

Méthodologie pour la détermination des pertes thermiques des modules photovoltaïques durant leur fonctionnement

Auteurs : *Baptiste Amiot^{1,3}; Rémi Le Berre¹; Hervé Pabiou²; Stéphanie Giroux—Julien³*

Affiliation : *¹ EDF R&D – TREE, France ; ² Univ Lyon, CNRS, INSA LYON, CETHIL UMR5008, F-69622, VILLEURBANNE, France ; ³ Univ Lyon, UCBL, INSA LYON, CETHIL UMR5008, F-69100, VILLEURBANNE, France.*

La température d'opération des modules photovoltaïques est capitale dans la détermination du taux de conversion photo-électrique par la cellule sensible. A l'échelle du module, les échanges thermiques entre le système et l'environnement sont fortement dépendant de l'irradiation incidente et des phénomènes convectifs qui se développent sur les deux faces du système. Alors que l'irradiation incidente est globalement absorbée par le matériau, la détermination des phénomènes convectifs est complexifiée par la nature turbulente et intermittente du vent ainsi que par le couplage entre les modes de transferts (convection forcée, libre ou mixte).

La principale méthode qui permet de déterminer précisément le flux de chaleur échangé avec l'environnement consiste en l'intégration de sonde de température à l'intérieur du module photovoltaïque couplé à un modèle thermique du module. Coûteuse et peu adaptable, celle-ci n'est pas envisageable pour toutes les installations industrielles. A contrario, l'utilisation de système flux-métrique ouvrirait la voie à une mesure des transferts de chaleur par convection au niveau des surfaces des modules photovoltaïques en opération à moindre coût et avec un niveau de scalabilité suffisant pour permettre son utilisation à l'échelle d'une centrale industrielle. Dans ce travail, une méthodologie de mesure est proposée pour permettre l'utilisation de tels systèmes.

Les essais sont menés sur un ensemble de 12 panneaux photovoltaïques représentant un fragment de centrale. Deux fluxmètres, commercialisés par la société CAPTEC, sont modifiés via l'ajout de couches de peintures pour obtenir des propriétés radiatives spécifiques dans le visible et dans l'infrarouge. Une mesure des propriétés spectrales est effectuée en laboratoire pour s'assurer du comportement radiatif des capteurs. Une stratégie d'installation minimisant l'ombrage des cellules est proposée, ce qui permet également de réduire l'impact du système de mesure sur le comportement thermique du module photovoltaïque.

Cette instrumentation est complétée par des mesures de température de surface des panneaux photovoltaïques et des mesures des rayonnements incidents hémisphériques en courtes et grandes longueurs d'onde. Les données ainsi obtenues permettent d'estimer la part radiative intégrée dans la mesure du flux de chaleur global. De cette manière, les composantes radiatives et convectives peuvent être identifiées et caractérisées.

Les premiers résultats tendent à montrer que la mesure du flux de chaleur total est réaliste en environnement réel, ce qui constituerait un apport vis-à-vis des formulations classiques largement répandues (concept de U-values). Il serait ainsi possible d'intégrer directement le flux de chaleur avec l'environnement comme condition limite des modèles thermiques à l'échelle du module. La liaison entre flux de chaleur mesuré et conditions météorologiques pourra également être proposée en fonction des données mesurées à proximité des centrales photovoltaïques industrielles (ensoleillement, température ambiante, vitesse du vent, humidité relative).

Cette méthode ouvre de larges perspectives pour définir de manière plus précise et aux échelles de temps courts (autour de la minute) les échanges entre les modules en opération et leurs environnements proches. Ce gain de précision, couplé à la portabilité du système sur les centrales industrielles peut également permettre de réduire l'incertitude sur la prédiction de production électrique et de dégradation des modules.