Présentation de l'installation solaire de Thierry Streiff
92 - Rueil-Malmaison
Auto-construction en 2008-2009

Démarche

Lorsque nous avons cherchions une maison en 2004, je cherchais une orientation favorable pour le solaire, mais nous avions déjà cherché 18 mois pour trouver une maison qui nous plaisait dans le quartier que nous voulions, alors c'était devenu un critère très secondaire.

Pendant les 3 années où nous avons tout refait dans la maison, j'ai commencé à m'intéresser au solaire de manière pratique, en relevant les ombres portées, regardant les angles, etc.
Mais ce n'était pas favorable, donc l'idée a traîné jusqu'en 2008, avant que l'expérience des autres me décide.

La maison

90 m², construite en 1961 sur un seul étage et sous-sol total.
Tout est en béton plein (murs, cloisons intérieures, plancher, plafond).

Elle consommait 3000 litres de fioul par an plus du butane l'été pour l'ECS quand nous l'avons achetée en 2004. Soit plus de 30 000 kWh/an.

"Quelques" travaux en vrac pendant les 4 ans qui ont passé : isolation extérieure, changement de fenêtres, ré-isolation grenier (laine de chanvre), isolation sol par le sous-sol, isolation des coffres de volets roulant, passage au gaz naturel, chaudière modulante basse température, installation de radiateurs basse température, VMC hygro.
La dépense énergétique est maintenant de l'ordre de 8000 kWh en chauffage (DJU 2600) et 1500 kWh en ECS, soit un total de 9500 kWh par an.
Cela représente une facture de gaz raisonnable (au prix actuel) de l'ordre de 400 € par an (hors abonnement).

La maison "tout en béton" liée l'isolation extérieure apporte une bonne inertie. C'est appréciable l'hiver (une fois chaude la maison refroidit lentement), et l'été (la maison monte lentement en température).

La maison n'est pas occupée la journée en semaine. Ces jours là elle n'est donc chauffée que le matin et en fin d'après-midi.
Nous ne chauffons jamais la nuit : la température ne descend pas sous 17°C.

Le soleil disponible

Quand j'ai commencé à étudier le gisement solaire il y a 2 ou 3 ans, j'ai réalisé que ce ne serait pas facile.

Notre maison a de gros inconvénients pour mettre des capteurs thermiques sur le toit :

- toit à double pente à 20°, pentes orientées est/su d-est et ouest/nord-ouest
- maison voisine proche et surplombant la nôtre au sud-ouest (masque important sur le toit dès le milieu de l'après-midi)

Pour des capteurs au sol, le jardin n'est pas très grand et un peu décaissé. La maison voisine fait là aussi un peu d'ombre. D'autre part, le jardin a de nombreux arbres (fruitiers…)

En pesant toutes les possibilités, la seule alternative viable s'est avérée de mettre les capteurs dans le jardin, contre un mur, au sud sud-ouest.
Il y a pas mal de masques sur les bords (maisons voisines) mais cette orientation est assez dégagée pour voir le soleil pendant au moins 6 heures toute l'année (40% côté sud-est, 60% côté sud-ouest).
Question place disponible, environ 6 mètres de largeur. Pour avoir plus, il faudrait mettre les capteurs à côté de la terrasse et du barbecue…

Et de temps en temps, à diverses saisons, lorsque le soleil brillait, j'ai relevé les ombres portées pour voir si c'était jouable.

Pour la quantité de soleil, nous sommes en région parisienne avec une météo qui ressemble à celui de la Normandie. Les journées sans nuages sont rares, le temps est variable, instable au printemps.
L'hiver, il y a le célèbre « tunnel gris » qui peut durer de mi-novembre à mi février. Le ciel peut être lumineux, mais le soleil ne se montre pas. Par contre il fait rarement très froid.

L'idée

Dans ces conditions pas très favorables, l'idée initiale était de faire un CESI. Mais en 2006, j'ai mis un compteur sur l'ECS. Notre consommation ECS était faible (3 adultes ne prenant que des douches), en partie dû aux douches extérieures (déplacements, clubs de sport).

J'ai commencé à réfléchir à un système simple et assez proche d'un CESI qui permettrait de faire du chauffage. Les contraintes :

- pas trop coûteux : le coût doit rester en rapport avec le gain (au sens large) escompté
- simple : je bricole correctement mais je n'ai pas tous les talents. D'autre part, j'aime bien les choses simples, même si concevoir une chose simple qui fonctionne bien est complexe…
- pas trop long à faire : j'ai un métier prenant, je n'ai pas beaucoup de temps, le chantier ne doit pas durer 3 ans
- pas trop encombrant : le jardin n'est pas si grand, et le sous-sol non plus.

