

ALMEE

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

La LETTRE

Numéro 30

Janvier 2016

Evaluation d'un chauffage solaire d'une piscine domestique

Préparé par

Marleine MORCOS & Sabine SAAD

marleinemorcos@gmail.com

sabinesaad@yahoo.com

Association Libanaise pour la Maitrise de l'Énergie et de l'Environnement

Cette lettre a été réalisée grâce au support de l'ADEME (www.ademe.fr)

Directeur de publication: Hassane Jaber, Rédacteur en chef: Tony Matar

Email: alme@inco.com.lb

web: www.almeelebanon.com



La LETTRE

Numéro 30

Janvier 2016

Résumé

Dans la recherche d'un futur durable, et en valorisant la complexité du conflit entre l'augmentation de la demande en énergie, l'épuisement des ressources naturelles et le changement climatique, l'homme tente à exploiter des énergies propres, renouvelables, économiques et des systèmes plus efficaces dans le but d'améliorer sa croissance économique aussi bien que préserver son biosphère.

Les sources d'énergie conventionnelles semblent affecter notre environnement. Sans doute, le changement climatique engendré par l'augmentation du taux de CO₂ dans l'atmosphère dû à l'exploitation des fossiles menace notre écosystème. En outre, l'augmentation en nombre de population ainsi que la demande en énergie par personne ont dépassé "la limite de patience de la Nature Maman". Un des grands défis actuels est de transformer nos systèmes d'énergie actuels en systèmes durables. C'est tellement nécessaire d'effectuer ce changement au niveau particulier pour aboutir à des résultats tangibles au niveau national et international.

En particulier, le soleil est une source valable en excellence dans notre pays, il faut en profiter. Notre sujet est d'effectuer une étude de cas d'une piscine domestique à chauffer étant localisée dans une région à climat frais en été à travers les panneaux solaires thermiques et de la comparer avec le chauffage classique (chaudière gazoil).

1. Introduction

L'énergie et l'environnement représentent ce jour-là une question importante face aux besoins humains ascendants en énergie, à l'utilisation aléatoire des ressources naturelles et aux impacts polluants grâce aux émissions des gaz à effet de serre. En revanche, le monde se dirige vers la réduction de la consommation ainsi que vers l'exploitation de différents types d'énergies renouvelables pour aboutir à un développement durable.

Le secteur domestique est considéré comme un élément principal de consommation d'énergie à travers de différentes applications comme le chauffage, la climatisation et la ventilation, qui ont de but répondre aux besoins humains en confort thermique. D'où la nécessité d'exploiter des systèmes à énergie renouvelable pour aider à la réduction de la consommation des énergies classiques (fossiles, électricité...).

L'objectif de cette recherche est d'étudier un cas de chauffage d'une piscine domestique à travers les panneaux solaires thermiques pour connaître sa rentabilité en comparaison avec la chaudière classique à gazoil.



La LETTRE

Numéro 30

Janvier 2016

2. Conditions Générales

2.1 Local:

La piscine se trouve dans le jardin d'une maison qui se situe à Hammana -un village libanais situé 26 kilomètres à l'est de Beyrouth, dans le Gouvernorat du Mont-Liban, à 1 200 mètres d'altitude et au voisinage de Dehr el Beydar.

2.2 Climat et besoin de chauffage:

Le climat y est froid en hiver et frais en été. Donc l'utilisation de cette piscine est limitée aux mois de Juin, Juillet et Août où la moyenne de la température tend à 30°C quant à la moyenne de température de l'eau n'excède pas les 20°C. D'où la nécessité de **chauffer l'eau de la piscine de 20 à 28°C** pour atteindre le confort.

