

Etude Technico-économique des Distillateurs Simples en Algérie

Kerfah Rabah*¹, Noura Belkheir*, Belaid Fatima Zahra*

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

r.kerfah@univ-dbk.m.dz

Abstract— Dans ce papier nous avons présenté une étude technico-économique des différents distillateurs solaires simples fabriqués et testés en Algérie. L'étude comparative des distillateurs s'est basée sur la production d'eau journalière et annuelle ainsi que le prix de revient du litre d'eau produite par les différents distillateurs. Nous avons pris comme échantillons deux distillateurs de type bassin simple pente, un distillateur de type bassin double pentes, un distillateur à cascade et un distillateur à film capillaire. Les résultats montrent que le prix du litre d'eau produite varie entre 1.03 DA/l pour le distillateur à cascade et 1.80 DA/l pour le distillateur à film capillaire.

Keywords— distillateur solaire, énergie solaire, étude technico-économique, distillateur simple.

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 a été contrainte 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.

Plusieurs études ont été entreprises en Algérie sur les distillateurs solaires. Ainsi, plusieurs conceptions ont été réalisées et testées dans les différentes régions du pays.

Dans ce papier, nous allons présenter une étude technico-économique des différents types de distillateurs fabriqués et testés en Algérie.

II. DESCRIPTION DES DISTILLATEURS SOLAIRES

A. Distillateur solaire simple pente

Le premier distillateur est celui réalisé à l'université de Khemis Miliana. Il est formé d'un bac en acier galvanisé d'épaisseur de 1.5 mm dont le fond est peint en noir mat. L'ensemble est couvert d'un vitrage en verre ordinaire de 3 mm d'épaisseur. L'ensemble est isolé par une couche de polyuréthane de 40 mm. Le bassin du distillateur a une

surface de 0.7 m² (Figure 1),[1]. Ce distillateur a été testé sous les conditions climatiques de Khemis Miliana. La production journalière de ce distillateur égale à 3.5 l/m² pour une radiation solaire globale égale à 7,373 Kwh/m² par jour



Figure 1 : Distillateur solaire simple pente (khemis miliana)

Le deuxième distillateur simple concerné par l'étude a été réalisé à l'université de Batna. Il est formé d'un bac d'une surface absorbante de 0.54 m², réalisé en tôle galvanisée de 1.5 mm d'épaisseur. Une couverture transparente en verre ordinaire de 3mm d'épaisseur, l'isolation thermique est assurée par une couche en polystyrène expansé de 30mm d'épaisseur. Le bac de protection du distillateur a été réalisé en bois (Figure 2), [2]. Ce distillateur a été testé sous les conditions climatiques de ville de Batna. La production journalière obtenue est de 4.62 l/m² pour un flux solaire journalier de 9,747 Kwh/m² par jour



Figure 2 : Distillateur solaire simple pente (Batna)

B. Distillateur solaire double pentes:

Ce distillateur est composé d'un bac étanche dont le fond noir de 1,39 m² de surface teinté d'une couche noire absorbante à base d'une peinture cellulosique noire. Un recouvrement en verre de 4 mm d'épaisseur constitue la toiture du distillateur et qui est inclinée d'un angle de 23°, soit un angle qui est largement supérieur à l'inclinaison minimale (15°) à partir duquel le décollement des gouttes d'eau condensée sur la vitre est évité. Le bac en question est un réservoir en fibre de verre rempli par une couche de résine (polyester insaturé), (Figure 3)[3]. Les testes ont été effectués sous les conditions climatiques de Bou-Ismaïl (Tipaza). La quantité d'eau journalière recueillie est de 4 l/m² pour un flux solaire journalier de 5,833 Kwh/m² par jour



Figure 3 : Distillateur à double pentes (Bou-Ismaïl)

C. Distillateur simple pente à cascade :

Ce distillateur a été réalisé à l'université de Constantine. C'est un distillateur solaire à effet de serre à cascade dont le couvercle est en verre ordinaire de 4 mm d'épaisseur, d'un bac absorbant de surface égale à 0.436 m² en tôle galvanisée, isolée thermiquement par une couche en laine de verre de 60 mm d'épaisseur (Figure 4) [4]. La production journalière de ce distillateur égale à 3.5 l/m² pour une radiation solaire globale égale à 7,561 Kwh/m² par jour.

