Vers les cellules solaires à haut rendement à base de composés III-V sur substrats bas-coûts de silicium

M. Da Silva[1], S. Almosni[1], C. Cornet[1], A. Létoublon[1], C. Levallois[1], A. Rolland[1], J. Even[1], L. Pédesseau[1], S. Wang[1], A. Le Corre[1], S. Loualiche[1], P. Rale[2], L. Lombez[2], J.-F. Guillemoles[2,3], F. Mandorlo[4], M. Lemiti[4], and O. Durand[1]

[1] *UMR FOTON, CNRS, INSA de Rennes, F-35708 Rennes, France*

[2] *Institut de Recherche et Développement sur l'Energie Photovoltaïque (IRDEP), UMR 7174 - CNRS-EDF-ENSCP, EDF R&D, 6 quai Watier, 78401 Chatou Cedex, France*

[3] *NextPV, LIA CNRS-RCAST/U. Tokyo-U. Bordeaux, 4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8904, Japan*

[4] *University of Lyon, Lyon Institute of Nanotechnology (INL) UMR CNRS 5270, INSA de Lyon, Villeurbanne*

mickael.da-silva@insa-rennes.fr

A ce jour, les meilleurs rendements de conversion photovoltaïque ont été obtenus avec des cellules solaires multi-jonctions à base de matériaux semi-conducteurs III-V monocristallins sous éclairement solaire concentré. Cependant, le recours aux substrats III-V dans la fabrication de cellules solaires à haut rendement pose le problème des coûts conséquents de ces matériaux. Afin de relever le défi stratégique d'un coût de 0.25-0.5 Euro/Wp, nous avons opté pour l'utilisation du substrat silicium, qui est très abondant sur Terre et donc bon marché. Il représente aujourd'hui environ 85 % du marché des matériaux utilisés dans la fabrication des panneaux solaires, Sunpower filiale de Total étant un des leaders du marché mondial des panneaux en silicium monocristallin. L'intégration monolithique d'hétérostructures III-V sur silicium reçoit donc beaucoup d'intérêt puisqu'elle permettrait de concilier à la fois hauts rendements et bas coûts, tout en capitalisant sur une filière industrielle éprouvée.

Une cellule solaire tandem, constituée d'une cellule III-V à 1.7 eV sur une cellule c-Si à 1.1 eV, permettrait théoriquement d'atteindre 37% de rendement sous le spectre AM 1.5G [1]. En conséquence nous avons étudié l'alliage quaternaire GaAsPN - avec une composition de 10% d'arsenic et 2% d'azote environ – qui présente un gap pseudo direct de 1.7 eV et un parfait accord de maille avec le substrat silicium. Nous présentons ici nos résultats sur le matériau GaAsPN, dont son optimisation par une étape de recuit qui est nécessaire pour l'obtention des bonnes propriétés struturales et optiques requises pour le fonctionnement de la cellule top. Des simulations de jonctions tunnel ont montré des densités de courant élevées pour les systèmes Si(n++)/Si(p++) et GaP(n++)/Si(p++) qui garantissent une très bonne connexion électrique entre les deux cellules de la structure tandem. Enfin, nous présentons nos premières cellules top, préalablement épitaxiées sur substrat GaP et plus récemment sur pseudo-substrat GaP/Si.