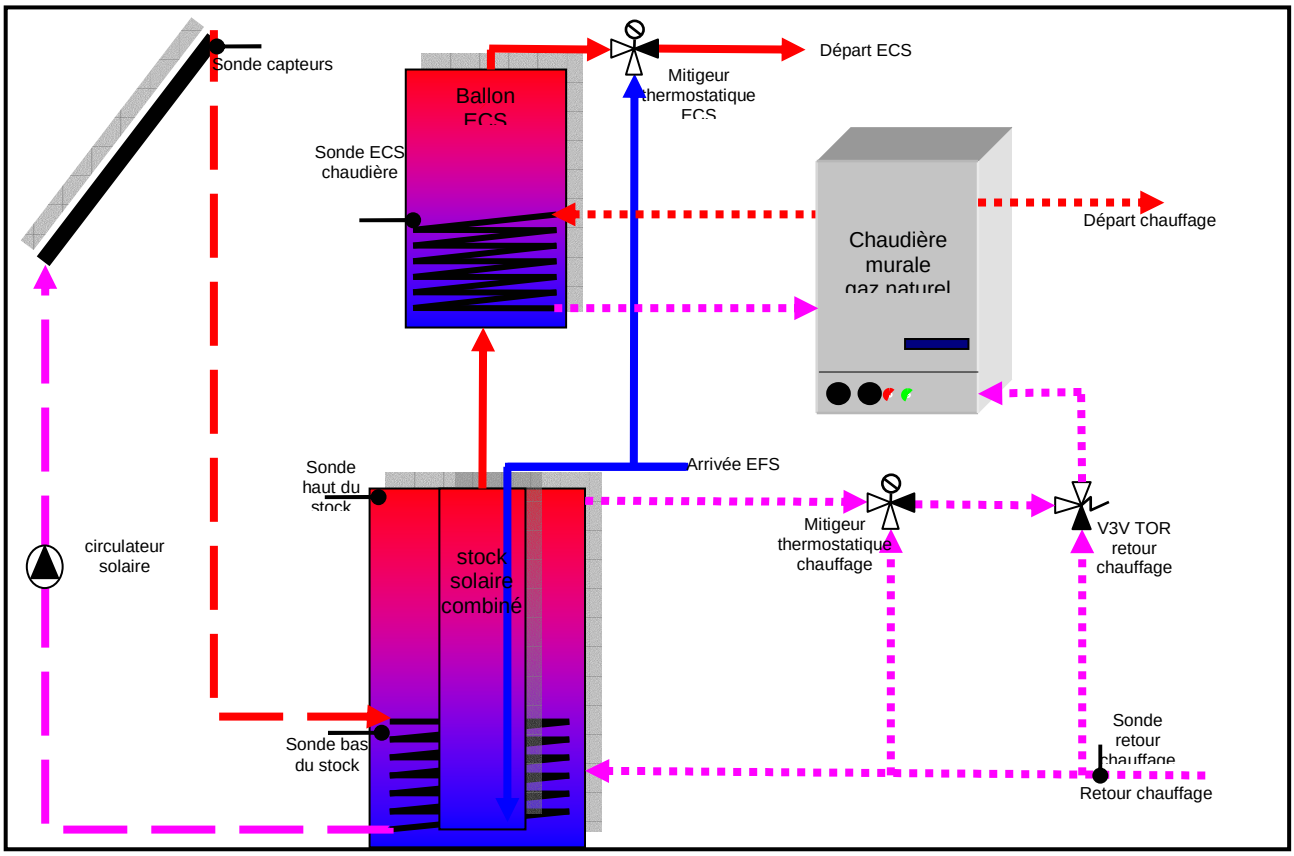
Le principe de l'installation

L'installation est donc un Système Solaire Combiné.

Elle suit un schéma assez classique :

- un stock combiné ECS/chauffage
- ECS solaire en série avec le ballon chaudière
- préchauffage du retour chauffage dans le stock solaire

Grand principe : claire séparation des énergies donc pas d'apport de la chaudière dans le ballon solaire, ni pour le chauffage, ni pour l'ECS.
Tout le volume du stock combiné est disponible pour stocker de la chaleur solaire.



Le schéma de l'installation

Le circuit solaire

Il est simple puisqu'il n'y a qu'un champ de capteur et un seul serpentin dans le stock combiné.

