Simulation électrique et optique de nanofils de Silicium en géométrie radiale pour des applications photovoltaïques

A. Levtchenko[1], R. Lachaume[1], J-P. Kleider[1], J. Alvarez[1], S. Laribi[2], et S. Le Gall[1]

[1]Génie Electrique et Electronique de Paris, UMR-CNRS 8507, Centralesupelec, Univ. Paris-Sud XI, UPMC, 11 rue Joliot Curie, Plateau de Moulon, Gif-sur-Yvette, France
[2]Institut de Recherche et de Développement pour Energie Photovoltaïque, UMR-CNRS 7174, EDF R&D, Chimie ParisTech, 6 quai Watier, Chatou, France

La modélisation de matériaux et de dispositifs photovoltaïques est indispensable pour contribuer de façon significative à l'amélioration des rendements des cellules PV et à la diminution des coûts de production de cette filière. Ces modélisations permettent de mieux comprendre l'impact des différents paramètres physiques sur les performances des cellules existantes et d'optimiser leurs architectures sans avoir recours systématiquement à des procédés expérimentaux qui peuvent s'avérer onéreux. Elles permettent aussi d'évaluer le potentiel d'une structure innovante et son rendement théorique maximum.

Ici, on se focalisera au développement de cellules solaires basées sur un réseau de nanofils. En effet, cette voie semble particulièrement prometteuse par rapport aux cellules « pleine plaque » conventionnelle car elles permettent de mieux piéger la lumière. De plus, la géométrie radiale des nanofils permet une diminuer l'épaisseur de la couche semi-conductrice absorbante permettant ainsi de réduire le trajet des porteurs de charge au sein de la structure (l'absorption radiative est alors découplée de la collecte des porteurs de charge).

Ici nous présenterons nos modélisations électriques en 2D, à partir du logiciel Silvaco®, d'un nanofil de Silicium cristallin en géométrie radiale (Fig. 1 et 2) pour lequel certains paramètres pertinents ont été optimisés (empilement, épaisseur des couches, rapport d'aspect….). Ensuite, différents modèles optiques (ray tracing, FDTD…) ont été simulés avec le même logiciel pour déterminer la photogénération des porteurs dans la structure. L'objectif final est de réaliser un couplage électrique/optique à partir d'un seul logiciel (Silvaco®).

Ce travail entre dans le cadre du projet J de l'IPVF visant à mettre en place une plateforme de modélisation et simulation commune aux différents laboratoires impliqués dans FedPV.

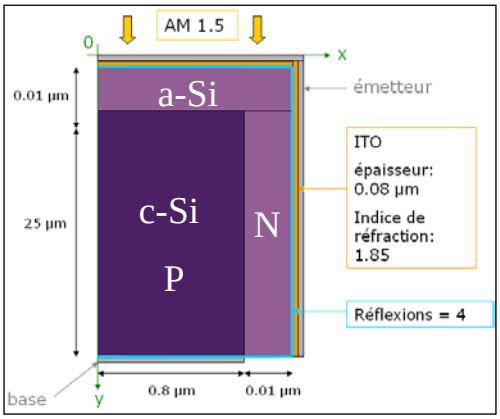

FIG. 1 : Schéma du nanofil modélisé

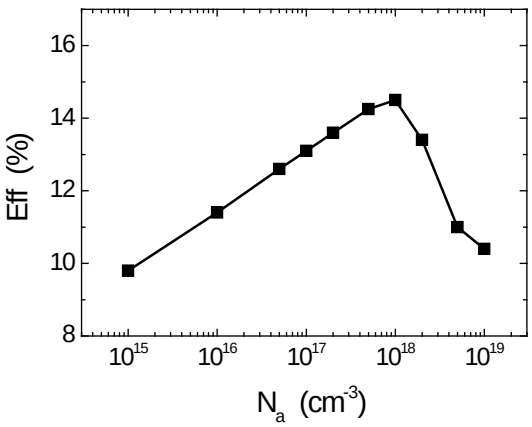

FIG. 2 : Efficacité en fonction du dopage du c-Si