



HAL
open science

Efficacités interne et globale d'un distillateur solaire

Nassima Boukerzaza, Abla Chaker, Zakaria Haddad, Boumediene Benyoucef

► **To cite this version:**

Nassima Boukerzaza, Abla Chaker, Zakaria Haddad, Boumediene Benyoucef. Efficacités interne et globale d'un distillateur solaire. JITH 2007, Aug 2007, Albi, France. 5p. hal-00163995

HAL Id: hal-00163995

<https://hal.science/hal-00163995>

Submitted on 29 Aug 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

EFFICACITES INTERNE ET GLOBALE D'UN DISTILLATEUR SOLAIRE

Nassima BOUKERZAZA¹, Abla CHAKER¹, Zakaria HADDAD¹,
Boumediène BENYOUCEF²

¹Laboratoire de Physique Energétique Université Mentouri, Constantine, Algérie.

²Laboratoire Matériaux et Energétique Tlemcen.

boukerzazan@yahoo.fr, chakamine@yahoo.fr

Résumé: L'objectif essentiel de ce présent travail concerne la détermination des caractéristiques de fonctionnement dont dépend le choix de tout distillateur. Nous nous sommes particulièrement attachés à l'étude de l'efficacité interne et de l'efficacité globale. Cette étude a été menée sur deux types de distillateur; le distillateur plan et le distillateur sphérique à balayage. Les résultats obtenus mettent en évidence l'influence de nombreux paramètres sur ces caractéristiques.

Le programme de calcul élaboré permet également de préciser l'effet des pertes thermiques sur les caractéristiques de fonctionnement, et de montrer qu'elles sont plus importantes dans le cas du distillateur plan.

Mots clés : distillation solaire, distillateur, efficacité interne, efficacité globale

1. INTRODUCTION

Les besoins en eau potable dans le monde augmentent d'une manière continue, les pays au sud du bassin méditerranéen font partie des ces régions où les ressources en eau potable sont extrêmement limitées. Nombreuses, sont les technique qui permettent d'épurer les eaux usées et de dessaler les eaux saumâtres, parmi elles la distillation solaire, dont l'importance réside dans l'utilisation de l'énergie solaire.

Les distillateurs solaires utilisent tous le même principe de fonctionnement qui repose principalement sur l'effet de serre [1]; néanmoins, ils peuvent différer les uns des autres en conception et en matériau.

2. BILAN ENERGETIQUE D'UN DISTILLATEUR SOLAIRE

Les équations régissant le bilan thermique d'un distillateur s'écrivent comme suit:

2.1. Bilan thermique de la vitre

$$q_{ri} + q_{ci} + q_{ev} = \frac{\lambda_v}{e_v} (T_{vi} - T_{ve}) A_v \quad (1)$$

$$q_{ra} + q_{ca} = \frac{\lambda_v}{e_v} (T_{vi} - T_{ve}) A_v \quad (2)$$

2.2. Bilan thermique de la masse d'eau

$$q_{ri} + q_{ci} + q_{ev} + m_d c_e (T_e - T_a) + q_b = q_{eau} \quad (3)$$

$m_d c_e (T_e - T_a)$: flux de chaleur perdu par l'apport d'eau d'appoint.

2.3. Bilan thermique de l'absorbeur

$$q_{eb} + q_{bis} = \tau \cdot A \cdot G \quad (4)$$

3. CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Le choix de tout distillateur dépend essentiellement de grandeurs appelées caractéristiques de fonctionnement [2]. Dans cette étude notre intérêt a porté particulièrement sur l'efficacité interne et l'efficacité globale.

3.1. L'efficacité globale

$$\eta_g = \frac{q_{ev}}{G \cdot A} = \frac{m_d \cdot L_v}{G \cdot A} \quad (5)$$

3.2. L'efficacité interne

$$\eta_i = \frac{q_{ev}}{q_{eau}} = \frac{m_d \cdot L_v}{\alpha_t \cdot G \cdot A} \quad (6)$$

La résolution des équations régissant le fonctionnement d'un distillateur solaire de forme quelconque a été abordée par une approche numérique basée sur la méthode itérative de Gauss- Siedel.

Les résultats obtenus permettent de mettre en évidence l'influence de nombreux paramètres externes et internes, sur les caractéristiques de fonctionnement (efficacité interne et globale) des deux types de distillateurs [3].

4. Résultats et discussion

4.1. L'efficacité globale

4.1.1. En fonction de l'irradiation globale

La figure 1 montre que l'efficacité globale d'un distillateur solaire est une fonction croissante de l'irradiation globale. Cependant cette croissance s'atténue pour des valeurs élevées de l'irradiation. En outre, nous pouvons observer, que l'efficacité du distillateur sphérique DS, est nettement supérieure à celle du distillateur plan DP, du fait de sa plus faible inertie thermique.

