

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 43 (1981)
Heft: 11

Artikel: Ventilation par capteur solaire et ventilation à air froid : étude comparative
Autor: Nydegger, F. / Baumgartner, J. / Pazeller, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1083547>

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>



Informations de techniques agricoles à l'intention des praticiens publiées par la Station fédérale de recherches d'économie d'entreprise et de génie rural (FAT), CH 8355 Tänikon.

Rédaction: Dr P. Faessler, Directeur de la FAT

12ème année, septembre 1981

Ventilation par capteur solaire et ventilation à air froid – étude comparative

par F. Nydegger, J. Baumgartner et A. Pazeller

En 1976, la construction des premières installations de ventilation du foin par capteur solaire a marqué le point de départ de développements qui rencontrent depuis lors un intérêt sans cesse grandissant.

La FAT participe elle aussi, depuis 1977, à l'étude des possibilités de cette forme d'utilisation de l'énergie solaire. Un essai fait dans une exploitation agricole, où un capteur solaire est installé, fut suivi d'un test de capteurs effectué chez nous. Puis, en été 1980, une comparaison entre ventilation à air froid et ventilation par capteur solaire put être réalisée avec la collaboration de l'école d'agriculture de Flawil.

Principe et fonctionnement du capteur solaire

Tout objet de couleur noire s'échauffe sous l'effet du rayonnement solaire. C'est de ce phénomène que le capteur permet de tirer parti. Le capteur le plus simple est un **collecteur d'air**. Il est fait normalement de deux parties, l'absorbeur noir et un revêtement translucide. L'air à réchauffer est aspiré entre ces deux éléments (voir fig. 2). Il est également possible d'utiliser, en lieu et place de la plaque translucide, un revêtement de tôle ondulée ou d'éternit. Mais

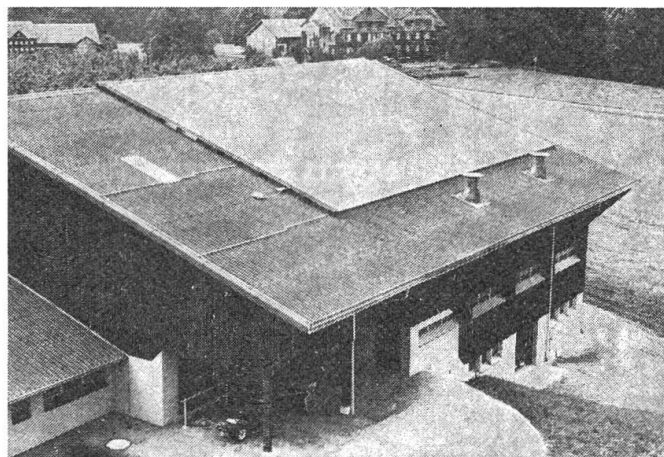


Fig. 1: La grange de l'école d'agriculture de Flawil est équipée d'un grand capteur solaire de 250 m². Le revêtement en verre acrylique a été posé après coup, sur des pannes reposant elles-mêmes sur la toiture en éternit. La prise d'air se trouve contre le bord gauche du capteur. C'est là qu'ont été mesurées la température de l'air aspiré et l'incidence du rayonnement solaire.

l'efficacité du capteur est alors réduite d'environ un quart s'il s'agit de tôle d'aluminium, et d'environ la moitié s'il s'agit d'éternit.

Etude comparative à Flawil

L'exploitation de l'école d'agriculture de Flawil (630 m d'altitude) englobe 31,5 ha

de surface agricole utile. Elle est constituée par 1,5 ha de prairies naturelles. L'étable abrite environ 35 vaches, 5 génisses pleines et la deuxième génération. Le fourrage est conservé et stocké en deux tas de foin ventilés de 125 m² de surface à la base, ainsi que dans 4 silos en béton de 67 m³ chacun. Le volume annuel des précipitations se monte à 1300 mm. La grange est équipée d'un grand capteur solaire de 250 m², constitué d'un revêtement en verre acrylique reposant sur des pannes secondaires; le tout est monté sur le toit en éternit brun (fig. 1). L'air est aspiré par une partie du toit sur le flanc gauche du capteur; il traverse celui-ci pour aboutir, sur le flanc droit, à un canal collecteur qui le conduit au ventilateur.

