

Chauffe eau solaire en thermosiphon

Auteur : Lionel Barra 2006

Bonjours à tous les curieux qui consulte ce fichier, il décrit la réalisation en autoconstruction totale d'un chauffe eau solaire en thermosiphon, je n'ai aucune prétention, mon système n'est pas parfait, et je ne détient aucune vérité.

Si je détaille ma réalisation, c'est par souci de partage, pour mutualiser les expériences afin de susciter des vocations et d'éviter mes erreurs.

J'ai beaucoup appris sur le forum autoconstruction solaire, et je remercie tous ces acteurs et particulièrement Pierre Amet pour son initiative, et la devise qu'il met en pratique :

Produire sans s'approprier
...agir sans rien attendre
.....guider sans contraindre
.....voilà la vertu primordiale.
DAO DE JING, Chap.51

Ma démarche de construire solaire, d'utiliser une énergie renouvelable et inépuisable, n'est pas uniquement écologique, mais aussi économique et ludique (je me suis bien amusé).



Découpage du document

Présentation

Introduction ; Projet

Fabrication des caissons

Fabrication des absorbeurs

Détails de réalisation et test de revêtement

Fabrication du ballon échangeur

Pose des canalisations, mise en place des capteurs et fonctionnement

Etude financière

Bilan et perspectives

Chauffe eau solaire en thermosiphon

INTRODUCTION :

Il s'agissait tout d'abord pour moi d'un premier essai dans le solaire, mon ambition étant de réaliser un système de chauffage PSD (plancher solaire direct).

J'ai choisi de faire un CES (chauffe eau solaire) en thermosiphon, pour sa simplicité et sa fiabilité.

Etant peu fortuné, j'ai cherché à récupérer un maximum de matériel d'occasion, pour leur donner une nouvelle vie (recyclage).

Aussi la dimension de mes capteurs est directement liée à cette logique, car je possédais déjà le double vitrage que j'ai séparé.

PROJET :

-**Les caissons des capteurs** sont réalisés en panneaux composites (Algéco) sandwich (ép. 40 mm) plaque acier galvanisé et âme en mousse polyuréthane. (Rigide et isolant)
Les panneaux sont liés avec des cornières métalliques.

-**L'absorbeur** est un montage de tube cuivre en parallèle, les ailettes sont réalisées en aluminium plaque d'imprimerie 0,3 mm (offset).

-**Le revêtement sélectif** est fabriqué à base de vernis antirouille et de graphite.

-**Les tuyaux de liaison** sont en cuivre pour le départ des capteurs puis en PER, toutes les liaisons utilisent des tuyaux souples haute température (160°) et des colliers de serrage.

-**Le ballon échangeur**, est un ballon double enveloppe, Fut de 220 L en plastique bleu et cumulus (200 L) de récupération dépouillé de son isolation et mis au bain marie.

DIMENSIONS :

Capteurs :

Dimensions extérieures des caissons = 2050 x 1660

Dimensions des vitres = 2030 x 1640

Surface utiles = 1910 x 1520 = 2,9 m² par capteur

Soit pour les deux capteurs = 5,8 m²

Inclinaison 55°

Absorbeurs :

Tube cuivre écroui (12 x 14)

Tube cuivre écroui (26 x 28)

Distance capteurs / ballon 14 m

Dénivellation totale 1,5 m

Pente moyenne 6 cm / m

Tuyaux de liaison Ø 20 mm

Ballon échangeur :

Cumulus 200 litres, dépouillé sur 90 cm de hauteur

Capacité du circuit :

90 litres dont 30 litres de monopropylène glycol (protection – 8° C)

Chauffe eau solaire en thermosiphon

FABRICATION DES CAISSONS

Soudage



Montage des pattes de fixation



Présentation du cadre in situ



Chauffe eau solaire en thermosiphon

FABRICATION DES CAISSONS

Montages des panneaux



Perçage et rivetage des plaques (toute la famille participe)