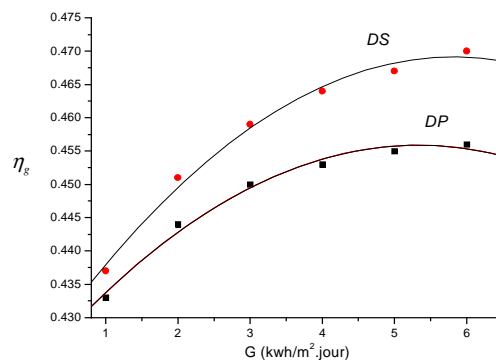


Figure 1: Variation de l'efficacité globale en fonction de l'irradiation pour les deux types de distillateurs. ($v=Cte$)

4.1.2. En fonction de la température ($T_e - T_a$)

La figure 2 permet d'observer que l'irradiation globale varie en sens inverse de l'écart de température ($T_e - T_a$), ce qui se traduit par le fait qu'un distillateur solaire est d'autant plus efficace que la température de l'eau T_e est plus basse (à condition que le régime de fonctionnement permanent soit atteint; $T_e \approx 40^\circ\text{C}$).

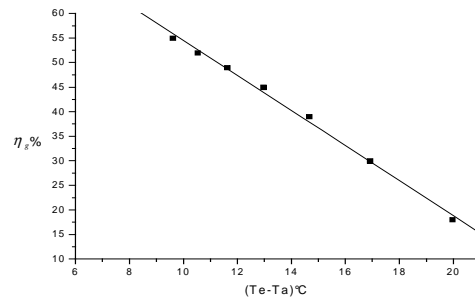


Figure 2: Variation de l'efficacité globale en fonction de l'écart ($T_e - T_a$) à $v = \text{Cte}$

4.2. L'efficacité interne

4.2.1. En fonction de l'irradiation globale et de la température de l'eau

Il apparaît nettement sur la figure 3 que l'efficacité interne augmente avec l'irradiation globale; cependant pour de grandes puissances, l'effet inverse se produit. En outre nous remarquons comme précédemment, que l'efficacité interne d'un distillateur sphérique DS est supérieure à celle du distillateur plan DP, ceci est dû au fait que les pertes thermiques dans un DP sont plus importantes.

L'effet de la température de l'eau sur l'efficacité interne est similaire à celui de l'irradiation globale (figure 4).

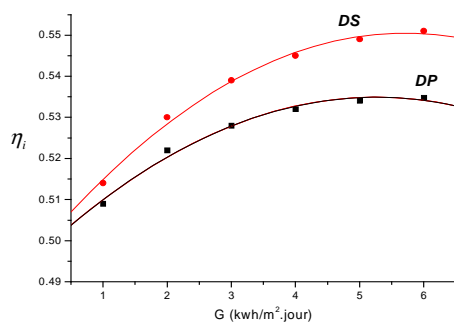


Figure 3: Variation de l'efficacité interne en fonction de l'irradiation (à $V = \text{cte}$)

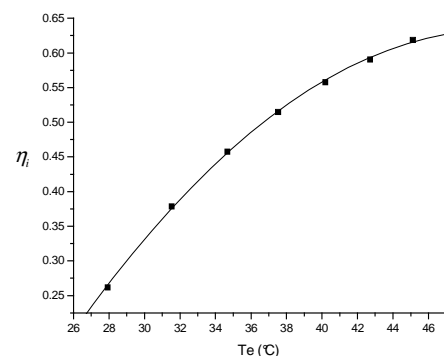


Figure 4: Variation de l'efficacité interne en fonction de T_e

4.2.2. En fonction de la vitesse du vent

L'augmentation de la vitesse du vent entraîne dans un premier temps l'accroissement de l'efficacité interne η_i du distillateur, cependant au delà d'une certaine vitesse, l'effet inverse se produit (figure 5). En effet, quand la vitesse augmente, l'échange de chaleur par convection

($h_{ca}=5,7+3,8V$) entre le distillateur et l'extérieur croît et ainsi le vent accélère le processus d'évaporation conduisant à une augmentation de l'efficacité interne. Au delà d'une vitesse approximativement égale à 2m/s, la température de mélange air-vapeur à l'intérieur du distillateur chute ce qui provoque un accroissement de la proportion d'air, s'opposant au passage de la vapeur du plan d'eau vers la surface de condensation, il en résulte alors une diminution du taux d'évaporation et par conséquent un abaissement de η_i .

