



Etude des Performances d'un Distillateur Solaire sous les Conditions Climatiques de Khemis Miliana (Algérie)

R.Kerfah*¹, B. Nora*, A.Zaaraoui*, S Mohammed belkebir*.

* *Laboratoire Fluides Industriels Mesure et Applications;*

Université de Khemis Miliana, Khemis Miliana W. Ain Defla, 44225, Algérie

¹ rkerfah@yahoo.fr

Résumé: Dans cette étude nous nous sommes intéressés à la réalisation et l'expérimentation d'un distillateur solaire à effet de serre. Ce distillateur est destiné pour la distillation des eaux saumâtres de la région d'EL ATTAF de la wilaya d'AIN DEFLA connus par l'existence des nappes d'eau saumâtre. Ce système a été testé sous les conditions météorologiques de la région d'EL ATTAF durant la journée du 24/7/2012. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence les paramètres influents le fonctionnement de ce type de distillateur. La production journalière cumulée obtenue est égale à de 2.5 Litre/jour pour une surface de l'absorbeur de 0.7 m².

Mots-clés : Distillateurs solaires, Effet de serre, Eaux saumâtres, Conception.

I. INTRODUCTION

L'eau potable, essentielle à la bonne santé de la population, est indispensable à un développement socio-économique harmonieux d'une nation. L'Algérie est un pays semi-aride, voir même aride, caractérisé par une pluviométrie annuelle variant entre 200 à 400 mm. Aussi, les ressources en eau sont faibles, irrégulières et en outre elles sont localisées dans la bande côtière. L'apport total annuel d'eau par les pluies est de l'ordre de 100 milliards de m³ dont 12.4 milliards de m³ en écoulements superficiels. Parmi ces apports, 6 milliards de m³ sont utilisables grâce aux sites favorables techniquement (Hydrologie, topographie, géologie) [1]. Face à cette situation, le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres, par différents procédés (thermique, filtration membranaire,...), est une alternative qui apporte des réponses aux besoins en eau à court et à long terme.

Les régions semi-arides de l'Algérie ont une durée d'ensoleillement importante qui devrait contribuer à leurs

développements, par exemple, dans la production d'eau potable par le procédé de distillation solaire. Dans ces régions la réalisation de réseau d'alimentation en eau potable peut s'avérer beaucoup plus coûteuse qu'une réalisation de petites installations de distillateurs solaires puisque la population est éparpillée. Ce constat rejoint le résultat de plusieurs travaux [2] qui ont montré que la distillation solaire est économiquement la plus compétitive lorsque la demande en eau potable n'est pas trop grande.

Les distillateurs solaires de type bassin, sont de simple conception, autonome et facile à entretenir.

Dans le présent travail, nous présentons une étude expérimentale d'un distillateur de type bassin à simple pente. Ce distillateur est destiné à produire de l'eau distillée à partir des eaux saumâtres de la région D'AL ATTAF (AIN DEFLA).

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

Le banc d'essai est constitué principalement d'un distillateur solaire (Fig. 1). Il est de type bassin à simple pente formé d'un bac en acier galvanisé dont le fond est peint en noir mat. L'ensemble est couvert d'un vitrage en verre ordinaire inclinée à la latitude du lieu (36°) afin d'avoir le maximum du rayonnement solaire. Ce vitrage a pour but d'assurer l'effet de serre et joue le rôle d'une surface de condensation en même temps. L'ensemble est isolé par une couche de polyuréthane. Les caractéristiques thermophysiques et les dimensions des différentes composantes du distillateur sont représentés dans le tableau 1.

Les tests ont été effectués à Khemis Miliana (Ain Defla). Ce site représente les coordonnées suivantes: latitude 36.26, longitude 3°21, l'altitude 365 m.

Pour mesurer les températures 11 thermocouples de type K (Kromel-Alumel) sont implantés comme suite (Fig. 2)

- Deux thermocouples sont placés sur la face supérieure du vitrage.



