

Monsieur Hieu PHAM SY

### Molécules et Matière Condensée

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*ELABORATION D'ELECTRODES TRANSPARENTES A BASE DE NANOFILS METALLIQUES SUR SUPPORT SOUPLE EN VUE D'APPLICATIONS POUR DES CELLULES PHOTOVOLTAIQUES ORGANIQUES ET DES DIODES ELECTROLUMINESCENTES ORGANIQUES*

dirigés par Monsieur Rachel DESFEUX et Philippe LECLERE  
Co-tutelle avec l'Université de Mons (BELGIQUE)

Soutenance prévue le **mardi 29 mars 2022** à 15h00  
Lieu : Université de Mons Campus Plaine Avenue Victor Maistriau 7000 Mons,  
Belgium Salle : Mirzakhani (bât. De Vinci 1er étage)

#### Composition du jury proposé

M. Rachel DESFEUX	Université d'Artois	Directeur de thèse
M. Philippe LECLÈRE	Université de Mons	Co-directeur de thèse
M. Anthony FERRI	Université d'Artois	Examineur
M. Rony SNYDERS	Université de Mons	Examineur
M. Thierry MELIN	Université de Lille	Rapporteur
M. Pascal CARRIERE	Université de Toulon	Examineur
Mme Sophie BARRAU	Université de Lille	Rapporteuse

#### Résumé :

Les électrodes transparentes font partie intégrante de nombreux dispositifs optoélectroniques, notamment les cellules solaires, les écrans tactiles et les OLED. Les électrodes transparentes de nouvelle génération sont développées sur la base de trois facteurs physiques principaux : une conductivité électrique élevée, une transparence élevée et une flexibilité élevée. De nos jours, les électrodes transparentes utilisent principalement des matériaux ITO, promettant une faible résistance inférieure à 50 Ohm/sq à une transmittance supérieure à 90 %. Cependant, l'indium est un élément de terre rare ; le manque de flexibilité et le coût élevé est aujourd'hui un obstacle important à son développement. Ainsi ces dernières années, les limites des technologies actuelles pour la réalisation d'électrodes transparentes flexibles à faible coût ont stimulé la créativité des chercheurs pour le développement de divers matériaux innovants, l'un des volets étant le développement de dispositifs optoélectroniques à base de nanofils métalliques. Ces derniers présentent des propriétés supérieures aux ITO traditionnels, telles que la conductivité électrique et la flexibilité. De plus, le faible coût de production et les techniques de fabrication simples permettent un large éventail d'utilisations industrielles. Dans cette thèse, nous avons présenté notre compréhension des réseaux de nanofils d'argent et de leurs applications. Nous présentons quatre problématiques principales. Premièrement, nous avons étudié et synthétisé avec succès des nanofils d'argent par la méthode des polyols. L'étude et la comparaison des propriétés avec des produits commerciaux donnent des résultats relativement bons. Deuxièmement, nous avons étudié les propriétés physiques de nanofils métalliques, y compris les propriétés électriques et les propriétés mécaniques à l'échelle nanométrique par Microscopie à Force Atomique (AFM) visant à apporter fiabilité, précision et adaptabilité à l'application de cette technologie pour fabriquer des dispositifs optoélectroniques organiques. La méthode « conducting- AFM » (c-AFM) a été utilisée pour caractériser le comportement électrique de réseaux de nanofils à plusieurs positions de l'électrode transparente. Les propriétés mécaniques des nanofils métalliques comme le module de rigidité ont été étudiées par la technique « Peak Force Nanomechanical Microscopy » (PF-QNM). Nous les avons décrites et recalculées à l'échelle nanométrique, montrant que ces nanofils sont très prometteurs pour le développement d'électrodes transparentes souples. Troisièmement, nous avons fabriqué des électrodes transparentes de hautes performances par la méthode d'électrodéposition. Une structure noyau-coquille a été fabriquée avec succès et a grandement amélioré la résistance de feuille ( $R_s$ ) sans affecter la transmission et la rugosité de surface de l'électrode. De plus, cette structure ne modifie pas la fonction de travail de l'électrode, ce qui la rend adaptée à la conception et à la fabrication de dispositifs optoélectroniques organiques. En particulier, nous présentons également notre étude du vieillissement des électrodes transparentes basée sur l'étude des propriétés électriques du réseau de nanofils. Enfin, nous modélisons et fabriquons avec succès le dispositif OLED organique orange basé sur les électrodes constituées de nanofils métalliques.