



Etude expérimentale d'un distillateur solaire couple à un capteur solaire plan

Rabah Kerfah*¹, Kamel Farhet Benabdelaziz ², Oussama Hamrat ¹

¹ Laboratoire FIMA, université de Djillali Bounaama- Khemis Miliana,
route de theniet el had, Khemis miliana

² Unité de développement des équipements solaires, UDES/CDER, , Boumail, Tipaza

* r.kerfah@univ-dbkm.dz

Résumé— Dans ce papier nous avons présenté une étude expérimentales d'un distillateur simple de type bassin simple pente couplé à un capteur solaire plan. Ce distillateur a été testé sous les conditions météorologiques de la région de Boumail (Tipaza, Algérie) durant la journée du 25/07/2016. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'effet de l'ajout d'un capteur solaire plan sur la production d'un distillateur. La production journalière cumulée du distillateur est de 4191.25 ml /m² par jour.

Mots clés— Distillateur solaire, Energie solaire, Distillateur avec chambre de condensation, Capteur solaire plan.

I. INTRODUCTION

L'eau est un élément vital pour la survie de l'être humain, les besoins pour l'humanité augmentent d'une manière continue.

L'Algérie qui souffre de la disponibilité de l'eau potable depuis plusieurs années à été contraint de recourir au dessalement de l'eau de mer pour combler les besoins en eau surtout pour les secteurs de l'agriculture et l'industrie.

La distillation solaire une l'une des alternatives a entreprendre pour faire face ce problème d'eau surtout que l'Algérie dispose d'un grand potentiel solaire.

Les rendements des distillateurs solaires sont faibles et leurs productions restent insuffisantes. Puisque le gradient de température entre l'interface air-eau et la couverture transparente influe directement sur la production du distillateur solaire, plusieurs techniques ont été utilisées afin d'augmenter ce gradient.

Nous pouvons classer ces techniques en deux grands groupes. Le premier groupe consiste à augmenter la température de l'eau et par conséquent la quantité d'eau évaporée, contribuant ainsi à l'accroissement de la différence de température entre l'interface air-eau et la couverture transparente. Le deuxième groupe consiste à diminuer la température de la surface de condensation..

L'augmentation de l'évaporation peut être assurée en associant au distillateur un capteur solaire plan [1], un capteur cylindro-parabolique [2], un réflecteur vertical [3], réutilisation de chaleur latente de condensation [4]. Parmi les techniques

utilisées pour diminuer la température de la surface de condensation, on trouve la refroidissement de la couverture transparente par une circulation d'eau ou d'air

la séparation de la chambre de condensation de celle de l'évaporation engendre une différence de température entre l'eau et la surface intérieure de la vitre plus élevée et permet de minimiser la pression à l'intérieur ainsi que la formation de gouttelettes d'eau sur la surface interne diminuant ainsi la réflexion et augmentant par conséquent la fraction du flux solaire absorbé par la surface du fond du distillateur ce qui engendre une production d'eau distillée plus grande [5,6,7,8,9].

Dans ce papier nous nous intéressons à l'effet de l'ajout d'une chambre de condensation à un distillateur actif sur les performances d'un distillateur solaire actif. pour cela deux distillateurs ont été réalisés et testés. L'expérimentation c'est effectué au site de l'UDES à Boumail (Algérie) en utilisant l'eau de mer.

II. DESCRIPTION DU BANC D'ESSAI ET PROCEDURE D'EXPERIMENTATION

Le banc d'essais est constitué d'un distillateur couplé avec un capteur solaire plan. Le distillateur est de type bassin à simple pente de surface 0,8 m² (1mx0.8 m). Ce bac est couvert par une surface transparente (verre ordinaire) d'une épaisseur de 4mm. Afin de minimiser les pertes thermiques l'ensemble est isolé par une couche isolante en polyuréthane de 40 mm d'épaisseur. Ce distillateur est couplé à un capteur solaire plan de dimensions L = 1,90 m, l = 0,92 m, e = 0,12 m. Le circuit de préchauffage est formé d'un échangeur de chaleur de type radiateur installé dans le bassin. Il est réalisé par 17 tubes en cuivre de Ø = 10 mm et 385 mm de longueur relié à un deux collecteurs en cuivre de Ø = 14 mm et de 120 mm de longueur Figure 1.