2.3 Dimension:

Comme étant une piscine domestique et privée pour une famille de 4 personnes, elle est relativement à petites dimensions:

Longueur = 6m

Largeur = 3m

Profondeur = 0.9m - 1.6 m

Volume = 27m³

2.4 Puissance et énergie en chauffage

Pour chauffer cette piscine il nous faut une source d'énergie caractérisée par le suivant:

Durée de chauffage = 4h

Température de l'eau exigée = 28°C

Température de l'eau à chauffer = 20°C

Débit de l'eau circulée (pompe) = 6.75 m³/hr (Volume = 27m³/ Durée de chauffage = 4h)

Energie à céder à la piscine = 250.8 kWh (Volume*ΔT*4.18/3.6)

Puissance exigée = 62.7 kW (Energie/ Durée de chauffage = 4h)



La LETTRE

Numéro 30

Janvier 2016

3. Chauffage avec des capteurs solaires thermiques:

3.1. Composants [1]:

Le système représenté dans la figure 1 est constitué des composants suivants:

- A Groupe panneaux solaires thermiques plans ou capteurs solaires à tubes sous vide. suivant les versions.
- A1 Système de fixation de panneaux solaires. Toiture ou au sol sur support châssis incliné à 45°
- A2 Retour circuit solaire primaire froid
- A3 Départ circuit primaire chaud vers l'échangeur thermique et purge manuelle en sommet de capteur.
- S1 sonde de température PT1000 mesure de la température départ chaud capteur solaire
- S2 Sonde de température PT1000. Mesure de la température de l'eau de la piscine au niveau de l'échangeur tubulaire inox ou titane.
- R Régulateur solaire thermique différentiel. Réglage de la température maximum de sécurité au niveau de l'échangeur 50°C
- B Groupe station solaire multifonctions
- B1 Débit mètre avec réglage du débit
- B2 Groupe de sécurité 6 bars avec raccordement du vase d'expansion
- B3 Vanne de remplissage du circuit primaire. Soit avec du liquide caloporteur antigel dans le cas de fonctionnement annuel. ou avec de l'eau dans le cas d'une utilisation saisonnière de la piscine. Prévoir une purge sur le point bas de l'installation dans ce cas. Important: les dégats causés par le gel ne sont en aucun cas couverts par la garantie.
- B4 Vanne de purge circuit solaire primaire.
- E Echangeur thermique tubulaire inox ou titane.
- V Vannes quart de tour piscine.
- F Groupe filtration et pompe de la piscine.



