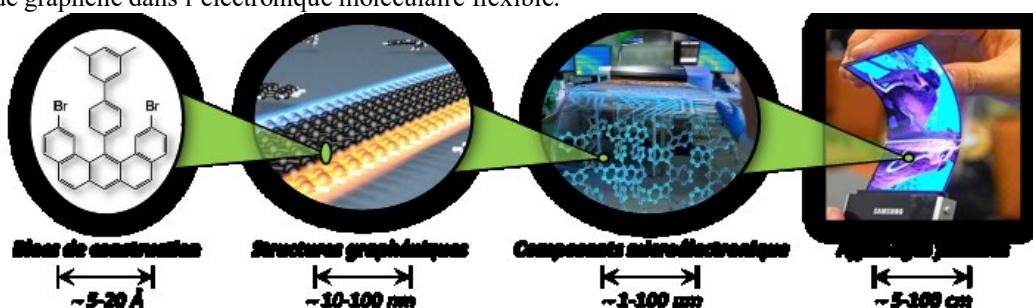


Titre Thèse Title	Towards control of structure and physical properties of graphene nanoribbons Vers le contrôle de la structure et des propriétés physiques des nanorubans de graphène	
Directeur	Kalashnyk Nataliya	E-mail : nataliya.kalashnyk@univ-lille.fr
(Co)-Directeur		E-mail :
(Co)-Encadrant (s)		E-mail :
Laboratoire(s)	IEMN	Web : https://www.iemn.fr/
Groupe(s)	NCM	Web : https://www.iemn.fr/la-recherche/les-groupe/groupe-ncm
Financement acquis ?	Oui <input checked="" type="checkbox"/> Origine : Université de Lille	Non <input type="checkbox"/>
Financement demandé	Contrat Doctoral <input type="checkbox"/>	Etablissement porteur : Univ. Lille <input type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/> JUNIA <input type="checkbox"/>
	Région <input type="checkbox"/>	Co-financement acquis : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Préciser son origine (qu'il soit acquis ou non) :
	Autre :	

Résumé :

L'engouement sur les recherches interdisciplinaires couvrant la chimie supramoléculaire, les sciences des matériaux et des surfaces, a suscité une révolution dans la conception de nouveaux dispositifs microélectroniques dotés de fonctionnalités remarquables telles que le faible poids, la flexibilité, l'extensibilité et la transparence. Un des objectifs principaux a été de trouver des substituts à la fabrication descendante conventionnelle, c'est-à-dire la photolithographie, qui nécessite un processus en plusieurs étapes comprenant l'utilisation de salles blanches, des méthodes de fabrication complexes sous vide pour les masques des circuits intégrés et la libération de nombreux déchets chimiques. Pour éviter ces problèmes, de nombreuses tentatives sont faites pour fabriquer de tels dispositifs par des *méthodes ascendantes* qui impliquent *l'auto-assemblage et la réaction* des blocs de construction moléculaires fonctionnels sur les surfaces. Suivant cette stratégie, différents composants miniaturisés intégrés à ces dispositifs - par exemple des capteurs, des transistors, des cellules solaires - doivent être interconnectés par des fils adaptés au transport électronique. Aussi, l'élaboration de nanofils conducteurs ou semi-conducteurs à l'échelle atomique à partir de précurseurs organiques apparaît comme un axe nécessaire. Il a été démontré que le taux de transfert d'électrons peut être considérablement amélioré dans les fils moléculaires plats et rigides par rapport aux fils moléculaires flexibles. Dans ce contexte, les *nanorubans de graphène* (GNR) élaborés à partir de molécules π -conjugués sont des fils conducteurs moléculaires 1D très prometteurs pour répondre aux exigences de la nanoélectronique. En effet, les GNR peuvent montrer à la fois des comportements métalliques et semi-conducteurs, et sont en fait des candidats idéaux pour les nanocircuits dans *l'électronique de prochaine génération à base de graphène*.