Les deux capteurs à tubes Sunrain (60 tubes, 10 m² de surface hors-tout) sont en série (connectés bout à bout) : il n'y a pas de problèmes de répartition de débit.
Les capteurs sont sur le sol dans le jardin et le stock combiné dans le sous-sol.

Les capteurs sont posés sur leur support le long d'un mur face au sud / sud-ouest. Je les ai espacés de 25 cm pour pouvoir accéder au mur derrière.

J'ai conservé l'angle standard des supports Sunrain (45°), mais les capteurs sont à 30° du sud (il faut moins incliner si on s'éloigne du sud). Néanmoins, je n'ai pas fixé les pieds arrières et les capteurs ne sont pas collés au mur : il sera facile de monter les pieds arrière si nécessaire.

Les 2 capteurs Sunrain

La distance entre capteurs et stock combiné est environ 10 mètres dont 7 à l'extérieur. Les lignes solaires entre sous-sol et capteurs sont enterrées dans une tranchée entre 60 et 70 cm de profondeur (petite pente vers le sous-sol).

Mon idée initiale était de faire passer les lignes en aérien sur le mur (plus simple), mais les pertes sont moins grandes dans le sol et l'installation est plus discrète.

Les lignes solaires sont chacune constituées d'un tube en inox annelé, isolé par de l'isolant haute température. Pour mieux isoler et protéger l'isolant HT, j'ai ajouté une couche d'isolant de chauffage bon marché en polyéthylène gris.
Chaque ligne ainsi isolée est glissée dans une gaine de tranchée rouge de 90 mm. Une gaine électrique a été enterrée à côté pour passer le câble de sonde.

En utilisant les retours d'expériences du forum (notamment les soucis de Gégé avec l'Armaflex), j'ai choisi d'utiliser des tuyaux en inox annelé pré-isolés plus faciles à former.

Les tuyaux inox sont des « DN16 », c'est-à-dire qu'il font 16 mm de diamètre intérieur. C'est suffisant pour un champ de 10 m², et la distance stock-capteur n'est pas longue.

Ils sont entouré de 15 mm d'isolant HT, puis de 10 mm d'isolant ordinaire de chauffage (polyéthylène gris)
Le tout est un peu souple et peut mieux épouser la forme de la tranchée.
Les raccords sont des Isiclick achetés sur Internet. Ils sont très faciles à monter et à rendre étanches.

L'arrivée des lignes solaires dans le sous-sol (pendant les travaux)

J'ai essayé de donner une légère pente à l'ensemble des deux capteurs, assez pour faciliter la purge mais pas assez pour que ça se voit.
Résultat mitigé : c'est plus la circulation du caloporteur qui entraîne les bulles que la pente : les collecteurs ont une forme interne compliquée.

J'ai choisi d'acheter une "station" solaire toute faite même si l'on peut l'assembler soi-même.
Via Internet, les prix sont très compétitifs et cela revient moins cher que le coût de l'ensemble des composants. Certains doivent d'ailleurs être difficiles à trouver (débitmètre…)
La station regroupe beaucoup de fonctions en peu de place :

- circulateur solaire optimisé pour le mélange eau / antigel au glycol (le volant de la pompe est calculé pour la viscosité du mélange eau-glycol).
- débitmètre et réglage du débit
- connexion au vase d'expansion
- manomètre
- thermomètres sur les lignes chaude et froide
- ébulleur facilitant l'élimination de l'air résiduel
- clapets anti-retour sur lignes chaude et froide
- soupape de sécurité
- vannes permettant le remplissage et la purge

Le reste du circuit est en cuivre 22x1.
L'isolation des lignes en intérieur est de l'isolation chauffage en EPDM (garantie 100℃).
Tous les points hauts sont purgeables.
Pour des raisons de facilité et de prix, j'ai utilisé des purgeurs tout métal de radiateurs, y compris sur la sortie capteurs.

Le stock combiné, la station solaire et les lignes solaires

.
J'ai fait une lyre anti-thermosiphon (environ 35 cm de haut) sur la ligne chaude entre la station solaire et le haut du serpentin. Je n'ai pas observé de circulation chaude à l'arrêt.