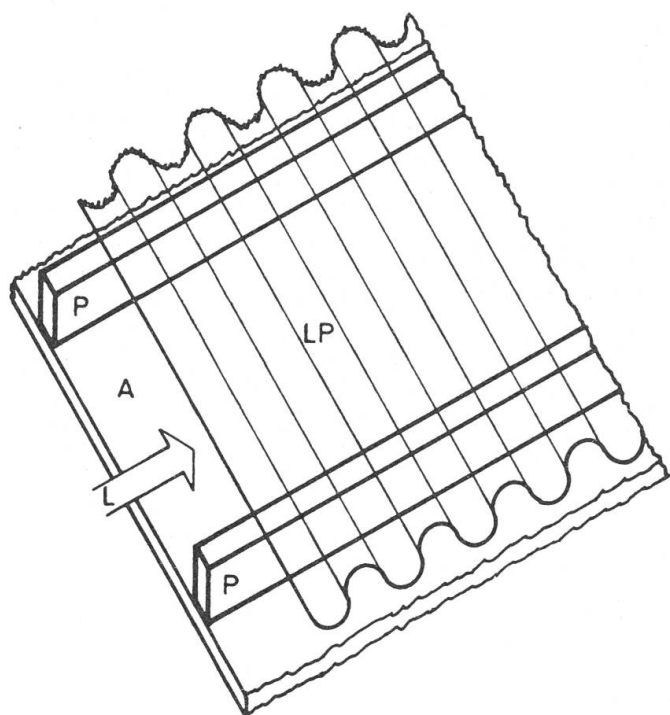


Fig. 2: Capteur solaire de construction simple.

- P = pannes (poutres portantes horizontales)
- LP = plaque de revêtement translucide
- A = absorbeur (panneau d'agglomérés)
- L = flux d'air

Dans les capteurs à revêtement de tôle ondulée ou d'éternit, ce revêtement sombre, qui remplace la plaque translucide, remplit les fonctions de l'absorbant. Le panneau d'agglomérés inférieur ne sert alors plus qu'au guidage de l'air.

Quel était le but de cette étude?

Dans des conditions d'exploitation proches de la réalité quotidienne, nous voulions comparer les capacités respectives de la ventilation par capteur solaire et de la ventilation à air froid. Pour ce faire, nous avons décidé de peser tout le fourrage rentré, puis de déterminer sa teneur en humidité. Afin de pouvoir constater la performance du capteur et suivre l'évolution du séchage. Nous avons relevé la température et le niveau d'humidité en-dessous et au-dessus des tas de foin. Le rayonnement solaire agissant sur le capteur était enregistré par un compteur journalier. Enfin, nous avons tenu procès-verbal des travaux culturels effectués (voir fig. 5). Fondamentalement, nous voulions soumettre les deux installations à la contrainte la plus grande possible, de manière à en explorer les limites de capacité et de performance. Nous y sommes tout naturellement mieux parvenus avec la ventilation à air froid qu'avec celle par capteur solaire.

Résultats de l'étude

La fenaison s'est déroulée du 21 mai au 30 juin tandis que le regain était rentré du 23 juin au 17 août. Pendant toute la période de fenaison et regain, la récolte s'est traduite par 157 t de foin flétri contenant en moyenne 54% de matière sèche. Cela correspond donc à 98 t de foin sec entreposé. Le tableau 1 regroupe les valeurs principales établies à ce sujet.

Et que voit-on tout d'abord?

Performance de séchage

La **ventilation par capteur solaire** a permis de sécher en 690 heures **94 t** de foin flétri à 52% de teneur en MS, et de le ramener ainsi à **55 t** de foin à 89% de teneur en MS. Par comparaison, la **ventilation à air froid a fait de 64 t de foin flétri**, à 57% de MS, **42 t** de foin à 86% de MS, et ce en 640 heures.

BULLETIN DE LA FAT

Tableau 1: Performances de séchage: poids du fourrage grossier, déshydratation et consommation de courant électrique des installations étudiées à Flavil en 1980

dt = décitonne = 100 kg

Type	Période	Poids du fourrage dt	Poids de l'eau dt	MS dt	MS %	Temps de ventilation h	Consommation de courant électrique kWh	MS dans le tas de foin %	Foin/regain dt	Eau évaporée dt	Consommation de courant électrique par 100 kg de fourrage kWh/dt	par 100 kg d'eau kWh/dt	Déshydratation spécifique c/n ³ d'air
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ventilation par capteur solaire	fenaison	559	303	256	46	462	4'212	88,1	291	269	14,5	15,7	1,11
	regains	376	143	234	62	229	2'161	89,1	262	114	8,2	19,0	1,02
	Total	936	446	490	52	690	6'373	88,6	553	383	11,5	16,6	1,08
Ventilation à air froid	fenaison	449	215	234	52	481	4'621	84,7	277	172	16,7	26,9	0,76
	regains	190	61	129	68	158	1'625	87,6	148	43	11,0	37,8	0,66
	Total	639	276	363	57	639	6'246	85,7	425	215	14,7	29,0	0,74

