

Projet de Physique P6-3

STPI/P6-3/2009 – 36

Etude et dimensionnement d'une installation solaire thermique pour eau chaude sanitaire d'une collectivité



Etudiants :

Nailée EBIBI

Thomas LEMAGNEN

Guillaume MARTI

Pierre AGUILAR

Yang FENG

Enseignant-responsable du projet :

Jamil Abdul Aziz

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier la mairie de Deville les Rouen d'avoir accepté que l'on utilise le camping pour notre dimensionnement. Et nous remercions tout particulièrement Patricia Dumanalède avec qui nous avons communiqué pour échanger les informations techniques concernant le camping.

Enfin nous remercions M.EVAIN de l'entreprise SOLENER qui a accepté de se déplacer pour nous rencontrer, et nous transmettre son savoir, son expérience, et ses précieux documents.

Date de remise du rapport : 22 / 06 / 2009

Référence du projet : STPI / P6-3 / 2009 –Grpe 36

Intitulé du projet : Étude et dimensionnement d'une installation solaire thermique pour eau chaude sanitaire d'une collectivité.

Type de projet : Recherche, étude théorique, dimensionnement, simulation et calcul.

Objectifs du projet :

L'objectif principal de ce projet est de réaliser le dimensionnement d'une installation solaire thermique, c'est-à-dire de simuler la mise en place de panneaux solaires thermiques pour une collectivité. À l'évidence, il nous faut aussi découvrir et comprendre le fonctionnement de capteurs solaires thermiques. Pour réaliser notre projet, nous avons suivi méticuleusement la démarche proposée par M. Abdul Aziz dans le sujet qu'il nous a proposé. En voici les grandes lignes:

- Se renseigner sur le fonctionnement des capteurs solaires thermiques
- Comprendre le fonctionnement d'une telle installation
- Choisir une collectivité pour l'étude et établir des contacts
- Relever le maximum de données nécessaires à l'étude
- Interpréter les données grâce aux logiciels de calcul, et à nos connaissances acquises
- Exploiter les résultats et dimensionner l'installation avec l'aide de professionnels

L'organisation du rapport :

Nous avons fait le choix dans notre rapport de faire trois grandes parties :

-**une partie théorique informative** sur l'énergie solaire, le fonctionnement des capteurs thermiques et les installations d'eau chaude solaire en général, qui présente les connaissances que nous avons dû acquérir pour faire ce dimensionnement. Ces connaissances « de base » nous ont été fondamentales pour notre étude. Par ailleurs nous avons pensé qu'il était nécessaire de les faire figurer dans notre rapport sachant que celui-ci est aussi destiné à la mairie de Deville les Rouen, il doit donc être compréhensible pour des non professionnel.

-une partie qui explique notre **démarche dans le dimensionnement de l'installation**. Chaque choix, aussi bien le choix du capteur, du type d'installation du ballons de stockage, du liquide caloporteur etc... est justifié et expliqué afin de comprendre notre raisonnement lors de l'étude.

-et enfin une partie qui explicite les limites de notre projet, et qui fait une analyse du travail de groupe réalisé. Nous ne sommes en effet pas des professionnels nous avons donc été confronté à un certain nombre de questions auxquelles nous n'avons pas toujours su répondre. D'autre part, cette partie fait analyse comparative des objectifs initiales du projet et de son aboutissement.

Table des matières

REMERCIEMENTS	3
NOTATIONS, ACRONYMES	7
I- Introduction	8
II- Méthodologie, organisation du travail	9
III- Généralités	10
1) Les données climatiques de base	10
2) Les paramètres scientifiques	12
3) Description d'une installation en général	12
4) Catégories de capteurs et applications	12
IV- Fonctionnement général d'une installation	14
1) Le captage	14
2) Le transfert de l'énergie et le stockage	18
3) Fonctionnement d'un appoint	19
4) Schéma bilan d'une installation en général	20
V- Dimensionnement de l'installation au Camping de Deville les Rouen	21
1) L'évaluation des besoins en eau chaude du camping	21
a- la température de distribution en eau chaude sanitaire	21
b- l'analyse des besoins en eau chaude sanitaire	21
2) L'exposition énergétique solaire du site	22
3) Ensoleillement du site et positionnement des capteurs	23
4) Ombres	24
5) Dimensionnement de L'installation du chauffe-eau et de la tuyauterie	26
a- Les tuyauteries	26
b- Le stockage et l'appoint	26

c- schéma de l'installation dimensionnée pour le camping.....	28
6) Dimensionnement des capteurs thermiques	29
a- Type de capteur et surface	29
b- Le liquide caloporteur	31
c- Caractéristiques du capteur.....	31
d- Pose du capteur	31
e- Entretien	35
VI- Simulation sur logiciel Simsol et Solo2000.....	35
1) Solo2000	35
2) Simsol	36
VII- Estimation du budget	38
1) Le budget	38
2) Aides et subventions	38
3) Le label écologique	39
VIII- Les limites du projet	40
1) Les objectifs atteints.....	40
2) Le travail en groupe	40
3) Les améliorations possibles.....	41
IX- Bibliographie.....	42
X- Annexes	43
LE RAPPORT DETAILLE FOURNI PAR SIMSOL.....	43
DEVIS DE L'ENTREPRISE SOLENER	45
L'ATTESTATION QUALISOL DE L'ENTREPRISE SOLENER	47
LA CHARTE QUALISOL	48

NOTATIONS, ACRONYMES

ECS : eau chaude sanitaire

GRS: Garantie des résultats solaires

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

CESI : Chauffe-Eau Solaire Individuel

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

I- Introduction

Sur Terre, l'énergie solaire est à l'origine du cycle de l'eau, du vent et de la photosynthèse créée par le règne végétal, dont dépend le règne animal via les chaînes alimentaires : sans énergie solaire, pas de vie sur Terre. C'est donc tout naturellement que les hommes se sont intéressés à cette source d'énergie qu'est le Soleil, qui chaque jour, envoie 10 000 fois plus d'énergie à la Terre qu'elle n'en consomme. La connaissance et la maîtrise des techniques d'exploitation de l'énergie solaire ont donc été très convoitées.

Aujourd'hui, au XXI^e siècle, le thème des énergies renouvelables est un sujet important car l'utilisation et l'exploitation des énergies fossiles sont de plus en plus controversés. L'énergie solaire bénéficie tant aux consommateurs qu'à l'environnement. De plus, l'État encourage de plus en plus le passage aux énergies renouvelables et, au moyen de subventions publiques, aide un nombre croissant de consommateurs, de collectivités et d'entreprises à utiliser la force du soleil. L'intérêt d'utiliser des panneaux solaires apparaît vite lorsqu'on sait qu'un champ photovoltaïque de 329 km de côté, soit seulement 1,125 % de la superficie de l'Europe, pourrait couvrir la totalité des besoins mondiaux en électricité, soit 17 300 TWH (chiffre 2005).

Notre projet, qui porte sur l'énergie solaire et plus particulièrement sur les capteurs solaires thermiques, nécessite une étude de cas concrète. Ainsi, nous avons appliqué notre étude à un camping de l'agglomération de Rouen et tenté de déterminer les besoins pour l'installation de capteurs solaires thermiques. Notre but était donc de voir si l'on pouvait envisager la mise en place d'un système solaire thermique. L'exploitation des données acquises sur le terrain a été réalisée avec les logiciels SOLO 2000 et SIMSOL, ce qui a permis de planifier le dimensionnement.

Afin de présenter notre projet, nous verrons dans un premier temps quelles ont été les méthodes et l'organisation du groupe dans le suivi du travail. Ensuite, nous exposerons les généralités liées à l'étude, puis, nous expliquerons le fonctionnement technique d'une installation. Par la suite, nous analyserons les besoins en eau chaude sanitaire. Enfin, nous montrerons comment le logiciel a été utilisé et nous finirons sur l'analyse socio-économique du projet d'installation.

Des contacts avec différents professionnels du secteur solaire ont été nécessaires.

II- Méthodologie, organisation du travail

Nous allons, dans cette page, vous présenter la démarche que nous avons suivie dans le cadre de ce projet.

Tout d'abord, trouver une collectivité qui accepterait de se porter volontaire pour l'expérience du dimensionnement de l'installation solaire était indispensable. M. Abdul Aziz nous a alors conseillé de prendre contact avec un camping. Nous nous sommes donc renseigné, chacun de notre côté, pour ensuite mettre nos résultats en commun. À l'évidence, nous savions que trouver un camping proche de l'école serait pratique dans l'optique de se rendre sur place. Plusieurs collectivités ont refusé notre demande, mais c'est finalement le camping de Déville-lès-Rouen, dans l'agglomération rouennaise, qui a permis la bonne marche de notre projet.

Dans le même temps, il fallait comprendre le fonctionnement des capteurs solaires thermiques afin de comprendre le projet en lui-même. Nous nous sommes répartis les tâches au cours de nos réunions du mardi matin : Thomas ayant déjà commencé à se documenter, a entrepris de décrire le fonctionnement des panneaux solaires. Nailée, quant à elle, a multiplié les contacts auprès des professionnels pour obtenir des informations sur l'installation des capteurs solaires et sur les capteurs eux-mêmes. Elle a entretenu des contacts avec le personnel de la mairie de Déville-lès-Rouen (Patricia Dumanalède), qui lui a notamment fourni des informations sur la consommation en eau chaude sanitaire du camping. Elle a aussi pris contact avec une entreprise qui a accepté de « parrainer » notre projet : SOLENER. Pierre et Yan, qui connaissent mieux l'outil informatique, ont commencé à prendre en main les logiciels SOLO 2000 et SIMSOL. Pierre s'est aussi concentré sur les paramètres scientifiques nécessaires à l'utilisation des logiciels.

Tous les mardis, nous nous réunissions pour mettre en commun nos recherches et nous définissions de nouveaux objectifs pour la semaine suivante, afin d'avancer petit à petit.

Par la suite, Nailée et Pierre ont organisé le déplacement de l'équipe à Déville-lès-Rouen, au camping municipal, pour que nous puissions collecter les données nécessaires. Après avoir eu ces données, les résultats traités, nous avons pu visualiser les besoins pour l'installation.

Nous avons eu un rendez-vous avec l'entreprise SOLENER: Mr EVAÏN s'est déplacé pour nous voir. Il nous a permis de nous orienter dans notre choix de capteurs et de type d'installation. Il nous a aussi fourni un devis gratuitement. Il nous a transmis beaucoup de ses connaissances en matière de solaire. Ce fût très enrichissant, et ce fût un grand pas dans l'avancement du projet.

En plus de la réunion hebdomadaire à l'école et du rendez-vous au camping, l'équipe s'est réunie plus souvent lorsque le projet arrivait à son terme pour analyser et rédiger les observations et résultats obtenus. Le suivi du projet était assuré par la rédaction de fiches de projet, accessibles aux membres de l'équipe et à l'encadrant.

Concernant l'aspect bibliographique, Thomas et Nailée ont résumé leurs connaissances dans le domaine du solaire thermique, en additionnant celles des autres membres de l'équipe, pour la compréhension du problème. Il s'agissait en effet de comprendre les problématiques des installations solaires appliquées à la Haute-Normandie. La rédaction du dossier a débuté après les vacances de Pâques. Toute l'équipe y a pris part, chacun rédigeant la partie qu'il ou elle a le plus étudié. La rédaction du projet achevée, il a fallu choisir les éléments essentiels pour une présentation à la fois courte et complète de notre étude.

III- Généralités

1) Les données climatiques de base

Le gisement solaire

Le soleil constitue une source d'énergie gratuite et non polluante, dont l'apport annuel moyen sur le sol de la France est évalué à plus de 1 000 kWh/m²/an. L'exploitation de l'énergie solaire est possible sous n'importe quel climat, y compris dans la région Haute-Normandie où les hivers sont plutôt longs et parfois froids. Elle permet de réduire la consommation d'énergie fossile et nucléaire pour le chauffage ou l'eau chaude sanitaire, ce qui contribue à la réduction des nuisances et à la conservation de ces sources d'énergie non renouvelables. Par exemple, la contribution du solaire passif, qui utilise l'effet de serre, est estimée au niveau national à 15 millions de tonnes équivalent en pétrole (tep) et à quelques 100 000 tep en Haute-Normandie (chiffres janvier 2006).

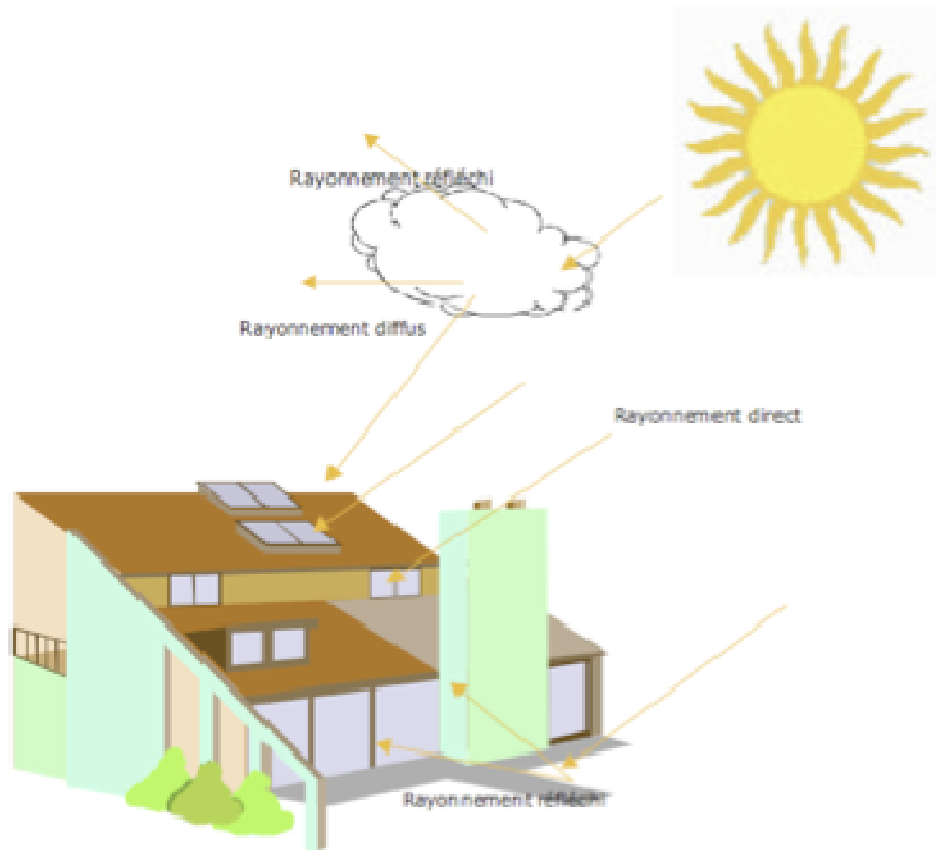


Moyennes annuelles de l'énergie reçue sur une surface orientée au sud et inclinée d'un angle égal à la latitude (en kWh/m².jour).

D'après l'Atlas européen du rayonnement solaire - Commission des Communautés européennes.