A noter sur la photo :

- *le purgeur manuel de radiateur. En pratique, je n'ai jamais eu d'air à cet endroit.*
- *Certains conseillent de ne pas isoler la partie descendante de la lyre, mais d'isoler la sortie du ballon. Je vais observer le comportement, c'est facile à corriger.*

Le stockage de la chaleur solaire est fait dans un stock combiné (ECS + chauffage) de 600 litres (150 litres ECS et 450 litres chauffage).
Il n'y a aucun apport de chaleur dans ce stock qui ne sert qu'au solaire.
Dans un stock combiné, on ne choisit pas si la chaleur accumulée sert à l'ECS ou au chauffage : la chaleur sert à mesure des besoins.

Le choix du volume du stock a été guidé par des contraintes d'encombrement (hauteur et largeur disponible) et de poids (plus de 200 kg quand même).

Je l'ai posé sur des planches en bois de 20 mm, en partie pour l'isolation (bien que le bas du ballon soit normalement froid et qu'il ait des pieds) mais aussi pour éviter que la mousse de l'isolant aspire la moindre goutte d'eau coulant par terre.

Vue d'ensemble de l'installation, de gauche à droite :

- *La chaudière et son ballon, au dessus la régulation avec Millenium*
- *Entre la chaudière et le stock, les circuits chauffage et ECS et les sondes de température*
- *Le stock combiné*
- *La station solaire et les lignes solaires partant à droite vers les capteurs*

Comme beaucoup, j'ai réalisé mes doigts de gant pour le stock combiné avec de la récup'. Ce sont des tubes de 12x1 fermés à un bout (aplati et brasé) avec un raccord 12x1 vers 15x21 dont j'ai coupé l'écrou. Un bouchon femelle avec un trou percé au milieu et un joint EPDM et c'est fait.
Coté capteurs, il n'y avait rien à faire : la place pour la sonde est prévue.

Circuit ECS

Le ballon solaire du stock combiné (150 litres) est en amont du ballon chaudière (80 litres) où est fait l'appoint en température si nécessaire.
Donc l'eau froide traverse toujours le ballon solaire et le volume du ballon chaudière vient s'ajouter au volume de ECS solaire.

J'ai réalisé les connexions pour pouvoir utiliser les deux ballons en série (mode normal), ou exclusivement l'un des deux (besoins de maintenance ou *bypass* éventuel de la chaudière pendant l'été).
Il y a un groupe de sécurité par ballon.

Un mitigeur thermostatique a été installé en aval du ballon chaudière pour limiter la température de distribution (50 à 60℃ maximum).

A noter sur la photo, l'anti-retour sur l'eau froide et le compteur qui a permis de mesurer les besoins journaliers.

L'eau froide est prise en amont des groupes de sécurité des ballons.

A la belle saison, en l'absence de besoin chauffage, on peut compter sur toute la chaleur du stock combiné pour l'ECS, plus la chaleur stockée dans le ballon chaudière, soit près de 700 litres d'eau chaude.

L'ensemble est réalisé en cuivre 16x1 comme le reste du circuit ECS. Les tuyaux ECS sont isolés avec de l'isolant EPDM standard.

Les entrées et sorties du ballon ECS solaire se trouvent sur le haut du stock combiné. J'ai utilisé des flexibles grande capacité pour relier le ballon ECS aux tuyaux fixés sur le mur. Comme ces flexibles partent vers le bas, il n'y a pas de risques de thermosiphon de l'ECS.

Par contre, il est utile d'isoler même l'arrivée de l'entrée froide sur quelques centimètres car

elle chauffe au contact du haut du ballon et cela fait perdre de la chaleur.

L'utilisation de deux ballons en série avec l'appoint dans le ballon aval a beaucoup d'avantages mais un petit inconvénient car le transfert de chaleur solaire ne se fait qu'en cas de tirage d'ECS. Après une absence prolongée (par exemple retour de vacances), le ballon solaire peut être chaud et le ballon d'appoint froid. Ce qui oblige à déclencher l'appoint alors qu'on a de l'ECS solaire.

Dans mon cas, je n'ai rien fait de spécifique. Si le cas se produit, on met en route la chaudière et 10 minutes après, on a de l'ECS pour prendre une douche (et le tirage de la douche va alors amener de l'ECS solaire dans le ballon d'appoint).
Une solution palliative est d'avoir une boucle de circulation sanitaire entre les deux ballons. Mais c'est cher pour régler un problème qui ne se produit rarement.

Depuis début mai, j'ai éteint la chaudière et *court-circuité* son ballon ECS.

A noter : Le ballon ECS de beaucoup de stocks combinés est difficile à nettoyer car en forme de champignon et accessible seulement par le haut. Comme les températures de l'ECS peuvent monter haut dans un stock solaire, le calcaire a tendance à précipiter au fond. Les fabricants préconisent donc une eau douce, ou l'utilisation d'un adoucisseur en amont (c'est mon cas).