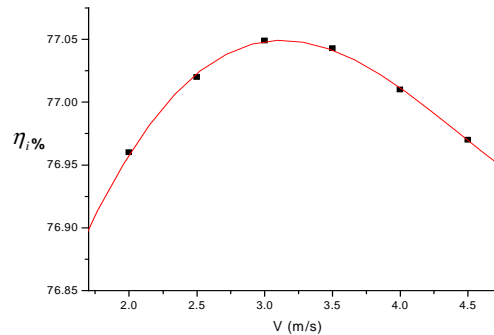


Figure 5: variation de l'efficacité interne en fonction de la vitesse du vent

4.3. Comparaison des résultats numérique et expérimentaux

Afin de valider les résultats numériques obtenus dans le cadre de ce travail, nous avons entrepris des essais sur un distillateur solaire sphérique à balayage composé essentiellement :

- De deux demi sphères en polyméthacrylate de méthyle, chacune d'aire A_v égale à $0,492\text{m}^2$. La demi sphère supérieure sert à transmettre le rayonnement solaire G d'une part et joue le rôle de surface de condensation d'autre part. La demi sphère intérieure permet de récupérer le distillat.
- D'un bac en métal noir de surface A , égale à $0,212\text{ m}^2$ qui contient l'eau à distiller et se trouve dans le plan médian.

Un essuie-glace entraîné par un petit moteur alimenté par une photopile permet de maintenir la surface constamment transparente au rayonnement et d'assurer un drainage rapide des gouttelettes [4].

L'ensemble des résultats expérimentaux obtenus est illustré par les figures 6 et 7 qui permettent de remarquer un accord satisfaisant entre ces résultats et ceux obtenus dans l'étude numérique entreprise dans le cadre de ce travail.

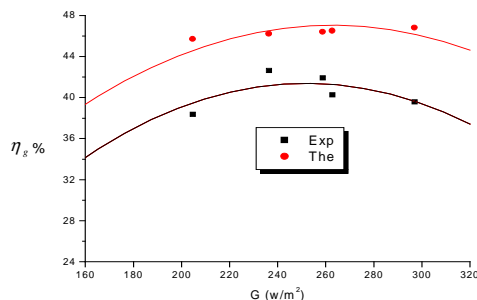


Figure 6: L'efficacité globale

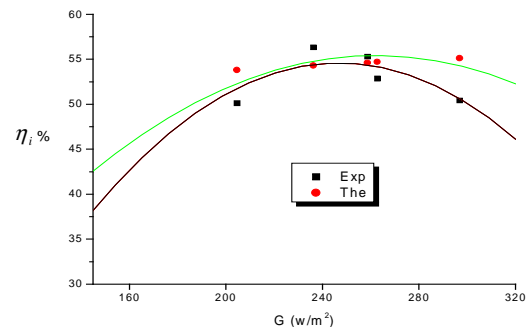


Figure 7: L'efficacité interne

CONCLUSION

Dans le cadre de ce travail nous avons entrepris l'étude numérique et expérimentale de deux types de distillateurs solaires, le distillateur plan et le distillateur sphérique afin de choisir celui dont les caractéristiques de fonctionnement seraient les plus performantes et dont les pertes thermiques seraient les moins élevées. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'effet de nombreux paramètres sur les efficacités interne et globale. Il apparaît en particulier qu'une augmentation de l'irradiation globale qui reste le paramètre le plus influant, conduit à un accroissement des efficacités. Néanmoins une trop grande puissance incidente peut produire l'effet inverse.

Du fait de sa faible inertie thermique, les grandeurs caractérisant le distillateur sphérique suivent plus rapidement les variations du flux solaire incident.

Nomenclature

q	flux de chaleur échangé, w/m^2	Exposant, Indices
m_d	débit du distillat, kg/s	
T_i	température de la face d'indice i , k	vi-ve vitrage interieur-extérieur
L_v	chaleur latente de vaporisation, j/kg	ca-ci convection exterieur-interieur
C_e	chaleur massique de l'eau, $j/kg.k$	ra-ri rayonnement exterieur-interieur
A	surface du bac, m^2	ev Evaporation
A_v	surface de la vitre, m^2	eb absorbeur-massed'eau
		bis absorbeur-isolant

Symboles

λ_v	coefficient de conduction à travers la vitre, $w/m^2.k$
τ	coefficient de transmission
α_t	coefficient d'absorption fictif

Références

- [1] A.A. SFEIR et G. GUARRACINO, Ingénierie des systèmes solaires. Application à l'habitat, Technique et documentation, Paris-1981.
- [2] A.KHEDIM, Mesure et Caractérisation Thermodynamique d'un Nouveau Système Solaire de Dessalement de l'Eau de Mer avec Récupération de Chaleur, *Energ. Ren.: 11^{èmes} J. Int. de Thermique*, 2003.
- [3] A.CHAKER et G. MENGUY, Efficacité interne d'un distillateur solaire sphérique, *Energ. Ren.: numéro spécial 10^{ème} J. Int. de Thermique*, pp53-28, 2001.
- [4] A. CHAKER, N. BELLEL, et G. MENGUY, Pertes thermiques dans un distillateur sphérique. *Revue Internationale D'Héliothermie*, N°28, pp46-49,2003.