

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 35 (1973)
Heft: 8

Artikel: Le séchage complémentaire du foin mi-sec en grange
Autor: Fehlmann, H.-U.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1083773>

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>

Le séchage complémentaire du foin mi-sec en grange

par H.-U. Fehlmann, Oberbözberg

Vu les conditions climatiques de nos régions, il faut en règle générale que le 50% du rendement des herbages soit conservé pour l'affouragement hivernal. Des pertes se produisent au cours du stockage des fourrages. Leur importance apparaît sur le Tableau 1 ci-dessous.

Comparaison des frais occasionnés par l'ensilage et le séchage complémentaire du foin mi-sec sous toit

Comparer ces deux méthodes s'avère plutôt difficile. D'une part, le local pour le stockage du foin se trouve déjà à disposition, d'autre part, la construction de silos peut s'avérer passablement coûteuse selon le modèle. Aussi les chiffres pris comme bases sont-ils facilement faussés. En conséquence, il faudrait que les résultats des calculs soient considérés par rapport aux conditions particulières de chaque exploitation. Par ailleurs, il est possible d'affirmer que l'une et l'autre méthode sont valables pour la conservation des fourrages verts, préfanés, mi-secs et secs.

Quelques termes couramment employés

Le poids de l'air

Les organes de nos sens ne peuvent nous fournir d'indications satisfaisantes en ce qui concerne le poids de l'air. Aussi utilise-t-on pour cela un baromètre. Cet instrument permet de connaître la pression de l'air. Afin de mesurer la pression régnant dans les gaines de ventilation d'une installation de grange pour la déshydratation du foin mi-sec, on se sert d'un manomètre du genre représenté sur la Fig. 2.

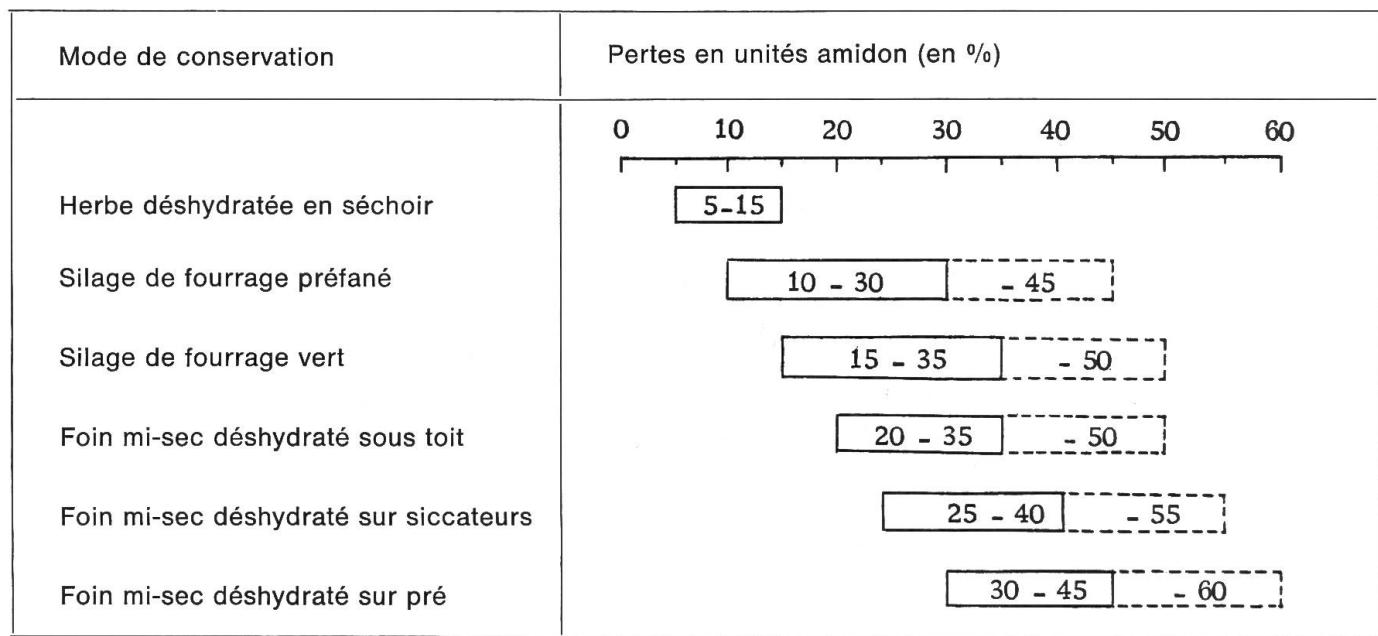
La pression statique (air demeurant au même point)

Elle correspond par exemple à la pression perçue quand on ferme (avec le doigt) la valve d'une chambre à air de pneu.

