



My Energy GIE
Groupement
d'Intérêt Economique

Tél. +352 40 66 58
Fax +352 40 66 58-2

28, rue Michel Rodange
L-2430 Luxembourg

info@myenergy.lu
www.myenergy.lu

myenergy
L u x e m b o u r g

Conception et planification d'une installation solaire thermique

Le **chauffage solaire** est une technique transformant la lumière du soleil en chaleur à l'aide d'un capteur solaire. Il trouve sa place partout où l'on utilise de l'eau chaude (habitations, hôpitaux, maisons de retraite, clubs sportifs, campings, hôtels, divers commerces, stations de lavage...). Le chauffage solaire permet de faire des économies de mazout ou de gaz naturel et de réduire le coût de l'énergie.

Une installation thermique solaire, à condition d'être bien exposée, produit suffisamment de chaleur pour couvrir de 60 à 70% des besoins annuels en eau chaude. De mai à septembre, une installation solaire suffit bien souvent à elle seule pour toute l'eau chaude, si bien que la chaudière du chauffage central peut être arrêtée durant cette période.

Dans le présent document, vous trouverez toutes les informations importantes au sujet du chauffage solaire, à savoir:

- Conception
- Planification
- Technique

Conception d'une installation solaire thermique

Il existe, pour les installations solaires thermiques, plusieurs possibilités de montage:

- **Montage sur le toit:** Les collecteurs sont placés sur la couverture du toit et fixés aux chevrons par des attaches. Le toit devra donc supporter la charge supplémentaire que représente le poids des collecteurs et du système de fixation (collecteurs plats: 20-25 kg/m², collecteurs de tubes à vide: 15-20 kg/m²). La couverture du toit est maintenue et conserve ses fonctions.
- **Montage dans la toiture:** Les collecteurs sont vissés directement sur les chevrons et font partie de la couverture du toit. Outre leur fonction de production de chaleur, ils offrent une protection contre les intempéries et peuvent donc remplacer la couverture du toit. L'étanchéité est assurée, comme pour les lucarnes, par un encadrement. Pour calculer la charge supplémentaire sur le toit, on peut déduire le poids de la partie remplacée de la couverture.
- **Montage en terrasse:** Les collecteurs sont posés de biais sur le toit plat à l'aide de supports métalliques. En raison de ses surfaces exposées au vent, le montage doit être ancré. Les collecteurs à tubes à vide peuvent aussi être montés horizontalement. L'exposition au vent étant moindre, il n'est pas indispensable de les ancrer. La résistance du toit à la pression doit, dans tous les cas, être contrôlée.
- **Montage en façade:** Les collecteurs sont montés devant la façade verticalement ou de biais. Il convient de vérifier au préalable la résistance du mur. Les collecteurs montés verticalement ont un rendement moindre. Les façades solaires deviennent de plus en plus un élément architectural et un objet de prestige.
- **Montage libre:** Outre le montage sur des bâtiments, les collecteurs solaires peuvent aussi être installés sur des surfaces libres à l'aide d'une structure portante comme sur les toits plats. On parle alors d'installations en espace libre.

Planification d'une installation solaire thermique

Une installation solaire thermique exige, pour atteindre son rendement optimal, d'être planifiée par un professionnel. En tout premier lieu, il convient de trouver pour l'installation une surface qui soit la mieux orientée possible et sans ombres.

- Sans nuire vraiment à son rendement, on peut orienter un collecteur solaire selon un angle relativement large entre sud-est et sud-ouest, avec une inclinaison entre 10 et 50°. Idéalement, il sera orienté vers le sud. Pour des installations destinées à la production d'eau chaude, l'inclinaison optimale est d'environ 40°.
- Si une ombre tombe sur le collecteur, son rendement sera réduit. Il faut donc éviter autant que possible toute ombre sur le collecteur. Des ombres peuvent être causées par la topographie, la végétation et des immeubles avoisinants.

