



Des cellules solaires à pérovskites plus efficaces en intégrant des nanoparticules métalliques

Afin de pallier la sortie des énergies fossiles, le développement des énergies renouvelables est un enjeu crucial - en parallèle évidemment d'une réduction de notre consommation énergétique. Dans le domaine de l'énergie solaire photovoltaïque, les nouveaux matériaux de la famille des pérovskites présentent des performances encourageantes. Ils peuvent être déposés par des procédés relativement plus simples et économiques que le silicium utilisé actuellement. De nombreuses études en cours visent à maîtriser leur dépôt à grande échelle et leur stabilité (vieillessement, température) sans diminuer leurs propriétés d'absorption de lumière et de génération de charges. L'équipe Nanostructures et optique de l'INSP a collaboré avec l'Institut de Recherche de Chimie Paris pour analyser comment l'absorption de la lumière par une cellule à pérovskite était modifiée par ajout de nanoparticules métalliques.

L'équipe « Nanostructures et optique » de l'INSP s'intéresse aux mécanismes nanophotoniques ou plasmoniques par lesquels l'absorption ou l'émission de lumière par un matériau peut être favorisée à proximité de motifs nanométriques. Afin d'analyser comment ces mécanismes peuvent être appliqués au domaine photovoltaïque, nous avons étudié des cellules solaires fabriquées à l'Institut de Recherche de Chimie Paris (IRCP) en intégrant des nanoparticules métalliques (sphères d'or de 14 nm) dans la couche photovoltaïque de pérovskite.

Les dispositifs expérimentaux obtenus ont montré une augmentation relative du rendement photovoltaïque de 12 %, ce qui est significatif dans un marché où chaque pourcent d'efficacité supplémentaire représente des sommes colossales. Ce gain est dû à une meilleure absorption de la lumière, notamment dans la gamme spectrale 650-800 nm (lumière rouge).

En nous appuyant sur nos travaux antérieurs sur la modélisation de l'absorption de la lumière par les cellules à pérovskites [1], nous avons montré théoriquement que cet effet ne peut pas être lié à un effet nanophotonique car la concentration en nanoparticules n'est pas suffisante. Nous avons par contre montré, par une analyse de la composition en fonction de la position, que la présence des nanoparticules permettait de faire croître une couche de pérovskite de meilleure qualité cristalline, avec moins de défauts et moins de pertes d'énergie, ce qui explique le gain de rendement observé [2].

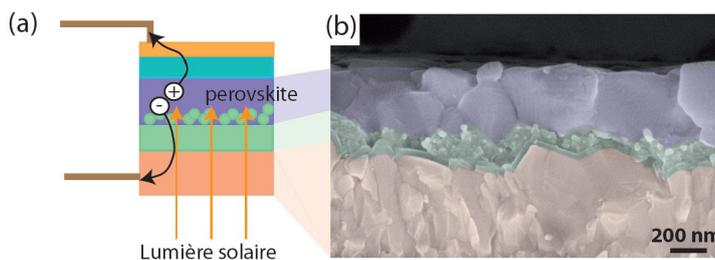


Figure 1

(a) Schéma d'une cellule à pérovskite. La lumière est absorbée par la couche de pérovskite, donnant naissance à des charges évacuées par deux électrodes en haut et en bas. (b) Image de microscopie électronique à balayage de la cellule à pérovskite (après le stade de dépôt de la couche de pérovskite : les couches supérieures ne sont pas encore déposées).

Les travaux en cours, toujours en collaboration avec l'IRCP, établiront dans quelles conditions les nanoparticules d'or permettent de tirer le meilleur parti des effets de nanophotonique et renforcer l'absorption de lumière dans les cellules solaires à pérovskites.

Références

[1] "Light management in highly textured solar cells: From full-device ellipsometry characterization to optical modelling for quantum efficiency optimization"

Chenxi Ma, Daming Zheng, Dominique Demaille, Bruno Gallas, Catherine Schwob, Thierry Pauporté, Laurent Coolen Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 230, 111144 (2021)

[2] "How do gold nanoparticles boost the performance of perovskite solar cells?"

Daming Zheng, Catherine Schwob, Yoann Prado, Zakarya Ouzit, Laurent Coolen et Thierry Pauporté Nano Energy, 94, 106934 (2022) - <https://hal-lirmm.ccsd.cnrs.fr/INSP/hal-03542945v1>

Contact

laurent.coolen(at)insp.jussieu.fr