L'évaporation d'eau s'est chiffrée à 215 dt (dt = 100 kg) avec la ventilation à air froid et à 383 dt avec la ventilation par capteur solaire. Par comparaison avec la ventilation à air froid, la ventilation par capteur solaire a donc engendré une évaporation supérieure de 167 dt, ce qui représente un **accroissement de la performance de séchage de 78%**.

Valeurs spécifiques

Pour comparer entre elles les installations de ventilation ou séchage, on se sert également souvent des proportions que fournissent l'évaporation en fonction du mètre cube d'air, la consommation de courant électrique par 100 kg de foin, ou encore par 100 kg d'eau évaporée. Les valeurs obtenues ont été relativement bonnes, compte tenu des mauvaises conditions atmosphériques. La déshydratation spécifique s'est montée à 1,1 g/m³ (g eau/m³ air de séchage) pour la ventilation par capteur solaire et à 0,75 g/m³ pour la ventilation à air froid. La consommation spécifique de courant électrique par 100 kg de foin s'est élevée à 11,5



Fig. 3: Tout le fourrage grossier rentré a été pesé et sa teneur en humidité relevée. On a ainsi pu établir la déshydratation intervenant avec les deux systèmes, ventilation par capteur solaire et ventilation à air froid.

kWh pour le capteur solaire et à 14,7 kWh pour la ventilation à air froid. La consommation par 100 kg d'eau évaporée s'est établie à 16,6 kWh pour le capteur solaire et à 29 kWh pour la ventilation à air froid. En d'autres termes, les kWh d'énergie électrique utilisée ont donné un rendement de 75% supérieur avec le capteur solaire.

Quelles sont les raisons de ces différences?