Le rayonnement solaire est un rayonnement thermique qui se propage sous la forme d'ondes électromagnétiques. Il produit à la lisière, mais en dehors de l'atmosphère terrestre, un éclairement énergétique à peu près constant et égal à 1370 W/m². Mais l'atmosphère dissipe une partie du rayonnement solaire par diffusion moléculaire, par réflexion diffuse sur les aérosols atmosphériques ou encore par absorption sélective par les gaz de l'atmosphère. Ainsi, l'atténuation du rayonnement solaire dépend de l'épaisseur de l'atmosphère traversée, celle-ci dépendant à son tour de la latitude du lieu considéré et du temps.

Le rayonnement solaire se présente sous la forme d'un faisceau à peu près parallèle. Seule une partie du rayonnement direct traverse l'atmosphère et atteint le sol, le reste est diffusé. Ce rayonnement diffus, lorsqu'il atteint le sol terrestre, semble ainsi provenir de l'ensemble des directions de la voûte céleste. À la surface de la terre, le rayonnement solaire global est la somme des rayonnements direct et diffus. Une surface exposée reçoit ainsi du rayonnement direct et diffus, mais elle reçoit en plus une partie du rayonnement global réfléchi par les objets environnants, en particulier par le sol.



Le rayonnement solaire à la surface de la terre

La température de l'eau du réseau

En France, 70% de l'eau potable distribuée est puisée dans les nappes souterraines, le reste provient des eaux de surface : lacs et rivières. Tous ces gisements sont renouvelables : la pluie et la neige contribuent à les remplir, à raison de 200 milliards de m³ par an. La consommation d'énergie pour la production de l'eau chaude sanitaire dépend doublement de la température de l'eau froide : plus l'eau est froide, plus il faut d'énergie pour la porter à une température donnée (consigne du stockage par exemple), et plus il faudra d'eau chaude, en volume, pour qu'au mitigeage on assure une température constante. À Rouen, la température de l'eau froide du réseau varie entre 6,8 °C en janvier et 14 °C en août. Notons qu'en Haute-Normandie, le vent et la neige ne sont pas des problèmes particuliers pour l'installation en elle-même.

2) Les paramètres scientifiques

Dans la suite de notre étude, il nous faudra utiliser différents logiciels pour dimensionner l'installation. Pour cette raison, il faut d'abord connaître la signification des paramètres scientifiques utiles. En premier lieu, il faut connaître l'inclinaison et la hauteur du toit sur lequel les capteurs seront installés. Puis, il faut déterminer le masque ; pour cela, on doit connaître :

- l'azimut : angle par rapport au Sud géographique ;
- la hauteur : hauteur des obstacles (mètres) ;
- la hauteur/toit : hauteur des obstacles par rapport à la hauteur des capteurs ;
- la hauteur angulaire : angle formé entre l'horizontal et la droite qui va vers le sommet d'un obstacle (en degrés) ;
- la distance : distance horizontale entre les capteurs et l'obstacle (en mètres).

3) Description d'une installation en général

Une installation solaire thermique se compose de différentes parties :

- 1 - le récepteur d'énergie (les panneaux solaires) ;
- 2 - la conduite de liaison entre les panneaux et le local technique ;
- 3 - le régulateur qui va mesurer différentes températures et enclencher ou déclencher une pompe de circulation ;
- 4 - le chauffe-eau ou accumulateur de chaleur ;
- 5 - certaines pièces indispensables qui composent une installation solaire : appoint électrique, échangeur, sonde thermique solaire, vase d'expansion, ensemble hydraulique,...



4) Catégories de capteurs et applications

Notre projet porte sur les capteurs solaires thermiques, qu'il faut dès le départ distinguer des panneaux solaires photovoltaïques, appelés modules photovoltaïques, qui convertissent la lumière en électricité. Les capteurs solaires thermiques, eux, convertissent la lumière en chaleur. Il existe deux principaux types de capteurs thermiques :

- les capteurs thermiques à eau : dans ce cas, c'est l'eau, ou plus souvent un liquide caloporteur, qui

circule dans un circuit fermé dans des tubes ;

- les capteurs thermiques à air : à l'inverse, c'est l'air qui circule dans les tubes.

On peut aussi souligner une autre différence. Que ça soit pour les capteurs à eau ou à air, il existe deux familles :

- les capteurs plans : le fluide passe dans un serpentin sous une vitre ;

- les collecteurs à tube sous vide (capteurs tubulaires) : le fluide caloporteur circule à l'intérieur d'un double tube sous vide. L'intérêt essentiel est que le vide est un isolant presque parfait. Résultat : ces panneaux fonctionnent autant en hiver qu'en été.

À notre époque, l'utilisation des capteurs solaires se diversifie. On les emploie dans de plus en plus d'endroits. En premier lieu, certaines installations permettent de fournir à la fois chauffage et eau chaude (Eau Chaude Sanitaire). Mais dans la plupart des cas, on utilise les capteurs solaires pour l'eau chaude sanitaire ou bien pour le chauffage solaire. Pour ces deux applications, on utilise des capteurs à eau. Les capteurs à air, quant à eux, peuvent servir à ventiler les habitats pour le chauffage ou à sécher les productions dans les hangars agricoles.

IV- Fonctionnement général d'une installation

Une installation de production d'eau chaude sanitaire par l'énergie solaire comporte en général 5 sous-ensembles caractérisant: le captage, le transfert, le stockage, l'appoint et la distribution. La réduction des consommations d'énergie par rapport à une installation classique dépend du climat, du lieu d'implantation des capteurs solaires, du dimensionnement et de la conception du système, ainsi que du choix des composants et de leur maintenance. Il est donc nécessaire, lors de l'étude d'un projet, de chercher le meilleur ajustement économique de la taille des équipements solaires aux besoins à satisfaire, ainsi qu'une conception optimale des sous-systèmes, de manière à :

- optimiser le captage et le stockage de l'énergie solaire ;
- dissocier l'énergie solaire et l'énergie d'appoint ;
- consommer en priorité l'énergie solaire ;
- conserver à l'énergie d'appoint un caractère de stricte complémentarité.

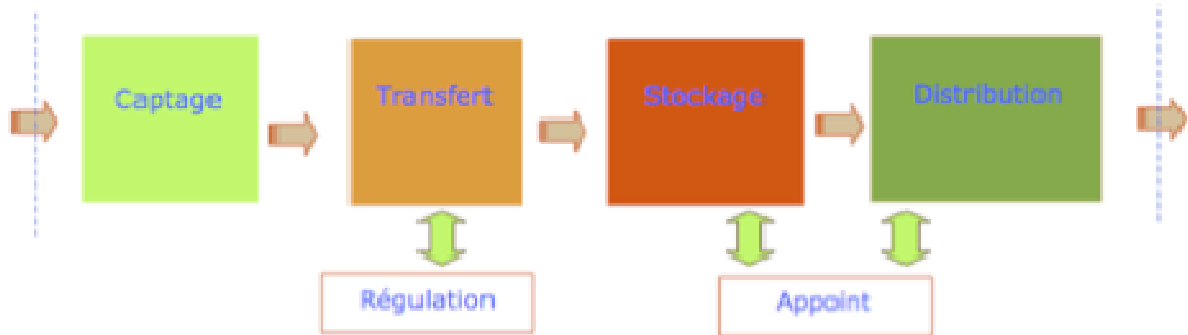
1) Le captage

Une installation de production d'eau chaude sanitaire par l'énergie solaire est généralement constituée de capteurs solaires plans à circulation de liquide qui effectuent la conversion du rayonnement électromagnétique émis par le soleil, en chaleur et permettent le transfert de cette énergie calorifique en la cédant à un fluide caloporteur.

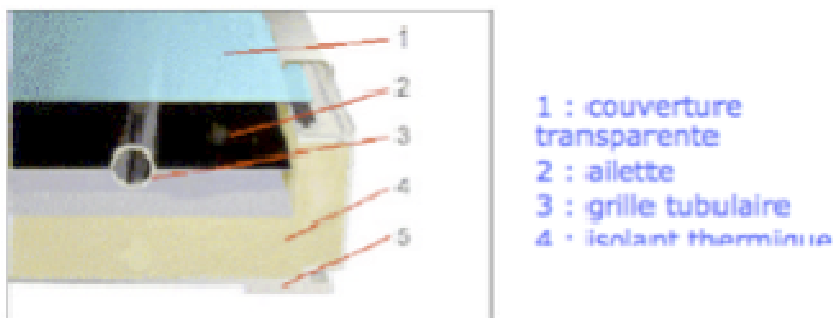
Principes de fonctionnement

Un capteur solaire plan est essentiellement constitué d'une surface absorbante exposée au rayonnement solaire, qui échange avec un fluide caloporteur, les calories produites par absorption du rayonnement incident, et émet en s'échauffant un rayonnement thermique de plus grande longueur d'onde (Loi de Stefan-Boltzman). Si cet absorbeur est en contact direct avec l'air environnant, en plus des pertes par rayonnement, les pertes par convection peuvent être importantes. Il s'établit alors un équilibre thermique entre l'absorbeur et le milieu ambiant. On capte ainsi peu d'énergie. Pour réduire les pertes par la face arrière du capteur, l'absorbeur est placé à l'intérieur d'un coffre dont les parois internes sont recouvertes d'un isolant thermique (laine de verre ou mousse synthétique, par exemple). L'isolation thermique de la face avant est réalisée en interposant entre l'absorbeur et l'air, un matériau opaque au rayonnement thermique, mais transparent au rayonnement solaire. Les verres et certains matériaux synthétiques sont transparents pour le rayonnement solaire, et opaque pour le rayonnement infrarouge lointain. Ils sont donc utilisés en tant que couvertures transparentes des capteurs solaires.

Dans un capteur équipé d'une couverture transparente, le rayonnement thermique émis par l'absorbeur est absorbé par la couverture transparente qui s'échauffe et rayonne à son tour par les deux faces. En première approximation, on peut considérer qu'une moitié du rayonnement se disperse dans le milieu extérieur et que l'autre moitié, ré-émise vers l'absorbeur est à l'origine de l'effet de serre. Les couvertures ont également pour rôle de limiter les pertes par convection, étant donné que les échanges thermiques entre deux plaques séparées par une lame d'air immobile, se font essentiellement par conduction et qu'il est connu que l'air immobile est un bon isolant thermique. Cet effet d'isolation croît avec l'épaisseur de la lame d'air séparant les deux surfaces, tant que le phénomène de transfert reste conductif (2 à 3 cm d'épaisseur). Au-delà, les effets de la convection naturelle viennent contrarier l'effet recherché.



Une autre méthode pour réduire les pertes du capteur est la réalisation, sur la surface de l'absorbeur, d'un revêtement sélectif, présentant un coefficient d'absorption le plus élevé possible pour les longueurs d'onde du spectre solaire (inférieures à $2,5 \mu\text{m}$) tout en ayant une émissivité la plus faible possible dans le domaine de l'infrarouge correspondant au rayonnement de l'absorbeur (longueurs d'onde supérieures à $2,5 \mu\text{m}$). De tels revêtements sélectifs sont réalisés par dépôt chimique ou par traitement électrochimique de la surface absorbante. Enfin les capteurs sous vide permettent de réduire les pertes par convection en plaçant l'absorbeur à l'intérieur d'une enceinte en verre dans laquelle un vide d'air a été fait (dans ce cas, les tubes dans lesquels circule le liquide sont en cuivre).



Coupe d'un capteur solaire plan

Bilan énergétique global

En régime permanent de fonctionnement, on obtient l'équation caractéristique d'un capteur solaire plan en écrivant son bilan énergétique global :

$$Q_u = Q_a - Q_p$$

Expression dans laquelle :

- Q_u est la puissance cédée au fluide caloporteur ;
- Q_a est la puissance solaire absorbée ;
- Q_p est la puissance correspondant aux pertes thermiques.

Pour évaluer l'énergie absorbée par le capteur, il faut théoriquement distinguer dans l'énergie incidente, les parts du rayonnement direct et du rayonnement diffus, en les affectant de coefficients de transmission et d'absorption appropriés. Toutefois, dans la pratique, on considère la composante normale au plan du capteur, du rayonnement solaire global incident. Dans ces conditions, la puissance absorbée, en Watts, est donnée par l'expression :

$$Q_a = A \cdot \tau_s \cdot \alpha_s \cdot G$$

Dans laquelle :

- A est la surface d'entrée du capteur en m^2 ;

- τ_s et α_s sont les valeurs moyennes des coefficients de transmission de la couverture transparente et d'absorption de l'absorbeur sur l'ensemble du spectre solaire ;
- G est l'éclairement énergétique global en W/m^2 (de surface d'entrée), mesuré dans le plan du capteur.

Compte tenu de l'épaisseur relativement faible d'un capteur plan, on peut, en première approximation, négliger les pertes par les parois latérales et ne considérer que les pertes par les faces avant et arrière. La puissance correspondante est alors :

$$Q_p = Q_{AV} + Q_{AR}$$

Ramenées à l'unité de surface de l'absorbeur, toutes les pertes, qui sont des flux thermiques du capteur vers l'extérieur, peuvent être exprimées en fonction de la différence de température qui les provoque, par :

$$Q_{AV} / A = U_{AV} (T_m - T_a) \quad \text{et} \quad Q_{AR} / A = U_{AR} (T_m - T_a)$$

$$\text{Soit : } Q_A / A = U (T_m - T_a)$$

Avec :

$$U = U_{AV} + U_{AR}$$

U_{AV} : coefficient de déperditions thermiques par la face avant ($W/m^2 \cdot K$) ;

U_{AR} : coefficient de déperditions thermiques par la face arrière ($W/m^2 \cdot K$) ;

T_m : température moyenne de l'absorbeur ;

T_a : température ambiante moyenne.

L'équilibre thermique à un instant donné, entre le flux énergétique solaire reçu par le capteur, le flux d'énergie utile que l'on peut en extraire et ses pertes thermiques propres, permet d'écrire l'expression suivante du rendement instantané : $\eta = \eta_0 - U(T_m - T_a) / G$.

Selon les principes retenus par la normalisation internationale (ISO) et européenne (CEN), le rendement d'un capteur plan peut être caractérisé par trois coefficients indépendants de la température :

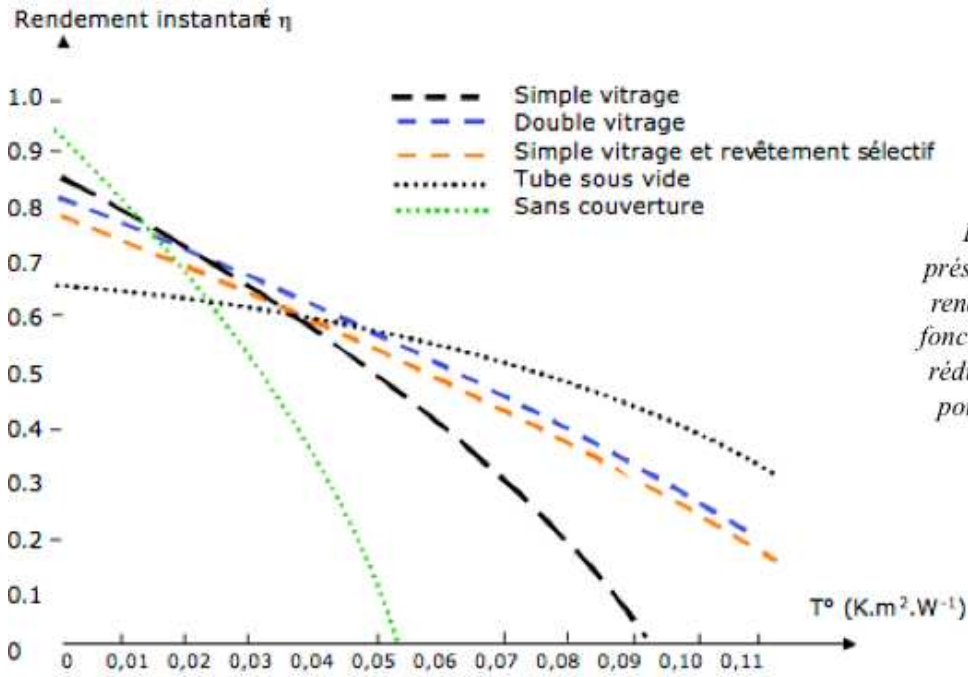
$$\eta = \eta_0 - a_1 T^* - a_2 G (T^*)^2$$

Avec :

- η_0 : coefficient de conversion optique (%) ;

- a_1 : coefficient de déperditions thermiques par conduction ($W/m^2 \cdot K$) ;

- a_2 : coefficient de déperditions thermiques par convection ($W/m^2 \cdot K^2$).

