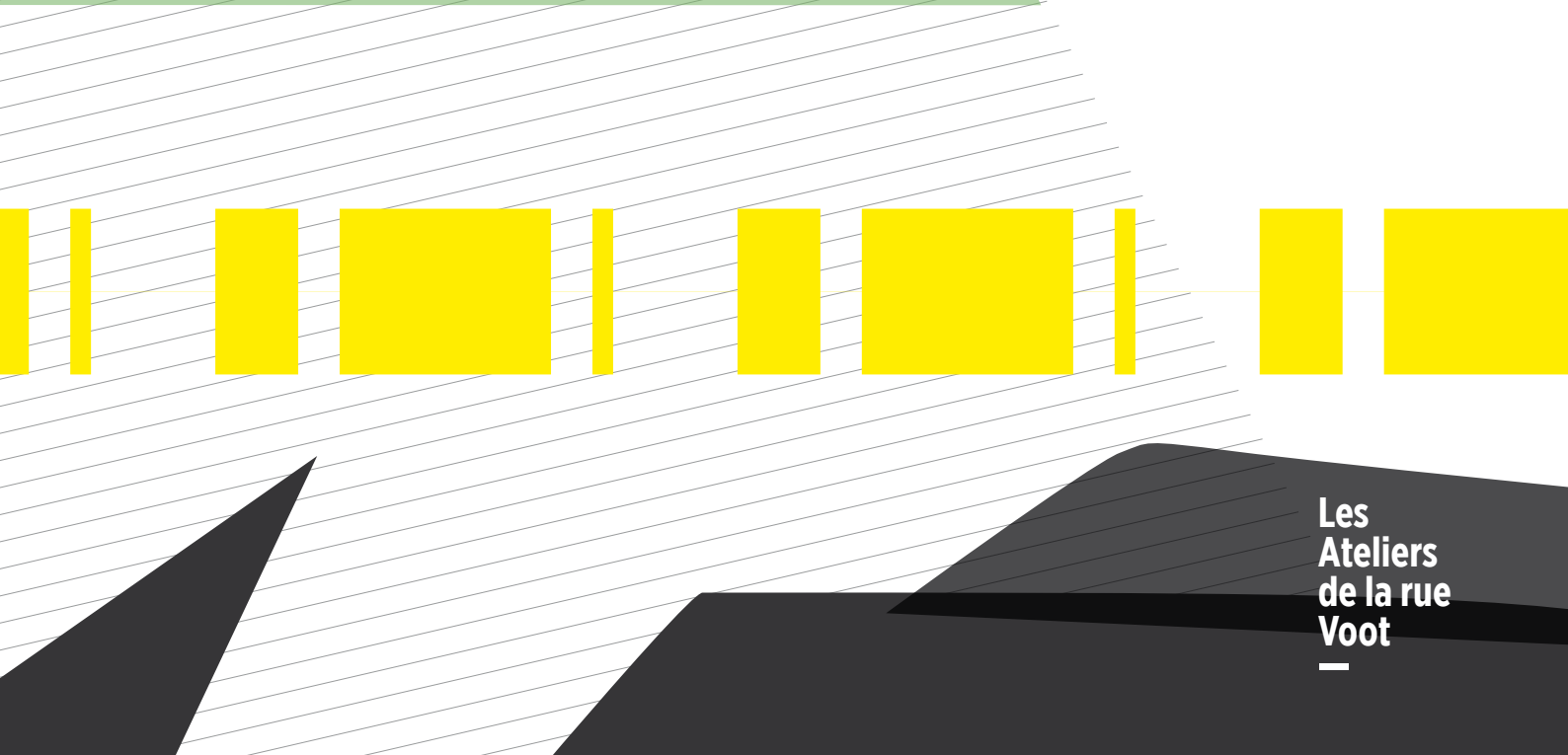




vade-mecum

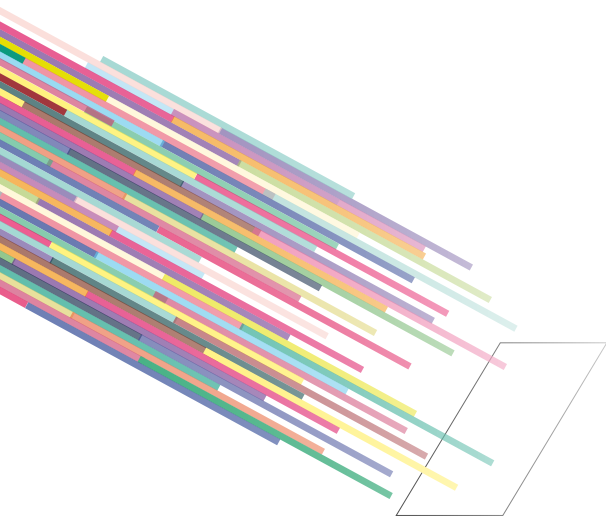
auto-construction de panneaux solaires thermiques



Les
Ateliers
de la rue
Voot
—

sommaire

| | |
|--|----|
| La cerise sur le gâteau | 4 |
| 1. Apport solaire en Belgique | 5 |
| 2. Conditions favorables | 6 |
| 3. Dimensionnement et rentabilité | 7 |
| 4. Primes et démarches | 9 |
| 5. Aspects techniques d'un chauffe-eau solaire (CES) | 9 |
| -- Les capteurs solaires | 9 |
| -- Stockage et circuit hydraulique | 11 |
| 6. Capteurs photovoltaïques (PV) | 18 |
| 7. Les chantiers participatifs | 20 |
| 8. Projets collectifs | 20 |
| Les Ateliers de la rue Voot : un atelier d'auto-construction de panneaux solaires | 22 |



introduction

C'est à force de créativité, de complicité et d'obstination que nous portons le projet des Ateliers de la rue Voot depuis plus de 40 ans.

Ici, des artistes, des mécaniciens, des animateurs, des bénévoles, des participants, des amateurs, des artisans, des poètes, des jeunes et des moins jeunes partagent la conviction qu'ensemble ils peuvent (doivent ?) contribuer à construire une société plus juste, plus responsable, plus solidaire, plus ouverte.

Ici aussi, nous avons toujours lié de manière intime, création, art, expression et responsabilité sociétale. C'est, affirmons-le, ce qui fonde les Ateliers de la rue Voot et c'est pour ça que les enjeux liés à la transition écologique et à la mobilité ont d'emblée été inscrits dans notre projet global, faisant se côtoyer par exemple des ateliers de mécanique vélo avec des ateliers de cinéma documentaire, des ateliers d'auto-construction de panneaux solaires avec des ateliers de modèle vivant.

Pour en attester rappelons que dès 1974 nous mettons sur pied un atelier participatif de mécanique vélo, qu'en 1980 naissait l'atelier techniques solaires et en 2005 le parcours Futur futé, que depuis 2014 nous hébergeons le Repair Café de Woluwe-Saint-Lambert, qu'en 2015 nous avons initié le projet Un vélo pour 10 ans et en 2019, No Bike to Waste.

Notre atelier techniques solaires trouve pour partie sa raison d'être en ce qu'il constitue une proposition nous rappelant "que le soleil est le fournisseur d'énergie majeur de l'humanité et que nous ne pouvons exploiter cette ressource sans garantir respect et protection de la nature". *

Parce qu'il en allait de notre avenir, Jean Motllo a mené cet atelier avec conviction et l'a porté comme un engagement pendant plus de 40 ans.

Ce vade-mecum est le fruit de toute son expérience accumulée au cours d'ateliers pratiques et de chantiers participatifs. Il aborde les deux types de panneaux solaires, thermiques et photovoltaïques.

Nous croyons qu'il constitue un outil déterminant pour tout qui souhaiterait franchir le pas du solaire, se lancer dans un projet concret et devenir un acteur responsable !

Marina Cox
directrice des Ateliers de la rue Voot

* Dominique Baecke, *Vade-mecum techniques solaires*, première édition, 2008

la cerise sur le gâteau

De quoi parlons-nous lorsque nous évoquons les panneaux solaires ?

Deux types de panneaux solaires sont connus du grand public, les **thermiques** et les **photovoltaïques**. Les premiers permettent la production d'eau chaude à des fins essentiellement sanitaires, les seconds produisent de l'électricité. Il s'agit de ne pas confondre les deux concepts. Si leurs usages sont différents, ils sont parfaitement complémentaires et toujours bénéfiques pour notre environnement.

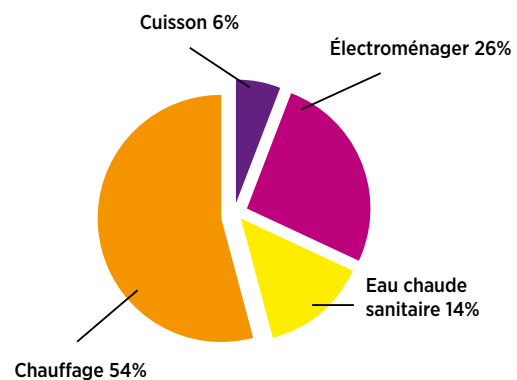
Connaître sa consommation !

