

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

Evaluation de projet a ER

« Installation d'un système hybride pour la production de l'eau chaude sanitaire pour Foyers Universitaires de Beirut »

**Préparé par:
Petra Saab
Rami Tarabay**

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

Tables de matières

Tables de matières.....	2
Introduction.....	3
Description et prix du système	3
1) Description du projet Foyer universitaire de Beirut	3
2) Description du système chauffe eau utilisé.....	5
3) Prix de l'installation d du système	6
Analyse de rentabilité économique	7
1) Besoin en chauffage	7
a) Calcul de Q_u	7
b) Calcul de Q_{ext}	8
c) Calcul de Q_{int}	8
2) Calcul des énergies	9
a) Calcul de l'énergie solaire	9
b) Calcul de l'énergie de la chaudière	13
c) Calcul de la fraction solaire	13
3) Calcul du montant annuel économisé	12
4) Indicateurs économiques	12
a) Temps de retour.....	13
b) Bénéfice cumulé.....	13
c) Valeur Actualisé Nette (VAN)	14
d) Gain en annuité constante (ANCO)	16
e) Taux de rentabilité interne (TRI)	16
f) Recette par unité de dépenses (R.U.D)	16
g) Produit par unité de dépenses (P.M.U.D)	16
h) Prix du kWh	16
Etude de l'impact environnemental.....	18
Etude de l'impact social	19
Conclusion	20

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

I. Introduction

Les problèmes environnementaux sont devenus une des préoccupations majeures de notre siècle. Aujourd'hui, chacun s'attache à préserver les ressources naturelles, lutter contre la pollution, défendre l'environnement, protéger la santé publique et assurer l'avenir des futures générations. L'énergie solaire est l'énergie la plus répandue et la plus répartie dans le monde. En une année, l'humanité entière consomme 10 milliards de Tonnes équivalent pétrole (Tep). Cette quantité représente moins de 3 % de ce que le Soleil nous envoie gratuitement chaque jour. Cette énergie est renouvelable tant que le soleil brillera, soit encore 4,5 milliards d'années, Et, autre avantage, leur utilisation ne rejette pas de gaz à effet de serre.

On distingue deux grandes familles d'énergie solaire:

- l'énergie solaire thermique qui utilise la chaleur transmise par rayonnement,
- l'énergie photovoltaïque qui utilise le rayonnement lui-même.

L'énergie thermique peut être utilisée directement pour chauffer des locaux ou de l'eau sanitaire. Ce rapport représente l'évaluation d'un projet d'énergie renouvelable au Liban et discute ses impacts économiques, sociaux et environnementaux. Le projet étudié est l'installation d'un système hybride (chauffe eau solaire / chaudière à mazout / résistance électrique) pour la production de l'eau chaude sanitaire pour « Foyers Universitaires de Beirut ».



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.almee.org.

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

Le projet est un bâtiment de dix étages comportant des foyers pour les étudiants aux universités de Beirut. Chaque étage est composé de:

- 6 foyers binômes possédant deux toilettes et une kitchenette chacun
- 6 foyers monômes possédant une toilette et une kitchenette chacun

Les besoins en eau chaude sanitaire font une partie importante de la consommation énergétique du bâtiment. La réduction de cette dernière va contribuer largement à diminuer les dépenses annuelles d'énergies (mazout et électricité). Pour ce but l'utilisation de l'énergie solaire gratuite pour le chauffage de l'eau est proposée. Ce chauffage s'effectuera par un système de chauffe eau solaire combiné avec une chaudière à mazout et une résistance électrique.

Le volume de stockage d'eau chaude sanitaire est calculé d'après la norme ASHRAE, le calcul est présenté dans le tableau suivant :

Calculation of hot water storage tank capacity (ASHRAE)			
Fixture type	Hot water demand/fixture (L/h)	Number	Total demand
Lavatory	7.6	180	1368
Shower	284	180	51120
Kitchen Sink	21.3	120	2556
Total hot water demand			55044
Demand factor			0.25
Storage capacity factor			0.8
Hot water storage tank capacity			11008.5

Le volume d'eau chaude à stocker est: 11008.5 Litres.

2) Description du système de chauffe eau solaire utilisé

Le Système Solaire Combiné (SSC) pour la production de l'eau chaude sanitaire est composé de:

- Capteurs solaires (tubes à vide), qui transforment l'énergie du soleil en chaleur.
- Bouteille d'eau chaude à trois apports de chaleur (échangeur inférieur solaire, échangeur supérieur connecté à la chaudière à mazout, résistance électrique).

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

- Chaudière à mazout
- Pompes de circulation d'eau
- Tuyaux de transport
- Les unités de contrôle

Le principe de fonctionnement est le suivant : Lorsque l'ensoleillement est suffisant, le fluide solaire se trouvant dans l'installation solaire chauffe l'eau dans le réservoir d'eau chaude sanitaire au moyen de l'échangeur inférieur. Si la température baisse lors du relèvement d'eau, par exemple pendant la demande excessive ou ensoleillement insuffisant, la chaudière s'enclenche pour fournir un chauffage supplémentaire au moyen de l'échangeur supérieur. En cas d'échec des deux systèmes précédents, la résistance électrique sera activée.

