

Impact de la coloration des modules solaires sur la température de fonctionnement et le rendement des cellules

F. Mandorlo, M. Amara, R. Orobchouk, M. Lemiti
Université de Lyon, Institut des Nanotechnologies de Lyon INL - UMR5270 CNRS,
INSA Lyon, F-69621, Villeurbanne, France

E-mail : Fabien.Mandorlo@INSA-Lyon.fr

Keywords : cristal photonique, couleur, modules, cellules photovoltaïques, rendement

Avec l'évolution des réglementations thermiques (RT 2020), les nouveaux bâtiments construits après 2020 devront produire davantage d'énergie qu'ils n'en consomment en moyenne. La conversion d'énergie solaire sous forme de chaleur (eau chaude sanitaire, chauffage) ou d'énergie électrique (panneaux solaires) permettrait d'atteindre cet objectif. Pour faciliter l'intégration au bâti, colorer les modules photovoltaïques devient donc une nécessité malgré la perte de rendement de conversion induite par la réflexion de certains photons dans la gamme du visible.

Dans [1], nous avons montré que contrôler la couleur réfléchie en modifiant les propriétés de la couche antireflet, altère assez peu le rendement de conversion pour peu que les échanges thermiques ne garantissent pas une faible température de fonctionnement. Gérer la couleur en amont de la cellule via le verre d'encapsulation présente plusieurs avantages : recourt à des cellules génériques standards, gamut (luminosité et saturation) potentiellement plus étendus. Les cristaux photoniques 2D à base de matériaux non absorbants permettent de structurer ce verre sans pertes optiques [2], et des motifs évolués [3] permettent théoriquement de limiter l'influence de la position angulaire de l'observateur.

Afin de quantifier l'impact de la couleur, nous avons utilisé un code de simulation électrique, thermique et optique développé au laboratoire [4] pour obtenir un comportement réaliste de modules solaires. Pour faciliter l'étude théorique, nous avons considéré que les éventuelles résonances dans la couche structurée en amont de la cellule sélectionnaient une partie du spectre avec une lorentzienne (centrée en λ_c), généralement de largeur étroite. Ainsi, sur le gamut représenté en figure 1, nous avons calculé la couleur (chromaticité, luminosité perçue) lorsqu'on s'intéresse à une résonance donnant du bleu, du vert ou du rouge plus ou moins saturé, selon la largeur de la résonance.

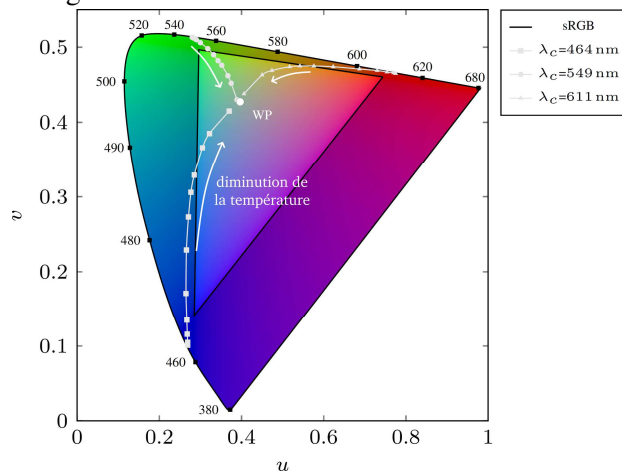


Fig. 1. Evolution de la couleur pour des raies réfléchies de différentes largeurs (de 1 nm au bord à 500 nm en WP) dans le diagramme normalisé de Judd.

Pour ces mêmes spectres, nous nous intéresserons aussi à aux performances de la cellule qui absorbe le spectre complémentaire. Ainsi, nous proposons de relier le rendu de couleur aux performances électrothermiques d'une cellule (température en V_{mpp} , rendement de conversion, impact sur la thermalisation etc).

- [1] M. Amara, F. Mandorlo et al. "Temperature and color management of silicon solar cells for building integrated photovoltaic." EPJ Photovoltaics 9 (2018): 1.
- [2] F. Mandorlo, M. Amara, "Modules solaires colorés au niveau du verre d'encapsulation via des cristaux photoniques", Journées Nationales du PhotoVoltaïque (JNPV), Dourdan, 2018
- [3] C. Xu, W. Gang et al. "Design of full-k-space flat bands in photonic crystals beyond the tight-binding picture." Scientific reports 5 (2015): 18181.
- [4] R. Couderc, M. Amara et Al. "In-Depth Analysis of Heat Generation in Silicon Solar Cells", IEEE Journal of Photovoltaics, 2016.