Il est probable que lorsque vous faites l'acquisition d'une voiture, vous vous préoccupez - pour des raisons écologiques et/ou économiques - de sa consommation en carburant. Il est moins fréquent que l'on aborde la consommation énergétique globale d'une habitation, celle-ci est donc moins connue bien que son impact soit particulièrement important.

S'il fallait simplifier notre discours, nous dirions que l'action la plus efficace que l'on puisse mener dans un premier temps doit porter sur l'enveloppe de la maison, son isolation. Le gisement d'économies y est déterminant. Envisager l'installation de panneaux solaires thermiques est certes important mais ne concerne qu'une part des consommations énergétiques domestiques.

Comme le démontre le graphique ci-contre, nous pouvons considérer que les parts de consommation électrique et d'eau chaude sanitaire comptabilisent quasiment 50% des consommations énergétiques d'un ménage. Il s'agit d'une moyenne et chaque situation est particulière, les parts des consommations varient en fonction des besoins, des équipements et des comportements.

Répartition de la consommation énergétique d'un ménage moyen en Région de Bruxelles-Capitale (hors déplacements)



Il est à noter que l'on parle ici de répartition des consommations (pouvant être comparées en utilisant l'unité commune du kilowatt/heure) et non des parts en terme de budget, chaque énergie ayant un prix distinct.

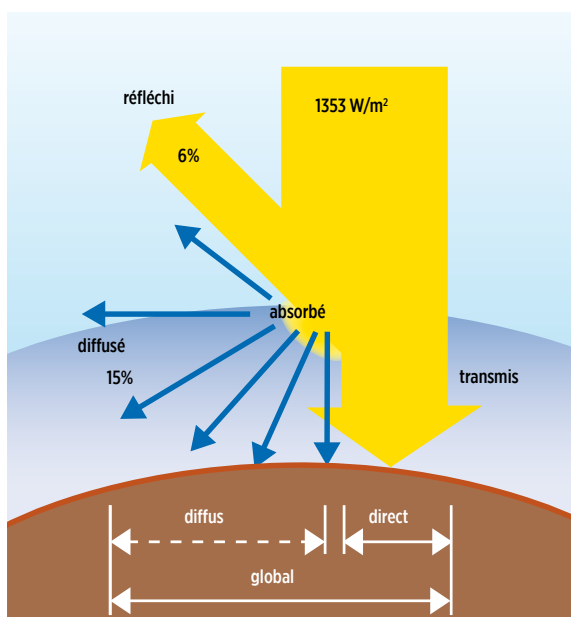
1 - Apport solaire en Belgique

le rayonnement solaire

Le soleil est l'étoile la plus proche de la terre (150 millions de kilomètres). Il génère une réaction nucléaire en chaîne dégageant une énorme puissance nous parvenant sous forme de rayons d'ondes électromagnétiques dont le spectre va des ultraviolets aux infrarouges.

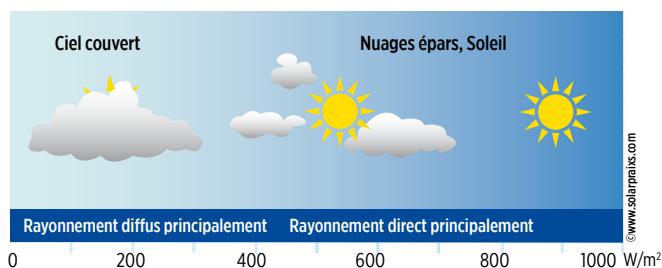
| | | |
|---------------------------------|----------|------|
| U.V. | visibles | I.R |
| 0,2 0,38 | 0,76 | 3 μm |
| micromètre (10 ⁻⁶ m) | | |

Cela correspond à l'émission d'un corps noir chauffé à 5500 °C. Si nous pouvions nous placer à la limite de l'atmosphère (à 2500 km de la surface terrestre) nous pourrions capter une puissance solaire de 1353 W/m² (Watt/m²). Nous appelons cela la **constante solaire**. Au niveau du sol, nous n'aurons plus qu'une puissance maximale de 1000 W/m² réellement mesurée en été et par temps clair, le soleil étant alors à sa hauteur maximale.



Maximum 1000 W/m² au niveau du sol, 60% du rayonnement étant sous forme diffuse.

le rayonnement solaire en fonction de la météo



énergies captées

L'énergie solaire est récupérable par ciel clair et dégagé, on parlera alors de rayonnement **direct**.

Il est à noter qu'un ciel même légèrement couvert donne une impression de grande luminosité. Il s'agit là de l'énergie du soleil rediffusée par les nuages. On parlera alors de rayonnement **diffus**. Ces deux conditions sont favorables au fonctionnement des capteurs solaires.

La somme des rayonnements **directs** et **diffus** est appelée **rayonnement global**.

Si nous totalisons l'énergie reçue par une surface au sol de 1 m² durant un an nous atteindrons 1000 kWh/an/m² dont 60% sous forme de rayonnement diffus.

Cette énergie annuelle est plus ou moins importante selon les saisons.

| | | |
|--------------------------|----------------|----------------------------------|
| Période hivernale | 250 kWh | du 15 octobre au 15 avril |
| Période estivale | 750 kWh | du 15 avril au 15 octobre |

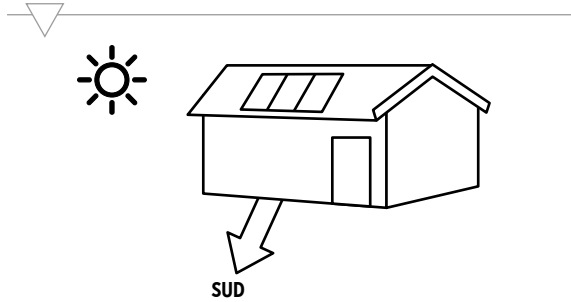
répartition de la puissance solaire (spectre)

| Spectre | Ultraviolet | Visible | Infrarouge proche |
|-----------|-------------|---------|-------------------|
| Puissance | 3% | 42% | 55% |

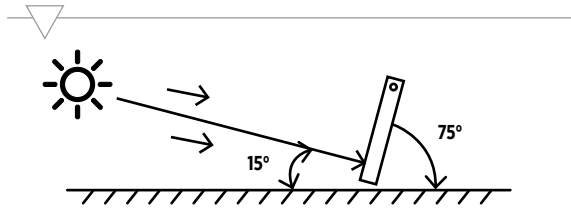
2 - Conditions favorables

orientation des capteurs solaires

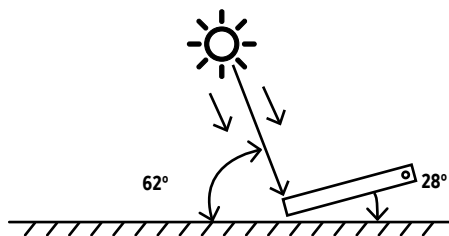
Choisir le versant du toit le plus au sud possible. Une marge de 30° vers l'est ou l'ouest est cependant acceptable.



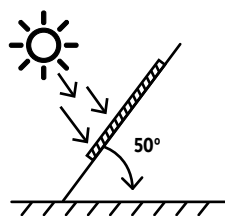
L'angle d'inclinaison des capteurs peut varier de 30° à 80°. La position du soleil dépend de la saison. Dans nos illustrations, les relevés d'angle sont établis à midi solaire, le soleil est alors à sa hauteur maximale de la journée.



Hiver, le soleil est au plus bas (solstice le 21 décembre).
Position idéale pour le chauffage de bâtiment



Été, le soleil est au plus haut (solstice le 21 juin).
Position idéale pour le chauffage de piscine extérieure



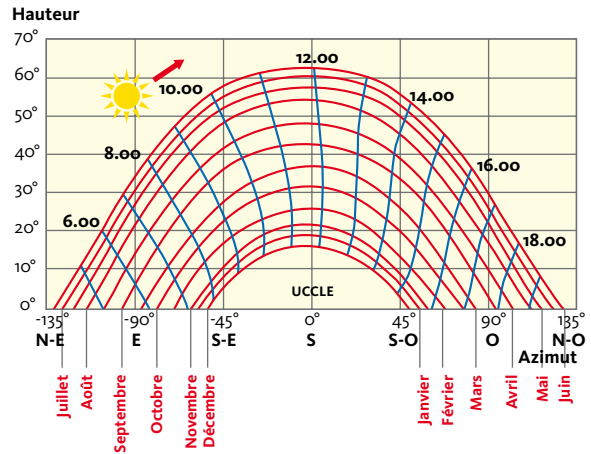
Ainsi le capteur orienté au sud
recevra une énergie annuelle
de +/- 1300 kWh/m².

Printemps : équinoxe le 21 mars
Automne : équinoxe le 21 septembre

Pour obtenir de l'eau chaude solaire durant toute l'année il s'agit de favoriser l'entre-saison, l'angle optimal valant 50° (soit la latitude du lieu).

diagrammes solaires

Course apparente du soleil pour chaque mois, en fonction de l'heure



Ce diagramme représente la course apparente du soleil dans le ciel. Il nous donne trois informations :

- **L'angle d'azimut :**
il indique le lever et le coucher du soleil.
- **La hauteur du soleil donnée en degrés :**
il s'agit de l'angle d'incidence formé par les rayons du soleil avec le sol.
- **Les heures solaires :**
lorsqu'il est midi solaire (12.00), le soleil est à sa hauteur maximale, à cet instant il est au sud.