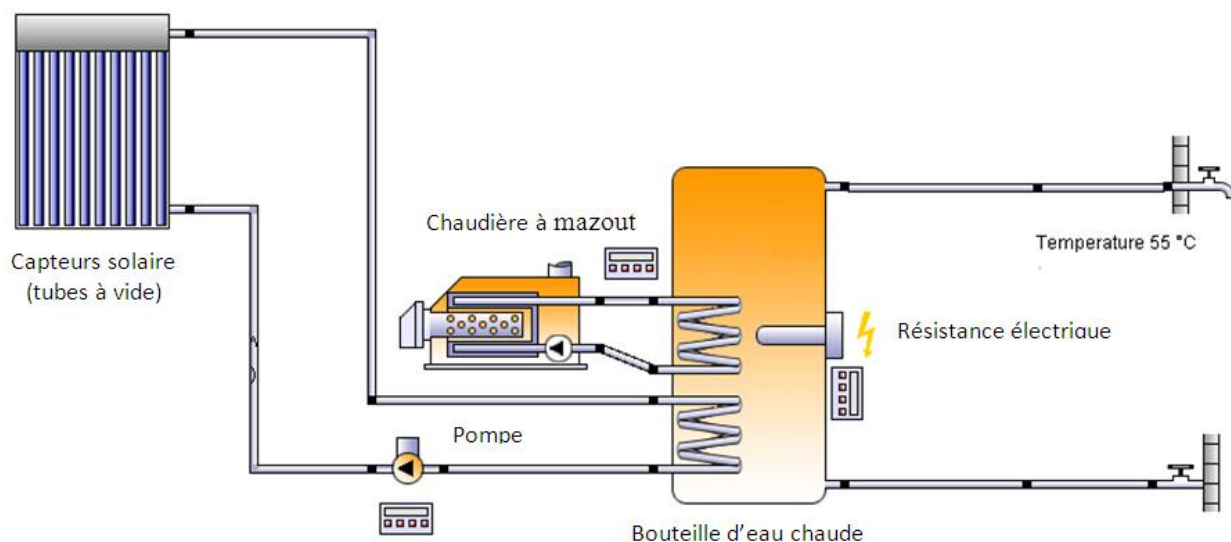


Figure 2: Schéma du système hybride étudié

En raison d'applicabilité et de maintenance, le volume de stockage calculé (11008.5 Litres) sera divisé en quatre bouteilles de 3000 litres chacune. Pour le chauffage solaire, 51 panneaux solaires seront installés sur le toit du bâtiment et orientés vers le sud avec une inclinaison de 45° par rapport à l'horizontale pour obtenir le meilleur rendement. Chaque panneau a une surface de 2.5m², d'où la surface totale est 128m². L'eau est stockée à 55°C.

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

3) Prix de l'installation du système solaire

Description	Qté	P.U \$	P.T \$
<u>Panneau solaire a vide</u> Tuyaux en cuivre avec des feuilles de cuivre, Revêtement sélectif, Soudage par ultrasons, Verre trempé, Cadre en aluminium, Tôle arrière en aluminium, Isolation en fibre de verre	51	675.74	34462.74
<u>Support</u> En acier galvanisé	51	70.40	3590.4
<u>Pompe type fonte</u> de circulation d'eau chaude accompagnée des valves et de tous les accessoires nécessaires (4.25L/s @ 2 bar)	2	2633.3	5266.6
<u>Tableau de contrôle</u> pour les panneaux solaires et les pompes avec Régulateur différentiel , Relais, Capteurs de température, Branchements électriques, Composants nécessaires et accessoires nécessaires pour le bon fonctionnement du système solaire.	1	2355.57	2355.57
<u>vase d'expansion</u> de type fermé 300 litres , accompagné des connexions, des vannes et de tous les accessoires nécessaires requis pour le bon fonctionnement	1	794.99	794.99
<u>Bouteille d'eau chaude</u> 3000 litres , accompagné des connexions, des vannes et de tous les accessoires nécessaires requis pour le bon fonctionnement	4	896.08	3584.32
<u>radiateur</u> pour dissiper la chaleur accompagné du control, des connexions, des vannes et de tous les accessoires nécessaires requis pour le bon fonctionnement	1	3037.5	3037.5
<u>Tuyauterie et isolation</u> Les tuyaux solaires d'alimentation et de retour avec une isolation laine de verre			
DN 1/2"	200	20.37	4074
DN 3/4"	120	22.93	2751.6
DN 1"	60	26.82	1609.2
DN 1"1/4	80	29.31	2344.8
DN 1"1/2	24	33.67	808.08
DN 2"	300	44.25	8850
DN 3"	35	75.16	2630.6

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

Vannes

3/4" réducteur de pression
 1/2" purgeurs d'air automatique avec clapet
 3/4" soupapes de sécurité
 2" vanne à double régulation
 1 1/4" Vanne à tiroir
 2" Vanne à tiroir
 3/4"vanne à tournant sphérique

1	394.19	394.19
8	67.5	540
10	38.68	386.8
2	133.94	267.88
20	68.3	1366
2	117.57	235.14
10	43.97	439.7

Total **79790\$**

III. Analyse de rentabilité économique

1) Besoin en chauffage

Dans ce paragraphe, nous allons calculer le besoin en chauffage qui est égale a la somme de Trois énergies

$$Q_{\text{Besoin}} = Q_u + Q_{\text{ext}} + Q_{\text{int}}$$

Avec, Q_u : Energie nécessaire pour chauffer l'eau.

