

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse  
**Herausgeber:** Technique agricole Suisse  
**Band:** 50 (1988)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Economie maximale avec le capteur solaire  
**Autor:** Mouchet, P.-A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1084894>

#### **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>**

Journée d'information ASETA: La mécanisation de la ferme et l'environnement

## Energie et récolte des fourrages

# **Economie maximale avec le capteur solaire**

P.-A. Mouchet, SRVA

**Une exploitation agricole, c'est connu, est avant tout une entreprise de transport. Une enquête menée sur plusieurs exploitations a montré que la part des transports liés au bétail représente en moyenne 33 tonnes par UGB. Ces 33 tonnes se répartissent ainsi: 58% sont représentées par le fumier et le purin, 30% par le fourrage et 12% par le lait.**

**Les tonnages et le temps consacrés à la récolte des fourrages demandent que l'on choisisse avec soins sa chaîne de récolte.**

### **Sources:**

Séchage du foin et du maïs avec la pompe à chaleur. Franz Nydegger Rapport FAT no 324.

Dimensionnement de capteurs solaires pour le séchage en grange. Johannes Keller et Victor Kyburz Rapport FAT no 325.

La construction de capteurs solaires pour le séchage en grange. Franz Nydegger Rapport FAT no 325.

Protection contre le bruit du séchage en grange. J. Fankhauser Rapport FAT provisoire.

Les facteurs déterminant le choix d'une chaîne de récolte des fourrages sont nombreux et doivent répondre à des critères très variés parmi lesquels:

### **La capacité de récolte**

- nombre de jours durant lesquels le travail doit être effectué.

### **La main-d'œuvre disponible**

- nombre de personnes à disposition pendant la récolte.

### **Les moyens disponibles**

- nombre et puissance des tracteurs et électricité disponible.
- moyens de transport: chars, remorques et autochargeuse.
- matériel de manutention: chargeur frontal, souffleur, élévateur, pont roulant.
- installations telles que séchage en grange.

### **Les bâtiments**

- types de bâtiments et accès.

### **La qualité du fourrage**

### **La polyvalence du matériel**

- possibilité de l'utiliser pour du foin, du fourrage préfané, de la paille, de l'ensilage.

### **Le prix**

## **Vrac, bottes, balles rondes**

### **Le vrac**

En rendant possible l'utilisation du séchage en grange, la récolte du fourrage en vrac est la solution la mieux adaptée à l'utilisation optimale des fourrages de base du domaine. Une tendance que l'on recherche de plus en plus afin de limiter les achats de concentrés.

La récolte à l'autochargeuse est un chantier utilisable par une seule personne. Cette machine a une grande polyvalence, permettant la récolte du foin, de l'herbe, de l'ensilage, du fourrage préfané.

Par contre le fourrage récolté en vrac exige des bâtiments adaptés à cette solution. La reprise du fourrage sans pont roulant est pénible. L'autochargeuse par rapport aux chars ne permet le déplacement que d'une remorque à la fois. Elle est d'autre part relativement mal adaptée à la récolte de la paille.

### **Les bottes**

Elles s'adaptent à tous les types de bâtiments et permettent un

certain gain de place. Les bottes facilitent les transports et sont bien adaptées à la vente. Faciles à manipuler lors de la reprise, elles permettent également d'estimer avec précision des volumes.

Par contre la presse ne peut être utilisée que pour du fourrage sec. Les bottes nécessitent à la récolte une main-d'œuvre importante soumise à une tâche pénible ou une mécanisation chère et peu polyvalente.

#### La balle ronde

Elle permet une récolte entièrement mécanisée, pouvant être effectuée par une seule personne. Cette presse peut dans certains cas être également utilisée pour de l'ensilage. La balle ronde a une meilleure résistance aux intempéries que la botte ce qui permet de différer son engrangement.

Par contre la balle ronde exige que soient adaptés, le matériel de manutention (chargeur frontal), les moyens de transport (chars), les bâtiments de stockage et les locaux dans lesquels elle est utilisée. Ce sont ces derniers points qui font souvent défaut chez nous. Sa forme la rend mal adaptée à de longs transports.

