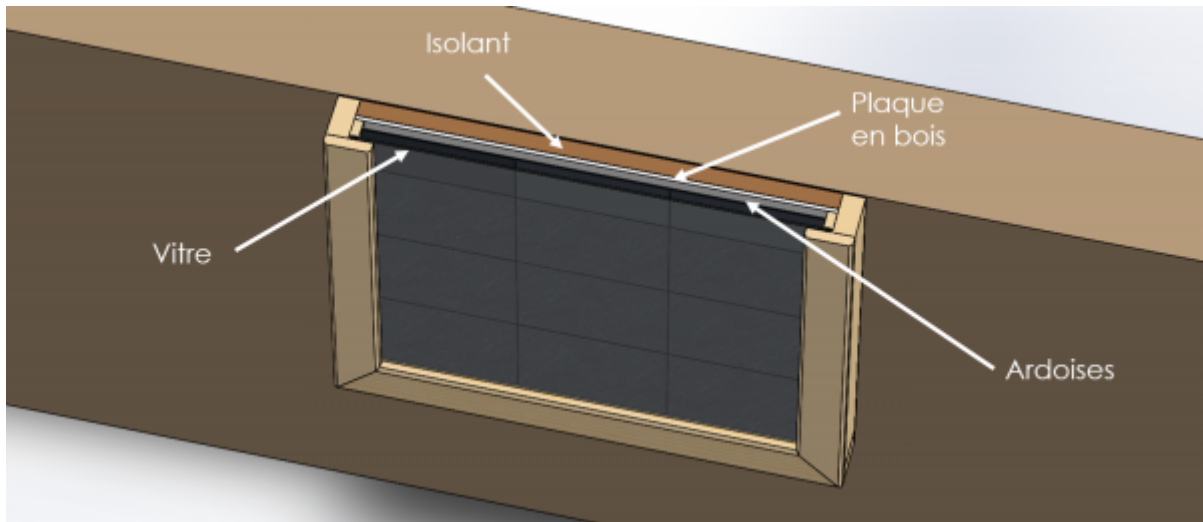


# Fonctionnement du chauffage solaire

Le chauffage solaire aérothermique permet de chauffer l'habitat grâce au rayonnement solaire. Son fonctionnement est simple et permet un apport de chaleur qui provient principalement d'une source d'énergie gratuite, abondante et naturel : le soleil.

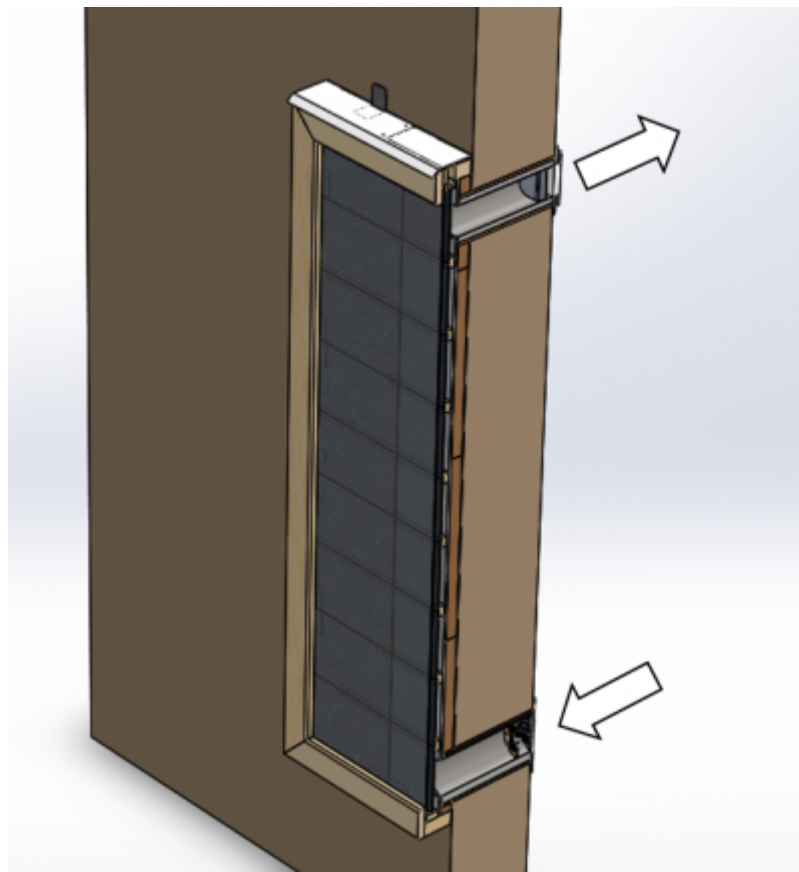


Pour comprendre son fonctionnement, il est ici présenté une vue en coupe du capteur. On distingue un espace rempli d'air compris entre la vitre à l'avant du capteur et les ardoises. Entre les ardoises et une plaque en bois, un espace est rempli d'air en mouvement. Derrière la plaque de bois, un isolant permet de limiter les pertes thermiques à l'arrière.



