Revue des Energies Renouvelables Vol. 12 N°1 (2009) 63 – 68
DOI: https://doi.org/10.54966/jreen.v12i1.119

Expérimentation d'un système de pompage photovoltaïque avec un générateur refroidi par ruissellement d'eau et équipé d'un réflecteur plan

El Yakout Chachoua-Harmim*, Arezki Harmim et Abdelkrim Mammeri

Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien
Route de Reggane, B.P. 478, Adrar, Algérie

(reçu 28 Février 2009 – accepté le 29 Mars 2009)

Résumé – *Cet article porte sur l'étude expérimentale d'un système de pompage photovoltaïque, dont le générateur est équipé d'un réflecteur plan pour augmenter l'irradiation solaire incidente sur le plan des panneaux. Afin de réduire l'effet de l'élévation de la température des panneaux, une petite fraction de l'eau pompée est utilisée pour refroidir le générateur à travers une canalisation de distribution qui assure un ruissellement en film sur la surface avant du générateur. L'étude expérimentale a montré qu'on arrive à abaisser la température des panneaux et par la suite garder un meilleur rendement du système.*

Abstract – *This article relates to an experimental study of a photovoltaïque pumping system whose generator is equipped with a plane reflector to increase the solar irradiation onto the photovoltaïque panels. In order to reduce the effect of the rise in the panel's temperature, a small fraction of pumped water is used to cool the generator through a distribution drain which ensures streaming film on the panel's surface. The experimental study showed that it is possible to reduce the panel's temperature and keep a better output of a pumping system equipped with plan reflector.*

Mots-clé: Pompage photovoltaïque - Générateur - Réflecteur plan - Refroidissement par ruissellement d'eau - Expérimentation.

1. INTRODUCTION

L'amélioration des performances d'un système de pompage photovoltaïque peut être obtenue par l'augmentation de l'énergie délivrée par le champ des modules photovoltaïques du système. Ceci peut être réalisé par l'optimisation de l'inclinaison des modules, selon les saisons et les lieux d'installation. La sortie du générateur photovoltaïque peut être également améliorée par l'augmentation de l'irradiation solaire incidente sur les modules, pour une inclinaison fixée, moyennant des réflecteurs plans disposés entre les rangées des modules constituants le générateur photovoltaïque, [1].

Dans une précédente étude expérimentale [2], on a montré que l'augmentation de l'irradiation solaire incidente sur la surface d'ouverture du générateur améliore le fonctionnement du système de pompage. En effet, durant la compagne de test d'un système de pompage dont le générateur est doté d'un réflecteur plan pour augmenter le rayonnement solaire incident sur le plan d'ouverture des modules photovoltaïques, l'amélioration a été de l'ordre de 5 % en matière de puissance absorbée par la pompe.

Mais on a constaté également que l'amélioration de l'irradiation solaire sur les modules photovoltaïques induit une élévation de la température des cellules solaires.

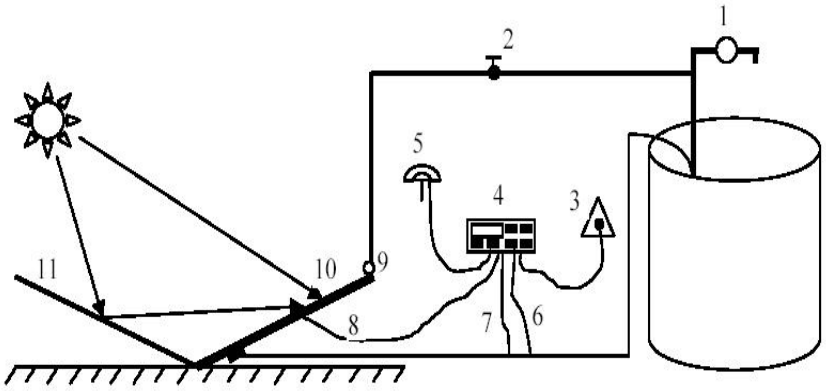
* chachouaelyakout@yahoo.fr

Ceci constitue un risque de dégradation physique des panneaux. Sachant également que le rendement de conversion des modules photovoltaïques décroît avec l'augmentation de la température des cellules solaires; il devient alors nécessaire de proposer une solution pour le refroidissement des modules photovoltaïques, quand ils sont dotés de réflecteurs de rayonnement solaire.

Dans ce papier, on présente les résultats des tests préliminaires d'un petit système de pompage photovoltaïque, dont le générateur, équipé d'un réflecteur plan, est refroidi moyennant le ruissellement d'eau sur sa surface. Les résultats de l'étude expérimentale démontrent que cette solution réduit considérablement la température des modules photovoltaïques et améliore par conséquent les performances du système.

