

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 53 (1991)
Heft: 14

Artikel: Planification et réalisation de capteurs solaires
Autor: Nydegger, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1084882>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Rapports FAT

Publié par la Station fédérale de recherches d'économie d'entreprise et de génie rural (FAT)

CH-8356 Tänikon TG

Tél. 052-62 31 31

Novembre 1991 407

Gratis

Planification et réalisation de capteurs solaires

Franz Nydegger, Station fédérale de recherches d'économie d'entreprise et de génie rural, 8356 Tänikon TG

Les capteurs solaires servant au séchage du foin en grange utilisent l'énergie solaire durant les mois de mai à septembre, c'est-à-dire durant une période offrant un rayonnement solaire important. Ils améliorent le rendement du séchage en grange et permettent donc une plus grande indépendance vis à vis des conditions météorologiques sans pour autant recourir à l'utilisation d'autres sources d'énergie. Depuis 1976, date à laquelle apparaissent les premières installations pilotes en Suisse, leur nombre s'est élevé à environ 1500 unités. Le présent rapport a pour but d'aider à procéder de manière correcte dans la planification et la réalisation de capteurs solaires à usage agricole de telle sorte que cette technique, favorable pour l'environnement, trouve un écho plus large dans la pratique.

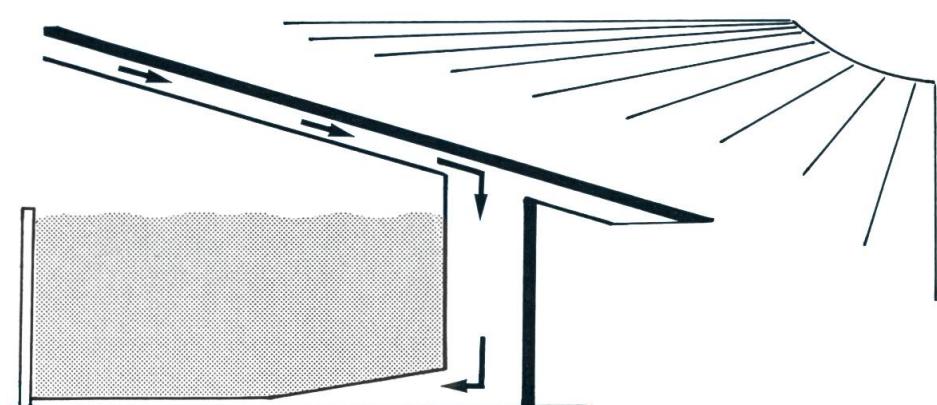
Bases

Offre d'énergie solaire

L'offre d'énergie solaire varie beaucoup tout au long de l'année, mais elle fluctue aussi tout au long d'une même journée. Sur le plateau Suisse par exemple, du mois de mai au mois de septembre, on peut mesurer en moyenne un rayonnement solaire de l'ordre de 100 à 180 kWh/m² pour cette période de cinq mois. Lors d'une belle journée ensoleillée le rayonnement solaire sur la surface du

capteur peut atteindre jusqu'à environ 1000 W/m². Le fait que l'offre en énergie solaire maximale coïncide exactement avec les besoins requis par une utili-

sation agricole pour le séchage en grange du fourrage, consiste un avantage important. Le séchage du foin au sol nécessite une période d'au minimum trois jours consécutifs de beau temps, ce qui est finalement assez rare, car des orages viennent bien souvent interrompre ces périodes de beau temps. Différents moyens permettent d'augmenter le rendement des séchoirs en grange, comme des brûleurs à mazout, des pompes à chaleur, des dessicateurs d'air ou des capteurs d'énergie solaire. Le rendement énergétique d'un capteur solaire dépend de plusieurs facteurs, comme l'offre en énergie solaire, le degré



Insolation et rendement énergétique dans les régions de Payerne, Güttingen et Altdorf (Sélection des valeurs horaires utilisables)

(1979 - 88)

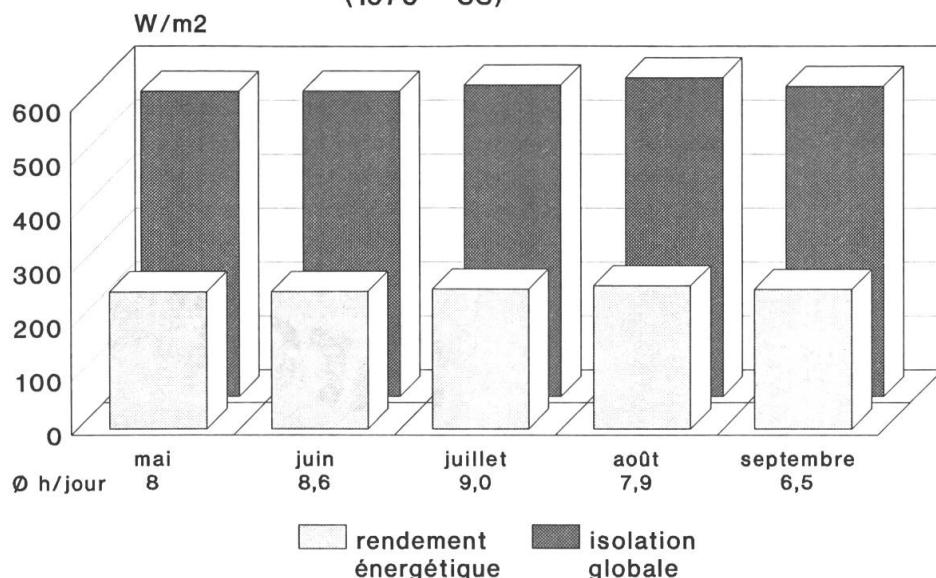


Fig. 1: Les capteurs solaires peuvent être bien utilisés, lorsque le rayonnement solaire atteint 200 W/m^2 . Le graphique présente un extrait des données météorologiques de Payerne, Güttingen et Altdorf. La moyenne sur dix ans, des valeurs d'ensoleillement utilisable par le capteur se monte à 570 W/m^2 (colonnes au deuxième plan). Un capteur solaire peut produire de ces 570 W/m^2 , environ 260 W/m^2 d'énergie thermique. Pour ce faire 6,5 à 9 h, par jour sont disponibles en moyenne.

