



Université Claude Bernard



DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **06 janvier 2023**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur AMIOT Baptiste**

Titre de la thèse : « *Modélisation Thermique des Centrales Photovoltaïques Flottantes* »

Résumé



En 2022, plus d'un TeraWatt de module photovoltaïque (PV) a été installé à travers le monde. Ce fait d'arme, majeur pour la filière, va de pair avec une tension croissante sur l'utilisation des sols. Capturer la ressource solaire, diffuse, est gourmand en espace. Ainsi une tendance de fond vise la colocalisation des usages et l'installation de ces moyens de production dans des endroits non-occupés, c'est le cas des installations photovoltaïques flottantes (FPV) sur lac et réservoir. Les présents travaux abordent deux problématiques qui naissent dans ces applications : le refroidissement passif des modules ainsi que la réduction de l'évaporation des bassins liée à leurs couvertures.

Le concept de *cooling effect* est utilisé pour décrire la chute en température constatée dans ces applications par rapport à des installations terrestres. Ce paramètre est clef pour le producteur photovoltaïque qui voit le productible électrique amélioré. Une première étude de la littérature montre que la description du phénomène n'est cependant pas triviale. Des caractérisations thermiques plus approfondies sont nécessaires pour espérer maîtriser ce refroidissement. Dans un premier temps, ces travaux s'attachent à définir la phénoménologie thermique qui anime ces installations. Des corrélations empiriques sont créées à partir de l'analyse des conditions d'opérations de système FPV développées dans le contexte de la thèse. Une nouvelle méthodologie de mesure, qui vise à déterminer le paramètre convectif avec une meilleure efficacité, est mise en oeuvre. D'abord validée sur une centrale au sol, elle est ensuite appliquée sur un système FPV.

Afin de vaincre les limitations intrinsèques de la méthodologie convective empirique, des simulations de mécanique des fluides sont mobilisées. Un modèle de simulation bi-périodique est mis en oeuvre avec le code de calcul *code_saturne*, et l'écoulement macroscopique de l'air dans les centrales PV est modélisé. Différentes configurations de centrales sont analysées afin de comprendre l'impact des propriétés géométriques sur les corrélations convection thermique.

et sur l'évaporation (espacement inter-modules, angulation et hauteur des modules). Cela se traduit par une analyse morphométrique des centrales qui permet de mettre en lumière les différences d'écoulement entre les centrales au sol et les solutions FPV.

Une dernière étape se base sur le référentiel atmosphérique et est dédiée à l'homogénéisation des caractéristiques des centrales afin d'en déduire les principaux effets sur l'écoulement aéraulique macroscopique. Le modèle bi-périodique est appliqué sur une géométrie de centrale FPV industrielle. Cela se traduit par la détermination de caractéristique dynamique, thermique et évaporative, implémentée directement dans *code_saturne*. Dans un contexte industriel, cette stratégie permet d'étudier les propriétés de refroidissement des modules à l'échelle de la centrale, tout en réduisant drastiquement le coût de calcul nécessaire. Un taux de réduction d'évaporation est également calculée sur cette même base.

Mot clefs: *Photovoltaïque flottant, Convection, Mécanique des fluides numérique (CFD), Évaporation*