Ce projet est essentiellement axé sur le développement de plusieurs méthodes pertinentes pour les synthèses en surface de nanorubans de graphène en vue d'applications dans des nanodispositifs. L'étudiant devra se familiariser avec la technologie UHV, le nettoyage des monocristaux d'Au(111) avec plusieurs cycles de bombardement avec Ar⁺ et recuit ainsi qu'avec le dépôt de molécules sur cette surface métallique par épitaxie par jet moléculaire (MBE). Un recuit ultérieur de ce film moléculaire adsorbé sur le substrat métallique conduira à la formation de GNR. L'élaboration de ces nanostructures 1D est possible grâce à deux réactions en surface activées thermiquement, à savoir le couplage d'Ullmann et la cyclo-déshydrogénation. Chaque étape de la croissance des GNR sera inspectée par microscopie à effet tunnel (STM) afin d'obtenir des informations sur leur morphologie et leur structure électronique. Dans l'étape suivante, il est prévu de réaliser un contrôle photo-induit des propriétés électroniques des nanorubans de graphène à volonté et de manière réversible à l'aide d'interrupteurs moléculaires (IM). Dans ce but, deux approches distinctes seront utilisées, basées soit sur la physadsorption des IM sur la surface des GNR, soit sur un schéma de liaison covalente des IM sur les bords des GNR. Ce dernier aspect est très innovant et n'a jamais été réalisé auparavant. De ce travail il est attendu de nouvelles perspectives pour l'intégration des nanorubans de graphène dans l'électronique moléculaire flexible.



Abstract:

The focus on interdisciplinary research covering supramolecular chemistry, materials and surface sciences has sparked a revolution in the design of new microelectronic devices with remarkable features such as low weight, flexibility, scalability and transparency. One of the main objectives has been to find alternatives to conventional top-down manufacturing, i.e. photolithography, which requires a multi-step process involving the use of clean rooms, complex vacuum fabrication for IC masks and the release of a lot of chemical waste. To avoid these problems, many attempts are being made to fabricate such devices by *bottom-up methods* that involve the *self-assembly and reaction* of functional molecular building blocks on surfaces. Following this strategy, different miniaturised components embedded in these devices - e.g. sensors, transistors, solar cells - need to be interconnected by wires suitable for electronic transport. Therefore, the development of conductive or semiconducting nanowires at the atomic scale from organic precursors appears to be a necessary direction. It has been shown that the electron transfer rate can be significantly improved in flat and rigid molecular wires compared to flexible wires. In this context, *graphene nanoribbons* (GNRs) grown from π -conjugated tectons are very promising 1D molecular conducting wires to meet the requirements of nanoelectronics. Indeed, GNRs can exhibit both metallic and semiconducting behaviours, and are in fact ideal candidates for integrated circuits in *the next-generation graphene-based electronics*.

This project is mainly focused on the development of several relevant methods for on-surface syntheses of graphene nanoribbons for applications in nanodevices. The student will be familiarized with UHV technology, cleaning of Au(111) single crystals with several sputtering/annealing cycles and deposition of molecules on this metal surface by molecular beam epitaxy (MBE). Subsequent annealing of these molecular films adsorbed on the metal substrate will lead to the formation of GNR. The development of these 1D nanostructures is possible through two thermally activated surface reactions, namely Ullmann coupling and cyclo-dehydrogenation. Each step of the GNR growth will be monitored by scanning tunneling microscopy (STM) to obtain information on their morphology and electronic structure. In the next step, it is planned to achieve a photo-induced control of the electronic properties of graphene nanoribbons at will and in a reversible way using molecular switches (MS). For this purpose, two distinct approaches will be used, based either on the physisorption of MSs on the surface of the GNRs, or on a covalent bonding of the MSs to the edges of the GNRs. This last aspect is very innovative and has never been done before. From this work, new perspectives are expected for the integration of graphene nanoribbons in flexible molecular electronics.