

Prévision infra-horaire de la ressource solaire (DNI/GHI) à l'aide d'un système de vision à grand angle de champ

Au cours du projet CSPIMP, qui s'est achevé fin 2016, le laboratoire PROMES-CNRS a mis au point un système de vision à grand angle de champ, appelé PROMES Sky Imager (PSI) (Figure 1), capable de générer des images du ciel à haute dynamique [1]. Le PSI est à l'origine du développement d'algorithmes pour la prévision infra-horaire de l'éclairement normal direct (ou DNI). En effet, prévoir la ressource disponible permet aux opérateurs d'une centrale solaire d'en optimiser la conduite. Ces algorithmes s'appuient sur la prévision du DNI par ciel clair [2], pondéré par un indice ciel clair qu'il est possible de prévoir à partir des images du ciel [3, 4].

Le sujet de thèse proposé fait suite à ces travaux. D'un point de vue matériel, l'une des faiblesses les plus notables du PSI concerne les réflexions indésirables survenant dans le système optique. Il convient de résoudre ce problème, ce qui permettra d'améliorer la dynamique des images. Il sera également possible de mesurer le gradient lumineux allant du centre du Soleil jusqu'à l'horizon et ainsi en déduire le rendement optique d'un concentrateur solaire.

D'un point de vue logiciel, des améliorations sont attendues, concernant en particulier l'estimation du déplacement de la couverture nuageuse. Cette-ci est actuellement réalisée à l'aide d'un algorithme rapide de correspondance de blocs [5], méthode peu adaptée au suivi des déformations non rigides subies par les masses nuageuses. Le doctorant devra par ailleurs développer de nouveaux modèles pour la prévision infra-horaire du DNI, palliant les limitations de l'existant et optimisant l'exploitation des informations apportées par les images à haute dynamique. L'objectif est ici d'améliorer la robustesse de la prévision infra-horaire du DNI.

Enfin, le doctorant abordera la prévision infra-horaire de l'éclairement global horizontal (ou GHI). Prévoir le GHI peut contribuer à optimiser la conduite des centrales photovoltaïques, éventuellement équipées de systèmes de stockage, et la gestion des mix-énergétiques incluant ce type de centrales [6, 7]. Il est à noter que la pondération du DNI ou du GHI par ciel clair a toujours été réalisée par un indice qui retranscrit de manière binaire l'état du ciel : un pixel est associé à un nuage ou à du ciel clair. Cette limitation sera levée par le doctorant grâce au développement d'un algorithme de classification des nuages. Une étude de leurs propriétés optiques sera ensuite réalisée. Les performances des modèles développés seront évaluées et comparées, notamment, aux performances de modèles statistiques.



Figure 1. Le PROMES Sky Imager (PSI) installé au laboratoire PROMES-CNRS.

[1] R. Chauvin, J. Nou, S. Thil, S. Grieu, *Generating high dynamic range images using a sky imager*, 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control, Toulouse, France, 9-14 juillet 2017.

[2] J. Nou, R. Chauvin, S. Thil, S. Grieu, *A new approach to the real-time assessment of the clear-sky DNI*, Applied Mathematical Modelling 40 (15-16) (2016) 7245-7264.

[3] J. Nou, R. Chauvin, J. Eynard, S. Thil, S. Grieu, *Towards the short-term forecasting of direct normal irradiance using a sky imager*, 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control, Toulouse, France, 9-14 juillet 2017.

- [4] R. Chauvin, J. Nou, S. Thil, S. Grieu, *Modelling the clear-sky intensity distribution using a sky imager*, Solar Energy 119 (2015) 1-17.
- [5] R. Chauvin, J. Nou, S. Thil, A. Traoré, S. Grieu, *Cloud detection methodology based on a sky-imaging system*, Energy Procedia 69 (2015) 1970-1980.
- [6] D. Bernecker, C. Riess, E. Angelopoulou, J. Hornegger, *Continuous short-term irradiance forecasts using sky images*, Solar Energy 110 (2014) 303-315.
- [7] S. R. West, D. Rowe, S. Sayeef, A. Berry, *Short-term irradiance forecasting using skycams: Motivation and development*, Solar Energy 110 (2014) 188-207.

Compétences recherchées :

- traitement du signal et de l'image ;
- modélisation et identification des systèmes ;
- intelligence artificielle ;
- maîtrise du logiciel Matlab ;
- bon niveau en anglais (écrit et parlé).

Encadrement :

- Stéphane Grieu (grieu@univ-perp.fr) ;
- Stéphane Thil (stephane.thil@univ-perp.fr) ;
- Julien Eynard (julien.eynard@univ-perp.fr).

Laboratoire d'accueil :

PROMES-CNRS (UPR 8521), Rambla de la thermodynamique, Tecnosud, 66100 Perpignan.

Financement :

Bourse de l'école doctorale « Energie et Environnement » (ED 305) de l'Université de Perpignan Via Domitia, si sélection du candidat après audition par le conseil scientifique du laboratoire PROMES-CNRS (mi-juin 2017) puis par le conseil de l'ED (fin juin/début juillet 2017).