La balle ronde connaît actuellement un important succès dans certaines de nos régions. Ce succès est lié à des problèmes de main-d'œuvre, mais aussi à la bonne qualité de certains fourrages étrangers importés en balles rondes. Si la balle ronde peut effectivement être une solution au niveau de la main-d'œuvre, pour autant que la chaîne de récolte, de stockage et de distribution soit bien adaptée, produite dans nos conditions, elle ne peut pas prétendre

donner un fourrage d'autant bonne qualité que celui obtenu par le séchage en grange.

#### Engrangement des fourrages en vrac

Entre souffleur et pont roulant, le choix n'est pas toujours aisés car chacun de ces matériels présente des avantages et des inconvénients. Le souffleur est meilleur marché à l'achat, la charpente du toit n'a pas besoin d'être renforcée et est rarement une entrave à son bon fonctionnement. Le souffleur muni d'un répartiteur assure une parfaite répartition du fourrage sur le tas avec un débit plus élevé que le pont roulant. Si le souffleur est relativement bon marché, l'installation d'un doseur-démêleur augmente sérieusement le prix d'investissement avec un matériel encombrant par rapport au nombre de fois où il est utilisé dans l'année, gourmand en électricité et ne pouvant être utilisé que pour engranger le fourrage.

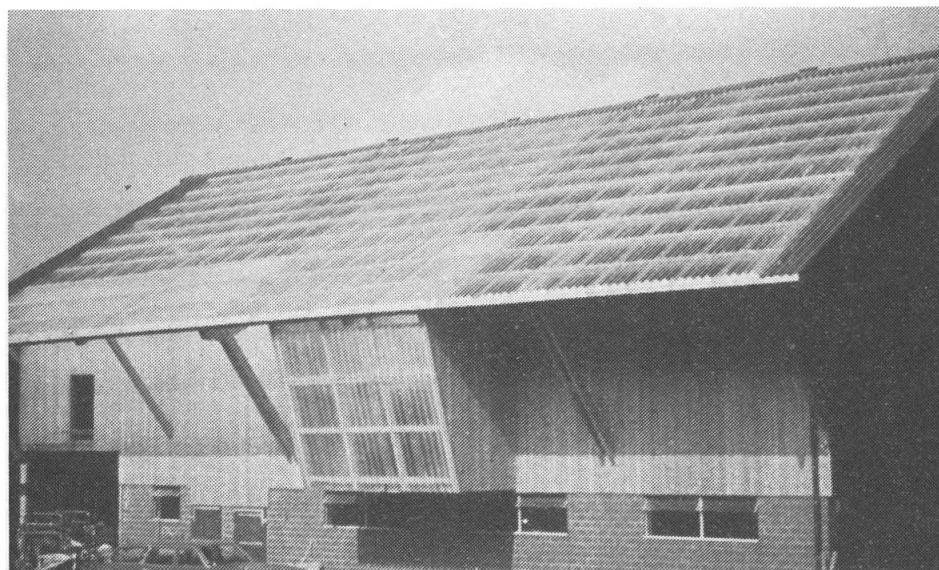
Le pont roulant, surtout s'il peut être planifié lors de la construction, présente des avantages indéniables par rapport à la solution doseur-démêleur - souffleur, il servira à l'engrangement et à la reprise des fourrages, pouvant même reprendre du silo; ses besoins en énergie sont faibles (0,5 kWh par tonne de fourrage engrangé alors qu'il en faut 1,5 pour le souffleur et le doseur-démêleur). Par contre, pour engranger du fourrage pré-fané, il faudra être beaucoup plus consciencieux et prendre davantage de temps. L'investissement à consentir au départ sera plus important.