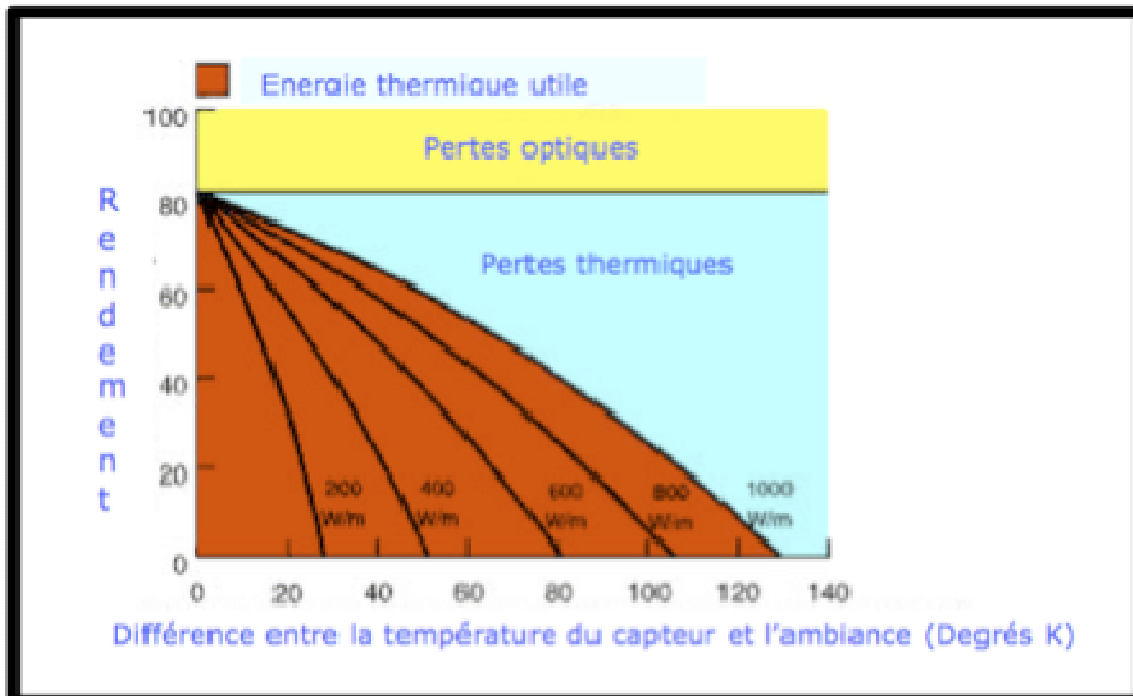


La figure ci-contre présente les variations du rendement instantané en fonction de la température réduite $T^* = (T_m - T_a) / G$ pour plusieurs types de capteurs.

Pour des valeurs de T^* inférieures à 0,07, on peut raisonnablement représenter ces variations par des relations linéaires. Le rendement s'écrit alors :

$$\eta = \eta' - a'T^*$$

Dans la norme française NF P50-501, les coefficients η' et a' sont nommés respectivement : facteur optique du capteur et conductance thermique totale des pertes.



Rendement global d'un capteur solaire

2) Le transfert de l'énergie et le stockage

Le stockage

Le stockage de l'énergie captée permet de pallier le caractère discontinu de l'énergie solaire. L'accumulation de l'énergie dans le stockage se traduit par une élévation de sa température. Pour apprécier l'efficacité d'un système de stockage, il faut rappeler que le rendement d'un capteur dépend essentiellement de la température moyenne du fluide qui le traverse, donc de la température du fluide au retour du stockage. L'une de caractéristiques essentielles de l'aptitude à l'emploi du stockage sera de fournir, à l'entrée des capteurs, un fluide dont la température sera la plus basse possible. Le transfert de chaleur des capteurs vers le ballon s'effectue de deux façons différentes : soit par circulation forcée avec une pompe commandée par un dispositif de régulation soit par circulation naturelle ou thermosiphon.

Les systèmes fonctionnant par thermosiphon présentent l'avantage par rapport aux systèmes habituels avec circulateurs de ne nécessiter aucun dispositif de régulation des apports solaires, ni pompes de mise en circulation du fluide caloporteur. Cependant, dans les faits, les installations en thermosiphon ne concernent généralement que certaines fabrications de chauffe-eau individuels et restent l'exception pour les installations collectives. En raison des problèmes hydrauliques posés par les champs de capteurs de grandes dimensions, et des contraintes architecturales posées par la disposition des capteurs sous le stockage, la circulation du fluide caloporteur par thermosiphon est, sauf cas particulier, mal adaptée aux installations collectives.

Les échangeurs de chaleur

Sur l'ensemble du territoire métropolitain, il est nécessaire de protéger les équipements solaires contre les risques de gel. Dans la plupart des cas, les capteurs sont protégés par un fluide non gélif, ce qui implique la présence d'un échangeur. On distingue deux catégories d'échangeurs : les échangeurs intégrés au stockage et les échangeurs extérieurs au stockage.

Dans le cas où l'échangeur est situé à l'extérieur du stockage, l'échange se fait de part et d'autre par convection forcée. Les surfaces d'échange sont en général réduites par rapport à un échangeur intégré. Dans tous les cas, l'efficacité d'un échangeur ne dépend pas de la température des fluides mais des caractéristiques géométriques de l'échangeur et des débits calorifiques. Dans la pratique, l'efficacité des échangeurs est de l'ordre de 0,6 à 0,8. Notons que si l'efficacité d'un échangeur est médiocre, non seulement le transfert de chaleur sera faible, mais la température de retour du fluide dans le capteur sera élevée et le rendement du capteur sera diminué.

Lorsque l'échangeur est incorporé au stockage, il est disposé en partie basse du ballon. Cette disposition permet, à condition que la surface d'échange soit suffisante, de réchauffer de manière homogène le volume d'eau baignant l'échangeur, tant que la température de celui-ci n'aura pas atteint à 3 ou 4 degrés près, la température de la partie supérieure du ballon. À chaque introduction d'eau froide dans le stockage au moment des soutirages, on évite ainsi d'envoyer dans la partie haute du ballon, de l'eau insuffisamment réchauffée (Stratification des températures). Cette disposition permet de plus, d'alimenter les capteurs solaires avec un fluide dont la température en sortie de l'échangeur est la plus faible possible compte tenu des conditions de soutirage et de la stratification des températures. En outre, elle permet de limiter les risques de pertes thermiques par circulation inverse dans les capteurs en cas de mauvais fonctionnement du clapet anti-retour.

Il y a également un aspect dont nous ne parlerons presque pas dans ce dossier, il s'agit de la régulation du circuit primaire. Son rôle est de commander le transfert de l'énergie

captée, seulement si la température du fluide caloporteur dans les capteurs est supérieure à celle de l'eau du ballon. La régulation s'effectue à l'aide de sondes et de capteurs.

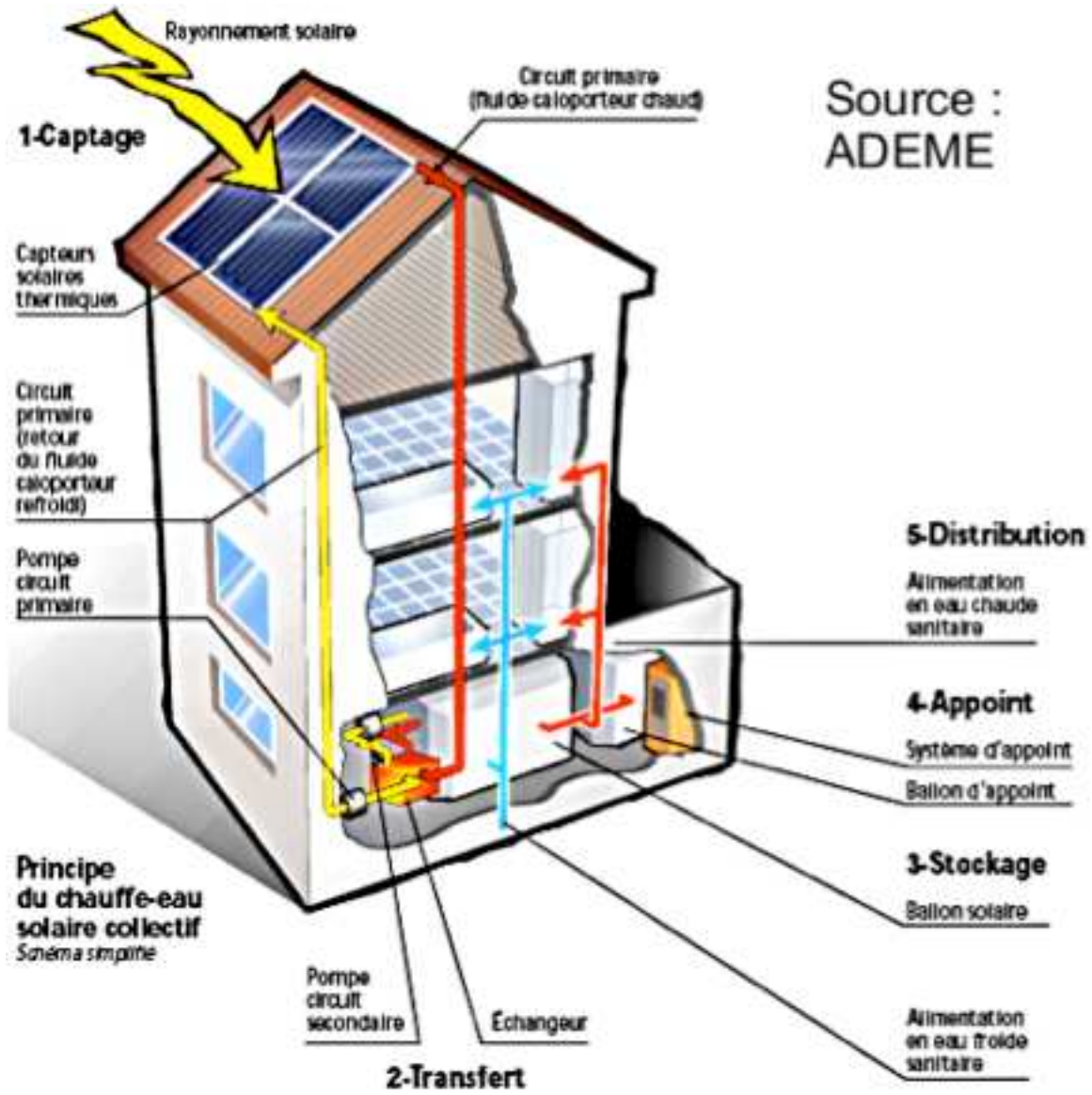
3) Fonctionnement d'un appoint

Suivant la nature des besoins et la configuration des bâtiments, on considère trois types de systèmes d'appoint :

- les installations avec appoint centralisé et distribution par boucle de circulation, sous réserve que la longueur totale de canalisation entre la boucle et chaque point de puisage ne dépasse pas 6 m en moyenne ;
- les installations de production décentralisée avec distribution directe ou par boucle. La distribution est réalisée soit directement (distance ballons-points de puisages inférieure à 8 m) soit par des boucles de distribution desservant des points de puisages groupés (la longueur totale de canalisation entre la boucle et chaque point de puisage doit être inférieure à 6 m) ;
- les installations avec appoint individualisée et distribution directe, lorsque les points de puisage ne sont pas éloignés de plus de 8 m des ballons de stockage, afin d'éviter les pertes thermiques et des puisages d'eau froide. Dans le cas contraire, les dispositifs d'appoint individuels sont alimentés par une boucle de circulation maintenue en température.

Dans les installations avec appoint centralisé, la boucle de recirculation de l'eau chaude sanitaire, lorsqu'elle existe, doit être conçue de telle sorte que le réchauffage de la boucle pour compenser les pertes thermiques soit assuré par l'appoint. Lorsque les appoints sont individualisés, la boucle d'eau sanitaire doit être maintenue en température par un réchauffeur.

4) Schéma bilan d'une installation en général



V- Dimensionnement de l'installation au Camping de Deville les Rouen

Pour notre étude, nous avons choisi le **camping de Déville-lès-Rouen** (situé dans la rue Jules Ferry). Sa localisation géographique est la suivante : latitude de 49° 28' 14'' Nord et longitude de 1° 03' 02'' Est. Il est ouvert toute l'année et comporte actuellement 66 emplacements. Nous avons décidé de nous intéresser à ce camping car il n'utilise pas, à l'heure actuelle, un système de chauffage par énergie solaire. De plus, sa proximité vis-à-vis de notre école est pratique : cela nous a permis de nous y rendre pour recueillir les données essentielles au projet.

Cette partie du dossier explique en détail les étapes de notre étude et aboutit à un dimensionnement de l'installation finale. Pour cela, nous avons commencé par rassembler et analyser les différentes informations collectées sur le terrain. Puis nous avons fait différentes simulation de l'installation qui nous ont permis de juger l'intérêt de la mise en œuvre de tels travaux, en considérant les différentes contraintes, les conséquences économiques prévisionnelles, et le coût.

Patricia Dumanalède, membre du personnel de la mairie de Deville les Rouen, nous a envoyé par Email les un grand nombre de données fondamentales qui nous ont permis de faire des estimation les plus justes possibles. Nous avons aussi effectué un déplacement au camping au milieu de notre étude, afin de récolter sur place les informations manquantes.

1) L'évaluation des besoins en eau chaude du camping

a- la température de distribution en eau chaude sanitaire

Dans les installations de production d'eau chaude sanitaire par l'énergie solaire, un complément d'énergie fourni par un équipement d'appoint est rendu nécessaire pour :

- le maintien d'un niveau de température permettant d'assurer les besoins en eau chaude sanitaire, puisque les équipements solaires sont généralement dimensionnés pour n'en couvrir qu'une partie ;
- le maintien d'un niveau de température propre à éviter la prolifération de bactéries, notamment de légionelles (il faut éviter la stagnation de l'eau).

b- l'analyse des besoins en eau chaude sanitaire

L'analyse des besoins en eau chaude est une étape préliminaire et fondamentale au dimensionnement. Des hypothèses approximatives peuvent engendrées des surprises au niveau du rendement, en particulier lorsqu'il s'agit d'installations conséquentes. Il faut donc réaliser l'estimation la plus correcte possible pour une bonne évaluation des performances prévisionnelles.