Q_{ext} :Energie perdue a l'entourage

Q_{int} :Energie perdue a l'intérieur du système(dans les tuyaux)

a) Calcul de Q_u

Nous allons commencer par calculer la quantité d'énergie par an requise pour chauffer l'eau.

Le volume d'eau demandé calculé est 11008,5L. La température de sortie de l'eau chaude est de 55°C.

L'énergie demandée par jour est donnée par :

$$Q_{\text{dem}} = \frac{m C_p \Delta T}{860}$$

Avec, Q_{dem} : Energie en kWh/jour.

m : Masse d'eau à chauffer par jour en litres= 11008.5Kg

C_p : Capacité calorifique =1Kcal/h.K.Kg.

ΔT : différence de température en K qui varie selon le mois

Le tableau suivant montre l'énergie requise pour chauffer l'eau pendant tous les mois de l'année.

KWh	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	An
Q_{dem}	15500	14170	15654	14862	14733	9249	9167	9183	13305	14127	14148	15101	159200

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

D'où l'énergie utilisée par an est $Q_{dem} = 159200 \text{KWh}$

b) Calcul de Q_{ext}

Cette énergie représente la perte de la bouteille d'eau chaude et dépend du matériel, de l'isolation et des connections et elle est évaluée par mois à l'aide du logiciel Polysun et représenté dans le tableau suivant

KWh	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	An
Q_{ext}	369	389	459	436	451	436	407	411	378	380	437	420	4973

Caractéristiques de la Bouteille d'eau chaude

Volume	12000L
Hauteur	2.5m
Matériel	Acier
Isolation	PU foam rigide
Epaisseur	80 mm
Pertes	2453.8 KWh
Pertes aux connections	326.2 KWh

D'où l'énergie perdu par la bouteille d'eau chaude par an est $Q_{ext} = 4973 \text{KWh}$

c) Calcul de Q_{int}

Cette énergie représente la perte à l'intérieur du system, principalement au niveau de la tuyauterie et dépend du matériel, de l'isolation et des connections et elle est évaluée par mois à l'aide du logiciel Polysun et représenté dans le tableau suivant

KWh	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	An
Q_{int}	2704	2159	2130	1881	1686	1480	1517	1478	1553	1873	2120	2518	23098

D'où l'énergie perdu à l'intérieur du system par an est $Q_{int} = 23098 \text{KWh}$