D. Distillateur à film capillaire

Le distillateur à film capillaire est composé de deux plaques métalliques sont en acier galvanisé de dimensions 0.5 x 0.5 m avec une épaisseur de 1 mm pour la première plaque et 0.6 mm pour la plaque condenseur. La distance entre les deux plaques est de 3.8cm et 2cm respectivement. La face avant de la première plaque est peinte en noir mat. Le tissu utilisé est de la gaze hydrophile d'épaisseur 1 mm. L'alimentation en eau saumâtre est assurée par la bonne capillarité du tissu qui agit comme une pompe. Une couverture transparente en verre ordinaire, de 3 mm d'épaisseur, est collée à l'absorbant par des joints identiques aux précédents ; la cavité formée constitue le capteur à effet de serre (Figure 5), [5]. La production journalière de ce distillateur égale à 2.5 l/m² pour un flux solaire global égale à 7,358 Kwh/m² par jour



Figure 4 : Distillateur solaire à cascade (Constantine)

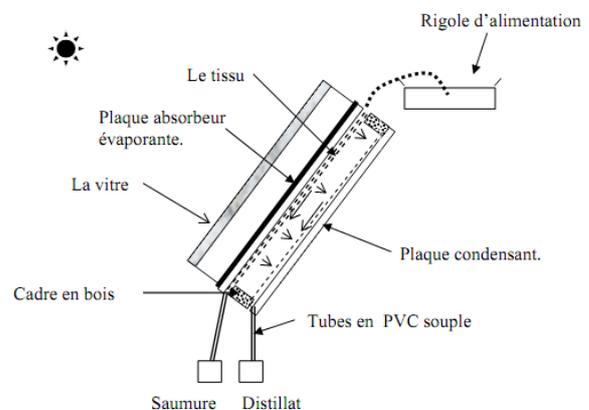


Figure 5 : Distillateur solaire a film capillaire (Ouargla)

III. ANALYSE ECONOMIQUE:

Baucoup de facteurs affectent le prix de revient unitaire de l'eau produit par la distillation solaire, ce prix (CPL) est influencé par facteur de recouvrement du capital (CRF), le cout du système (P), le cout annuel (FAC), le facteur d'amortissement du fond (SFF), le prix de vente du système (S), la valeur récupérée annuelle (ASV), le cout moyen de maintenance (AMC), le prix annuel (AC). Ces différents paramètres sont calculés comme suivant [6] :

$$CRF = i(1 + i)^n / [(1 + i)^n - 1] \tag{1}$$

Avec :

i: Taux d'intérêt annuel égal à 8%

n: la durée de vie du système (10 ans).

$$FAC = P(CRF) \tag{2}$$

Où :

P : coût du système

$$SFF = \frac{i}{(i + 1)^n - 1} \tag{3}$$

$$S = 0.2 P \tag{4}$$

$$ASV = (SFF) \tag{5}$$

$$AMC = 0.15 FAC \tag{6}$$

$$AC = FAC + AMC - ASV \quad (7)$$

$$CPL = AC/M \quad (8)$$

Avec :

M: productivité annuelle moyenne (l/m²)

IV. RESULTATS ET DISCUSSIONS:

La figure 6 montre l'évolution du rayonnement solaire journalier incident sur les différents distillateurs solaires. On remarque que durant la période d'essai des différents distillateurs, le maximum du flux est enregistré à ville de Batna, il est estimé 9,747Kwh/m² tandis que minimum est celui observé a Tipaza (5,833 Kwh/m²).

