

Avancée dans l'optimisation de traitement de surface à séparation spectrale pour l'hybridation photovoltaïque-thermique

Antoine Grosjean¹, Pauline Bennet², Thalita Drumond¹, Audrey Soum-Glaude³

¹ EPF Ecole d'ingénieur-e-s, 21 boulevard Berthelot, 34000 Montpellier, France

² Aix-Marseille Univ, CNRS, IM2NP, Marseille, France

³ PROMES-CNRS, UPR 8521, 7 rue du Four Solaire, 66120 Font-Romeu-Odeillo-Via, France

Les collecteurs solaire hybrides photovoltaïques-thermiques (PV-T) promettent des avantages significatifs en termes de performances et d'utilisation. L'une des méthodes envisagées consiste à concevoir un traitement de surface à séparation spectrale pour fractionner le spectre solaire entre une cellule PV et un absorbeur thermique destiné à la production de chaleur. Cela permet d'exploiter au mieux l'ensemble de l'énergie solaire disponible et de palier à la limite intrinsèque des cellules PV simple jonction, qui fonctionnent efficacement sur un domaine spectral plus restreint qu'un absorbeur thermique conventionnel. La Fig 1 illustre un traitement de surface à séparation spectrale sélectif conçu pour un système PV-T. Le traitement de surface idéal serait transparent entre deux longueurs d'onde de coupure (λ_1 et λ_2) pour irradier une cellule PV (exemple 500-1000 nm pour une cellule Si) tout en étant réflecteur en dehors de ces deux longueurs d'onde pour irradier l'absorbeur thermique.

Le projet SelHySol permet actuellement plusieurs avancées dans la modélisation et l'optimisation de ces traitements de surface, tout en ayant recours à des matériaux peu coûteux, peu polluants et maîtrisés par les acteurs des dépôts couches minces (comme le SiO_2 et le TiO_2 , par exemple). Un benchmark de 280 méthodes d'optimisation mené sur la plateforme Nevergrad nous a permis d'identifier l'algorithme le plus prometteur, *Differential Evolution*, déjà reconnu pour l'optimisation de structures photoniques [1]. Correctement hyperparamétré et utilisé conjointement avec notre package Python SolPOC (disponible en ligne [2]) nous avons obtenu des niveaux de performance significatifs. La Fig 2 illustre la réflectivité modélisée d'un traitement de surface optimisé valorisant 94.7% du rayonnement solaire pour un système PV-T. Les travaux concernent plusieurs paramètres comme les matériaux utilisés, l'angle d'incidence ou les deux longueurs d'onde λ_1 et λ_2 . Ils permettent actuellement le dépôt et l'étude de ces traitements de surface au sein du laboratoire PROMES-CNRS.

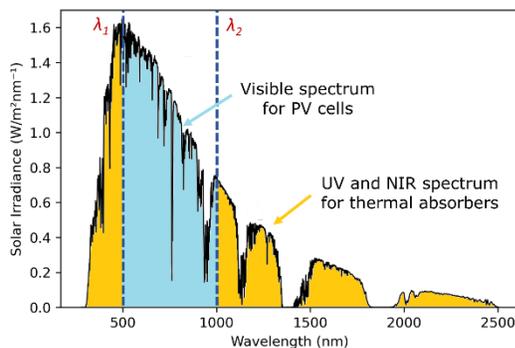


Fig 1 : Fractionnement spectral pour un collecteur solaire PV-T

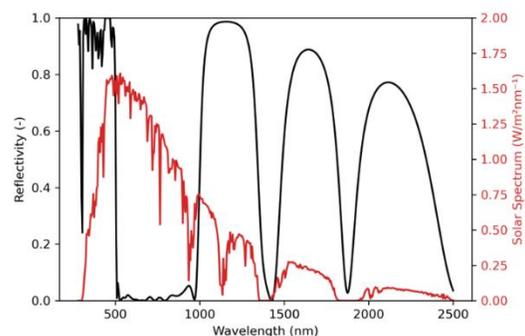


Fig 2 : Réflectivité optimisée d'un traitement de surface à base de $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$

- [1] P. Bennet et al, Analysis and fabrication of antireflective coating for photovoltaics based on a photonic-crystal concept and generated by evolutionary optimization, Phys Rev B 103 (2021) 125135. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.125135>.
- [2] Antoine Grosjean et al, SolPOC, (2023). <https://github.com/SolPOCandCo/SolPOC> (accessed April 22, 2024).