La LETTRE

Numéro 30

Janvier 2016

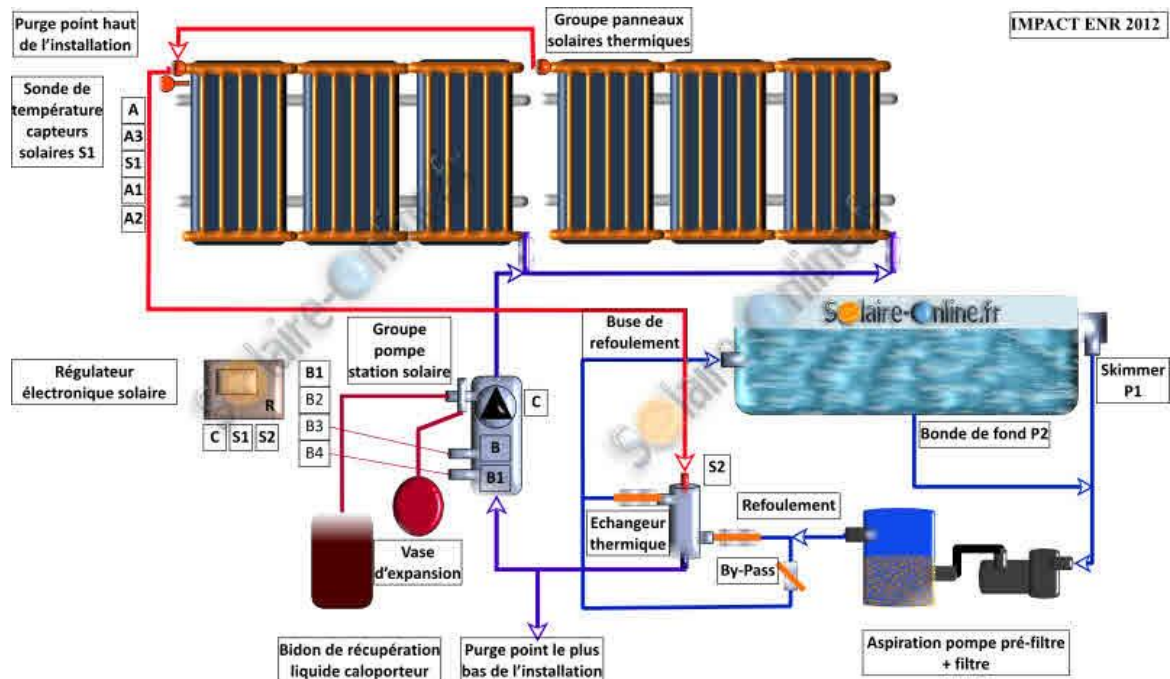


Fig.1: composants du système Capteurs solaires-piscine

3.2. Dimensionnement du capteur solaire:

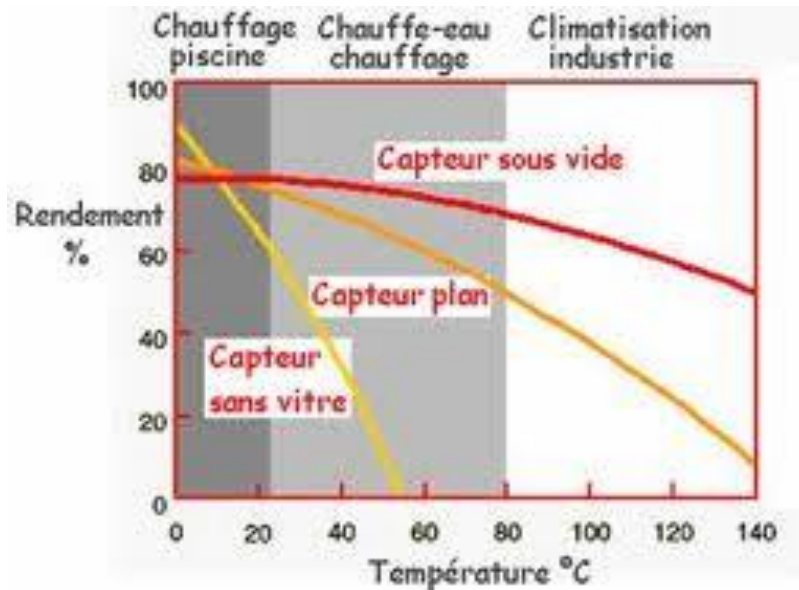
Au Liban, l'irradiation solaire est en moyenne durant l'été de **20 kWh/m²/jour**. Les panneaux étant **inclinés à 45°** et fournissant de la chaleur à une basse température (28°C) auront un rendement relativement élevé de **80%** comme l'indique la graphie suivante (figure 2):



La LETTRE

Numéro 30

Janvier 2016



Donc l'énergie fournie par les capteurs solaires sera de **16kWh/m²/jour** ce qui nécessite une surface totale de capteurs de **15.675 m²** (Energie à céder à la piscine = 250.8 kWh/Energie fournie par les panneaux = 16kWh/m²/jr). Le nombre de panneaux nécessaire à ce sujet est de **8 panneaux** (2m² par panneau) et nécessite une surface d'installation de **16.8m²** (2.1m² par panneau).

3.3. Coût de l'ensemble des capteurs solaires:

1 panneau de 2m² de bonne qualité coûte environ **800\$**.

Ce système de 8 panneaux coûtera **6400\$ "cash"**.



La LETTRE

Numéro 30

Janvier 2016

4. Chauffage avec une chaudière à gazoil

C'est une méthode classique utilisée pour chauffer une piscine (figure 3):

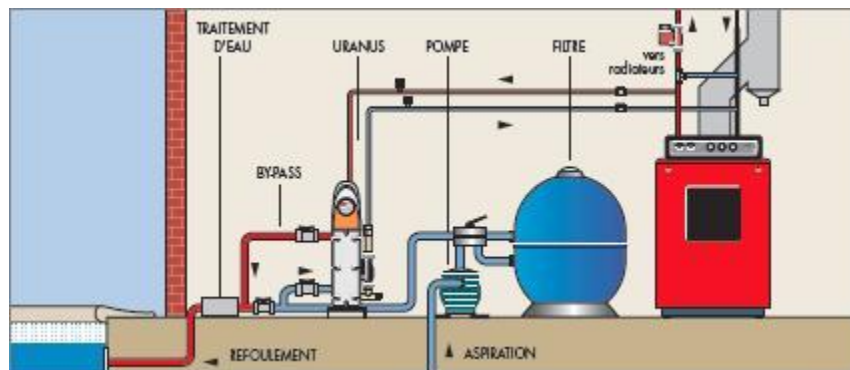


Fig. 3: Chauffer la piscine avec une chaudière classique

4.1. Composants:

Le système représenté dans la figure 3 est constitué des composants suivants:

