

## Etude comparative des performances thermiques d'un prototype de chauffe eau solaire pour deux sites algériens

F. Sahnoune\*, M. Belhamel et M. Zelmat

Centre de Développement des Energies Renouvelables,  
B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger, Algérie

(reçu le 15 Avril 2011 – accepté le 25 Septembre 2011)

**Résumé** - *Le chauffe eau solaire est l'une des applications les plus importantes de l'énergie solaire, car il touche plusieurs grands secteurs consommateurs de l'eau chaude, tels que l'habitat, l'hôtellerie, les hôpitaux, les casernes, etc., qui peut satisfaire les besoins jusqu'à 80 %, il contribue à la réduction des gaz à effet de serre et à l'économie d'énergie. Pour cela, l'Algérie a mis en place un important programme pour le développement des chauffe eau solaires pour les différents secteurs. Le but de cet article est d'étudier les performances thermiques des chauffe eau solaires à travers une étude comparative entre deux sites algériens, en l'occurrence Alger et Adrar. Le dimensionnement des installations se fait par le logiciel Solo, développé par le CSTB. Les résultats sont représentés sous forme de tableaux et courbes.*

**Abstract** - *The solar water heater is one of the most important applications of solar energy because it affects several areas large consumers of hot water as habitat, hotels, hospitals, barracks,...which can satisfy the need up to 80 %, it contributes to the reduction of gases greenhouse and energy conservation. Why the Algeria has implemented a large program for the development of solar water heaters in different sectors. The purpose of our work is to study the thermal performance of solar heater through a comparative study between two Algerian sites namely, Algiers and Adrar. The aim of this paper is to study the thermal performance of solar water heaters through a comparative study of two Algerian sites, namely Adrar Algiers. The design of the facilities is done by the Solo software, developed by CSTB, results are shown in tables and curves.*

**Mots clés:** Energie solaire - Chauffe eau - Dimensionnement - Performances thermiques.

### 1. INTRODUCTION

L'Algérie bénéficie de plus de 3000 heures d'ensoleillement par an, ce qui lui permet de développer toutes les applications possibles de l'énergie solaire, entres autres, les chauffe eau solaires. Un programme national très ambitieux pour le développement de ce domaine en Algérie, est partagé en trois phases de réalisation; la première a déjà commencé avec une subvention de l'ordre de 45 % pour les chauffe eau solaires individuels.

Cette technique se développe partout même dans les pays qui bénéficient d'un ensoleillement moindre, car ce genre d'installation évite l'émission des gaz à effet de serre, préserve les énergies conventionnelles. En plein hiver, un chauffe eau solaire n'a besoin que de quelques degrés pour chauffer l'eau qui est déjà préchauffée dans les capteurs. Les performances d'une installation de production d'eau chaude sont garanties, grâce aux outils de calcul et de dimensionnement (Solo, Simsol, etc. ), au contrôle et au suivi (télésurveillance).

---

\* [fatiha.sahnoune@cder.dz](mailto:fatiha.sahnoune@cder.dz)

Dans notre travail, nous avons procédé à une étude comparative des performances thermiques d'un prototype de chauffe eau solaire pour deux sites algériens, en l'occurrence (Alger et Adrar) par l'utilisation d'un logiciel de dimensionnement Solo développé par le CSTB France, et enrichi par une base de données du CDER [5].

## 2. PROTOTYPE EXPERIMENTALE

Il existe plusieurs configurations de chauffe eau solaires et les composants utilisés peuvent être chauffe eau solaires à capteur plans s'adapte mieux pour notre climat.

Le prototype présenté est un chauffe eau solaire en thermosiphon pour éviter l'utilisation d'une pompe, ce qui permet un fonctionnement sans électricité surtout pour son installation au sud (sites isolés).

Le prototype comporte quatre parties:

- la partie de captage avec  $4 \text{ m}^2$  de surface
- le stockage avec un volume de 300 litres
- la partie d'appoint (thermoplongeur de 1.8 kW)
- et la partie de distribution.

Cette installation est destinée pour satisfaire les besoins en eau chaude sanitaire d'une famille de 4 à 6 personnes.

**Remarque:** En été, l'eau peut atteindre des températures élevées, pour cela un robinet mitigeur ou un système de sécurité haute température est indispensable surtout pour le Sud.



Fig. 1: Installation expérimentale (chauffe eau) à Bouzaréah, Alger

## 3. DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE SOLAIRE

Le point de départ pour dimensionner une installation solaire de production d'eau chaude sanitaire (ECS) est d'estimer les besoins en eau chaude solaire, ensuite les autres facteurs tels que le climat, l'orientation et l'inclinaison des capteurs, etc... [1]

Un bon dimensionnement doit conduire à produire un maximum d'énergie d'origine solaire entre 50 et 80 % pour des besoins d'eau chaude sanitaire.