de rendement du capteur lui-même et de la durée d'utilisation du séchage en grange. Les capteurs solaires utilisés pour le séchage en grange sont capables de bien valoriser des périodes avec un rayonnement solaire d'au moins 200 W/m^2 .

Sur la Fig. 1 les valeurs d'ensoleillement minimales, choisies en fonction de ces conditions, sont atteintes. Il s'agit en l'occurrence de moyennes sur dix ans provenant des stations météorologiques de Payerne, Güttingen et Altdorf. En moyenne des 153 jours (mai à septembre) on trouve huit heures par jour utilisables pour le capteur solaire, avec un rayonnement moyen de 573 W/m^2 .

Un capteur ayant un degré de rendement de 45% peut donc valoriser environ 260 W/m^2 .

Le capteur solaire représente la seule solution qui ne nécessite pas d'énergie supplémentaire.

autres périodes, le séchoir est utilisé par intermittence seulement.

Lors de nouvelles constructions, ce sont les capteurs en éternit (Fig. 2) qui sont largement les plus répandus. Ils ne posent aucun problème quant à leur apparence. Leur degré de rendement se situe généralement entre 40 et 50%. Une planification soignée de ces capteurs respectant des hauteurs de canaux suffisantes ainsi qu'une vitesse de l'air judicieuse permet d'atteindre un niveau de rendement élevé.

Le capteur en tuiles a sa place lors de rénovation de bâtiments existants ou dans des sites imposant des conditions particulièrement strictes quant à l'apparence des toitures. Avec ce type de capteur, il faut généralement compter sur des degrés de rendement de l'ordre de 30 à 40%. L'optimisation de la pose et notamment de la construction des canaux d'air n'est pas possible comme pour le capteur en éternit à cause du risque d'introduction d'air extérieur, par les interstices subsistant entre les

D'autre part le séchage en grange peut être ciblé sur les jours offrant un maximum de rayonnement solaire. Durant les



Fig. 2: Les capteurs en éternit s'intègrent très bien et conviennent donc particulièrement bien aux sites présentant des exigences élevées quant à l'esthétique des bâtiments agricoles.



Fig. 3: Un collecteur en tôle a remplacé un ancien toit de tuile. L'entrée d'air se situe derrière le faîte du toit. Le canal collecteur conduit l'air des deux côtés, sous l'avant toit vers le ventilateur.

tuiles. Afin de compenser le relativement mauvais degré de rendement, on a tendance à augmenter la surface du capteur en tuiles à la limite du réalisable. Il est assez difficile de juger du comportement de ce type de capteur solaire, après des précipitations. Il faut prendre en compte le fait que les tuiles sèchent relativement lentement et que l'humidité peut être aspirée entre des fentes présentes dans les tuiles.

Le capteur solaire en tôles (Fig. 3), construit en tôles d'aluminium ou d'acier laqué au feu, se situe entre le capteur en éternit et le nouveau capteur en matériaux transparents, quant à son degré de rendement et à son apparence. C'est une solution avantageuse et efficace qui convient particulièrement bien aux exploitations situées à proximité de zones industrielles ou dans des régions où la tôle est un matériau de construction traditionnel. Il est possible d'utiliser des tôles imitant la tuile, ce qui permet d'améliorer l'apparence du bâtiment.

Planification des capteurs solaires

Réchauffement de l'air

Le rôle du capteur solaire consiste à préchauffer l'air qui va servir au séchoir en grange. Cet air réchauffé peut ainsi absorber plus d'eau, et donc accélérer le séchage du tas de foin. Si par exemple, de l'air contenant 90% d'humidité relative à 15°C est réchauffé de 6°C jusqu'à 21°C, son humidité relative se trouvera ramenée à environ 60%. Cet air suffira au séchage définitif du foin préfanné jusqu'à une teneur d'environ 88% de MS. Selon notre expérience pratique, le rendement d'un capteur solaire peut être jugé comme satisfaisant lorsqu'il permet de réchauffer l'air de 6°C avec 800 W/m².

Quels sont les facteurs qui influencent le rendement d'un capteur solaire, mis à part le degré d'ensoleillement et d'exposition?

- **La surface**, un capteur de grande surface produit plus d'énergie qu'un petit.

- **Le rendement.** Plus il est élevé et meilleur est l'utilisation de l'énergie du rayonnement solaire. Le rendement des capteurs utilisant des matériaux de couleur foncée peut être particulièrement amélioré si l'on optimalise la vitesse d'avancement de l'air.

Vitesse de l'air élevée dans le capteur solaire:

- Bonne turbulence de l'air
- Bon échange de température entre le revêtement du toit et l'air = degré de rendement élevé

- **La hauteur des canaux** de transport de l'air, peut être utilisée pour atteindre la vitesse de l'air souhaitée. Plus les canaux sont bas et meilleur est le degré de rendement, mais plus grande sera aussi la perte de pression au travers du capteur!