- Chaudière gazoil
- Retour circuit primaire froid
- Départ circuit primaire chaud vers l'échangeur thermique et purge manuelle en sommet de capteur.
- sonde de température PT1000 mesure de la température départ chaud
- Sonde de température PT1000. Mesure de la température de l'eau de la piscine au niveau de l'échangeur tubulaire inox ou titane.
- Régulateur solaire thermique différentiel. Réglage de la température maximum de sécurité au niveau de l'échangeur 50°C
- Débit mètre avec réglage du débit
- Groupe de sécurité 6 bars avec raccordement du vase d'expansion
- Vanne de remplissage du circuit primaire.

Association Libanaise pour la Maîtrise de l'Energie et de l'Environnement

Cette lettre a été réalisée grâce au support de l'ADEME (www.ademe.fr)

Directeur de publication: Hassane Jaber, Rédacteur en chef: Tony Matar

Email: alme@inco.com.lb

web: www.almeelebanon.com



La LETTRE

Numéro 30

Janvier 2016

- Echangeur thermique tubulaire inox ou titane.
- Vannes quart de tour piscine.
- Groupe filtration et pompe de la piscine.

4.2. Dimensionnement:

Avec un demande en puissance de 62kW on peut choisir une chaudière à gazoil de capacité de **75kW** (81.4kW avec un rendement de 92.9%) ce qui équivaut à 3.3h de chauffage.

4.3. Coût:

Pour une sélection d'une chaudière de bonne qualité (Steel Boiler - Made in Spain), le système coûtera (selon les distributeurs) **2464 Euros T.T.C.**(Burner+control Panel) "cash". A additionner le coût du gazoil pour la consommation suivante: cette chaudière consomme en puissance maximale **6.8L/hr** *4h (#d'hrs par jour pour chauffer la piscine) * 8jrs (# de jour par mois à utiliser ce système) * 3mois (#de mois utile par an). Donc elle consomme **652.8 L/an**. Pour un prix actuel de Gazoil de **17.03\$/20L**, on paie **556 \$/an** en gazoil pour chauffer la piscine.

5. Rentabilité du système solaire thermique par rapport à la chaudière gazoil [3]

- * Investissement **INV**= Prix panneaux-Prix chaudière = **3024 \$**
- * Montant économisé **G** = coût du gazoil consommé par an = **556\$/an**
- * Temps de Retour **Tr** = INV/G = **5.4 ans**
- * Durée de vie du solaire **n** = **25 ans**
- * Taux d'actualisation **i** = **6%**
- * Bénéfice cumulé non actualisé **Bc** = **10872 \$**
- * Recette par unité de dépense **RUD** = **3.59** >1 => intéressant
- * Produit par unité de dépenses **PMUD** = **0.1**



La LETTRE

Numéro 30

Janvier 2016

- * Bénéfice cumulé actualisé **VAN = 4081\$**
- * Gain annuel en en annuité constante **ANCO = 319 \$**
- * Taux de rentabilité interne **TRI (pour VAN=0) = 18.1% > i => Projet rentable!!!**

6. Plus de conservation!!

Il faut avant tout éviter les pertes de chaleur. La couverture thermique ou **bâche à bulles** permet de conserver les calories accumulées durant la journée sous l'effet des rayons du soleil et sous l'effet de chauffage effectué:

