

**Zeitschrift:** Le Tracteur et la machine agricole : revue suisse de technique agricole  
**Herausgeber:** Association suisse pour l'équipement technique de l'agriculture  
**Band:** 29 (1967)  
**Heft:** 4

**Rubrik:** Le courrier de l'IMA

### **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:** 13.04.2026

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



---

Supplément du no 4/67 de «Le TRACTEUR et la machine agricole»

## **Tendances de l'évolution concernant le séchage complémentaire du foin en grange**

par F. Zihlmann, ingénieur agronome

Le séchage complémentaire du foin demi-sec sous toit est une technique de travail assez récente. A l'heure actuelle, on peut dire que nous en sommes encore au stade des essais. Il suffit de penser aux divers systèmes qui sont préconisés à tour de rôle [ventilation horizontale ou verticale, ventilation par le haut ou par le bas, ventilation par aspiration ou insufflation, ventilateurs axiaux (hélicoïdes) ou radiaux (centrifuges), ventilation à froid ou à chaud, ventilation de foin demi-sec ou d'herbe préfanée, etc.]. Si l'on voulait entamer des discussions au sujet de chaque système, on ne manquerait pas de s'égarer dans le dédale des multiples problèmes d'ordre technique qui se posent.

En passant en revue ces problèmes au cours des lignes qui suivent, nous nous baserons notamment sur des études déjà publiées antérieurement dans le Courrier de l'IMA. Il s'agit de celles intitulées «Le séchage complémentaire du foin en grange» (no. 7-9/1964) et «Le séchage de certains produits de récolte» (no. 3-4/1966). Le spécialiste qui étudie de près la ventilation des fourrages demi-secs sous abri doit constater que les problèmes majeurs posés à l'heure actuelle par la ventilation de séchage dans le domaine de cette production fourragère concernent le seul processus de la déshydratation par air forcé et non pas la technique de ventilation elle-même. En essayant d'attirer l'attention des intéressés sur certaines tendances évolutives, il va sans dire que nous devons aussi aborder cette question cruciale, bien qu'elle ne regarde en somme pas directement le technicien s'occupant avant tout de problèmes en relation avec les machines. Nous nous garderons cependant d'une immixtion proprement dite dans

le domaine de la production fourragère en nous bornant à faire ressortir les divers points de contact, et, partant, la nécessité d'une collaboration plus étroite entre les techniciens en cause. Même si un spécialiste se concentre sur l'étude d'une question relevant de tel ou tel secteur, il se voit obligé de tenir compte de l'ensemble des problèmes soulevés par ce secteur. A l'heure actuelle, il ne s'agit en effet plus d'énumérer les différentes solutions possibles, mais bien de choisir celle qui s'avère la plus favorable.

## **1. Production fourragère et Ventilation artificielle sous toit**

Le but de la production fourragère est de retirer d'une superficie réduite une importante quantité de fourrage vert ou sec de bonne qualité avec un minimum de frais, et de réaliser ainsi le plus grand profit possible par la transformation de ce fourrage dans l'appareil digestif des animaux. Afin d'arriver à un tel résultat, il faut que le chef d'exploitation possède des connaissances touchant divers domaines. Nous n'en mentionnerons ici que trois, figurant parmi les principaux, à savoir: la production végétale (culture fourragère), les techniques de récolte et les techniques d'affouragement. La déshydratation du fourrage par ventilation sous abri rentre dans le domaine des techniques de récolte et se situe par conséquent entre les secteurs de la production végétale (culture fourragère) et des techniques d'affouragement. C'est au spécialiste des questions relatives à l'affouragement qu'il appartient de dire de quel genre et de quelle composition le fourrage doit être en vue d'obtenir sa transformation optimale par l'estomac de l'animal. Quant à l'agriculteur, sa tâche consiste à produire un fourrage qui, grâce à l'application d'une technique de récolte appropriée, satisfasse dans la plus large mesure possible aux exigences posées par les techniques d'affouragement. Au-dessus d'eux se trouve l'économiste, qui veille à ce que le processus global de production et de transformation se déroule avec le minimum de frais possible. Chacun se rend certainement compte qu'on ne peut exiger du praticien qu'il trouve lui-même la combinaison optimale. Aussi s'avère-t-il aujourd'hui d'une urgente nécessité que les techniciens des divers domaines en cause se concertent et lui indiquent la meilleure voie à suivre. Le seul fait de devoir adapter tel ou tel processus de production aux conditions particulières de son entreprise agricole représente pour le chef d'exploitation une tâche déjà suffisamment difficile.

### **a) Le fourrage avant sa déshydratation complémentaire**

Même les meilleures techniques de récolte et de séchage se révèlent incapables de réaliser une amélioration du fourrage. Elles permettent uniquement de réduire les pertes de substances nutritives. A l'heure actuelle, il existe cependant davantage de perspectives de progrès dans le domaine de l'amélioration des fourrages que dans celui du perfectionnement des techniques de séchage. Il serait toutefois erroné d'en déduire qu'une évolution ne peut intervenir que du côté de la production végétale. Afin d'arriver à résoudre le problème, il est indispensable qu'une collaboration étroite

s'établisse entre le cultivateur, le technicien de la rationalisation du travail et le spécialiste des techniques de séchage. Dans l'état actuel des choses, il nous paraît utile d'exposer clairement les exigences qui sont posées du point de vue des techniques de récolte et de séchage au fourrage à déshydrater complémentaiement sous toit.