Pour cela il faut savoir que les entreprises qui posent des installations solaires s'engagent sur la Garantie des Résultats Solaire (GRS). Celle-ci est basée sur la productivité énergétique prévisionnelle, elle-même calculée en fonction des besoins estimés.

Cependant on ne connaît que la consommation semestrielle d'eau (eau froide et chaude confondues). Cela est assez handicapant car il est très difficile d'estimer à partir de cela une consommation mensuelle.

Nous avons donc considéré que chaque personne occupant le camping consomme 35L d'eau chaude par jour. Cette estimation a été faite en fonction de l'occupation en nuitée du camping selon les mois.

Mois	Occupations en nuitées(s)	Consommation d'eau chaude (litre/mois)	Consommation moyenne d'eau chaude (litre/jour)
JANVIER	69	2760	92
FEBVRIER	188	7520	250
MARS	357	14280	476
AVRIL	286	11440	381
MAI	319	12760	425
JUIN	621	24840	828
JUILLET	2572	102880	3429
AOUT	1607	64280	2142
SEPTEMBRE	400	16000	533
OCTOBRE	340	13600	453
NOVEMBRE	88	3520	117
DECEMBRE	37	1480	49

Si l'on somme la quantité d'eau consommée en 6 mois, nous sommes globalement en accord avec les données chiffrées fournies par Patricia Dumanalède.

On en déduit donc que la consommation moyenne d'eau chaude en litre par jour est **754,5 Litres**. (En considérant que 1an= 365 jours).

2) L'exposition énergétique solaire du site

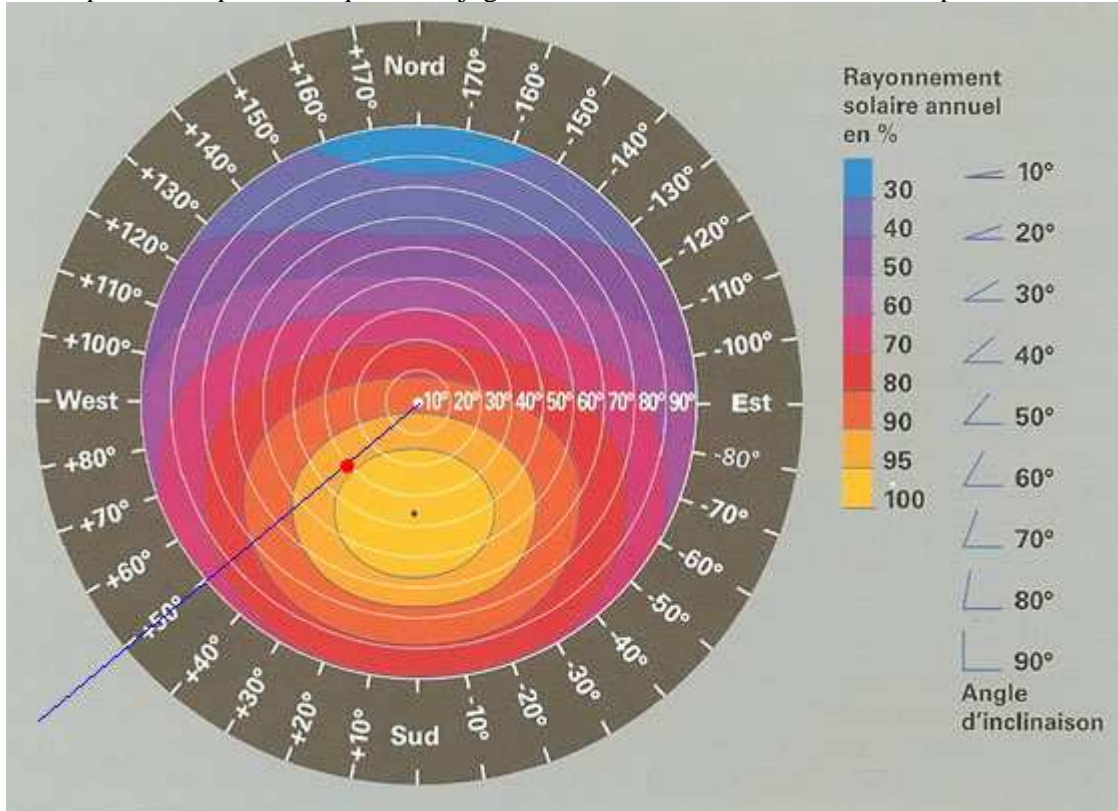
Comme nous l'avons expliquée dans la présentation, l'irradiation solaire journalière exprime la quantité d'énergie, en provenance du soleil, reçue par unité de surface durant un jour. Ses unités usuelles sont le J/m^2 ou J/cm^2 ou Wh/m^2 ou kWh/m^2 . (Voir la carte du gisement solaire en France, dans la partie présentation).

Les courbes sont les valeurs quotidiennes moyennes sur une année en kWh/m^2 . Par exemple Paris reçoit en moyenne $3,3 kWh/m^2$ par jour (24h) tout au long de l'année, avec des valeurs pouvant aller de 1,3 à plus de 5 selon les mois.

Ces valeurs sont mesurées sur un plan orienté plein sud avec une pente égale à la latitude.

- On définit donc le rayonnement reçu dans sa région.
- Ensuite en fonction de l'orientation (Nord, Est, Sud, Ouest...) et de l'inclinaison des panneaux on ajuste la puissance énergétique utilisable.

Le graphique ci-dessous permet de juger globalement des performances maximum possibles des capteurs, et par conséquent de juger si l'installation de ces derniers peut être avantageuse.



Exemple de lecture du graphique:

Quelqu'un qui habite la région Parisienne, et qui a un toit orienté Sud Ouest (50° SUD) est représenté par le trait bleu, la pente de son toit est de 30°.

Le rendement sera de 95% dès 3,3 kWh/m² par jour.

Avec ce même principe, on peut voir qu'à Rouen (situé dans la même bande que Paris), pour le toit de notre camping, exposé à 47° SUD, on voit que le rendement sera de 95% pour une irradiation dès 3,3kWh/m².

Bien sûr, ceci ne donne qu'un ordre d'idée du rendement maximum possible des capteurs. Il faut considérer un grand nombre de paramètres pour faire une étude plus approfondie du rendement.

3) Ensoleillement du site et positionnement des capteurs

Le logiciel Calsol permet de connaître le gisement solaire (global, direct, et diffus), en fournissant l'irradiation solaire.

Irradiation sur un plan d'inclinaison 45° et d'orientation 45° en kWh/m² par jour à Rouen

Irradiation :	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	déc	année
<u>Directe (IBP)</u>	0.55	0.93	1.7	2.2	2.21	2.18	2.34	2.08	1.69	1.31	0.78	0.51	1.54
<u>Diffuse (IDP)</u>	0.5	0.84	1.34	1.89	2.3	2.49	2.4	2.07	1.55	1.01	0.6	0.42	1.45
<u>Réfléchie (IRP)</u>	0.02	0.04	0.08	0.12	0.15	0.16	0.16	0.13	0.09	0.06	0.03	0.02	0.09
<u>Globale (IGP)</u>	1.07	1.82	3.13	4.21	4.66	4.83	4.9	4.28	3.33	2.37	1.41	0.95	3.09

L'irradiation est faible, donc les capteurs ne pourront pas transformer autant d'énergie solaire en énergie thermique pour chauffer l'eau que dans le sud de la France, cependant leur installation peut avoir un rendement tout à fait correct à condition de l'optimiser au mieux. Ceci est prouvé dans le nord de l'Allemagne et dans d'autres pays nordiques, où le climat est similaire à celui de Rouen : le rendement des capteurs est très intéressant.

L'idéal est de placer les capteurs de telle sorte qu'il n'y ait aucune zone d'ombre durant la journée les obscurcissant. Pour cela il faut donc s'assurer que les obstacles environnant ne fassent pas masque trop longtemps dans la journée. Les capteurs doivent donc être ensoleillés directement au moins 4h par jour lors d'une journée non nuageuse en décembre, et 8h par jour dans les mêmes conditions en juillet.



Quant à l'inclinaison du capteur par rapport à l'horizontal, elle varie entre 30° et 45° . Mais si les capteurs sont placés sur la toiture, l'inclinaison sera celle de la toiture.

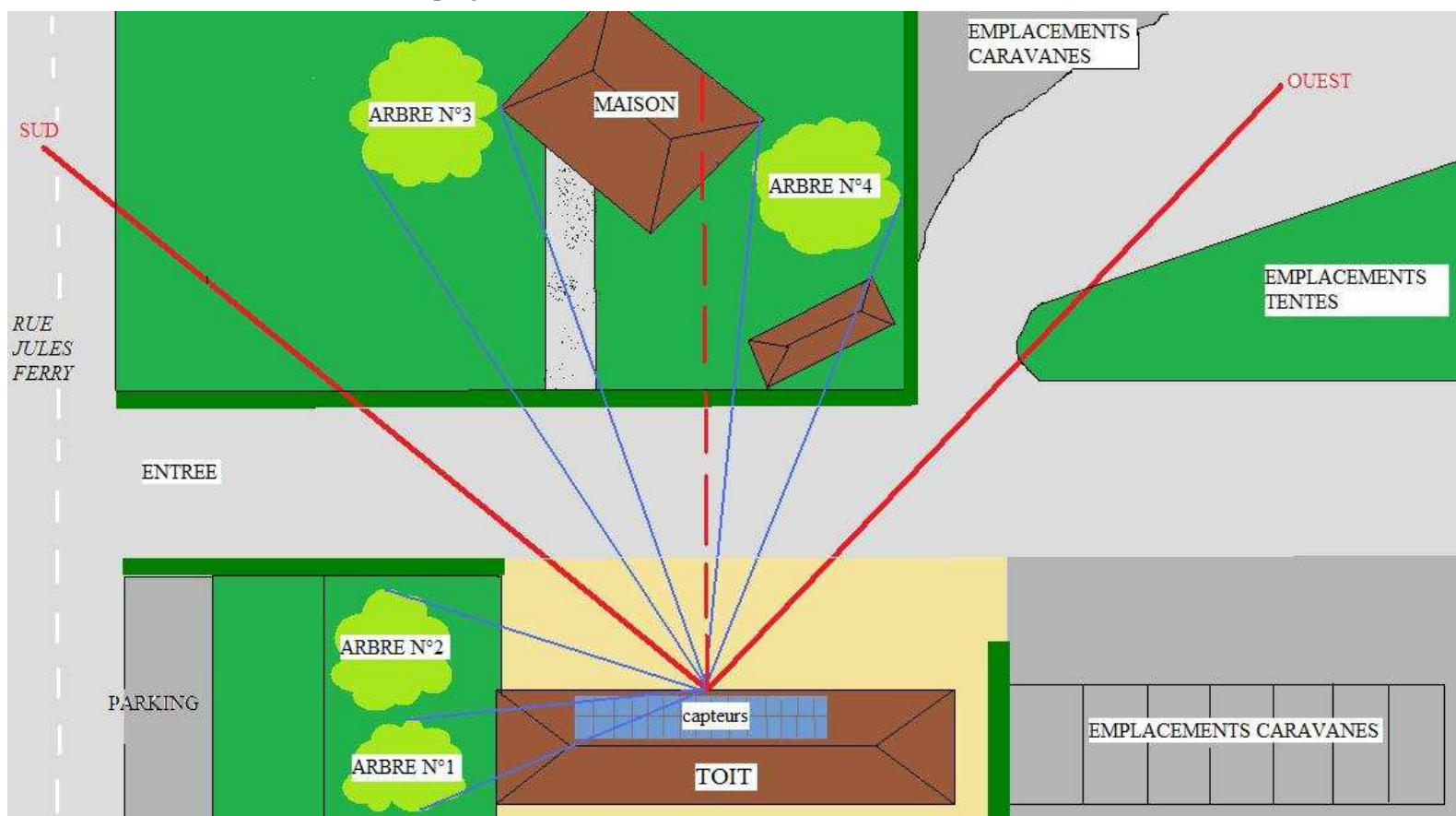
Il y a au camping un bâtiment principal où se trouvent l'accueil, la chaufferie, et les sanitaires.

Le toit de ce bâtiment est incliné à 23° . Le calcul a été réalisé en mesurant la hauteur du pignon et la largeur du toit. Son orientation est Sud-Ouest.

4) Ombres

Les diagrammes solaires représentent la course du soleil à différentes périodes de l'année, à une latitude donnée. Nous avons récolté les données sur place afin d'en réaliser un. Nous avons mesuré les azimuts de chaque obstacle susceptible de faire de l'ombre sur les capteurs, ainsi que la distance entre l'obstacle et les capteurs.

Voici le schéma du camping :



Les traits bleu représente les données que l'on a prises : azimut et distance capteur-obstacle.

Grâce aux mesure d'azimut et de distance obstacle-capteur nous avons fait correspondre un diagramme solaire.

Azimut	Hauteur	Hauteur/toit	Distance	Hauteur angulaire
112	7	3,2	11	16,2
115	8	4,2	11	20,9
118	7	3,2	11	16,2
120	5	1,2	10	6,8
122	7	3,2	8	21,8
125	8	4,2	8	27,7
127	7	3,2	8	21,8
128	5	1,2	10	6,8
130	12	8,2	40	11,6
180	12	8,2	40	11,6
-160	12	8,2	16	27,1
-158	8,5	4,7	16	16,4
-155	10	6,2	16	21,2
-152	9	5,2	16	18,0
-150	8	4,2	16	14,7

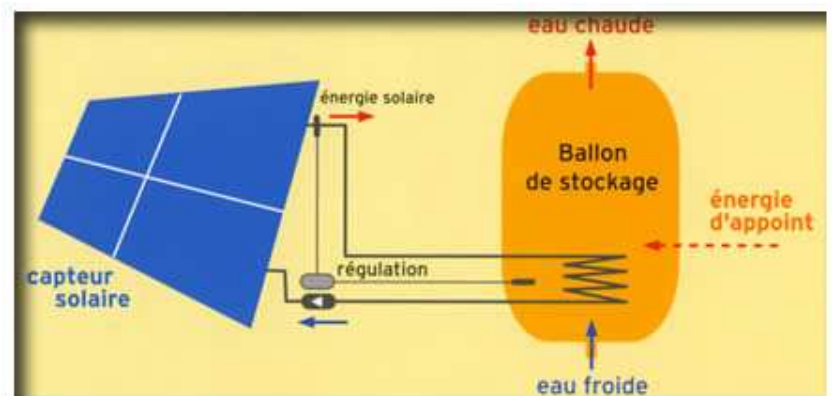
-143	5	1,2	10	6,8
-137	8	4,2	16	14,7
-135	10	6,2	16	21,2
-125	10	6,2	16	21,2
-120	8,5	4,7	16	16,4
-115	10	6,2	16	21,2
-112	8,5	4,7	16	16,4
-110	8	4,2	16	14,7

Le diagramme solaire obtenu est donnée dans les résultats en annexe.

