



Avis de Soutenance

Monsieur Eddy SAINTAIME

Physique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Etudes et modélisations des substrats ultra-minces de silicium et de leur application au photovoltaïque

dirigés par Monsieur ESIDOR NTSOENZOK

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 **jeudi 17 décembre 2020** à 10h00

Lieu : Rue Charles Sadron Campus CNRS-Orléans 45100 Orléans

Salle : SADRON

Composition du jury proposé

M. ESIDOR NTSOENZOK	Université d'Orléans	Directeur de thèse
Mme ANNE MIGAN-DUBOIS	Sorbonne Université	Rapporteuse
Mme NATHALIE MANGELINCK-NOEL	CNRS Marseille	Rapporteuse
Mme NATHALIE BATUT	Université de Tours	Co-directrice de thèse
M. JEAN-PHILIPPE BLONDEAU	Université d'Orléans	Co-directeur de thèse
M. MUSTAPHA LEMITI	Université Lyon 1	Examineur
M. ISIDRO MARTIN	Universitat Politècnica de Catalunya	Examineur
Mme NICOLE DOUMIT	Université de Tours	Examinatrice
M. DIEUSEUL PREDELUS	Université d'Etat d'Haïti	Invité

Mots-clés : Silicium, couches minces, photovoltaïque, implantation hydrogène, simulations, cellules tandem

Résumé :

Les cellules solaires à base de silicium mono et multi cristallin dominent le marché du photovoltaïque. En effet, plus de 90% des panneaux sur le marché sont à base de silicium. Cependant, il se pose au moins deux problèmes majeurs qui impactent les cellules à base de ce matériau. D'abord, leur rendement au laboratoire est de 26,3%, une valeur proche de la limite théorique de 29,4% d'après la théorie Shockley Queisser. Ensuite, le coût de production des cellules à base de silicium est élevé à cause entre autres, des pertes de matière première. Ces deux problématiques ont été abordées d'une part en réduisant l'épaisseur du silicium et d'autre part en intégrant ces couches dans une structure tandem. Pour absorber le spectre solaire, classiquement on utilise des couches de 200µm, alors que des épaisseurs inférieures à 100 µm seraient suffisantes. L'implantation d'hydrogène à haute énergie permet de réaliser des substrats d'épaisseur variant de 15 à 100 µm. Ainsi, nous avons obtenu des substrats de 48 et 70 µm avec des énergies d'implantation respectivement de 2 et 2,5 MeV. C'est un procédé fiable et reproductible. Cependant, la réduction de l'épaisseur peut entraîner une création importante de défauts dans le substrat si un traitement n'est pas appliqué après le détachement. Des études par simulation, sous le logiciel SILVACO-TCAD, nous ont permis d'étudier l'impact des recombinaisons en surface et en volume sur les performances des cellules solaires à base de couches minces de silicium cristallin. Des mesures de durées de vie des porteurs minoritaires photo générés par la méthode Quasi- Steady- State Photoconductance (QSS-PC) ont été réalisées afin de mesurer l'impact des contraintes résiduelles après le détachement. Par ailleurs, nous avons utilisés ces films de silicium pour servir de cellule Bottom (cellule d'en bas) dans des structures de type tandem. Des simulations sur le logiciel SCAPS-1D ont été réalisées pour étudier les performances d'une telle cellule combinant le CZTS (Copper, Zinc, Tin, Sulfide) (Top cell, cellule d'en haut) et le silicium cristallin en couche mince (Bottom cell) dont un rendement de conversion de plus de 27% a été obtenu.