La pression dynamique (air animé d'un mouvement)

Elle représente par exemple la pression perçue quand on ouvre (avec le doigt) la valve d'une chambre à air de pneu.

Fig. 1: Pertes en unités amidon subies durant l'entreposage (d'après le Dr Schoch)



La pression statique et la pression dynamique donnent ensemble la **pression totale**.

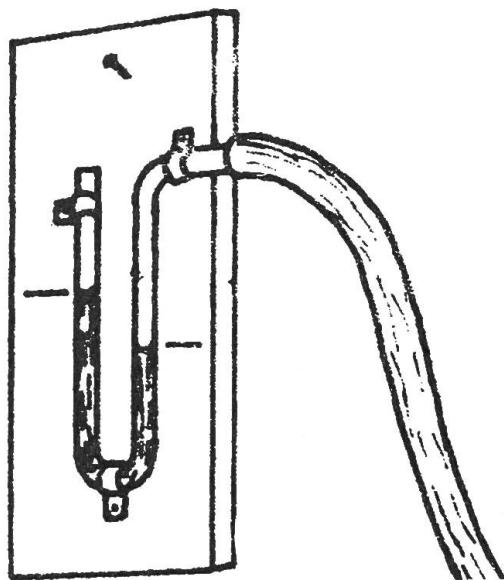


Fig. 2: Manomètre constitué d'un tube de verre transparent recourbé en U pour le mesurage de la pression de l'air régnant dans une installation destinée au séchage complémentaire du foin en grange. Il est relié à la gaine de ventilation centrale par un tuyau souple.

Le débit d'air

Il est mesuré en mètres cubes par seconde (m^3/s).

Le ventilateur

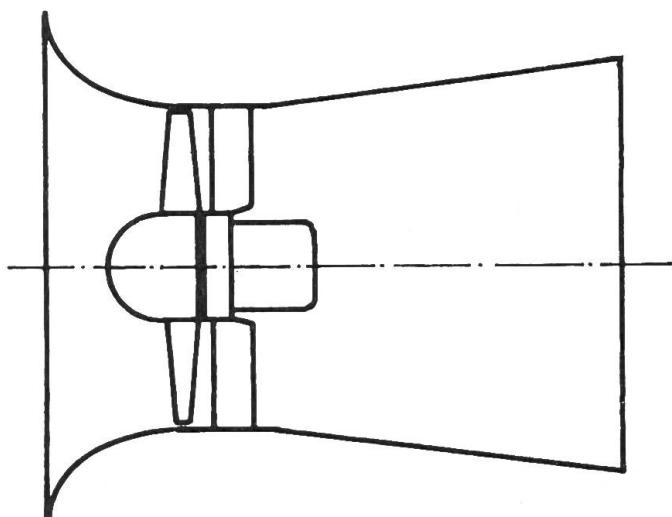


Fig. 3: Ventilateur de type hélicoïdal ou axial (aspiration et refoulement de l'air suivant le même axe). La partie de gauche représente celle qui assure la fonction d'entonnoir d'aspiration et la partie de droite celle de diffuseur.

Le ventilateur axial ou hélicoïdal (l'aspiration et le refoulement de l'air se font suivant le même axe). Il fournit un débit d'air élevé sous une pression moyenne (100 mm, au maximum, à la colonne d'eau CE) (Fig. 3).

Le ventilateur radial ou centrifuge (l'aspiration et le refoulement de l'air se font à angle droit). Il fournit un débit d'air moyen sous une pression élevée pouvant aller jusqu'à 200 mm CE (Fig. 4).

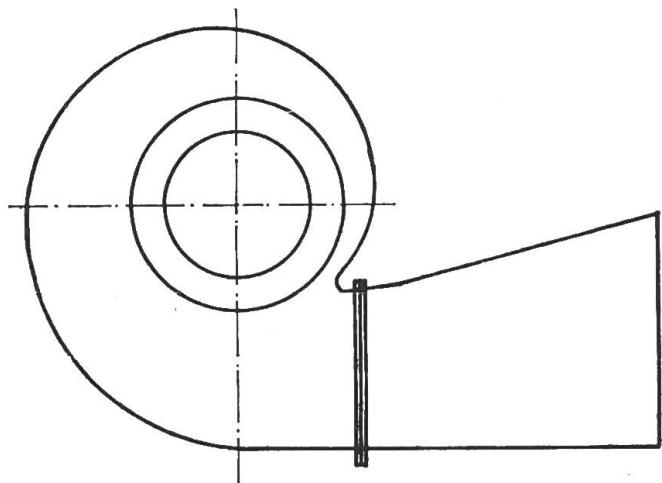


Fig. 4: Ventilateur de type centrifuge ou radial (aspiration et refoulement de l'air à angle droit). A droite se trouve le diffuseur, qui est incorporé au canal de refoulement.