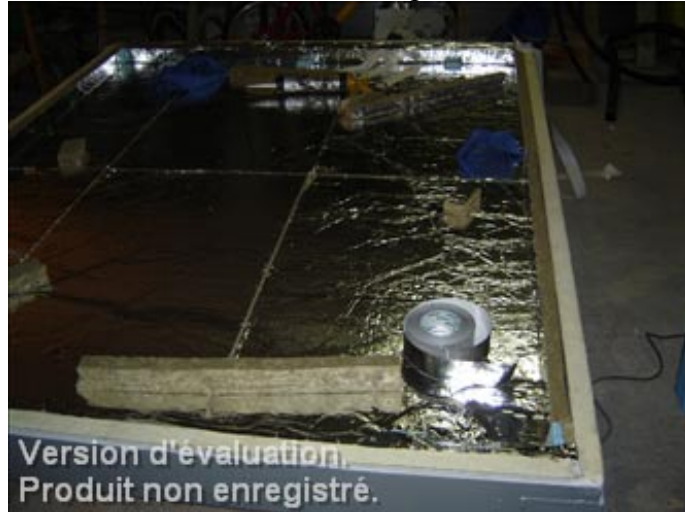


La structure monté



Chauffe eau solaire en thermosiphon

Isolation des capteurs



FABRICATION DES ABSORBEURS

Les soudures sont réalisées par brasage cupronickel argent



Nettoyage des flux de brasure et épreuve des tubes



Chauffe eau solaire en thermosiphon

Ponçage des plaques d'imprimerie



Chauffe eau solaire en thermosiphon

Découpage des bandes d'aluminium au cutter



La bande sur le rail conformateur



Incrustation du rondin d'acier



Rabattage des bords



Incrustation du tube cuivre plus bas que les bords du rail



L'empreinte réalisée



Chauffe eau solaire en thermosiphon

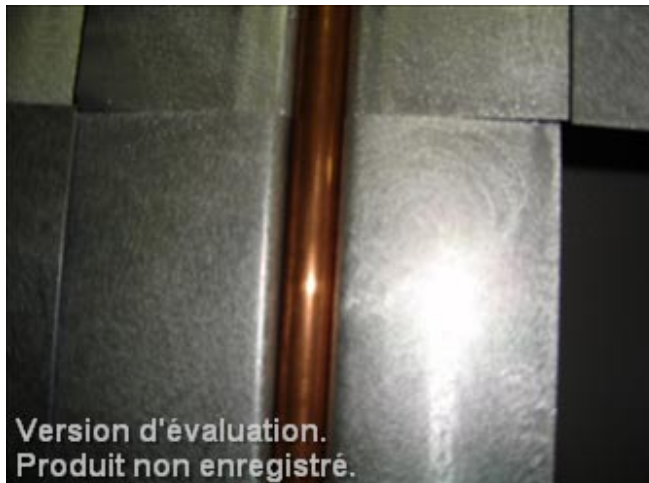
Après démoulage



Resserrage de l'empreinte avant clipsage



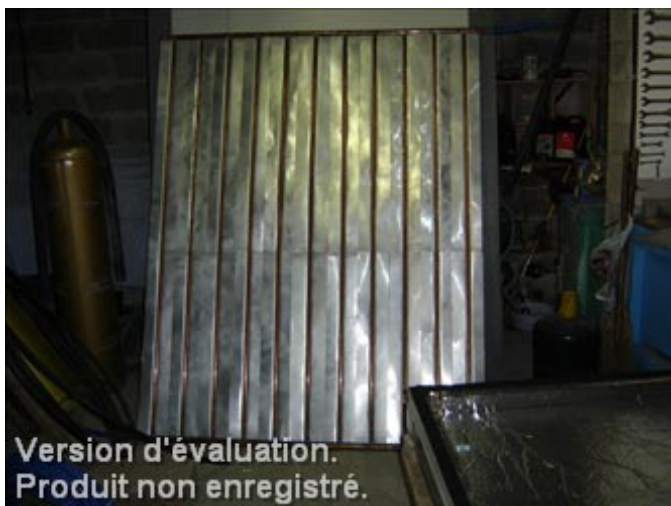
Clipsage sur l'absorbeur



Montage



Montage des absorbeurs



L'absorbeur peint



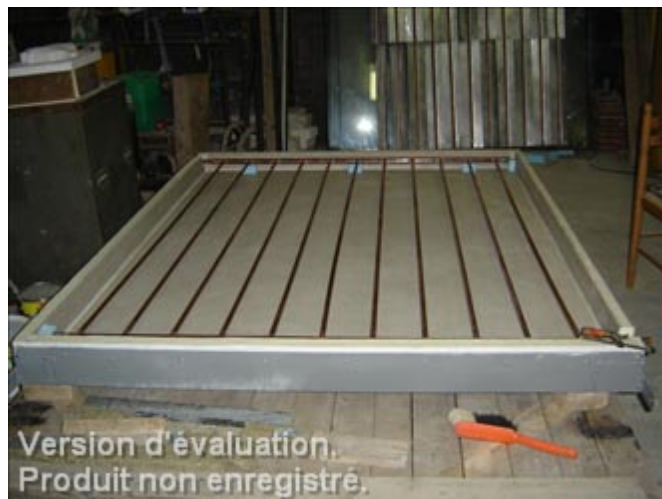
Chauffe eau solaire en thermosiphon

DETAILS DE REALISATION

Mise en place des plots de calage de l'absorbeur
(avec butés en bas du capteur mais libre en haut pour la dilatation)



Les tubes de l'absorbeur sur ses cales

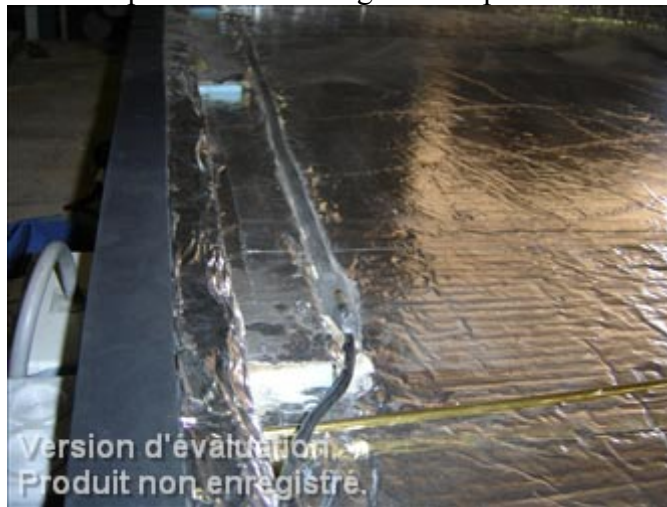


Les plots de calage de l'absorbeur sont protégés de la chaleur par une fine couche de laine de roche + alu



Chauffe eau solaire en thermosiphon

Installation de la guirlande de Noël et de la sonde du cumulus pour la mise hors gel des capteurs



Pose des joints néoprène découpe du joint néoprène au bas du capteur pour la mise à l'air libre



