

Solaire Thermique

Dans tout climat autre que tropical, la plus grande consommation d'énergie domestique est destinée au chauffage des locaux et à la production d'eau chaude. Pour ces applications, le solaire thermique est la source d'énergie disponible la plus soutenable, la plus durable et la moins exigeante en terme de maintenance. Un système solaire thermique bien conçu est une base essentielle pour un micro-réseau en courant continu (non tropical) efficace.

Les informations et ressources ci-dessous sont plus utiles dans un climat tempéré avec une moyenne d'au moins 4,5 kWh/mètre carré/jour de rayonnement solaire (voir [cette carte](#)).

Qu'est-ce que le Solaire Thermique ?

Le solaire thermique est une énergie où le rayonnement solaire est utilisé directement comme chaleur, au lieu d'être converti en électricité, comme c'est le cas avec le photovoltaïque (PV). Le solaire thermique est une technologie bien établie. Le solaire thermique passif existe depuis des millénaires, tandis que les systèmes solaires thermiques actifs sont couramment utilisés dans certaines parties du monde depuis les années 50.

Le solaire thermique peut être passif ou actif. [Le solaire passif](#), utilisé principalement pour le chauffage des locaux, consiste à concevoir un bâtiment pour une exposition solaire maximale à travers les fenêtres en hiver. En hiver, l'angle du soleil est bas dans le ciel du sud, de sorte que les fenêtres sur les murs orientés au sud permettront plus de soleil dans l'espace de vie et réchaufferont le bâtiment. En été, le soleil est directement au-dessus de la tête, donc les fenêtres orientées au sud ne sont pas un handicap. C'est un concept simple, et vous n'avez pas besoin de trop y penser. Il suffit de mettre beaucoup de fenêtres du côté sud, moins du nord, de l'est et de l'ouest. N'oubliez pas non plus que dans un bâtiment moderne bien isolé, les fenêtres et les portes sont vos principales sources de perte de chaleur la nuit. Nous vous recommandons d'utiliser des rideaux thermiques isolés et ajustés, baissés la nuit et relevés le jour, au-dessus de toutes les grandes fenêtres pour minimiser vos pertes de chaleur. Nos préférés sont les [rideaux thermiques de style Kume](#), qui utilisent des lattes en bois pour maintenir une étanchéité parfaite entre le rideau et le tableau de fenêtre.

Dans les systèmes solaires thermiques actifs, la chaleur est collectée et transférée dans un support de stockage, où elle peut être prélevée lorsque le soleil ne brille pas. Ces systèmes utilisent un matériau de transfert de chaleur, air ou fluide, pour déplacer la chaleur du collecteur vers le stockage. Bien que ces systèmes nécessitent des compétences pour être conçus et construits, ils sont incroyablement utiles dans les climats froids et tempérés. Avec ces systèmes, l'utilisation coopérative est essentielle pour rendre les services abordables. Par exemple, un chauffe-eau solaire de qualité qui fournit des services à trois familles peut être construit pour à peu près le même coût qu'un système qui dessert une seule famille. De même, une grande masse de stockage thermique par rapport à la longueur du mur d'enceinte est essentielle pour un chauffage solaire efficace. C'est une façon compliquée de dire que les systèmes de chauffage solaire actifs fonctionnent mieux sur les grands bâtiments que sur les petites maisons.

Les systèmes solaires thermiques nécessitent une super isolation pour être une source d'énergie efficace. Les températures que les systèmes solaires thermiques peuvent atteindre sont modestes (par rapport aux combustibles fossiles ou au chauffage au bois) et ne peuvent évidemment pas être allumées et éteintes à volonté. De manière générale, la quantité d'isolation requise par la réglementation n'est pas suffisante pour retenir la chaleur solaire. Vous perdez votre temps et vos ressources à construire un système solaire thermique compliqué dans un bâtiment mal isolé. Isolez d'abord votre bâtiment, puis pensez à ajouter de l'énergie solaire (thermique ou photovoltaïque). Lisez la suite pour plus d'informations sur l'isolation avec des bottes de paille et d'autres matériaux à faible coût.