5) Dimensionnement de L'installation du chauffe-eau et de la tuyauterie

a- Les tuyauteries

Le raccordement des capteurs sera relativement simple du fait de la proximité entre ces derniers et la chaufferie. Les capteurs seront en effet juste sur la toiture de la chaufferie, la tuyauterie sera donc **courte**, et par conséquent la perte de chaleur sera moins importante, à condition que les tuyaux soient correctement **calorifugés**.



b- Le stockage et l'appoint

Il existe deux types d'installation : le **chauffe eau monobloc** et le **chauffe eau solaire à élément séparés**.

- Avec le **chauffe eau monobloc**, les capteurs et le ballon sont regroupés et se trouvent à l'extérieur. C'est un système simple et peu coûteux mais il est inadaptés aux conditions du camping. L'eau se refroidirait trop vite. De plus il y a déjà un local à chaufferie prévu pour le ballon.
- Avec le **chauffe eau à éléments séparés**, le ballon est à l'abri, éloigné des capteurs. C'est donc pour ce système que nous avons opté.

Concernant le stockage de l'ECS, le meilleur système est l'installation d'un ballon solaire d'une part, relié au circuit primaire, et un ballon d'appoint d'autre part, relié à la chaudière. Ce dernier est souvent le ballon existant. Autrement dit, c'est un système avec deux ballons en série. Malheureusement, la visite au camping nous a permis de voir qu'il ne serait pas possible d'adopter ce système par manque de place dans la chaufferie. Le ballon existant occupe déjà une grande partie du local, il est donc impossible d'ajouter un second ballon. Mais, après notre réunion avec l'entreprise SOLENER, il semble qu'il soit possible de placer le ballon solaire dans un autre local, derrière la chaufferie par exemple, et de le raccorder au ballon existant.

La circulation du liquide calorporteur peut être forcée ou naturelle. Lorsqu'elle est forcée, c'est un dispositif de thermosiphon. Ce système est peu coûteux, car la circulation se fait par simple différence de température. Mais le ballon doit être impérativement placé plus haut que les capteurs, or c'est impossible au camping, les capteurs étant sur le toit.

Nous devons donc choisir une **circulation forcée**. Cela nécessite d'équipement supplémentaire :

- **une pompe** pour transférer la chaleur des capteurs au ballon (le circulateur)
- **un système** de régulation électronique (avec des sondes de température)

Ainsi, nous conserverons le ballon existant de 250L, il servira d'appoint, et nous installerons un ballon solaire de 750L, de marque Schüco.

Ce ballon mixte est équipé d'un module de stratification. Ainsi, lorsque la température de retour du circuit de chauffage est supérieure à la température dans le bas du ballon, l'eau du circuit de retour monte à l'intérieur du module de stratification et ressort au niveau de la couche de température qui correspond à cette température de retour chauffage. Lorsque la température de retour de chauffage est basse, l'eau sort en partie inférieure du module de stratification tandis que l'eau plus chaude située en partie haute du module de stratification est réinjectée dans le circuit de retour. **Dans les deux cas le principe est d'éviter de mélanger la totalité du contenu du ballon** et de respecter la stratification.



Combi ST 750

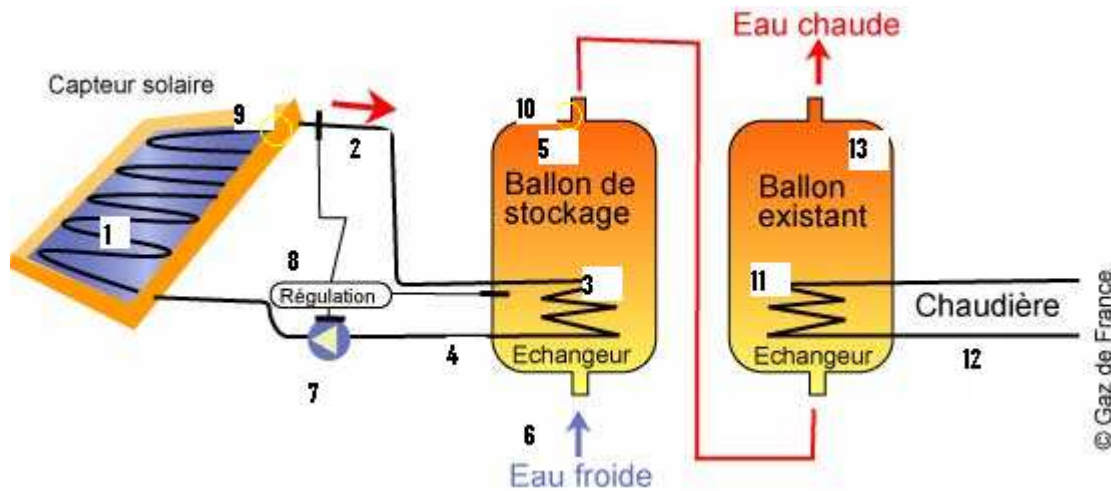
- Poids à vide : 190kg
- Dimensions isolation thermique comprise (hauteur x diamètre) : 1990 x 950mm
- 100mm d'isolation thermique en résine de mélamine
- Quantité de soutirage d'eau potable : 320L à 45°C

De plus, l'installation Schüco comprend un petit régulateur solaire type DUO. Il permet un contrôle pratique de l'ensemble des fonctions sur un écran LCD.

La régulation solaire se caractérise par son utilisation facile et permet un contrôle pratique et clairement visible de l'ensemble des fonctions, sur un écran d'affichage LCD : calorimètre intégré pour le contrôle de fonctionnement, affichage numérique de la température, limitation de la température maximale du ballon.



c- schéma de l'installation dimensionnée pour le camping



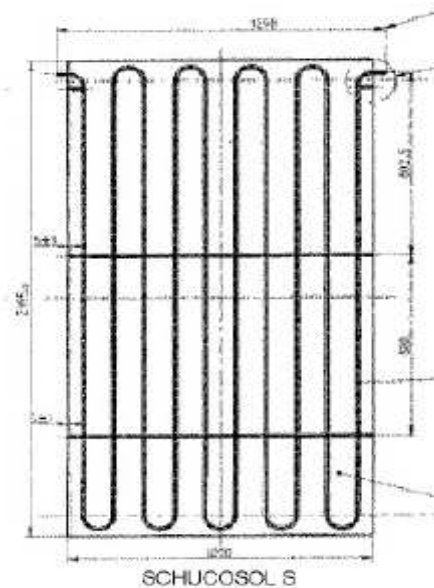
<u>LEGENDE :</u>	
■ 1	Le capteur solaire
■ 2	Circuit primaire: il transporte la chaleur fournie par les capteurs. Il est parfaitement étanche, et calorifugé. Le liquide caloporteur (souvent de l'eau) contenant de l'antigel s'échauffe dans les tubes capteurs et se dirige vers le ballon de stockage.
■ 3	Echangeur thermique Grâce à ce serpent, les calories solaires transportées par le liquide caloporteur sont cédées à l'eau sanitaire.
■ 4	Le liquide primaire refroidi : il repart vers le capteur, où il est chauffé à nouveau.
■ 5	Le ballon solaire : c'est une cuve métallique bien isolée. Il constitue la réserve d'eau sanitaire. L'eau chaude soutirée est remplacée immédiatement par la même quantité d'eau froide du réseau (6), réchauffée à son tour par le liquide du circuit primaire.
■ 6	Arrivée d'eau froide : C'est par ce tuyau que l'eau froide du réseau est acheminée dans le bâtiment.
■ 7	Le circulateur : il met en mouvement le liquide caloporteur lorsqu'il n'est plus chaud que l'eau sanitaire du ballon. C'est une pompe qui contrôle la circulation de liquide.
■ 8	Dispositif de régulation : Par un système de sonde le système coupe ou actionne le circulateur. Lorsque la sonde de température du ballon est plus chaude que celle du capteur, le dispositif de régulation coupe le circulateur. Il fait l'inverse si la sonde de température du capteur est plus chaude que celle du ballon afin que le liquide réchauffe l'eau sanitaire du ballon.
■ 9	Sonde de température du capteur
■ 10	Sonde de température du ballon
■ 11	Echangeur : il se charge de l'appoint hydraulique, il raccorde la chaudière au ballon.
■ 12	Chaudière à gaz : elle se charge de chauffer l'eau au cas où les capteurs ne puissent pas chauffer suffisamment l'eau chaude sanitaire.
■ 13	Ballon d'appoint

6) Dimensionnement des capteurs thermiques

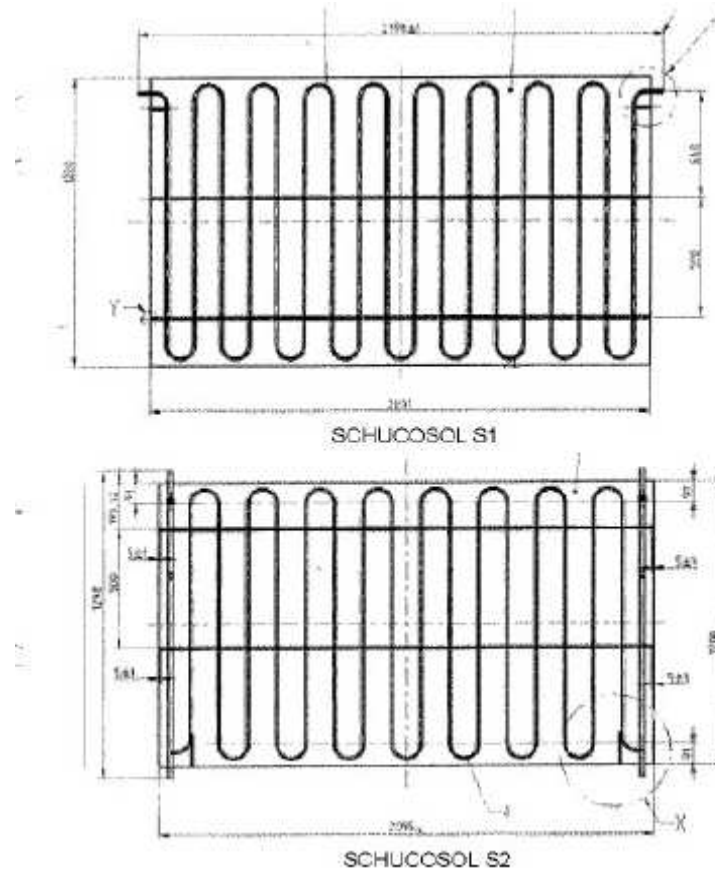
a- Type de capteur et surface

Le capteur solaire Schücosol modèle S est un capteur plan à circulations de liquide caloporteur. Dans un premier temps, nous avons décidé de nous orienter vers des capteurs solaires à tubes sous vides car ils étaient décrits comme plus performants que les capteurs plans. La technologie des tubes sous vides est souvent synonyme de meilleur rendement.

Lors de nos recherches, nous avons été amenés à rencontrer un professionnel qui nous a plutôt conseillé les capteurs de la marque Schüco : de type Schücosol. En effet, Schüco est l'un des leaders européens en matière de capteur solaire. Ils sont en collaboration avec l'entreprise SOLENER qui est spécialisée dans l'installation de système solaire en Normandie. M. Evain nous a donc conseillé ces capteurs. Grâce à son expérience, il a estimé que 10m², soient 4 capteurs étaient suffisant pour le camping.



Les capteurs plans Schücosol sont constitués d'un absorbeur plan, d'un coffre ainsi que d'une couverture transparente en verre trempé enchâssé dans le coffre. L'absorbeur plan est composé d'un serpentin en tubes de cuivre sur une tôle en cuivre, recouverte d'un revêtement sélectif « interpane Sunselect ». Le coffre est composé d'un châssis en profils d'aluminium, extrudés, anodisés ou laqués et d'un fond en tôle, isolé par de la laine minérale d'épaisseur 20 mm.



L'isolant :

Il est constitué de panneau en laine minérale, incombustible. Il est posé dans le coffre sans fixation particulière.

Le coffre :

Il est composé d'un châssis aluminium doté d'une rainure cannelée pour la fixation aux systèmes de montage et d'un fond en tôle d'aluminium. Le coffre est anodisé ou laqué. La ventilation du coffre est réalisée à l'aide de 4 orifices disposés sur les côtés courts des profilés latéraux constituant les coffres.

L'absorbeur :

Les absorbeurs des capteurs solaires Schücosol sont constitués d'un serpentin en tube de cuivre de diamètre extérieur de 12 mm soudé sur une tôle de cuivre recouverte d'un revêtement sélectif « Interpane Sunselect ».

Ils peuvent contenir entre 2L et 2,20L de liquide caloporteur. La dimension d'un absorbeur est 2095 mm x 1200 mm x 0,2 mm. La liaison entre l'absorbeur et les tubes se fait par soudure à l'étain.

La couverture transparente :

La couverture est en verre solaire : du verre ESG (verre de sécurité trempé). Elle possède une basse teneur en fer et son épaisseur est de 4 mm. L'étanchéité de l'interface coffre-vitrage est assurée par un joint EPDM (joint très résistants)

Le remplacement du vitrage n'est pas possible étant donné l'enchâssement de celui-ci dans le coffre en aluminium. Mais la solidité des capteurs fait qu'il n'y a a priori aucune raison de changer le vitrage.

b- Le liquide caloporteur

Le liquide

Les capteurs doivent être utilisés avec un liquide caloporteur dont les caractéristiques doivent être compatibles avec les exigences sanitaires. La marque et le type de liquide caloporteur utilisé doivent être portés sur l'installation de manière visible et indélébile.

Il faut savoir que l'eau ne peut pas être utilisée en fluide caloporteur dans les capteurs thermiques. Pour les capteurs Schücosol, on utilisera du **glycol**.

Les raccords hydrauliques

Les branchements se font par raccords à bagues de serrage positionnées sur des manchons hydrauliques de diamètre extérieur égale 12 mm.

c- Caractéristiques du capteur

SCHÜCOSOL S, S.1 et S.2	
Superficie hors tout (m ²)	2,69
Superficie d'entrée (m ²)	2,51
Pression de service (bars)	7
Poids à vide (kg)	55,0
Contenance en eau de l'absorbeur (l)	2,00
Dimensions hors tout L x l x ép. (mm)	2152 x 1252 x 93

d- Pose du capteur

Les capteurs solaires Schücosol peuvent être installés sur le bâtiment au moyen de quatre systèmes de montage standards différents :

- En appui sur toiture
- Intégré dans la toiture
- Sur la toiture terrasse ou au sol
- En paroi verticale

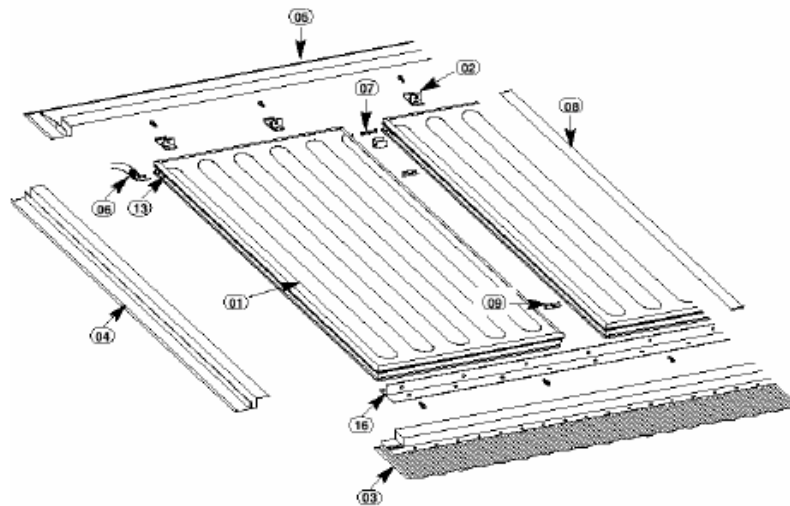
L'installation des capteurs est réalisée et contrôlée, et le service après vente est assuré par les installateurs avertis des particularités du procédé, ayant reçu une formation à ces techniques de pose, et opérant avec l'assistance technique de la société Schücosol International KG et/ou ses distributeurs.