Montage des cornières alu et calage de la vitre



Les cornières alu latérale et supérieure sont montées sans pression uniquement pour maintenir le joint en place, la vitre est calée par le bas par l'intermédiaire d'une baguette PVC et des butés en alu.

Chauffe eau solaire en thermosiphon

Test de revêtement



17 Décembre 2005 Test de captage des calories en fonction du revêtement.

Réalisé avec un thermomètre infrarouge

Un adhésif noir a été placé au dos des plaques pour uniformiser les surfaces

N°	Description du revêtement	T°	T°	T°	T° diffus	Observation
1	Peinture en bombe haute température 600° noir mat	67	68	73	32	Plaque de référence
15	vernis antirouille + White-spirit + graphite	67	68	74	31	= Ref
Ech	vernis antirouille + White-spirit + graphite + colorant noir	68	69	75	33	+ 1 à 2°C
EX1	1 ^{ère} couche = Ech 2 ^{ème} couche : vernis antirouille + graphite	67	68	73	32	= Ref
EX2	1 ^{ère} couche = Ech 2 ^{ème} couche : vernis antirouille + silice colloïdale	66	68	73	31	- 1°C
EX3	1 ^{ère} couche = Ech 2 ^{ème} couche : vernis antirouille + graphite + silice colloïdale	66	68	73	30	- 1 à 2°C
EX4	1 ^{ère} couche vernis antirouille + graphite + silice colloïdale	66	67	72	29	- 1 à 2°C
CU1	Cuivre sélectif ese-solar (Bleu genre Tinox)	69	72	78	31	+ 2 à 5°C
CU2	Cuivre noirci chimiquement	67	68	75	30	= Ref

Chauffe eau solaire en thermosiphon

Les tests sont réalisés à l'intérieur derrière une baie vitrée sans aucune perturbation.
Seul les écarts de températures entre les plaques sont significatifs.