Les différentes valeurs nécessaires

Le débit d'air

En général, il faut compter avec un débit d'air de $0,1 m^3/s$ par m^2 de surface ventilée. L'aérateur de grange devrait fournir un tel volume d'air sous une pression totale de 40 mm CE. Selon la hauteur de la masse de foin, cette quantité d'air peut varier entre $0,08$ et $0,12 m^3/s$.

Le débit d'air nécessaire est calculé en se fondant sur la masse de foin à déshydrater.

La pression de service

L'art de ventiler économiquement un tas de foin mi-sec consiste à pulser le plus d'air possible à travers le fourrage sous une pression de service aussi faible que possible.

La résistance opposée au passage de l'air par la masse de foin dépend des facteurs suivants:

- de la hauteur de la couche à déshydrater
- de la vitesse de l'air de séchage
- de la nature du fourrage

Si l'on charge chaque fois le tas avec des lots de volume relativement faible et surtout si la vitesse du flux d'air est correcte, la déshydratation du fourrage se montre plus économique. Dans les installations conçues de manière rationnelle, la pression régnant sous le tas oscille entre 15 et 35 mm CE. Au cas où elle serait moindre, cela indiquerait que l'installation présente un défaut d'étanchéité en un endroit déterminé. Si elle était par contre supérieure, cela devrait être attribué soit à une alimentation incorrecte du tas soit à un calcul erroné lors de la conception de l'installation de postséchage.

Les divers systèmes de ventilation par insufflation

Par système de ventilation, il faut entendre de façon générale le mode de conduite du flux d'air forcé dans un réseau de gaines et à l'intérieur du tas de foin. Les systèmes adoptés à l'heure actuelle prévoient tous une ventilation par air refoulé. Les installations de grange prévues pour la **déshydratation du foin mi-sec par air aspiré** n'entrent en effet plus en considération à cause des difficultés qu'elles occasionnent. Par ailleurs, on fait une distinction entre la ventilation de la masse de foin par le haut ou par le bas.

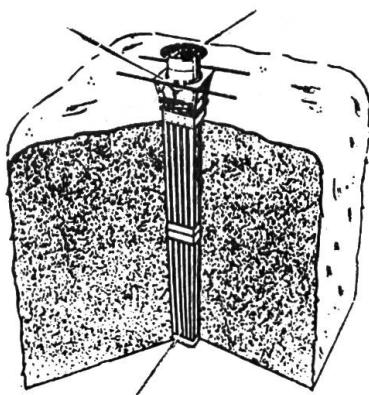


Fig. 5: Représentation schématique d'une installation de postséchage en grange avec aérateur placé sur le tas de foin, au haut d'une cheminée centrale à claire-voie. La ventilation du fourrage (radiale) se fait de haut en bas.

Ventilation du foin par le haut du tas (Fig. 5)

Selon ce système, l'aérateur est placé sur le tas de foin, plus exactement dit au haut d'une gaine verticale à claire-voie. Il aspire l'air ambiant (air de la grange) et il n'est guère possible d'éviter que cet air qui se charge d'humidité soit aspiré plusieurs fois. Il en résulte évidemment une baisse de l'efficacité du séchage et une augmentation des frais de courant électrique. Les frais relativement faibles nécessités pour l'achat d'un tel aérateur de grange et la mise en place de l'installation ont cependant favorisé dans une certaine mesure la diffusion du système de déshydratation du foin mi-sec par le haut du tas. Si l'on adopte ce système, il est alors indispensable que le tas de foin soit isolé et de dimensions réduites.

Ventilation du foin par le bas du tas (Fig. 6)

Le système prévu pour les **tours à foin** à parois perforées (séchage en tour), par exemple, prévoit

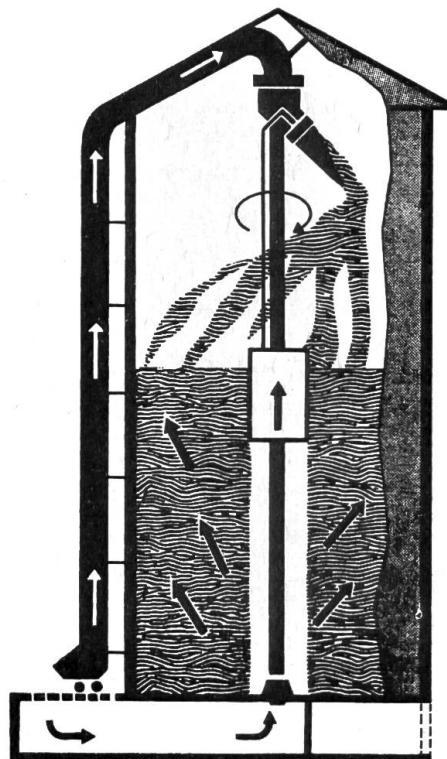


Fig. 6: Représentation schématique d'une ventilation du fourrage radiale et ayant lieu de bas en haut dans une tour à foin. On distingue au centre le bouchon mobile qui est déplacé au fur et à mesure de l'élévation de la masse de foin.