Montage intégré en toiture :

Les capteurs solaires remplacent en partie ou totalement les éléments de couverture conventionnels et s'intègrent à l'enveloppe du bâtiment au moyen de châssis de raccordement en aluminium peint reposant sur des lattes fournies. Ces lattes de support sont en bois résineux. Les fixations à la charpente se font grâce à quatre vis de 6 x 60 mm. Les capteurs peuvent être disposés horizontalement ou verticalement.

Ce type de montage est réalisable sur des toits ventilés recouverts de tuiles ou d'ardoises. Ceci pose donc problème car **le toit du camping est en taule**. Il faudra donc s'orienter vers une fixation "indépendante" sur la toiture.

Vue d'ensemble du montage



- 01 Capteur plan
- 02 Patte de fixation
- 03 Bavette avec étanchéité (inférieur)
- 04 Tôle de rive (gauche)
- 05 Tôle de recouvrement supérieure
- 06 Kit de raccordement de la batterie de capteurs
- 07 Raccord entre capteurs
- 08 Tôle de liaison verticale
- 09 Entretoise
- 10 Doigt de gant
- 11 Lattes de support (en bois résineux classe II, humidité inférieure à 20 % présence réduite de nœuds et absence de poches de résine - Dimensions 2000 mm x 90 mm x 30 mm - Fixation à la charpente par 4 vis 6 x 60)
- 12 Doigt de gant
- 13 Doigt de gant
- 14 Doigt de gant
- 15 Lattes de support (en bois résineux classe II, humidité inférieure à 20 % présence réduite de nœuds et absence de poches de résine - Dimensions 2000 mm x 90 mm x 30 mm - Fixation à la charpente par 4 vis 6 x 60)
- 16 Support de base pour le montage intégré en toiture

Remarque : la tôle de recouvrement supérieure ainsi que la bavette inférieure sont fabriquées et livrées d'une seule pièce. Elles permettent l'assemblage d'au maximum 4 capteurs en position verticale ou 2 capteurs en position horizontale dans un même montage.

Fixation dite « indépendante » sur la toiture inclinée :

Le montage en appui des capteurs, parallèlement à la couverture, s'effectue au moyen de profils de soutien en aluminium, de pattes d'ancrage en acier galvanisé et de lattes fixées aux chevrons. Les capteurs peuvent être disposés horizontalement ou verticalement. Ce type de montage est réalisable sur la plupart des types de couvertures grâce aux différentes pattes d'ancrage.

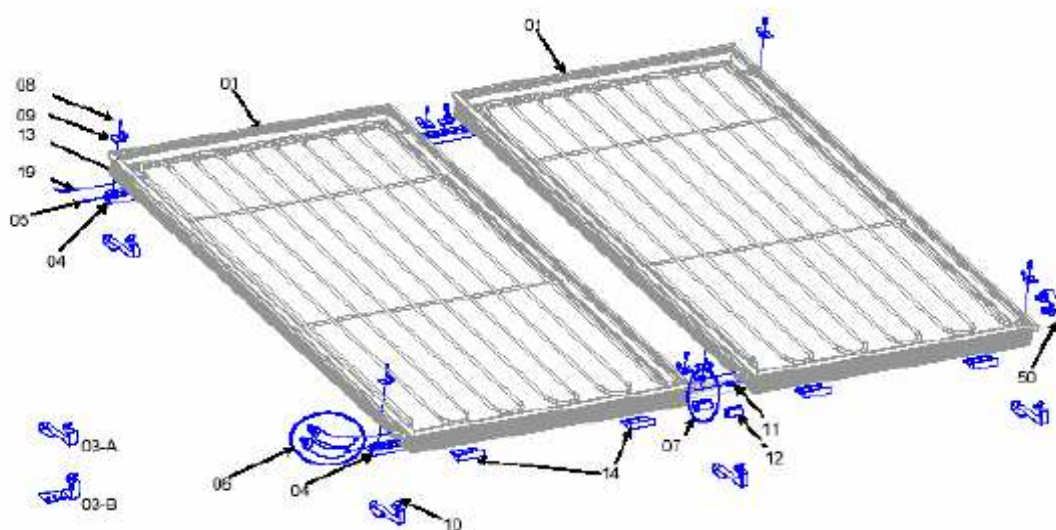
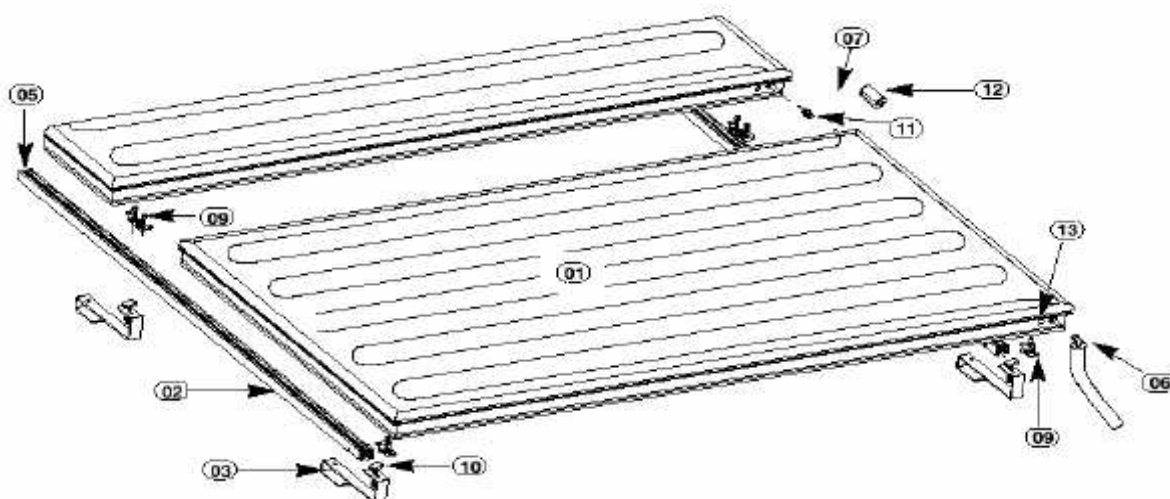


Abb./Fig./Fig. 27 AD2SN

Figure 2.1 - Schéma d'ensemble du montage en appui sur toiture des capteurs "SCHÜCOSOL S"



- 01 Capteur plan
- 02 Kit de montage en appui
- 03 Patte d'ancrage „tuile“
- 04 Support de base
- 05 Support supérieur
- 06 Kit de raccordement de la batterie de capteurs
- 07 Raccord entre capteurs
- 09 Patte d'accrochage
- 10 Clame de fixation
- 11 Raccord à bague de serrage
- 12 Manchon isolant
- 13 Arrêt sécurité de glisse

Figure 2.2 - Schéma d'ensemble du montage en appui sur toiture des capteurs "SCHÜCOSOL S.1 et S.2"

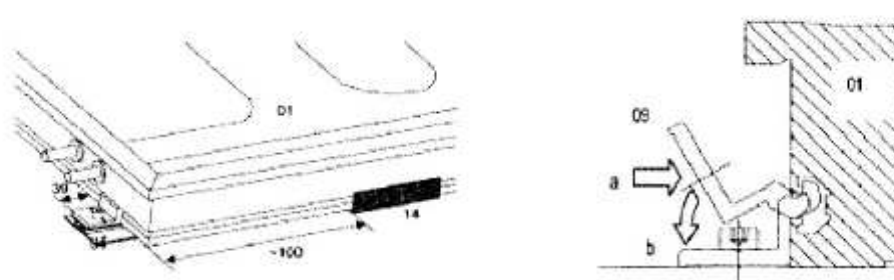


Figure 2.3 - Détail du maintien des capteurs sur les kits de montage (profilés) en appui ou intégré en toiture

e- Entretien

La garantie donnée par le fabricant et le distributeur pour le capteur est de trois ans. Au niveau de l'entretien, il n'est pas nécessaire de nettoyer les capteurs. Il faut juste changer le liquide caloporteur tous les 5 ans. L'intervention coûte aux alentours de 100€.

VI- Simulation sur logiciel Simsol et Solo2000

1) Solo2000

Le logiciel SOLO 2000 permet de dimensionner les installations solaires de production d'eau chaude sanitaire. Il sert d'outil informatique de référence dans le cadre d'une Garantie de Résultats Solaires (GRS) mise en place par l'ADEME. Il a été réalisé à partir de deux documents de référence :

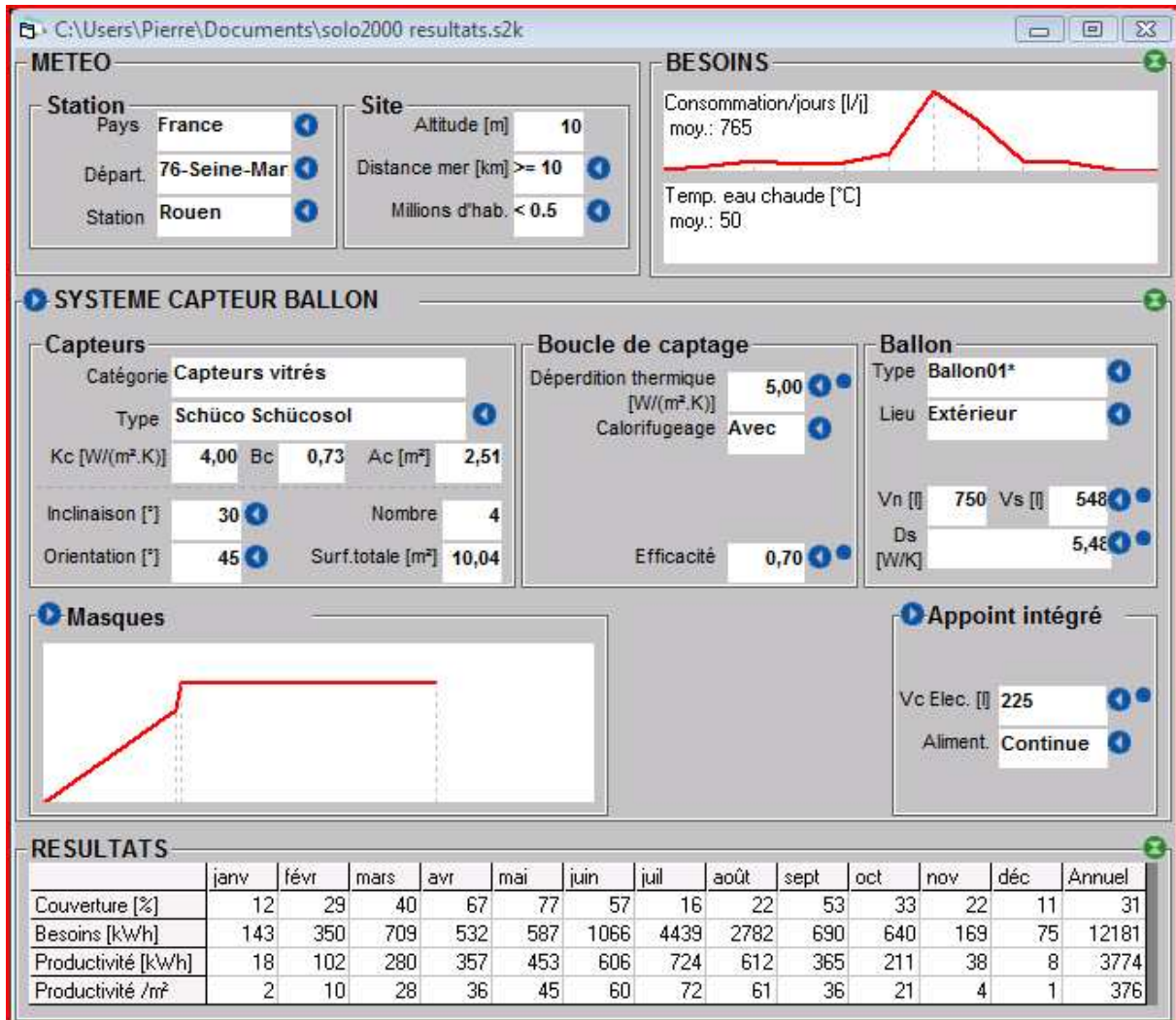
-SOLO : Méthode mensuelle d'évaluation des performances thermiques des systèmes solaires de production d'eau chaude sanitaire.

- PSD : Méthode mensuelle d'évaluation des performances des Planchers Solaires Directs.

Ce logiciel est le plus utilisé par les entreprises pour sa simplicité.

Concrètement, il nous a permis de savoir avec une certaine précision le pourcentage d'ECS recueilli grâce aux capteurs solaires. En effet, après avoir rentré toutes les informations sur l'installation que l'on désire étudié (comme vous pouvez voir ci-dessous), celui-ci nous donne la couverture des besoins de l'installation en pourcentage, la productivité de l'installation en kWh par mois ainsi que la productivité par m² en kWh/m² de capteurs installé.

Ainsi pour notre camping, nous avons rentré des données concernant la météo, les besoins en eau chaude sanitaires, les masques et le type de système, le logiciel nous a ensuite calculé les résultats en bas de la pièce jointe ci-dessous :



Comme on peut le voir, la productivité varie énormément en fonction des mois, ceci est dû à une exposition solaire différente mais aussi aux masques solaires qui varient chaque mois (nous avons étudié plus précisément ce phénomène avec le logiciel Simsol).

Mais la rentabilité est tout à fait correcte, les besoins sont couverts jusqu'à 77% (moi de mai). Ceci rejoint les données fournies par M.EVAIN, professionnel chez SOLENER qui nous avait garanti jusqu'à 65% de couverture des besoins.