Solaire thermique vs PhotoVoltaïque (PV)

Le solaire thermique et le photovoltaïque sont des systèmes très différents, chacun avec ses propres forces et faiblesses. Les deux ont une fonction importante dans un micro-réseau en courant continu. D'une manière générale, lors de la transformation de l'énergie solaire en chaleur, nous recommandons d'utiliser le solaire thermique au lieu du photovoltaïque. Une exception à cela est la cuisson.

Points forts du solaire thermique par rapport au Photovoltaïque

-Le stockage est généralement plus efficace avec le thermique qu'avec le PV. En effet, le stockage thermique est beaucoup moins cher, plus efficace et durable que les batteries. Transformer la lumière du soleil en électricité, la stocker dans des batteries et la retransformer en chaleur nécessite plusieurs ordres de grandeur de dépenses, de complexité et d'impact environnemental supplémentaires que le stockage de la chaleur directement dans un réservoir d'eau isolé, une roche ou une autre masse thermique.

-Les systèmes à base de fluide sont plus efficaces par zone de capteur que le PV. Les capteurs à tubes sous vide et à plaques plates sont tous deux efficaces à environ 70 % pour convertir la lumière du soleil en énergie utilisable. Le PV est efficace à environ 20 %. Si vous avez un espace de capteurs limité et que vous souhaitez produire de la chaleur, le solaire thermique est clairement préférable au PV.

-Les systèmes solaires thermiques bien conçus nécessitent peu ou pas d'entretien. (Les détails comptent - de nombreuses personnes construisent des systèmes solaires thermiques complexes et sur-conçus qui ne fonctionnent pas bien. Voir ci-dessous pour les considérations de conception pour les systèmes autonomes.) Un échangeur de chaleur fabriqué à partir de tuyaux en cuivre dans un réservoir d'eau ou de l'air soufflé sur de la roche, peut fonctionner pendant des décennies sans entretien. Les systèmes électriques nécessitent généralement plus d'entretien : les éléments chauffants électriques brûlent au fur et à mesure et doivent être remplacés, et les interrupteurs s'usent. Lorsque l'élément chauffant est petit et accessible (comme pour une cuisinière), ce n'est pas

grave ; mais lorsque la chaleur est transférée à une grande masse thermique (pour le chauffage des locaux, par exemple), les éléments chauffants électriques ne sont pas le meilleur choix.

-Les panneaux photovoltaïques nécessitent une technologie beaucoup plus sophistiquée pour être construits et réparés que les capteurs solaires thermiques. Des collecteurs d'air chaud efficaces peuvent être construits à la maison à très faible coût. Des collecteurs à plaques plates (pour chauffer l'eau) peuvent également être construits à la maison, bien que cela soit difficile et ne permette pas d'économiser beaucoup d'argent sur leur achat. Les capteurs à plaques plates et à tubes sous vide peuvent tous deux être réparés à la maison, et les capteurs solaires thermiques usagés de toutes sortes peuvent parfois être achetés à faible coût.

Les Faiblesses du solaire thermique par rapport au Photovoltaïque

-La construction d'un système solaire thermique nécessite plus de compétences et de travail que la construction d'un système photovoltaïque. Les capteurs solaires thermiques sont plus lourds que les panneaux photovoltaïques ; et les fils électriques se plient plus facilement que les tuyaux en cuivre.

-Les panneaux photovoltaïques sont actuellement moins chers que les capteurs à plaques plates et à tubes sous vide par équivalent BTU, en raison des subventions gouvernementales et de la demande croissante de PV. (Ce n'était pas vrai il y a dix ans et cela pourrait encore changer dans les décennies à venir.)

