

Faites (votre) place au soleil !

L'énergie solaire accessible à tous



Abréviations

kW	kilowatt. Le kilowatt (= 1'000 watts) est une unité de puissance énergétique (électrique et thermique). Exemple: Ce four à micro-ondes a une puissance de 1 kW électrique.
kWh	kilowattheure. Le kilowattheure est une unité de consommation énergétique. Exemples: Ce four d'une puissance de 1 kW fonctionnant pendant 1 heure consomme 1 kWh électrique. Un ménage moyen consomme annuellement 4'000 kWh électriques (sans chauffage). Brûler 2'000 l de mazout revient à consommer 20'000 kWh thermiques.
V	volt. Le volt est une unité de force électromotrice et de différence de potentiel. Exemple: Ce four à micro-ondes fonctionne à une tension de 230 volts.
W	watt (voir kilowatt).
Wc	watt-crête. Unité de puissance optimale délivrée dans les conditions définies par la norme photovoltaïque STC.

Sommaire

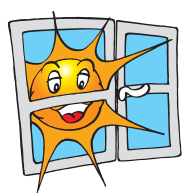
3



L'énergie solaire accessible à tous 4

Le soleil brille sur toute la Suisse... 4

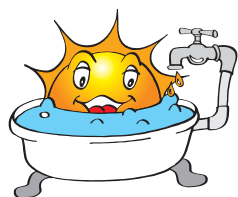
Petit guide du solaire 5



Le solaire passif 6

Apport solaire direct 7

Jardin d'hiver 8



Le solaire actif 10

Sous le soleil exactement 10

Le solaire thermique 11

Le chauffage de l'eau sanitaire 11

Le chauffage solaire actif 15

Le chauffage de l'eau de piscine 18



Le solaire photovoltaïque 20

Autres applications du solaire 24

Le solaire et MINERGIE 25

Le solaire pas à pas 26

Marche à suivre pour la réalisation d'un projet solaire 26

Possibilités de financement 27

Démarches administratives et commerciales 27



Adresses utiles et informations 28

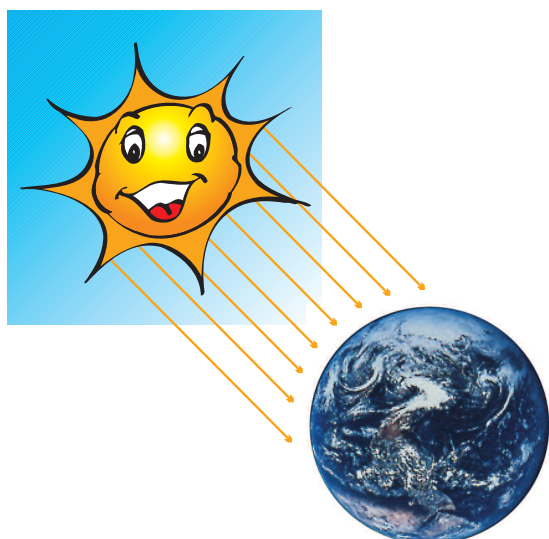
Impressum 31

4 L'énergie solaire accessible à tous



Si la vie existe, c'est grâce au soleil. C'est grâce à lui que l'eau s'évapore pour retomber plus loin, que les vents soufflent, que la végétation croît... Bref, si les êtres humains (et toutes les autres créatures de notre planète) peuvent subsister, c'est grâce à l'énergie solaire.

Notre étoile fournit de l'énergie à gogo: en 20 minutes, le soleil envoie à la terre la quantité d'énergie que les humains consomment en un an!



Nous profitons largement du soleil dans notre vie quotidienne, ne serait-ce qu'en nous exposant à ses rayons bienfaisants. Mais on peut aussi utiliser l'énergie solaire pour chauffer l'eau de notre douche, tempérer agréablement notre maison, et produire de l'électricité. C'est aujourd'hui parfaitement réalisable, et beaucoup moins cher qu'on ne le croit.

Si, dans notre pays, on posait des cellules photovoltaïques sur toutes les surfaces (toitures, etc.) déjà construites et orientées de sud-est à sud-ouest, on couvrirait jusqu'à 30% de nos besoins en électricité!

Le réchauffement de la planète, l'effet de serre, l'épuisement des ressources et la pollution sont autant de problèmes auxquels nous devons trouver des solutions – pour notre bien et celui des générations futures. L'énergie solaire constitue une solution idéale: elle ne dégage aucune pollution et, à ce titre, permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

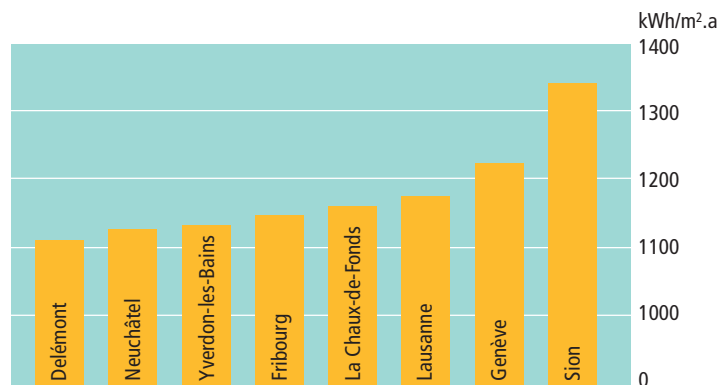
Cette brochure s'adresse à toutes les personnes que l'énergie solaire intéresse. Elle présente de manière simple les diverses possibilités d'utilisation de cette source intarissable d'énergie gratuite et propre.

La technique solaire peut s'adapter à tous les objets immobiliers, existants ou à construire, qu'ils appartiennent à des particuliers, des entreprises ou des collectivités publiques. Elle se combine idéalement avec toutes les autres sources d'énergie.

Dès lors, nous vous invitons tous – particuliers, propriétaires et gérants d'immeubles, dirigeants d'entreprises, membres des autorités, professionnels du bâtiment et banquiers – à entrer dans l'ère de l'énergie solaire. Vous ferez ainsi d'une pierre deux coups: d'une part, vous participerez à l'aménagement de conditions environnementales acceptables pour les générations à venir et, d'autre part, vous réaliserez des économies bienvenues.

Le soleil brille sur toute la Suisse...

Même si certaines régions de notre pays sont plus favorisées que d'autres, l'ensoleillement moyen en Suisse est suffisant pour une exploitation optimale de l'énergie solaire.



Apport annuel global d'énergie solaire sur une surface horizontale (exprimé en kWh par m² et par an) pour différents sites, sans ombrage (source: Météonorm 2000)

Petit guide du solaire

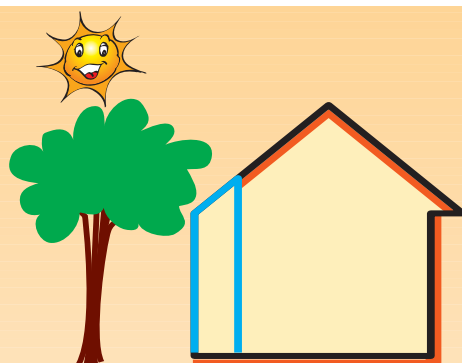
...profitons-en!

Il existe plusieurs moyens de valoriser l'énergie solaire:

PRODUCTION DE CHALEUR:

L'architecture solaire passive

Le rayonnement solaire est capté et utilisé sans l'aide d'aucune installation technique. Des vitrages orientés au sud, une serre ou un jardin d'hiver, complétés d'une enveloppe du bâtiment et d'une isolation de qualité, permettent de profiter d'une énergie abondante et gratuite.



Le solaire thermique actif

A l'aide d'une installation technique, le rayonnement solaire est capté et transformé en chaleur pour des applications maintenant courantes:

- le chauffage de l'eau sanitaire
- le chauffage de locaux
- le chauffage de l'eau des piscines

et pour d'autres applications plus particulières:

- le séchage et la cuisson d'aliments
- la production de froid
- le séchage du foin



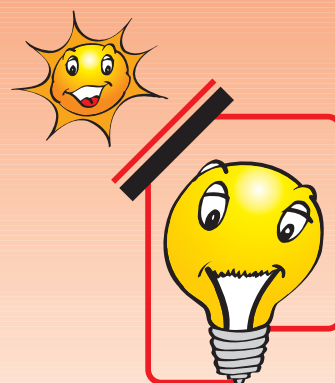
PRODUCTION D'ELECTRICITÉ:

Le solaire photovoltaïque

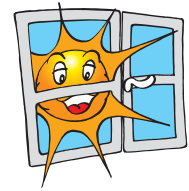
(mot composé de «photos», lumière et «volt», force électromotrice)

A l'aide de cellules photovoltaïques, on transforme la lumière en électricité pour alimenter:

- des appareils autonomes (p. ex. calculatrice)
- des sites isolés (p. ex. chalets d'alpage)
- des installations reliées au réseau



⁶ Le solaire passif



Le rayonnement solaire réchauffe naturellement les murs, traverse les vitrages et inonde les serres. Stocker cette chaleur pendant le jour, c'est en profiter pendant la nuit.

A quoi ça sert?

Le chat qui se prélassé dans le jardin exploite passivement l'énergie solaire...