- **La longueur du capteur:** le degré de rendement baisse avec la longueur du capteur solaire. Mais des canaux de transport de l'air relativement hauts sont alors nécessaires pour compenser les pertes de pression qui vont en augmentant.

Perte de pression à travers du capteur solaire

Le ventilateur de l'installation de séchage en grange aspire l'air qui va être préchauffé entre le toit et une sous-toiture. L'entrée de l'air depuis l'extérieur et son passage le long de la surface inférieure de la toiture, le plus souvent ondulée, provoque une perte de pression. Cette perte augmente très vite avec l'accélération de la vitesse d'avancement de l'air (au carré de la vitesse!).

La perte de pression totale est d'autre part limitée à 1 mbar. Exceptionnellement, c'est-à-dire lors de l'utilisation ponctuelle de deux ventilateurs, cette limite peut être repoussée à 1,5 mbar. Cette perte de pression comprend également les pertes intervenant dans le canal collecteur jusqu'au ventilateur.

La perte supplémentaire de pression fait augmenter les besoins en puissance du moteur de 25 à 35%. La puissance supplémentaire est toutefois plus que compensée par la réduction de la durée de séchage. Cette réduction est due au réchauffement de l'air et a pour conséquence une consommation de courant inférieur par comparaison à la ventilation par air naturel.

Dimensionnement

Le dimensionnement définitif d'une installation peut être avantageusement calculé à l'aide du programme pour PC «capteur solaire». Il est basé sur des mesures effectuées grâce à des capteurs solaires modèle de l'Institut Paul Scherrer à Würenlingen. Certains bureaux d'architectes, des conseillers agricoles ou en machinisme agricole utilisent déjà ce programme.

Concept du capteur

Généralité

Lors du projet du concept du capteur solaire, nous recommandons la démarche suivante. Tout d'abord, nous déterminons qu'elle sera la surface du fenil à ventiler. S'il y a deux tas de foin, il faut tout de suite se demander si les deux tas doivent être désé-

vis simultanément avec de l'air préchauffé. Si, selon les indications de l'agriculteur, cela ne semble pas être le cas ou seulement exceptionnellement, car les deux installations ne sont utilisées que rarement en même temps il suffit alors de prévoir le dimensionnement du capteur solaire pour les besoins du plus gros tas de foin. A l'inverse, si les deux installations doivent fonctionner simultanément les canaux du capteur et les canaux de transport de l'air doivent être calculés pour la quantité globale d'air. Le rendement d'un capteur solaire est directement dépendant de sa surface. La surface ne doit pas être trop petite, car sinon le capteur ne remplira pas sa fonction et le cas échéant des difficultés surgiront dans le transport de l'air (section insuffisante). La règle d'approximation suivante peut per-

mettre de commencer la planification:

Surface du capteur solaire en éternit = $2,5 \times$ la surface du tas de foin.

Lors des calculs de détail, cette surface peut bien sûr être adaptée vers le haut ou vers le bas. Sur la base des plans ou des relevés des bâtiments, il est possible de déterminer ensuite quelles sont les surfaces de toit qui se prêtent le mieux à la construction du capteur solaire. Lorsque l'axe du bâtiment est orienté pratiquement nord-sud, il est judicieux de répartir la surface du capteur solaire sur les deux faces du toit. Lorsqu'il n'y a pas assez de surface disponible sur le côté sud du toit (réchauffement insuffisant de l'air, perte de pression trop élevée, respectivement dimensionnement trop important des canaux) on peut

Tableau 1: comparaison du rendement de différents capteurs solaires

Type et direction de l'air par rapport aux ondulations	Espace pour une perte de pression max. de 1 mbar	Degré de rendement en %	Elévation de température en °C
Eternit, en travers	10 cm	44	7,1
Tôle, en travers	8 cm	52	8,5
Polycarbonate transparent, en travers	8 cm	58	9,5
Eternit, en long	12 cm	42	6,9
Tuiles, en long	10 cm	37	6,1

Capteur de 250 m² pour un tas de foin d'environ 100 m², rayonnement solaire de 800 W/m² à 500 m d'altitude, pour une longueur de canaux de 10 m. Le capteur en éternit provoque, avec un degré de rendement de 44%, un réchauffement de l'air d'environ 7°C. Un capteur en tôle réchauffe l'air d'environ 8,5°C et un capteur transparent, d'environ 9,5°C. Un capteur en matériaux transparents, rarement utilisés actuellement, peut avec 180 m² seulement atteindre un réchauffement de l'air de 7°C, comme pour un capteur en éternit de 250 m². Autrement dit, le relativement mauvais degré de rendement du capteur en éternit, peut bien souvent être compensé par une extension de la surface du capteur. Une différence de même ordre existe entre le capteur en éternit et celui en tuiles, mais elle ne peut que difficilement être compensée par une extension supplémentaire du capteur. Le guidage de l'air, ainsi que les surfaces de toiture disponibles fixent bien souvent les limites.

aussi utiliser une partie du toit situé au nord.

Des cheminées d'aération, un pont de grange ou une construction intérieure quelconque peuvent influencer négativement le bon fonctionnement d'un capteur solaire. Ces obstacles gênent le flux de l'air dans les canaux ou bien rendent l'aspiration plus difficile. Il vaut donc la peine, lors du choix de la surface de toit, de tenir compte de ces phénomènes et si possible d'éviter les obstacles. Une comparaison des rendements d'un capteur, sur la base d'un exemple, est présenté par les valeurs du tableau 1 «rendement d'un capteur».