Son fonctionnement peut se résumer en 4 temps :

1. Le rayonnement du soleil permet de faire monter des ardoises en température grâce à un effet de serre généré par la vitre et l'air statique
2. De l'air est prélevé au sein de l'habitat puis injecté dans le bas du panneau entre la plaque de bois et les ardoises
3. L'air en mouvement se réchauffe au contact des ardoises
4. En haut du panneau, l'air en mouvement est réinjecté dans l'habitat à des températures pouvant avoisiner les 70°C



L'air qui entre dans le panneau par le bas du capteur est à la température ambiante de la pièce (~18°C en hiver). Il vient se réchauffer au contact des ardoises et est réinjecté dans l'habitat par une

trappe haute. L'air chaud atteint une température comprise entre 30 et 60°C en fonction de la météo et de l'ensoleillement extérieur.

## Couche d'air statique

Le capteur est composé de deux couches d'air.

- La première couche d'air est statique et piégée entre du verre et des ardoises (absorbeur). L'effet de serre permet aux ardoises noires de monter en température. Ce mécanisme est principalement régi par les des échanges de chaleur sous forme de rayonnement thermique.
- La seconde couche d'air est dynamique et est piégée entre l'absorbeur et la plaque rigide. La figure suivante montre la répartition du flux d'énergie solaire dans le capteur.

La vitre possède un coefficient de transmissivité élevé (de 90% pour du verre, 65% pour du polycarbonate alvéolaire) et permet ainsi de laisser passer une grande partie du rayonnement solaire (1). Pour du verre, seul 10% du flux d'énergie (5) est ainsi réfléchi par la vitre, le reste étant absorbé (3) et transmis (2) par la vitre.

Les ardoises jouent un rôle d'absorbeur en captant environ 89% du flux d'énergie (2). Par conséquent, 11% du flux d'énergie est réfléchi vers la vitre. À cela vient s'ajouter un flux de rayonnement infrarouge (4) émis de l'ardoise vers l'absorbeur. Pour autant, la vitre ne laissera traverser qu'une faible portion de ce flux d'énergie et vient piéger la chaleur.

Pour augmenter l'efficacité du dispositif, il est intéressant :

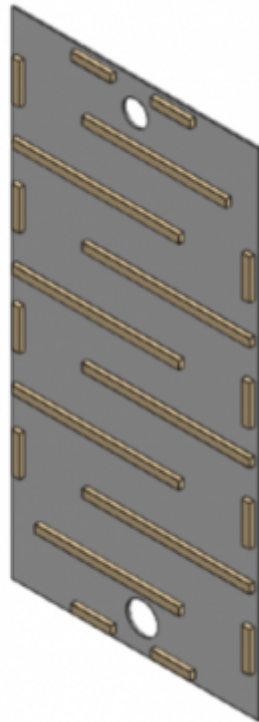
- D'augmenter le flux de rayonnement (2) transmis par la vitre
- D'augmenter le flux d'énergie absorbé par l'ardoise
- De diminuer le flux de rayonnement émis par l'absorbeur

De plus il est intéressant de souligner qu'il existe des pertes thermiques par conduction et convection à travers la vitre entre l'air chaud piégé et l'air extérieur. Bien qu'il est nécessaire de les minimiser, il n'est pas intéressant d'opter pour une vitre en double vitrage dont le coefficient de transmissivité de la vitre est plus faible.

## Couche d'air dynamique



L'air circulant derrière les ardoises contourne des chicanes en bois qui ont été placées afin d'augmenter la durée de séjour de l'air au sein du capteur pour augmenter l'échange thermique. Les chicanes sont fixées sur la paroi en contreplaqué. La plaque de contreplaqué est filmée par un adhésif en aluminium afin d'augmenter les échanges radiatifs.



## Orientation du capteur

Le capteur aérothermique doit fonctionner en hiver lorsque la température est la plus faible. Au contraire, il ne doit pas fonctionner en été pour ne pas chauffer l'habitat. Pour ces raisons, la disposition du capteur doit être optimisée pour les mois de Novembre à Mars, lorsque le soleil est le plus bas. Ainsi, une position verticale du capteur est la plus appropriée car elle optimise l'échange thermique en hiver et la diminue en été (lorsque le soleil est plus haut). Le capteur doit également

être orienté au sud de la maison.

## Gestion des saisons

En été, une trappe située en haut du capteur permet l'évacuation de l'air chaud. La sortie d'air vers l'habitat doit être obstruée. Il est possible de laisser l'air de l'habitat s'évacuer par le sud de la maison pour provoquer une ventilation naturelle de la maison si une ouverture placée a été anticipée.

En hiver, lorsque l'air est assez chaud, un clapet motorisé ou géré par un vérin thermostatique doit s'ouvrir. La fermeture du clapet permet d'éviter de faire circuler de l'air durant la nuit qui pourrait refroidir la pièce.