une gaine principale horizontale comme dans toutes les installations de grange de type classique mais une **ventilation radiale**. Ces tours comportent une cheminée centrale dans laquelle on déplace un bouchon au fur et à mesure de la montée du fourrage (Fig. 6). L'air chargé d'humidité sort latéralement à travers les parois. Quand la surface verticale par où le flux d'air de séchage entre dans la masse de foin

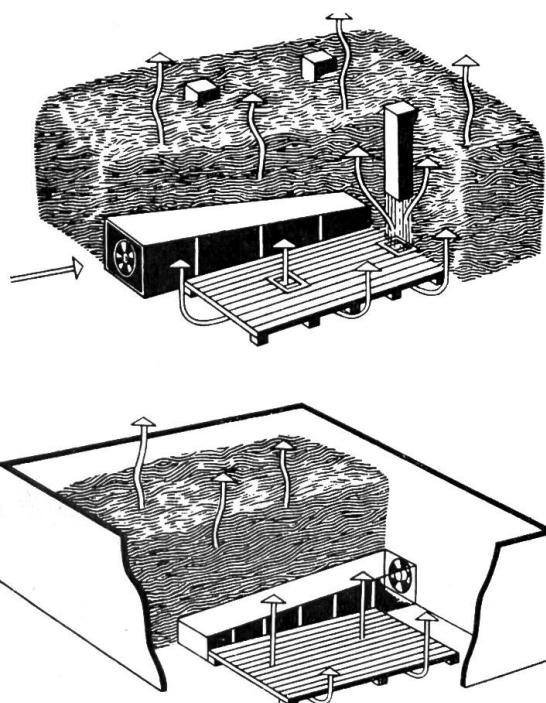


Fig. 7 et Fig. 8: Représentation schématique d'installations de postséchage sous toit à planchers à claire-voie latéraux, avec et sans bouchons amovibles, où la ventilation du fourrage s'effectue dans le sens vertical.

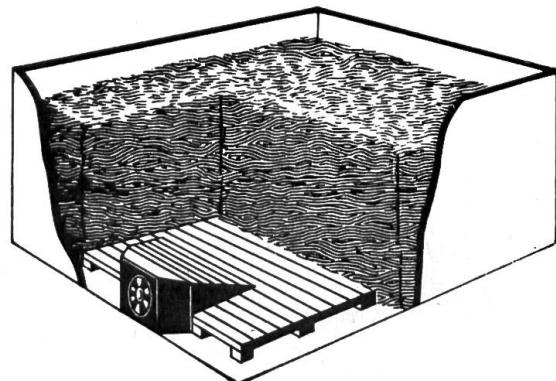


Fig. 9: Type d'installation sans gaine centrale avec ventilation directe sous le plancher à claire-voie.

augmente avec le chargement progressif du tas, il se produit une diminution correspondante du volume de cet air par m^2 de surface et m^3 de fourrage à ventiler. (Voir ci-dessus au paragraphe «Le débit d'air»). Cela peut conduire à des cheminements préférentiels de l'air de séchage et certaines zones, surtout celles qui sont plus ou moins tassées, ne se trouvent pas ventilées.

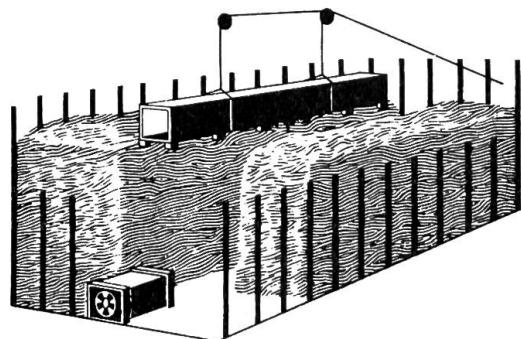


Fig. 10: Type d'installation avec gaine d'amenée d'air faisant également office d'obturateur amovible qu'on relève à l'aide de câbles.