#### Le séchage en grange

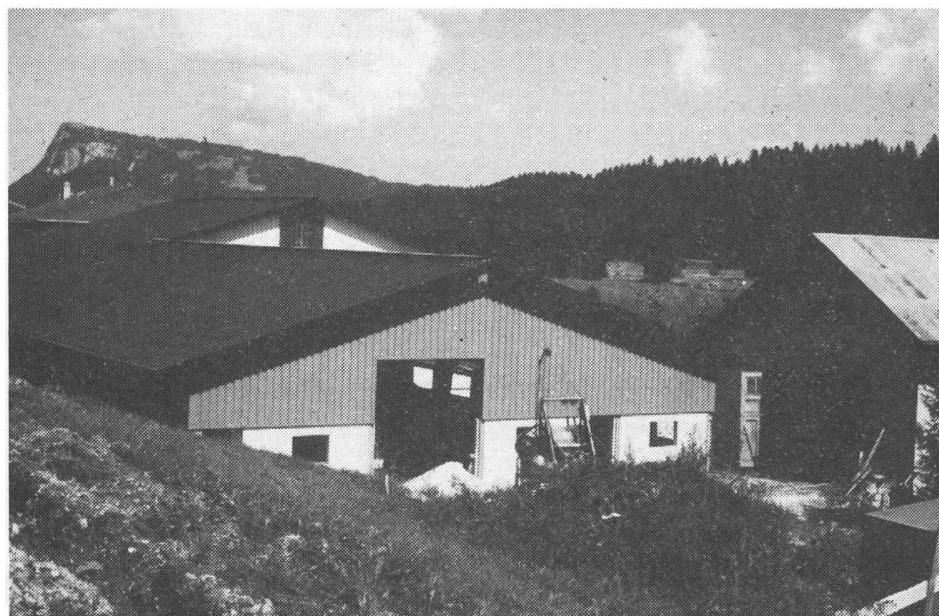
Le séchage en grange rend l'exploitant moins dépendant des conditions météorologiques et permet d'utiliser plus intensivement ses prairies. Le fourrage est ainsi fauché plus jeune, il subit un nombre réduit de passages et est récolté avec davantage d'humidité ce qui contribue à réduire les pertes en feuilles et à augmenter sa qualité.

Pour être efficace l'installation de séchage en grange doit comprendre un volume de stockage du fourrage sans obstacles (poutres, cheminée). Le type et la puissance du ventilateur doivent être adaptés à la grandeur et la hauteur du tas. Si ces premiers points sont souvent bien pris en considération, il semble aujourd'hui que l'on attache souvent pas assez d'importance à l'emplacement du ventilateur. Celui-ci devrait être placé au sud dans un endroit bien exposé au soleil avec beaucoup de dégagement. Un emplacement favorable au ventilateur pose souvent des problèmes de bruits avec les bâtiments d'habitation. La difficulté de placer le ventilateur à l'endroit le mieux exposé, les problèmes de bruit et les conditions atmosphériques déplorables de ces dernières années pendant la période des foins ont certainement contribué au développement de matériels pour le réchauffage de l'air avant son entrée dans le ventilateur.

Lors du recensement agricole de 1985, 39'000 exploitations étaient équipées d'installations de séchage en grange. Parmi ces exploitations, 500 avaient un capteur solaire pour le pré-chauffage de l'air. La grande



*Les capteurs translucides ne s'adaptent pas au paysage.*



*Un capteur foncé s'adapte bien au paysage mais il doit être parfaitement dimensionné.*

majorité de ces dernières sont situées en Suisse allemande. Que penser du capteur solaire par rapport à la pompe à chaleur ou à l'échangeur de chaleur? Pourquoi a-t-il plus de peine à se développer chez nous?

## Le capteur solaire

Des essais sur les capteurs solaires utilisés pour le séchage

en grange sont effectués depuis une dizaine d'années en Suisse par la Station Fédérale de Recherches de Tänikon (FAT). Les premiers capteurs étaient constitués d'un absorbeur noir sur lequel était placé un revêtement translucide, provoquant un effet de serre. Ce type de capteurs a un degré d'efficacité élevé, la vitesse de circulation d'air dans le capteur n'a pas une

grande influence sur son rendement et le vent balayant sa surface n'a aussi que peu d'importance. Par contre il est peu résistant à la grêle, vieillit souvent mal, c'est un matériau combustible dont l'aspect ne permet pas facilement de l'intégrer à une construction.