Circuit chauffage

La maison est chauffée par des radiateurs basse température (départ 40-50℃). La chaudière est un modèle mural basse température fonctionnant au gaz naturel.
Elle est modulante : elle ajuste son régime en permanence pour fournir l'eau de chauffage à la température demandée. Donc plus le retour chauffage est chaud, plus son régime de chauffe est bas, moins elle consomme de gaz.

L'apport solaire au chauffage est fait par prélèvement d'eau chaude dans le stock combiné quand sa température le permet.
La chaudière n'amène jamais de chaleur au stock solaire.

Une vanne 3-voies Tout-Ou-Rien (TOR) pilotée par la régulation dirige le retour chauffage dans le stock ou non selon les températures du retour chauffage et celle du haut du stock.
Le retour chauffage passe :
- soit dans le stock solaire si le haut du stock est plus chaud que le retour chauffage, puis va dans la chaudière où l'appoint en température est fait si nécessaire,
- soit directement dans la chaudière si le haut du stock est trop froid.

Un mitigeur thermostatique à grand débit mélange l'eau de chauffage chaude prélevée dans le haut du stock avec celle du retour chauffage dans le cas où le haut du stock serait plus chaude que le départ chaudière.

Comme le chauffage est prioritaire, j'ai choisi de prélever l'eau de chauffage en haut du stock et non au 2/3 comme dans la plupart des schémas type des constructeurs. Cela augmente la réserve de chaleur solaire utilisable pour le chauffage.

Comme nous ne chauffons pas la maison la journée la semaine, le chauffage doit faire une relance le matin et une le soir.
A chaque relance du chauffage, le retour commence par être froid (15℃ à 20℃) pendant 10-15 minutes avant que le retour ne monte progressivement à 25℃.

Après la relance, l'inertie de la maison fait que la chaudière maintient la température par petites périodes de chauffage d'environ 10 minutes.
Lors des ces petites phases, le retour se réchauffe peu (il reste de l'ordre de 15-20℃).

Les modifications au circuit chauffage ont été simples : l'insertion de la vanne 3 voies sur le retour et un té.
Les ajouts ont été faits en cuivre 22x1 avec des raccords 26x34 pour garantir un passage minimal de 20 mm intérieur partout (pour ne pas trop augmenter les pertes de charges)

L'installation est compacte autour du stock combiné. Néanmoins, l'essentiel est accessible (j'ai fait toutes les liaisons après avoir installé le stock combiné, donc la maintenance est possible).

Quelques points particuliers de réalisation

- J'ai installé un purgeur tout en haut du stock dans la partie chauffage. Il a surtout servi lors de la purge initiale (pour le remplissage, un purgeur n'a pas un débit suffisant). Il va rester là même si il n'y doit pas y avoir d'air à purger à cet endroit. Je l'ai isolé un peu car il est en haut du stock et rayonne la chaleur.

- Hauteur des connexions : comme j'ai un chauffage par radiateurs et que je donne priorité au chauffage, je prélève l'eau de chauffage tout en haut du stock.
Je me suis demandé si je devais connecter le retour au dessus du serpentin solaire (comme dans les schémas classiques) ou plus bas.

La 1ère option doit éviter que l'on chauffe le bas du stock et permet donc au solaire de démarrer plus vite (en chauffant le bas du stock qui est à la température d'entrée de l'ECS, soit environ 10℃)
La 2ème permet de faire l'équivalent d'un solaire direct : je ne peux pas utiliser pour le chauffage l'eau entre 10 et 20℃. Je préfère donc que les capteurs chauffent à partir de 20℃ (température du retour chauffage).
Comme j'hésitais et que la température du retour dépend de la saison, j'ai fait les deux. Je peux donc choisir à quelle hauteur entre le retour via 2 vannes manuelles.

- Lyres anti-thermosiphon : j'ai fait des lyres anti-thermosiphon sur les 2 connexions hautes au stock chauffage. La lyre haute (sortie de l'eau de chauffage chaude) fait 60 cm. La lyre basse fait 20 cm.
Je n'ai encore pas observé de thermo-siphon sur les liaisons où des lyres existent.