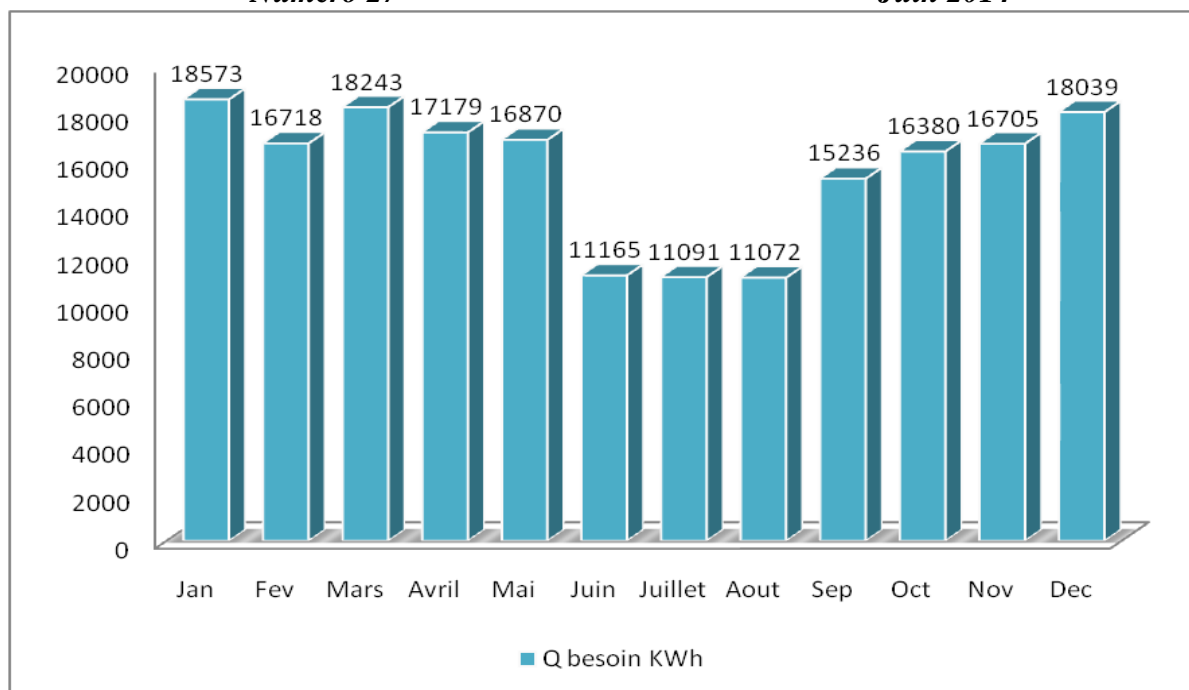
On aura ainsi Q_{besoin}

KWh	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	An
Q_{bes}	18573	16718	18243	17179	16870	11165	11091	11072	15236	16380	16705	18039	187271

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014



Le besoin annuel pour chauffer l'eau est $Q_{\text{besoin}} = 187271 \text{ KWh}$

Ce besoin sera assuré par l'énergie solaire par priorité, et en cas de déficit la chaudière à mazout sera activé. (on va supposer que tous les besoins sont assurés par l'énergie solaire la chaudière à mazout ; l'énergie électrique ne sera pas utilisé dans ce qui suit)

Ainsi dans ce qui suit nous allons calculer l'énergie solaire et l'énergie de la chaudière à mazout

2) Calcul des énergies

a) Calcul de l'énergie solaire :

Les données du projet situé à Beirut sont:

Longitude	35.621°
Latitude	33.95°
Elévation	0 mètre
Surface collecteur	128 m ²
Température de sortie de l'eau	55°C
Rendement moyen du panneau solaire	62.8%
Irradiation globale	1756.1 KWh/m ²
Irradiation diffus	708.3 KWh/m ²

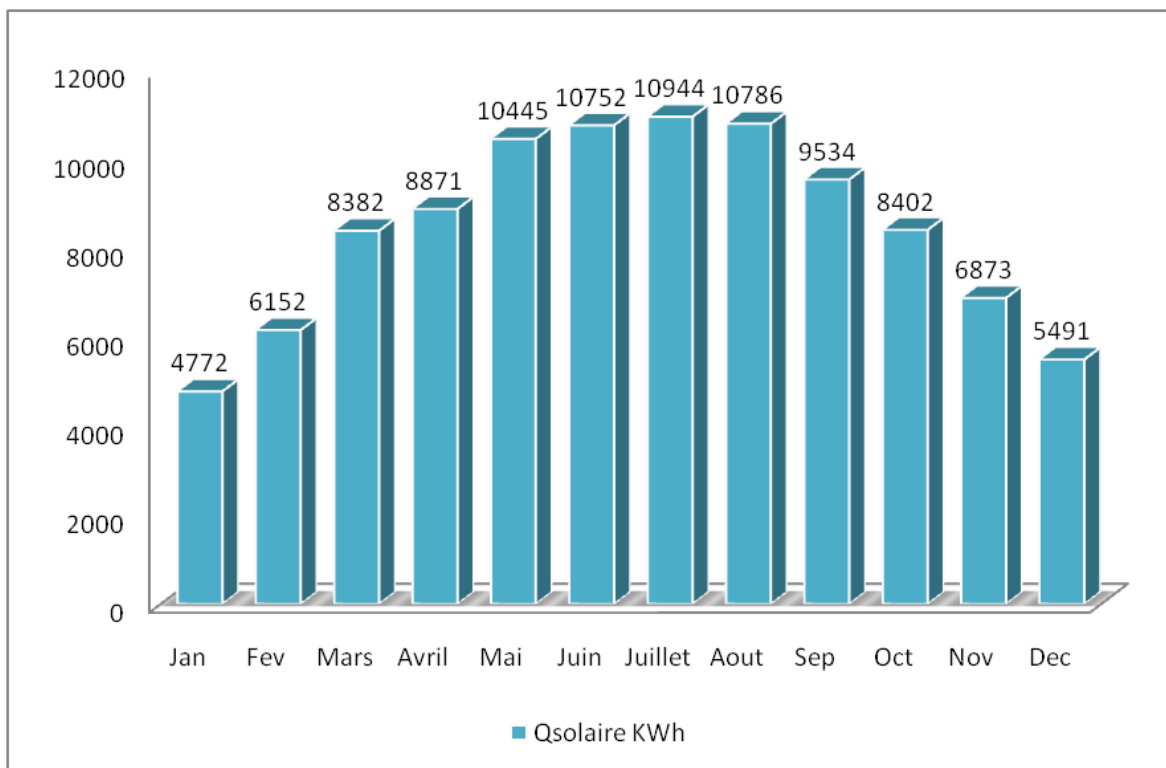
La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

Dans le tableau suivant à l'aide du logiciel Polysun sont représentées les valeurs mensuelles respectivement de l'énergie solaire reçue sur le collecteur Esol et de l'énergie solaire utilisée par le system Qsol

KWh	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	An
E _{sol}	8364	10589	13847	14176	15969	16092	16266	16493	15019	13764	11560	9435	161575
Q _{sol}	4772	6152	8382	8871	10445	10752	10944	10786	9534	8402	6873	5491	101406



Donc l'énergie solaire introduite au system par an est $Q_{sol}=101406KWh$.