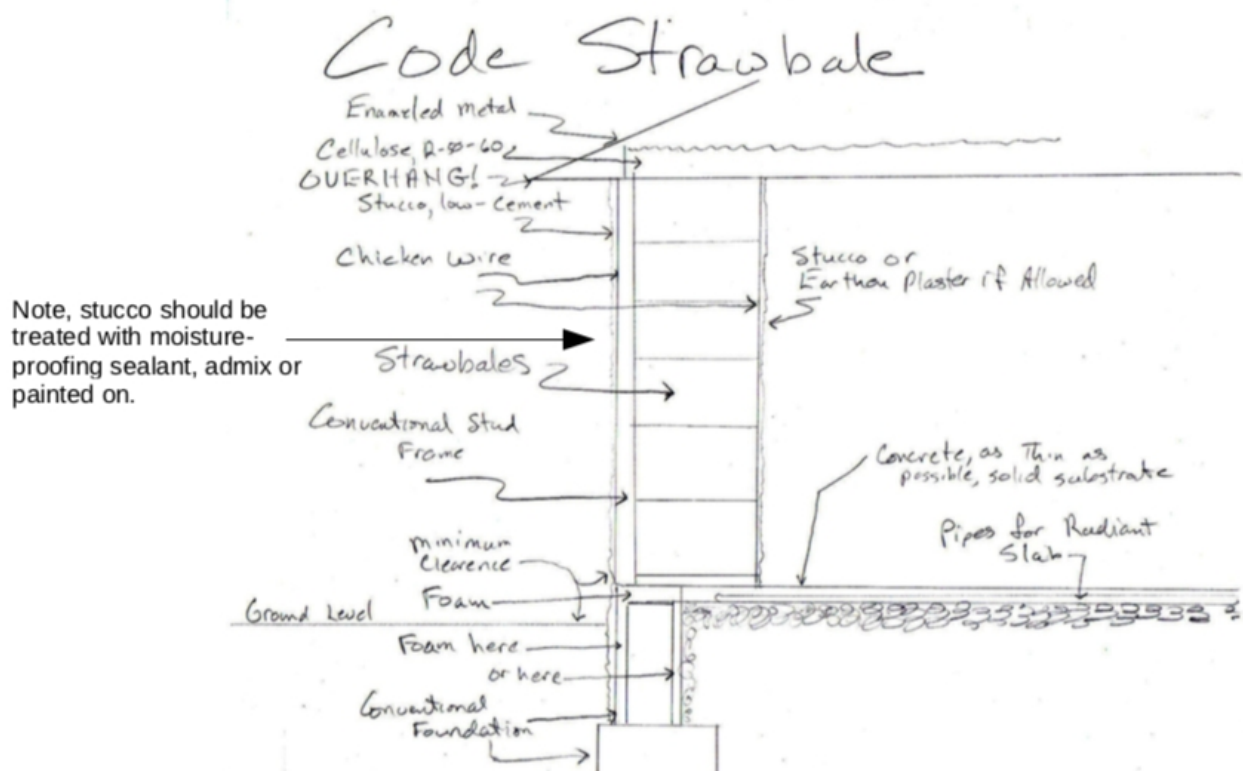
-L'électricité est mieux adaptée pour concentrer des températures très élevées dans une petite zone, ce qui rend le PV préférable pour la cuisson.

Super isolation

Malgré toutes ses vertus, le chauffage solaire est " faible " par rapport aux sources de chauffage auxquelles les gens sont habitués (gaz, électricité, bois de chauffage). Une super-isolation est nécessaire pour rendre confortables les résidences chauffées à l'énergie solaire. La quantité d'isolation requise par la réglementation n'est pas suffisante. Vous perdez votre temps et vos ressources à construire un système solaire thermique dans un bâtiment mal isolé.

Une super isolation signifie faire plus que simplement souffler de la cellulose dans des murs à ossature standard. Les murs extérieurs doivent être épais - nous recommandons 18 pouces (45cm) ou plus. Une Super isolation signifie au moins un R de 7,5 dans le plafond. Des fenêtres et des portes de qualité sont essentielles. N'oubliez pas non plus l'isolation du sous-sol.

N'importe quel matériau d'isolation peut fonctionner, tant que les murs sont épais. Les bottes de paille sont souvent bon marché, s'empilent facilement et sont autorisées par les règlements du bâtiment dans de nombreux endroits, en supposant une ossature conventionnelle.