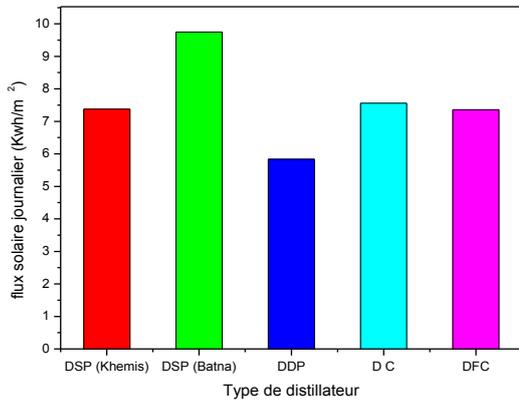


Figure 6 : évolution du flux solaire journalier sur les différents sites

L'évolution de la production moyenne journalière des différents distillateurs est représentée dans la figure 7. On constate que le distillateur bassin simple pente testé sous les conditions météorologiques de Batna a une meilleure production journalière, suivi de celle du distillateur à double pentes, les deux distillateurs bassin et a cascade et a la fin le distillateur à film capillaire. En conséquence, la production moyenne annuelle (Figure 8) évolue de la même façon que la production moyenne journalière sauf pour le distillateur a film capillaire car la durée de fonctionnement est supérieure à celle des autres distillateurs à cause des conditions météorologiques (sud Algérien).

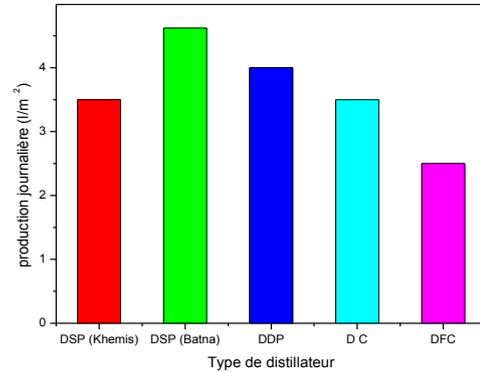


Figure 7 : évolution de la production journalière des différents distillateurs

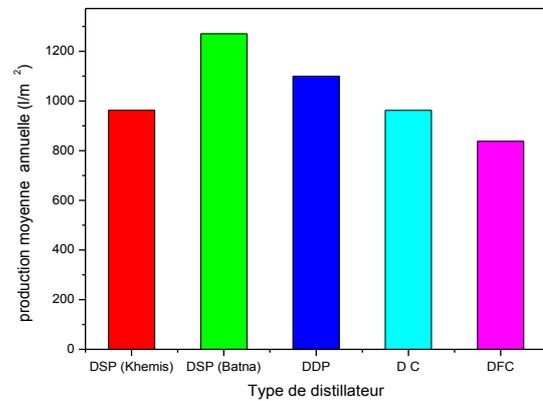


Figure 8 : Evolution de la production moyenne annuelle des différents distillateurs.

On note que le distillateur de type bassin (Batna) est le plus chers à réaliser avec un cout de (13850 DA), tandis que le distillateur le moins chers est le distillateur a cascade, sa fabrication coute seulement 8260 DA (Figure 9).

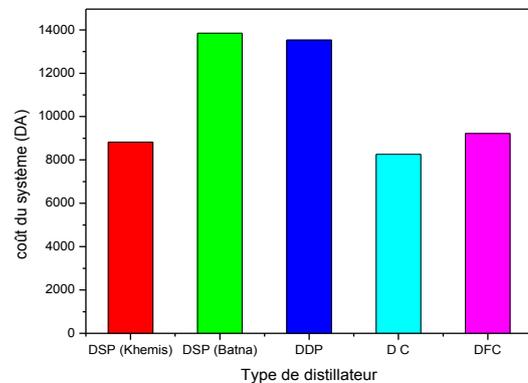


Figure 9 : Evolution du cout des différents systèmes de distillation

La figure 10 montre l'évolution du prix de revient du litre d'eau produite par les différents systèmes de distillateur. On remarque que le prix du litre d'eau le moins cher est celui

produit par le distillateur à cascade a cause de son faible cout de fabrication et le litre d'eau le plus cher est celui produit par le distillateur double pente, il est estimé a 1.9 DA/l.