Ainsi dans ce qui suit on pourra déduire l'énergie qu'utilisera la chaudière pour assurer le besoin en eau chaude

b) Calcul de l'énergie de la chaudière :

Il s'agit d'une chaudière a mazout de rendement 85%, et comme nous avons déjà déterminé le besoin en chauffage on pourra ainsi déduire l'énergie que doit assurer la chaudière au système Q_{aux} ainsi que l'énergie qu'elle vas dépenser E_{aux} :

$$Q_{aux} = Q_{Besoin} - Q_{sol}$$

La LETTRE

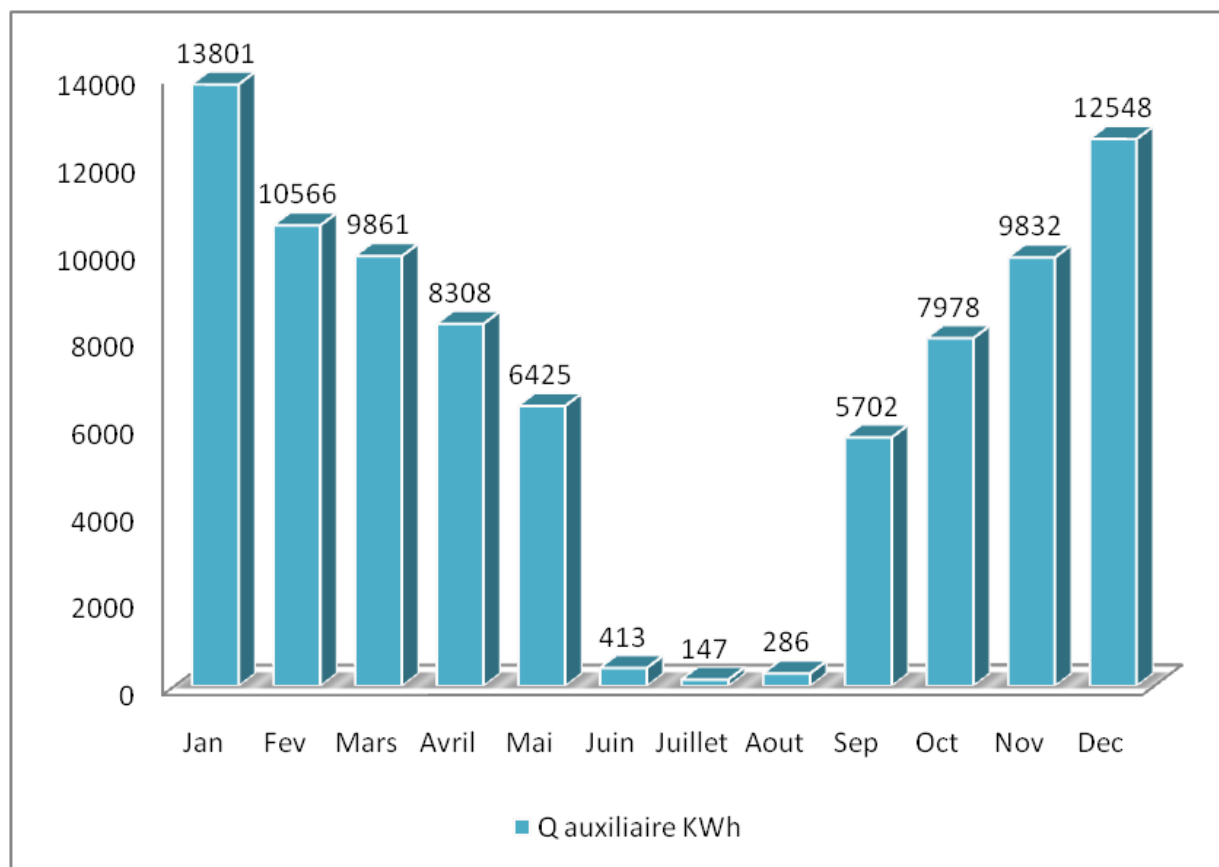
Numéro 27

Juin 2014

$$E_{aux} = \frac{Q_{aux}}{\eta}$$

Avec, η : rendement de la chaudière à mazout estimé 85% .