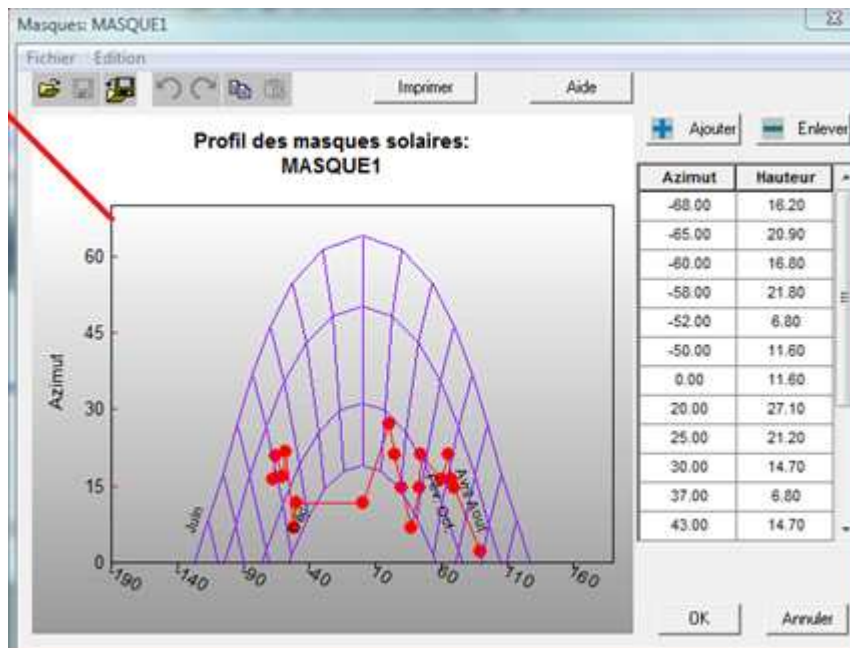
Sur un an, les besoins sont estimés à environ 13 816 kWh. Les capteurs en produisent 3774 kWh, et couvre donc 31% des besoins en moyenne sur l'année. Ceci, d'après M. Evain, permet de réaliser 1500€d'économie sur la facture d'énergie annuelle. Nous n'avons pas fait de calcul de notre côté pour vérifier cela, car cela dépend des paramètres que l'on prend en considération.

2) Simsol

SimSol est un outil de simulation des performances thermiques des installations de production d'eau chaude solaire collective. Il calcule les mêmes résultats que solo2000 mais ce dernier est plus complet et offre un plus grand nombre d'informations.

Dès le lancement du logiciel, l'utilisateur doit choisir entre six configurations d'installations solaires collectives définies :

- Echangeur primaire externe et appoint centralisé séparé
- Echangeur primaire externe et appoint centralisé intégré
- Echangeur primaire externe et appoint centralisé séparé et instantané
- Variante pour la décharge du stock solaire
- Echangeur primaire interne et appoint centralisé séparé
- Pas d'échangeur de chaleur primaire et appoint centralisé séparé



Le deuxième choix correspond à notre étude.

Ci-dessous, un exemple de donnée à configurer dans le logiciel : le masque solaire.

Il s'agit ici d'entrer l'azimut et la hauteur angulaire des obstacles pouvant gêner les capteurs solaires.

Le logiciel recopie ces points sur le graph représentant les trajectoires solaires de chaque mois.

Pour la suite, le logiciel fonctionne comme solo2000 à ceci près que l'on peut choisir comme résultat un rapport détaillé ou simplifié.

Nous avons joint le rapport détaillé en annexe.

Les résultats obtenus par Simsol sont approximativement les mêmes que ceux de solo2000.

VII- Estimation du budget

1) Le budget

Notre entretien avec M. Evain de chez SOLENER nous a permis de faire un devis, correspondant à l'installation que nous avons dimensionnée. Le devis est mis en annexe.

Le montant s'élève à 13 000€ environ. Mais les prix indiqués correspondent à ceux de 2007, en tenant compte de l'augmentation **il faut compter un budget entre 15 000 et 20 000€ pour 2009.**

Ce budget prévisionnel comprend tout le matériel solaire, ainsi que la main d'œuvre.

En utilisant les données de SOLENER qui estiment que les capteurs allègent la facture d'énergie d'environ 1500€, il faudra donc compter une dizaine d'années pour amortir totalement le coût investi. L'entretien ne devrait pas dépasser 100€ tous les cinq ans pour le changement du liquide caloporteur.

Ainsi, la pose des capteurs garanti une rentabilité en matière d'énergie, sur du long terme, ceci est prouvé, et nous l'avons confirmé par nos résultats.

2) Aides et subventions

Pour favoriser la l'expansion des technologies propres de production d'eau chaude et de production d'énergies auprès du grand public et afin d'encourager le développement de l'énergie solaire, l'état et les régions ont mis en place des aides destinées aux particuliers et aux collectivités:

- Subventions
- défiscalisation (crédit d'impôt)

Les régions subventionnent les installations réalisées par des installateurs agréés Qualisol Millésime 2007, grâce à l'ADEME (voir l'attestation Qualisol de l'entreprise SOLENER en annexe). Pour relancer, durablement le marché des équipements solaires thermiques, contribuer à la structuration de l'offre et promouvoir la qualité des installations, l'état a mis en place le plan soleil. Ce plan permet notamment l'attribution d'une prime CESI (Chauffe-Eau Solaire Individuel) à tout particulier acquéreur d'un Chauffe Eau Solaire Individuel éligible et posé par un installateur adhérent à la charte Qualisol.

En Haute Normandie les subventions pour le solaire thermique sont les suivantes : Depuis le 01/01/05 toute habitation principale (quelle que soit son année d'achèvement) tous ceux qui s'équipent d'une installation thermique bénéficient d'un crédit d'impôt de 50%.

Pour les systèmes solaires combinés aux systèmes de chauffage, l'aide de la région est forfaitaire ; son montant est de 2 300 euros pour les équipements disposant d'une superficie de capteurs supérieure ou égale à 7 m² et conformes aux normes européennes.

Le département de **Seine Maritime** offre une aide de **1300 euros** pour les CESI et **1800 euros** pour les SSC (Système Solaire Combiné) sous conditions de revenus.

Certaines **communes ou communautés de communes** offrent également des aides.

3) Le label écologique



En plus de ces économies réalisées, il ne faut pas négliger l'aspect écologique : les capteurs solaires sont une source d'énergie naturelle. Ces installations sont de plus en plus nombreuses, et les clients apprécieront ce type de ressource. En effet, l'énergie solaire prouve que le camping se soucie de l'environnement et de l'écologie. Elle donnera un « plus » au camping, qui ne sera pas négligé par les clients. Les capteurs pourraient donc même avoir un impact sur la satisfaction de la clientèle et il pourrait attirer une clientèle, soucieuse de l'environnement. Il faut savoir que les gens sont de plus en plus responsables en matière d'écologie et qu'ils opteront d'avantage pour un camping fonctionnant à l'énergie solaire.

VIII- Les limites du projet

1) Les objectifs atteints

Notre objectif premier était de faire tout le nécessaire pour que notre dimensionnement ait une suite concrète. On souhaitait qu'il y ait des travaux par la suite qui soient réalisés. Nous étions conscients que pour cela il fallait un investissement conséquent de notre part. Nous partions sans aucune connaissance sur le thermique solaire, il fallait donc consacrer beaucoup de temps à ce projet.

Mais il a fallu revoir nos objectifs au fur et à mesure de notre avancement. Nous avons mis du temps à vraiment comprendre comment fonctionnait une installation solaire, du coup on a pris du retard dans l'étude du dimensionnement. On s'est aussi rendu compte que nous étions loin d'être professionnels, et donc qu'il y avait des subtilités que nous ne pouvions pas comprendre. Nous avons peut être un peu surestimé nos connaissances.

Cependant nous n'avons pas abandonné l'idée de rendre concret notre dimensionnement. Notre plus grande récompense serait la réalisation des travaux que nous avons simulés. C'est là que nous ai venu l'idée de contacter des entreprises pour faire un partenariat et apporter des connaissances de professionnels à notre projet. Nous avons donc contacté plusieurs experts en énergie solaire, mais seulement un était partant pour nous aider. C'est l'entreprise SOLENER qui a accepté de nous fournir des données très précieuses et de nous aider dans notre dimensionnement. M. EVAÏN s'est déplacé chez nous pour nous apporter des documents, des informations, des brochures et un devis.

Bien que ce « partenariat » soit arrivé un peu tard dans notre projet (à 20 jours de la soutenance), nous avons saisi l'occasion.

Il a fallu revoir tout notre rapport et remettre en question beaucoup de nos choix, comme le type de capteurs, mais ce fût très enrichissant.

2) Le travail en groupe

Ce projet est notre premier réel travail en groupe. Nous avons chacun déjà réalisé plus ou moins des travaux de groupe comme le projet informatique l'année dernière, mais c'était totalement différent. Dans ce projet, il a fallu beaucoup d'investissement, de démarche personnelle, et d'organisation. En effet, étant donné la taille du projet, il a fallu faire des plannings, planifié des objectifs toutes les semaines. Notre méthode était la suivante : nous nous rencontrions tous les mardis à l'INSA pour mettre en commun nos recherches personnelles. Une fois celle-ci analysées par le groupe on définissait des nouveaux objectifs pour la semaine suivante.

C'est ainsi que petit à petit, nous avons avancé dans notre projet. Les atouts du groupe résidaient dans son autonomie, ses initiatives, son dynamisme et sa bonne entente. Chacun a travaillé seul de chez lui sur un point spécifique du projet. Nous avons su prendre des décisions, et des initiatives comme se déplacer au camping ou encore contacter des professionnels. Les relations amicales que nous entretenions à l'INSA se sont transformées en relations professionnelles dès que l'on travaillait sur le projet de P6-3 : c'est pourquoi nous étions efficaces.

3) Les améliorations possibles

Des améliorations sont possibles au niveau de l'évaluation des besoins. Les données fournies par le camping concernant la consommation d'eau chaude sanitaire sont très imprécises. En effet nous avons comme seul repère la consommation d'eau mensuelle, eau chaude et froide confondues.

Il aurait fallu trouver d'autres données pour faire une estimation plus correcte. Mais le manque de temps a fait que nous nous sommes contentés de ces chiffres pour commencer le dimensionnement.

Par ailleurs, il aurait été intéressant de comparé plusieurs devis et plusieurs type d'installation. Mais aucune entreprise été motivée par le projet, car le commencement des travaux n'était pas sûr. Nous n'avions aucune promesse de la part de la mairie de Deville les Rouen. Et encore une fois le manque de temps à fait que nous sous sommes concentrés sur un seul type d'installation, celui qui convenait le mieux.

IX- Bibliographie

Liens Internet : Valides à la date du 02/06/2009

http://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur_solaire_thermique#Eau_chaude_solaire
http://www.ademe.fr/midi-pyrenees/a_2_05.html
<http://www.enersol.be/thermique.html>
<http://www.prochauffage.com/pageLibre000100f1.php>
<http://www.cstb.fr/>
<http://www.abricotech.com/solaire-thermique-2/solaire-thermique.html>
http://fr.ekopedia.org/Solaire_thermique
<http://www.econologie.com/>
<http://www.sungeoget.com/pièces-detachées---accessoires-solaires/cat-4.html>
http://www.solariis-normandie.com/index.php?page=le_solaire_en_normandie
<http://www.outilssolaires.com>
<http://www.thermomax.com>
<http://www.intersolar.de>
<http://www.soleris.fr>
<http://www.calsol.fr>
<http://www.tecsol.fr>



Documents :

Brochure SOLENER

Documents techniques Schüco fournies par SOLENER (confidentiels)

X- Annexes

LE RAPPORT DETAILLE FOURNI PAR SIMSOL

 SimSol Rapport détaillé	CSTB Route des Lucioles Boite Postale 209 - 06904 Sophia-Antipolis Cedex																																																																								
Méthode de calcul Les performances de l'installation solaire sont calculées à l'aide du logiciel SimSol V2.0 du CSTB, disponible sur le site internet : http://software.cstb.fr																																																																									
I. Projet Nom du projet : SimSol3 Date : 14/06/2009 Type d'installation : Echangeur primaire externe et appoint centralisé séparé.																																																																									
2. Données météorologiques Station météo : Rouen. Températures extérieures moyennes (°C): <table border="1"> <thead> <tr> <th>Janvier</th><th>Février</th><th>Mars</th><th>Avril</th><th>Mai</th><th>Juin</th><th>Juillet</th><th>Aout</th><th>Septembre</th><th>Octobre</th><th>Novembre</th><th>Décembre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.7</td><td>3.3</td><td>5.5</td><td>7.9</td><td>11.7</td><td>14.2</td><td>16.5</td><td>16.3</td><td>13.7</td><td>10.3</td><td>6.0</td><td>3.5</td> </tr> </tbody> </table> Irradiation solaire sur le plan horizontal (kWh/m ² jour): <table border="1"> <thead> <tr> <th>Janvier</th><th>Février</th><th>Mars</th><th>Avril</th><th>Mai</th><th>Juin</th><th>Juillet</th><th>Aout</th><th>Septembre</th><th>Octobre</th><th>Novembre</th><th>Décembre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.82</td><td>1.59</td><td>2.54</td><td>3.90</td><td>4.68</td><td>5.20</td><td>5.39</td><td>4.50</td><td>3.27</td><td>1.93</td><td>1.09</td><td>0.66</td> </tr> </tbody> </table> Température d'eau froide (°C): <table border="1"> <thead> <tr> <th>Janvier</th><th>Février</th><th>Mars</th><th>Avril</th><th>Mai</th><th>Juin</th><th>Juillet</th><th>Aout</th><th>Septembre</th><th>Octobre</th><th>Novembre</th><th>Décembre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.3</td><td>5.4</td><td>6.4</td><td>8.3</td><td>10.5</td><td>12.5</td><td>13.6</td><td>13.6</td><td>12.5</td><td>10.5</td><td>8.3</td><td>6.4</td> </tr> </tbody> </table>		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	2.7	3.3	5.5	7.9	11.7	14.2	16.5	16.3	13.7	10.3	6.0	3.5	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	0.82	1.59	2.54	3.90	4.68	5.20	5.39	4.50	3.27	1.93	1.09	0.66	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	5.3	5.4	6.4	8.3	10.5	12.5	13.6	13.6	12.5	10.5	8.3	6.4
Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre																																																														
2.7	3.3	5.5	7.9	11.7	14.2	16.5	16.3	13.7	10.3	6.0	3.5																																																														
Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre																																																														
0.82	1.59	2.54	3.90	4.68	5.20	5.39	4.50	3.27	1.93	1.09	0.66																																																														
Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre																																																														
5.3	5.4	6.4	8.3	10.5	12.5	13.6	13.6	12.5	10.5	8.3	6.4																																																														
3. Données sur la consommation d'eau chaude sanitaire Température de l'eau chaude sanitaire au départ de la distribution vers les utilisateurs: 55°C. Le besoin est défini par un profil détaillé mensuel. La consommation journalière de référence est estimée pour chaque mois, en litres/jour : <table border="1"> <thead> <tr> <th>Janvier</th><th>Février</th><th>Mars</th><th>Avril</th><th>Mai</th><th>Juin</th><th>Juillet</th><th>Aout</th><th>Septembre</th><th>Octobre</th><th>Novembre</th><th>Décembre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>92</td><td>251</td><td>476</td><td>381</td><td>425</td><td>828</td><td>3429</td><td>2143</td><td>533</td><td>453</td><td>117</td><td>49</td> </tr> </tbody> </table>		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	92	251	476	381	425	828	3429	2143	533	453	117	49																																																
Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre																																																														
92	251	476	381	425	828	3429	2143	533	453	117	49																																																														
 SimSol Rapport détaillé	CSTB Route des Lucioles Boite Postale 209 - 06904 Sophia-Antipolis Cedex																																																																								

4. Caractéristiques des composants solaires

Capteurs solaires :