Figure 1 : photographie de banc d'essai

Les tests ont été effectués à Bouismail (Tipaza). Ce site représente les coordonnées suivantes: latitude 36.63, longitude 2°7 et altitude 40 m.

Des thermocouples de type K (Kromel-Alumel) sont implantés pour mesurer les températures des différentes composantes du distillateur (vitre, l'air dans les distillateurs, l'eau dans le bassin, l'absorbeur, l'eau de chauffage, ambiance)

Les thermocouples sont connectés à un enregistreur de type Hydra DATA Acquisition à 20 voies. L'éclairement global est mesuré par un pyranomètre (model Kipp & zonen). La vitesse du vent est obtenue par l'utilisation d'un anémomètre type NG 6313 (model Jules, Richard & Peckly). L'eau distillée est collectée dans un réservoir puis pesée à l'aide d'une balance. Les paramètres indiqués précédemment sont mesurés chaque 15 mn.

III. RESULTATS

La journée d'essai est celle du 25/07/2016. Cette journée est caractérisée par une température ambiante allant de 21.6 °C à 28.3 °C, une vitesse de vent variant de 0 m/s à 4.68 m/s et un éclairement solaire max de 878,440 W/m².

La figure 2 montre l'évolution du rayonnement solaire et la température ambiante. On constate que l'évolution du rayonnement solaire présente la forme d'une cloche, dont le maximum est égale 910 W/m², enregistré à 12h00 TSV. La température ambiante varie entre 21.6°C enregistré à 5h00 et 28.3 °C enregistré 9h30.

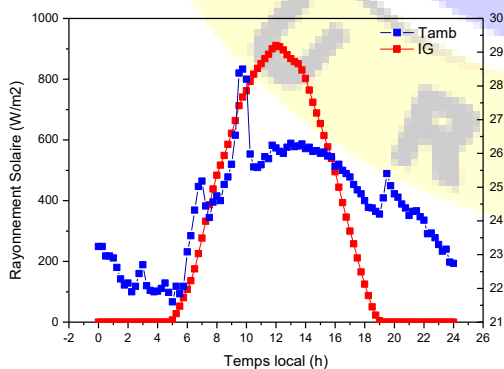


Figure 2 Evolution horaire de la température ambiante et du rayonnement solaire

La figure 3 illustre l'évolution des températures de différents composants du distillateur. On remarque que l'évolution des températures suit l'évolution de l'éclairement solaire avec un déphasage dû à l'inertie thermique du système. On note que la différence entre la température intérieure et extérieure de la vitre résulte de la résistance thermique de la vitre.

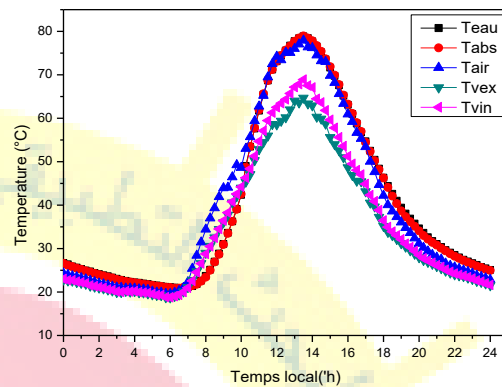


Figure 3 Evolution horaire des températures des différentes composantes du distillateur

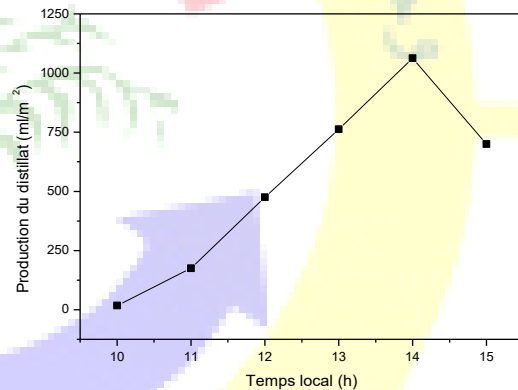


Figure 4 : Evolution horaire de la production du distillat

La production horaire de l'eau distillée est représentée par la Figure 4, nous constatons que la production du condensat est enregistrée à 10h du matin, la production maximale est obtenue à 14h00.

