

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI CONSTANTINE  
FACULTE DES SCIENCES DE LA TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE



N° d'ordre:.....

Série: .....

## THESE

PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT EN  
SCIENCES EN ELECTRONIQUE

Option : Composants Electroniques et systèmes

## THEME

**Modélisation nanothermique des systèmes Thermo/Photovoltaïques**  
**Applications aux collecteurs hybrides PVT**

*Présentée par :*

**BEN CHEIKH LE HOCINE HANENE**

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	R. CHENNI	Pr. Université des Frères Mentouri Constantine
<b>Rapporteurs :</b>	F. KERROUR	M.C.A Université des Frères Mentouri Constantine
	K. TOUAFEK	Directeur de recherche (URAER) Ghardaïa
<b>Examineurs :</b>	A. BEKKOUCHE	Directeur de recherche (URAER) Ghardaïa
	N. BELLEL	Pr. Université des Frères Mentouri Constantine
	S. HADDAD	M.C.A Université de Skikda

24/01/2017

---

## Résumé

Le couplage PVT consiste à allier un système photovoltaïque (PV) à un système de chauffage thermique (capteur thermique), un tel système permet donc d'améliorer le rendement du module PV (effet néfaste de la température diminué) tout en extrayant des calories thermiques utiles au chauffage.

L'objectif de ce travail est d'évaluer les performances énergétiques d'un nouveau capteur hybride photovoltaïque thermique (PV/T) basé sur une nouvelle configuration de l'absorbeur développé au sein de l'Unité de Recherche Appliquée en Energie Renouvelable. L'étude est faite comme suit ; une modélisation des performances énergétique du prototype hybride sous MATLAB en une dimension en régime dynamique. Et en vu de prédire les performances de ce système dans les conditions réelles une simulation numérique en 3D avec un logiciel a été mise en œuvre, notre choix s'est porté sur le logiciel *Comsol Multiphysics*.

La validation du modèle a été réalisée expérimentalement, les résultats de simulation sont en bon accord avec les mesures expérimentales. l'avantage d'une telle structure est la simplicité d'implantation par rapport à celui de modèle PV/T en tube et amélioration de gain énergétique en comparant à celui dans le modèle PV/T en cuve, sans oublier le faible coût résultant par l'utilisation de l'acier galvanisé dans la fabrication de l'absorbeur par rapport à celui en cuivre.

Une approche numérique d'une deuxième nouvelle configuration de capteur hybride PV/T a été établie sous COMSOL afin de confirmer la faisabilité d'une telle conception. A partir des résultats de simulation, on constate que cette 2<sup>ème</sup> configuration de PVT peut effectivement réduire la température du module photovoltaïque et améliorer par conséquence ces performances électriques.

**Mots clés :** *Module PV, photovoltaïque, Thermique, Photovoltaïque-thermique PVT, méthode des éléments finis, COMSOL, Rendement.*

---

---

## Abstract

The PVT coupling is to combine a photovoltaic (PV) to a thermal heating system (heat sensor), such a system allows to improve the efficiency of the PV module (negative effect of decreased temperature) while extracting heat calories useful heating.

The objective of this study was to evaluate the energy performance of a new hybrid photovoltaic thermal sensor (PV/T) based on a new configuration of the absorber developed within the Unit for Applied Renewable Energy. The study is done as follows; modeling the energy performance of the hybrid prototype MATLAB in one dimension in dynamic mode. And seen to predict the performance of the system in real conditions a digital 3D simulation with commercial software has been implemented, our choice fell on the Comsol Multiphysics software.

Model validation was performed experimentally; the simulation results are in good agreement with experimental measurements. The advantage of such a structure is the simplicity of implementation by contribution to the model of PV/T tube and energy saving improvement comparing to that in the model PV/T vessel, not to mention the lower cost resulting from the use of galvanizing steel in the manufacture of the absorber compared to copper.

A numerical approach of a second new configuration of PV/T hybrid collector was established under COMSOL to confirm the feasibility of such a design. From the simulation results, we find that this second PVT configuration can effectively reduce the temperature of the photovoltaic module and consequently improve the electrical performance.

**Keywords:** *PV module, photovoltaic, Thermal, Photovoltaic-thermal PVT, finite element method, COMSOL, Efficiency.*

---

---

## ملخص

اقتران الضوئية الحرارية هو الجمع بين نظام الطاقة الشمسية الضوئية ( PV ) التي يحول الإشعاع مباشرة إلى كهرباء ونظام الطاقة الشمسية الحرارية و الذي يحول الإشعاع مباشرة إلى حرارة (جهاز استشعار الحرارة)؛ ومثل هذا النظام يسمح بتحسين كفاءة وحدة الكهروضوئية (التأثير السلبي للحرارة ينخفض) عند استخراج السرعات الحرارية للتدفئة. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم أداء الطاقة للنظام الهجين الجديد الكهروضوئي الحراري ( PVT ) على أساس التكوين الجديد لاستيعاب الطاقة الحرارية والذي تم تطويره في وحدة البحث التطبيقية للطاقات المتجددة بغرداية. تمت الدراسة على النحو التالي؛ نمذجة أداء الطاقة في النموذج الهجين في بعد واحد في وضع ديناميكي باستعمال التعليم البرمجية ( MATLAB ) ؛ وبالنظر إلى التنبؤ بأداء النظام في الظروف الحقيقية تمت دراسة نمذجة النظام في بعد ثالث باستعمال التعليم البرمجية والرقمية ( COMSOL Multiphysics ) و للتحقق من صحة النموذج العددي تم إجراء نموذج تجريبي و اختبارات عملية، ووجدت نتائج المحاكاة في اتفاق جيد مع القياسات التجريبية. وميزة هذا الهيكل هو بساطة تنفيذه بالمقارنة مع النظام الهجين بأنابيب، وتحسين مكاسب الطاقة بمقارنته مع النموذج الهجين بخزان، ناهيك عن انخفاض التكلفة الناتجة من استخدام الجلفنة الصلب في الصنع بالمقارنة بالنحاس. كما تمت دراسة رقمية لنموذج ثاني للنظام الهجين لتأكيد جدوى مثل هذا التصميم في بعد ثالث باستعمال التعليم البرمجية ( COMSOL Multiphysics ) ، و نتائج المحاكاة تؤكد مدى صلاحية هذا النموذج الجديد و يمكن أن يقلل بشكل فعال من درجة حرارة وحدة الكهروضوئية ( PV ) ، وبالتالي تحسين الأداء الكهربائي.

## الكلمات المفتاحية

وحدة الكهروضوئية PV ، الكهروضوئي، النظام الحراري، النظام الهجين ( PVT )، طريقة العناصر المحددة، COMSOL ، المرود.

---