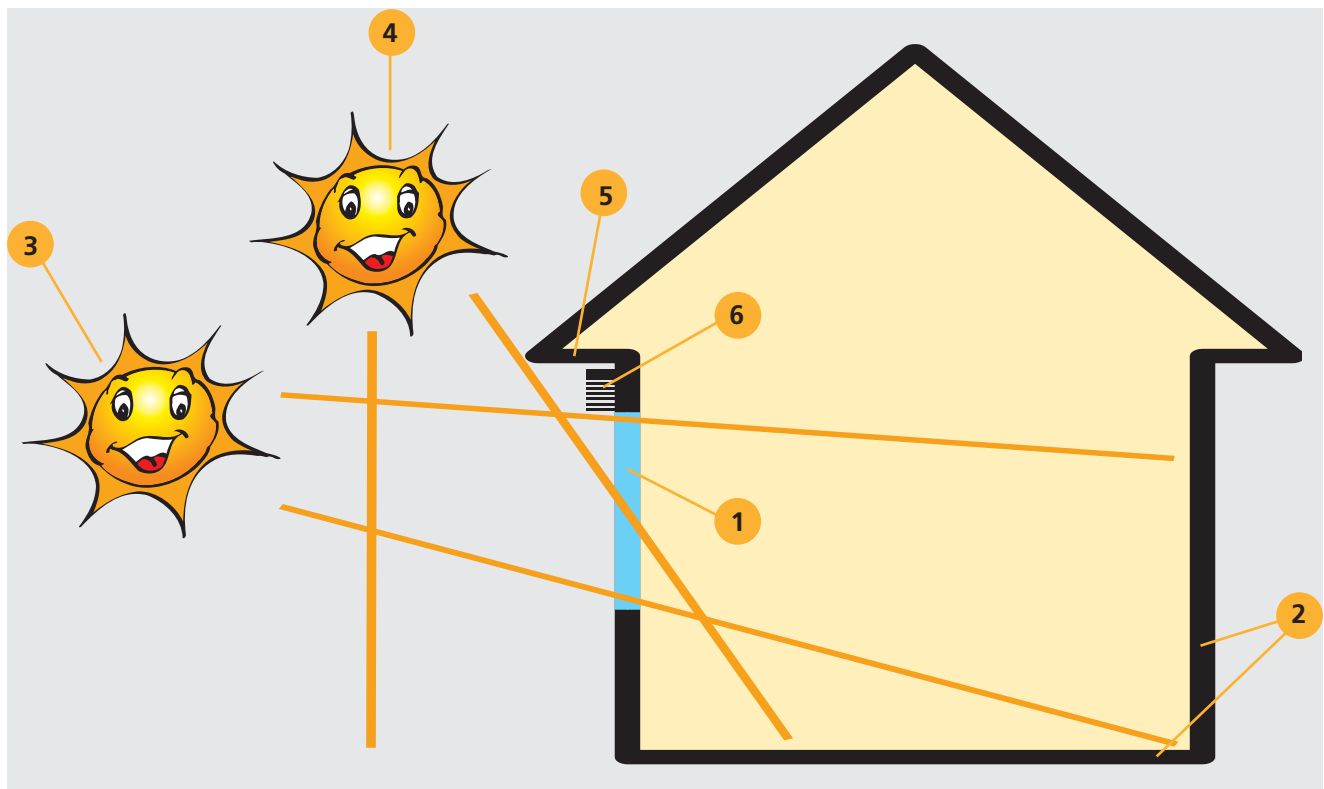
Dans un bâtiment, l'utilisation passive de l'énergie solaire consiste à profiter du rayonnement direct.

Avantage

Le principe de l'apport solaire direct est évidemment compatible avec tous les systèmes de chauffage. Il faut se rappeler, par ailleurs, que cette énergie est abondante et gratuite! Dans le cas de chauffage au sol, il faut prêter une attention particulière à la régulation afin d'éviter la surchauffe.

Dimensionnement

Le dimensionnement des surfaces vitrées et les possibilités de stockage de la chaleur dépendent de la conception architecturale de l'immeuble. La partie sud d'un bâtiment à énergie solaire passive devrait posséder, pour le moins, de 30% à 50% de surface vitrée. Dans un immeuble bien conçu, l'énergie solaire passive couvre de 30% à 50% des besoins de chauffage.



- 1) Surface vitrée
- 2) Eléments de stockage
- 3) Soleil hivernal
- 4) Soleil estival

- 5) Dispositif pare-soleil estival
- 6) Isolation mobile (store à l'extérieur de préférence) pour réduire les risques de condensation sur les fenêtres et pour prévenir la surchauffe

Comment ça marche?

La chaleur piégée pendant les heures d'ensoleillement est stockée naturellement par les murs et les sols qui la restituent quand la température du local s'abaisse.

Pour bénéficier pleinement de l'apport solaire direct, il faut qu'un immeuble possède les caractéristiques suivantes:

- Des surfaces vitrées et locaux d'habitation favorablement exposés au soleil mais comprenant aussi des dispositifs efficaces contre la surchauffe (ombrage naturel, avant-toit, brise-soleil, stores extérieurs, etc.).
- Des vitrages de très bonne qualité thermique (qui laissent pénétrer un maximum de rayonnement solaire et laissent échapper un minimum de chaleur).
- Des sols, des parois et des plafonds intérieurs permettant un bon stockage de la chaleur naturelle (construction massive, isolation extérieure).

APPORT SOLAIRE DIRECT

Le rayonnement solaire traverse les vitres pour atteindre le sol ou les murs. Il est alors converti en chaleur et ne peut plus s'échapper vers l'extérieur. C'est l'effet de serre.

Une architecture bénéficiant du chauffage solaire passif se compose donc de deux éléments principaux: une surface transparente (vitres) et des masses de stockage (sol, murs, plafond).

Pour exploiter le solaire passif de manière optimale, il faut d'abord que le bâtiment bénéficie d'une bonne isolation thermique. Il doit ensuite posséder des vitrages performants orientés au sud, ainsi que des murs et des dalles de masse suffisante pour restituer de nuit la chaleur accumulée pendant la journée. Enfin, on a tout intérêt à disposer de protections solaires naturelles (arbres feuillus) ou artificielles (stores) assurant la fraîcheur en été et évitant la surchauffe à mi-saison.

Combien ça coûte?

Apport solaire direct

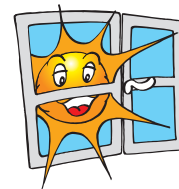
L'utilisation de l'apport solaire direct dans les constructions nouvelles entraîne un surcoût de 1 à 4% de la valeur du bâtiment.

Cette serre (vue intérieure à la page 30), orientée plein sud, inonde de soleil deux étages de cette habitation construite sur les hauts de La Tour-de-Peilz.

La combinaison avec les capteurs solaires permet de couvrir 80% des besoins en énergie, le reste provenant d'un fourneau à bois

Photo Christian Guhl





JARDIN D'HIVER

C'est une infrastructure conçue pour privilégier l'effet de serre. Accolée aux locaux d'habitation, elle peut s'intégrer aussi bien aux bâtiments existants qu'aux nouvelles constructions.

Un jardin d'hiver ne doit en aucun cas être chauffé autrement que par le soleil. En période froide, sa température intérieure peut donc descendre au-dessous de 0°C. Lorsque la température dans le jardin d'hiver est supérieure à celle du reste du bâtiment, les accès vers l'intérieur sont ouverts. Ils doivent rester fermés dans le cas contraire.

Le jardin d'hiver (ou le balcon vitré) doit être conçu en tenant compte des éléments suivants:

- Un vitrage isolant pour éviter les problèmes de condensation.
- Une bonne isolation thermique entre la partie jardin d'hiver et la partie habitation.
- Une protection solaire adaptable aux besoins. Les arbres feuillus offrent une bonne solution puisqu'ils font de l'ombre en été et laissent filtrer les rayons solaires en hiver.

- Des ouvertures d'aération garantissant une bonne étanchéité quand elles sont fermées, tout en offrant une grande surface pour permettre la circulation de l'air: la chaleur excédentaire doit pouvoir être évacuée librement vers l'intérieur en période de chauffage et vers l'extérieur en été.

Avantages

Le jardin d'hiver offre un espace de vie supplémentaire agréable.

Il joue le rôle de local-tampon face aux variations de la température extérieure.

Correctement conçu et utilisé, il représente un apport intéressant de chaleur dans le bâtiment.

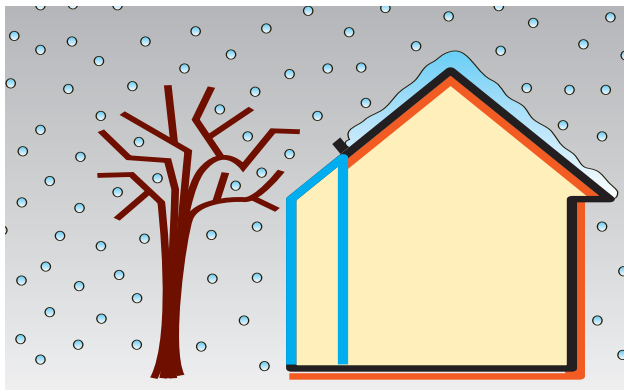
Combien ça coûte?

Jardin d'hiver

Pour minimiser les coûts d'un jardin d'hiver, qui peuvent varier de quelques milliers à plusieurs dizaines de milliers de francs selon les besoins et les vœux du maître de l'ouvrage, il est important de le prévoir dès la conception du bâtiment.

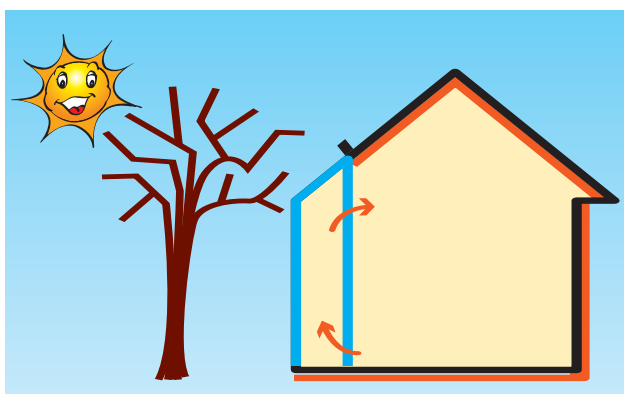
Photo SSES





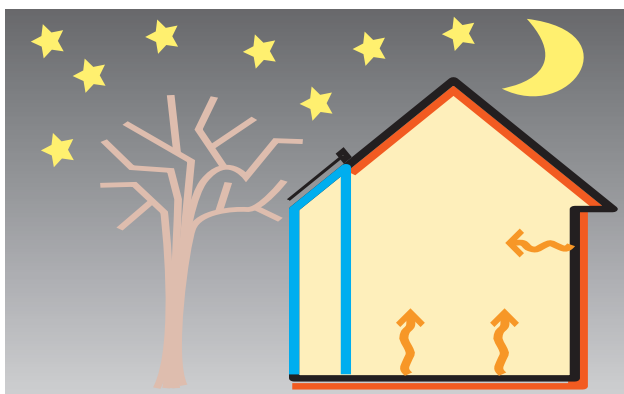
Jardin d'hiver

Bonne isolation thermique du bâtiment

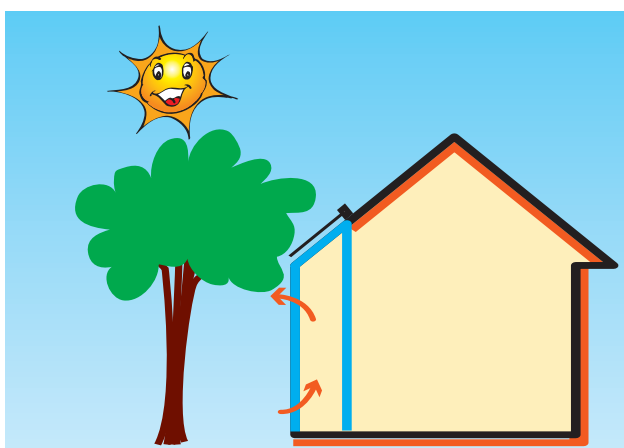


Utilisation optimale de vitrages performants orientés au Sud.

