

## AVIS DE SOUTENANCE THESE DE DOCTORAT

Présentée par

**Mr: SAAD MOTAHHIR**

Spécialité : Génie électrique

**Sujet de la thèse :** Contribution à l'optimisation de l'énergie soutirée des panneaux photovoltaïques par un système embarqué.

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

**Thèse présentée et soutenue le samedi 31 mars 2018 à 10h au centre des conférences devant le jury composé de :**

Nom Prénom	Grade	Etablissement	
Ali BENBASSOU	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Fès	Président
Tarik KOUSKSOU	PES	Université de Pau et des Pays de l'Adour France	Rapporteur
Miloud RAHMOUNE	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Meknès	Rapporteur
Jamil ABDELMAJID	PH	Ecole Supérieure de Technologie de Fès	Rapporteur
Rachid SAADANI	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Meknès	Examineur
Abdelaziz EL GHZIZAL	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Fès	Directeurs de
Aziz DEROUICH	PH	Ecole Supérieure de Technologie de Fès	thèse

Frédéric COMPAGNON-CHOPIN	Zodiac Aerospace Maroc	Invité
---------------------------	------------------------	--------

**Laboratoire d'accueil :** Laboratoire Productique Energétique et Développement Durable.

**Etablissement :** Ecole Supérieure de Technologie de Fès.

**Titre de la thèse :** Contribution à l'optimisation de l'énergie soutirée des panneaux photovoltaïques par un système embarqué.

**Nom du candidat :** SAAD MOTAHHIR

**Spécialité :**

### Résumé de la thèse

Vu le coût initial élevé des panneaux photovoltaïques (PV) et de leur faible rendement de conversion, en plus de l'influence des conditions climatiques sur leur rentabilité, surtout l'irradiation solaire et la température, il est donc impératif de faire fonctionner le panneau PV à son point de puissance maximale (MPP). Dans ce contexte, l'objectif de cette thèse est de développer, d'améliorer et d'optimiser l'énergie soutirée du panneau PV en utilisant les techniques des systèmes embarqués.

Pour ce faire, nous avons procédé de la manière suivante :

- 1- Etudier et simuler le modèle électrique à une diode du panneau photovoltaïque PV dans le but d'avoir un outil fiable décrivant correctement le comportement réel de ce dernier. l'élaboration du modèle est établie dans les environnements Matlab/Simulink, PSIM et pour la première fois dans la littérature le logiciel Proteus a été utilisé.
- 2- Les résultats de simulation et les résultats expérimentaux ont été confrontés et comparés.
- 3- Ce modèle a été servi pour simuler et tester quelques algorithmes MPPT.
- 4- Des modifications ont été apportées à l'algorithme d'incrément de la conductance (INC) classique afin de :
  - a) remédier à la perte de la poursuite du point de puissance maximale (PPM).
  - b) d'améliorer le temps de réponse du système en éliminant toutes les opérations de la division introduites dans cet algorithme.
  - c) réduire le taux d'oscillation et améliorer la vitesse de poursuite en adoptant un système de pas variable.

Toutes ces modifications ont été simulées et testées au laboratoire à l'aide d'un émulateur solaire et la carte Arduino UNO (à base du microcontrôleur Atmega 328). Un deuxième test utilisé dans le domaine de l'automobile et l'aéronautique a été réalisé pour s'assurer de l'efficacité et de la robustesse de l'algorithme modifié à savoir Model-in-the-loop, Software-in-the-loop, et Processor-in-the-loop (en utilisant la carte STM32F4). Le rendement obtenu est de l'ordre de 98.8%.

- 5- Un algorithme MPPT, tout puissant à base du filtre de Kalman a été aussi élaboré et simulé en utilisant la méthode Software-in-the-loop. Le rendement ainsi obtenu avoisine 100% (99.38%) dépassant de 3% l'algorithme conventionnel (INC).

**Mots clés:** Modèle de panneau PV dans Proteus, l'algorithme d'incrément de la conductance modifié, changement rapide de l'irradiation solaire, système embarqué, système PV à faible coût, MPPT basé sur le filtre de Kalman, système PV à haute performance.