- Vanne 3 voies : La vanne 3 voies est une vanne à sphère. Elle a une faible perte de charge. Elle a par contre des inconvénients : elle est lente (presque 2' pour changer de position), et ne signale son ouverture/fermeture que dans une des deux positions extrêmes.
Dans la position intermédiaire, le flux est complètement fermé.
Si la chaudière est en marche alors que la vanne est en mouvement dans cette position, le circulateur de la chaudière vibre (la chaudière a un petit bypass mais cela ne suffit pas à éviter le problème). J'ai donc programmé dans le Millenium l'arrêt de la chaudière au moment où la v3v est complètement fermée.
J'aurais pu installer une vanne de surpression entre aller et retour chauffage, mais la programmation ne coûte rien…
Un autre élément est qu'en cas de coupure de courant, quand le programme du Millenium démarre, il ne sait pas toujours dans quelle position est la v3v (elle peut avoir été en cours de mouvement lors de la coupure). Il y a donc une séquence d'initialisation et d'attente pour couvrir ce cas (en théorie, on peut faire que le Millenium stocke en mémoire non volatile ce qu'il fait faire à la v3v et donc récupère cet état au redémarrage, mais j'ai préféré une programmation moins subtile et plus facile à mettre au point.

Régulation

La régulation de la boucle solaire, du stock solaire et de la chaudière est assurée par un Millenium 3 (obtenu via la filière Apper / merci André & Pasquall)
Les températures sont relevées par des sondes PT100 et des convertisseurs Crouzet.
J'ai choisi d'acheter les convertisseurs de sonde, c'est cher. J'aurais pu les fabriquer à partir des plans du forum, mais cela m'aurait pris plus de temps.

En entrée le programme utilise :
- la température des capteurs solaires
- la température du bas du stock combiné
- la température du haut du stock combiné
- la température du retour chauffage
- le mode chauffage (activé ou non)
- la position de la vanne-3-voies
- la demande de chaleur du thermostat d'ambiance de la maison

A partir de ces informations, il commande :
- le circulateur solaire
- la v3v
- le mode chauffage de la chaudière

Les grands principes du programme sont simples :
- on active le circulateur solaire si la température des capteurs solaires est supérieure à celle du bas du ballon combiné
- on fait passer le retour chauffage par le stock combiné si le haut du stock est plus chaud que le retour
- on met en marche la chaudière si le chauffage est autorisé, si le thermostat d'ambiance demande de la chaleur et si la v3v n'est pas en train de manoeuvrer

Au niveau câblage, toutes les sorties sont relayées par des contacteurs. J'ai utilisé des contacteurs jour/nuit de chauffe-eau (récup + soldes).
Cela permet :
- de moins solliciter les relais du Millenium
- de voir clairement l'état des sorties
- d'activer ou de désactiver les sorties à la main pour maintenance ou test

Conformément aux expériences du forum Apper, j'ai mis le - de l'alimentation 24 V du Millenium à la Terre électrique. Je n'ai pas constaté de bagot de sondes.
Pour la liaison sonde capteurs, situées à plus de 12 mètres de son convertisseur, j'ai utilisé du câble Ethernet en pontant plusieurs fils pour diminuer la résistance globale du fil.
J'ai ajusté le gain dans le programme du Millenium pour prendre en compte la résistance supplémentaire induite par le câble (sur une PT100 c'est important).

Grâce à l'application PC Crouzet, l'essentiel du programme a été écrit et testé six mois avant que l'installation ne soit opérationnelle. Après la mise en marche, j'ai fait quelques ajustements sur les statistiques à calculer et la manière d'afficher les informations.

Pour le solaire, le programme calcule par jour :
- le temps de fonctionnement
- le delta T moyen entre capteurs / bas du ballon pendant le fonctionnement
- le nombre de démarrages

Pour le chauffage, on a :
- le temps de chauffage
- le temps de chauffage avec le retour passant par le stock solaire
- le delta T moyen entre haut du stock et retour chauffage
- la température moyenne du retour
- le nombre de bascules de la v3v

