

Sujet thèse / PhD subject 2025

Titre Thèse	Elaboration de matériaux associant cellulose et nanotubes de carbone en vue d'applications électroniques	
PhD Title	Development of materials combining cellulose and carbon nanotubes for electronic applications	
(Co)-Directeur	Tuami LASRI	E-mail : tuami.lasri@univ-lille.fr
(Co)-Directeur		E-mail :
(Co)-Encadrant (s)	Pierre-Yves CRESSON	E-mail : pierre-yves.cresson@univ-lille.fr
Laboratoire	IEMN	Web : https://www.iemn.fr/
Groupe(s)	MITEC	Web : https://www.iemn.fr/en/la-recherche/les-groupes/mitec
Projet phare principal	Matériaux pour des technologies en rupture	
Thèse fléchée Flagships IEMN ?	Non : Flagship concerné :	
Demande de labellisation Université de Lille (GREAL, labellisée)	Non : Label :	
Financement acquis Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> Partiel <input type="checkbox"/>	Si acquis (total ou partiel), préciser : (contrat, organisme, Université étrangère, ,) :	
Financement demandé	Contrat Doctoral Etablissement	ULille <input checked="" type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/> JUNIA <input type="checkbox"/>
	Région ou Autre <input type="checkbox"/> Préciser :	Co financement (Préciser l'origine, demande en cours, et si acquis ou pas) :

Résumé (français) / Abstract (anglais)

Les substrats à base de cellulose ont des propriétés mécaniques, diélectriques et thermiques, comparables à celles des substrats pétrosourcés, qui facilitent leur exploitation pour la réalisation de dispositifs électroniques. La cellulose est une ressource renouvelable créée à partir de plantes qui offre la possibilité d'atténuer l'impact environnemental lié au flux croissant de déchets électroniques. Au cours de la dernière décennie, le nombre de publications et de brevets portant sur l'utilisation de la cellulose ou des nano fibres de cellulose a été multiplié par 10. La recherche sur les matériaux composites associant cellulose et nanotubes de carbone (CNT) s'est aussi développée car ces matériaux offrent diverses caractéristiques qui peuvent être contrôlées en faisant varier la combinaison cellulose - CNT.

Le doctorant débutera par une recherche bibliographique exhaustive, puis il se consacrera uniquement sur les esters de cellulose ou d'amidon qui présentent l'avantage d'être hydrophobes et qui sont encore peu utilisés à l'heure actuelle. La possibilité d'ajuster les propriétés diélectriques et thermiques de ces composites à matrice biopolymère, par dispersion de nanotubes de carbone simple/double feuillets à des concentrations variables, sera alors investiguée. Le doctorant participera à l'élaboration des matériaux et réalisera les caractérisations diélectrique et thermique.

La connaissance de la conductivité thermique et de la permittivité diélectrique sont essentielles pour permettre le développement de matériaux émergents (possiblement anisotropes) en électronique. Le doctorant reprendra et optimisera des méthodes expérimentales déjà existantes pour la caractérisation de matériaux en couches épaisses et minces. Pour la permittivité diélectrique, les méthodes de mesure sont basées sur des lignes de transmission ou des structures résonantes. Pour la conductivité thermique, 2 méthodes de mesures sont possibles : la microscopie thermique à sonde locale (SThM) et la méthode dite 3-omega.

Suivant les résultats obtenus, de nombreuses applications sont envisageables. Les composites associant cellulose et CNT sont utilisés par exemple, dans des capteurs capables de détecter certaines substances chimiques car leurs propriétés et leur sensibilité peuvent être modifiées en changeant les mélanges. Ces dernières années, des gels à base de cellulose et CNT se sont relevés être des matériaux prometteurs pour le développement de supercondensateurs, pour la réalisation de dispositifs optiques ou thermoélectriques et d'absorbants électromagnétiques

Abstract

Cellulose substrates have mechanical, dielectric and thermal properties, among other properties, that facilitate their use in the realization of electronic devices. Cellulose is a renewable resource created from plants that may provide the opportunity to reduce the negative environmental impact of a growing electronic waste stream. In the past decade, the number of publications and patents on cellulose and nano fiber cellulose (NFC) increased tenfold. Research on composite materials of cellulose and carbon nanotubes (CNTs) has been expanding because these materials exhibit various characteristics that can be controlled by varying the mixture of cellulose and CNTs.

The PhD candidate will therefore begin with a large bibliographic research on the topic. Then he/she will focus on cellulose esters or starch esters which have the advantage of being hydrophobic and are still little used today. It will be explored the possibility of tuning dielectric and thermal properties of bio-based polymer composites by dispersing single-walled/double-walled carbon nanotubes at several concentrations. To meet this challenge, the PhD candidate will participate in the development of materials and will be in charge of the dielectric and thermal characterizations.

Thermal conductivity and dielectric permittivity measurements are essential to increase the use of emerging materials (possibly anisotropic) in electronics. The PhD candidate will improve experimental methods already existing that can be used for thick and thin layer materials. For dielectric permittivity measurement, the methods use transmission lines or resonant structures. For thermal conductivity measurement, 2 methods are available: scanning thermal microscopy (SThM) or the so-called 3-omega method.

Depending on the results obtained, many applications are possible. Composites of cellulose and CNT can, for example, be used as sensors that can detect certain chemical substances because their properties and sensitivity can be modified by changing the mixture ratio. In recent years, gels of cellulose and CNTs are considered promising materials for the development of supercapacitors, optical devices, thermoelectric devices and microwave absorbers.