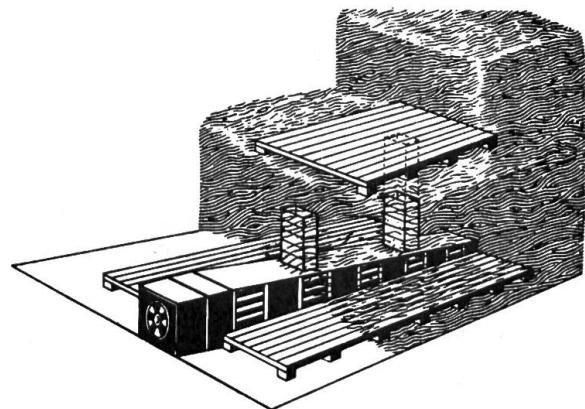


Fig. 11: Type d'installation à planchers à claire-voie latéraux avec cheminées placées sur la gaine centrale d'amenée d'air et plancher à claire-voie surélevé. Le ventilation a lieu dans le sens vertical.

Installations de type traditionnel à ventilation verticale: Ce système est celui qui a donné le plus satisfaction jusqu'à maintenant. Il existe plusieurs variantes de ces installations de grange pour la déshydratation complémentaire du foin mi-sec. Elles comportent généralement des gaines de ventilation horizontales (une grosse gaine centrale et des gaines latérales de moindre section). Ces variantes sont les suivantes: installation à planchers à claire-voie laté-

raux avec ou sans bouchons amovibles (Fig. 7 et Fig. 8), installation sans gaine centrale avec ventilation directe sous le plancher à claire-voie (Fig. 9), installation avec gaine d'amenée d'air servant de bouchon mobile (Fig. 10), installation à planchers à claire-voie latéraux avec cheminées et plancher à claire-voie surélevé (Fig. 11).

● Installation à planchers à claire-voie latéraux avec ou sans bouchons amovibles

Ce système se caractérise par les diverses possibilités de réglage qu'il offre ainsi que par l'écoulement régulier de l'air de séchage. Les frais de mise en place d'une telle installation sont toutefois assez élevés.

● Installation sans gaine centrale avec ventilation directe sous le plancher à claire-voie

Du point de vue des frais exigés pour sa mise en place, cette installation revient bien moins cher. Le trajet suivi par le flux d'air ne peut cependant être modifié qu'en remuant ou en déplaçant le fourrage à la fourche. Comme c'est le cas avec les installations à gaine centrale, on utilise souvent des bouchons amovibles afin de maintenir une pression peu importante pour que l'air de séchage ne doive pas être pulsé à travers toute la masse de foin. Etant donné que les bouchons rendent la répartition du fourrage plus difficile, les agriculteurs renoncent parfois à ces obturateurs mobiles et préfèrent acheter un ventilateur plus puissant (également plus coûteux) qui fournisse un débit d'air sous une pression supérieure.

● Installation avec gaine d'amenée d'air servant de bouchon mobile

Une installation de ce genre convient pour les tas de grande longueur mais dont la largeur ne dépasse pas 5 à 6 m. La gaine d'amenée d'air est utilisée ici comme bouchon mobile que l'on remonte avec des câbles au fur et à mesure de l'élévation du tas.

A relever que le tas de foin peut être entouré de parois dans chacune des installations décrites ci-dessus. On arrive ainsi à faire baisser les frais de courant électrique.

● Ventilation du tas de foin par air chaud

De nombreuses solutions ont été proposées dans le domaine des installations destinées à la déshydratation complémentaire du foin mi-sec en grange. Certaines furent adoptées, d'autres abandonnées. Il est donc compréhensible que l'on ait aussi essayé la ventilation par air légèrement, fortement ou très fortement réchauffé. Trois méthodes différentes, qui comportent le conditionnement de l'air de séchage avant son entrée dans l'aérateur de grange quant à sa teneur en eau, sont pratiquées à cet effet.

● Léger réchauffement de l'air de séchage

(5 à 6° C au-dessus de sa température à l'extérieur)

Lors de la déshydratation du foin mi-sec par air légèrement réchauffé, on cherche à ce que le taux d'humidité relative de ce dernier soit constamment de 50%. Ce taux correspond à la teneur en eau de l'air lors de journées de beau temps.

On arrive ainsi à ramener à 2 ou 3 jours la durée du séchage. L'installation ne doit subir aucune modification. Il faut simplement disposer d'une source thermique (générateur d'air chaud avec brûleur à mazout) capable d'élèver durant la nuit, d'environ 5 à 6° C, la température de l'air extérieur aspiré par l'aérateur (Fig. 12).