Aujourd'hui on opte plutôt pour des capteurs constitués d'un revêtement foncé sous lequel est placé un canal. Ce type de capteur s'intègre mieux au paysage, a une longue durée de vie et est résistant au feu et à la grêle. Par contre son degré d'efficacité est un peu moins élevé, il doit être parfaitement dimensionné \* et, exposé aux vents, il perd de son efficacité.

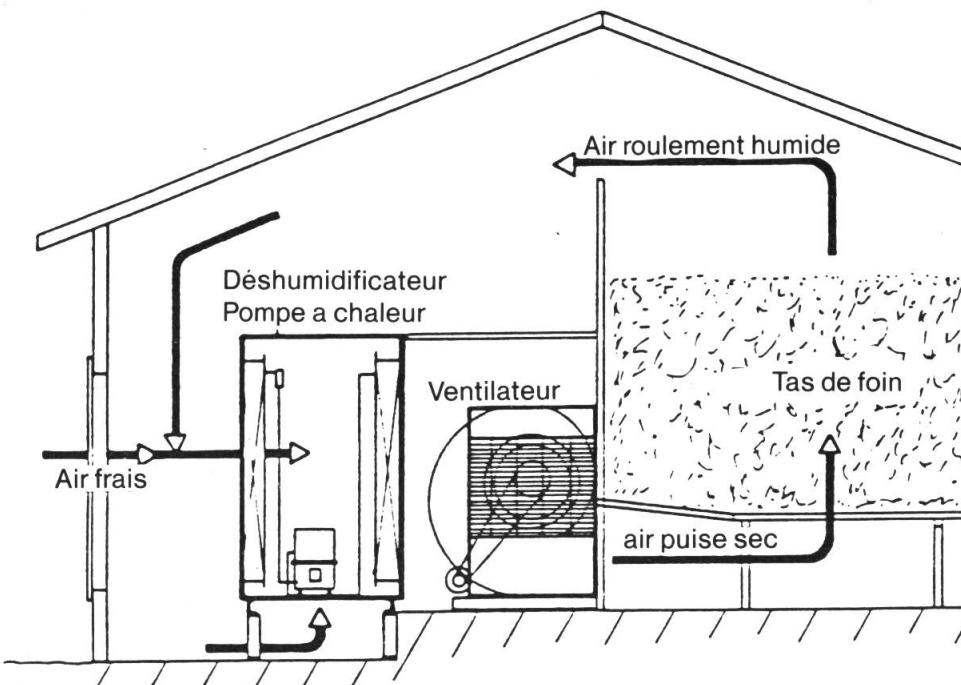
Augmentation moyenne de température avec différents capteurs.

matériel	température
Polycarbonate transparent	7,5°C
Tôle d'aluminium brune	6,8°C
Eternit noir	6,5°C
Eternit brun	6,0°C

## La pompe à chaleur

La pompe à chaleur est placée devant le ventilateur du séchage en grange. L'air aspiré passe à travers un refroidisseur d'air (évaporateur). Par refroidissement l'eau est séparée de l'air et est évacuée. L'air est ensuite réchauffé à travers un réchauffeur d'air (condenseur) avant d'entrer dans le ventilateur. Un compresseur frigorifique assure le refroidissement puis le réchauffement de l'air.

\* Les rapports FAT no 325 et 326 concernent la construction et le dimensionnement des capteurs solaires en toiture.



1: Pompe à chaleur.

Par rapport au capteur solaire, la pompe à chaleur est efficace même lorsqu'il pleut ou qu'il n'y a pas de soleil (utilisable la nuit). Par contre, son prix d'achat est élevé et elle est gourmande en électricité ce qui entraîne des frais de séchage importants. Pour des exploitations placées en bout de ligne électrique ses besoins en courant ajoutés à ceux de l'installation de séchage en grange et

des autres appareils électriques de l'exploitation ne peuvent pas toujours être satisfaits. Son utilisation par temps froid peut entraîner le givrage de l'appareil.