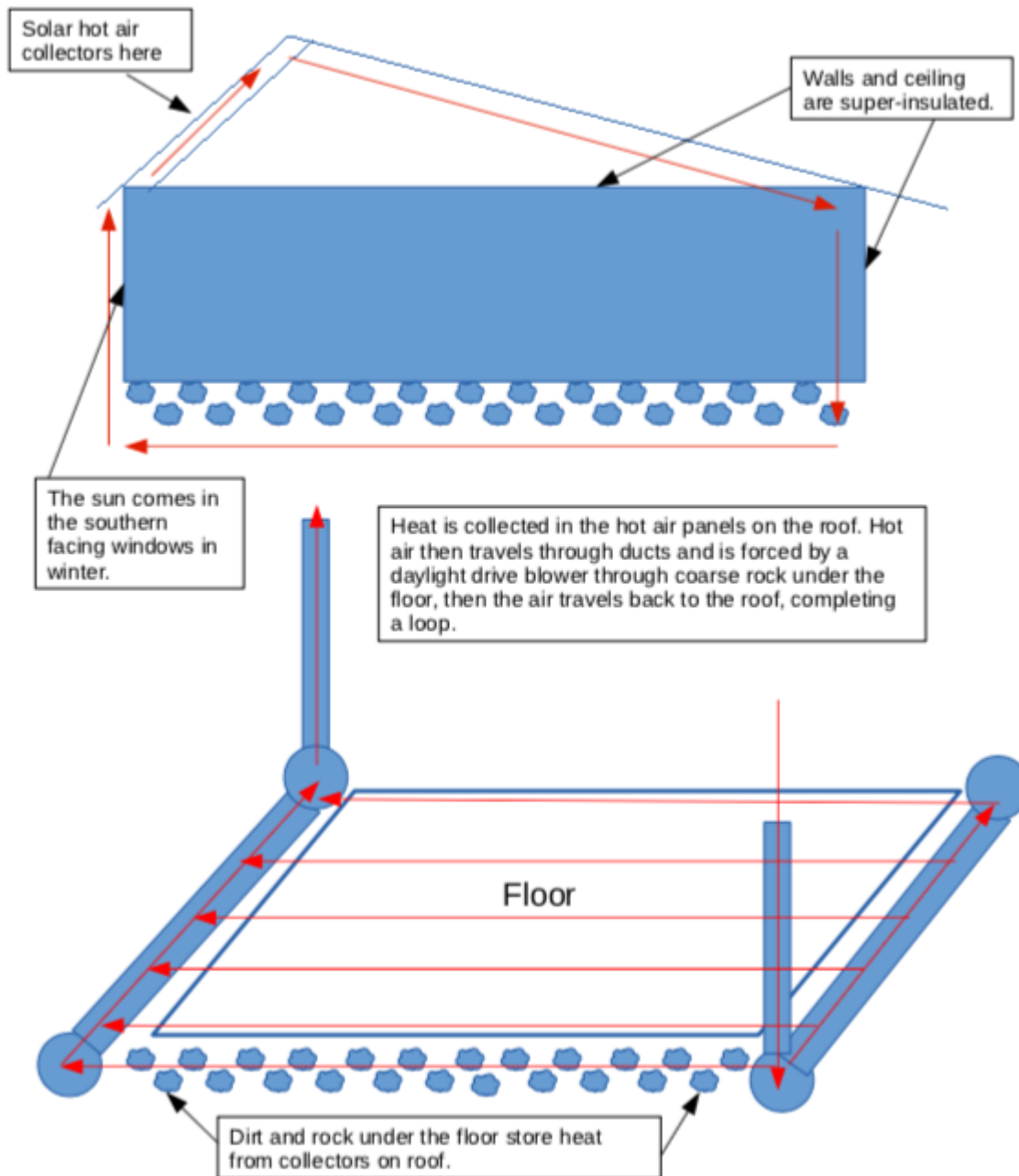
Chauffage solaire actif des locaux à base d'air

Des capteurs solaires à air chaud peuvent être achetés ou construits à la maison. [Solarheat](#) et [sunmate](#) sont des exemples de capteurs d'air chaud disponibles dans le commerce. Avec ces systèmes, l'air chauffé est conçu pour être soufflé directement dans l'espace de vie. Nous ne recommandons pas cette approche. Nous recommandons de souffler de l'air chauffé dans une masse thermique quelconque pour stabiliser les températures dans le temps. Une dalle radiante est idéale à cet effet.