## Fonctionnement en convection forcée

La circulation d'air au sein du chauffage solaire est réalisée par un ventilateur alimenté par un panneau photovoltaïque intégré au dispositif. Ce dernier permet d'améliorer significativement la quantité d'énergie extraite. Une orientation du capteur plein sud permet de tirer un maximum d'énergie sur la période de chauffage. Installé en complément d'un second moyen de chauffage, il permet d'économiser près de 650kWh sur l'ensemble de l'année.

## Efficacité du dispositif

L'efficacité du chauffage solaire a été éprouvée par le LowTech Lab et [Guy Isabel](#). D'après le [LowTech Lab](#), un capteur de 2m<sup>2</sup> permet d'augmenter la température de 5 à 7°C en hiver dans une Tiny House (pièce de 10 à 15m<sup>2</sup>).

Cependant, ces deux auteurs n'ont pas réalisé une estimation précise de la puissance que peut fournir le chauffage solaire. Le niveau de température obtenu dans l'habitat est dépendant des déperditions thermiques de la maison et de son inertie. De même, la température obtenue en sortie du chauffage n'est parfois pas représentatif de la puissance thermique fournie.

Pour illustrer ce propos, considérons un air entrant à 15°C dans le chauffage. Dans cette configuration, un air à une température 70° pulsé à un débit de 10m<sup>3</sup>/h apporte une puissance de 173W tandis qu'un air de 35°C pulsé à 150m<sup>3</sup>/h apporte une puissance de 943W. Il est donc parfois trompeur de poser une analyse à partir de la seule température de sortie du chauffage.

## Estimation de la puissance d'un Chauffage Solaire Aérothermique

La puissance fournie dépend du rayonnement solaire. Il est important de prendre en compte 3 facteurs, dépendants de l'emplacement du chauffage solaire (ville, position du capteur) :

- La variation du flux solaire dans le temps (dans une journée et dans l'année)
- La variation de hauteur du soleil (pour l'orientation du capteur)
- La durée du jour

Les sites internet du [PTAFF](#) et du [Photovoltaic Geographical Information System](#) fournissent ces

informations (dont l'irradiation en kWh/m<sup>2</sup>). D'après une analyse réalisée sur les années comprises entre 2005 et 2016, le mois où l'irradiation est la plus faible est le mois de janvier. L'irradiation moyenne à Nantes sur un plan disposé et orienté plein sud y est de 1,99 kWh/m<sup>2</sup>.

Pour une estimation plus juste, nous considérons les mois compris entre Octobre et Avril, période où les pièces de l'habitat sont généralement chauffées. Cela correspond à une période de 213 jours avec une irradiation moyenne journalière de 2,76 kWh/m<sup>2</sup>.

La puissance maximale que peut produire un panneau en un an est déduite du nombre de jours de fonctionnement et de l'irradiation. La puissance maximale est donc de 588 kWh/m<sup>2</sup><sup>1)</sup>. Il est ici considéré un chauffage de 2m<sup>2</sup>. Son irradiation annuelle pendant la période de chauffe est de 1176 kWh.

Le rendement supposé par la suite est de 45%. Cette valeur paraît réaliste au vu des travaux réalisés par Thomas Letz présentés dans [l'état de l'art sur le chauffage solaire](#). Ce rendement est à vérifier de manière expérimentale. Il dépend du coefficient d'absorption, de l'efficacité de l'échange thermique entre les ardoises et l'air circulant dans le capteur et des pertes thermiques du capteur.

La puissance fournie par le capteur de 2m<sup>2</sup> en considérant un rendement de 45% est de 529 kWh/an. Si l'on considère une durée de fonctionnement journalière proche de 6 heures, le capteur solaire de 2m<sup>2</sup> s'apparente à un chauffage d'une puissance proche de 414W. Cependant, la puissance dégagée est variable et dépend de l'ensoleillement. Celle-ci oscille plutôt en réalité entre 0 et 1000W.

D'un point de vue économique, il est intéressant de calculer l'amortissement du capteur solaire aérothermique. En comparaison d'un radiateur électrique convectif acheté dans le commerce à un prix de 300 euros et dont le coût du kWh électrique est de 16,7 c€/kWh<sup>2)</sup> l'amortissement de l'achat d'un chauffage solaire est d'environ 12 ans.

1)

[Calcul de la puissance maximale produite par un panneau sur Excel](#)

2)

prix en 2020 avec une inflation de 1,6% par an

From:  
<https://wiki.enerlog.fr/> - **Wiki Enerlog**

Permanent link:  
[https://wiki.enerlog.fr/doku.php?id=espace\\_public:chauffage\\_solaire:fonctionnement\\_csa](https://wiki.enerlog.fr/doku.php?id=espace_public:chauffage_solaire:fonctionnement_csa) 

Last update: **2021/03/10 18:20**