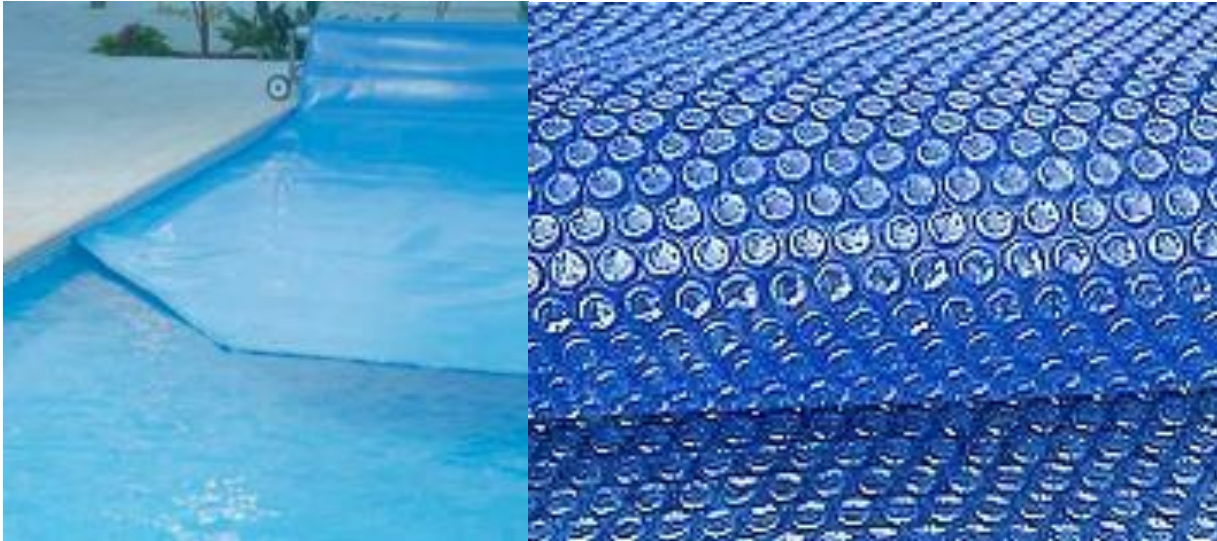
- Elle permet d'augmenter la température de l'eau de 3° à 5°C selon la bonne utilisation de celle-ci.
- Elle réduit l'évaporation et donc la consommation d'eau et de produits de traitement.
- La couverture fonctionne avec le soleil donc chauffe gratuitement



La LETTRE

Numéro 30

Janvier 2016



Couverture Bâche à bulles [2]

7. Impact environnemental et social

Un tel projet économisant **250.8 kWh** par jour de chauffage évite l'émission de **87.8 kg de CO₂** (0.35 kg/kWh pour le fuel domestique) **par jour de chauffage** et par la suite **2107 kg de CO₂ par an** (8 jrs par mois - 3 mois par an). Sans doute, cela réduira la pollution, les maladies et par la suite la facture de santé.



La LETTRE

Numéro 30

Janvier 2016

8. Conclusion

Pendant la période estivale les panneaux solaires du chauffe-eau sanitaire ne travaillent pas beaucoup. Le temps de chauffe de l'eau sanitaire doit être de l'ordre d'une à deux heures. Après c'est souvent l'arrêt complet avec tout ce que cela suppose comme problèmes de surchauffe. L'idée est donc de récupérer les calories en trop et de s'en servir pour augmenter la température de la piscine. Le surdimensionnement des panneaux pourra être utilisé comme préchauffage de l'eau de retour du système de chauffage domestique pendant l'hiver ce qui réduit fortement la facture énergétique et les émissions à effet de serre tout en se profitant pleinement de l'énergie solaire abondante des mois d'été pour chauffer la piscine.

Le " GREEN Thinking " commence par une décision personnelle via l'utilisation domestique des systèmes à énergie propre et renouvelable. Multipliant cette réduction de consommation des énergies fossiles par le nombre des maisons dans un village et/ou dans un pays et/ou dans le monde entier aboutira à un changement considérable au niveau de l'exploitation des énergies polluantes et par la suite à la protection de notre biosphère et à un futur durable...

Références

[1] solaire-online.fr

[2] <http://www.leguiteduchauffage.com/chauffage-piscine.htm>

[3] notes de calcul (excel sheet)