L'air chauffé dans le jardin d'hiver circule et réchauffe le bâtiment

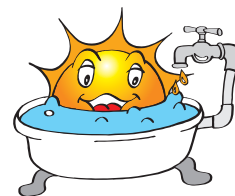


Murs et dalles de masse suffisante pour restituer la nuit l'énergie accumulée durant la journée



Protection solaire naturelle (arbres feuillus) ou artificielle (stores) assurant également la fraîcheur en été. Des ouvertures d'aération vers l'extérieur permettent d'évacuer la chaleur excédentaire et évitent ainsi une surchauffe

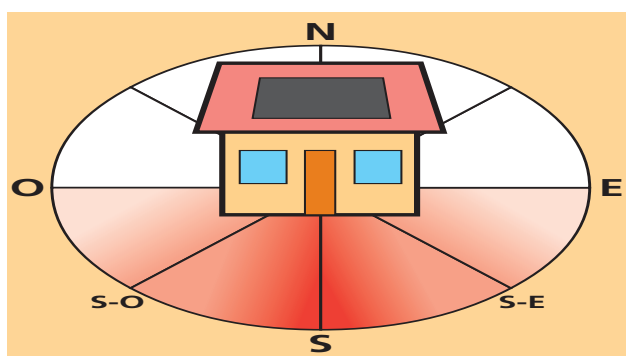
¹⁰ Le solaire actif



Sous le soleil exactement

Qu'il s'agisse de solaire thermique ou photovoltaïque, un principe demeure: la nécessité d'une bonne orientation des capteurs solaires thermiques et des modules solaires photovoltaïques.

Les possibilités d'orientation et d'inclinaison offrent suffisamment de liberté pour répondre à la plupart des contraintes architecturales et techniques.



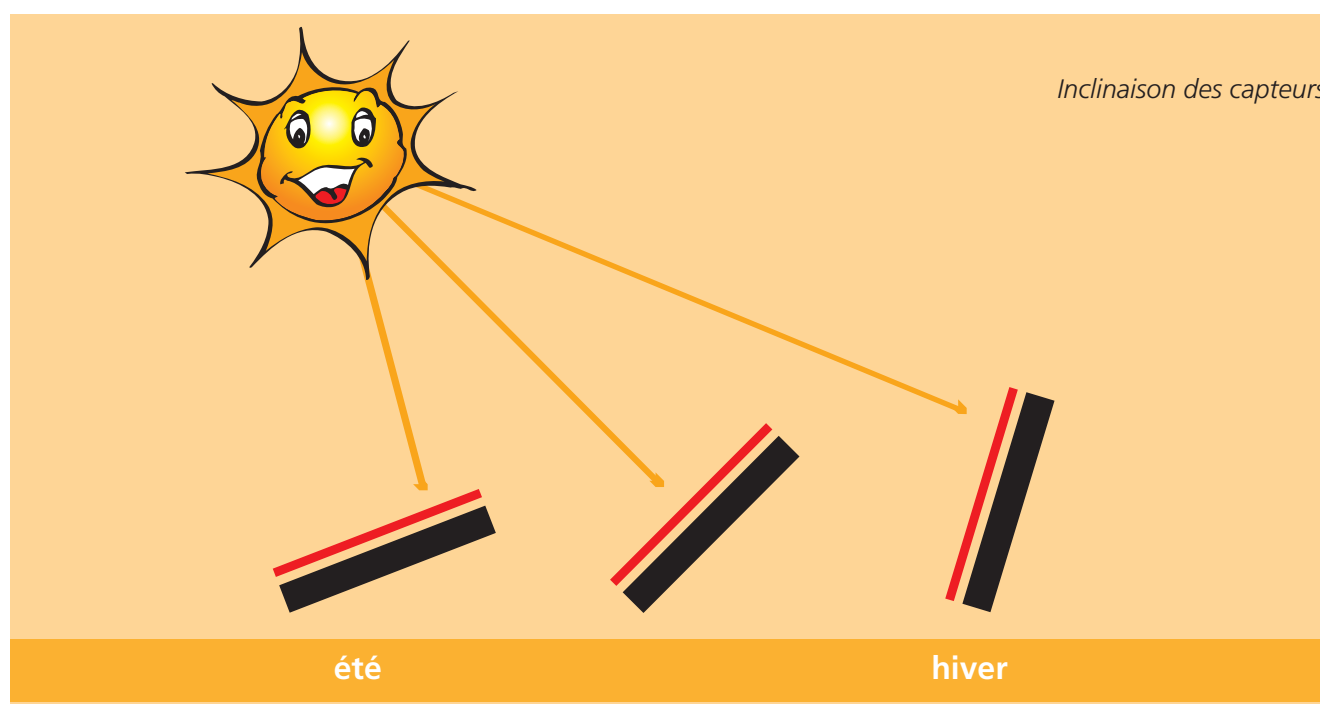
Orientation des capteurs

Sous nos latitudes, la position idéale d'un capteur est: plein sud, inclinaison à 45° pour le chauffage d'appoint et 30° pour la production d'eau chaude.

Si le capteur est bien incliné à 45° mais orienté sud-est ou sud-ouest, il reçoit environ 7% d'énergie en moins, ce qui est un apport encore remarquable! La réduction est d'environ 25% si le capteur est orienté plein ouest ou plein est; dans ce cas, la trop faible rentabilité ne justifie plus le recours au solaire.

Les capteurs solaires sont généralement installés en toiture. S'il s'agit d'une toiture inclinée, les capteurs sont soit posés par-dessus la couverture (tuiles par exemple), soit intégrés: dans ce cas, ils remplacent les tuiles et sont, de ce fait, très discrets. On peut même remplacer la totalité de la couverture par des capteurs solaires non vitrés (absorbeurs). Ce remplacement réduit le coût de l'installation.

Sur les toits plats, les capteurs solaires sont montés sur des supports. Ces supports permettent de régler plusieurs fois par année l'angle d'inclinaison en fonction de la saison. En hiver, lorsque le soleil est bas, on redresse le capteur (entre 65° et 90°), et on le remet en position plus horizontale en été, lorsque le soleil est haut.



Le solaire thermique

11

LE CHAUFFAGE DE L'EAU SANITAIRE

Le solaire thermique exploite la capacité d'absorption des matériaux de couleur foncée. Prenez un tuyau d'arrosage noir exposé en plein soleil: l'eau qu'il contient sera rapidement très chaude!

A quoi ça sert?

De toutes les formes d'énergie solaire, la production d'eau chaude sanitaire est actuellement celle qui offre le plus d'avantages. Par eau chaude sanitaire, on entend l'eau chaude utilisée pour la douche, le bain, la vaisselle.

Ces installations présentent les caractéristiques suivantes:

Efficacité

Une surface de 4 à 5 m² de capteurs couvre environ 60% des besoins d'eau chaude sanitaire d'une famille de 4 personnes (moyenne annuelle). Les 40% restants sont généralement produits par le système de chauffage du bâtiment.

Economie

La chaudière et le brûleur de l'installation principale bénéficient d'une durée de vie prolongée puisqu'on arrête la chaudière en été, le solaire fournissant toute l'énergie nécessaire.

Complémentarité

Le solaire thermique est parfaitement complémentaire avec le système de chauffage du bâtiment, qu'il s'agisse d'un chauffage au mazout, au bois, au gaz, ou d'une pompe à chaleur.

Avantages

Le montage des capteurs est réalisable aussi bien sur des bâtiments existants que sur des bâtiments neufs. Les frais d'entretien sont minimes.

La surface nécessaire est modeste: de 4 à 5 m² pour une villa familiale et d'environ 1 m² par habitant d'un immeuble locatif.

Combien ça coûte?

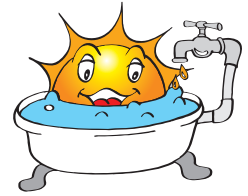
Pour une villa familiale, le coût de l'installation solaire est de 10'000 à 12'000 francs (moins les allègements fiscaux, les éventuels subsides cantonaux et le coût pour un chauffe-eau traditionnel).

Alors que le prix d'une petite installation pour villa (capteurs, accumulateurs, tuyauterie, pompe, régulation, montage) avoisine 2'500 francs par m², le prix au m² peut être nettement moindre pour une grande installation desservant plusieurs dizaines ou centaines d'utilisateurs (environ 1'500 francs par m²).

Le coût du kWh est généralement inférieur à 20 centimes, ce qui est comparable au coût de la chaleur produite électriquement.



Photo SSES



Comment ça marche?

Des capteurs vitrés (1) sont soit intégrés à la toiture, soit posés sur la toiture ou le terrain. Le rayonnement solaire traverse le vitrage pour atteindre l'absorbeur où il est converti en chaleur. Cette énergie chauffe l'eau du circuit solaire contenant du glycol (un antigel).