### L'échangeur de chaleur lié à la pompe à chaleur

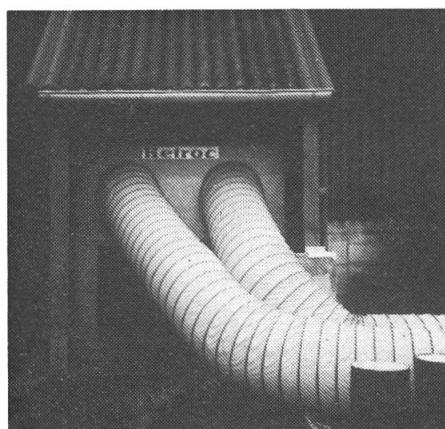
Depuis quelques années on trouve sur le marché un nouvel

appareil pour le préchauffage de l'air. Il s'agit toujours d'une pompe à chaleur, mais dans ce système on récupère l'air sortant du tas de fourrage pour le faire passer à travers l'évaporateur afin d'augmenter la température de base de la pompe à chaleur. Par rapport au système précédent l'air entrant dans l'appareil n'est plus déshumidifié, par contre grâce à l'échangeur de chaleur, il devrait être davantage préchauffé et le risque de givrage en périodes froides est moins élevé.

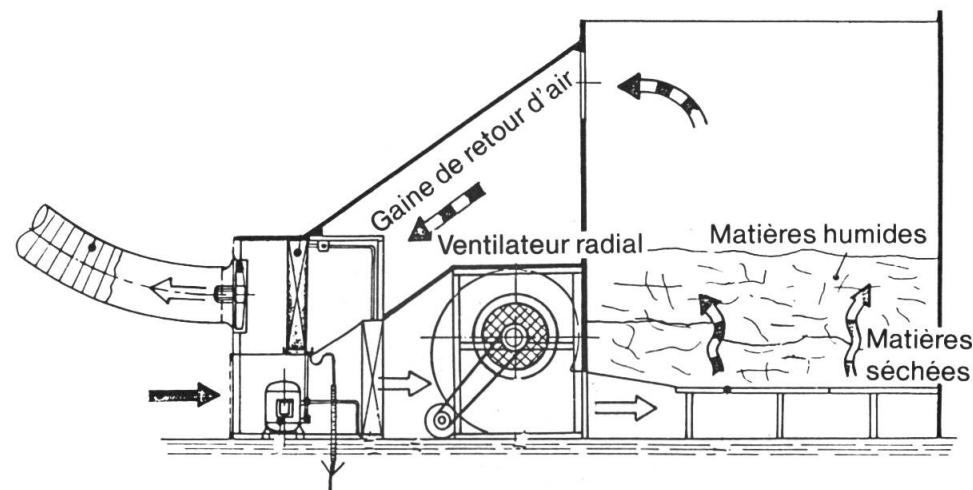
La différence importante de ce type de préchauffage d'air est que, contrairement au séchage en grange classique, la grange doit être «étanche» afin que l'air sortant du tas de fourrage passe dans l'échangeur de chaleur.

### Comparaison des frais de séchage des différents systèmes

Si l'on compare les frais en tenant compte des investissements et des frais d'utilisation, on obtient les frais de séchage suivants par dt de foin (100 kg de foin) et pour une surface de séchoir de 150 m<sup>2</sup>.



La pompe à chaleur avec échangeur doit pouvoir encore être utilisée pour autre chose que le foin.



2: Pompe à chaleur avec échangeur de chaleur.

	séchage à air froid	capteur solaire	pompe à chaleur	pompe à chaleur avec échangeur
investissement	32500	48500	56500	62500 frs
frais par 100 kg	5,9	6,9	10,1	11,1 frs
raccordement kW	11	13,5	28,5	27 kW
heures de séchage avec 40% de MS	584	321	234	234 heures

## Avantages et inconvénients des différents systèmes

### Séchage en grange à air froid

#### Avantages

- investissement faible.
- le raccordement électrique à disposition suffit généralement.
- peu de frais par dt de foin.