BULLETIN DE LA FAT

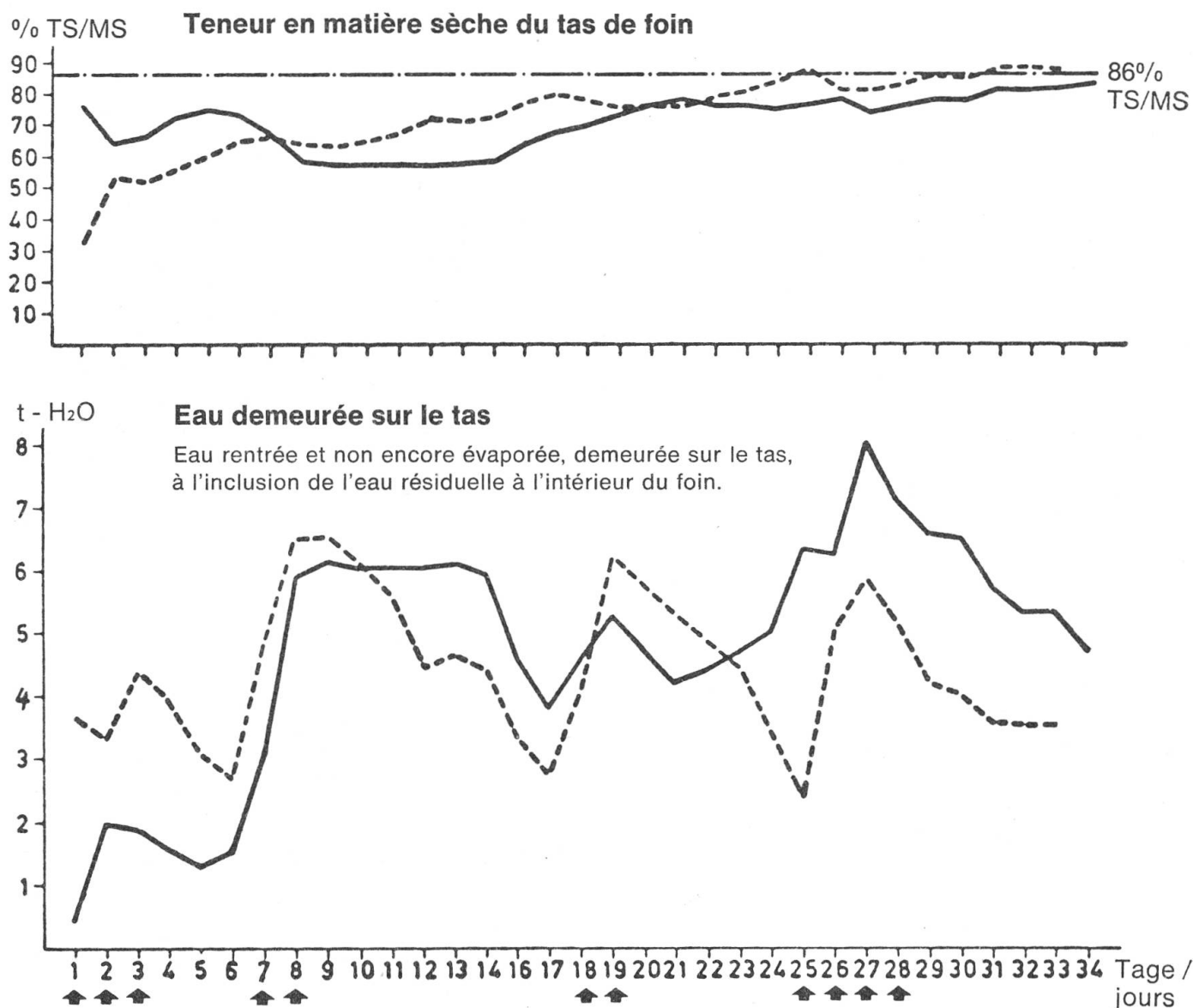


Fig. 4: Evolution du séchage pendant la fenaïson.

Le graphique supérieur illustre l'évolution de la teneur moyenne des deux tas de foin en matière sèche.

Le graphique inférieur reproduit l'évolution du volume d'eau demeurée sur les deux tas. Les flèches marquent les jours où le fourrage a été rentré.

Ligne continue: ventilation à froid

Ligne entre-coupée: ventilation par capteur solaire

Réchauffement de l'air de séchage

On sait que l'air chaud, à teneur égale absolue en humidité et jusqu'au niveau de la saturation, peut absorber plus d'eau que d'air froid. Selon les conditions du temps et selon la dimension du capteur solaire, ce dernier réchauffe l'air de 1° à environ 10° C. Ce réchauffement accélère notablement le

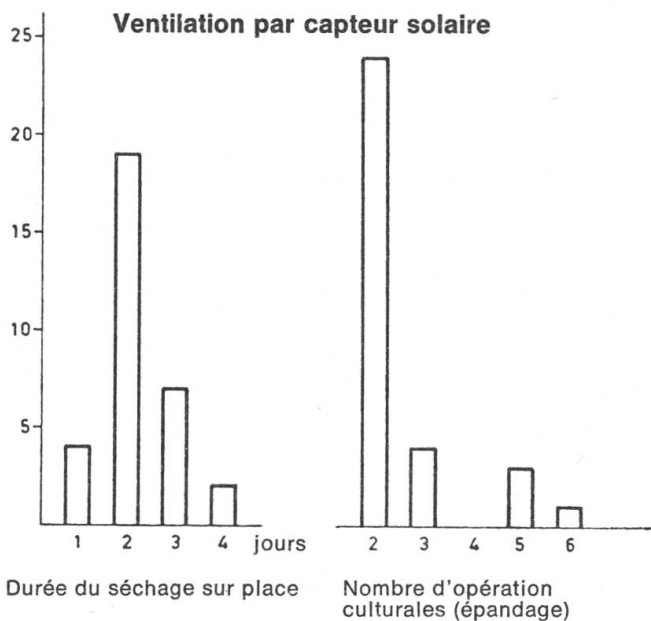
séchage et réduit beaucoup le risque d'humidification du tas de foin lorsque le temps est douteux et l'hygrométrie de l'air élevée. Même par temps couvert, le capteur solaire assure un réchauffement de l'air de 2° à 3° C. En 1980, la station météorologique de Flawil a enregistré en 40 jours pour la période allant du 21 mai au 30 juin (époque de notre fenaïson), 27 jours, où les pré-

cipitations ont dépassé 1 mm. 259 mm au total sont tombés durant la période en question. Malgré cela, le capteur put recueillir 21 000 des 34 000 kWh d'énergie solaire incidente. Pendant la fenaïson et le regain réunis, le capteur solaire, au niveau d'un rendement de 62%, **a tiré parti de 40 200 kWh**, qui correspondent en l'occurrence à 3400 kg de fuel de chauffage.

