

# Caractérisation et modélisation d'une cellule tandem AlGaAsSb/GaSb

Lucas Gavotto, Joanna Kret, Stéphanie Parola, Frédéric Martinez, Yves Rouillard, Eric Tournié, Yvan Cuminal  
IES, Univ. Montpellier, CNRS, F-34000, Montpellier, France

A l'heure actuelle, les meilleurs rendements en conversion photovoltaïque sont obtenus à partir de cellules multijonctions [1]. Au-delà de 4 jonctions, les gaps optimaux se répartissent sur une gamme de 0.5 eV à 2 eV. Les alliages III-Sb (*i.e.*, Gasb, AlGaAsSb, AlInAsSb et InGaAsSb) sont de bons candidats pour cette application, avec des gaps compris entre 0.27eV et 1.64eV et la possibilité de réaliser une croissance monolithique en accord de maille sur GaSb. Dans ce contexte, ce travail présente la fabrication, la caractérisation et la modélisation d'une cellule tandem AlGaAsSb/GaSb fabriquée à l'IES. Cette cellule tandem a été conçue pour constituer la partie inférieure d'une cellule 4-jonctions.

La cellule tandem étudiée est composée d'une jonction « Top » en  $\text{Al}_{0,263}\text{Ga}_{0,737}\text{As}_{0,02}\text{Sb}_{0,98}$  (1.06eV) et d'une jonction « Bottom » en GaSb (0.72eV) (Fig. 1). Une cellule simple jonction en  $\text{Al}_{0,263}\text{Ga}_{0,737}\text{As}_{0,02}\text{Sb}_{0,98}$  (1.06eV) a également été fabriquée afin d'évaluer l'évolution des performances de la jonction en alliage quaternaire lors de son intégration dans la cellule tandem. Les deux cellules ont été crues par Épitaxie par jets moléculaires sur un substrat de GaSb (croissance monolithique en accord de maille).

Les méthodes usuelles de caractérisation (I-V et Réponse Spectrale) ont permis d'extraire les paramètres de la cellule simple jonction. La caractérisation de la réponse spectrale de la cellule tandem nécessite l'utilisation de biais optiques et électriques afin de mesurer la réponse spectrale de chaque sous-cellule [2]. Lors de nos premières caractérisations, nous avons observé que les faibles valeurs de résistances de shunt de nos cellules ne permettaient pas d'obtenir la réponse réelle de chaque sous-cellule et ce quelles que soient les conditions de bias [2]. Dans ce travail, nous proposons une procédure permettant d'obtenir la réponse spectrale réelle de chaque sous-cellule malgré ces faibles valeurs de résistance de shunt. Pour cela, nous utilisons un modèle petit signal de la cellule tandem, dont les paramètres sont extraits des caractérisations statiques (I-V) sous obscurité et sous bias optique.

Les réponses spectrales ainsi obtenues sont modélisées avec un modèle physique (TCAD), développé au sein de l'IES, afin d'en extraire les paramètres physiques des matériaux. Une attention particulière est portée sur la comparaison des réponses spectrales des cellules AlGaAsSb, simple jonction et tandem (Fig. 2). L'extraction des paramètres physiques des cellules permet d'évaluer l'impact de l'intégration au sein d'une cellule tandem sur les performances des sous cellules AlGaAsSb.

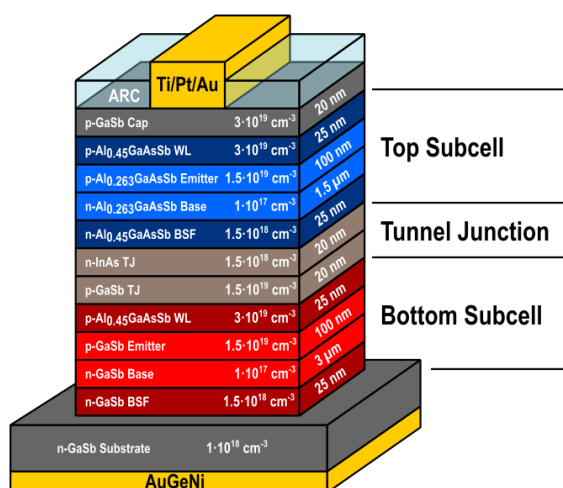


Figure 1 : Architecture de la cellule tandem AlGaAsSb/GaSb

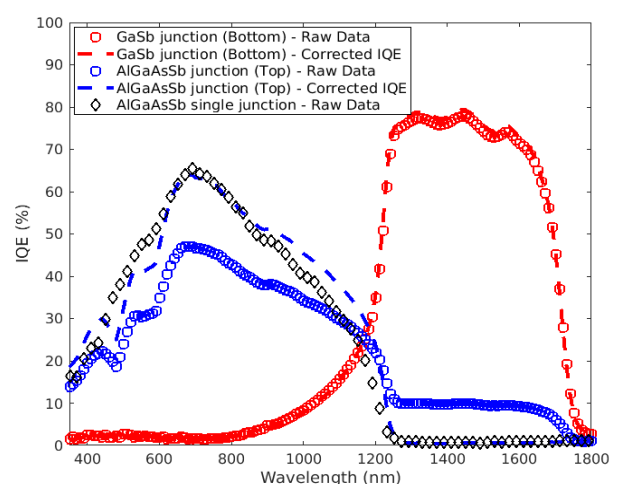


Figure 2 : IQE des cellules étudiées (single et tandem)

[1] M. Green, E. Dunlop, J. Hohl-Ebinger, M. Yoshita, N. Kopidakis, and X. Hao, "Solar cell efficiency tables (version 57)," *Prog. Photovoltaics Res. Appl.*, vol. 29, no. 1, pp. 3–15, 2021, doi: 10.1002/pip.3371.

[2] Meusel, M., Baur, C., Létay, G., Bett, A. W., Warta, W., & Fernandez, E. (2003). Spectral Response Measurements of Monolithic GaInP/Ga(In)As/Ge Triple-Junction Solar Cells: Measurement Artifacts and their Explanation. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 11(8), 499–514. <https://doi.org/10.1002/pip.514>