#### Inconvénients

- l'emplacement du ventilateur est très important.
- la récolte est dépendante des conditions météorologiques.
- capacité de séchage réduite.

### Capteur solaire

#### Avantages

- l'emplacement du ventilateur est sans importance.
- énergie peu coûteuse.
- peu de frais par dt de foin.
- pour un toit en Eternit ou en tôle
- longue durée d'utilisation.

#### Inconvénients

- pour une question de coûts et d'adaptation, ne peut en principe être installé que dans une construction neuve ou en transformation.
- peu de publicité par rapport aux autres systèmes (il n'y a rien à vendre et chaque construction exige une adaptation différente).

pour un toit en matériau synthétique transparent:

- risques liés au feu et à la grêle.
- problème d'environnement.

### Pompe à chaleur avec ou sans échangeur de chaleur

#### Avantages

- indépendance vis-à-vis des conditions météorologiques.
- grande capacité de séchage.
- peut s'adapter à une installation existante.

#### Inconvénients

- investissement élevé
- frais d'utilisation par dt de foin élevé.
- pour être rentabilisée devrait également permettre de sécher du maïs ou des céréales.
- raccordement électrique pas toujours suffisant.

pour la pompe à chaleur:

- risque de givrage lorsque la température extérieure est basse.

pour la pompe à chaleur avec échangeur:

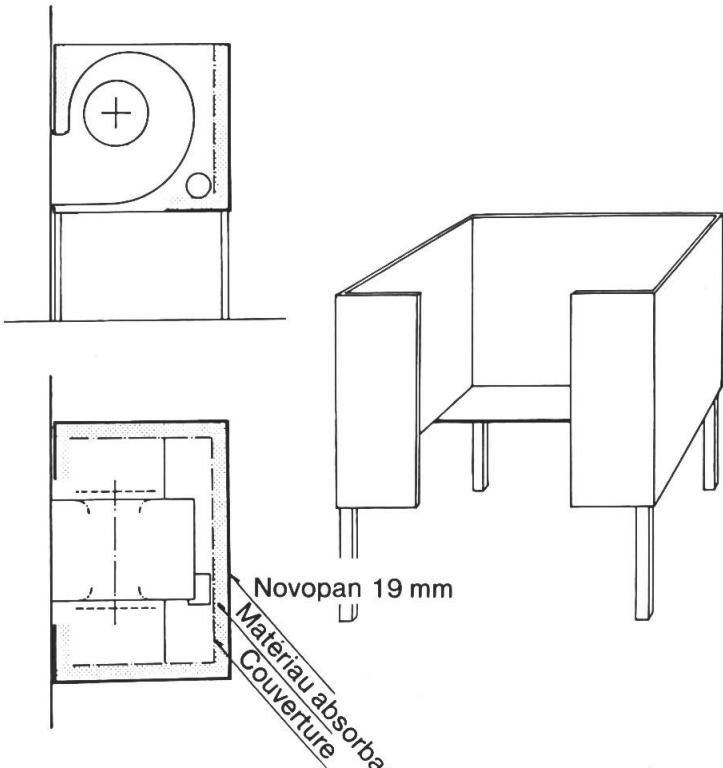
- l'emplacement du ventilateur est important.

La différence de prix montre l'intérêt du capteur solaire par rapport aux autres systèmes de préchauffage d'air ou les frais supplémentaires liés à ces appareils doublent pratiquement ce qui représente entre 4 et 5 kg de concentré soit 9 à 11 kg de lait. Cette augmentation de prix ne peut être que difficilement compensée par la seule amélioration de la qualité des fourrages récoltés. Il faut remarquer d'autre part que la puissance électrique exigée par ces équipements est de 2,5 fois celle nécessaire à une installation de séchage à air froid. Par contre, le temps de fonctionnement du séchoir est réduit de plus de moitié.