2. DESCRIPTION DU SYSTEME ETUDIE

Le système objet de notre étude expérimentale a été réalisé à partir de différents éléments disponibles au niveau de l'URER/MS. Le montage expérimental a été réalisé, afin d'exploiter une petite fraction de la quantité d'eau pompée qui sera utilisée pour refroidir les modules photovoltaïques du système par un film d'eau qui ruisselle sur toute la surface avant des panneaux comme cela est montré sur le schéma de la figure 1.



1: Compteur d'eau
2: Vanne de contrôle
3: Thermocouple de température ambiante
4: Acquisition de données
5: Pyranomètre
6: Mesure de la tension d'alimentation
7: Mesure de l'intensité du courant
8: Thermocouple de temp. du module
9: Canalisation de distribution d'eau
10: Générateur photovoltaïque
11: Réflecteur plan

Fig. 1. Schéma descriptif du banc d'essai expérimental

Les caractéristiques techniques du système sont données comme suit:

- La pompe à courant continu

Cet équipement est destiné pour être utilisé comme jet d'eau sur une plate forme de l'unité. Cette pompe a été installée pour la première fois au début des années quatre-vingt (1983). Les caractéristiques suivantes ont été relevées sur sa plaque signalétique sont les suivantes: - Puissance: 172 W; Débit maximum: 200 l/min; Hauteur maximale: 7 m; Vitesse: 2800 tr/min; Date:1983

- Le champ de modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques disponibles à l'Unité sont de type UDTS50 de 50 Wc qui ont été déjà installés pour d'autres applications depuis plus de 10 ans. Suite aux différentes remarques et aux insuffisances constatées lors du fonctionnement de la pompe avec huit modules photovoltaïques au niveau du jet d'eau de l'unité et afin d'optimiser notre installation pour un fonctionnement juste nécessaire pour réaliser les objectifs de notre étude expérimentale avec une hauteur de pompage ne dépassant pas 1,5 m.

Nous avons opté pour l'installation d'un champ photovoltaïque de six modules, orienté plein sud et incliné de 28 ° par rapport à l'horizontale (latitude du lieu).

Le système, objet de notre étude, a été installé sur la plate forme des essais de l'URER/MS à Adrar pour subir les tests préliminaires comme cela est montré sur la figure 2. Durant notre compagne des tests, les différents paramètres mesurés sont:

- La température ambiante;
- La température à l'arrière des modules photovoltaïques;
- L'éclairement solaire incident sur le plan d'ouverture du générateur;
- La tension du générateur;
- Le courant d'alimentation de la pompe à courant continu;
- La quantité d'eau pompée.

Fig. 2: Vue d'ensemble du système installé sur
la plate forme des essais de l'URER/MS

Les différentes températures sont mesurées à l'aide de thermocouples de type K. Le thermocouple de la température ambiante est placé dans un abri approprié et celui de l'arrière des panneaux est collé au milieu de la face arrière d'un module représentatif. L'éclairement solaire global incident sur le plan d'ouverture du champ photovoltaïque est mesuré à l'aide d'un pyranomètre CM11 de type Kipp & Zonen.

La tension du générateur est directement mesurée à ses bornes. Par contre, le courant absorbé par la pompe est mesuré à l'aide d'un capteur de courant réalisé par nos soins.

Tous ces transducteurs sont reliés à une acquisition de données, qui fait des relevés à des intervalles de 60 secondes.

La quantité d'eau pompée est mesurée à l'aide d'un compteur d'eau, toutes les heures.

Ces relevés sont portés sur des feuilles de test qui vont nous permettre de calculer le débit moyen horaire, ainsi que la quantité d'eau pompée cumulée pour toute la journée de test.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Durant la période des tests, le générateur photovoltaïque a été doté du réflecteur plan et deux configurations ont été considérées.

Il s'agit de la programmation alternée entre une journée de test du système de pompage où le circuit de refroidissent est mis en marche et une autre journée de test où le système n'est pas mis en marche.

Quand on procède de cette façon, on a pu sélectionner deux jours de test successifs où les conditions expérimentales seront pratiquement identiques en matière d'éclairement solaire, de température ambiante et de vent.