La Figure 5 illustre l'évolution de la production cumulée de la journée du distillateur, nous constatons que la production du distillateur actif est égale de 4191.25 ml /m².

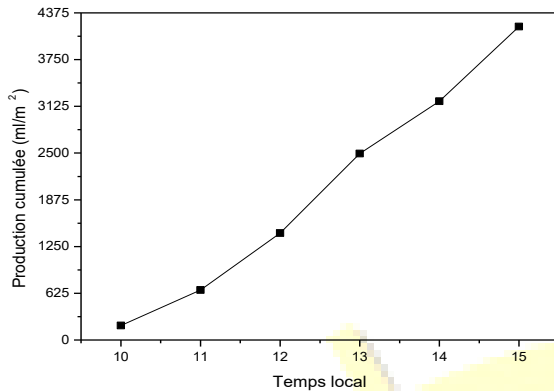


Figure 5 : Evolution horaire de la production cumulée du distillat

- [9] Kerfah R., Zaaraoui A. Noura B, "Thermal-economic analysis of modular solar still under Algerian climatic conditions: Effect of collector and condensation chamber area", Desalination and Water Treatment, vol. 57, pp. 5215-5221, 2016.

IV. CONCLUSIONS

Le présent papier est une étude expérimentale de l'effet de l'association d'un capteur solaire plan à un distillateur simple de type bassin sur les performances de ce dernier. Pour cela, un prototype a été réalisé et testé sous les conditions climatiques de la région Bouisamail (Tipaza, Algérie) durant la journée du 25/07/2017.

Les résultats obtenus montrent que:

- la production du distillateur est fonction de plusieurs paramètres à savoir la température de l'eau, vitesse du vent et épaisseur du film d'eau.
- les températures des différents constituants du distillateur actif suivent l'évolution du flux solaire avec un déphasage
- la production du distillateur simple actif est égale à de 4191.25 ml /m² par jour.

REFERENCES

- [1] Rai, S.N. and Tiwari, G.N, "Single basin solar still coupled with water flat collector", Energy Conversion and Management, vol. 23, pp. 45-149, 1983.
- [2] Singh, S. K., Bhatnagar: V. P., Tiwari G. N., "Design parameters for concentrator assisted solar distillation", Energy Conversion and Management, vol. 37, pp. 247-252, 1996.
- [3] Tanaka, H. and Nakatake, Y., "Improvement of the tilted wick solar still by using a flat plate reflector", Desalination, vol. 216, pp. 139-146, 2007.
- [4] Al-Karaghoul, A. A. and Minasian, A. N., "Technical note a floating-wick type solar still", Renewable Energy, vol. 6, pp. 77-79, 1995.
- [5] Zayouti, E., Bouirden, L., Aharoune, A. and Banouni, M., " Distillation Solaire: Amélioration de la Condensation de la Vapeur d'Eau dans les Distillateurs Solaires", International Forum on Renewable Energies, Agadir, Maroc, 2002.
- [6] El-Bahi, A. and Inan, D. A., "solar still with minimum inclination coupled to an outside condenser", Desalination, vol. 123, pp. 79-83, 1999.
- [7] El-Bahi, A. and Inan, D., " Analysis of a parallel double glass solar still with separate condenser", Renewable Energy, vol. 17, pp. 509-521, 1999.
- [8] Tiwari, G. N., Kupfermann, A. and Aggarwal, S., "A new design for a double-condensing chamber solar still", Desalination, vol. 114, pp. 153-164, 1997.