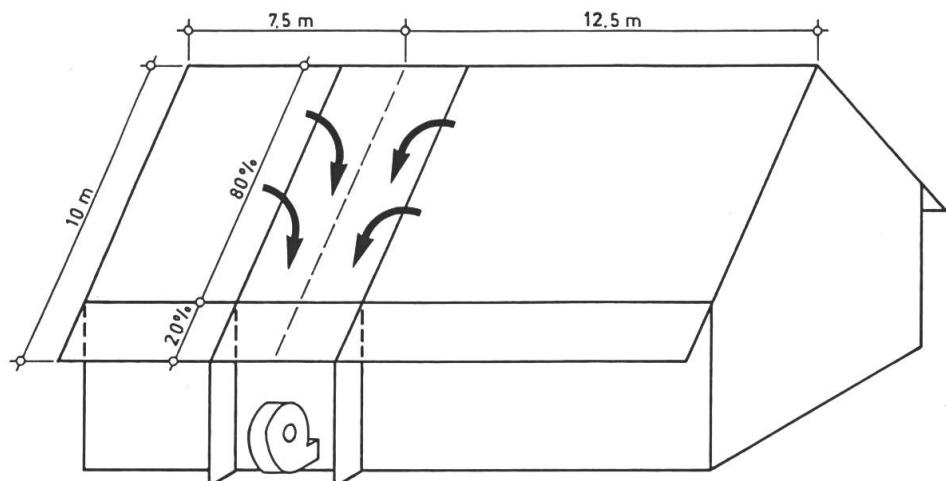


Fig. 4: Longueurs variables des canaux absorbants. Calcul à l'aide du programme «capteursolaire». But: réchauffage identique de l'air dans les deux parties du capteur. Moyen: calcul de longueur partielle à l'aide du programme PC. Choix des hauteurs des canaux capteurs de telle manière que les gains de température et les pertes de pression soient environ les mêmes.

Longueurs variables des canaux aspirants

Lorsqu'il s'agit d'un capteur solaire à deux entrées, le canal collecteur ne se situe pas toujours exactement au milieu (Fig. 4). Dans ce cas, il est nécessaire de calculer la hauteur des canaux pour chacune des parties du capteur (aspiration jusqu'au milieu du canal collecteur), cf. programme «collecteur solaire». Il est ainsi possible d'atteindre un rendement optimal. Il faut aussi veiller, lors de la construction, à ce que les espaces correspondant aux différents canaux soient correctement aménagés.

Abri du ventilateur

En général le ventilateur se situe directement à l'entrée du canal d'amenée d'air (Fig. 5). L'abri du ventilateur peut avoir des dimensions très différentes suivant les cas. S'il est construit à l'intérieur du bâtiment, il peut être utilisé aussi comme aire de dépôt (par exemple dans l'espace situé entre la paroi extérieure d'un bâtiment et les parois du fenil). L'abri du ventilateur doit être construit de telle façon que l'étanchéité vers l'extérieur soit parfaitement garantie ainsi que l'arrivée d'air vers le ventilateur. L'abri du ventilateur, lorsqu'il est construit à l'exté-

rieur du bâtiment, peut également permettre une liaison latérale (par exemple entre les espaces compris de part et d'autre d'une ferme) lorsque l'emplacement idéal du canal collecteur ne correspond pas exactement avec l'emplacement choisi pour le ventilateur. D'autre part, ce même abri peut encore servir à diriger le flux d'air vers deux ventilateurs.

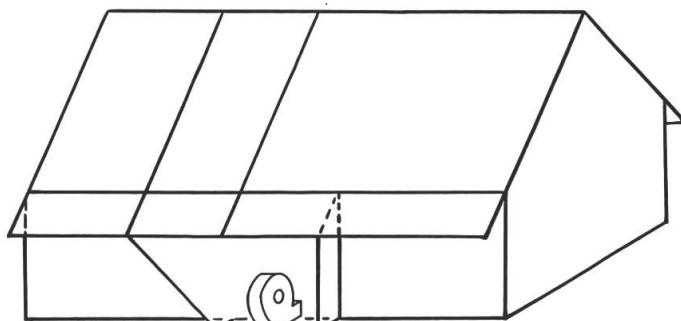


Fig. 5: Lorsque l'abri du ventilateur est placé latéralement, l'air provenant d'un entre-ferme peut être relié à un autre.

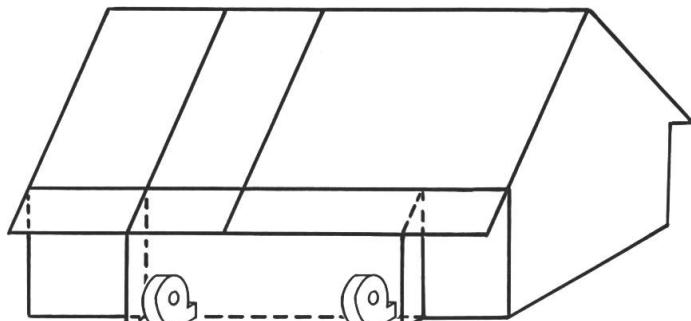


Fig. 6: Un large abri permet de répartir l'air vers deux ventilateurs.