L'objectif d'une installation solaire thermique destinée à la production d'eau chaude dans un immeuble résidentiel, si on veut l'optimiser en fonction des besoins et des coûts, est d'atteindre un taux de couverture annuelle de 60 à 70%, c'est-à-dire que 60 à 70% des besoins annuels en énergie pour la production d'eau chaude seront couverts grâce au soleil. De mai à septembre, une installation solaire pourra souvent, à elle seule, assurer la production d'eau chaude. Augmenter le taux de couverture solaire (p. ex. en agrandissant la superficie des collecteurs) entraînerait en été des excédents non exploitables et conduirait à de fortes charges thermiques des collecteurs, à un moindre taux d'utilisation du système et à une moindre rentabilité.

Pour atteindre le taux de couverture voulu, on peut se baser sur les valeurs expérimentales ci-après pour déterminer les composants essentiels de l'installation (condition préalable: orientation de sud-est à sud-ouest et inclinaison jusqu'à 50°) (Source: DGS, Installations thermiques solaires):

- superficie du collecteur
 - collecteur plan: 1,5 m² par personne,
 - collecteur à tubes à vide: 1 m² par personne,
- volume de l'accumulateur: 80-100 l par personne ou de 1,5 à 2 fois la consommation journalière d'eau chaude (2 fois lorsqu'on cherche à atteindre un taux de couverture solaire de 100% de mai à septembre) (exploiter les possibilités d'économie d'eau: robinets économiques!).

Un autre facteur déterminant est la température de l'eau chaude qui est demandée sur la chaudière. Plus cette température est basse (p. ex. 45 °C), plus le taux de couverture solaire sera élevé. Pour éviter en été les risques de brûlure par une eau trop chaude sortant du robinet (la température du réservoir peut atteindre 100 °C), il est indispensable de prévoir un thermorégulateur, qui mélangera au besoin de l'eau froide à l'eau chauffée par le soleil.

Pour optimiser l'installation, il est utile d'effectuer une simulation. Celle-ci tiendra compte de divers paramètres: données techniques de l'installation, orientation, ombre, données concernant la consommation (profil des besoins en eau chaude et, le cas échéant, des besoins en chaleur ambiante) et données sur le climat. En plus de l'analyse d'optimisation de l'installation, le programme de simulation établit une prévision du rendement, dont on pourra déduire la rentabilité de l'installation et la réduction des émissions. Si la simulation est effectuée pour plusieurs variantes, elle permettra de choisir la solution la plus indiquée.

Exemples de programmes de simulation:

- GetSolar,
- T*SOL,
- Polysun.

On se renseignera auprès de l'administration communale pour savoir si une autorisation de bâtir est requise et, le cas échéant, pour demander cette autorisation.

Si le but est de compléter la production d'eau chaude par un appoint au chauffage, on veillera à respecter les conditions suivantes:

- un besoin de chaleur ambiante aussi réduit que possible,
- une température aller et une température du circuit de retour aussi basses que possible (température de retour inférieure à 40 °C, la meilleure solution consiste à prévoir des systèmes de répartition de la chaleur de grande superficie (chauffage au sol ou chauffage mural) (50/30 °C)),
- angle d'inclinaison d'au moins 45° et orientation le plus au sud possible (soleil plus bas et journées plus courtes pendant la période de chauffe).

Dans des conditions optimales, l'appoint au chauffage peut atteindre un taux de couverture de 35% (Source: DGS, Installations thermiques solaires).

Pour déterminer grosso modo les dimensions (d'installations à faible taux de couverture solaire), on peut se baser sur les valeurs expérimentales suivantes (Source: DGS, Installations thermiques solaires):

- superficie du collecteur
 - collecteur plan: 0,8-1,1 m² par 10 m² de superficie habitable chauffée,
 - collecteur à tubes à vide: 0,5-0,8 m² par 10 m² de superficie habitable chauffée,
- volume de l'accumulateur: minimum 50 l par m² de superficie du collecteur ou 100-200 l par kW de charge de chauffage.

Si les collecteurs couvrent une surface plus grande, il peut se produire, en dehors de la période de chauffe, un excédent de chaleur, qui devra être évacué par une protection contre la surchauffe.

Technique d'une installation solaire thermique

Collecteurs

Le collecteur d'une installation solaire thermique se compose généralement de plusieurs unités, les panneaux. Ceux-ci ont pour mission de transformer autant que possible le rayonnement solaire en chaleur. Dans les maisons d'habitation, on utilise principalement des collecteurs plans et des collecteurs à tubes à vide pour la production d'eau chaude avec ou sans appoint au chauffage.