- Deux thermocouples sont placés sur la face inférieure du vitrage.
- Deux thermocouples sont placés à l'intérieur du bac pour mesurer la température de l'air dans le distillateur
- Deux thermocouples sont placés à 5 mm de hauteur du fond du bassin pour mesurer la température de l'eau.
- Deux thermocouples sont placés sur l'absorbeur.
- un thermocouple pour mesurer la température ambiante.

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

Tableau 1 : Caractéristiques techniques du distillateur solaire

Eléments	Dimensions et caractéristiques	Matériaux
Couverture	Longueur : 1500 mm Largeur : 600 mm L'épaisseur : 4 mm Superficie : 0,9 m ² Transmissivité : 0,75 Conductivité : 0,73 W/m ² °C	Verre ordinaire
Bac	Longueur : 1420 mm Largeur : 540 mm Hauteurs : 500 mm et 100 mm Épaisseur : 1,5 mm Superficie de la base : 0,7 m ² Conductivité : 49 W/m ² °C Absorptivité : 0,95	Tôle galvanisée
Isolant	Longueur : 1500 mm Largeur : 600 mm Épaisseur : 40 mm Hauteur : 500 mm et 100 mm Superficie de la base : 0,9 m ² Conductivité : 0,023 W/m ² °C	polyuréthane



Fig. 1 : montage expérimental

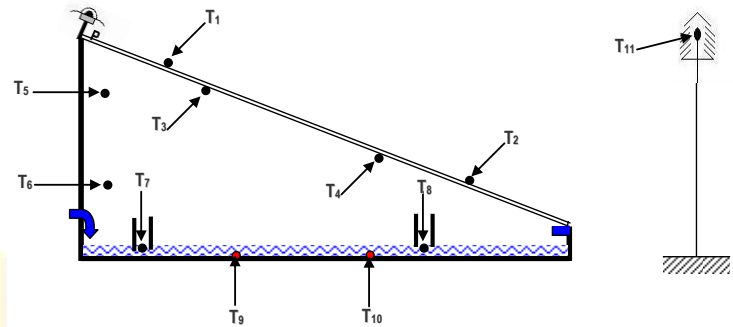


Fig. 2 l'emplacement: des différents instruments de mesure

III. MODELISATION MATHÉMATIQUE

Le bilan thermique au nœud i donne [3]:

$$M_i C p_i \frac{dT_i}{dt} = \sum_{i=1}^n \sum_x Q_{ij} + P_i \quad (1)$$

Avec :

Q_{ij} : flux de chaleur échangé par le mode de transfert x (conduction, convection ou rayonnement) entre le milieu i et j (w).

P_i : Terme de source ou de puits.

En introduisant un coefficient d'échange h_{xij} et en linéarisant les transferts nous pouvons écrire :

$$Q_{xij} = h_{xij} A (T_i - T_j) \quad (2)$$

Ainsi l'équation 1 s'écrit :

$$M_i C p_i \frac{dT_i}{dt} = \sum_{i=1}^n \sum_x h_{xij} A (T_i - T_j) + P_i \quad (3)$$

Les coefficients de transfert par rayonnement et convection sont déduits à partir des corrélations données dans la littérature [4-5]

Le débit de condensat est donné par :

$$\frac{dM_c}{dt} = h_{Evap} \frac{T_E - T_{VI}}{L_v} \quad (4)$$

Avec :

h_{Evap} : coefficient du transfert à l'évaporation (w/m^2K)

L_v : la chaleur latente de condensation (J/Kg)

L'efficacité globale du distillateur est déterminée par:

$$\eta_g = \frac{Q_{Evap}}{I_g \cdot A} = \frac{\dot{m}_c \cdot L_v}{I_g \cdot A} \quad (5)$$

IV. RESULTATS ET INTERPRETATIONS :

La journée représentative est celle du 24/07/2012, cette dernière est caractérisée par un ciel clair avec quelques passages nuageux, une vitesse de vent allant de 0 m/s à 2,1 m/s et une température ambiante variant de 16,8°C à 37°C,



ces caractéristiques nous mènent à dire que c'est une journée normale. L'épaisseur de l'eau est prise égale à 2 cm.