Construction du capteur solaire

Capteur

Toit à pannes

Par pannes nous entendons de manière un peu simplifiée, les poutres horizontales qui portent la toiture (par exemple les plaques éternit). Leur dimensions sont en général de 16 à 22 cm de haut pour 8 à 12 cm de large. La section des pannes ainsi que leur écartement doivent être calculées par un architecte ou par un charpentier professionnel en fonction des charges de neige prévisibles dans la région. Il est recommandé d'utiliser des poutres fixées à demi-bois (pannes Gerber, Fig. 7 et 8) plutôt que des pannes juxtaposées latéralement, afin de garantir le libre passage de l'air. Ces pannes sont les parois latérales des différents canaux d'air qui traversent le capteur. Généralement ce sont des panneaux de bois aggloméré qui délimitent la surface inférieure de ces canaux, sur laquelle s'écoule l'air. Lorsque la hauteur des canaux d'air parcourant le capteur est inférieure à la hauteur des pannes moins 2 cm, il est recommandé de clouer des lattes sur le côté des pannes avant leur montage.

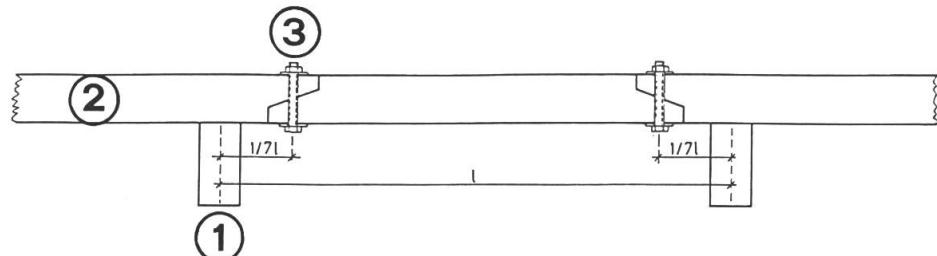


Fig. 7: Pannes «Gerber»
1 = ferme 2 = panne 3 = vis de fixation

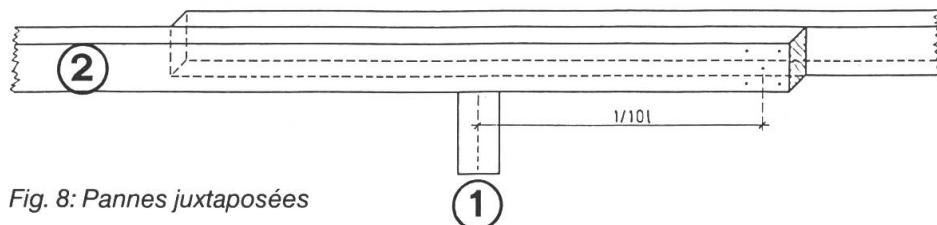


Fig. 8: Pannes juxtaposées

tures sont généralement légèrement déformées et ne se prêtent guère à la pose de panneaux agglomérés entre les chevrons. Le travail que nécessite l'ajustage de ces panneaux entre chevrons ne se justifie que lorsque la fixation des panneaux sous les chevrons ne laisserait prévoir qu'un réchauffement insuffisant de l'air. Sur les toits à chevrons, il faut prendre particulièrement garde à la hauteur des canaux d'air aux points de fixation des chevrons sur les pannes. A ces endroits-là, les chevrons sont bien souvent entaillés ce qui provoquera une diminution de la section du canal

d'air. Ceci est bien montré par la Fig. 9 à l'exemple de cette jonction sur une panne inférieure.

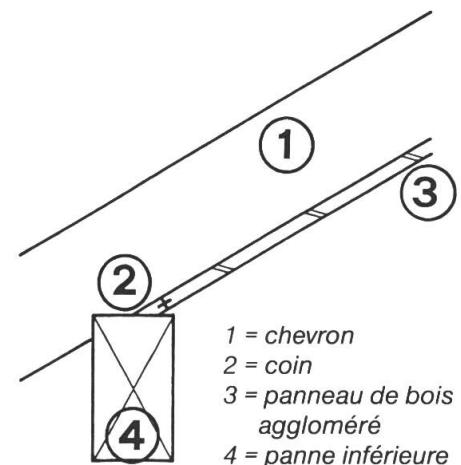


Fig. 9: Fixation sur la panne inférieure

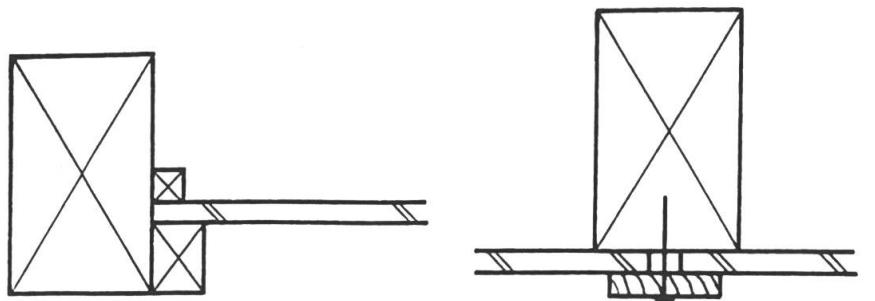
Toit à chevrons

Par chevrons nous entendons les poutres qui vont des gouttières au faîte du toit et qui supportent les lattes à tuiles ou autre matériaux de couverture. Lors de nouvelles constructions, l'on peut travailler de la même manière que pour les toits à pannes. Mais sur les toits à chevrons, on profite généralement de la remise à neuf du toit de tuiles pour y construire un capteur solaire. Ces vieilles toi-