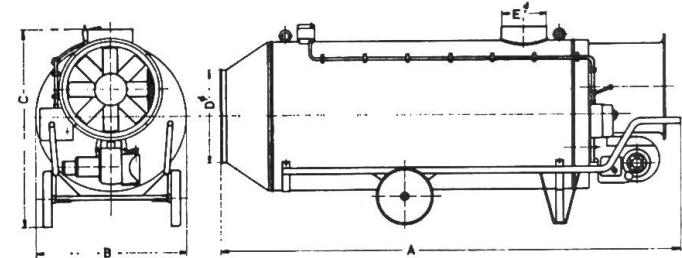


Fig. 12: Représentation schématique d'un générateur d'air chaud avec brûleur à mazout qui se place devant l'aérateur de grange (ventilateur) encastré dans le mur. Il permet d'élèver légèrement (de 5 à 6° C), fortement (de 10 à 15° C) ou très fortement (de 30 à 40° C) la température initiale (air extérieur) de l'air de séchage.

● Fort réchauffement de l'air de séchage

(10 à 15° C au-dessus de sa température à l'extérieur)

La durée du séchage se trouve alors réduite dans une large mesure. Cette méthode doit permettre de rentrer du foin mi-sec accusant un taux d'humidité

supérieur. Elle présuppose toutefois un aérateur de grange et un générateur d'air chaud de plus grand rendement, ce qui ne manque évidemment pas d'avoir une incidence sur les frais de séchage.

● Très fort réchauffement de l'air de séchage

(30 à 40° C au-dessus de sa température à l'extérieur)

Si du foin mi-sec d'un degré hygrométrique élevé pouvait être déshydraté avec succès dans une installation de grange ad hoc, une telle installation présenterait beaucoup d'analogie avec un séchoir à herbe. Cette méthode offre plusieurs **avantages**.

Les principaux sont qu'elle permet tout d'abord de charger plus rapidement le tas de foin à déshydrater et ensuite d'obtenir une plus grande efficacité de l'air de séchage dans les régions où la teneur en eau de l'air est importante.

Elle présente aussi des **inconvénients**. Premièrement son prix élevé, secondement, sa conduite difficile (il faut éviter la formation de parcours préférentiels de l'air de séchage et celle d'eau de condensation). Par ailleurs, on peut dire que cette méthode est encore en pleine **évolution**.

Erreurs à ne pas commettre lors de la mise en place d'une installation de grange pour la déshydratation complémentaire du foin mi-sec

Un ventilateur ne peut travailler à plein rendement que s'il aspire l'air extérieur par tous les points de sa surface d'entrée. Pour cela, on doit absolument le pourvoir d'un entonnoir d'aspiration.

Par ailleurs, de grossières erreurs sont commises lors du montage de dispositifs amortisseurs de bruit devant l'aérateur (côté aspiration). Ces fautes peuvent entraîner une très importante baisse de rendement du ventilateur, soit de l'ordre de 50 à 70%.

D'un autre côté, il convient de veiller à ce que la vitesse d'écoulement de l'air du côté refoulement ne dépasse pas 4 mètres-seconde.

Enfin les poutres qui traversent obliquement le tas de foin dans le sens vertical doivent être entourées d'un coffrage également vertical.

Lutte contre le bruit fait par l'aérateur de grange

L'intensité du bruit engendré par un aérateur de grange est variable. Elle dépend de la disposition de ce matériel, de son principe de construction et de l'entourage immédiat du bâtiment d'exploitation (grange).

Ce bruit, qui se révèle souvent incommodant ou difficilement supportable, représente l'un des phénomènes concomitants indésirables des progrès de la

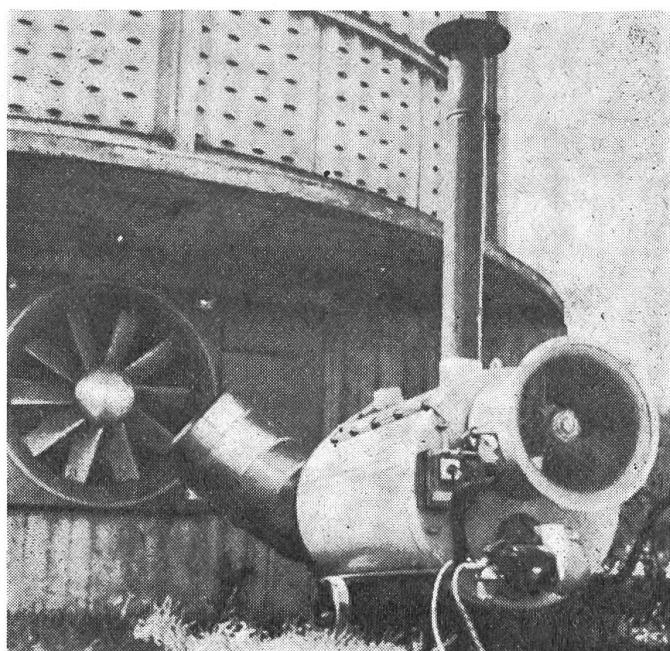


Fig. 12a: Aspect réel d'un générateur d'air chaud qui donne la possibilité au ventilateur d'aspirer de l'air extérieur dont la température peut être portée, selon les besoins, de 5 à 40° C.