Meilleure évaporation de l'eau par m² occupé

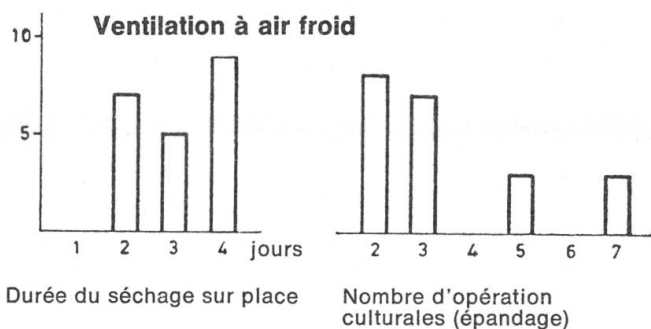
En même temps (fenaïson), la ventilation par capteur solaire a évaporé 2,1 dt d'eau par m² de surface occupée par le foin,

tandis que la ventilation à air froid ne dépassait pas 1,4 dt/m². Par surcroît, celle-ci était plus proche de ses limites de capacité que la ventilation par capteur solaire. Lors de beau temps, le capteur collectait jusqu'à 1300 kWh/jour d'énergie solaire. Les jours marqués par une absorption inférieure à 500 kWh ont été des journées de vrai mauvais temps. La plus longue période de captage énergétique inférieur à 500 kWh/jour a duré trois jours, avec des valeurs de 226, 343 et 373 kWh/jour. Mais il s'est avéré que la déshydratation a été nulle uniquement le jour où le captage s'est chiffré à 226 kWh; fixé à 16 heures, le temps de ventilation était toutefois un peu trop long ce jour-là.



Travaux culturaux

On a pu constater que le fourrage destiné au séchage au moyen de la ventilation par capteur solaire devait être traité une fois de moins dans les champs (fig. 5). Le gain de temps qui en résulte permet de charger un peu plus tôt. Le fourrage coupé est demeuré sur place trois jours en moyenne pendant la fenaïson destinée à la ventilation à air froid, et deux bons jours pour celle à traiter au moyen de la ventilation par capteur solaire. Il en résulte des risques nettement moindres de la part du temps.



Qualité du fourrage

Avec 5,6 Nel en moyenne, la qualité du fourrage obtenu par les deux systèmes s'est révélée bonne. Étant donné que le fourrage fauché avait le même âge et que la mise en grange intervenait avec un jour d'intervalle environ seulement, on comprend fort bien que la qualité du fourrage traité par ventilation à air froid n'ait pas été inférieure. Des lacunes qualitatives notables n'ont été perceptibles que lorsque le

Fig. 5: Le fourrage traité avec recours au capteur solaire est demeuré normalement un jour de moins sur place; il a également exigé une opération culturale de moins.

BULLETIN DE LA FAT

fourrage avait été mouillé par la pluie. Elles n'ont cependant pas été imputées simplement à la ventilation à air froid, quand bien même celle-ci, dont la capacité est plus faible, représente un risque plus important dans la perspective des conditions atmosphériques et de leurs incidences. Un élément qui ne concerne pas de manière directe la qualité du fourrage est celui de l'humidité finale de ce fourrage. Au terme de l'essai, la teneur en matière sèche était de 88,6% pour le fourrage séché avec capteur solaire et de 85,7% pour le fourrage traité par la ventilation à air froid. Une dessiccation par trop forte, supérieure à 90% MS peut, cas échéant, provoquer des pertes par émiettement durant le transport entre le tas et l'étable.

Comparaison des coûts

Il nous intéressait ensuite de savoir quelle était la rentabilité d'une ventilation par capteur solaire comparée à celle de la ventilation par air froid. Nous avons donc procédé à des calculations dont le résultat est reproduit par le tableau 2, lequel autorise la comparaison en fonction des per-

formances obtenues. Il s'agit de sécher 50 t de fourrage dans un même laps de temps. Avec la ventilation à air froid, il faut alors une installation de 150 m², tandis que 115 m² sont nécessaires pour l'installation de ventilation par capteur solaire. Les frais supplémentaires occasionnés par le système à capteur solaire s'élèvent à Fr. 40.— / m² de surface de captage (tableau 2).