Panneaux de guidage de l'air

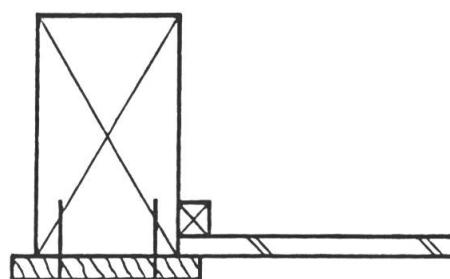
Lors de constructions nouvelles, il est recommandé de poser les panneaux agglomérés directement avant la couverture du toit (Fig. 10). Le charpentier peut très bien fixer à l'atelier, soit des lattes sur les côtés ou des planches au dessous des poutres, avant leur mise en place (chevrons ou pannes à éternit). De cette manière les panneaux agglomérés (19 mm) une fois débités, peuvent être très rapidement posés depuis le dessus (Fig. 11). Ce travail est pratiquement toujours confié à un charpentier (peu de travail pouvant être réalisé par l'agriculteur), il ne faut pourtant pas sous-estimer le travail requis par tout l'équipement accessoire, ni le travail pénible, avec les bras au dessus de la tête, que requiert le montage différé des panneaux. Ces derniers sont de préférence liés les uns aux autres par une rainure et une languette rapportée. Il convient pourtant de laisser un jeu d'environ 2 mm, afin que ces panneaux de bois agglomérés puissent «travailler».

Sont utilisés dans la pratique également d'autres éléments servant au guidage de l'air, par exemple des tôles profilées, des plaques en fibres dures ou des bâches. Les plaques en fibres dures minces sont plutôt à déconseiller étant donné que des joints appropriés font défaut. Lorsque l'espace interne du capteur est équivalent ou légèrement inférieur à la dimension des poutres, il est possible d'utiliser des bâches de polyéthylène renforcé et tissé (Bigoflex, Nissan, Sarnafil). Ces bâches sont nettement plus légères que des panneaux, mais il faut bien les tendre lors du montage, à l'aide de lattes à tuiles enroulées et d'un palan, de telle manière qu'elles ne se déforment pas trop en été à la chaleur risquant,

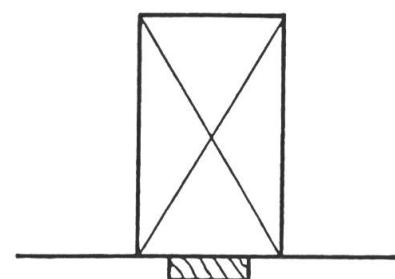


Grosses poutres, petite hauteur du canal. Les panneaux agglomérés reposent sur des lattes clouées sur les côtés des poutres. Mise en place depuis dessus avant la couverture du toit.

La hauteur des poutres est identique à la hauteur nécessaire pour le canal. Les panneaux agglomérés sont mis bout à bout au dessous des poutres et fixés à l'aide de planches.



La hauteur du canal est légèrement inférieure à celle des poutres. Une planche est préalablement clouée au dessous des poutres et les panneaux agglomérés sont mis en place depuis dessus.



La hauteur des poutres correspond exactement à celle nécessaire pour le canal. Bâche comme sous-toiture. Utilisation particulièrement bien adaptée au vieux bâtiments avec toiture à chevrons.

Fig. 10: Différents types de montage

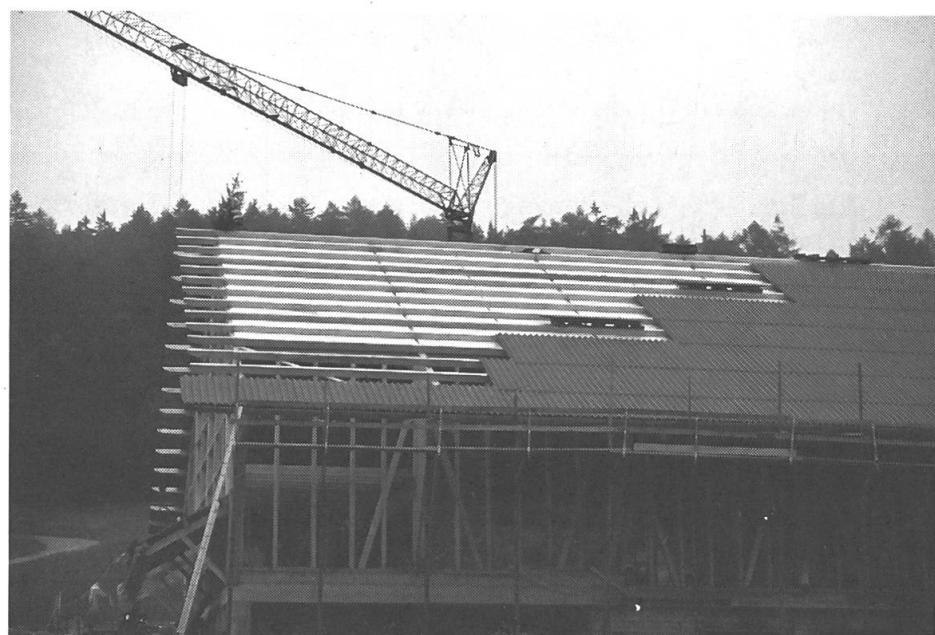


Fig. 11: Lors de construction nouvelle, il est recommandé de monter les panneaux agglomérés entre les poutres juste avant la couverture de la toiture.



Fig. 12: Sur les côtés très exposés au vent ou pour des raisons esthétiques, il est aussi possible de monter des planches comme montré sur la photo. Il faut pourtant veiller que la largeur totale de l'ouverture soit au moins égale à la hauteur du canal.

Exemple de calcul pour un canal collecteur:

Tas de foin de 80 m^2 , besoin d'air $0,11 \text{ m}^3/\text{s m}^2 = 8,8 \text{ m}^3/\text{s}$ de débit d'air.