Les capteurs solaires à air chaud n'ont pas besoin d'être hermétiques et ne sont pas difficiles à fabriquer à la maison sans outillage spécialisé. A la LEF, nous avons construit un capteur solaire à air chaud qui couvre tout le toit orienté au sud de notre maison. Nous avons installé du verre sur un canal en aluminium à environ un pouce au-dessus d'une tôle noire. Un système de conduits dans les combles déplace l'air chauffé du haut du collecteur, à travers le gravier sous le sol, et remonte dans le collecteur, entrant par le bas. Un ventilateur à entraînement direct par la lumière du jour déplace l'air dans le système lorsque le soleil brille.



Installation d'une vitre sur un capteur solaire à air chaud solaire



Ce schéma montre le mouvement de l'air chaud solaire dans la maison, en photo ci-dessus.

L'un des avantages des systèmes à base d'air par rapport aux systèmes à fluide est qu'ils peuvent rester inactifs, sans que l'air ne circule. (Le fluide doit être mis en circulation lorsque les capteurs sont chauds, pour éviter que le liquide ne bouillonne.) Ainsi, la puissance utilisée pour faire circuler l'air peut être détournée pour d'autres usages. Par temps chaud, l'ensemble du système peut rester inactif, tandis que les collecteurs à fluide pour les systèmes de chauffage des locaux doivent être couverts en été.

L'air chauffé à l'énergie solaire déplacé par un ventilateur ou un souffleur, peut également être utilisé pour déshydrater les aliments. Cela fonctionne très bien d'avoir une seule source d'air chauffé à l'énergie solaire qui est utilisée à la fois pour le chauffage des locaux et la déshydratation des aliments, car elles sont généralement nécessaires à différentes saisons.

Solaire actif à base de fluide pour le chauffage de l'eau et des locaux

Un système à base de fluide peut être utilisé pour le chauffage de l'eau, le chauffage des locaux ou les deux. Les capteurs plats et les capteurs à tubes sous vide sont d'excellentes options pour chauffer le fluide. Nous préférons généralement les systèmes en boucle fermée, utilisant du propylène glycol dans les collecteurs avec un échangeur de chaleur, à un système de drainage en boucle ouverte. Les systèmes avec drainage fonctionnent, mais ils nécessitent des pompes plus grosses.

Les capteurs à tubes sous vide sont disponibles via [SunMaxx Solar](#). Ils sont plus chers que les plaques plates, mais peuvent atteindre des températures plus élevées et fonctionnent mieux dans des conditions nuageuses et froides. Ils valent probablement la dépense supplémentaire dans les climats très froids. Dans les climats aux hivers modérés, les capteurs plats sont parfaits. [Alternate Energy Technologies](#) est une excellente source de collecteurs à plaques planes.



Glycol (antifreeze) is pumped in a closed loop through the flat plate collectors above, into a heat exchanger in the hot water tank below. The tank is insulated, and is large enough to provide us with hot water even during cloudy spells.

The DC pump that moves the glycol is powered by a small PV panel next to the flat plate collectors.



This closed loop solar hot water system has supplied the hot water needs for 10 people for almost a decade with essentially no maintenance. It cost less than \$1,000 per capita.

Pour utiliser un fluide chauffé par l'énergie solaire pour chauffer une maison, de nombreuses options existent pour le stockage et la dissipation de la chaleur. Le fluide peut être stocké dans un grand réservoir de stockage sous ou à l'extérieur de la maison, puis diffusé à travers un système de radiateurs ou un plancher radiant. Dans un système plus simple, le fluide circule directement des collecteurs vers le plancher radiant ou le système de radiateurs.

Il est important que le fluide dans les capteurs circule chaque fois que le soleil brille. La façon la plus simple de le faire est d'utiliser une pompe à entraînement direct par la lumière du jour. Installez un petit panneau PV à côté des capteurs thermiques, câblé à une pompe à courant continu. Nous recommandons les pompes de ussolarpumps.com. Si le système est utilisé uniquement pour le

chauffage de l'eau, ce système peut fonctionner tous les jours, toute l'année sans entretien ni ajustements nécessaires. Si le système est utilisé à la fois pour le chauffage de l'eau et le chauffage des locaux, vous devrez peut-être couvrir certains des capteurs en été, pour éviter un excès de chaleur.