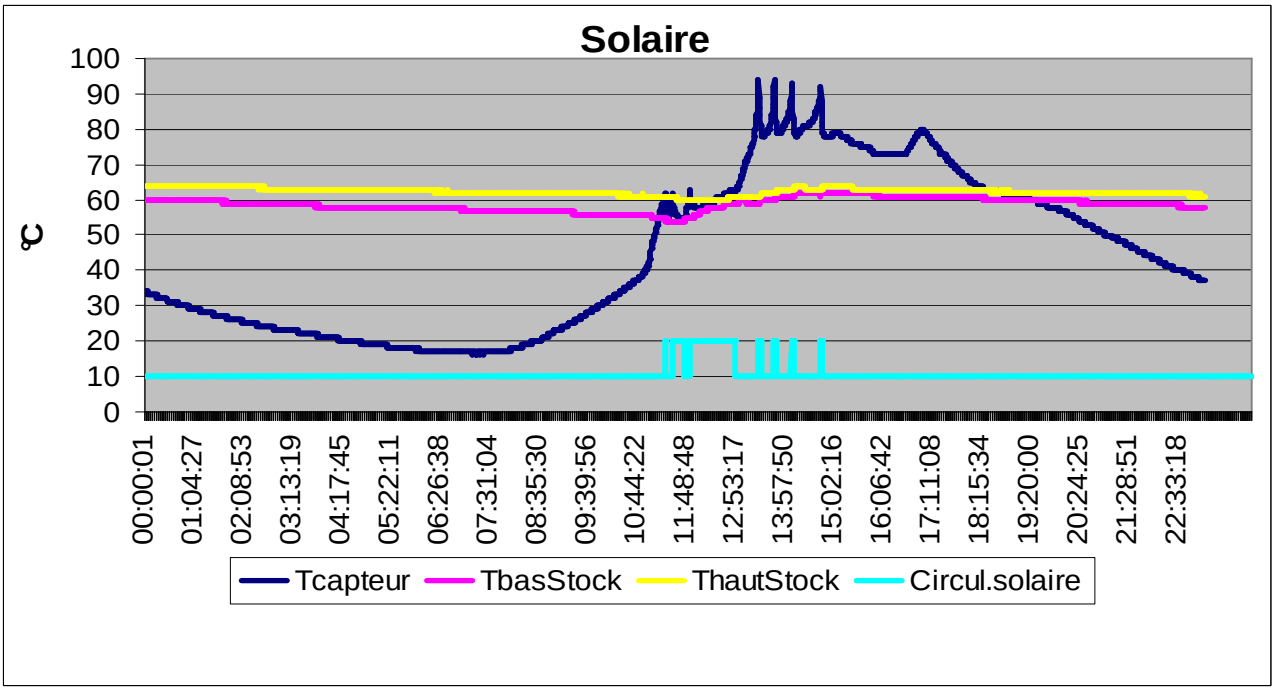
Pour la surchauffe, on a :
- le temps cumulé en surchauffe
- la température de pointe atteinte
- le nombre d'occurrence de surchauffe
- les date & heure de la dernière surchauffe

Les différents seuils et hystérésis sont tous configurables directement via des écrans Millenium.

La gestion de la surchauffe

C'est un sujet qui doit être pensé à la conception sur un SSC, car l'été en l'absence de besoin chauffage, l'installation produit trop de chaleur :

- Chez moi, les capteurs sont encadrés par de la végétation caduque, les feuilles revenant en fin mars / début avril. Cela réduit progressivement l'efficacité des capteurs.
- Pour les absences, j'ai intégré une gestion de la surchauffe qui fait fonctionner les capteurs à bas rendement quand le stock sera assez chaud. La méthode consiste à attendre que les capteurs soient très chauds (par exemple 90℃) pour enclencher la circulation. Cela a pour effet d' augmenter les pertes thermiques, mais évite que les capteurs vaporisent le caloporteur qu'ils contiennent.
- Avec l'expérience, si ce n'est pas suffisant, les capteurs étant au sol, je peux facilement en masquer une partie.



Ce graphique montre le comportement de l'installation un jour de soleil (jusqu'à 15h) : Jusqu'à 11h, l'ombre des arbres empêche la production.

- De 11h à 13h, l'installation complète le bas du ballon en température jusqu'à 60℃.
- Vers 13h, la régulation gère la saturation en laissant les capteurs entre 80 et 90℃, le circulateur ne tourne que pour éviter qu'i ls ne chauffent trop.
- A 15h, de gros nuages apparaissent, les capteurs restent chauds mais leur température ne monte plus.

On voit d'ailleurs que le tirage ECS des douches du matin (7h30 / 9h) se voit à peine sur la température du ballon.

Ce qui reste à faire

Tout fonctionne bien mais il reste un peu de travail :

- Monter le mitigeur de chauffage
- Faire fonctionner lave-linge et lave-vaisselle à l'eau chaude solaire
- Mieux isoler certains tuyaux extérieurs et les protéger des agressions des oiseaux, qui semblent aimer l'isolant pour leur nid
- Mieux disposer les vases d'expansion
- rendre plus esthétique la sortie des lignes solaires du sol

Approvisionnements

Je suis en région parisienne, il est donc facile de tout trouver.
Par contre, tout est très cher et négocier un bon prix n'est pas facile (en fait les prix sont similaires partout).
Quand quelque chose est disponible en GSB (Grandes Surfaces de Bricolage), c'est là le moins cher. J'ai trouvé des fournisseurs plus compréhensifs en province.