La totalité du toit contient 9 canaux capteurs, dont deux (les numéros 8 et 9) se situent dans le secteur de l'avant toit. Ceci veut dire qu'environ 20% de l'air coule directement de ces deux canaux capteurs, situés dans l'avant toit, vers l'abri du ventilateur, ce qui correspond à un débit d'air de $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Le solde, c'est-à-dire $6,9 \text{ m}^3/\text{s}$, coule à travers le canal collecteur.

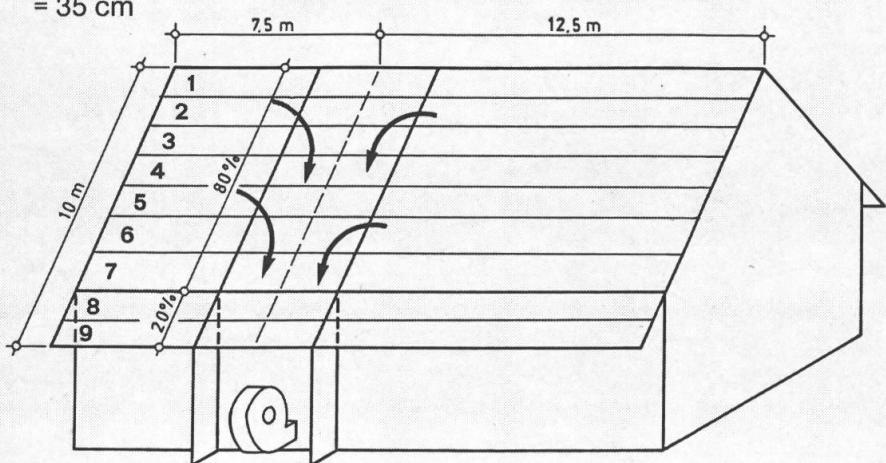
Nombre de canaux capteurs débouchant dans le canal collecteur = 7

Débit d'air dans chaque canal = environ $1 \text{ m}^3/\text{s}$

Largeur du canal collecteur (espace entre ferme et sortie = 5 m)

$$\text{max.} = 4 \text{ m/s} \rightarrow \frac{1 \text{ m}^3/\text{s}}{4 \text{ m/s}} = 0,25 \text{ m}^2 \rightarrow \frac{0,25 \text{ m}^2}{5 \text{ m}} = 5 \text{ m}$$

- hauteur du canal collecteur au niveau du premier canal capteur = 5 cm
- hauteur du canal collecteur au niveau du deuxième canal capteur = 10 cm
- etc....
- hauteur du canal collecteur au niveau du septième canal capteur = 35 cm



ainsi de modifier la section des canaux d'air. Il est possible d'acheter des bâches partiellement confectionnées, c'est-à-dire qu'elles sont préparées par le fournisseur, par exemple aux dimensions des interpannes et de la largeur du toit. Les bâches sont particulièrement bien adaptées au montage effectué par l'agriculteur dans des bâtiments anciens, où il n'y a pas de risques de chocs mécaniques causés par des outils de manutention comme la griffe à foin ou la soufflerie que projette le fourrage (y compris des pierres).

Entrée de l'air

Les canaux d'air du capteur commencent normalement à l'extérieur du toit où ils sont généralement protégés par un filet contre les oiseaux (Fig. 12). Leur entrée doit être au moins égale à la hauteur des canaux. Si les pannes sont prises dans un mur anti-feu, il faut alors y aménager un canal d'aspiration. Lorsque l'entrée d'air est située au faîte du toit, il faut également prévoir un filet contre les oiseaux, ainsi que des volets à jalouse.

Canal collecteur

La vitesse de l'air devrait se situer en dessous de 5 m/s dans le canal collecteur (normalement environ 4 m/s). Il ne faut pourtant prendre en considération que la quantité d'air effectivement disponible dans chaque partie du canal. Si par exemple des canaux collecteurs débouchent directement dans l'abri du ventilateur, ces parties de canaux doivent être déduites lors du calcul de la section du canal collecteur. Dans le canal collecteur il faut additionner les parties des canaux du capteur, c'est pourquoi on obtient parfois un canal collecteur de forme cône.

Etanchéité

Les capteurs doivent avoir une certaine étanchéité vers l'extérieur. Si on travaille avec des profils ondulés, il existe un caoutchouc mousse (Fillerblocks) pour étanchéifier les profils. Ce caoutchouc mousse se place durant le montage entre les poutres et la toiture. Il suffit de prévoir un joint d'étanchéité sur la panne inférieure ainsi que sur la panne supérieure du capteur. Les panneaux agglomérés sont généralement rainés et liés par languette rapportée. Les espaces entre les panneaux et les parois du canal sont étanchés au moyen de mousse de remplissage. Si l'on utilise des bâches, celles-ci doivent être fixées de tous les côtés par des lattes ou des baguettes. De l'eau de condensation ne se forme qu'exceptionnellement, en général lorsque le capteur aspire de l'air vicié provenant de l'écurie.