EXEMPLE

La course du soleil au 21 juin : à 4:00, il se lève au NE (-135°).
À midi, il fait un angle de 62° avec le sol et, à 20:00, il se couche au NO (135°).

Midi solaire à Uccle

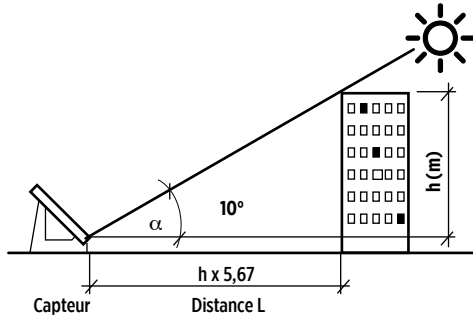
En hiver : 12:45 (sur la montre)
En été : 13:45 (sur la montre)

Pour les bâtiments situés en Région bruxelloise, découvrez le potentiel solaire de votre toit, ainsi que le coût et les gains pour des panneaux photovoltaïques ou un chauffe-eau solaire : carte solaire de la Région de Bruxelles-Capitale.

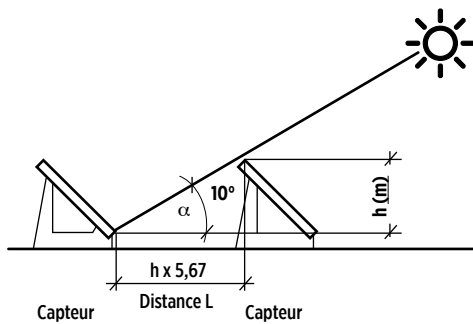
<https://environnement.brussels>

ombres portées

En hiver, pour éviter les ombrages, il faudra veiller à laisser une distance de recul de 5,67 fois la hauteur de l'obstacle.

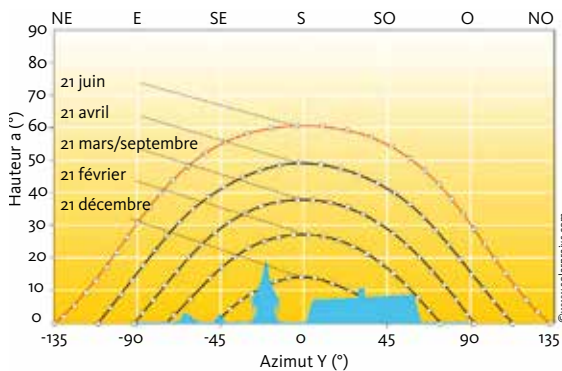


$$L = h / \text{tangente } \alpha$$



$$L = h / \text{tangente } \alpha$$

Ce graphique illustre les probabilités d'ombrage et son amplitude en fonction des saisons



3 - Dimensionnement et rentabilité

Calcul de dimensionnement d'une installation solaire destinée à chauffer 200 litres d'eau à 50 °C (famille de 4 personnes).

Paramètres : exemple d'une journée ensoleillée de l'entre-saison (avril ou septembre).

Capteurs orientés au sud
Inclinaison : 40°
Rendement journalier de l'installation : 50%
Température de l'eau de distribution : 10 °C
L'énergie solaire moyenne reçue par m² durant le mois d'avril est de **138 kWh/m²** (référence : Uccle)

Calcul : énergie à fournir pour élever les 200 litres à 50 °C à partir des 10 °C initiaux.

Base de calcul

- * 1 kcal élève de 1 °C 1 litre d'eau
- * 1000 kcal = 1,16 kWh
- * 1 kWh = 860 kcal (kilo calories)

$$200 \times (50 - 10) = 8\,000 \text{ kcal.}$$

$$\text{Exprimé en kWh : } \frac{8\,000 \times 1,16}{1000} = \mathbf{9,28 \text{ kWh}}$$

$$1 \text{ m}^2 \text{ de capteurs solaires fournira}$$

$$\frac{138 \text{ kWh} = 4,6 \text{ kWh} \times 50\%}{30 \text{ jours}} = \mathbf{2,3 \text{ kWh}}$$

Pour élever les 200 litres d'eau à 50 °C, il faut fournir 9,28 kWh.
Le nombre de m² de capteurs à installer est de

$$\frac{9,28}{2,3} = 4,03 \text{ m}^2.$$

2,3

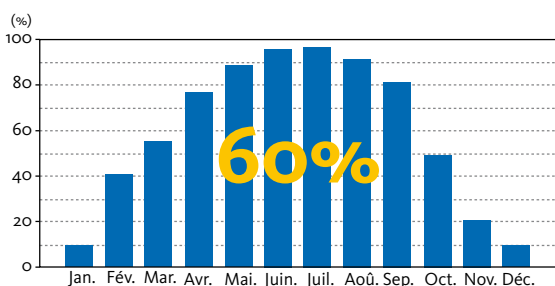
Une installation de 200 litres comptant 4 m² de capteurs sera donc autonome pour chaque journée d'ensoleillement d'avril à septembre.

1 m² de capteurs par personne (prévoir un stockage de 50 litres par m²).

couverture solaire

Contrairement à une idée répandue, le soleil est bien présent en Belgique! Un CES (chauffe-eau solaire) correctement dimensionné produira environ 60% des besoins en eau chaude d'un ménage. En effet, son rayonnement (direct et diffus) sur l'ensemble de l'année est loin d'être négligeable. Cet apport annuel est nommé "couverture solaire".

Production d'eau chaude



Ce graphique montre la proportion entre la production d'eau chaude sanitaire solaire et la production faite avec l'énergie d'appoint (100% représente ici les besoins en eau chaude). Chaque colonne correspond à la production solaire mensuelle. Si on les additionne et que l'on divise la somme par 12 mois, on obtient la couverture solaire. Dans ce cas 60% des besoins en eau chaude annuels sont produits grâce à l'énergie solaire.

Énergie et rejets économisés

Un chauffe-eau solaire familial standard réduit annuellement votre consommation d'énergie de **1781 kWh** et évite le rejet de CO₂ de **500 kg**



Soudage



Assemblage



Pose de la vitre



4. Primes et démarches

La Région de Bruxelles-Capitale propose une série de primes incitant la pose de panneaux.

Vous trouverez tous les détails techniques et financiers dans le guide des primes disponible sur leur site internet.

Ces primes sont généralement mises à jour annuellement.

Bon à savoir, il existe souvent des primes communales.

Pour toute demande d'information, de documentation ou question relative au traitement de votre demande de prime :

- **Bruxelles Environnement**
Service Info au 02 775 75 75
info@environnement.brussels
www.environnement.brussels

prescriptions urbanistiques

Le permis d'urbanisme n'est pas nécessaire si :

- les capteurs sont placés dans le plan de la toiture
- le versant utilisé n'est pas situé dans le périmètre de protection d'un bien classé
- pas de débordement de la toiture

Toujours se référer au règlement communal

planning à titre d'exemple

- Évaluer la pertinence d'une installation (orientation, pente, ombrage, dimensionnement).
- Vérifier les prescriptions urbanistiques auprès du service communal concerné
- Recherche d'un installateur (voir liste sur www.apere.org ou d'une marque ou www.environnement.brussels)
- Établissement de devis comparatifs
- Éventuelle visite chez un conseiller (dont les Ateliers de la rue Voot)
- Installation
- Envoi du dossier de demande de prime régionale et de prime communale

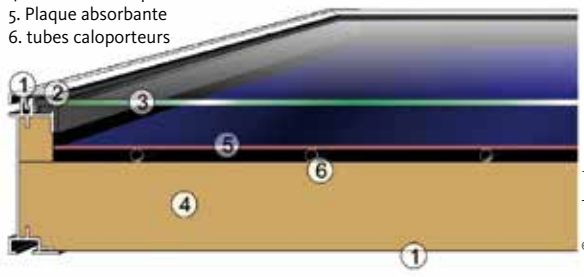
5. Aspects techniques d'un chauffe-eau solaire (CES)

LES CAPTEURS SOLAIRES

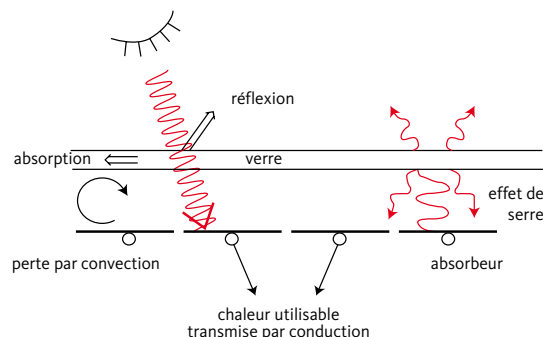
Un capteur solaire est un des éléments constituant un chauffe-eau solaire. On parle alors de CES (chauffe-eau solaire).

capteurs plan

1. Boîtier
2. Joint d'étanchéité
3. Couvercle transparent
4. Isolant thermique
5. Plaque absorbante
6. tubes caloporteurs



ÉCHANGES THERMIQUES DANS UN CAPTEUR SOLAIRE



Le vitrage n'absorbe que faiblement le rayonnement solaire de faible longueur d'onde (0,3 à 3 micromètres) il transmet donc un maximum d'énergie vers l'absorbeur.