CU2 = Procédé: lessive de soude du commerce (29 %) 10ml + sel de cuisine 2 gr + 1 goutte de savon de vaisselle liquide (mouillant). Une fois le sel dissous, badigeonner cette solution sur le cuivre . Après 24 heures, rincer à l'eau clair en frottant si nécessaire pour enlever le film blanc

Bilan :

Finalement, la peinture HT ce n'est pas si mal, on gagne un peu avec le vernis antirouille graphité et coloré en noir, mais il faut le fabriquer...

Le revêtement sélectif ese-solar, est plus performant, mais surtout à haute température, voir moins bon par soleil diffus.

Quand au cuivre noirci chimiquement selon la formule ci-dessus, ça ne vaut pas le coup de risquer des brûlures chimiques, (la bombe de peinture HT coûte 3 euros)

L'ajout de silice colloïdale ou d'une couche de graphite supplémentaire n'apporte rien voir diminue les résultats.

LE BALLON ECHANGEUR

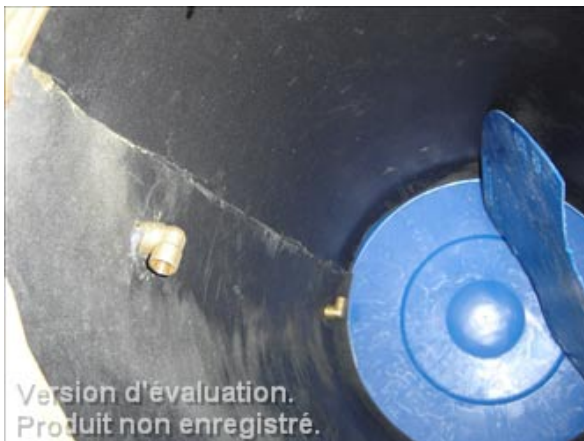
Ballon échangeur : le fût en plastique



Le cumulus dépouillé sur 90 cm



Isolation intérieure et orientation du flux



Isolation et habillage extérieur



Chauffe eau solaire en thermosiphon

Le ballon en cours de montage



Le ballon monté avec ses thermomètres de contrôles



Au début, j'ai utilisé des thermomètres bracelets à aiguille, (à droite sur l'étagère) mais ils sont trop imprécis, ces modèles à mercure et plongeur sont plus cher mais fiables durables et précis...

Calculs : pour obtenir une surface d'échange supérieure à 25% de la surface des capteurs (27%)

La surface souhaitée est de $1,6 \text{ m}^2$

Diamètre de la cuve = 50 cm ; fond = $(3,14 \times R^2) = 0,196 \text{ m}^2 = 0,2 \text{ m}^2$

Circonférence = $(3,14 \times 50) = 1,57 \text{ m}$

$1,6 - 0,2 = 1,4 \text{ m}^2$ à dépouiller = $1,40 / 1,57 = 0,89 \text{ m}$ soit = 90 cm

Chauffe eau solaire en thermosiphon

Les tuyaux de liaisons



Mise en place des capteurs (environ 150 Kg ; dur,dur...)



FONCTIONNEMENT

Janvier 2006

La durée d'ensoleillement utile est d'environ 4h30 par jours, de 11h à 15h30

Par journée bien ensoleillée, l'eau chaude solaire arrive ballon à + de 70°, ce qui me permet le soir d'avoir 200 litres d'eau à 55°.

Après puisage de l'eau chaude (douche, bain) il reste encore de l'eau à environ 45°,

Au matin, les deux cuves se sont équilibrées vers 30°.

Chauffe eau solaire en thermosiphon

Coût de fabrication (2005)

« Chauffe eau Solaire en thermosiphon »

Capteurs : surface utiles = 1910 x 1520 = 2,9 m² par capteur

Soit pour les deux capteurs = 5,8 m²

Coût = 637 € soit 110 € le m²

Pour la fabrication des caissons

Panneaux composites 10 € pièce (1200 x 2400)	x	4	=	40 €
Cornières galva 4 € pièce 150 x 150 x 2200	x	4	=	16 €
Cornières alu 30 € pièce (6 m)	x	2	=	60 €
Rivets 4,5 mm (200 u)	x	1	=	10 €
Mastic acrylique	x	6	=	12 €
Peinture antirouille 5 litres	x	1	=	25 €
Baguettes à souder rutile 2,5 mm (5 kg)	x	1	=	18 €
Joint néoprène 40 x 5 + 30 x 5 (par 20 m)	x	2	=	43 €
Isolant laine de roche + alu épaisseur 30	x	12	=	73 €
Vitre claire 5mm (2,040 x 1,640)	x	2	=	12 3 €
Vis inox auto foreuse (4,8 x 19) x 14	x	4	=	13 €
Protection contre la grêle et les cailloux				
Grillage à poule maille 13mm (5m x 1,5)	x	1	=	29 €
Total				= 462€