KWh	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	An
Q_{aux}	13801	10566	9861	8308	6425	413	147	286	5702	7978	9832	12548	85865
E_{aux}	16236	12431	11601	9774	7559	486	173	336	6708	9386	11567	14762	101018



c) Calcul de la fraction solaire :

La fraction solaire est une indication de l'utilisation de l'énergie solaire par rapport à l'énergie totale introduite au système, elle est calculée par la formule suivante

$$FS = \frac{Q_{sol}}{Q_{sol} + Q_{aux}}$$

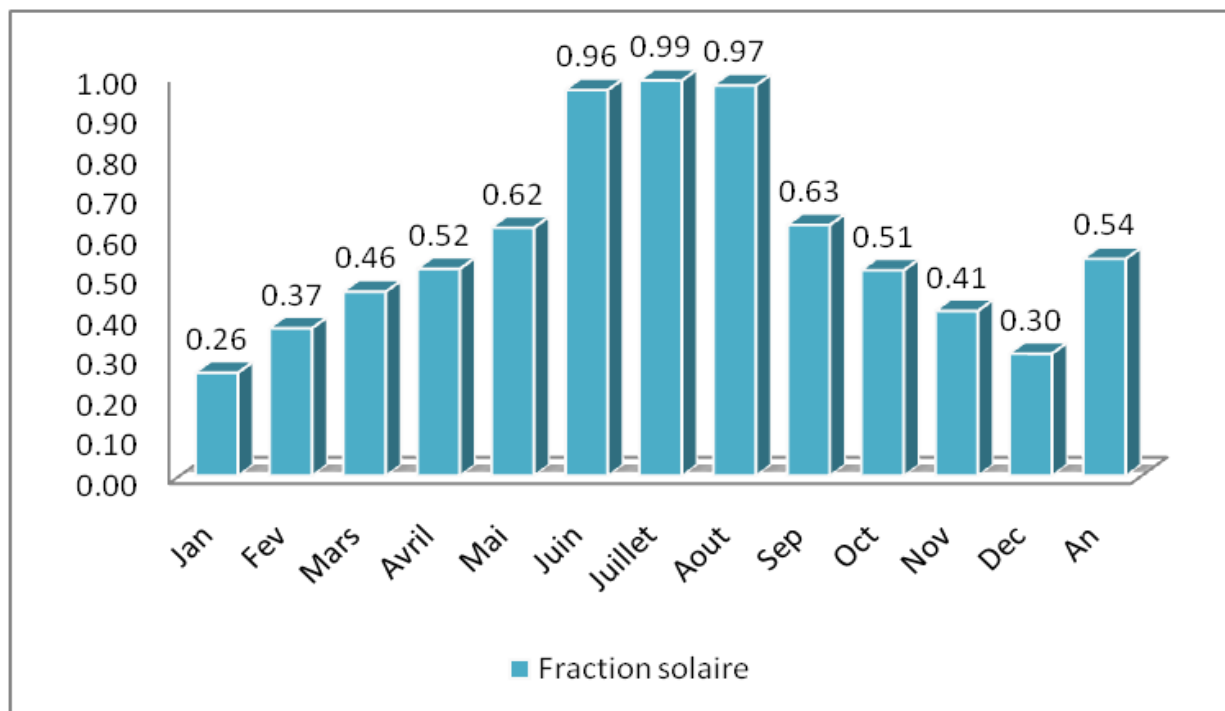
KWh	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	An
FS	0.26	0.37	0.46	0.52	0.62	0.96	0.99	0.97	0.63	0.51	0.41	0.30	0.54

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

On remarque qu'en été l'énergie solaire est suffisante pour assurer les besoins du system



3) Calcul du montant annuel économisé

L'énergie solaire requise pour chauffer l'eau est de 101406 kWh. Etant donné le rendement de la chaudière a mazout 85%, on aurait dépensé $101406/0.85=119301$ kWh pour assurer cette énergie.

On suppose que le prix total du fuel est de 0.12\$/kWh, alors les dépenses annuelles économisées seront **14316 \$**.

4) Indicateurs économiques

Afin d'avoir une idée sur la rentabilité du projet, nous allons calculer des indicateurs économiques qui seront significatifs pour évaluer le projet.

Tout d'abord, nous allons commencer par définir la durée de vie de chaque équipement :

La LETTRE

<i>Numéro 27</i>	<i>Juin 2014</i>
équipement	Duree de vie(ans)
Capteurs solaires	20
Pompes à circulation	12
Tableau de controle	20
Vases d'expansion	7
Bouteille d'eau chaude , radiateur	20
Tuyaux et vannes	20
maintenance	1

A noter que, l'installation des chauffes eaux solaires a une durée de vie de 20 ans. Nous allons tout d'abord calculer le temps de retour de ce projet.

a) Temps de retour

Le temps de retour est défini par :

$$\text{temps de retour} = \frac{\text{Investissement total de l'installation}}{\text{Gain annuel attendu}}$$

$$\text{temps de retour} = \frac{79790}{14316} = 5.57 \text{ ans}$$

On voit bien qu'après environ 5 ans et demi on aura récupéré le cout de l'installation des chauffes eaux solaires, durée relativement bonne.

b) Bénéfice cumulé

Nous allons maintenant calculer le bénéfice cumulé sur 20 ans, puisque la durée de vie de l'installation des chauffes eaux solaires est de 20 ans. On suppose bien que le tarif du fuel ne change pas d'ici 20 ans et que la valeur monétaire reste la même.

