

Récentes études d'optimisation de cellules solaires tandem à trois terminaux à base de pérovskite

Koffi Ahanogbe¹, James P. Connolly¹, Sylvain Le Gall¹, Marie-Estelle Gueunier-Farret¹, Solenn Berson², Anne-Sophie Ozanne², Zakaria Djebbour^{1,3}, Jean-Paul Kleider¹.

¹ Université Paris-Saclay, CentraleSupélec, CNRS, Laboratoire de Génie Electrique et Electronique de Paris, 91192, Gif-sur-Yvette, France.

Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Génie Electrique et Electronique de Paris, 75252, Paris, France

² CEA, LITEN, INES, Department of Solar Technologies, F-73375 Le Bourget du Lac, France

³ Département des Sciences Physiques, UVSQ, Université Paris-Saclay, 45 Av. des États-Unis, 78035 Versailles CEDEX, France.

Pour aller au-delà du rendement de conversion tout en conservant comme base le silicium qui est abondant et bon marché, les cellules multijonctions constituent la voie royale. Une solution consiste à le coupler à un autre semi-conducteur ayant une bande interdite plus grande dans une configuration de cellules en tandem à 2 ou 4 terminaux. Un nouveau concept très prometteur de cellules tandem à 3 terminaux (3T) à barrière sélective d'offset de bandes (3T-SBOB) [1, 2] a été développé au GeePs et présente de nombreux avantages par rapport aux cellules à 2 et à 4 terminaux.

Le projet ANR THESIS a pour but de réaliser des démonstrateurs de cellule tandem 3T-SBOB dont la structure est présentée sur la figure 1. La cellule top à base de pérovskite absorbe et convertit la partie supérieure du spectre du rayonnement solaire. La cellule bottom en silicium cristallin à contacts interdigités en face arrière (IBC), permet quant à elle d'absorber la partie inférieure du spectre. Ce concept de tandem 3T permet de s'affranchir de la contrainte d'accord de courant observée pour les cellules tandems 2T et de contact intermédiaire entre les deux sous-cellules de tandem 3T classique.

Dans ce travail, nous présentons les performances évaluées par modélisation numérique 2D grâce au logiciel ATLAS de Silvaco. Le fonctionnement physique de ce nouveau dispositif est examiné en utilisant les paramètres des matériaux élaborés au CEA-INES. La figure 2 montre que la réponse spectrale dépend de l'épaisseur de la cellule Pérovskite (Pk). En effet une variation d'épaisseur de la pérovskite permet d'observer un décalage de l'absorptance vers la droite (flèche 1), une légère augmentation de l'absorption dans le silicium pour des rayons de 800 nm à 900 nm (flèche 2) et une perte importante pour les longueurs d'onde comprises entre 900 et 1000 nm (flèche 3). On note aussi de fortes réflexions en face avant et aux interfaces Pk/SBOB/Si. Enfin les oscillations de EQE pour les longueurs d'ondes > 800 nm en dessous du gap de la Pk (**fig 2**) témoignent de l'existence des interférences qui sont liées à l'empilement multicouche (**fig1**). Ces résultats de modélisations ont permis de donner des pistes pour une première optimisation dans la fabrication de cellules 3T. Une optimisation plus fine sera menée à partir des résultats de caractérisations électriques effectuées sur ces premières cellules.

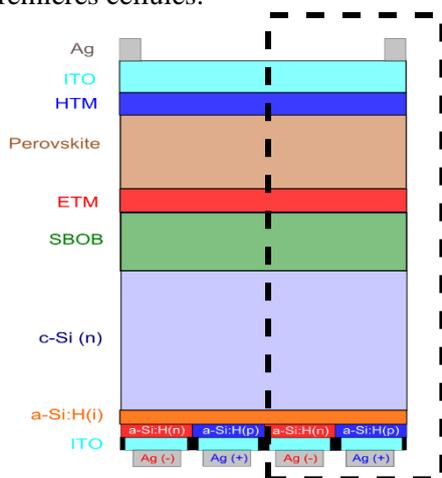


Fig 1: Cellule tandem 3T Pk/Silicium

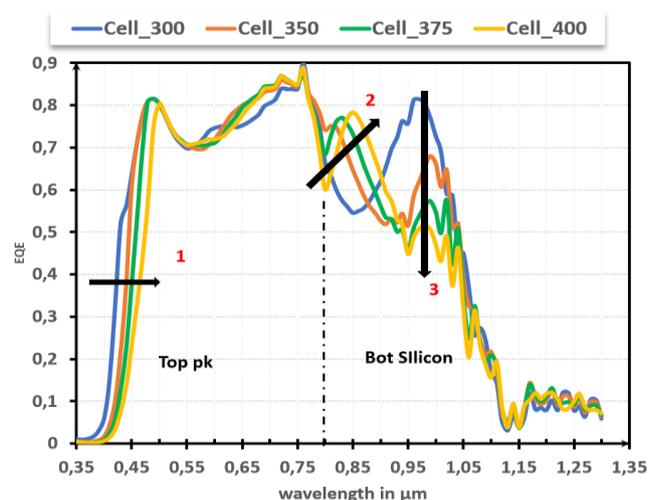


Fig 2: EQE tandem 3T fonction de l'épaisseur pk

[1] Djebbour Z, El-Huni W, Migan Dubois A, Kleider J-P, " Bandgap engineered smart three-terminal solar cell: New perspectives towards very high efficiencies in the silicon world", Prog Photovolt Res Appl 27, 306-315 (2019)

[2] Djebbour Z., El- Huni W., Kleider J.P., Migan-Dubois A., "Photovoltaic Cell", Patent of International publication number: WO 2017/093695 A1, Date of international publication: 08.06.2017