La fig. 3 montre que l'évolution horaire de l'éclairement solaire et la température ambiante. L'évolution de l'éclairement solaire global au niveau de la surface du distillateur présente une forme de cloche dont le sommet se situe à 12h00 TSV, le flux solaire maximal reçus par le distillateur est égal à 1050 W/m².

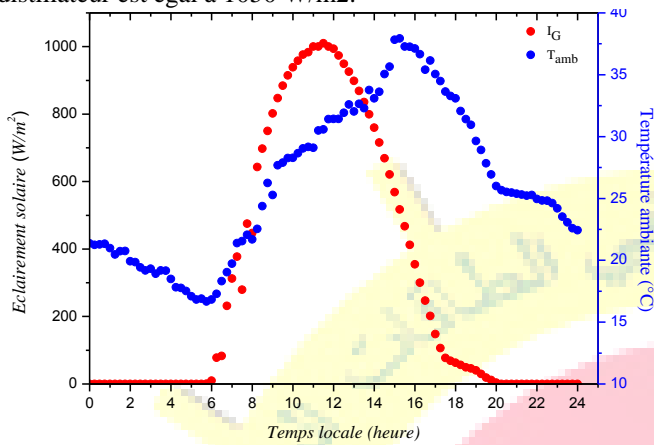


Fig. 3 : Evolution de l'éclairement solaire global et la température ambiante au cours de la journée du 24/07/2012

La fig. 4 Erreur ! Source du renvoi introuvable. présente la variation des températures de chaque composant du distillateur (vitre, absorbeur, eau et air) au cours de la journée. On remarque en premier lieu que les températures augmentent progressivement avec le temps et atteignent une valeur maximale pour tous les éléments. En effet, l'augmentation du rayonnement solaire incident sur le plan du distillateur permis d'augmenter la fraction de l'énergie absorbée par le fond du bassin du distillateur, permettant ainsi d'augmenter la température des différents éléments. La température maximale pour tous les éléments est observée à 13h00. On constate aussi que la température du bac est la plus élevée correspondante à 84.5 °C.

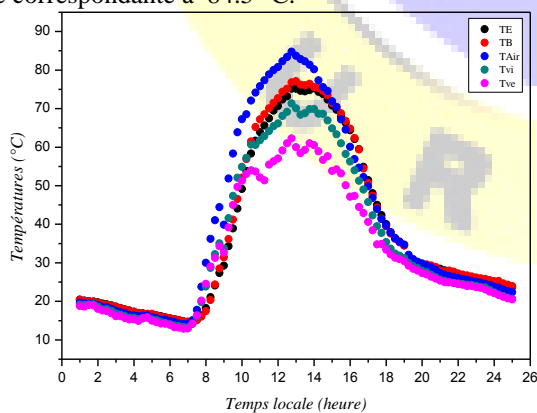


Fig. 4 : Evolution des températures des différents éléments du distillateur au cours de la journée du 24/07/2012

L'évolution horaire de la production du distillat est similaire à celle des températures. La valeur maximale de la production est égale atteinte à 13h00 (Fig. 5).

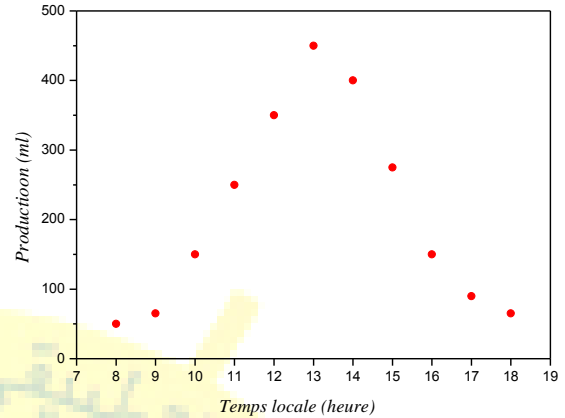


Fig. 5 : Evolution horaire de la production du distillat au cours de la journée du 24/07/2012

La fig. 6 illustre l'évolution de la production horaire cumulée. On constate que cette production augmente au fur et à mesure que les températures augmentent jusqu'à une valeur limite égale à 2.3 litre.