Les dépenses économisées sur 20 ans sont 286320 \$

Le cout initial du projet est de 79790 \$.

Le tableau suivant résume les couts du remplacement des équipements suivant leur durée de vie sur 20 ans

équipement	Duree de vie(ans)	Nbre de fois changé	Prix unitaire \$	Prix total \$
Capteurs solaires	20	0	38053	0

La LETTRE

	Numéro 27		Juin 2014	
Pompes à circulation	12	1	5266	5266
Tableau de contrôle	20	0	2355	0
Vases d'expansion	7	2	795	1590
Bouteille d'eau chaude , radiateur	20	0	6622	0
Tuyaux et vannes	20	0	26698	0
maintenance	1	20	1500	30000
			total	36856\$

Ainsi le bénéfice cumulé (sans actualisation) pour une durée de 20 ans sera alors :

$$\text{Depenses economisees} - (\text{Investissement initial} + \text{changement d'equipements}) = 286320 - (79790 + 36856)$$

$$= 169674 \$$$

Les deux indicateurs déjà calculés ne prennent pas en considération la valeur temporelle de l'argent. Pour cela nous allons adopter des méthodes plus performantes pour évaluer la viabilité financière de ce projet.

c) Valeur Actualisé Nette (VAN)

La valeur actualisée nette est donnée par :

$$VAN = G \times \left(\frac{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}{i} \right) - INV$$

Avec, G : Gain actuel.

i : Taux = 0.05 (on considère un taux de 5%).

n : Nombre d'années.

INV: Investissement.

Chaque année nous sommes en train d'économiser 14316 \$ or 1 \$ maintenant vaut plus qu' 1 \$ dans 20 ans d'où la nécessité de trouver la valeur actualisée du gain sur 20 ans (toujours en ne prenant pas en considération la variation du prix du fuel qui est imprévisible mais surement en hausse continue).

$$VA_{\text{gain}} = 14316 \times \left(\frac{1 - \frac{1}{(1+0.05)^{20}}}{0.05} \right) = 178409 \$$$

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

Pour l'investissement, il est divisé en deux parties, une partie représente le prix initial de l'installation et une seconde partie qui concerne les pièces de rechange, la main d'œuvre et la maintenance :

- Investissement initial : 79790 \$
- Changement de pompes dans 12 ans :

$$VA_{pompes} = \frac{5266}{(1 + 0.05)^{12}} = 2932 \$$$

- Premier changement de vases d'expansion dans 7 ans :

$$VA_{vases1} = \frac{795}{(1 + 0.05)^7} = 565 \$$$

- Deuxième changement de vases d'expansion dans 14 ans :

$$VA_{vases2} = \frac{795}{(1 + 0.05)^{14}} = 401 \$$$

- Main d'œuvre et maintenance chaque année :

$$VA_{M/O} = 1500 \times \left(\frac{1 - \frac{1}{(1 + 0.05)^{20}}}{0.05} \right) = 18600 \$$$

D'où

$$\begin{aligned} \text{Inv actualisé} &= \text{Investissement initial} + VA_{pompes} + VA_{vases1} + VA_{vases2} + VA_{M/O} \\ &= 79790 + 2932 + 565 + 401 + 18600 = \mathbf{102288\$} \end{aligned}$$

Finalement la valeur actualisée nette sera :

$$VAN = VA_{gain} - \text{Investissement actualisé.}$$

$$VAN = 178409 - 102288$$

$$\mathbf{VAN = 76121 \$}$$

Cette valeur calculée est beaucoup plus proche de la réalité que la valeur obtenue précédemment puisqu'elle tient compte de la variation de la valeur monétaire, facteur très important qui peut affecter l'évaluation du projet. Cet indicateur est très important quand on fait une comparaison entre deux projets.

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

d) *Gain annuel en annuité constante (ANCO)*

$$ANCO = VAN \times \left(\frac{i}{1 - \frac{1}{(1+i)^n}} \right) = 76121 \left(\frac{0.05}{1 - \frac{1}{(1+0.05)^{20}}} \right) = 6108\$$$

e) *Taux de Rentabilité Interne (TRI)*

Afin d'avoir une idée sur la rentabilité du projet, nous allons calculer le taux de rentabilité interne (TRI). Il est défini comme étant le taux d'actualisation pour VAN = 0, car il égalise les valeurs actualisées des flux sortant et les flux entrants de l'investissement.

En élaborant une table sur Excel (voir les tableaux ci-dessous) on a procédé par itération pour pouvoir cerner la valeur du TRI qui donne une valeur de VAN très proche de 0.

Nous avons obtenu que le TRI = 7.568 % > i ce qui montre le projet est rentable.