Les résultats des tests préliminaires effectués en septembre 2007 nous ont encouragé à programmer une compagne de tests hivernaux de février à mars 2008. Après dépouillement et analyse des données relatives à cette compagne de tests, on a constaté que les tests du 18 mars 2008 (circuit de refroidissement à l'arrêt) et du 21 mars 2008 (circuit de refroidissement en marche) se sont déroulés dans des conditions semblables et donc les résultats peuvent être comparés.

Sur la figure 3, on présente l'évolution de l'éclairement solaire global mesuré sur le plan d'ouverture du générateur photovoltaïque durant les deux journées de tests considérées, (8 et 21 mars 2008).

Pour des fins pratiques de comparaison, le graphique est fait uniquement durant la durée de pompage. On constate que les deux courbes sont pratiquement confondues.

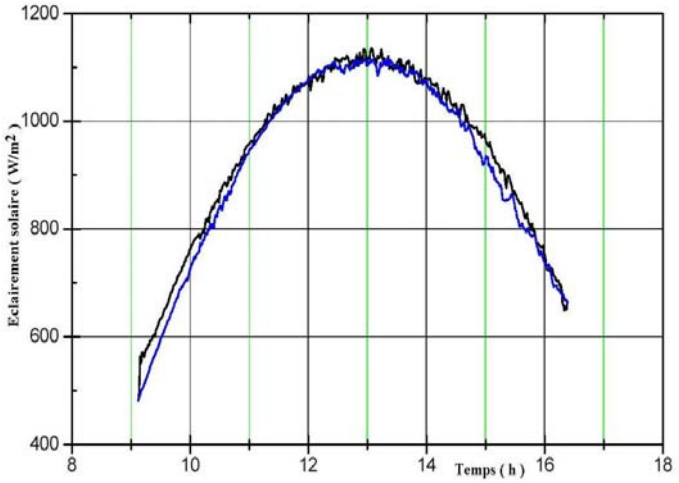


Fig. 3: Evolution de l'éclairement solaire sur le plan d'ouverture du champ photovoltaïque (journées du 18 et 21 mars 2008)

Sur la figure 4, il est présenté l'évolution de la température à l'arrière du module photovoltaïque, pour la journée du 18/03/08 (générateur sans refroidissement). Tandis que l'évolution de la température de la face arrière du module, pour la journée du 21/03/08 (générateur avec refroidissement) est donnée sur la figure 5.

Sur les deux figures, la température à la face arrière du module est comparée à celle d'ambiance.

On remarque qu'avec le refroidissement, la température à la face arrière du module devient très proche de la température ambiante, alors que lorsque le refroidissement est inexistant, elle atteindrait un niveau très élevé (environ 51 °C), ce qui induit une diminution sensible du rendement de conversion du générateur photovoltaïque.

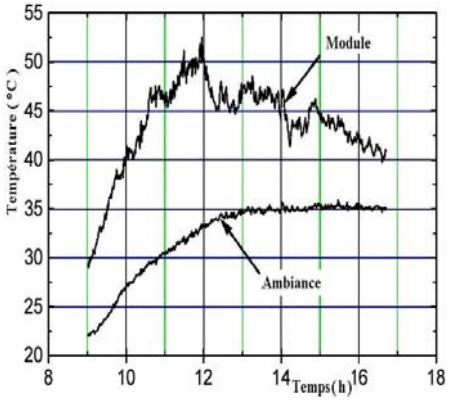


Fig. 4: Evolution de la température du module (Sans refroidissement - 18/03/08)

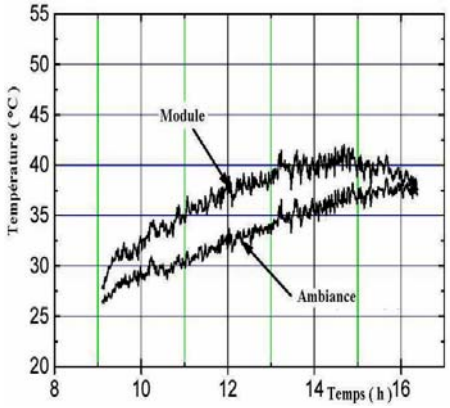


Fig. 5: Evolution de la température du module (Avec refroidissement - 21/03/08)

En figure 5, il a été présenté l'évolution de la puissance absorbée par la pompe durant la période de pompage pour les deux journées (18 et 21 mars 2008).