Les capteurs plats de la maison ci-dessus font partie d'un système en boucle fermée fournissant à la fois l'eau chaude sanitaire et le chauffage des locaux. Pour le chauffage des locaux, le glycol est pompé à travers des tuyaux dans une dalle radiante. En été, la plupart des collecteurs sont couverts et le glycol n'est envoyé qu'à travers les réservoirs d'eau chaude sanitaire.

Chauffe-eau solaire monobloc pour le chauffage de l'eau

Les chauffe-eaux solaires monobloc sont une excellente option pour le chauffage solaire de l'eau dans un climat aux hivers doux. Même dans les climats aux hivers froids, ils peuvent répondre à la plupart des besoins en eau chaude d'un ménage au printemps, en été et en automne. (Selon les températures, le système peut avoir besoin d'être vidangé en hiver.) La conception d'un Chauffe-eau solaire monobloc est très simple, il s'agit d'un réservoir peint en noir, à l'intérieur d'une boîte qui a une isolation sur le dessus et les côtés, et des feuilles de verre ou de plastique sur le dessus. Le réservoir doit être situé de manière à optimiser l'exposition solaire en hiver. L'eau froide est raccordée pour entrer par le bas et l'eau chauffée sort par le haut. Des instructions pour créer un Chauffe-eau solaire monobloc sont disponibles [ici](#).

Considérations de conception pour les systèmes solaires thermiques actifs sans appoint gaz/électricité

-Restez simple!!! N'essayez pas d'imiter les systèmes thermostatiques avec l'énergie solaire. Sauf si vous vivez en Floride, trop de chaleur n'est pas un problème en hiver. Concevez un système pour qu'il fonctionne complètement en hiver et reste inactif (soit éteint, soit avec les capteurs couverts) pendant les mois les plus chauds. S'il fait trop chaud, ouvrez une fenêtre. La masse thermique est votre amie et stabilisera les températures beaucoup plus efficacement que l'électronique et l'automatisation compliquées.

-Séparez autant que possible les systèmes pour différentes utilisations et dimensionnez l'espace de collecte en fonction de l'espace de stockage de manière appropriée. Prendre une douche nécessite une température d'eau plus élevée - 110 degrés F (45 degrés C)- et moins de volume d'eau, tandis que le chauffage des locaux nécessite des températures plus basses - aussi basses que 80 degrés F (27 degrés C) suffisent - et un plus grand volume de liquide. Pour chauffer l'eau des douches, vous aurez besoin de plus de collecteurs par unité d'espace de stockage que vous ne le souhaitez pour le chauffage des locaux.

-Utilisez un entraînement direct par la lumière du jour pour faire circuler le fluide ou l'air. Utilisez une pompe, un ventilateur ou un souffleur à CC avec un panneau PV dédié. Le soleil sait mieux que n'importe quel thermostat quand le système doit fonctionner.

-Pour les systèmes à base de fluide, nous recommandons un système en boucle fermée avec des pompes de ussolarpumps.com. (Cette société propose un remplacement pour la vénérable pompe El Sid que nous utilisons depuis de nombreuses années, mais qui n'est plus disponible.) Il existe un certain nombre d'autres pompes de circulation à courant continu disponibles, mais les petites pompes à moteur à balais ne résistent pas si bien. S'ils sont utilisés toute la journée, tous les jours, ils sont généralement morts en quelques années. Attention, s'il n'est pas mentionné brushless, il y a des balais.

-Pour les systèmes d'eau chaude en boucle fermée, nous recommandons une soupape de décharge de 50 psi (3,5 Bar) (au lieu des 30 psi standard) et de faire fonctionner le système à une pression de fonctionnement de 25 psi (au lieu des 12 - 15 psi standard). Ces systèmes sont beaucoup plus fiables à ces pressions plus élevées.

-Un antigel au propylène glycol moins toxique est facilement disponible dans les magasins de pièces automobiles ou auprès des fournisseurs solaires, bien qu'il coûte deux fois plus cher que l'antigel à base d'éthylène très toxique que tout le monde utilise dans sa voiture. Vous DEVEZ utiliser de l'antigel dans un système en boucle fermée.

-Placez les capteurs à un angle de 60 degrés pour optimiser le gain solaire en hiver. Vous aurez suffisamment de chaleur en été.