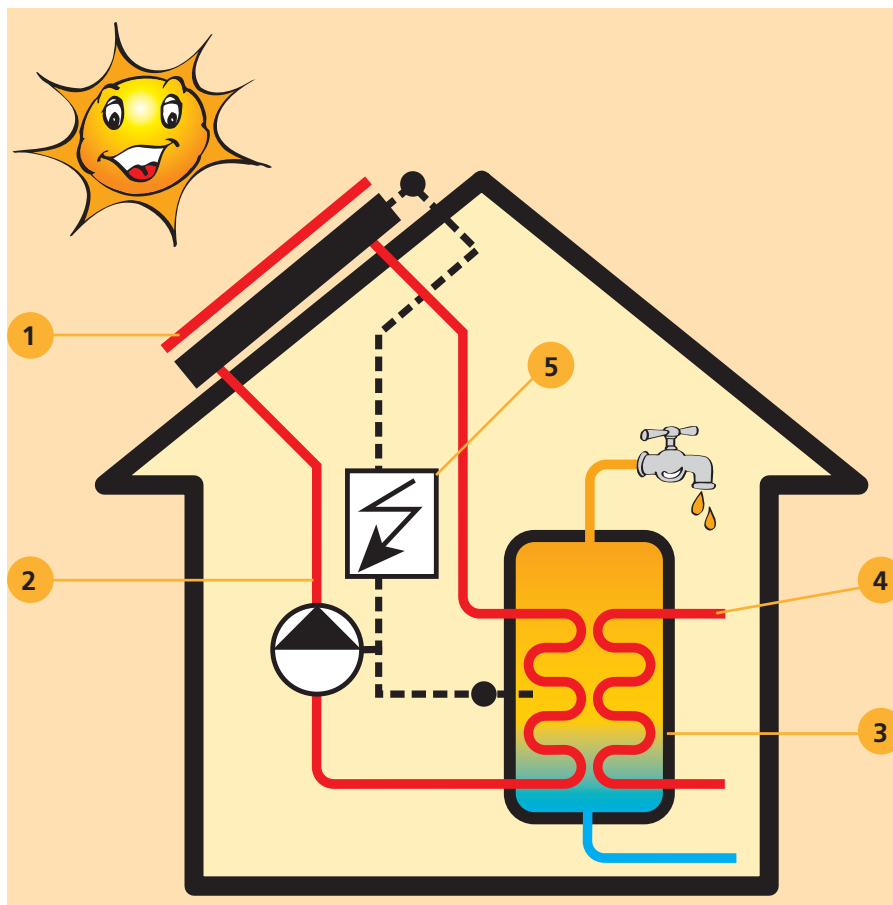
Le circuit solaire (2) comporte les conduites, les vannes, une pompe de circulation, un vase d'expansion (pour la dilatation de l'eau en fonction de la température), et enfin un accumulateur (3) (aussi appelé réservoir ou chauffe-eau) situé dans l'immeuble. Cet accumulateur, qui contient l'échangeur, sert à stocker la chaleur.

Lors de périodes de beau temps, il arrive que l'on doive éviter la surchauffe de l'accumulateur en déclenchant la pompe de circulation. A l'inverse si, par suite de mau-

vais temps ou d'un important soutirage d'eau chaude sanitaire, la température de l'accumulateur est trop basse, on recourt à une énergie d'appoint fournie de préférence par le système de chauffage du bâtiment (4) ou éventuellement par un corps de chauffe électrique.

Enfin, la régulation (5) enclenche et déclenche la pompe de circulation en fonction de la température. Si la température des capteurs est plus élevée que celle mesurée dans l'accumulateur, la pompe du circuit solaire s'enclenche automatiquement. Elle se déclenche lorsque la température des capteurs est inférieure à celle de l'eau de l'accumulateur.

Le système est parfaitement conçu pour satisfaire constamment les besoins des utilisateurs, quelles que soient les conditions météorologiques.



- 1) Capteur vitré
- 2) Circuit solaire
- 3) Accumulateur
- 4) Echangeur de chaleur avec le système de chauffage du bâtiment
- 5) Régulation

Les capteurs

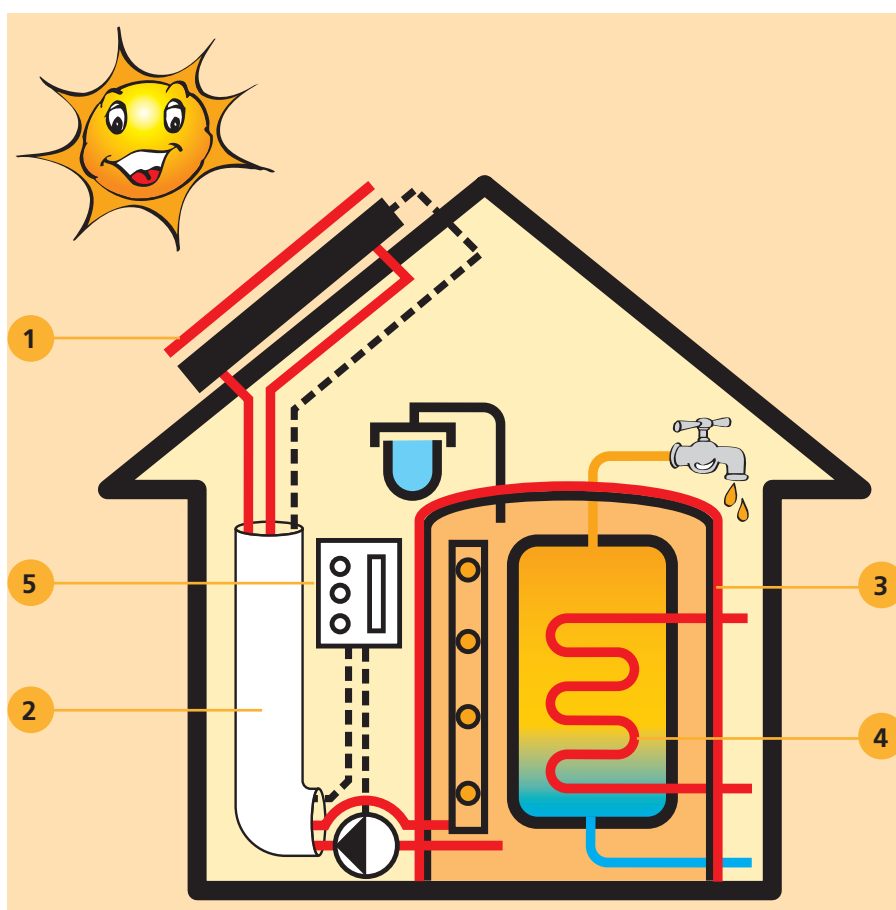
Les capteurs solaires thermiques ne cessent de s'améliorer depuis une vingtaine d'années. Ils sont maintenant très performants, parfaitement fiables et résistants aux intempéries (pluie, neige, grêle, gel). La plupart des capteurs ont fait l'objet de tests de performances, de contrôles-qualité et de résistance effectués par l'Institut für Solartechnik (SPF) de la HES de Rapperswil.

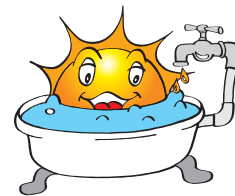
Sur mesure

Certaines applications nécessitent parfois d'autres formes de capteurs – par exemple le capteur à tubes évacués (où l'isolation traditionnelle est remplacée par un vide d'air) ou le capteur à concentration (où un réflecteur permet de concentrer le rayonnement solaire sur un tube).

On consent actuellement d'importants efforts pour développer des capteurs solaires thermiques colorés, de sorte à faciliter l'intégration architecturale de ces éléments.

- 1) Capteur vitré
- 2) Circuit solaire
- 3) Accumulateur
- 4) Echangeur de chaleur avec le système de chauffage du bâtiment
- 5) Régulation





Petits systèmes «clés en main»

Pour standardiser les installations et abaisser leurs coûts, la plupart des fabricants ont mis sur le marché de petits systèmes fabriqués en grandes séries sur la base d'un concept développé en Suisse.

Ces petits systèmes se présentent sous la forme de kits préfabriqués. Ils se caractérisent par de très petits débits d'eau dans les capteurs (low flow) et un très bon effet de stratification (superposition des couches de chaleur) dans l'accumulateur, ce qui améliore sensiblement le rendement global de l'installation.

Produits industriellement, ces systèmes se composent des éléments suivants:

- Une surface de capteurs de 4 à 5 m², posés ou intégrés sur une toiture plate ou inclinée.
- Un tube flexible de faible diamètre reliant le capteur à l'accumulateur, comprenant les conduites d'aller et retour, leur isolation et le câble électrique pour la sonde de température.
- Un accumulateur d'une capacité de 400 litres environ avec régulation incorporée.

Ces installations préfabriquées sont aisément et rapidement mises en place. Grâce à leur coût raisonnable, le prix de revient du kWh est généralement inférieur à 20 centimes.

Diagramme de pré-dimensionnement pour un optimum économique.

Pour installation destinée à la production d'eau chaude sanitaire avec consommation régulière d'eau. Les valeurs sont indicatives et doivent être affinées lors des calculs d'exécution.

Dimensionnement

La grandeur de l'installation solaire doit tenir compte en premier lieu de la consommation d'eau chaude sanitaire à satisfaire. La consommation moyenne d'eau chaude sanitaire, par jour et par habitant, est d'environ 50 litres à une température de 55° C. C'est ce critère qui permet de déterminer la surface de capteurs et le volume de l'accumulateur.

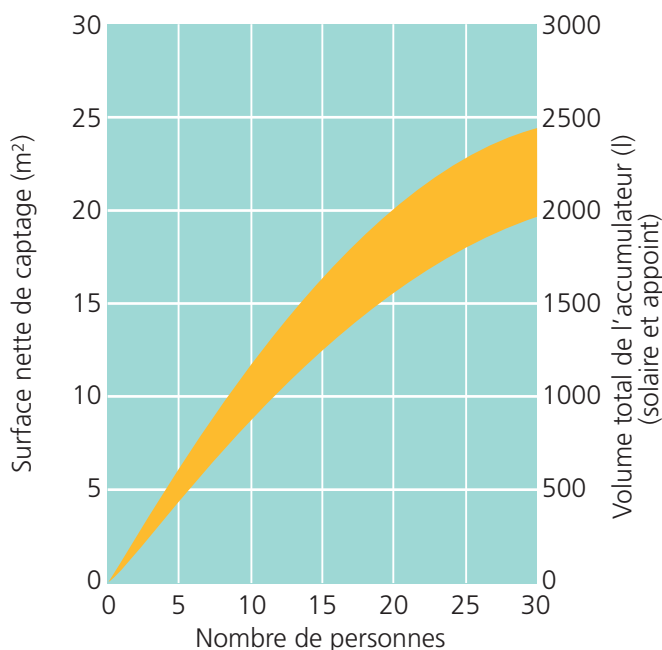
Les valeurs ci-après se réfèrent à un optimum économique. Néanmoins, chaque utilisateur peut profiter encore davantage du rayonnement solaire en dimensionnant plus généreusement son installation.

Surface des capteurs thermiques

Pour des capteurs plans vitrés convenablement placés (orientation entre sud-est et sud-ouest, inclinaison de 30° à 60°, pas d'ombre), la surface conseillée est de 1 m² par personne.

Volume de l'accumulateur

Le volume se détermine en fonction de la surface des capteurs et de la disponibilité de l'énergie d'appoint. Le volume de l'accumulateur doit correspondre à environ 100 litres par personne (env. 60 l pour une grande installation).



LE CHAUFFAGE SOLAIRE ACTIF

Le chauffage solaire actif procure non seulement de l'eau chaude sanitaire mais couvre aussi une bonne part des besoins de chauffage.

A quoi ça sert?

Le chauffage solaire actif est idéal pour des bâtiments très bien isolés.