Pour les absorbeurs :

Plaques alu épaisseur 0,3 mm (1m x 0,80)	x	30	=	20 €
Tube cuivre écroui (12 x 14) x 4 m	x	11	=	62 €
Tube cuivre écroui (26 x 28) x 7,5 m	x	1	=	27 €
Manchons divers			=	23 €
Baguettes brasure S 808 (cupronickel/argent)	x	1	=	32 €
Décapant	x	1	=	6 €
Total				= 170 €

Chauffe eau solaire en thermosiphon

Pour le raccordement :

PER bleu	Ø 20 x 25 m	x	1	=	20 €
PER rouge	Ø 20 x 25 m	x	1	=	23 €
Tube cuivre écroui	20 x 22 x 5 m	x	1	=	11 €
Jonction en Y	Ø 19	x	2	=	14 €
Tuyau vapeur 165°	x 2 m	x	1	=	26 €
Manchon isolant	x 40 m	x	1	=	51 €
Raccords traversé de cloison		x	2	=	10 €
Tuyau PVC sable Ø 50	x 28 m	x	1	=	62 €
Collier de fixation		x	20	=	29 €
		Total		=	246 €

Pour la protection antigel

Guirlande de Noël (1m)		x	2	=	8 €
Double prise + boîte étanche		x	1	=	7 €
Rallonge 3 m		x	1	=	2 €
Mono propylène glycol (5 litres)		x	6	=	41 €
		Total		=	58 €

Outil divers :

Foret	Ø 14	x	1	=	7 €
Coupe tube		x	1	=	11 €
Colliers plastiques + fixations		x	20	=	7 €
Thermomètre à bracelet		x	2	=	17 €
		Total		=	42 €

TOTAL général = 978 €

Chauffe eau solaire en thermosiphon

BILAN ET PERSPECTIVES

Les erreurs :

De conceptions :

- Je voulais que les vitres tiennent uniquement bloqué sur les cotés et le dessus coincées entre les joints néoprènes et la cornière alu, j'avais donc monté les cornières avec une légère pression pour éviter à la vitre de glisser.

Effectivement elle n'a pas glissé, mais le premier jour d'exposition solaire, la dilatation de la vitre n'a pas pu se faire correctement et elle s'est fendue en trois endroits.



Domage je l'avais récupéré gratuitement en séparant un double vitrage, j'ai cassé sa sœur lors d'une manipulation malheureuse, j'ai donc dû en acheter deux... c'est un comble quand on sait que j'ai réalisé les capteurs aux dimensions de cette vitre gratuite (au début).

J'ai modifié le montage pour l'autre capteur, comme indiqué dans les détails de réalisations, lui il tient toujours.

- Je comptais n'utiliser que de l'eau et sur les guirlandes de Noël pour la protection contre le gel, effectivement les absorbeurs sont bien restés hors gel par -4° mais les canalisations bien que protégées avec de l'Armaflex ont gelées, sans causer de dommages heureusement.

J'ai donc utilisé un mélange d'eau et de monopropylène glycol à 30% ce qui me garantit une protection jusqu'à -8° , et j'ai éteint les guirlandes, je les rallume dès qu'il fait -10° à Marseille, bref pas de souci.

Les craintes :

La surface des capteurs par rapport à la quantité d'eau à chauffer, et les performances du système en plein hiver me font craindre des problèmes de surchauffe en été.

La température de l'eau dans le cumulus n'atteint pas encore les 60° nécessaires à la destruction des légionelles, et je ne dispose pas d'un complément électrique ou autre pour atteindre cette température, donc inquiétude pour l'hiver.

Les améliorations à prévoir :

L'augmentation de la capacité du cumulus à 300 litres, j'en achèterais peut-être un neuf...