- Transmission d'un verre de 4 mm d'épaisseur : 86% (14% pertes)
- Des verres pauvres en oxyde de fer généralement utilisés dans la fabrication de serres (verre horticole) transmettent 91% (9% pertes)

La plupart des capteurs sont équipés de verre à haute transmission lumineuse (jusqu'à 95%). Le rayonnement solaire se transforme en chaleur au contact de la surface noire appelée absorbeur. La plupart des capteurs ont un coefficient d'absorption de 95%.

L'absorbeur s'échauffe et transmet au fluide caloporteur une grande partie de l'énergie solaire. Les absorbeurs actuels sont en cuivre ou en aluminium car ces matériaux ont de bons coefficients

de conductibilité (valeur λ transfert thermique par conduction) (bons conducteurs de chaleur).

L'absorbeur étant un corps noir, il va réémettre vers le vitrage un rayonnement infrarouge de **grandes longueurs d'ondes** selon la température de l'absorbeur.

Tout vitrage est opaque aux grandes longueurs d'ondes, c'est-à-dire qu'il ne laissera pas passer les rayonnements I.R. (infrarouge) mais les absorbera.

Le verre s'échauffera ensuite et rayonnera sur les deux faces. De la chaleur absorbée, la moitié sera récupérée par l'absorbeur, l'autre sera perdue.

Ce phénomène est appelé **"effet de serre"**.

Remarque : les absorbeurs actuels sont sélectifs, c'est-à-dire que la réémission des I.R. vers le vitrage est fortement diminuée du fait du traitement de la plaque noire. La qualité d'un absorbeur sélectif est liée à un coefficient d'émission faible (de l'ordre de 5%).

Afin de limiter les pertes par convection entre absorbeur et vitrage la distance optimale entre ces deux composants sera de 28 mm.

COURBE DE RENDEMENT

La courbe de rendement d'un capteur est le reflet des paramètres de sa construction (vitrage, absorbeur, isolation...). Le rendement d'un capteur solaire est fonction des paramètres d'utilisation.

- Température du capteur
- Température extérieure
- Puissance solaire (G en W/m^2)

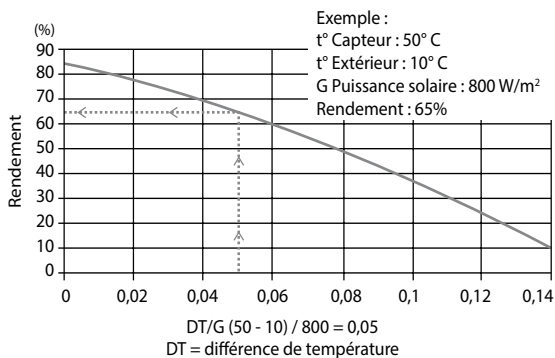
Le rendement de conversion n'est donc pas constant.

Si la température du capteur est proche de la température extérieure, le rendement est maximal. C'est le rendement à l'origine appelé $\eta_0 = 83,6\%$.

Si la température du capteur est élevée par rapport à l'extérieur, le rendement diminue, un rendement courant en CES est de $\eta_{0,05} = 65\%$.

Dans les mêmes conditions de température mais avec un faible ensoleillement ou en fin de journée quand le soleil se couche, le rendement du capteur devient très faible. L'installation sera alors mise à l'arrêt par le système de régulation.

Capteur plan



Source: ESE

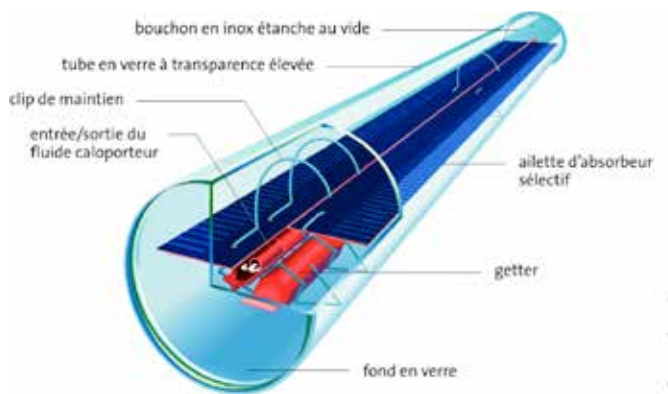
On voit que le rendement diminue lorsque la température dans le capteur augmente vis-à-vis de la température extérieure (DT). Le rendement diminue aussi avec la diminution de la puissance solaire (G).

Certains fabricants expriment, via une formule, le rendement de leur capteur.

Exemple : capteur marque ESE,
 $\eta = 0.836 - 2.88 DT / G - 0.0237 DT^2 / G$

La formule comprend trois termes: perte optique – perte thermique du 1^{er} et 2^d degré – $K1$ et $K2$

capteur à tube sous vide



Les capteurs sous vide offrent un meilleur rendement lorsque les conditions climatiques sont plus rudes.

- faible ensoleillement
- température extérieure basse

Le vide d'air dans les tubes élimine les pertes par convection présentes dans un capteur plan.

On pourra les utiliser pour les installations de chauffage solaire. On aura recours aux tubes sous vide pour des applications nécessitant de l'eau très chaude ($80^\circ C$)

- industrie alimentaire,
- brasserie
- système de refroidissement par absorption (conditionnement d'air en été)

Étant plus chers, ils sont peu utilisés pour le chauffage de l'eau sanitaire.

Trois types existent sur le marché

- capteur sous vide à circulation de liquide antigel (à flux direct)
- capteur sous vide à caloduc (heat pipe)
- CPC (concentrateur parabolique composé)

Les deux premiers types peuvent être placés à l'horizontale ou sur une façade, chaque tube pouvant pivoter sur son axe (avant fixation définitive).

L'orientation de chaque ailette vers le sud est rendue possible comme une persienne vénitienne.

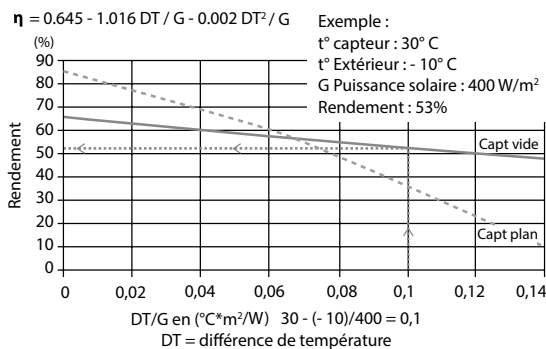
EXEMPLE D'INSTALLATION

Tubes à caloduc



COURBE DE RENDEMENT

Capteurs sous vide (CPC)



STOCKAGE ET CIRCUIT HYDRAULIQUE

le réservoir

L'énergie solaire permet une accumulation lente qui s'effectue tout au long de la journée, contrairement à un chauffe-bain au gaz qui est de type "instantané".

De plus, si l'on veut de l'eau chaude après le coucher du soleil ou le lendemain matin, celle-ci devra être stockée dans un réservoir bien isolé.

Le réservoir sera placé verticalement pour permettre la stratification de l'eau. Cette position permet à l'eau chaude d'être stockée dans le haut du réservoir et offrir une faible surface de contact avec les couches d'eau plus froides situées dans le bas.

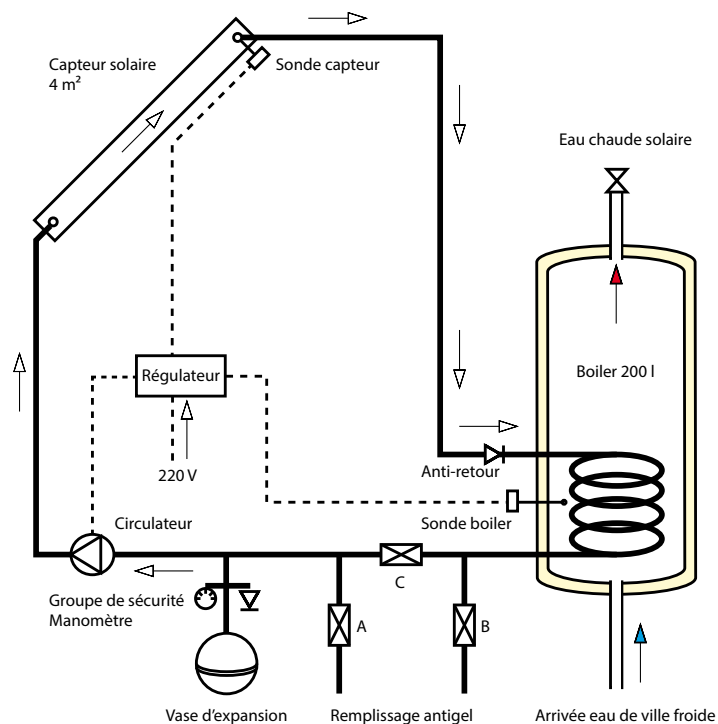
L'eau froide sanitaire entrera dans le bas du réservoir tandis que l'eau chaude sera puisée en partie haute, l'échangeur sera situé dans la moitié inférieure.