Sous nos latitudes, le chauffage solaire actif complète parfaitement le chauffage traditionnel. Pour l'exploiter utilement, il faut:

- une surface extérieure suffisante et correctement orientée pour les capteurs;
- suffisamment de volume à l'intérieur du bâtiment pour l'accumulateur de chaleur.

L'énergie solaire peut couvrir la totalité des besoins de chauffage à condition que la chaleur captée pendant l'été soit stockée pour l'hiver. Cependant, pour des questions d'investissement, on dimensionne généralement ces installations pour qu'elles couvrent de 30 à 40% des besoins.

Combien ça coûte?

Le coût de l'installation dépend directement de la part du solaire par rapport au total des besoins de chauffage. Pour une villa bien isolée, la couverture de 40% des besoins de chauffage nécessite un investissement supplémentaire d'environ 25'000 francs. La facture de l'installation dépend des conditions spécifiques du bâtiment.

Comment ça marche?

Le principe de fonctionnement d'une installation de chauffage solaire actif est semblable à celui d'une installation de production d'eau chaude, décrite au chapitre précédent (voir page 11).

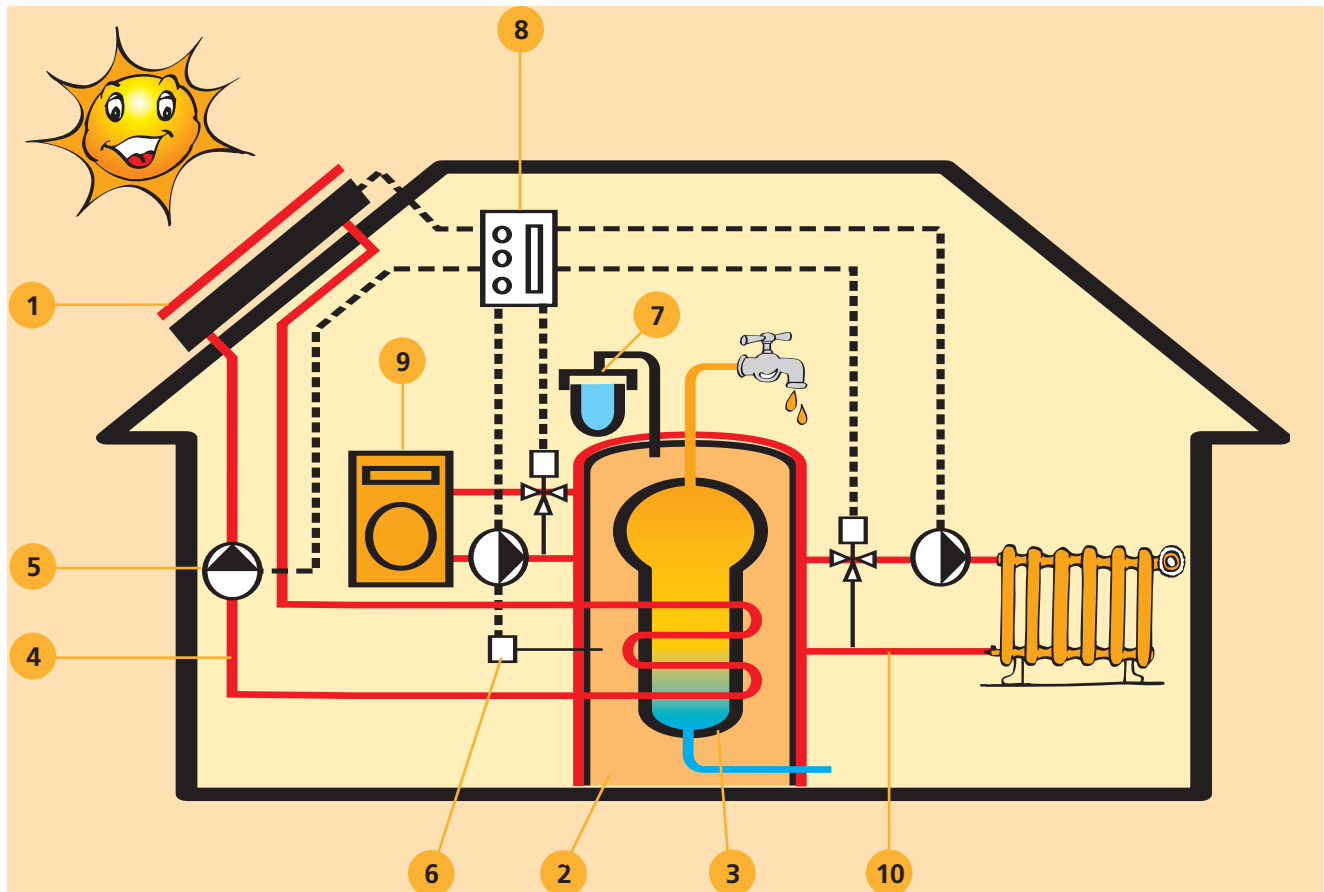
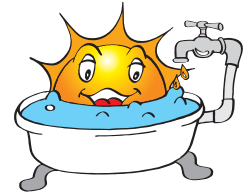
Il existe néanmoins une différence de dimensionnement et de régulation, puisque l'installation est destinée à couvrir les besoins en chauffage en plus de l'eau chaude sanitaire.

Pour le chauffage, les besoins en énergie sont supérieurs; ils réclament donc de plus grandes surfaces de capteurs et un dispositif de stockage plus important.

Une installation de chauffage solaire actif se compose des éléments suivants:

- Une surface relativement importante de capteurs vitrés (1) ou d'absorbeurs (toiture solaire).
- Un accumulateur (2) (réservoir de stockage).
- Un chauffe-eau (3) pour eau sanitaire, souvent intégré dans la partie supérieure de l'accumulateur (accumulateur combiné).
- Un système de circulation (4) entre les capteurs et l'accumulateur, comprenant une pompe de circulation (5), des vannes (6) et un vase d'expansion (7).
- Un système de commande et de régulation (8).
- Une installation de production d'énergie complémentaire (9) (chauffage traditionnel au gaz, à mazout, au bois ou une pompe à chaleur).
- Un circuit de distribution de chaleur traditionnel (10).

(Voir illustration page suivante)



Stockage de la chaleur

En fonction de leur durée, on distingue trois types de stockage :

- Le stockage à court terme (quelques jours), en particulier pour le stockage de l'eau chaude sanitaire. La chaleur est stockée dans l'accumulateur.
- Le stockage à moyen terme (de quelques jours à quelques semaines). La chaleur est stockée dans un accumulateur ou dans la masse même du bâtiment.
- Le stockage à long terme (stockage saisonnier). La chaleur est accumulée pendant la saison chaude pour être restituée pendant l'hiver. Elle est alors stockée soit dans de grands réservoirs d'eau (cuve, caverne, etc.), soit dans le terrain, soit encore dans la nappe phréatique. Le chargement du stock saisonnier est assuré par des champs de capteurs solaires de plusieurs centaines de m².

- 1) Capteur vitré
- 2) Accumulateur
- 3) Chauffe-eau
- 4) Circuit solaire
- 5) Pompe de circulation
- 6) Vanne
- 7) Vase d'expansion
- 8) Régulation
- 9) Autre source de chauffage
- 10) Circuit de distribution de la chaleur

Dimensionnement

Le dimensionnement optimal de la surface des capteurs et du volume d'accumulation dépend des facteurs suivants:

- La proportion des besoins de chauffage devant être couverte par l'apport solaire.
- La surface disponible pour les capteurs.
- Le type de capteur utilisé.
- L'orientation et l'inclinaison des capteurs.
- L'ensoleillement local.
- Le nombre de jours d'autonomie désiré.

Pour optimiser l'installation, il existe des programmes informatiques de calcul et de simulation. Comme, pour obtenir le même résultat (par exemple la couverture de 40% des besoins de chauffage par l'énergie solaire), différentes solutions techniques sont applicables (augmentation de la surface de captage, recours accru au solaire passif, amélioration de l'isolation du bâtiment, etc.), on veillera à investir dans la solution la mieux adaptée et la meilleur marché.

Pour une villa bien isolée, la couverture de 40% des besoins de chauffage nécessite environ 15 m² de capteurs et un volume d'environ 1'000 litres d'accumulation.



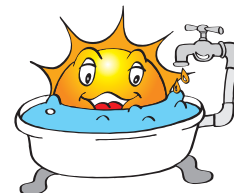
*Exemple de kit solaire au sous-sol d'une habitation
Photo Rüesch*

Nouveau: le plancher solaire direct

Encore relativement peu connu en Suisse, ce système de chauffage solaire actif a déjà fait ses preuves en France voisine, en particulier pour des villas bien isolées, en complément avec un chauffage traditionnel.

Cette méthode consiste à stocker la chaleur directement dans les dalles de chauffage au sol, sans accumulateur hydraulique. L'eau glycolée du circuit solaire passe alors directement dans le chauffage de sol. La chaleur stockée dans les dalles est restituée la nuit, assurant ainsi une utilisation optimale de la chaleur. On veillera spécialement à la régulation afin d'éviter la surchauffe.

Grâce à sa simplicité, ce type d'installation coûte moins cher qu'un système solaire traditionnel.



LE CHAUFFAGE DE L'EAU DE PISCINE

En consentant un investissement initial modeste, les heureux propriétaires d'une piscine peuvent la chauffer chaque année sans bourse délier.

Même dans notre région, on peut très bien tempérer l'eau des piscines (privées ou publiques) en recourant uniquement à l'énergie solaire, puisque l'eau de la piscine ou des douches ne doit guère dépasser 23° à 26° C. Cette température correspond tout à fait à l'utilisation d'absorbeurs souples ou rigides, moins onéreux que les capteurs vitrés.

Autre avantage: la piscine elle-même joue le rôle d'absorbeur de chaleur. D'autre part, on peut recouvrir la piscine d'un absorbeur translucide (couverture) pour capter le rayonnement solaire et diminuer les pertes de chaleur.