## En conclusion

Le séchage en grange est une bonne solution pour obtenir du fourrage de base de qualité. Lors d'une nouvelle construction ou de transformation de bâtiments il faut envisager l'installation d'un capteur solaire en toiture. Ce dernier permet de recueillir, sans investissement élevé un apport important d'énergie. C'est certainement le manque de publicité qui n'a pas encouragé le développement des capteurs solaires chez nous. Il faut reconnaître qu'il n'y a rien à vendre si ce n'est quelques panneaux d'aggloméré et que souvent lorsque l'on est en train de construire on a déjà suffisamment de problèmes sans ajouter ceux de la construction des capteurs.

Dans les régions où il est impossible de faire du fourrage sec sans apport d'énergie complémentaire on peut recourir à la pompe à chaleur pour autant



3: Protection contre le bruit.

que l'énergie électrique à disposition soit suffisante et que l'on puisse utiliser ce matériel pour sécher d'autres produits (maïs, céréales).

## Le bruit

Le bruit émis par un ventilateur de séchage en grange peut être difficile à supporter, ceci, principalement pendant la nuit.

Les tests de ventilateurs donnent, mesurés à 7 mètres de distance une intensité moyenne de bruit de:

62–80 (dB) A pour les ventilateurs radiaux

68–90 (dB) A pour les ventilateurs axiaux.

Une augmentation de 10 dB correspond à doubler le bruit.

Selon la législation, le bruit maximal admis au cours de la nuit est de 45 (dB) A, avec la fenêtre ouverte.

Les résultats mesurés à 7 mètres de distance sont les suivants:

	ventilateurs axial Sumag S 900 Bruit (dB) A	ventilateurs radial Ventomat R3K (dB) A
sans protection	83	64
avec le caisson vide	74	62
avec le caisson recouvert de Flumroc		
Type 3 100 mm (60 kg/m <sup>3</sup> )	67	57
Isover PB R 40 mm (50 kg / m <sup>3</sup> )	68	60
Isover PB R 120 mm	67	56
Mousse 40 mm	71	60
Cartons d'œufs	71	60
Bottes de paille	66	56

## Réduction de bruit en fonction de la distance

En doublant la distance d'éloignement on réduit le bruit d'environ 6 (dB) A.

Exemple: Ventilateur axial émission de bruit à

7 mètres de distance 75 (dB) A

14 mètres de distance 69 (dB) A

28 mètres de distance 63 (dB) A

56 mètres de distance 57 (dB) A

112 mètres de distance 51 (dB) A

En fonction du sol et de sa couverture on rencontre dans la pratique de grandes variations. Les données ci-dessus mettent en évidence le problème du bruit causé par les installations de séchage en grange et leur installation dans des zones habitées.

Si des capteurs solaires ou une pompe à chaleur permettent de réduire le bruit, des moyens plus simples et plus économiques peuvent également être utilisés pour des installations neuves comme pour des installations existantes. La Station fédérale de recherches de Tänikon (FAT)

a entrepris dernièrement des essais en plaçant un caisson sur 3 côtés du ventilateur, caisson qui a été recouvert de différents matériaux.

On voit qu'il est possible de réduire le bruit sans gros investissement, cependant lorsque l'on pose un tel système il ne faut en aucun cas freiner l'entrée de l'air dans le ventilateur en approchant trop près les parois des bouches d'aspiration. Il ne faut pas oublier que dans un ventilateur destiné à une surface de 100 m<sup>2</sup> de base, il doit passer environ 36'000 m<sup>3</sup> d'air par heure.

## En résumé

En liaison avec le thème «mécanisation à la ferme et environnement», on voit que le séchage en grange peut poser des problèmes de bruit, d'énergie en liaison avec l'électricité à disposition lorsque l'on installe une pompe à chaleur, et d'aspect lorsque l'on envisage de placer des capteurs solaires translucides.