Caractéristiques des 2 principaux types de collecteurs (Source: DGS, Installations thermiques solaires)

	Collecteur plan	Collecteur à tubes à vide
Rendement moyen (kWh/m ² a)	350-400	450-500
Niveau de performance optique ¹ η_0	> 0,8	0,6-0,8
Facteur de	< 3,5	< 1,5

déperdition ² a ₁ (W/m ² K)		
Poids avec le système de fixation (kg/m ²)	20-25	15-20
Avantages	moins cher	meilleur appoint au chauffage, orientation vers le soleil grâce à des bandes d'absorption orientables
Désavantages	exige une plus grande superficie	risque de dégâts en cas de grêle, durée de vie plus courte (perte de vide)

1: part du rayonnement qui, arrivant sur le collecteur, est transformé en chaleur. Elle correspond à l'efficacité du collecteur, lorsque la température de l'absorbeur est égale à la température ambiante et qu'il ne se produit donc aucune perte thermique.

2: indique les pertes thermiques d'un collecteur dues à sa construction. Il décrit la résistance du collecteur à la conductibilité de la chaleur. Plus la valeur est petite, moins il y a de pertes de chaleur et plus lentes seront les pertes d'efficacité du collecteur lorsque la différence de température entre l'absorbeur et le milieu ambiant s'accroît.

Les collecteurs plans conviennent particulièrement pour la production d'eau chaude, d'autant plus qu'ils obtiennent, pour cet usage, un meilleur rapport prix/performance que les collecteurs à tubes à vide. Les tubes à vide conviennent mieux comme appoint au chauffage en raison de leurs températures plus élevées, d'un meilleur rendement durant la période de chauffe et d'un besoin de surface moins important.

Pour choisir un collecteur, on tiendra compte des points importants suivants:

- Le coefficient de performance est déterminé par trois paramètres, le coefficient de performance optique η_0 et les deux facteurs de perte de chaleur a_1 et a_2 . Pour avoir un coefficient de performance élevé, on veillera à ce que le coefficient de performance optique η_0 soit aussi élevé que possible et les deux facteurs de perte de chaleur a_1 et a_2 aussi bas que possible.
- Les surfaces absorbantes, qui sont apposées sous vide ou par pulvérisation (p. ex. TiNOX), se distinguent, par rapport au chrome ou nickel noirci, par une consommation d'énergie moindre et moins de pollution au stade de la fabrication et un rendement énergétique plus élevé.
- La couverture de verre est généralement en verre trempé de 3 à 4 mm pauvre en fer. La transparence est de maximum 91%. Pour une transparence optimale, la surface de la vitre peut recevoir un traitement spécial (verre antireflets: transparence de 96%).
- Les exigences de qualité sont contrôlées dans l'UE selon la norme EN 12975.
- Au Luxembourg, chaque fabricant doit garantir le bon fonctionnement de ses appareils pendant au moins 2 ans. Quelques fabricants proposent des garanties de plus longue durée.

Accumulateur de chaleur

L'offre énergétique du soleil étant incontrôlable et ne correspondant que rarement aux heures où la chaleur doit être consommée, il est nécessaire de stocker la chaleur solaire produite. C'est le rôle de l'accumulateur de chaleur. En cas de besoin, la chaleur est prélevée de l'accumulateur. Si la chaleur solaire est insuffisante, un complément de chaleur est acheminé à l'accumulateur.

Il existe plusieurs types d'accumulateur et de nombreuses solutions techniques. Les accumulateurs essentiellement utilisés dans les habitations sont les suivants:

- S'il s'agit uniquement de chauffer l'eau sanitaire, on pourra utiliser un accumulateur solaire standard. Il s'agit d'un réservoir d'eau sanitaire avec un échangeur de chaleur pour l'arrivée de la chaleur solaire (dans la partie inférieure froide) et un échangeur de chaleur pour l'apport de chaleur complémentaire à partir d'une chaudière (dans la partie supérieure chaude).
- S'il s'agit, en plus du chauffage de l'eau sanitaire, d'apporter un appoint au chauffage, on pourra utiliser un accumulateur combiné. C'est un réservoir rempli d'eau de chauffage comprenant un accumulateur d'eau chaude intégré. La chaleur solaire est injectée dans la partie inférieure froide par un échangeur thermique. L'eau sanitaire est chauffée par la cloison de l'accumulateur d'eau sanitaire. En cas de stockage en chaudière, la chaudière et le circuit de chauffe avec circuit aller et retour sont raccordés à l'accumulateur combiné.
- Des accumulateurs par couches sont utilisés dans d'autres types de constructions pour la production d'eau chaude avec ou sans apport au chauffage. Une technique un peu plus perfectionnée permet de mieux exploiter en partie les gains solaires.
- Un type particulier est l'accumulateur solaire avec chaudière à condensation intégrée.

Pour choisir un accumulateur de chaleur, on tiendra compte des points importants suivants:

- Le volume de l'accumulateur ne doit pas être surdimensionné. Des accumulateurs plus grands peuvent certes stocker des quantités d'énergie plus importantes, mais, à superficie égale du collecteur et en raison d'un niveau de température nécessairement plus bas, ils entraînent un enclenchement plus fréquent du chauffage d'appoint.
- Une bonne répartition des couches de température (eau légère et chaude en haut et eau plus lourde et froide en bas) est une condition préalable pour le bon fonctionnement d'une installation solaire. La répartition des couches sera d'autant plus nette que l'accumulateur est mince et élancé. Il est recommandé de prendre un rapport hauteur/diamètre de 2,5:1 (tenir compte de la hauteur libre à l'emplacement de l'accumulateur).
- L'accumulateur doit avoir une isolation thermique aussi bonne que possible. Le taux de perte de chaleur kA (produit du facteur de perte de chaleur k de l'accumulateur et de la superficie de celui-ci) doit être inférieur à 2 W/K. L'isolation thermique doit être parfaitement étanche (aux raccords), y compris au sol sous l'accumulateur. Il est recommandé d'utiliser des matériaux isolants exempts d'hydrocarbures fluorés et de PVC.
- Les raccords latéraux à l'accumulateur seront munis soit d'un matériau anticonvection, soit d'un siphon, de manière à réduire les pertes de chaleur par refroidissement dans les tuyaux et dans le circuit interne.
- Au Luxembourg, chaque fabricant doit garantir le bon fonctionnement de ses appareils pendant au moins 2 ans. Quelques fabricants proposent des garanties de plus longue durée.

Circuit solaire

Le circuit solaire sert à acheminer vers l'accumulateur la chaleur produite dans le collecteur solaire. Le chemin à parcourir sera le plus court possible. Le circuit solaire comprend les éléments suivants:

- des tuyaux bien isolés, posés le moins possible à l'extérieur (ceux qui sont à l'extérieur auront un revêtement en tôle protégeant contre les UV et les intempéries, ils seront étanches à l'eau et protégés contre l'ingestion par les animaux),
- un fluide caloporteur résistant au gel (mélange eau-glycol),
- une pompe solaire correctement dimensionnée, qui permet au fluide caloporteur de circuler dans le circuit solaire,

- un échangeur de chaleur solaire, qui transfère la chaleur solaire à l'accumulateur (séparation du circuit solaire et du circuit d'eau sanitaire),
- des robinets et vannes pour remplir, vider et purger (à isoler impeccablement),
- des dispositifs de sécurité (vase d'expansion et soupape de surpression pour protéger l'installation contre l'augmentation de volume en cas de hausse de la température du fluide caloporteur).

Ces éléments sont en partie intégrés dans des stations solaires prémontées et thermiquement isolées:

- amorce des tuyaux aller et retour du circuit solaire,
- pompe solaire,
- divers robinets et vannes (p. ex. soupape de sécurité),
- thermomètre, manomètre, débitmètre.

Une régulation met la pompe solaire en marche lorsque la température avant la sortie du collecteur est supérieure de quelques degrés à la température de l'accumulateur à hauteur de l'échangeur thermique. Le système de régulation peut, aux fins de surveillance de l'installation, être équipé de fonctions supplémentaires: saisie et stockage de données de fonctionnement (p. ex. durée de fonctionnement de la pompe solaire, quantité de chaleur), affichage de ces données (sur écran et/ou transfert sur PC), et diagnostic d'erreurs.