

Outil couplé de simulations optoélectroniques pour les cellules solaires nanotexturées

Jérôme Michallon^{a,b}, Stéphane Collin^{a,b}

^a Institut Photovoltaïque d'Ile-de-France (IPVF), 8 rue de la Renaissance, 92160 Antony, France

^b Centre de Nanosciences et Nanotechnologies, CNRS, Univ. Paris-Sud, Université Paris-Saclay, C2N – Marcoussis, 91460 Marcoussis, France

Dans le contexte du photovoltaïque, de nombreux efforts se sont récemment tournés sur la diminution de la quantité de matière utilisée, donnant naissance à de nouvelles architectures basées sur l'utilisation d'absorbeurs de dimensions de l'ordre de la centaine de nanomètres tels que les nanofils ou les miroirs nanostructurés périodiquement. Avec ces architectures, des rendements très prometteurs atteignant 15,3 % avec des réseaux de nanofils en GaAs et 13 % avec un miroir nanotexturé ont été reportées dans la littérature [1-2]. Afin d'atteindre les meilleures performances avec un volume de matière réduit, ces architectures doivent associer un piégeage optique efficace, s'appuyant sur des résonances optiques [3-4], et une stratégie de collecte élaborée, basée notamment la passivation des contacts. La simulation complète de ces dispositifs doit donc faire appel à des modélisations optiques tridimensionnelles avancées (pour résoudre les résonances) couplées à des simulations électriques basées sur la résolution cohérente des équations électrostatiques et de transport de charges. La difficulté de traiter simultanément ces aspects optiques et électriques avancés explique le faible nombre d'études publiées jusqu'à présent [5-7].

Nous avons développé un outil couplant un logiciel de simulations électromagnétiques de type RCWA avec un logiciel de simulation de dispositifs (Sentaurus TCAD), comme le montre la Figure 1. Cet outil permet une modélisation complète des phénomènes optoélectroniques dans un dispositif structuré à l'échelle nanométrique. Dans cette contribution, nous présenterons une revue de ces capacités de simulation et les verrous qui ont été levés afin de le rendre totalement opérationnel et fiable. Nous illustrerons son fonctionnement en prenant des exemples concrets de son apport pour le design et l'optimisation de cellules solaires à miroir nanotexturé et à base de nanofils.

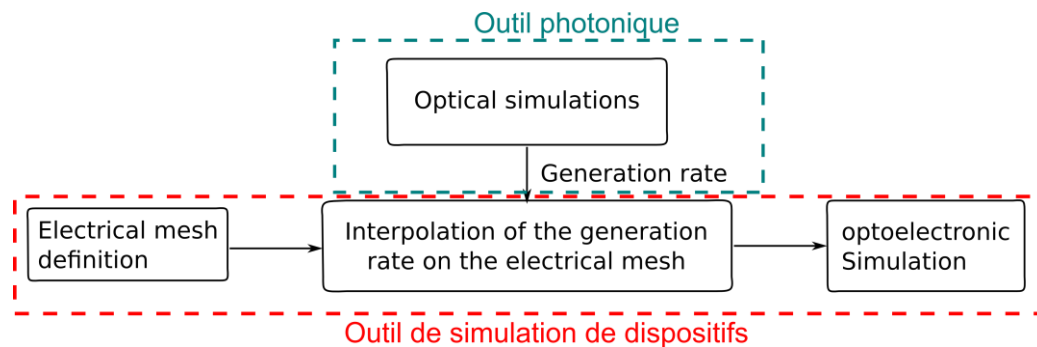


Figure 1 : principe de couplage entre un logiciel photonique et un logiciel de physique des dispositifs.

- [1] I. Åberg *et al*, IEEE Journal of Photovoltaics, 6 (2016) 185–190
- [2] N. Vandamme *et al*, IEEE Journal of Photovoltaics 5 (2015) 565–570
- [3] I. Massiot *et al*, ACS Photonics 9 (2014), 878884.
- [4] J. Michallon *et al*, Optics Express 22 (2014), A1174.
- [5] N. Huang *et al*, Journal of Applied Physics 112 (2012) 064321
- [6] L. Wen *et al*, Nanotechnology 23 (2012) 505202
- [7] A. H. Trojnar *et al*, IEEE Photovoltaic Specialist Conference (PVSC) 2015 1–6.