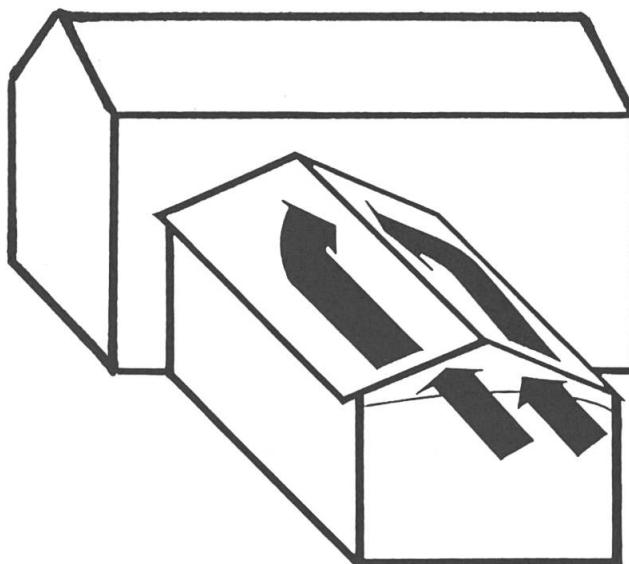


Fig. 13: L'espace vide situé entre le plafond isolé de l'écurie et la toiture est bouchée. Le degré de rendement d'un tel capteur est bien sûr relativement bas, mais il permet pourtant un réchauffement de l'air de plusieurs degrés C si la surface du toit est suffisamment grande.

Capteurs superposés à la toiture

Un capteur peut être également construit par dessus un toit existant. Pour ce faire, on place alors au dessus de la toiture un nouveau réseau de poutres exactement superposé à l'ancien (Fig. 14). L'ancienne toiture est ainsi utilisée comme surface d'écoulement pour l'air, et une nouvelle toiture est construite sur la nouvelle couche de pou-

tres superposé. Un trou dans l'ancienne toiture permet à l'air d'être aspiré dans le canal collecteur situé à l'intérieur du bâtiment. Ce genre de construction a l'avantage d'être très facile et pratique à réaliser. Par contre un inconvénient certain réside dans la dépense supplémentaire requise par les nouveaux matériaux, c'est-à-dire un deuxième réseau de poutres ainsi qu'une deuxième toiture.

Formes spéciales

Capteurs placés dans un espace vide sous le toit

Ce genre de capteur utilise un espace vide existant sous le toit en général au dessus de l'étable (Fig. 13).

Au dessus d'une étable construite à côté d'un fenil, au même niveau, il y a bien souvent un espace vide, compris entre le plafond isolé de l'étable et la toiture. Cet espace peut être très avantageusement utilisé pour construire un capteur solaire, pour autant que sa section ne soit pas trop grande et qu'il puisse bien être relié au ventilateur. C'est à dire par une distance la plus courte possible. Cette variante peut être prise en considération pour la planification de nouvelles constructions ou de constructions annexes.



Fig. 14: Un capteur superposé sur un hangar existant et construit à l'aide de tôles d'aluminium. La deuxième couche de poutre repose directement sur le toit en éternit existant. Ce dernier est seulement percé en son milieu afin que l'air puisse couler dans le canal collecteur situé juste en dessous.

Rendement énergétique

Comme cité auparavant, un capteur solaire peut produire un rendement horaire de 260 W par m². Ce rendement est à multiplier par le temps et la surface du capteur. Si l'on considère une période d'utilisation moyenne de 500 h/année (non comprise la ventilation ponctuelle durant les périodes les moins favorables), on obtient alors le rendement suivant:

$$200 \text{ m}^2 \times 260 \text{ W} \times 500 \text{ h} = 26'000'000 \text{ Wh} = 26'000 \text{ kWh}$$

Investissements

Pour les capteurs intégrés dans le toit, le besoin d'investissement se compose des coûts supplémentaires requis par la toiture en comparaison des matériaux standards utilisés à cette altitude dans la région. A cela il faut ajouter les coûts de l'instal-

lation de sous-toiture, du canal collecteur et des canaux de guidage de l'air vers le ventilateur. Pour les capteurs superposés à la toiture, c'est le coût total des matériaux nécessaires dont il faut tenir compte, mais par contre il n'y a aucun frais de sous-toiture.

Des normes de prix permettent d'établir l'exemple de besoin d'investissements suivant pour un capteur solaire.

Exemple de calcul:

Surface du capteur	200 m ²	Fr. --
Sous-toiture	200 m ² à 37.-	Fr. 7400.-
Canaux d'air	12 m ² à 12.-	Fr. 144.-
	12 m ² à 57.-	Fr. 684.-
	6 m crt. à 320.-	Fr. 1920.-
Investissement total pour un capteur solaire		Fr. 10148.-

Coût de l'énergie

Les coûts annuels sont dérivés du besoin d'investissement calculé pour un capteur solaire. Selon les normes de la FAT, les taux suivant peuvent être utilisés:

Amortissement	4,0%
Intérêts	3,8%
Réparations	1,5%
Assurances	0,1%
Total	<u>9,4%</u>

En reprenant notre exemple avec un coût d'investissement de fr. 10'148.-, nous obtenons un coût annuel de fr. 954.-.

La production de 26'000 kWh d'énergie thermique coûte donc, dans notre cas, fr. 954.- c'est-à-dire fr. 0,037/kWh, arrondi à 4 ct./kWh. Ce coût correspond à peu près à celui du mazout. Une comparaison correcte avec une installation utilisant un brûleur à mazout, nécessiterait en outre de tenir compte de l'investissement et des coûts annuels requis par l'installation de chauffage. On peut pourtant déduire que des capteurs solaires correctement conçus peuvent être utilisés de manière tout à fait économique.

Les rapports détaillés suivants traitant du même sujet sont disponibles à la bibliothèque de la FAT à 8356 Tänikon:

Rapport FAT 406: Le séchage en grange de A à Z

Rapport FAT 407: Capteurs solaires pour le séchage en grange, planification et réalisation