TRI	0.07568400
Gain	97960.013
Inv initial	79790
Inv pompe	2194.14007
Inv vases 1	477.061277
Inv vases 2	286.273537
Maintenance	15212.5158
VAN	0.02227309

TRI	0.07568500
Gain	97960.013
Inv initial	79790
Inv pompe	2194.14007
Inv vases 1	477.061277
Inv vases 2	286.273537
Maintenance	15212.5158
VAN	-0.2776145

f) *Recette par unité de dépenses (R.U.D)*

$$R.U.D = \frac{\text{Bénéfices nets}}{\text{Capital investi}} = \frac{169674}{97970} = 1.73$$

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

g) *Produit par unité de dépenses (P.M.U.D)*

$$P.M.U.D = \frac{\text{Bénéfices nets}}{N \text{ benefices} \times \text{capital investi}} = \frac{169674}{20 \times 97970} = 0.0865$$

h) *Prix du kWh :*

$$\begin{aligned} \text{cout fixe du kWh} &= \frac{\text{inv durant } N \text{ annees}}{\text{Energie annuelle} \times N} = \frac{\text{Inv ini} + \text{O\&M} + \text{rechange equipment}}{\text{Energie annuelle} \times N} \\ &= \frac{97970 + 30000 + 6856}{101406 \times 20} = \frac{134826}{2028120} = 0.066\$/\text{kWh} \\ \text{cout actualisé du kWh} &= \frac{\text{inv actualisé}}{\text{production actualisée}} \end{aligned}$$

Avec ;

$$\begin{aligned} \text{production actualisée} &= \text{Energie annuelle} \times \left(\frac{1 - \frac{1}{(1 + 0.05)^{20}}}{0.05} \right) = 101406 \times 12.46 \\ &= 1263742 \text{ kWh} \end{aligned}$$

D'où

$$\text{cout actualisé du kWh} = \frac{102288}{1263742} = 0.081 \$/\text{kWh} < 0.12\$/\text{kWh} (\text{prix du fuel})$$

La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

IV. Etude de l'impact environmental

Les installations solaires thermiques permettent la substitution d'énergies « classiques » fossiles, qui, en plus d'être fortement polluantes en terme de rejets atmosphériques ou de déchets produits, présentent des ressources limitées. L'énergie solaire, quant à elle, est non seulement gratuite et inépuisable, mais elle ne génère aucune pollution durant l'utilisation.

Pour évaluer l'impact environnemental de l'installation solaire il faut comparer les émissions des gaz à effet de serre (principalement le CO₂) sans et avec le système solaire.

Nous avons déjà vu que chaque année qu'en introduisant le system solaire on a pu économiser 119301 kWh de fuel. Or pour chaque KWh économisé la quantité de CO₂ en kg évité est 0.35 pour le fuel domestique.

Alors les émissions de CO₂ évités dans notre projet sont $0.35 \times 119301 \text{ kWh} = 41755 \text{ kg}$



La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

V. Etude de l'impact social

En ce qui a trait à l'aspect social, les applications de l'énergie solaire demeurent en grande partie méconnues par la population qui croit souvent, et à tort, que cette source d'énergie n'est pas exploitable en climat froid. Il y a donc un certain scepticisme à surmonter, mais ce serait possible grâce à des outils d'éducation et de sensibilisation. L'aspect esthétique des panneaux pourrait possiblement être un sujet de discorde. Par contre, leur faible entretien et l'absence de bruit les avantagent.

Contrairement à la combustion de la biomasse, qui produit des polluants atmosphériques, l'exploitation de l'énergie solaire n'a aucun impact sur la santé.

L'exploitation de l'énergie solaire constitue une très bonne occasion de favoriser les projets collectifs. En effet, la mise en commun de l'énergie produite ne ferait qu'amplifier le sentiment d'appartenance et de fierté des habitants envers leur quartier. Bien entendu, cette production décentralisée de l'énergie demande plus d'efforts et plus d'investissements individuels. L'adoption à grande échelle de l'énergie solaire permettrait cependant de créer de nombreux emplois dans toutes les régions dans de nombreux corps de métiers : fabrication, assemblage, installation, plomberie, construction, industrie minière, hautes technologies, recherche et développement, consultation, ingénierie, etc.



La LETTRE

Numéro 27

Juin 2014

VI. Conclusion

Pour conclure, on a vu que l'utilisation de l'énergie solaire dans notre système hybride avec de l'énergie fossile s'est avérée une solution rentable pour chauffer l'eau dans notre projet. La fraction solaire moyenne est de 54%. Des économies importantes seront faites avec des projets à plus grande échelle. L'énergie solaire, comme on a bien pu le voir engendre des bénéfices au niveau économique. Ensuite, elle réduit l'émission de CO₂ considérablement, sans oublier qu'une réduction de CO₂ engendre une réduction d'utilisation du combustible qui est en train de devenir une ressource rare et son prix est en augmentation continue. Enfin au niveau social, l'introduction d'une nouvelle technologie au marché libanais implique une demande de main d'œuvre, de nouveaux emplois créés, de nouvelles opportunités pour les compagnies internationales de venir investir dans le pays. Donc cette technologie peut être classée comme durable puisqu'elle répond aux exigences écologique, sociales et économiques du pays. Il faut bien noter que la technologie des énergies renouvelables, si elle a été bien gérée permettra au Liban de s'affranchir le palier des énergies fossiles et de se diriger vers un futur durable, propre.