Le réservoir sera en acier émaillé ou en acier inoxydable (le cuivre, à cause de sa trop bonne conduction nuit à la stratification de l'eau). Un ballon en acier émaillé (double émaillage) étant sujet à la corrosion, il sera équipé d'un dispositif permettant de limiter la corrosion (anode de corrosion).

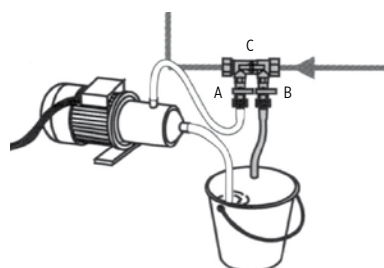
Ce dispositif doit être vérifié tous les deux ou trois ans environ. Un ballon en acier inoxydable (inox 316 titane) ne nécessite par contre pas de surveillance mais coûte plus cher à l'achat.



type d'installation



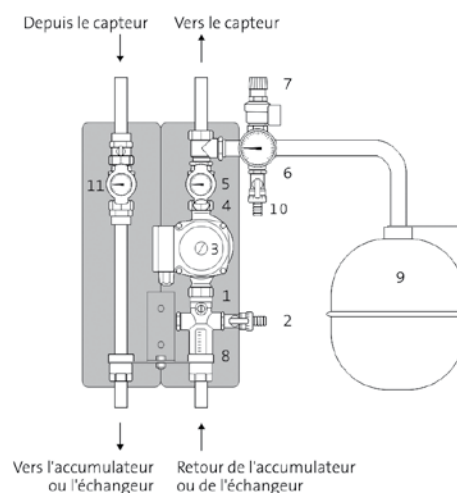
Remplissage de l'antigel



Procédé de purge et remplissage :

- Raccorder un tube plongeur à la vanne B (ouverte)
- Raccorder la pompe à la vanne A (ouverte)
- Fermer la vanne C
- Démarrer la pompe
- La pompe va "pousser" le liquide dans l'installation dans le sens de la flèche. L'air sortira par la vanne B. Avec cette méthode l'installation se purge automatiquement au moment du remplissage.
- Lorsque les bulles n'apparaissent plus à la sortie du tube plongeur, fermer la vanne B
- Quand le manomètre indique 2,5 bar, fermer la vanne A et arrêter la pompe
- Ouvrir la vanne C, retirer la pompe et les flexibles

groupe-pompe



Circuit retour (froid)

1. Vanne de fermeture - 2. Vanne de purge
3. Circulateur - 4. Vanne antiretour - 5. Thermomètre
6. Manomètre (10 bar) - 7. Soupape de sécurité (6 bar)
8. Débitmètre - 9. Vase d'expansion - 10 Vanne de remplissage

Circuit aller (chaud)

11. Vanne de fermeture et thermomètre

kit chauffe-eau solaire



1. capteur solaire - 2. support pour toit plat - 3. réservoir - 4. groupe pompe - 5. vase d'expansion

protection contre le gel

Les chauffe-eau solaires seront protégés par un liquide antigél. On utilisera un liquide caloporteur à base de propylène glycol ou mono-propylène. Ce produit est dit alimentaire. Ce mélange est souvent prêt à l'emploi. Ce liquide protège les installations jusqu'à -28°C .

Ne pas utiliser de l'éthylène-glycol car c'est un produit toxique qui ne peut être utilisé dans les installations sanitaires. On l'utilise dans les moteurs de voiture refroidis à l'eau.

Remarque : on peut se passer d'antigel en utilisant le schéma de vidange automatique.

pression de remplissage du circuit solaire

Il est courant de dépasser les 100°C lors de journées très ensoleillées (période estivale).

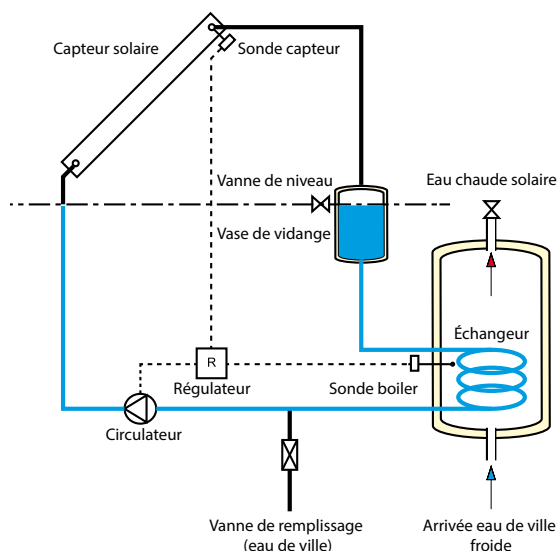
Afin de ne pas mettre en ébullition l'antigel contenu dans les capteurs, on augmente volontairement la pression dans le circuit à 2,5 bar (Kg/cm^2).

À cette pression le point d'ébullition est porté à 130°C .

chauffe-eau solaire à vidange automatique explication du système

Le circuit solaire est rempli avec de l'eau du "robinet".

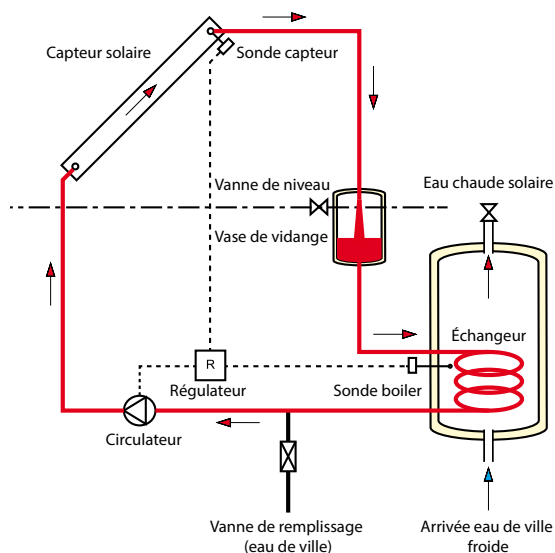
Système à l'arrêt



Avantages :

- pas besoin d'antigel
- possibilité d'arrêter l'installation en cas de surchauffe.

Système en fonctionnement



- le vase de vidange sert aussi de vase d'expansion
- pour un CES familial (4 à 5 m^2) un vase de 12 litres suffit
- le vase sera rempli avec de l'eau du robinet aux $3/4$ de sa hauteur, une vanne de niveau sera placée à cette hauteur
- les capteurs seront placés avec une faible pente pour permettre le drainage lors de la vidange
- le vase sera isolé thermiquement car l'eau du capteur y transite
- l'installation fonctionne sous pression atmosphérique

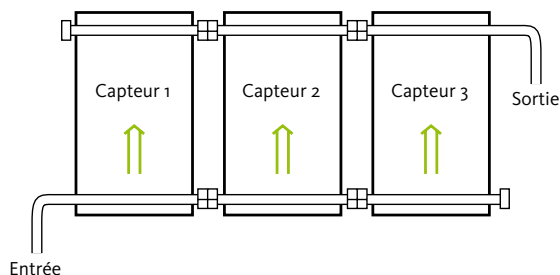


branchement des capteurs solaires

Le branchement est le plus souvent réalisé en "parallèle", ce qui permet une augmentation du rendement et diminution des pertes de charge (emploi d'un circulateur de faible puissance).

L'alimentation se fera en "diagonale"

Par exemple : l'entrée en bas à gauche et la sortie en haut à droite.



débit d'une installation avec circulateur

Un débit d'eau important augmente le rendement mais demande un circulateur puissant.

Un compromis est alors à faire, on choisira une valeur de l'ordre de 20 à 50 l par heure et par m² de capteurs.

Pour 4 m² le débit dans l'installation sera de 80 à 200 l/h.

Soit 1,3 à 3,3 l/min.

surface d'échange des échangeurs

L'appoint de calories dans un réservoir est fonction de :

- la surface de l'échangeur
- la différence de température entre l'échangeur et l'eau du réservoir
- la forme de l'échangeur, double enveloppe ou serpentin

Une petite surface d'échange fera appel à de grands delta de température d'où un rendement de fonctionnement moindre.