technique. Dans le propre intérêt de l'agriculteur, et également vis-à-vis des autres personnes habitant avec lui et des voisins, il importe de diminuer ce bruit dans toute la mesure possible. Nous nous devons de contribuer aussi à la lutte contre le bruit qui commence à être menée maintenant sur une vaste échelle dans notre pays. Rappelons à ce propos les articles 684 et 679 du Code civil suisse, qui contiennent en substance les dispositions suivantes concernant la propriété foncière: «Le propriétaire est tenu de s'abstenir de tout excès. Sont interdits en particulier les bruits qui ont un effet dommageable et excèdent les limites de la tolérance que se doivent

les voisins. Celui qui est atteint d'un dommage parce qu'un propriétaire excède son droit peut actionner ce propriétaire pour qu'il prenne les mesures nécessaires.»

Les facteurs exerçant une influence sur le bruit produit par le ventilateur sont tout d'abord la structure particulière du rotor ainsi que le nombre, la forme et la vitesse circonférentielle des pales, la disposition et le genre d'amortisseur de son (écrans et parois déflectrices avec revêtement absorbant le bruit), le rendement mécanique du ventilateur, l'importance du débit d'air, la pression de l'air et aussi le mode de conduite du flux d'air du côté aspiration et du côté refoulement.

Mode d'appréciation du bruit fait par l'aérateur de grange

Lors de la mise à l'épreuve d'un ventilateur par une station d'essais, on mesure l'intensité du son (niveau sonore) qu'il produit à une distance de 7 m du bâtiment et de 1 m 20 au-dessus du sol. Ce bruit est évalué en décibels (dB). On le considère comme suit:

de faible intensité s'il est inférieur à 70 dB,
de moyenne intensité s'il est de 70 à 80 dB,
de forte intensité s'il est supérieur à 80 dB.

Ce mode d'appréciation permet de classer les aérateurs de grange d'après le bruit effectif qu'ils produisent. Il va sans dire que plus ce bruit est faible, moins les mesures que l'on devra éventuellement appliquer plus tard pour le réduire seront importantes.

Mesures à prendre pour réduire le bruit fait par l'aérateur de grange

Indications d'ordre général

Afin de diminuer le plus possible le bruit incommodant engendré par le ventilateur, il y a lieu de tenir compte des points suivants:

- Choisir un aérateur qui fonctionne en faisant peu de bruit.
- Encastrer l'aérateur sur le côté du bâtiment où son bruit peut gêner le moins.

- L'orifice d'entrée de l'aérateur doit se trouver aussi bas que possible au-dessus du sol afin de limiter au maximum la propagation des ondes sonores. Pour des raisons relatives à la dynamique des fluides et aussi afin d'éviter l'aspiration d'air humide au voisinage du sol, il faut toutefois que cette distance ne soit pas inférieure à 1 m.
- Au cas où l'aérateur produit un bruit inadmissible, il est absolument nécessaire d'installer un dispositif amortisseur de son. Un tel dispositif doit être mis en place avant qu'une plainte soit déposée.

Mesures d'ordre constructif (Fig. 13 et Fig. 14)

Ces mesures visant à diminuer le bruit engendré par un aérateur de grange doivent toujours être appliquées du côté aspiration. Il importe à ce propos que la vitesse de l'air dans le canal d'aspiration ne dépasse pas 5 mètres-seconde. Des raisons relevant de la dynamique des fluides motivent tout d'abord cette exigence. Ensuite, il est possible qu'une grande vitesse du flux d'air rende le dispositif amortisseur de son inefficace, voire même que ce dispositif devienne lui-même une source de bruit.

Les mesures entrant en ligne de compte sont les suivantes:

- Isolation du bruit (par des écrans)
- Absorption du bruit (par des revêtements)

Mise en place d'une installation pour le séchage complémentaire du foin mi-sec en grange

Planification

En principe, il faut toujours se dire que la grandeur de l'installation et la puissance de l'aérateur entrant en considération pour chaque exploitation doivent faire l'objet de calculs établis sur la base des caractéristiques et performances que l'on demande de cette installation.