Avantages

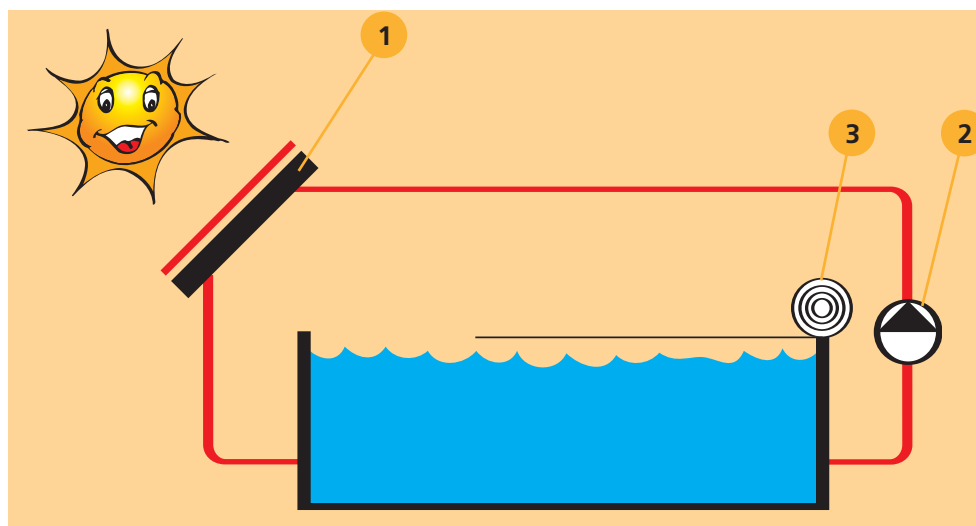
- On utilise l'énergie solaire en phase avec la saison.
- On améliore le confort des utilisateurs («l'eau est bonne»).
- On peut aisément prolonger la période d'utilisation, tant que le soleil brille.
- Légèrement chauffées, les douches sont plus attractives. Dès lors, les utilisateurs se douchent plus volontiers et salissent d'autant moins l'eau de la piscine.
- On diminue la consommation d'autres énergies.

Que dit la loi?

Selon la législation, il faut demander une autorisation pour construire ou transformer les équipements techniques des piscines à ciel ouvert chauffables.

Si la piscine fait moins de 200 m², l'autorisation est accordée à condition que la piscine soit intégralement chauffée par des énergies renouvelables ou des rejets thermiques.

Si la piscine fait plus de 200 m², l'autorisation est accordée à condition d'utiliser, pour son chauffage, au moins 50% (voire 100% dans certains cantons) d'énergies renouvelables ou de rejets thermiques.



- 1) Capteur
2) Pompe de circulation de l'eau
3) Couverture amovible

Combien ça coûte?

Entre 200 et 500 francs par m² de capteur-absorbeur pour une installation destinée au chauffage de l'eau de piscine.

Comment ça marche?

Quelle sorte d'installation faut-il pour chauffer l'eau d'une piscine grâce à l'énergie solaire?

Déroulée au-dessus de la piscine, la couverture amovible translucide capte les rayons solaires pour chauffer l'eau en début de saison et maintenir ensuite sa température. De nuit, elle réduit considérablement le refroidissement de l'eau.

Si l'on veut davantage de confort ou que la couverture pose des problèmes pratiques (durée du chauffage initial de l'eau, conditions climatiques, temps de déroulage et d'enroulage), on peut opter pour des capteurs

(généralement non vitrés) appelés absorbeurs (en métal) ou nattes (en matière synthétique). Le principe de ces petites installations consiste à faire transiter l'eau de la piscine par les capteurs. Il faut donc que les matériaux des capteurs résistent aux produits de traitement de l'eau des piscines.

Ce système requiert bien évidemment de la tuyauterie de raccordement avec pompes et filtres, ainsi qu'un appareil de régulation. Les pompes s'enclenchent dès que la température des capteurs est plus élevée que celle de la piscine. Pour des installations simples, on peut remplacer le régulateur par une commande manuelle (interrupteur).

Dimensionnement

Selon la localisation, on préconise l'installation d'une surface de nattes correspondant à 40% - 70% de la surface du bassin s'il est équipé d'une couverture amovible (sans couverture: de 40% à 100% de la surface).

Photos: Aux Plaisirs Aquatiques - Pompaples



²⁰ Le solaire photovoltaïque



Le solaire photovoltaïque n'exploite pas la chaleur du soleil mais sa lumière, pour la transformer en courant électrique. Profitez, vous aussi, de cette idée... lumineuse!

A quoi ça sert?

L'électricité produite grâce au soleil peut servir aussi bien à alimenter une calculatrice de poche d'une puissance de 0,1 W qu'à couvrir des besoins de plusieurs milliers de kW.

On distingue deux types d'installations solaires photovoltaïques:

Les installations raccordées au réseau électrique, qui concernent la majeure partie des bâtiments de notre pays. Ces installations, intégrées en façade ou en toiture, pourraient satisfaire jusqu'à 30% de nos besoins en électricité!

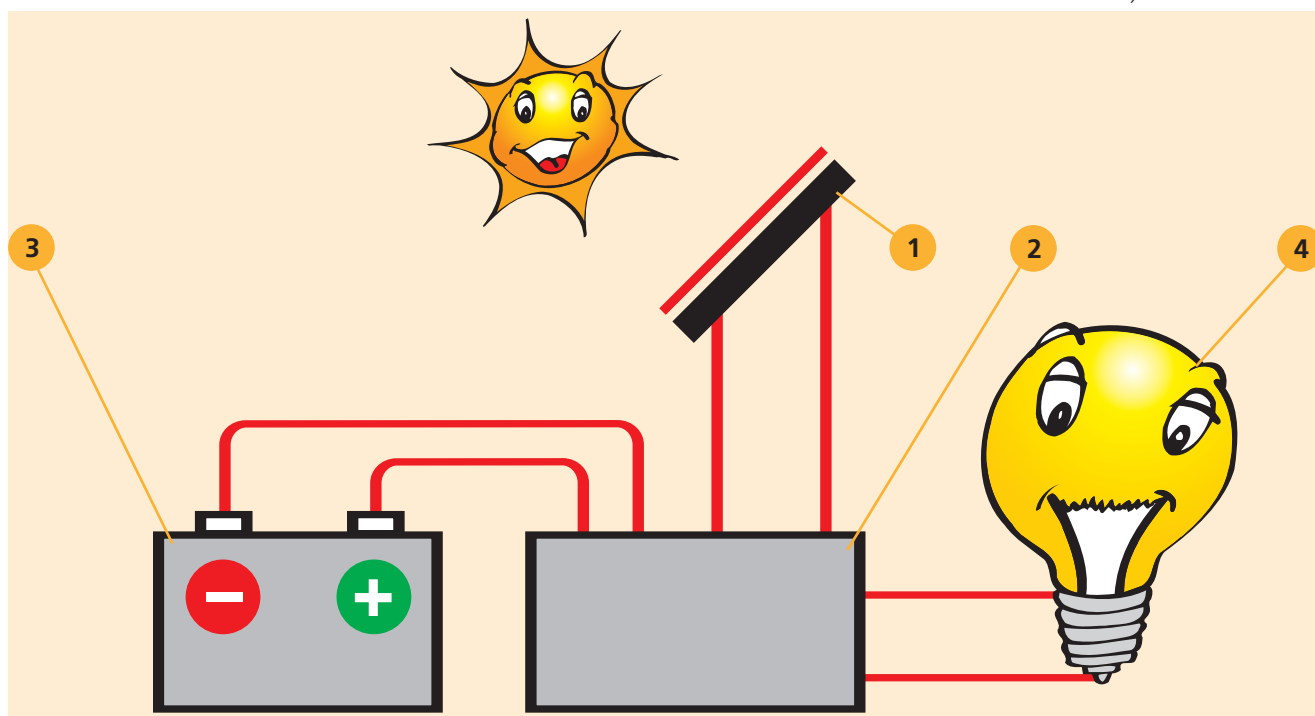
Pour que la production photovoltaïque convienne à l'usage d'appareils plus gourmands (machines, aspira-

teur, réfrigérateur, etc.), il faut commencer par la transformer. En effet, les panneaux produisent du courant continu qu'on transforme en courant alternatif de 230 V au moyen d'un appareil appelé onduleur. Quand la production est excédentaire, on la réinjecte dans le réseau pour la vendre au distributeur régional.

Les installations autonomes pour sites isolés, là où le réseau électrique est trop éloigné et potentiellement trop cher (restaurants de montagne, fermes isolées, chalets d'alpage, etc.). Dans ce cas, pour stocker l'électricité produite, on se sert de batteries. L'électricité peut être soit directement utilisée en courant continu et basse tension par des lampes, petite pompe à eau, radio, télévision, etc., prévus à cet effet, soit transformée en courant alternatif à une tension de 230 volts pour des consommateurs usuels. Pour effectuer le choix du système, on comparera le surcoût pour des appareils à basse tension avec le prix de l'onduleur.

Exemple d'installation autonome pour site isolé

- 1) Panneau photovoltaïque
- 2) Régulation
- 3) Batterie d'accumulateurs
- 4) Consommateur



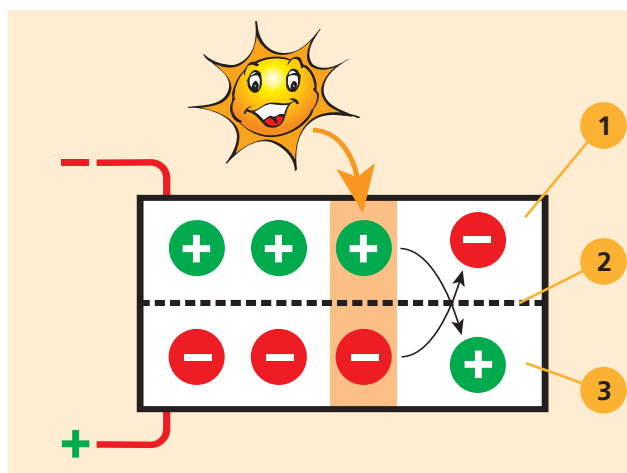
Combien ça coûte?

Une installation devant alimenter deux lampes, une pompe à eau, une radio et une télévision, coûte approximativement 3'000 francs.

Pour des installations plus puissantes (de 1 à 10 kW), le coût actuel est de l'ordre de 15 francs par W installé (par exemple, pour une installation d'une puissance de 2 kW: 2'000 watts x 15 francs = 30'000 francs), et le prix du kWh – entretien et amortissement compris – varie entre 80 centimes et 2 francs selon le lieu de production et le type d'installation (montants calculés hors subventions).

Comment ça marche?