Un réservoir solaire aura une surface d'échange au moins égale à :

- pour une double enveloppe (bain-marie) de 0,35 m² par m² de capteurs
- pour un serpentin de 0,20 m² par m² de capteurs

Vue en coupe de l'intérieur d'un boiler à 2 échangeurs



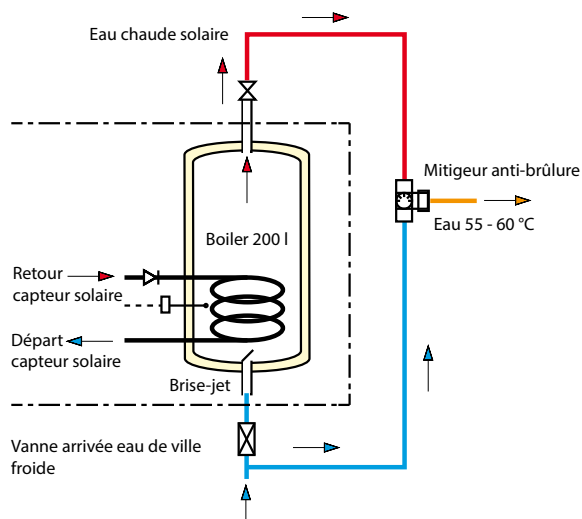
mitigeur anti-brûlures

Par une forte journée d'ensoleillement d'été le réservoir peut atteindre 80 °C en fin de journée. Il est dangereux d'envoyer cette eau directement vers les points d'utilisation (risque de brûlure). Un mitigeur anti-brûlures sera placé à la sortie chaude du réservoir solaire. Il sera alimenté en eau froide pour effectuer le mélange. On le réglera sur 50 ou 55 °C.

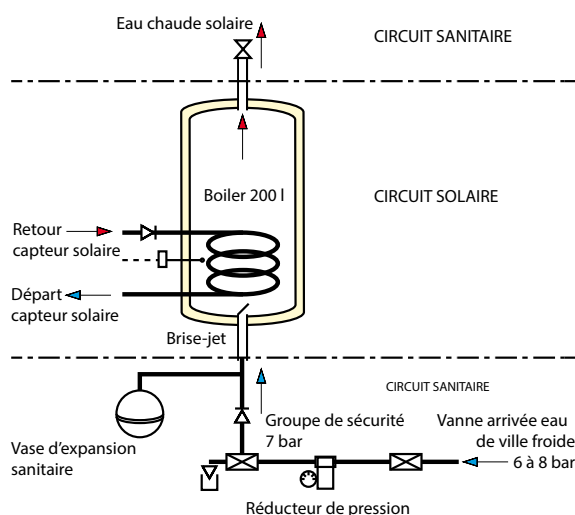
NB : la température réglée sera égale ou supérieure à la température du système d'appoint.



Modèle TM 200 3/4



raccordement sanitaire



légionellose

La légionnelle est une bactérie qui peut se développer dans des eaux stagnantes tièdes (35 °C).

La légionellose se contracte par inhalation, il s'agit d'une forme de pneumonie grave.

La bactérie se développe si plusieurs conditions sont réunies :

- si l'eau est stagnante et si le réservoir est entartré
- si le circuit d'eau n'est utilisé qu'occasionnellement
- si la température se situe à 30/35 °C (ce qui est possible en hiver)
- s'il y a forte vaporisation d'eau (douche à multi-jets)

Ces bactéries sont détruites lorsque l'eau chaude atteint 60 °C.

Notons que les réservoirs solaires atteignent ces températures d'avril à septembre lors des journées ensoleillées.

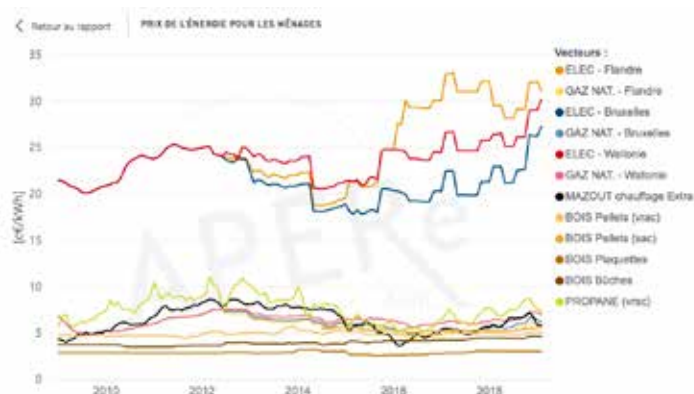
Pour éviter tout accident l'eau chaude solaire transitera via le système d'appoint qui élèvera l'eau à une température suffisante (60 °C) avant de l'envoyer vers les points d'utilisation.

les systèmes d'appoint

Lorsque l'eau chaude solaire n'atteint pas une température suffisante, en fin de journée il sera nécessaire de lui apporter des calories par un système de chauffage à énergie conventionnelle: bois, gaz, mazout ou électricité. Cette dernière est à proscrire pour le chauffage car il s'agit là d'une énergie de transformation (rendement de production inférieur à 40%) ce qui explique par ailleurs son prix élevé.

Une alternative nouvelle est la chaudière aux pellets de bois.

Évolution du prix de janvier 2009 à janvier 2019



A. Appoint externe

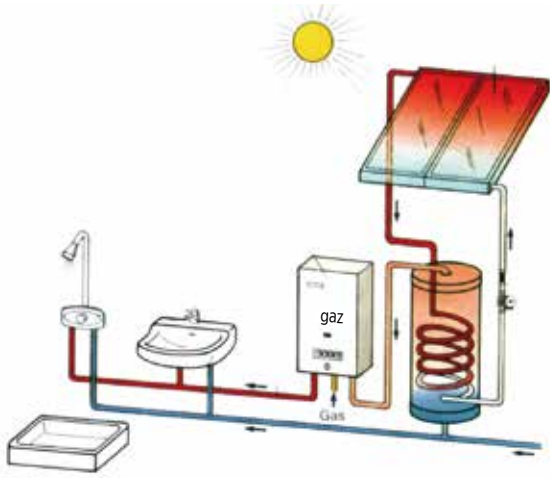
a. Un chauffe-bain au gaz spécial solaire

Système direct instantané, on ne réchauffe que la quantité d'eau nécessaire, du type à flamme modulante ou régulée. Il sera alimenté en eau solaire, c'est un branchement en cascade.

b. Une chaudière murale munie d'un échangeur sanitaire interne

Un système de programmation électronique permet de sélectionner la température de l'eau chaude en sortie et permet aussi de sélectionner la température minimum à l'entrée pour laquelle l'appoint se met en route. La plupart de ces chaudières sont en version "condensation".

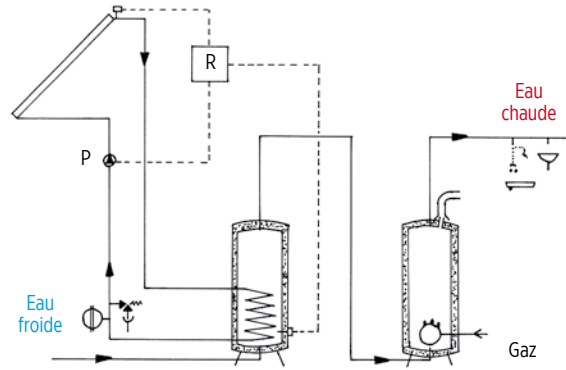
Chauffe-bain au gaz "spécial solaire" ou chaudière murale



Source : Juniers

c. Un réservoir au gaz

Système à accumulation, une quantité d'eau chaude de +/- 100 litres est toujours maintenue à une température voisine de 55-60 °C.

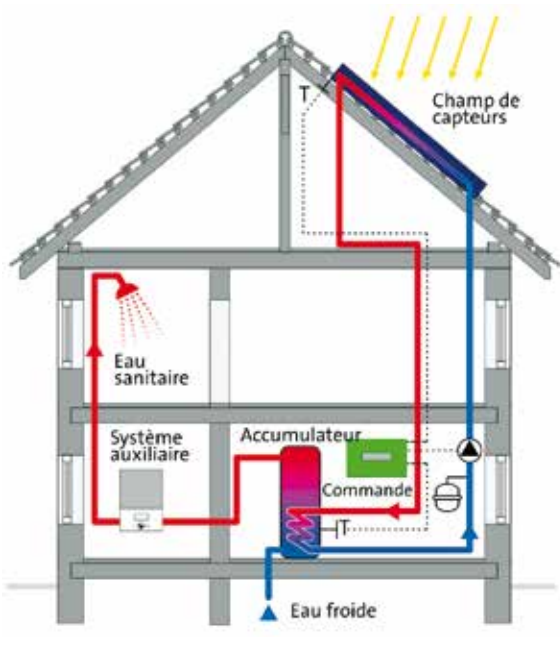


d. Un boiler électrique

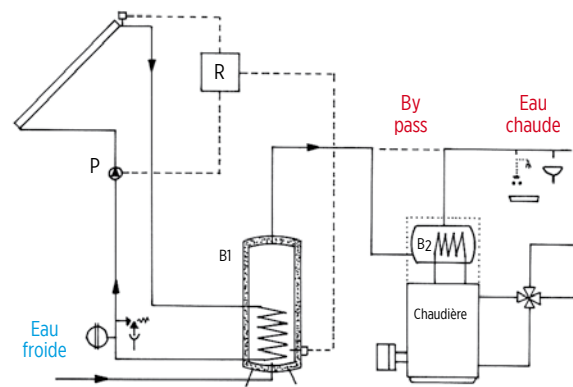
Système à accumulation, sa capacité sera d'environ 200 litres. Schéma identique au réservoir au gaz.

e. Un réservoir alimenté par une chaudière gaz ou mazout : système à accumulation

L'eau chaude solaire transite par le réservoir d'appoint qui fournit les degrés supplémentaires, branchement en cascade. Afin de pouvoir arrêter la chaudière durant la période estivale, il faut prévoir une tuyauterie de "By pass" qui envoie l'eau solaire directement dans le circuit de distribution d'eau chaude sanitaire.