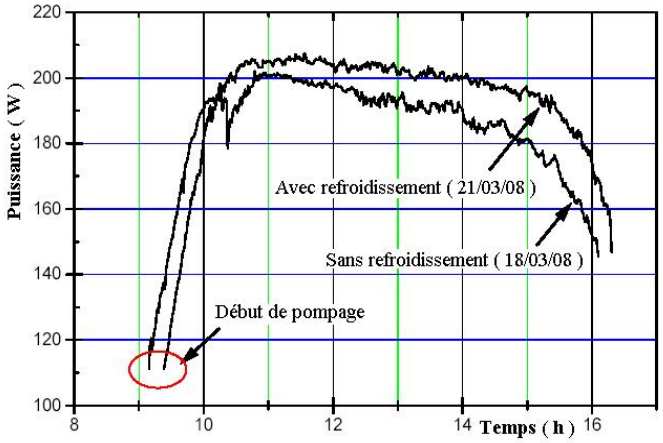


Fig. 6: Evolution de la puissance absorbée par la pompe durant la durée de pompage (18 et 21 mars 2008)

On constate que pour une hauteur de pompage choisie, le début de pompage est fixé par le seuil de 111 W. On remarque également que la durée de pompage relative à la journée du 21 mars est plus longue. Cela s'explique par la mise en marche du refroidissement qui améliore le rendement du système.

Car l'installation du réflecteur plan augmente l'énergie solaire incidente sur le champ photovoltaïque, mais induit une réduction du rendement de conversion, suite à l'augmentation de la température des cellules du générateur.

L'objectif de notre étude expérimentale a été concrétisé. En effet, il a été démontré que le refroidissement du générateur photovoltaïque par ruissellement à faible débit d'une partie de l'eau pompée par le même système contribue à l'amélioration du fonctionnement du système par la réduction de la température du générateur qui peut être doté d'un réflecteur plan.

Néanmoins, il a été constaté qu'après une longue durée de fonctionnement du système sous ces conditions, il y a un dépôt d'une couche de sels minéraux sur la surface du générateur, ceci peut réduire la transitivité du vitrage, si le nettoyage n'est pas fait régulièrement. Une solution peut être envisagée pour y remédier en utilisant un film plastique transparent qui fera l'objet de tests expérimentaux futurs.

4. CONCLUSION

Dans cet article, on a présenté l'étude expérimentale effectuée sur un système photovoltaïque de pompage avec une pompe à courant continu et dont le générateur solaire est muni d'un réflecteur plan. Afin d'atténuer l'effet d'élévation de température sur le rendement de conversion du générateur photovoltaïque qui reçoit plus de rayonnement solaire moyennant le réflecteur plan, l'idée de refroidissement par ruissellement d'eau a été investie. Il a été montré expérimentalement qu'avec une très légère modification, on arrive à abaisser la température des modules et par la suite garder un meilleur rendement du système.

REFERENCES

[1] R. Mats and K. Bjorn, '*The Use of Corrugated Booster Reflectors for Solar Collector Fields*', Solar energy, Vol. 65, N°6, pp. 343 - 351, 1999.

[2] El Y. Harmim et A. Harmim, '*Expérimentation d'un Système de Pompage Photovoltaïque avec un Générateur Muni d'un Réflecteur Plan*', Colloque National sur l'Energie Solaire, CNESOL'06, Université de Béjaïa , Algérie, 29-30 Novembre 2006.

[3] M.D.J. Pucar and A.R. Despic, '*The Enhancement of Energy Gain of Solar Collectors and Photovoltaic Panels by the Reflection of Solar Beams*', Energy, Vol. 27, N°3, pp. 205 - 223, 2002.

[4] M.A.B. Yakup and A.Q. Malik, '*Optimum Tilt Angle and Orientation fir Solar Collector in Brunei Darussalam*', Renewable Energy, Vol. 24, N°2, pp. 223 - 234, 2001.

[5] M.M. El-Kassaby, '*Monthly and Daily Optimum Tilt Angle for South Facing Solar Collectors', Theoretical Model, Experimental and Empirical Correlations*', Solar and Wind Technology, Vol. 5, N°6, pp. 589 – 596, 1988.

[6] J.P. Chiou and M.M. El Naggar, '*Optimum Slope for Solar Insolation on Flat Surface Tilted Toward the Equator in Heating Season*', Solar Energy, Vol. 36, N°5, pp. 471 – 478, 1986.

[7] Lin Wenxian, '*Optimum Inclination of South Facing Solar Collectors During Heating Season in China*', Energy, Vol. 14, N°3, pp. 123 – 129, 1989.

[8] J. Duffie and W.A. Beckman, '*Solar Engineering of Thermal Process*', Ed. Wiley and Sons, USA, 1991.

[9] L. Chancelier et E. Laurent, '*L'Electricité Photovoltaïque*', Edition Gret, Ademe, 1996.