Il y a donc pratiquement **égalité de prix de revient du fourrage produit** entre les deux procédés. Cependant, le capteur solaire permet de sécher sur une surface moindre et avec sensiblement moins de peine et de risques. Si l'on entend aller jusqu'à égalité des coûts par 100 kg d'eau évaporée, on peut investir jusqu'à Fr. 10 900.— de plus, soit jusqu'à Fr. 19 700.— au total. Toutefois, à ce moment-là, les frais de séchage par 100 kg de fourrage se montent à Fr. 10.80.

Conclusions

La ventilation par capteur solaire a débouché sur un séchage plus rapide et plus rationnel du fourrage grossier, malgré les mauvaises conditions atmosphériques de

Tableau 2: Comparaison des coûts: capteur solaire / ventilation à air froid, pour deux installations de même capacité de séchage ¹⁾

	Ventilation à air froid	Ventilation par capteur solaire
Investissement: Fr. 125.—/m ² de surface occupée	150 m ² = Fr. 18 750.—	115 m ² = Fr. 14 375.—
Capteur solaire 220 m ²	Fr. —.—	Fr. 8 800.—
Prix de revient à l'achat	Fr. 18 750.—	Fr. 23 175.—
Frais annuels (12%) ¹⁾	Fr. 2 250.—	Fr. 2 780.—
Frais d'électricité	Fr. 1 250.—	Fr. 980.—
Opération culturale supplémentaire	Fr. 250.—	Fr. —.—
Réparations (1%)	Fr. 190.—	Fr. 230.—
Total	Fr. 3 940.—	Fr. 3 990.—
par 100 kg de fourrage	Fr. 7.90	Fr. 8.—
par 100 kg d'eau évaporée	Fr. 15.60	Fr. 11.50

¹⁾ correspondant à un amortissement sur 15 ans.

l'été 1980. La performance de séchage s'est révélée supérieure d'environ 75% à celle de la ventilation à air froid. Malgré des investissements supplémentaires, les coûts de la ventilation par capteur solaire, rapportés à 100 kg de fourrage, sont pratiquement aussi intéressants que ceux de la ventilation classique à air froid. Si l'on ne considère que les charges par 100 kg d'eau évaporée, la ventilation par capteur solaire est même sensiblement meilleur marché. Nous fondant sur les expériences faites

lors d'une année marquée par de mauvaises conditions atmosphériques, nous pouvons dire que la ventilation par capteur solaire représente une alternative valable à la ventilation à air chaud classique, quand bien même il ne suffit pas de presser sur un bouton pour que le soleil brille.

Pour la collaboration et le soutien qu'ils nous ont apportés, nous remercions ici l'école d'agriculture de Flawil et l'Institut fédéral de recherches nucléaires de Würenlingen (projet «énergie solaire»).

Tableaux des types d'autochargeuses

par E. Höhn

Les présents tableaux donnent un aperçu des spécifications techniques les plus importantes des autochargeuses actuellement disponibles sur le marché suisse. Faute d'espace, nous nous sommes limités aux particularités faisant l'objet des questions les plus fréquentes. Un tableau synoptique de toutes les données techniques existe sous forme de feuilles de types ou fiches séparées. Celui qui s'intéresse de plus près à un produit déterminé peut demander à la Station fédérale de Recherches, 8355 Tänikon, l'envoi des feuilles appropriées.

Généralités

Malgré l'existence d'une certaine saturation du marché - les 46.000 unités en service n'ont guère changé en nombre ces dernières années -, le marché de l'autochargeuse est demeuré un secteur attrayant pour l'industrie des machines agricoles. A lui seul, le remplacement d'autochargeuses mises hors service représente chaque an-

née un nombre considérable d'acquisitions nouvelles. C'est probablement la raison pour laquelle le perfectionnement de modèles existants est activement poussé. La multiplicité, pour ne pas dire le pêle-mêle de l'offre actuelle, ne le cède en rien à celle des années soixante, quand bien même un apurement des types comporterait des avantages, tant pour les producteurs que pour les clients.

Le **nombre de couteaux** nécessaire fait actuellement l'objet de discussions. En faut-il huit, vingt à vingt-cinq ou même plus de trente? Lorsque l'autochargeuse est essentiellement utilisée pour rentrer l'herbe quotidienne et pour transporter le fourrage sec, 5-8 couteaux sont suffisants. En l'occurrence, la coupe courte exerce une influence favorable sur le processus de fermentation, mais surtout, elle facilite le désilage. Lors de l'emploi de fraises désileuses, la longueur de coupe de trente couteaux est un peu juste, ou mieux encore trop peu précise. Les recherches faites à ce propos dé-