

# Modules solaires colorés au niveau du verre d'encapsulation via des cristaux photoniques

F. Mandorlo<sup>1</sup>, M. Amara<sup>1</sup>, H.S. NGuyen<sup>2</sup>, A. Charlety-Meano<sup>1</sup>, R. Orobtschouk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Lyon, Institut des Nanotechnologies de Lyon INL - UMR5270 CNRS, INSA Lyon, F-69621, Villeurbanne, France

<sup>2</sup> Ecole Centrale de Lyon, Institut des Nanotechnologies de Lyon INL -UMR5270 CNRS, 36, avenue Guy de Collongue, 69134 ECULLY Cedex

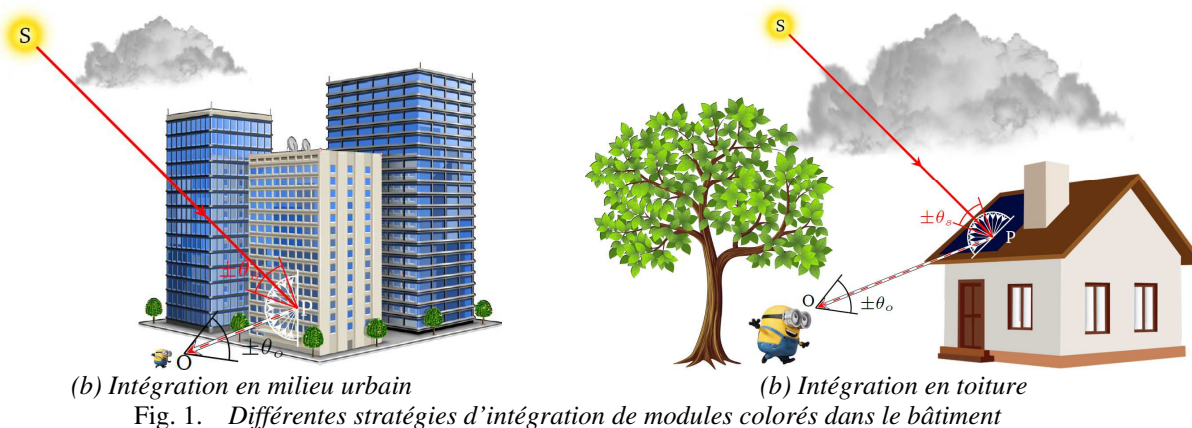
E-mail : [Fabien.Mandorlo@INSA-Lyon.fr](mailto:Fabien.Mandorlo@INSA-Lyon.fr)

Keywords : cristal photonique, couleur, modules

Colorer des modules solaires peut se faire au niveau des cellules elles-mêmes à moindre impact sur les performances. Afin de maîtriser le rendu de couleur, il est tout aussi important de maîtriser la chromaticité et la luminosité.

Dans le cas de [1], il s'agit de modifier les propriétés de la couche anti-reflet, laquelle rend le comportement colorimétrique relativement indépendant de la position de l'observateur et des sources lumineuses, ce qui constitue une solution particulièrement intéressante dans le cas d'une intégration en milieu urbain (fig. 1(a)). Cependant, les espaces colorimétriques obtenus dans [1] montrent que seulement une faible partie du gamut est accessible, avec des couleurs peu saturées.

Dans le cas d'un panneau solaire placé en toiture, l'observation se fait davantage selon des grands angles d'observation par rapport à la normale du module, l'observateur étant presque toujours placé plus bas que le panneau. Tout photon réfléchi proche de la normale constitue donc des pertes.



Afin de limiter les pertes optiques, nous nous sommes intéressés à la structuration 2D du verre des modules solaires en introduisant des modes guidés [2]. Pour limiter au maximum l'impact sur le rendement de la cellule placée en aval, la réflexion de cette couche structurée doit s'approcher de 100% en incidence proche de la normale (pour le soleil) et produire des couleurs selon des angles d'observation. Des essais expérimentaux ont permis d'obtenir une couche de verre structurée par  $\text{TiO}_2$  répondant à ces deux critères. Fabriquées par lithographie holographique [3], ces structures photoniques 2D présentent des couleurs théoriques encore sensibles à l'angle d'observation mais en adéquation avec la simulation RCWA [4]. Des structures plus évoluées comme dans [5] pourraient permettre d'obtenir une relative indépendance de la position de l'observateur.

[1] Amara, Mohamed, et al. "Temperature and color management of silicon solar cells for building integrated photovoltaic." EPJ Photovoltaics 9 (2018): 1.

[2] Stenzel, O., et al. "Observation of the waveguide resonance in a periodically patterned high refractive index broadband antireflection coating." Applied optics 53.14 (2014): 3147-3156.

[3] Liu, Jia, et al. "Formation of 300 nm period pore arrays by laser interference lithography and electrochemical etching." Applied Physics Letters 106.5 (2015): 053107.

[4] Moharam, M. G., et al. "Formulation for stable and efficient implementation of the rigorous coupled-wave analysis of binary gratings." JOSA a 12.5 (1995): 1068-1076.

[5] Xu, Changqing, et al. "Design of full-k-space flat bands in photonic crystals beyond the tight-binding picture." Scientific reports 5 (2015): 18181.