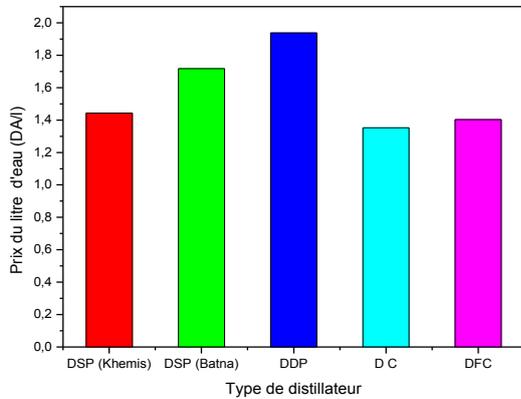


Figure 10 : Evolution de prix du litre d'eau produite par les différents distillateurs

V. CONCLUSION

Ce travail présente une étude technico-économique de distillateurs fabriqués et testés sous les conditions climatiques de différentes régions en Algérie. Quatre distillateurs simples de type bassin ont été choisis. Deux distillateurs simples pentes, un distillateur double pentes, un distillateur à cascade et un distillateur à film capillaire. Ces distillateurs ont été testés sous les conditions climatiques de Khemis Miliana, Batna, Tipaza, Constantine et Ouargla respectivement. Les résultats montrent que :

La meilleure production journalière moyenne obtenue est celle du distillateur simple pente testé sous les conditions climatiques de Batna (4.62 l/m² par jour).

Le distillateur qui nécessite le moins de fond d'investissement est le distillateur à cascade. Il est estimé à 8260 DA.

Le litre d'eau le moins cher est celui produit par le distillateur à cascade, il est égal à 1.35 DA/l.

VI. NOMENCLATURE

- AC : Prix annuel (DA)
- AMC : Cout moyen de maintenance (DA)
- ASV : Valeur récupérée annuelle (DA)
- CPL : Prix du litre d'eau (DA/l)
- CRF : Facteur de recouvrement du capital
- DC : Distillateur à cascade
- DDP : Distillateur à double pentes
- DFC : Distillateur à film capillaire
- DSP: Distillateur simple pente
- FAC : Facteur du cout annuel (DA)
- i : Taux d'intérêt annuel
- M : Productivité annuelle moyenne (l)
- n : Durée de vie du système (année),
- P : Cout fabrication du système (DA)

S : Prix de vente du système (DA)

SFF : Facteur d'amortissement du fond

VII. RÉFÉRENCES

- [1] R. Kerfah , B. Nora, A. Zaaraoui et S. Mohammed Belkebir , Etude des performances d'un distillateur solaire sous les conditions climatiques de Khemis Miliana, Algérie, Revue des Energies Renouvelables,2014, p.239 – 242.
- [2] FEDALI SAIDA. " Modélisation et conception d'un distillateur solaire des eaux saumâtres à bas cout pour les communautés rurales " .Mémoire de magister, 2013,.Batna.
- [3] H.Aburideh, A.Deliou, B.Abbad, F. Alaoui, D.Tassalit and Z.Tigrine, An Experimental Study of a Solar Still : Application on the sea water desalination of Fouka, Procedia Engineering, 2012, p. 475–484.
- [4] N. Bellel, I. Tabet, Etude, réalisation et simulation numérique D'un distillateur solaire à cascade, Revue des Energies Renouvelables,2012, p. 49 – 57.
- [5] M ZERROUKI, Y MARIF , M BELHADJ et N Eddinne SETTOU. " Simulation et expérimentation d'un distillateur solaire à film capillaire dans le sud Algérien", Annales des Sciences et Technologie, 2012, Vol. 4, N° 1.
- [6] 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, 2016, p. 5215-5221