La transformation de l'énergie solaire en électricité se fait par l'intermédiaire de cellules photovoltaïques. Les cellules photovoltaïques sont constituées d'une tranche de silicium dans laquelle on a déposé des éléments chimiques permettant d'obtenir une couche positive et une couche négative. Lorsqu'un photon (une particule du rayonnement solaire) entre en collision avec un atome de la zone de charge d'espace, il provoque un



Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque

- 1) Couche «n»
- 2) Zone de charge d'espace
- 3) Couche «p»

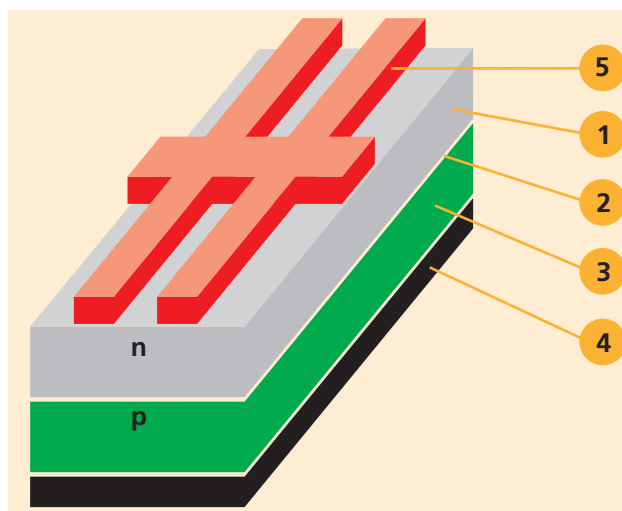
déplacement des électrons dans la couche négative, ce qui crée un «trou» dans la couche positive et, du même coup, génère une tension électrique.

Un peu de technique

Il existe plusieurs types de cellules, réalisées selon des principes différents:

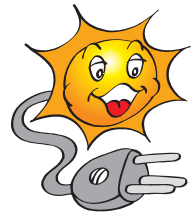
Les cellules cristallines sont composées d'une couche négative (1) (électrons), d'une zone de charge d'espace (2), d'une couche positive (3) (trous) et d'une couche de contact en métal (4) (contact arrière) et d'une électrode métallique (5) (grille).

Les cellules amorphes sont obtenues en déposant une fine couche de silicium sur un support bon marché, et même sur du plastique souple. Cette couche étant environ cent fois moins épaisse que celle d'une cellule cristalline, elle requiert beaucoup moins de matériau et d'énergie.



Composition des cellules cristallines:

- 1) Couche négative (électrons)
- 2) Zone de charge d'espace
- 3) Couche positive
- 4) Contact arrière
- 5) Contact avant (grille)



Les cellules photo-électrochimiques de Graetzel imitent la photosynthèse des plantes. Ce procédé est actuellement en phase de développement, avec le soutien de l'EPFL et en collaboration avec différents partenaires industriels suisses et étrangers.

Les cellules solaires micromorphes, autre type de cellules à grand potentiel commercial, sont en développement au laboratoire du Professeur A. Shah de l'Institut de Microtechnique de l'Université de Neuchâtel et sont en phase de pré-industrialisation.

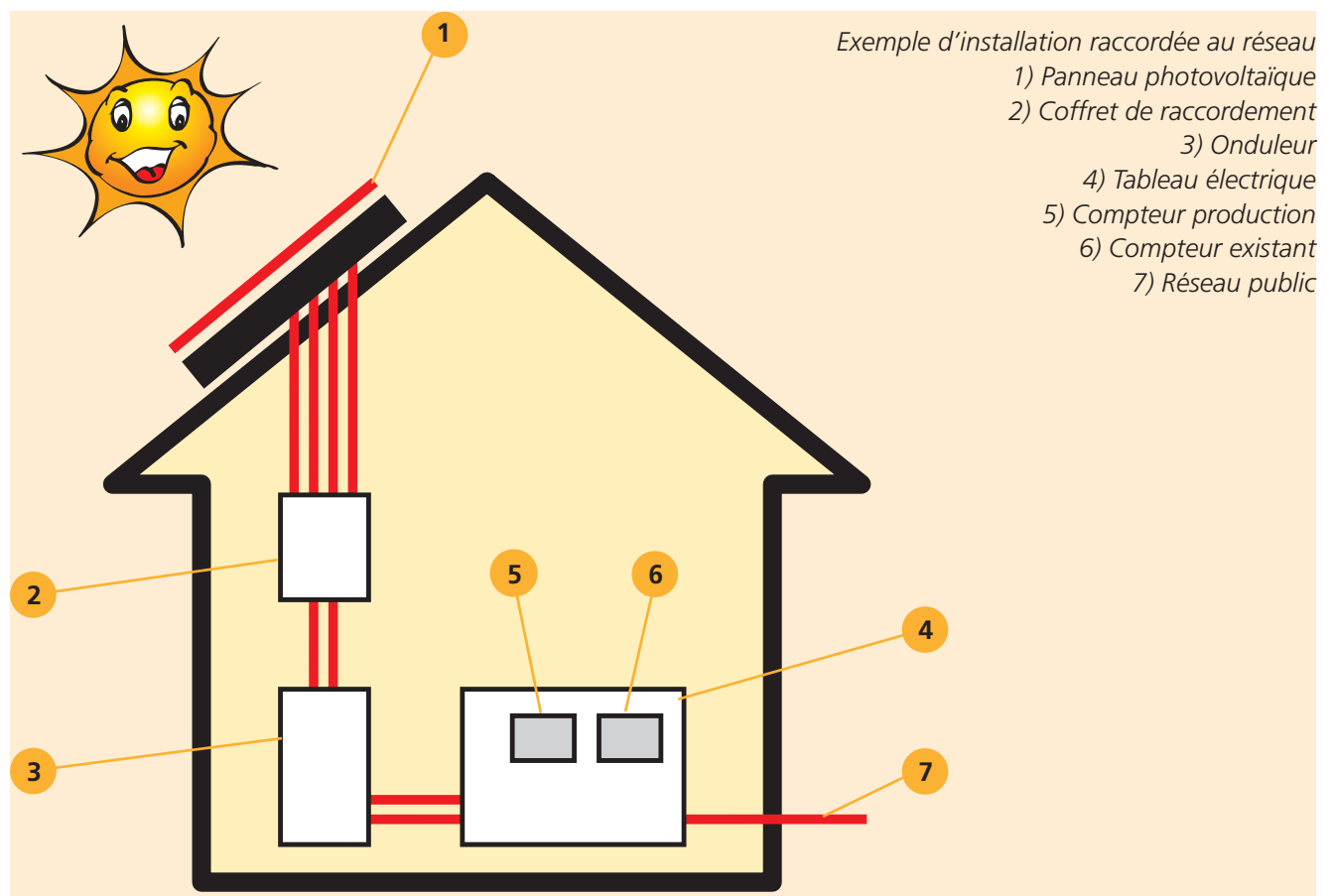
Dimensionnement

La grandeur de l'installation dépend de la puissance désirée, du rendement des panneaux photovoltaïques mais aussi – en cas de non raccordement au réseau – du degré d'autonomie souhaité.

Le dimensionnement des panneaux se fait en fonction de leur puissance de crête (exprimée en Wc, c'est la puissance fournie par ensoleillement maximal) annoncée par le fabricant. Cette valeur permet d'évaluer la qualité et l'efficacité énergétique du matériel; elle varie selon la technologie utilisée.

Les panneaux produisent annuellement de 0,8 à 1,5 kWh par Wc, ce qui signifie qu'une installation de 300 Wc fournira entre 240 et 450 kWh par année.

En moyenne, la puissance d'un mètre carré de panneau photovoltaïque cristallin est de l'ordre de 120 Wc, ce qui correspond à une production d'électricité d'environ 120 kWh par an (c'est-à-dire de quoi faire fonctionner, par exemple, un four à micro-ondes d'une puissance de 1 kW pendant 120 heures).



Le courant vert et les bourses solaires photovoltaïques

Il y a courant et courant! On appelle «courant vert» l'électricité produite par des sources d'énergie renouvelables. Sa production n'entraîne qu'une pollution minime de notre environnement et préserve au maximum les ressources naturelles. Le producteur d'électricité est tenu de déclarer la provenance et le mode de production du courant qu'il fournit. Le consommateur est donc libre de choisir entre un courant produit de manière conventionnelle et celui produit dans le plein respect de l'environnement. Les bourses solaires photovoltaïques ou le courant vert proposé par les distributeurs d'électricité permettent à tout un chacun de s'approvisionner. Vous avez le choix du courant... alors exigez un courant de choix! Informez-vous auprès de votre distributeur d'électricité. Les offres certifiées naturemade star répondent aux critères les plus exigeants.

*Production de courant photovoltaïque
à la Maison pour étudiants, Vidy, Lausanne (Photo SSES)*



24 Autres applications du solaire

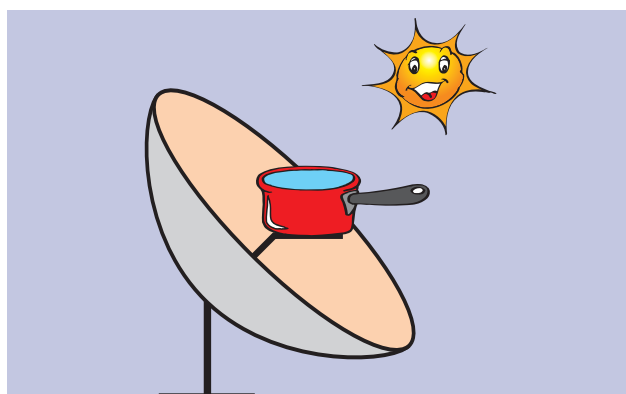


L'énergie solaire est comme la pomme de terre: bonne à tout faire! Avec un peu d'ingéniosité, tout bricoleur un peu futé peut largement tirer profit de cette source d'énergie.

L'utilisation de l'énergie solaire ne se limite pas à la production d'eau chaude ou d'électricité. Il existe d'autres applications.

La cuisson d'aliments et le séchage des fruits et légumes

Cuire son pain dans un four solaire? Faire griller des aliments à l'aide d'un cuiseur parabolique? Sécher ses fruits et légumes? C'est parfaitement possible, et de nombreuses personnes ont réalisé elles-mêmes leur appareil.

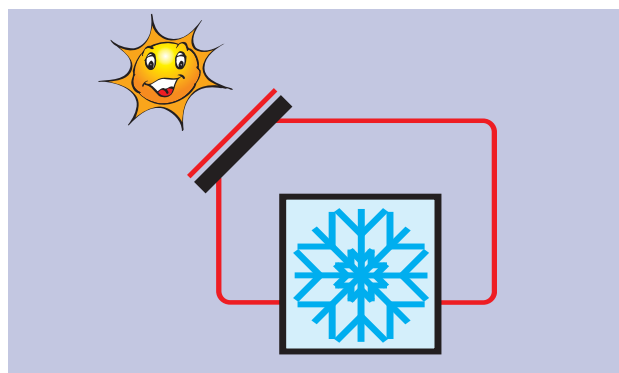


La production de froid

Aussi étrange que cela puisse paraître, il est possible de produire du froid en utilisant l'énergie solaire. Un réfrigérateur conventionnel fonctionne à l'aide d'un compresseur qui fait circuler un fluide frigorigène (= créateur de froid) rejetant la chaleur en excès hors de l'ap-

pareil. On peut obtenir le même effet en remplaçant le système d'entraînement mécanique par un système thermique solaire (on parle alors de cycle à absorption ou à adsorption).