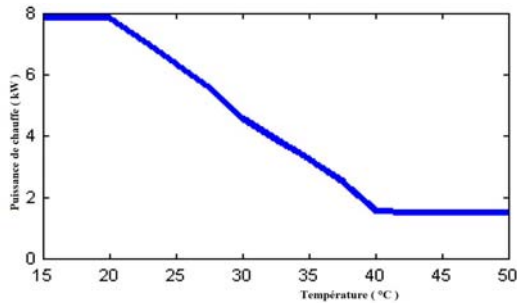


Fig. 2: Puissance de chauffe en fonction de la température

### 3.1 Dimensionnement des capteurs solaires

La surface des capteurs  $S$  est le paramètre qui conditionne le coût et la production utile de l'installation.

Le dimensionnement de la surface de captation  $S$  est fait sur la base du volume d'eau chaude consommé quotidiennement  $V_j$ .

Si on définit un ratio de stockage 75 litres/m<sup>2</sup> pour notre climat, donc pour une consommation de 300 litres/jour, cela fait une surface de captation de:

$$S = V_j / 75 = 300 / 75 = 4 \text{ m}^2$$

### 3.2 Choix de l'inclinaison

Il dépend essentiellement de deux paramètres: la latitude et la saisonnalité des besoins. Exemple à Alger et plus précisément à Bouzaréah, l'inclinaison sera égale à 36.7°, pour une utilisation sur l'année entière.

Pour Adrar, on choisi une inclinaison de 40° et qui est une inclinaison saisonnière. Pour capter un maximum d'ensoleillement, l'installation est orientée en plein sud pour assurer encore de très bonnes performances.

### 3.3 Dimensionnement du ballon de stockage

Le volume du ballon de stockage est déterminé en fonction de la consommation journalière des personnes utilisant l'eau chaude et de l'ensoleillement.

### 3.4 Dimensionnement de l'appoint électrique

Pour le dimensionnement de l'appoint, nous avons utilisé la logique floue [3] pour une température de consigne 50 °C, la puissance de la résistance d'appoint est alors de 1.8 kW.

Pour ne pas gaspiller de l'énergie, un système de régulation de température est prévu pour enclencher ou déclencher la résistance, selon la température de consigne bien sûr avec un hystérésis de 5 °C.

Pour les deux régions, l'appoint n'est utilisé que pour une durée très courte dans l'année. La figure 2 présente la courbe de la puissance de chauffe de l'appoint en fonction de la température.

### 3.5 Dimensionnement de l'isolant thermique du ballon

Les caractéristiques de l'isolant thermique du ballon doivent être telles que la constante de refroidissement du ballon soit inférieure ou égale à la valeur:

$$Cr \leq 4.2 \times V^{-0.45}$$

Où V est le volume du ballon exprimé en litres.

### 3.6 Dimensionnement de la tuyauterie

Le coefficient de déperdition linéique de la tuyauterie se calcule de la manière suivante:

$$k_1 = \frac{\pi}{\frac{1.15}{k_{\text{isol}}} \times \ln\left(1 + 2 \times \frac{e_{\text{isol}}}{D_e}\right) + \frac{1}{h_e \times (D_e + 2 \times e_{\text{isol}})}}$$

et  $h_e = 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

si  $(D_e + 2 \times e_{\text{isol}}) > 220 \text{ mm}$

si non  $h_e = 5,5 + \left( \frac{3,1}{(D_e + 2e_{\text{iso}})_5^{0,2}} \right)$

$k_1$  : Coefficient de déperdition linéique de la tuyauterie, W/mK

$D_e$  : Diamètre extérieur de la tuyauterie, m

$e_{\text{isol}}$  : Epaisseur de l'isolant, m

$k_{\text{iso}}$  : Conductivité thermique de l'isolant, W/m°C

## 4. INTERPRETATION DES RESULTATS

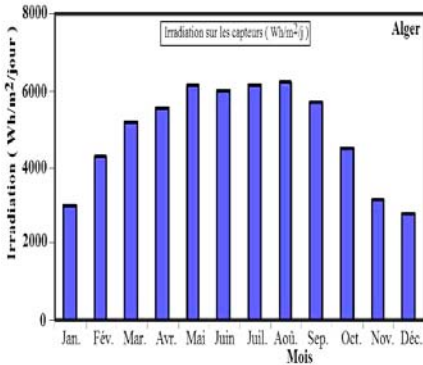
Sur les **Tableaux** suivants, on présente les performances qui pourraient être obtenues pour un chauffe eau solaire identique, qui serait installé dans les deux régions choisies d'Algérie.

