

# Application de la technique de caractérisation Capacité-Tension à l'étude des cellules tandem

Cyril LEON<sup>1</sup>, Aurore BREZARD-OUODOT<sup>1</sup>, Sylvain LE GALL<sup>1</sup>, Marie-Estelle GUEUNIER-FARRET<sup>1</sup>, Jean-Paul KLEIDER<sup>1</sup>, Laura VAUCHE<sup>2</sup>, Karim MEDJOUBI<sup>2</sup>, Elias VEINBERG VIDAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GeePs; CNRS UMR 8507; CentraleSupélec, Univ Paris-Sud; Sorbonne Université; 11 rue Joliot-Curie, Plateau de Moulon, 91192 Gif-sur-Yvette

<sup>2</sup> Univ. Grenoble Alpes, CEA, LETI, LITEN, INES, Grenoble 38000, France

En décembre 2015, une feuille de route a été publiée au cours de la COP21, initiée par l'Institut Photovoltaïque d'Île de France (IPVF) avec 10 autres instituts dans le monde, nommée "30- 30- 30". Elle vise à atteindre une efficacité de conversion de 30 pour cent pour les modules PV à 30 cents par Watt en 2030. L'objectif de 30% de rendement est difficile, voire impossible, à atteindre avec des cellules solaires à simple jonction. Il devient donc incontournable de développer des cellules multi-jonctions et en particulier des cellules tandem.

L'étude présentée ici s'inscrit dans cette problématique et consiste à mesurer la caractéristique capacité-tension (C-V) pour chacune des sous-cellules de la cellule tandem. D'après la littérature, cette technique de caractérisation est largement utilisée sur des cellules simples : le tracé de  $1/C^2$  en fonction de V présente une variation linéaire dont la pente permet la détermination de la concentration de dopants, et l'extrapolation à l'origine de cette partie linéaire permet d'extraire la hauteur de la barrière de la jonction. Toutefois, on retrouve peu d'études témoignant d'une application de cette technique aux cellules tandem.

De fait, nous avons pu vérifier, par des mesures effectuées sur une cellule tandem de type III-V sur silicium fabriquée au CEA-LETI (Fig. 1), que le tracé de  $1/C^2$  en fonction de V de la cellule tandem n'est pas linéaire. Nous proposons ici une méthode non destructive simple permettant de mesurer séparément la caractéristique C-V de chaque sous-cellule : la cellule tandem est éclairée par un laser dont la longueur d'onde est choisie pour saturer l'une des sous-cellules. On retrouve alors bien une linéarité de  $1/C^2$  en fonction de V. L'analyse des résultats expérimentaux et leur comparaison avec des résultats issus de la modélisation à l'aide du logiciel SILVACO Atlas, ont permis de valider la technique et de montrer qu'il est ainsi possible de remonter aux paramètres clés de chacune des sous-cellules : densité de dopage, et hauteur de barrière grâce à l'élimination du couplage électronique des sous-cellules engendré par l'éclairement "sélectif" (Fig. 2).

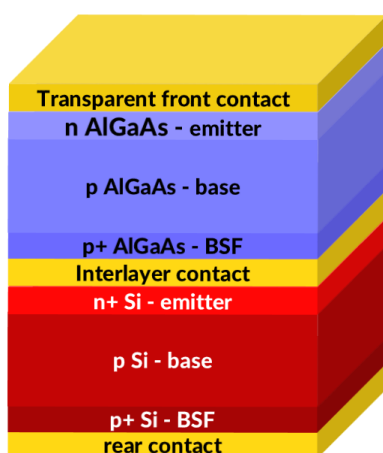


Figure 1 : Schéma simplifié de la cellule tandem III-V sur Si simulée où la jonction tunnel est approximée par un contact transparent avec une forte résistance linéique.

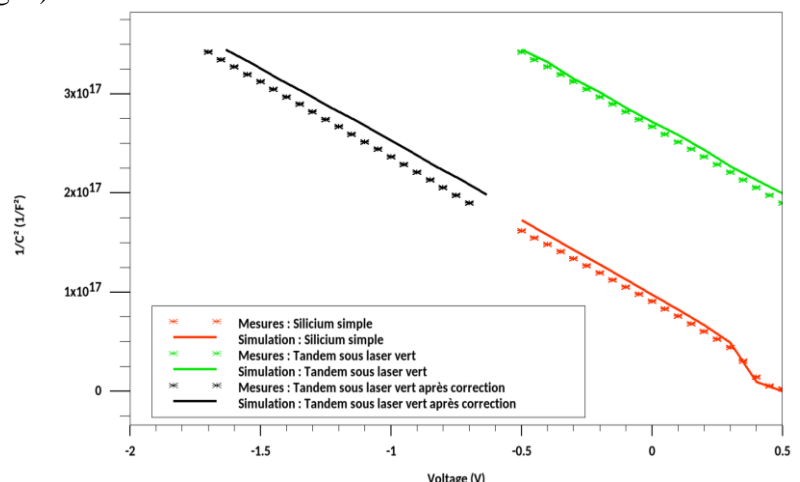


Figure 2 : Comparaison entre les mesures expérimentales effectuées sur une cellule tandem et sur une des sous-cellules de silicium avec la modélisation des courbes  $1/C^2$  vs V