L'Ecole d'ingénieurs d'Yverdon-les-Bains a développé des réfrigérateurs solaires à adsorption destinés au stockage de médicaments dans les zones rurales africaines. Ces appareils fonctionnent sans aucune pièce en mouvement et sans aucune consommation d'énergie électrique. Le système est composé d'un capteur-adsorbeur de 2 m², d'un condenseur à convection naturelle, d'un évaporateur et d'un circuit reliant ces divers éléments.



Le solaire haute température

La concentration optique du rayonnement solaire direct permet d'obtenir de très hautes températures. Selon la technologie de captage adoptée, la chaleur produite est comprise entre 400 et 1'000° C. Les deux utilisations principales sont:

- la production de chaleur,
- la production d'électricité.

Dans les zones où l'ensoleillement est suffisant, l'électricité solaire thermique est proche du seuil de rentabilité.

Le solaire et MINERGIE®

25

Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie
Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch

MINERGIE est le nouveau standard suisse de confort et d'économie d'énergie pour les bâtiments, qu'ils soient neufs ou rénovés.

Le standard MINERGIE s'appuie essentiellement sur l'isolation thermique, la récupération de chaleur et les énergies renouvelables, notamment sur l'énergie solaire.

En effet, l'énergie solaire complète idéalement les mesures nécessaires à l'obtention du label MINERGIE puisqu'elle peut couvrir deux tiers des besoins énergétiques nécessaires à la production d'eau chaude sanitaire (voir p. 11). En ce qui concerne le chauffage solaire d'appoint (voir p. 15), les économies peuvent atteindre 40%. Pour une villa MINERGIE, on conseille généralement l'installation de 4 à 5 m² de capteurs solaires pour la production d'eau chaude sanitaire et un soin architectural particulier pour bénéficier au mieux du solaire passif (voir p. 6). Les installations solaires ont l'avantage de pouvoir se combiner avec toutes les autres techniques de chauffage.

Le standard MINERGIE

Un bâtiment construit ou rénové selon le standard MINERGIE contribue à une meilleure qualité de vie et n'engendre qu'une faible consommation d'énergie.

Le concept MINERGIE se base sur des principes et des matériaux éprouvés:

- Enveloppe étanche à l'air et munie d'une excellente isolation thermique
- Aération douce et automatique
- Production de chaleur adaptée et efficace (où les énergies renouvelables sont un complément appréciable)
- Efficacité énergétique des appareils ménagers et de l'éclairage.

Un bâtiment MINERGIE neuf réclame 2,4 fois moins d'énergie qu'un bâtiment neuf conventionnel. Un bâtiment MINERGIE rénové en réclame 1,6 fois moins.

De nombreux cantons soutiennent financièrement cette technologie. Certains établissements bancaires proposent des conditions préférentielles pour les réalisations MINERGIE (voir p. 27).

Villa MINERGIE à Chapelle / FR





Marche à suivre pour la réalisation d'un projet solaire

Notes personnelles

- 1 Déterminez la nature de votre projet
 - Solaire passif
 - Solaire actif
 - Solaire photovoltaïqueet ouvrez un dossier en y incluant les plans existants.
- 2 Prenez rendez-vous avec un conseiller neutre et compétent. Exposez-lui vos souhaits et votre cadre budgétaire.
- 3 Évaluez les possibilités de financement et de subventions: prêts préférentiels, bourse solaire, etc.
- 4 Demandez à 2 ou 3 entreprises recommandées par votre conseiller de vous établir un devis gratuit et sans engagement.
- 5 Comparez les devis, choisissez le meilleur rapport qualité/prix et vérifiez la concordance avec le budget prévu.
- 6 Une fois votre décision prise, mandatez l'entreprise choisie en précisant les délais de réalisation.
- 7 Assurez-vous que cette entreprise se charge de solliciter en votre nom une subvention auprès du service de l'énergie de votre canton, et qu'elle fera si nécessaire la demande de permis de construire auprès de votre commune ou de votre canton.
- 8 Une fois ces questions définitivement réglées, l'entreprise exécute les travaux, met l'installation en service et remédie aux éventuels défauts décelés lors de la réception du matériel.

Nous sommes à vos côtés!

A chaque étape, vous trouverez toujours quelqu'un pour vous renseigner objectivement et vous épauler (voir la liste des adresses utiles en p. 28). Alors, n'hésitez plus: faites (votre) place au soleil!

Possibilités de financement

Les prêts préférentiels

- Les Banques Raiffeisen: dans le cadre d'un financement de propriété privée telle qu'un bâtiment MINERGIE, elles attachent une importance particulière à ce que les charges à long terme restent supportables. Tél. 0844 888 808, www.raiffeisen.ch
- Banque Alternative Suisse: soutient des projets à vocation écologique ou sociale. Les demandes de crédit doivent satisfaire à certains idéaux et aux critères éthiques, mais aussi à des exigences de solvabilité. Tél. 021 319 91 00, www.banquealternative.ch
- Les banques cantonales romandes accordent des hypothèques à meilleur marché dans le cas de constructions neuves ou de rénovations MINERGIE. Certaines de ces banques offrent des conditions préférentielles pour des installations solaires. www.minergie.ch

N'hésitez pas à vous renseigner auprès de votre banque pour connaître ses offres spécifiques.

Mesures promotionnelles des cantons

Depuis l'entrée en vigueur de la nouvelle Loi sur l'énergie en janvier 2001, les aides directes, telles que subventions, sont de la compétence des cantons.

Contributions promotionnelles des cantons en faveur de l'énergie solaire, voir:
www.swissolar.ch/index_f.html, sous Construction.
www.suisse-energie.ch, sous Cantons

Le contracting

Le contracting énergétique consiste à sous-traiter la planification, le financement, l'installation et l'exploitation d'installations de production d'énergie.

- Swiss Contracting, tél. 021 886 20 20
www.swisscontracting.ch

Démarches administratives et commerciales

Permis de construire

Les installations solaires se situent dans un champ d'appréciation délimité par des règles de police de construction, des aspects et des arguments esthétiques, écologiques et économiques. Même si la marge de manœuvre de la commune est souvent définie par le contexte de la loi cantonale, informez-vous sur les éventuelles prescriptions pour installations solaires contenues dans le règlement communal sur les constructions.

Garanties

Garantie de performance pour installations solaires thermiques: fait partie de l'offre, à exiger de votre fournisseur ou installateur. Vous saurez ainsi que l'installation proposée présente des avantages certains du point de vue économique, de la facilité d'utilisation et du confort.

28 Adresses utiles et informations



Service de l'énergie de votre canton

- FR** Service des transports et de l'énergie
Rue Joseph-Piller 13, 1701 FRIBOURG
Tél. 026 305 28 41
ste@fr.ch
- GE** Service cantonal de l'énergie
Rue du Puits St-Pierre 4, 1204 GENEVE
Tél. 022 327 23 23
scane@etat.ge.ch
- JU** Service des transports et de l'énergie
Rue des Moulins 2, 2800 DELEMONT
Tél. 032 420 53 90
energie.info@jura.ch
- JU-BE** Service d'information sur les économies
d'énergie
Rue de la Préfecture 2, 2608 COURTELARY (BE)
Tél. 032 944 18 40
- NE** Service cantonal de l'énergie
Rue de Tivoli 16, 2000 NEUCHÂTEL
Tél. 032 889 47 26
infoenergie@ne.ch
- VD** SEVEN, Division Energie
Ch. des Boveresses 155, 1066 EPALINGES
Tél. 021 316 95 55
info.energie@seven.vd.ch
- VS** Service de l'énergie
Av. du Midi 7, C.P. 478, 1950 SION
Tél. 027 606 31 00
energie@admin.vs.ch
- CRDE** Conférence romande des délégués à l'énergie
www.crde.ch

Confédération

OFEN - Office fédéral de l'énergie
3003 Berne
Tél. 031 322 56 53
www.suisse-energie.ch

Vous souhaitez obtenir une information neutre et complète sur l'énergie solaire:

SWISSOLAR
Infoline Soleil: 0 848 000 104 (renseignements gratuits)
info@swissolar.ch
www.swissolar.ch

SSES - Société suisse pour l'énergie solaire
Case postale, 3000 Berne 14
Tél./Fax 031 371 80 00
www.sses.ch

Vous souhaitez connaître les adresses de prestataires du solaire:

SOLAR - Association des professionnels suisses de l'énergie solaire
Case postale 130, 3000 Berne 16
www.solarpro.ch

SWISSOLAR
Les pros du solaire
(adresse ci-dessus)

Vous souhaitez réaliser vous-même votre installation solaire thermique ou photovoltaïque:

SOLAR SUPPORT
www.solarsupport.ch

Vous souhaitez produire ou consommer du courant vert photovoltaïque:

Distributeurs d'électricité proposant du courant vert à leurs abonnés:
Tél. 021 625 60 10
info@courant-vert.ch
www.courant-vert.ch

AERE - Association pour une électricité respectueuse de l'environnement
Tél. 01 213 10 21
info@naturemade.ch
www.naturemade.ch



Photo Corinne Cuendet

Conception, rédaction

Martin Kernen, Planair SA, 2314 La Sagne

Jean Graf, 1423 Fontanezier

avec la collaboration de Urs Wolfer,

Nicole Zimmermann, OFEN, 3003 Berne

CRDE - Conférence romande des délégués à l'énergie

Mise en page et graphiques

René Besson, Atelier Créatec, 1143 Apples

Dessins

Christophe Dematriz, Duck Dessin, 1128 Reverolle

Photo de couverture

Keystone

Impression

Imprimerie Saint-Paul, 1700 Fribourg

2^e édition - Décembre 2006 · 8'000 exemplaires

Commande

- Service de l'énergie de votre canton (adresse p. 28)
- www.bbl.admin.ch/bundespublikationen, N° de commande 805.020.f

SuisseEnergie

Office fédéral de l'énergie OFEN, Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen · Adresse postale: CH-3003 Berne
Tél. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.suisse-energie.ch