© www.sabrains.com





montage de capteurs solaires auto-construits lors de formations aux Ateliers de la rue Voot

B. Appoint interne

On utilisera un réservoir de plus grande capacité (300 litres au lieu de 200 litres).

Il sera muni de 2 échangeurs (serpentins)

- l'échangeur du bas sera connecté aux capteurs solaires.
- l'échangeur du haut recevra l'appoint de la chaudière (bois, gaz, mazout)

Dans ce cas seul le haut du réservoir (+/- 100 l) sera réchauffé par la chaudière. Une sonde de température (Aquastat) permet de maintenir la réserve à une température de 55-60 °C par exemple.

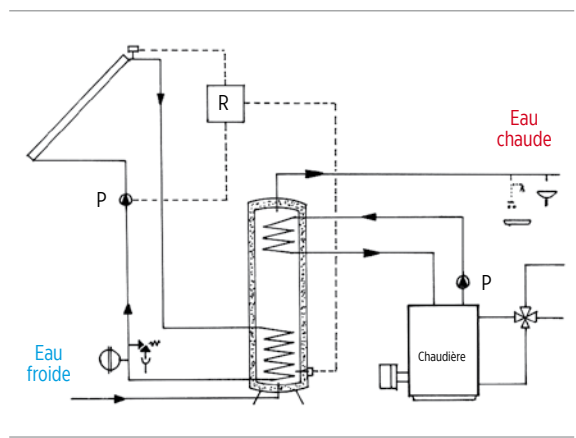
Avantages : gain de place (un seul réservoir)

Pour une nouvelle installation le poste "réservoir" peut être réparti, du point de vue financier, pour moitié sur le budget chauffage et pour moitié sur le budget CES. Il n'y a plus qu'un seul réservoir à entretenir.

Quand la chaudière est à l'arrêt durant l'été, l'échangeur du bas (solaire) est capable de chauffer l'entièreté du réservoir. On produit de l'eau chaude sanitaire 100% solaire.



Woluwe-Saint-Lambert



6. Capteurs photovoltaïques



cellule solaire

*Les photons du rayonnement solaire sont convertis en électricité.
Une cellule produit 0,5 volt en courant continu.*

Les cellules photovoltaïques sont constituées de semi-conducteurs tels le silicium (Si).

Le silicium est actuellement le matériau le plus utilisé pour fabriquer les cellules photovoltaïques disponibles à un niveau industriel.

Il est présent en grande quantité dans la nature sous forme de silicate ou de silice et plus communément sous forme de sable.

La production de photopiles à partir de sable est une opération longue, coûteuse et délicate comprenant plusieurs étapes.

types de cellules

| MONOCRISTALLIN | POLYCRISTALLIN | TECHNOLOGIE DES COUCHES MINCES |
|---|---|--|
| Fabriqué à partir de silicium d'origine métallurgique | Utilise les déchets de l'industrie électronique | AMORPHE |
| η 12-18% | η 11-15% | η 5-9% |
| | | CIS (Diséléniure de Cuivre Indium) |
| | | η 9-11% |

η = rendement de conversion

Si η est faible, une plus grande surface sera requise.

panneaux photovoltaïques



Les cellules sont connectées en série pour former un panneau de 12, 24 ou 48 volts.

Aujourd'hui, un mètre carré de cellules polycristallines délivre une puissance maximale de 120 à 150Wc (puissance crête).

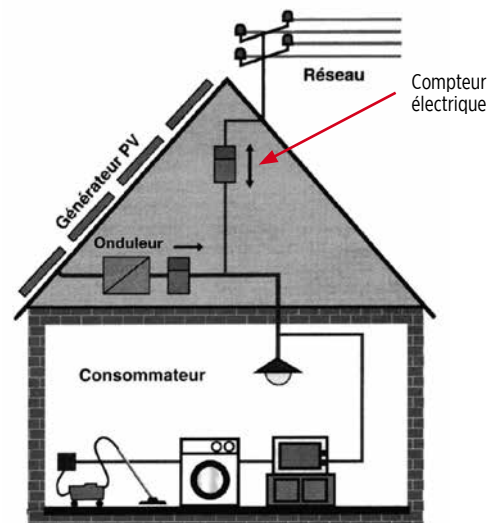
puissance de crête

Sous un soleil de 1000 W/m² (plein ensoleillement pris pour référence). Le panneau photovoltaïque fournit sa puissance maximale appelée : puissance crête (Watt crête, Wc ou Wp).

Cette puissance est fonction de :

- surface du panneau
- rendement de conversion (rapport puissance produite sur puissance captée)
- température (référence 25 °C)

système connecté au réseau



L'électricité est convertie en 220 volts 50 hertz au moyen d'un onduleur réseau synchronisé.

L'onduleur est connecté au tableau électrique de la maison via un compteur de passage (servant à comptabiliser les certificats verts (CV*).

Consommé sur place ou réinjecté (revendu) dans le réseau.

En Région bruxelloise, l'utilisation du compteur électronique bi-directionnel A+/A- est obligatoire,

Le branchement est autorisé pour les installations inférieures à 5 kWc.

Production annuelle

1kWc produit environ 850 kWh/an

1kWc représente une surface de +/- 8 m²

(capteur polycristallin)

Exemple d'installation de 1,2 kWc



© photo Apere

* certificat vert (CV)

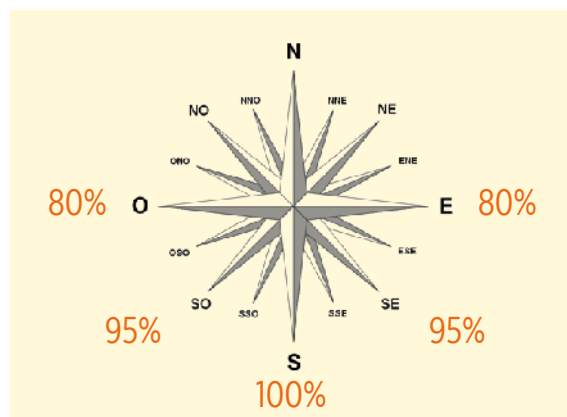
Le certificat vert est un document au porteur démontrant qu'un producteur a injecté dans le réseau une quantité d'électricité à partir d'une installation certifiée "verte". En pratique, les installations photovoltaïques d'une puissance inférieure ou égale à 5kWc et mises en service à partir du 1^{er} février 2016 ont droit à 3 certificats par MWh produit par année pendant dix ans. Sa valeur fluctue en fonction du marché.

onduleur de réseau



© photo Apere

orientation et inclinaison



Orientation au sud = 100% de production

Inclinaison optimale = 40°

dimensionnement

À calculer en fonction de sa consommation et des objectifs que l'on se fixe.

N'oublions pas que la production d'électricité dépassant la consommation n'est pas rétribuée.

Contraintes : La superficie disponible en toiture et le budget que l'on peut y consacrer.

ombrage

L'ombrage d'une rangée de cellules est à proscrire car elles sont connectées en série et leur rendement global faiblirait. Seule l'énergie diffuse sera alors captée.

placement des capteurs en toiture

Si la température des capteurs augmente, le rendement des cellules diminue légèrement (-2 mV/°C par cellule).

Les capteurs seront installés au-dessus de la toiture pour permettre une bonne ventilation.

permis d'urbanisme

Le permis d'urbanisme n'est pas nécessaire si :

- les capteurs sont placés dans le plan de la toiture
- le versant utilisé n'est pas situé dans le périmètre de protection d'un bien classé

Info : votre service communal ou l'asbl APERE

www.apere.org - 02 218 78 99

7. Les chantiers participatifs

Le chantier participatif, également dénommé chantier solidaire, chantier collaboratif, chantier partagé... est un événement durant lequel des particuliers se retrouvent pour travailler ensemble, bénévolement et dans la convivialité. Les préparatifs et l'organisation est soutenue par le bénéficiaire avec l'aide et l'accompagnement d'un professionnel, l'animateur "techniques solaires".

Aux Ateliers de la rue Voot nous fonctionnons selon la logique de don et contre-don. C'est-à-dire qu'avant d'être aidé le bénéficiaire a suivi une de nos formations et souvent déjà participé à plusieurs chantiers. Son implication au sein de notre association est appréciée.