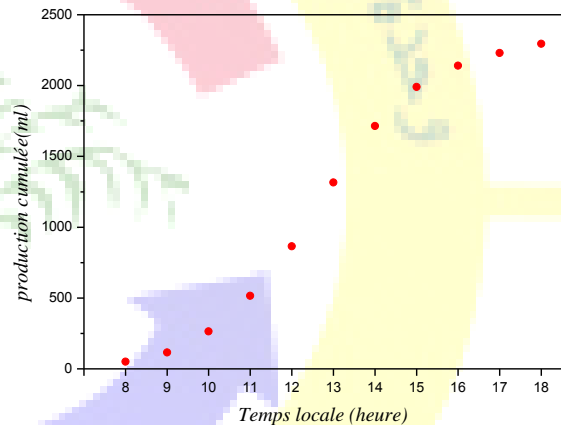


Fig. 6 : Evolution de la production d'eau distillée cumulée au cours de la journée du 24/07/2012

V. CONCLUSION :

Le présent papier est une étude expérimentale d'un distillateur simple de type bassin. Le distillateur a été conçu pour être utilisé à la distillation des eaux saumâtres de la région d'El ATTaf (Ain Defla, Algérie). Les tests ont été effectués sous les conditions météorologiques de la région d'Ain Defla durant la journée du 24/07/2012. 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.
- Le facteur moteur de la production est la différence de température entre interface eau-air et la température du vitrage.



Le 3^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 3rd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 13 et 14 Octobre 2014



- La production journalière obtenue durant la journée du 24/07/2012 est de 3.28 l/m² Jour. pour un éclairement solaire de 29.5 Kw/m²

NOMENCLATURE

Q : Flux thermique, W/m².

T : température, °C.

L_v : La chaleur latente de vaporisation, J/kg.

M_c : Masse du condensat, kg

Indices

A	Ambiant
B	Bassin
Evap	Evaporation
V	Vitre
E	Eau
VE	Vitre extérieur
VI	Vitre intérieure
IS	Isolant
Ciel	Ciel
Sol	Sol
IS	Isolant
ISI	Isolation interne
ISE	Isolation externe
R	Rayonnement
Cd	Conduction
C	Convection
Eff	effectif
E_VI	Eau - vitre
VE_A	Vitre a l'ambient
B_ISI	basin au l'isolant interne
B_E	Bassin a l'eau
B_ISI	Bassin a Isolant interne
ISE_Sol	Isolant extérieur au le sol
ISE_A	Isolant extérieur au l'ambient

REFERENCES

- [1] A.Kettab, "Les ressources en eau en Algérie: stratégies, enjeux et vision", *Desalination*, vol. 136, pp. 25–33, 2001
- [2] S. A. Kalogirou, "Seawater desalination using renewable energy sources", *Progress in Energy and Combustion Science*, vol.31, pp. 242–281, 2005.
- [3] M.A.S. Malik, G.M. Tiwari and A. Kumar, "Solar Distillation". Pergamon Press Ltd., 1982.
- [4] K. K. Murugavel, S. Sivakumar, J. R. Ahamed, Kn.K.S.K. Chockalingam, K. Srithar, "Single basin double slope solar still with minimum basin depth and energy storing materials", *Applied Energy*, vol 87, pp. 514-523, 2010.
- [5] Sharma, V.B., Mullick, S.C., "Estimation of heat-transfer coefficients, the upward heat flow, and evaporation in a solar still". *ASME Journal of Solar Engineering*, Vol.113, pp. 36–41, 1991.



Le 3^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et
Renouvelables

The 3rd International Seminar on New and Renewable
Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algérie 13 et 14 Octobre 2014

