

Modélisation de cellules multijonctions III-Sb réalistes

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

Les cellules photovoltaïques multijonctions permettent actuellement d'atteindre les meilleurs rendements en conversion photovoltaïque [1]. Pour des cellules contenant plus de 4 jonctions, les meilleurs résultats sont obtenus avec des gaps compris entre 0.5 eV et 2 eV. Dans ce contexte, les antimoniures (*i.e.*, GaSb, AlGaAsSb, AlInAsSb et GaInAsSb) sont de bons candidats, avec des gaps compris entre 0.27 eV et 1.64 eV et la possibilité de réaliser une croissance monolithique en accord de maille sur GaSb.

Le travail que nous présentons a pour objectif de faire un état des lieux du potentiel des antimoniures pour la réalisation de cellules photovoltaïques multijonctions. Celui-ci s'appuie sur des modélisations TCAD, utilisant des paramètres matériaux réalistes et prenant en compte leurs dépendances à la composition de chaque alliage. Les lois utilisées ont été établies et éprouvées à l'IES à l'aide de résultats expérimentaux [2-6].

Pour différentes compositions de chaque alliage étudié (AlGaAsSb, AlInAsSb et GaInAsSb), des cellules simple jonction sont simulées sous spectre AM1.5G. Leurs performances au sein d'une cellule multijonctions sont également évaluées par une simulation sous spectre AM1.5G filtré par un passe-bas sur les énergies, avec une énergie de coupure E_f . Les jonctions correspondantes sont ensuite mises en série électriquement afin de créer des cellules multijonctions. Cette méthode nous a permis de simuler rapidement un grand nombre de combinaisons de gaps et ainsi d'obtenir une première vue d'ensemble du potentiel des antimoniures pour la réalisation de cellules photovoltaïques multijonctions (Fig. 2). A titre d'exemple, la figure 3 présente la courbe J(V) de la meilleure structure de cellule tandem identifiée à l'aide de cette première simulation.

Sur la base de ce premier tri, les meilleures structures identifiées sont retravaillées et simulées en tenant compte de l'ensemble de la structure, des contraintes pratiques liées à leur croissance et des procédés technologiques nécessaires à leur fabrication. Le potentiel des antimoniures pour la réalisation de cellules multijonctions est discuté sur la base de ces résultats.

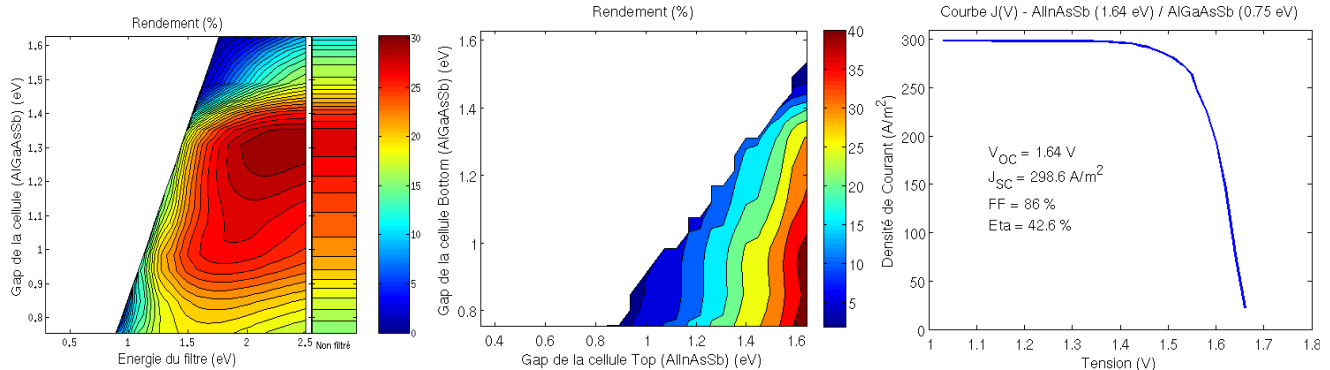


Fig. 1 : Rendement de la jonction AlGaAsSb en fonction de son énergie de gap et de l'énergie du filtre

Fig. 2 : Rendement de cellules tandems AlInAsSb/AlGaAsSb en fonction des gaps des jonctions Top et Bottom

Fig. 3 : Courbe J(V) de la meilleure cellule tandem AlInAsSb/AlGaAsSb

- [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] S. Adachi, *Properties of Semiconductor Alloys : Group-IV , III – V and II – VI Semiconductors*. John Wiley & Sons, Ltd., 2009.
- [3] S. Parola *et al.*, "Investigation of antimonide-based semiconductors for high- efficiency multi-junction solar cells," in *Proceedings of the IEEE 7th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion*, 2018.
- [4] S. Parola *et al.*, "Improved efficiency of GaSb solar cells using an Al_{0.50}Ga_{0.50}As_{0.04}Sb_{0.96} window layer," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 200, p. 110042, 2019.
- [5] J. Kret *et al.*, "Investigation of AlInAsSb/GaSb tandem cells – A first step towards GaSb-based multi-junction solar cells," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 219, no. September 2020, p. 110795, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.solmat.2020.110795.
- [6] L. Gavotto *et al.*, "Characterization and Simulation of AlGaAsSb/GaSb Tandem Solar Cell," in *IEEE Journal of Photovoltaics*, vol. 12, no. 4, pp. 968-975, July 2022, doi: 10.1109/JPHOTOV.2022.3164690.