



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur

AVIS DE SOUTENANCE THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Mr : SARA EL-YAHYAOUI

Discipline : Physique

Spécialité : Génie électrique

Sujet de la thèse : Photovoltaïque à concentration: optimisation de l'étage secondaire.

Formation Doctorale : Sciences de l'ingénieur Sciences Physiques, Mathématiques et Informatique.

Thèse présentée et soutenue le vendredi 26 mars 2021 à 15h au centre de conférences devant le jury composé de :

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
Abdellah MECHAQRANE	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
Zakari BJEBOUR	MC-HDR	Université Saclay (UVSQ) France	Rapporteur
Abdelmajid JAMIL	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Fès	Rapporteur
Ossama MERROUN	PH	Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers de Casablanca	Rapporteur
Delphine WOLFERSBERGER	MC-HDR	Centrale Supélec Metz France	Examineur
Abdellah OUGAZZADEN	PES	Georgia Institute of Technology France	Examineur
Ali AHAITOUF	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeurs de thèse
Jean Paul SALVESTRINI	PES	Université de Lorraine France	

Badr IKKEN	IRESEN	Invité
------------	--------	--------

Laboratoire d'accueil : Laboratoire Systèmes Intelligents, Géoressources et Energies Renouvelables.

Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès.



Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Titre de la thèse : Photovoltaïque à concentration: optimisation de l'étage secondaire

Nom du candidat : Sara EL-YAHYA OUI

Spécialité : Génie électrique

Résumé de la thèse

Le Photovoltaïque à concentration (CPV) est l'un des moyens les plus prometteurs de générer l'énergie propre à des coûts potentiellement très réduits. Son idée consiste principalement à utiliser des éléments optiques pour concentrer les rayons solaires, en particulier sur des cellules solaires multi-jonctions de petites tailles pour profiter de leurs rendements élevés.

Les concentrateurs pour le CPV peuvent présenter des architectures et des éléments optiques très différents, résultant une grande variété de conceptions possibles. Une architecture optique typique pour un concentrateur CPV est formée par : un premier élément optique appelé élément optique primaire (POE) qui recueille les rayons directs du soleil, il peut être soit réfractif (lentille) ou réfléchissant (miroir). Et un élément optique secondaire (SOE) qui reçoit la lumière du primaire et la renvoie à la cellule, l'ajout de cet élément dans un système CPV aide à élargir l'angle d'acceptance et à homogénéiser la distribution de l'irradiance sur la cellule. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail de recherche qui porte sur le CPV à deux étages à base des lentilles de Fresnel comme POE et de différentes formes géométriques comme secondaire.

Après une étude bibliographique détaillée, nous avons réalisé une étude comparative de quatre concentrateurs à base de la lentille de Fresnel, dédiés aux systèmes photovoltaïques à haute concentration. Ces quatre concentrateurs sont formés de la même lentille de Fresnel comme élément optique primaire et quatre secondaires : CPC, CCPC, pyramide et cône. Quatre matériaux avec des indices de réfraction différents ont été considérés. La lentille a un diamètre $d = 350$ mm et une distance focale $f = 265$ mm. Nos simulations sont effectuées à l'aide du logiciel de traçage de rayons TracePro. Les résultats ont montré que la pyramide était le SOE le plus performant. Pour les tests expérimentaux nous avons conçu des prototypes de petites tailles, faciles à tester aussi bien en intérieur qu'en extérieur et pour cela, une analyse paramétrique a été réalisée pour mettre en évidence les principales performances de l'élément secondaire, car c'est l'élément le plus critique du CPV.

Des bancs de mesure ont été montés pour comparer les efficacités optiques et électriques des différents prototypes. Les résultats montrent que les rendements optiques mesurés et les angles d'acceptation des unités CPV étaient très proches de ceux des simulations optiques. La pyramide offre la meilleure efficacité optique (80,81%) et le plus grand angle d'acceptance (2,03°). Les mesures électriques ont également confirmé que la meilleure solution pour l'optique secondaire est la pyramide car elle accorde une puissance et un rendement électriques plus élevés. Les efficacités optique et électrique obtenues sont respectivement 80,81% et 30,77%, ces résultats correspondent aux meilleures efficacités enregistrées dans la littérature.

Mots clés : CPV, lentille de Fresnel, optique secondaire, caractérisation optique, caractérisation électrique, angle d'acceptance, cellule solaire multi-jonction, efficacité optique, efficacité électrique