Le recours au projet de chantiers participatifs est une démarche courante chez les auto-construc-teurs. Les Ateliers de la rue Voot appuient ces initiatives (d'auto-construction et de chantier participatif) parce qu'en plus de faciliter l'accès pour tous à un CES, elles procurent d'autres avantages tout aussi importants :

- elles contribuent à l'épanouissement et la satisfaction personnelle d'avoir contribué à sa propre installation
- elles permettent une implication, une compréhension et donc l'appropriation de son installation solaire
- elles contribuent à réduire les coûts qui constituent un frein majeur à la mise en place d'une installation solaire
- elles augmentent les capacités du citoyen en terme de pouvoir de décision et d'action
- enfin, l'auto-construction et le chantier participatif vont souvent de pair avec l'utilisation de matériaux naturels respectueux de l'environnement et de la santé

Les possibilités d'implantations des capteurs solaires sont nombreuses, elles varient en fonction de plusieurs critères comme l'orientation, le type de toiture, l'inclinaison, les ombres portées, etc. Nous étudions chaque installation au cas par cas, notre mode de fonctionnement nous permet d'envisager tous les cas de figure possibles:

Toiture en pente ou double pente

Les capteurs solaires peuvent être placés en caisson directement sur le toit, à l'aide de pattes de fixations, elles seront choisies en fonction de la couverture de toit (tuiles, ardoises...) ou placés en intégré, dans ce dernier cas nous enlevons la couverture de toit pour y intégrer directement les capteurs dans le plan du toit.

Toiture plate

Les capteurs sont alors placés sur des supports en forme d'équerre, l'ensemble est lesté pour ne pas percer l'étanchéité du toit. L'avantage principal est que l'on peut choisir la meilleure orientation.

En façade

Si la façade à une bonne orientation les capteurs peuvent y être suspendus sur des équerres de support.

8. Projets collectifs

Les Ateliers de la rue Voot proposent aussi d'accompagner des projets participatifs, sur mesure, avec des collectivités. Travailler ensemble en partageant savoir et savoir-faire, découvrir les énergies alternatives et participer à la réalisation et l'installation de panneaux... tout un programme!

exemple de projet

MJH solidaire est un projet d'auto-construction et d'installation de panneaux solaires thermiques issu du partenariat entre les Ateliers de la rue Voot et les Maisons de jeunes le Gué, l'Antichambre et la Jeugdhuys de Schakel, avec la participation de la commune de Woluwe-Saint-Lambert et le soutien de Bruxelles Environnement.

Première étape de l'aventure, la formation, donnée par l'animateur et créateur de l'atelier, Jean Motllo. Fabriquer des panneaux solaires thermiques, Jean s'y attèle depuis les années 80. Technicien au départ, il décide de mettre en place un atelier dédié aux techniques solaires. Dès le départ, Jean y va fort! Étude du rayonnement solaire en Belgique, calcul des dimensions nécessaires d'un panneau en fonction de la quantité d'eau à chauffer, de son stockage et des systèmes d'appoint destinés à compenser la température de l'eau chaude solaire lorsqu'elle est trop basse... Tout y passe! Les participants, un groupe de six jeunes et moins jeunes et des animateurs se lancent ensuite, par petits groupes, dans la mise en pratique des notions abordées. Forts de leur bagage théorique, leur objectif est alors de construire ce panneau solaire dont ils ont tant parlé. L'animateur fait en sorte que chaque sous-groupe puisse expé-rimenter toutes les phases de création : "Chacun fait tout, mais pas au même moment. Certains commencent même par la fin". De manière différée, dans une dynamique de roulement, tous participent aux étapes successives du projet, jusqu'à son aboutissement collectif : l'assemblage final des différents composants du panneau solaire thermique.

La deuxième étape, celle de l'installation, requiert d'autres compétences. En effet, avant d'envisager la technique, il faut trouver un toit où installer les panneaux. Le groupe se lance alors dans un appel à destination des associations du territoire de la commune. Le projet est aussi présenté à la Commune, via le service développement durable, qui est tout de suite réceptif. L'idée : installer les panneaux sur le toit des serres communales afin d'alimenter en eau chaude les douches des jardiniers communaux. L'installation sera aussi un espace visitable et modèle pour les personnes curieuses de découvrir cette technologie. Le projet validé par tous et financé par la commune, le groupe se lance dans l'installation, quelques journées suffisent au montage et à l'assemblage des éléments sur le toit, ainsi qu'au raccordement plomberie.

En automne, le compteur annonce 57 °C dans les panneaux, opération réussie! C'est la fin d'une belle aventure, pourvu que d'autres groupes puissent suivre son exemple.



chantier participatif, ferme de la Baillerie, Bousval - 2014

LES ATELIERS DE LA RUE VOOT VOUS PROPOSENT UN ATELIER D'AUTO-CONSTRUCTION DE PANNEAUX SOLAIRES

formules proposées

Formation

Réalisation de capteurs solaires thermiques et finalisation d'un projet d'installation. Deux formations par année en 12 séances.

Stage d'été

Formation classique en une semaine (début juillet).

Tout savoir sur le chauffe-eau solaire thermique

Une soirée qui s'adresse à toute personne intéressée par le solaire thermique, qui envisage de passer au chauffe-eau solaire, que ce soit en auto-construction avec les Ateliers de la rue Voot ou avec un professionnel.

Trucs et astuces pour entretenir son chauffe-eau solaire thermique

Une soirée qui abordera les bases de la maintenance d'un chauffe-eau solaire ainsi que les petites pannes que l'on peut rencontrer.

Accompagnement de projet sur mesure

Vous avez une utilisation d'eau chaude importante (collectivité, activité professionnelle...) et vous cherchez une solution pour réduire votre consommation et votre empreinte écologique? Nous vous proposons de vous accompagner dans la mise en place d'un projet participatif d'auto-construction de panneaux solaires thermiques. Le processus passera par la réalisation des panneaux lors d'une formation personnalisée, par une installation sur toit lors d'un chantier participatif et finalement, par le raccordement sanitaire. Lors de ce premier rendez-vous nous analyserons votre situation, vos besoins, vos attentes... et nous réfléchirons ensemble à une solution adaptée. Sur rendez-vous uniquement .

Permanence d'information

Notre animateur répond à vos questions en matière de techniques solaires (sur rendez-vous et gratuit).

Ateliers de la rue voot asbl Centre d'expression et de créativité

02 762 48 93

91 rue Voot - 1200 Bruxelles

info@voot.be - www.voot.be

LES SITES INTERNET QUE NOUS VOUS CONSEILLONS

www.homegrade.brussels

Homegrade est le centre de conseil et d'accompagnement sur le logement en Région de bruxelloise. Il s'adresse à tous les ménages, locataires et propriétaires, qui désirent améliorer la qualité de leurs logements.

www.apere.org

Association de référence en matière d'énergies renouvelables, utilisation rationnelle de l'énergie et développement durable.

www.ef4.be

Energie Facteur 4, facilitateur wallon en énergies renouvelables

www.passeursdenergie.be

Association présentant les réalisations de particuliers.

www.eausolaire.eu

Un particulier vous permet d'appréhender en temps réel le fonctionnement du son CES.



Le présent document est un travail collectif qui a pu être réalisé grâce au soutien de Bruxelles Environnement.

colophon

Rédaction : Jean Motllo, Pascal Breucker, Marina Cox, Marie Bailly

Coordination : Marie Bailly

Graphisme : Marie-Noëlle Jacmin - Laurence Jacmin

Illustration de couverture : Sarah Debove

Actualisation des schémas : Pascal Breucker

La brochure existe aussi en néerlandais

Traduction : Sandra Vandebroek et Joëlle Carpentier

© Les Ateliers de la rue Voot, 2019



**Les
Ateliers
de la rue
Voot**

**C'est à force de créativité,
de complicité et d'obstination** que nous portons
le projet des Ateliers de la rue Voot depuis plus de 40 ans.

Ici, des artistes, des mécaniciens, des animateurs, des bénévoles,
des participants, des amateurs, des artisans, des poètes, des jeunes
et des moins jeunes partagent la conviction qu'ensemble ils peuvent
(doivent ?) contribuer à construire une société plus juste, plus
responsable, plus solidaire, plus ouverte.

Ici, on a toujours lié de manière intime, création, art, expression
et responsabilité sociétale. C'est, affirmons-le, ce qui fonde les
Ateliers de la rue Voot et c'est pour ça que les enjeux liés à la
transition écologique et à la mobilité ont d'emblée été inscrits dans
notre projet global, faisant se côtoyer par exemple des ateliers de
mécanique vélo avec des ateliers de cinéma documentaire, des
ateliers d'auto-construction de panneaux solaires avec des ateliers
de modèle vivant.

Pour en attester rappelons que dès 1974 nous mettions
sur pied un atelier participatif de mécanique vélo, qu'en 1980
naissait l'atelier techniques solaires et en 2005 le parcours
Futur futé, que depuis 2014 nous hébergeons le Repair Café de
Woluwe-Saint-Lambert, qu'en 2015 nous avons initié le projet
Un vélo pour 10 ans et qu'en 2019 le programme de remise en état
de vélo de seconde main, No Bike to Watse, a vu le jour.

91 rue Voot • 1200 Bruxelles

info@voot.be • voot.be/techniquessolaires

+32 (2)0762 48 93