Fabricant : Schüco
 Produit : Schücosol
 Laboratoire de test : CSTB
 n° d'avis ou rapport : 14+5/02-750
 Surface totale d'entrée : 10 m²
 Inclinaison : 25 °
 Orientation : 45 °
 Caractéristiques : $\eta = 0.73$
 $a_1 = 4.00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
 $a_2 = 0.00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Ballon solaire :

Volume total de stockage : 750 litres
 Nombre de ballons : 1 ballon(s)
 Volume de chaque ballon : 750 litres
 Epaisseur d'isolation : 50 mm
 Constante de refroidissement : 0.13 Wh/l.K.jour

5. Caractéristiques de l'installation

Boucle solaire :

Longueur aller et retour : 50 m
 Longueur extérieure : 20 m
 Diamètre extérieur des tuyaux : 34 mm
 Coefficient de déperditions linéique : 0.09 W/m.K
 Débit : 1000 l/h
 Coefficient de transfert thermique (échangeur) : 2 kW/K

Ballon d'appoint :

Volume total de stockage : 500 litres
 Nombre de ballons : 1 ballon(s)
 Volume de chaque ballon : 500 litres
 Epaisseur d'isolation : 60 mm
 Constante de refroidissement : 0.62 Wh/l.K.jour

Appoint :

Type : Mixte (hydraulique et électrique)
 Nombre de générateurs hydrauliques : 1
 Type : gaz, standard (sans veilleuse)
 Puissance nominale : 30.0 kW

Boucle de distribution :

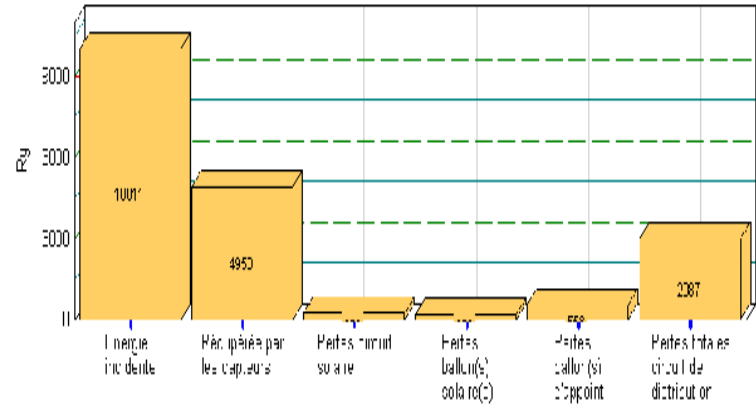
Longueur aller et retour : 60 m
 Diamètre extérieur des tuyaux : 28 mm
 Coefficient de déperditions linéique : 0.16 W/m.K

6. Résultats des calculs

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
Besoins en ECS à 55° (kWh)	164	404	831	618	679	1225	5106	3191	789	724	190	86	14007
Production solaire (kWh)	47	117	288	316	402	529	840	672	327	231	56	18	3843
Couverture solaire des besoins en ECS (%)	29	29	35	51	59	43	16	21	41	32	29	21	27
Pertes circuit de distribution (kWh)	253	229	254	245	254	246	253	254	246	254	245	254	2987
Taux de couverture des pertes (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energie appoint hydrau. et élec. (kWh)	515	617	927	668	649	1088	5030	3160	829	872	454	399	15208

7. Bilan énergétique

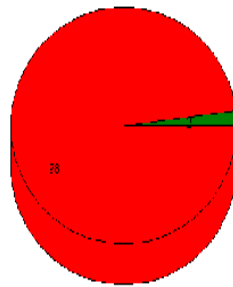
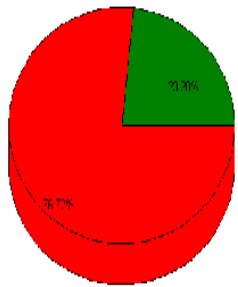
Répartition de l'énergie dans le système



8. Pompes et appoints

Pompage du circuit solaire pour toute la période simulée

Appoint: temps de marche moyen pour toute la période simulée

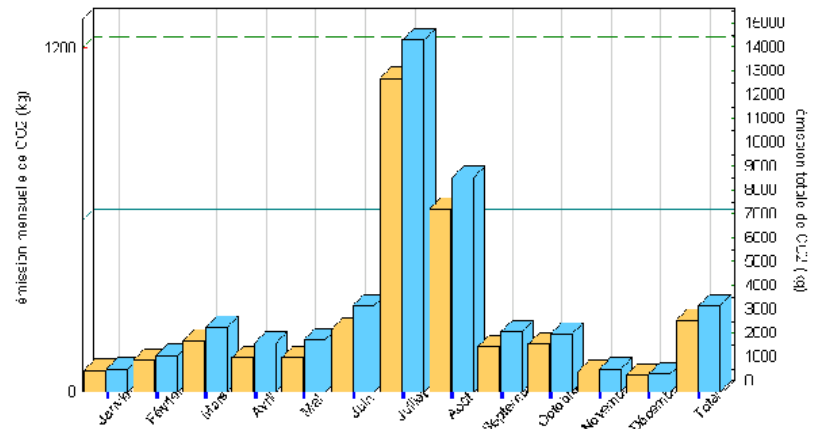


Temps de marche (vert) / Temps d'arrêt (rouge)

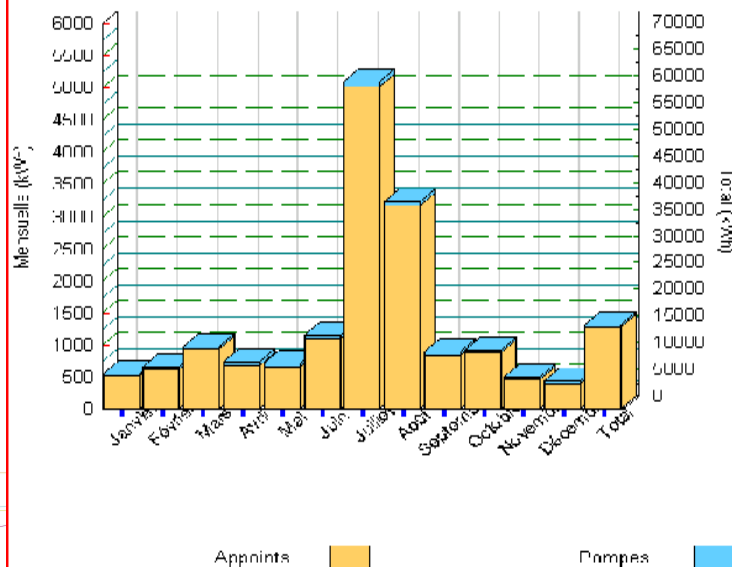
Consommation des pompes et des appoints

9. Bilan environnemental

CO2 évités



Consommation des pompes et des appoints



DEVIS DE L'ENTREPRISE SOLENER



Com B.

Devis

Numéro : DEV / 0616
Date de validité : 08/07/2007

Adresse du chantier

Adresse de facturation

Descriptif des travaux

Numéro	Description	Qté	Unité	PV HT	% Rem.	Montant HT	TVA
1	Schücosol WH4 / 750 -AL bronze (10 m2) ←						
1.1	Mains d'oeuvre						
1.1.1	Forfait pose kits solaire chauffage / ECS	1.00	H	1 750.00		1 750.00	5.50
	TOTAL Mains d'oeuvre					1 750.00	
1.2	Contenu KIT solaire Schücosol WH4 / 750 -AL bronze						
1.2.1	Capteurs Schücosol.1 AL bronze	4.00	U	1 105.00		4 420.00	5.50
1.2.2	Kit raccord capteur 1	1.00		108.00		108.00	5.50
1.2.3	Kit raccord entre deux capteurs	3.00		14.00		42.00	5.50
1.2.4	Ballon mixte ST 750 Station solaire intégrée	1.00	U	3 840.00		3 840.00	5.50
1.2.5	Vase d'expansion 25L ←	1.00	U	97.00		97.00	5.50
1.2.6	Support mural pour vase	1.00	U	33.00		33.00	5.50
1.2.7	Fléxible de raccordement	1.00	U	21.00		21.00	5.50
1.2.8	Mélangeur d'eau chaude	1.00	U	61.00		61.00	5.50
1.2.9	Raccord pour Mélangeur	1.00		10.00		10.00	5.50
1.2.10	Fluide caloporteur 20L	2.00	U	69.00		138.00	5.50
1.2.11	Régulateur DUO	1.00	U	255.00		255.00	5.50
1.2.12	Intégré N-w Al brun	1.00	P	590.00		590.00	5.50
1.2.13	Extension 1 ID-w/n Al brun	1.00		253.00		253.00	5.50
1.2.14	Rail de base pour montage intégré	1.00	P	58.00		58.00	5.50
1.2.15	Kit de supports extension	4.00	P	20.00		80.00	5.50
1.2.16	Kit collier bitube	2.00	U	19.00		38.00	5.50

Numéro	Description	Qté	Unité	PV HT	% Rem.	Montant HT	TVA
1.2.17	Tubes jumelés 25	1.00	P	653.00		653.00	5.50
1.2.18	Raccord double	1.00	U	24.00		24.00	5.50
1.2.19	Groupe de sécurité	1.00	U	110.00		110.00	5.50
1.2.20	Raccord R 3/4 * 15	1.00	P	18.00		18.00	5.50
TOTAL Contenu KIT solaire Schücosol WH4 / 750 -AL bronze						10 849.00	
TOTAL Schücosol WH4 / 750 -AL bronze (10 m2)						12 599.00	

Devis gratuit

Taux	Base	Montant
0.00	0.00	0.00
5.50	12 599.00	692.95
19.60	0.00	0.00

Garanties:

Poêles: 2 ans pièces (constructeur)
 Chaudières:
 Corps de chauffe: 5 ans (constructeur)
 Pièces inox du foyer: 2 ans (constructeur)
 Pour le reste: 1 ans (constructeur)
 Solaire:
 Capteurs: 10 ans (constructeur)
 Ballon: 5 ans (constructeur)
 Station et régulation: 2 ans (constructeur)
 Installation:
 Décennale (SMA-BTP)

Total HT	12 599.00
Postes Complémentaires	0.00
Total HT Net	12 599.00
TVA	692.95
Total TTC	13 291.95
Acompte	3 900.00
Net à payer	9 391.95 €

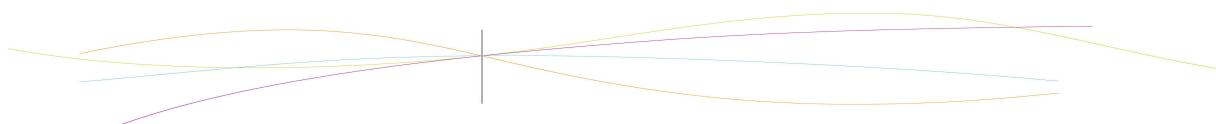
Taux de TVA à 5.5% pour les logements achevés depuis plus de 2 ans.
 Les présents devis sont établis sur la base des taux de TVA en vigueur à la date de remise de l'offre, toute variation sera répercutée sur ces prix.

Je soussigné M, déclare accepter le présent devis. Je reconnais avoir reçu ce jour un exemplaire du présent devis


Pour l'entreprise (signature et cachet)

Pour le client (signature précédée de la mention : Lu et approuvé, bon pour accord)

A.....Le.....



L'ATTESTATION QUALISOL DE L'ENTREPRISE SOLENER



Energies renouvelables

ATTESTATION

SARL SOLENER
21 rue grand pont
76000 rouen
France


**Entreprise titulaire de l'appellation
Qualisol millésime 2009**
engagée dans une démarche qualité pour l'installation
des chauffe-eau solaires individuels.

Club Qualisol Combi millésime 2009
engagée dans une démarche qualité pour l'installation
des systèmes solaires combinés.

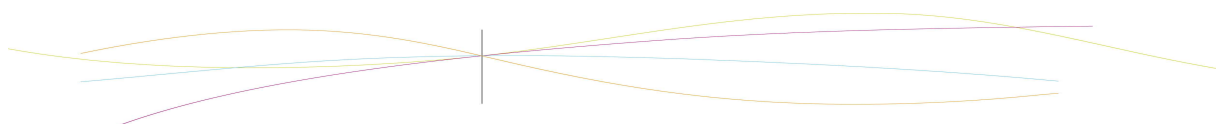
Numéro Qualisol : QS/27505/2009/COMBI

Toutes les coordonnées de cette entreprise sur www.qualisol.org,
rubrique "Liste des installateurs"

Association Qualité Energies Renouvelables
Siège social : 37 rue La Fayette
75008 PARIS
SIRET 489 907 360 00015



Qualisol est une appellation gérée par Quali'EnR.
Qualisol est une marque déposée le 10 avril 2007 par Quali'EnR à l'INPI Paris, sous le N° National 07 3 493 580.



LA CHARTE QUALISOL

L'entreprise adhérente de la charte QUALISOL souscrit l'engagement volontaire de se conformer à des principes de qualité du service rendu au client de ces équipements.

Le signataire certifie qu'il respectera les engagements qui constituent les "10 points solaires" de la charte:

- 1- Il possède les compétences professionnelles nécessaires, acquises par la formation initiale ou continue, et par une pratique confirmée. Il est à jour de ses obligations sociales et fiscales, et dispose des assurances professionnelles couvrant les prestations qu'il assure,
- 2- Il préconise des matériels solaires sélectionnés par l'ADEME, conformes aux listes qu'elle établit et actualise, et assure le relais des informations, brochures et documents que l'ADEME diffuse,
- 3- En amont, il assure auprès du client un rôle de conseil, l'assiste dans le choix des solutions les mieux adaptées à ses besoins, compte tenu du "gisement solaire" local, des contraintes du site, de la taille du foyer, et des énergies d'appoint disponibles,
- 4- Après visite sur site, il soumet au client un devis descriptif écrit, détaillé et complet, de l'installation solaire qu'il propose, en fixant un délai de réalisation, des termes de paiement, et des conditions de garantie (minimum : deux années, et décennale en cas de matériel incorporé au bâti),
- 5- Il informe précisément le client sur les démarches nécessaires, relatives en particulier aux déclarations préalables de travaux, aux conditions d'octroi des primes de l'ADEME et autres organismes, et aux incitations fiscales en vigueur,
- 6- Une fois l'accord du client obtenu (devis cosigné), il réalise l'installation commandée dans le respect des règles professionnelles, normes et textes réglementaires applicables, selon les prescriptions de l'Avis Technique du matériel prévu, et les spécifications particulières des fournisseurs,
- 7- Il règle et met en service l'installation, puis procède à la réception des travaux en présence du client. Il lui remet notices et tous documents relatifs aux conditions de garantie et d'entretien/maintenance du CESI,
- 8- Il remet sans délai au client une facture détaillée et complète de la prestation, conforme au devis, et lui fournit l'attestation signée dont celui-ci a besoin pour faire valoir ses droits aux primes et aides fiscales,
- 9- En cas d'anomalie ou d'incident de fonctionnement de l'installation signalé par le client, il s'engage à intervenir sur le site dans des délais rapides, et procède aux vérifications et remise en état nécessaires, dans le cadre de la garantie biennale.
- 10- Sur simple notification de l'ADEME, il se soumet à toute opération de contrôle que l'ADEME ou son mandataire souhaiterait effectuer, aux fins d'examiner les conditions de mise en œuvre et de réalisation des prestations.

