

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

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

Thèse de Doctorat

Présentée par

FATIHA SAHNOUNE

Filière : Automatisation des procédés industriels

Option : Automatique appliquée

Contribution à la modélisation et à l'expérimentation d'une installation solaire de production d'eau chaude équipée d'un système de télésurveillance

Devant le jury :

HADDADI	Mourad	Président	Professeur, ENP, Alger
CHAIB	Ahmed	Examineur	Maître de Conférences A, UMBB
HAMIDAT	Abderrahmane	Examineur	Directeur de recherche, CDER, Alger
LARBES	Cherif	Examineur	Professeur, ENP, Alger
BELHAMEL	Maiouf	Directeur de thèse	Directeur de recherche, CDER, Alger
ZELMAT	Mimoune	Co-directeur de thèse	Professeur, UMBB
KERBACHI	Rabah	Invité	Professeur, ENP, El-Harrach

Soutenue le 15 mars 2016

ملخص: هذا العمل يهتم في المرحلة الأولى على دراسة نموذج رياضي يصف سلوك اللاقط الشمسي ولامح درجة الحرارة في الخزان الشمسي. و قمنا بقياسات تجريبية لتحقيق من النموذج . في المرحلة الثانية، درسنا الأداء الفعلي أو الحقيقي للسخان الماء الشمسي الجماعي, باستخدام تقنية التحكم عن بعد. وهذا من أجل التحكم باستمرار في العمل السليم للجهاز، و تحديد أداءه على مدى فترة طويلة، والتحقق إلى أي مدى يمكن التوصل إلى ضمان الأداء الشمسي. الجهاز ألدى قمنا بدراسته هو نظام تداول قسري, مجهز بحقل من اللاقطات الشمسية الحرارية المسطحة بمساحة 12مترمربع ومخزن بحجم 800ل , و مزود بأجهزة قياسات الحرارية المختلفة المتصلة بوحدة التحكم عن بعد.والتي تقوم بإحالة القياسات إلى وحدة التحكم في المضخات، ودرجات الحرارة، والاستهلاك، الخ.

محاكاة الجهاز قد تمت عن طريق استخدام برنامج صولوا2000, حيث يوفر النظام طاقة شمسية سنوية تقدر ب 6277,5 كيلواط ساعي/سنة لتلبية الاحتياجات السنوية المقدرة ب 7896 كيلواط ساعي و معدل التغطية الشمسي السنوي ب 79,5% كوالإنتاجية السنوية تقدر ب 523,13 كيلواط ساعي/م².سنة. كما ان نتائج المحاكاة قد تم مقارنتها بالنتائج المقاسة وضمن أداء الطاقة الشمسية. التحكم عن بعد بين أنه يمكن بسهولة ضمان 90% من الطاقة الشمسية المتوقعة يمكن ضمانها على مدى فترة طويلة. وبالإضافة إلى ذلك، وحدة مراقبة أثبتت قدرتها على الكشف عن مختلف المشاكل التي تظهر.في تعطل تشغيل الجهاز .و بهذا فان التحكم عن بعد أداة هامة في إدارة طاقة بعض أجهزة البناء ومن منظور الأثر البيئي فان الجهاز ألدى نحن بصدد دراسته يسمح بمنع انبعاثات حوالي 48 طن من ثاني أكسيد الكربون المكافئ. الأثار المترتبة على تنفيذ البرنامج الجزائري للطاقة المتجددة، بما في ذلك الترويج لسخانات المياه الشمسية، يترجم إلى إمكانات كبيرة للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، أكثر من 300 مغان من ثاني أكسيد الكربون المكافئ على أفاق عام 2030.

الكلمات الرئيسية:سخانات الماء الشمسية الجماعية، التحكم عن بعد، الأداء الطاقوى الفعلي, ضمان النتائج الشمسية، لنمذجة الرياضية، إمكانات الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، الطاقات المتجددة

Résumé: Ce travail porte, dans un premier point sur l'étude d'un modèle mathématique décrivant le comportement d'un capteur solaire ainsi que le profil des températures dans le ballon solaire. Des mesures expérimentales de validation du modèle ont été réalisées. Dans un deuxième point, nous avons étudié les performances réelles d'une installation solaire de production d'eau chaude collective en utilisant la technique de télésurveillance. Ceci afin de contrôler en continu le bon fonctionnement de l'installation, de déterminer sa performance sur une longue durée et de vérifier dans quelle mesure la garantie des performances solaires peut être atteinte. L'installation étudiée est un système à circulation forcée qui est doté d'un champ de capteurs plans vitrés de 12 m² de surface, d'un stockage de 800 L et équipé de diverses sondes reliées à l'unité de télésurveillance. Les sondes transmettent les mesures à l'unité qui contrôle les pompes, les températures, les consommations, etc. La simulation de l'installation a été développée en utilisant le logiciel SOLO 2000. Le système fournit un apport solaire annuel de 6277,5 kWh/an pour un besoin annuel estimé à 7896 kWh; le taux de couverture solaire annuel moyen s'élève à 79,5%. La productivité est de l'ordre de 523,13 kWh/m².an. Les résultats de simulation sont comparés aux résultats mesurés et aux performances solaires garanties. La surveillance à distance montre que 90% des résultats solaires attendus peuvent être facilement garantis sur une longue durée. En outre, l'unité de télésurveillance a montré ses capacités à détecter divers dysfonctionnements qui sont apparues. Il en résulte que la surveillance à distance est un outil important dans la gestion de l'énergie de certains équipements du bâtiment.

Du point de vue impact environnemental, l'installation étudiée permet d'éviter les émissions d'environ 48 TéquCO₂. L'impact de la mise en œuvre du programme algérien des énergies renouvelables, y inclue la promotion des chauffe eau solaires, se traduit par un potentiel considérable de réduction des gaz à effet de serre, soit plus de 300 MTéquCO₂ à l'horizon 2030.

Mots-clés: Chauffe eau solaire collectif, télésurveillance, performances énergétiques réelles, garantie des résultats solaires, modélisation, potentiel de réduction des GES, énergies renouvelables

Abstract: This work focuses firstly on the study of a mathematical model describing the behavior of a solar collector and the temperature profile in the solar tank. Experimental validation measurements were performed. Thereafter, we studied the actual energy performances of a large scale solar water heating system using the remote monitoring technique. This is to continuously check the proper operation of the installation, determine its performance over a long period and to check to what extent solar performance guarantee can be achieved. The studied installation is a forced circulation system which has a flat plat glazed collector field of 12 m² surface, 800 L storage and equipped with various sensors connected to the remote monitoring unit. The sensors transmit measurements to the unit that controls the pumps, temperatures, water consumption, etc. The simulation of the installation was developed using the SOLO 2000 software. The system provides a yearly solar production of 6277.5 KWh by an estimated annual need of 7896 kWh; the yearly average solar cover rate amounted to 79.5%. The productivity is in the order of 523.13 kWh / m².year. Simulation results are compared to measured results and to guaranteed solar performances. The remote monitoring shows that 90% of the expected solar results can be easy guaranteed on a long period. Furthermore, the installed remote monitoring unit was able to detect some dysfunctions. It follows that remote monitoring is an important tool in energy management of some building equipment.

With respect to environmental impact, the studied installation avoids emissions of about 48 t CO₂. The impact of the implementation of the Algerian renewable energy program, included the promotion of solar water heaters, resulting in a considerable potential for reducing greenhouse gases. The avoided amount can reach more than 300 MTCO₂eq to 2030.

Keywords: Large-scale solar water heater, remote monitoring, real energy performance, solar performance guarantee, mathematical model, potential for GHG reduction, renewable energy