Calcul des frais

Les frais occasionnés peuvent être calculés d'avance en se fondant sur les particularités de l'installation telles qu'elles ont été fixées selon les besoins. A ce

propos, il est indiqué d'effectuer le calcul des frais pour les divers systèmes entrant en considération. On se gardera d'omettre ce calcul des frais d'utilisation probables, qui représente un facteur important auquel il faut accorder suffisamment d'attention.

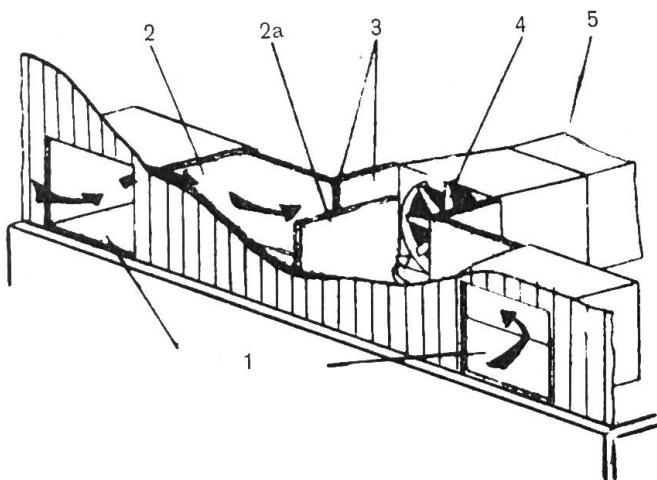
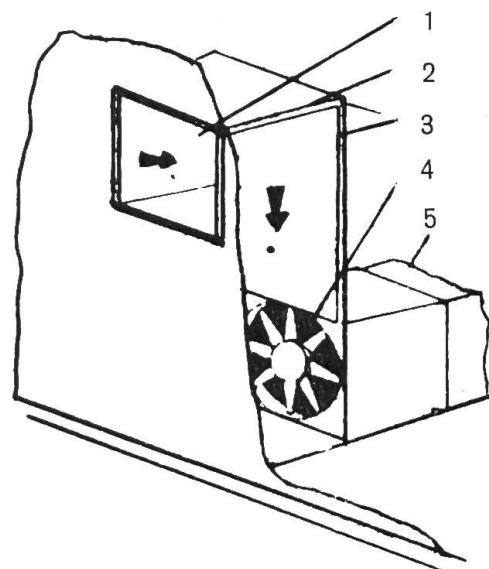


Fig. 13 et Fig. 14: Dispositifs montés devant un aérateur de grange en vue d'amortir le bruit fait par le ventilateur et d'absorber les ondes sonores perturbatrices.

- 1 = Orifice d'aspiration
- 2 = Canal d'aspiration
- 2a = Paroi déflectrice
- 3 = Matériau absorbant
- 4 = Aérateur de grange
- 5 = Gaine de ventilation

Le déchargement du fourrage

Jusqu'à présent, il n'a été question ici que du processus de déshydratation du fourrage. En ce qui concerne le déchargement du fourrage, plus exactement dit le chargement du tas, on a prétendu que c'était là le point faible de la méthode du post-séchage du foin sous toit. Ce reproche a été longtemps justifié. Par ailleurs, le déchargement du véhicule de récolte à l'aide d'un **monte-charge** était considéré comme une méthode insurpassable pour le foin mi-sec à déshydrater en grange du fait qu'on n'avait pas besoin de se tenir sur le tas et de fouler ainsi le fourrage. Cette méthode est encore valable à l'heure actuelle, cela d'autant plus qu'elles s'est trouvée améliorée à la suite de l'apparition de l'autochargeuse tractée et automotrice équipées d'un dispositif de coupe. Il y a toutefois lieu d'examiner si la force portante du monte-charge est suffisante, car le poids d'une charrette de foin mi-sec s'avère sensiblement supérieur à celui d'une charrette de foin sec.

Le **déchargeur à griffe** ne doit être utilisé que si la charge de cette dernière peut être déposée sur une plate-forme.

Le **transporteur pneumatique** et l'**élévateur mécanique** conviennent très bien pour le déchargement du foin mi-sec. Il y a cependant lieu de veiller à ce que personne ne se tienne sur le tas. Les dispositifs répartiteurs travaillent généralement avec précision. Certains devraient toutefois bénéficier de quelques améliorations. D'un autre côté, ils sont d'un prix presque toujours élevé. Aussi leur diffusion se trouve-t-elle limitée, bien qu'ils répondent à un besoin réel.

Ouvrages consultés

- | | |
|-------------|--|
| W. Schmid | La déshydratation complémentaire du foin en grange |
| F. Zihlmann | Exigences posées à la ventilation du foin sous toit |
| F. Zihlmann | Lutte contre le bruit fait par les aérateurs de grange |