### Alger

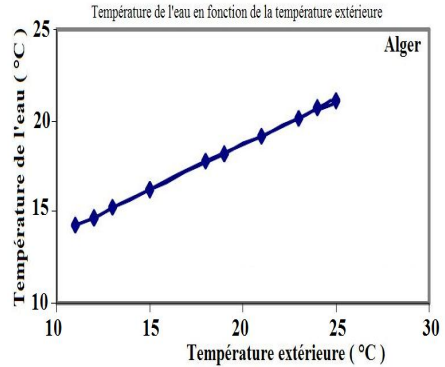
**Tableau 1:** Résultats de dimensionnement de l'installation à Alger

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin
Temp. Ext.	11,0	12,0	13,0	15,0	18,0	21,0
Temp Eau	14.2	14.7	15.2	16.2	17.7	19.2
Mois	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Temp. Ext.	24,0	25,0	23,0	19,0	15,0	12,0
Temp Eau	20.7	21.2	20.2	18.2	16.2	14.7

<b>Taux de couverture solaire</b>	64.4 %	<b>Apports solaires annuels</b>	1758 kWh/an
<b>Besoin annuel</b>	2772 kWh/an	<b>Productivité annuelle</b>	440 kWh/m <sup>2</sup> .an



Irradiation solaire mensuelle sur les capteurs



Température de l'eau en fonction de la température extérieure

## Adrar

**Tableau 2:** Résultats de dimensionnement de l'installation à Adrar

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin
Temp. Ext.	12,0	16,0	19,0	24,0	28,0	34,0
Temp. Eau	18.2	20.2	21.7	24.2	26.2	29.2
Mois	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Temp. Ext.	36,0	36,0	32,0	25,0	18,0	13,0
Temp. Eau	30.2	30.2	28.2	24.7	21.2	18.7

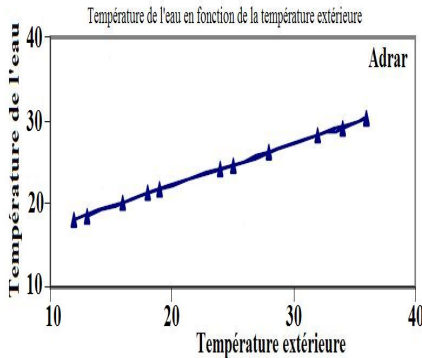
  

<b>Taux de couverture solaire</b>	87.5 %	<b>Apports solaires annuels</b>	1898 kWh/an
<b>Besoin annuel</b>	2169 kWh/an	<b>Productivité annuelle</b>	475 kWh/m <sup>2</sup> .an

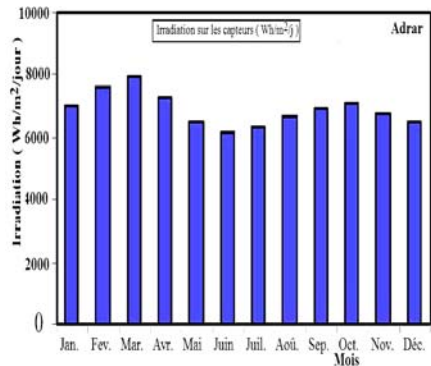
Il est évident que le sud donne le plus fort pourcentage d'énergie solaire, mais la demande en eau chaude est plus importante au Nord.

La deuxième remarque concerne la productivité annuelle, elle dépasse 400 kWh/m<sup>2</sup>.an pour les deux régions choisies et qu'avec des taux de couverture solaire de l'ordre 63 % et de 87 % correspondent sensiblement à la meilleure rentabilité de l'installation.

La quantité d'eau chaude que pourrait produire un chauffe eau au cours d'une année dépend aussi de la température de l'eau froide, de la température de consigne et la température extérieure, qui ont une influence certaine sur les déperditions thermiques du capteur solaire.



Température de l'eau en fonction de la température extérieure



Irradiation solaire mensuelle sur les capteurs

## 5. CONCLUSION

Les installations de production d'eau chaude solaires sont très rentables en Algérie que ce soit au sud ou en nord. On peut satisfaire jusqu'à 100 % des besoins en eau chaude, si l'installation est bien dimensionnée. Seul l'investissement initial est assez élevé. Mais comme l'énergie utilisée est gratuite, la production se traduit annuellement par des réelles économies.

Ce travail contribue au développement du domaine de la production d'eau chaude solaire dans notre pays, par la recherche des systèmes solaires les plus performants de point de vue économie et protection de l'environnement, permettant ainsi de garantir les résultats solaires. Il est souhaitable de mettre en place une industrie réelle pour la fabrication des chauffe eau solaires en Algérie, en tenant compte des résultats de recherche.

## REFERENCES

- [1] F. Bouhired, 'Commande et Contrôle d'une Installation Solaire Thermique', Mémoire de Magister en Automatique, Université de Boumerdès, Octobre 2004.
- [2] D. Gilliaert, J.Y. Quinette et L. Greliche, 'Performances Prévisionnelles des Installations Solaires de Production d'Eau Chaude Sanitaire', Tecsol, Perpignan. France.
- [3] A.F.M.E, 'Eau Chaude Solaire, Conception, Dimensionnement et Réalisation des Installations Collectives'.
- [4] Guide Pratique de l'ADEME, 'L'Eau Chaude Solaire Collective', Formation, Tunis 2002.
- [5] A. Hamid, D. Lafri, S. Sami and D. Semmar, 'Study and Realization of a Solar Water Heating Installation for Different Remote Sites of Algeria', Incorporating the 7<sup>th</sup> Arab Conference on Solar Energy, Sharjah, UAE, February 2001.