

Avis de Soutenance

Monsieur Guido PERRIN

Chimie

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Couches de conversion photonique basées sur des matériaux photoémissifs pour améliorer l'efficacité de conversion des cellules solaires photovoltaïques

dirigés par Madame Conchi ANIA et Monsieur Mohammed AYAD

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : CEMHTI - Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute Température et Irradiation

Soutenance prévue le **mercredi 17 décembre 2025** à 9h00

Lieu : 1D Avenue de la Recherche Scientifique, 45000 Orléans

Salle : Sadron

Composition du jury proposé

Mme Conchi ANIA	Université d'Orléans	Directrice de thèse
Mme Ana Paula DE CARVALHO	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	Rapporteure
M. Cornel STAN	Gheorghe Asachi Technical University of Iași	Rapporteur
M. Benoît CAGNON	Université d'Orléans	Examineur
M. Mahfoud ABDERREZEK	Unité de Développement des Equipements Solaires UDES	Examineur
Mme Encarnacion RAYMUNDO PINERO	CNRS Orléans	Examinatrice
M. Mohammed AYAD	Unité de Développement des Equipements Solaires UDES	Invité
Mme Alicia GOMIS BERENGUER	University of Alicante	Invitée

Mots-clés : cellules solaires, nanomatériaux carbonés, rayonnement visible et UV, efficacité, photoluminescence,

Résumé :

Dans un contexte marqué par un réchauffement climatique à l'échelle planétaire et la hausse des prix de l'énergie, la nécessité de mettre un terme à notre dépendance envers les énergies fossiles se fait de plus en plus entendre. Parmi les nombreuses alternatives existantes à ce jour, le photovoltaïque a d'ores et déjà démontré être une solution viable, que ce soit grâce au faible coût et au vaste choix des matériaux nécessaires pour leur fabrication ainsi qu'à l'incroyable progression des performances des cellules solaires photovoltaïques au cours des 25 dernières années. Malheureusement, la conversion de l'énergie solaire en électricité advenant avec ces technologies n'a lieu qu'avec une infime fraction de la lumière correspondant à la lumière visible, ce qui limite grandement leur potentiel. Plusieurs solutions, basées sur des matériaux de natures différentes, sont à l'étude pour élargir le domaine d'absorption des cellules solaires. Parmi ces solutions, on trouve notamment des matériaux de conversion spectrale, capables d'absorber les rayons IR ou UV et de les réémettre dans le spectre visible, permettant de surmonter le problème d'inadéquation spectrale des cellules solaires afin d'exploiter pleinement le spectre solaire. De telle façon, il est non seulement possible d'accroître les performances des cellules solaires photovoltaïques mais aussi leur durée de vie en limitant la dégradation des matériaux sous exposition UV. Parmi les exemples de matériaux de conversion photonique se trouvent les 'quantum dots' (points quantiques) dont les propriétés physicochimiques et leur application potentielle dans un vaste éventail de domaines (notamment dans le domaine de l'électronique), leur ont valu le prix Nobel de Chimie en 2023. La plupart des matériaux points quantiques sont chers car ils sont conçus à partir de métaux rares ; il est toutefois possible de fabriquer des matériaux similaires entièrement à base de carbone : les 'carbon dots' (points de carbone). Cette thèse présente l'étude des propriétés optoélectroniques de carbon dots synthétisés à partir de précurseurs variés (N-hydroxyphalimide, épines de pin) via différentes approches de type bottom-up (calcination flash et synthèse hydrothermale assistée par micro-onde). Une caractérisation approfondie de leur composition chimique (XPS, FTIR, TPD-MS) indique la présence de divers groupements fonctionnels impliqués dans les mécanismes de photoluminescence de ces nanoparticules de carbone. C'est notamment le cas des groupements oxygénés, en particulier COOH, C=O et -OH dont les contributions au spectre d'émission ont pu être évaluées. Une passivation des groupements de surface par synthèse hydrothermale assistée par micro-onde ou par l'insertion de cations métalliques a été réalisée, ayant pour effet de stabiliser davantage l'environnement électronique à la surface des nanoparticules et d'accroître l'intensité de la photoluminescence émise. Les matériaux ont ensuite été appliqués sur différents types de cellules solaires (silicium, cellules à colorant, pérovskites) pour en évaluer l'impact. Il en a résulté que la position de la couche de conversion photonique au sein même de la structure des cellules solaires était importante. Dans le cas général, l'application des couches de conversion photonique a généré une augmentation de l'intensité de courant de court-circuit due à la création de nouvelles charges, pouvant atteindre 2.9 % d'augmentation de la conversion pour les cellules solaires à base de silicium, et de 16.9 % pour les cellules à colorant.