Sur les produits spécifiques solaires (stock, station solaire, lignes inox, etc.), les prix sont beaucoup plus bas via Internet, le plus souvent en Allemagne.

Drôle de monde, où il est moins coûteux de faire venir un ballon de 250 kg de 2000 km plutôt que de l'acheter à côté de chez soi…

Premières observations

L'installation a été mise en route le 31/03, avec montage progressif des tubes.
Quelques observations en vrac :

<u>L'adaptation du débit à la météo</u>
Quand il fait très beau, il faudrait fonctionner en vitesse 2 du circulateur pour avoir un bon rendement.
Quand il fait gris ou changeant, la vitesse 1 est suffisante. La vitesse 2 est trop rapide.
Je vais regarder si je peux piloter les vitesses du circulateur.

<u>Le débitmètre de la station solaire ne marche pas à l'eau</u>
En fait, le débitmètre à ludion est calculé pour la viscosité d'un mélange eau-glycol. Si le caloporteur est de l'eau pure (comme chez moi actuellement), le débit indiqué est beaucoup plus bas.

<u>Le bruit de tubes</u>
Les tubes font des petits bruits tout le temps (petits claquements de dilatation des clinquants en aluminium).
Quand il y a du soleil, mais aussi quand il pleut, et même la nuit !

<u>La chaudière</u>
La chaudière s'adapte bien à un retour chaud. Par contre, si l'eau venant du stock est presque à sa température de départ (à quelques degrés près), la chaudière ne la réchauffe pas car cela entre dans sa tolérance.
Donc si la consigne de départ est 40℃ et que le ha ut du stock est à 36℃, la chaudière envoie de l'eau à 36℃.

De la même manière, la vanne de gaz modulante de la chaudière fonctionne ou est pilotée par incrément. Si la consigne de départ chaudière est à 40℃ et que l'eau est à 32℃, la chaudière envoie de l'eau à 45℃.

Retard des température mesurées dans le stock : Les sondes du stock combiné sont dans l'eau de chauffage à la périphérie du stock.
En cas de tirage ECS, la sonde de bas de ballon annonce la baisse en température avec plusieurs minutes de retard : le temps que le froid de l'ECS se communique à l'eau de chauffage qui l'entoure.
En cas de tirage chauffage, la sonde du haut de ballon annonce rapidement la baisse de température du haut, mais cette température remonte doucement après à la fin du tirage : l'ECS du haut du stock réchauffe l'eau de chauffage qui est plus froide.

Le raccordement bas du chauffage au stock
Comme je l'ai expliqué, j'ai relié le retour chauffage aux deux entrées basses du stock car je ne savais pas trop laquelle utiliser.
Pour la plus haute des deux entrées, j'ai fait une lyre anti-thermo siphon de 20 cm et je n'observe pas de remonter d'eau chaude.
Pour la plus basse des entrées, je n'ai pas fait de lyre : je manquais de place et je me suis dis qu'à cet endroit, l'eau est rarement chaude.
Après quelques semaines, je peux dire qu'après une bonne journée de soleil (rares cette année au printemps), le stock est chaud de haut en bas. Et un petit thermosiphon a tendance à s'établir.
Conclusion : faire partir toutes les connexions vers le bas même celles reliées aux parties « froides » du stock.

La sonde capteurs
Un capteur à tubes ne thermo-siphonne pas. Si les tubes situés à côté de la sonde sont à l'ombre alors que le reste du capteur est au soleil, la sonde met longtemps pour indiquer que le capteur chauffe. C'est mon cas le matin et le soir quand le soleil est à l'est et à l'ouest.
Si les capteurs ont des ombres portées différentes, il est donc nécessaire de mettre une sonde par capteurs ou de mettre la sonde sur le capteur le moins ombragé.

Remerciements

Un grand merci collectif à tous ceux qui m'ont inspiré, aidé, conseillé, écouté.
Spécialement dans le cadre de l'Apper : ce sont les échanges fructueux du forum, les groupement d'achats et les récits de l'expérience des autres qui m'ont fait me décider.

J'essaie à mon tour de passer le témoin et de faire profiter les auto-constructeurs suivants de mon expérience et de mes idées.