Nos agriculteurs voudraient en premier lieu que la production fourragère devienne aussi indépendante que possible des conditions météorologiques. En d'autres termes, cela signifie qu'ils tiendraient à faucher le fourrage dans la matinée et à pouvoir le faire déshydrater sous abri, par ventilation forcée, durant l'après-midi. Il est parfaitement possible, en principe, d'accéder à un tel désir. Le moyen d'y parvenir consiste simplement à appliquer correctement les techniques se trouvant à disposition.

Il s'agit tout d'abord de choisir un peuplement dont la dessiccation puisse avoir lieu rapidement et régulièrement. Cela présuppose une composition équilibrée du peuplement, et, dans la mesure du possible, un fourrage à tiges fines et petites feuilles. Afin que les pertes de feuilles se trouvent ramenées à des minimums avec la mise en service de machines de fanage de conception moderne, il faut en outre que les pétioles ne soient pas trop fragiles.

Par ailleurs, on doit chercher à accélérer le processus de déshydratation du produit par une préparation adéquate à l'aide d'une récolteuse de fourrages à fléaux ou d'un conditionneur de fourrages verts. Il est évident que l'action particulière des organes des machines précitées permet d'arriver à une dessiccation plus rapide. On doit toutefois remarquer que cette préparation n'est pas régulière. Les parties blessées des plantes sèchent en effet plus vite que les autres et l'on risque ainsi de plus grandes pertes de substances nutritives par effeuillage.

Il s'agit enfin d'achever la déshydratation du fourrage sous toit par courant d'air sous pression. Soulignons à ce propos que le préséchage du produit doit être plus ou moins poussé selon le système de déshydratation complémentaire adopté. Les expériences faites jusqu'à présent ont montré qu'il est souhaitable que ce séchage préalable ramène le taux d'humidité du fourrage à environ 40 %. Il est cependant aussi possible, en principe, d'achever la dessiccation par ventilation artificielle de fourrages d'une teneur en eau supérieure. Mais les frais de séchage augmentent si fortement avec une humidité croissante du produit qu'il devient alors sans intérêt, pour des raisons d'ordre économique, de procéder à la déshydratation complémentaire sous abri d'un fourrage ayant un taux d'humidité supérieur à 40 %. Il faut par conséquent jeter son dévolu sur un fourrage de dessiccation facile dont la teneur en eau puisse être ramenée à 40 % après environ 6 heures d'exposition au soleil et si possible sans recourir à l'emploi des machines de récolte et de conditionnement citées plus haut, qui brisent et écrasent les tiges. Par ailleurs, il faut aussi tenir compte du fait qu'en laissant sécher le fourrage au soleil, sa teneur en carotène (pigment rouge qui peut se transformer en vitamine A) diminue rapidement. D'autre part, on n'ignore

pas que l'influence des rayons solaires sur du fourrage coupé entraîne la formation de vitamine D. Il serait donc intéressant de savoir ce qui importe le plus, autrement dit d'avoir une forte teneur en vitamine A ou en vitamine D. Cette question mériterait d'être tirée une bonne fois au clair, car on note qu'une propagande erronée est faite à ce sujet.

Un autre facteur important dont il faut tenir compte du point de vue de la teneur du fourrage en substances nutritives est le moment optimal où la récolte devrait avoir lieu. Il ressort clairement d'expérimentations effectuées tant en Suisse qu'à l'étranger qu'un nombre plus élevé de coupes entraîne un accroissement de la teneur du fourrage en unités-amidon et un plus fort accroissement encore des protides digestibles. Le nombre de coupes ne peut toutefois être augmenté sans autre considération. Il importe aussi d'avoir non seulement du fourrage à haute teneur en substances nutritives, mais également un rendement élevé en ces mêmes substances par unité de surface. D'après des essais effectués par M. Geering, Dr, l'obtention simultanée de tels rendements et teneurs en substances nutritives sont possibles pour nos régions de plaine si l'on pratique 4 à 5 coupes par an. Un nombre important de coupes s'avère aussi plus favorable du point de vue de la technique de séchage, du fait qu'en ramassant un peu moins de fourrage à chaque récolte, sa déshydratation préalable a lieu en moins de temps. On obtient ainsi des tas dont la composition, plus homogène, permet un passage plus régulier de l'air de séchage. Par ailleurs, une masse formée de fourrage fin et comportant de nombreuses feuilles se tasse davantage qu'un produit grossier, ce qui provoque une légère augmentation de la pression de l'air dans la gaine principale. Mais cette élévation de pression n'est pas aussi importante que certains le prétendent fréquemment.

#### b) Le fourrage après sa déshydratation complémentaire

Si le même fourrage dont il a été question plus haut est traité selon diverses méthodes de conservation, il présente ensuite des caractéristiques très différentes. On note par exemple des écarts aussi bien dans le rendement en substances nutritives par unité de surface que dans la teneur du fourrage en ces mêmes substances. Une confrontation des techniques et des prix ne peut toutefois fournir des valeurs comparables que s'il s'avère possible de déterminer exactement les différences existant entre les différents produits déshydratés du point de vue de leur qualité. C'est au spécialiste des questions d'affouragement qu'il appartient de nous donner une base d'appréciation à ce sujet. La qualité du fourrage après sa dessiccation complémentaire sous toit doit être jugée tout d'abord par rapport aux autres techniques de conservation, puis par comparaison avec les diverses techniques de ventilation artificielle sous abri. Les questions suivantes, concernant les techniques d'affouragement, se posent plus particulièrement en corrélation avec la déshydratation complémentaire du fourrage demi-sec:

Existe-t-il une différence, du point de vue des techniques d'affouragement, entre la déshydratation complémentaire du foin demi-sec sous toit par

ventilation à chaud et par ventilation à froid? Dans quelles circonstances convient-il de donner plus d'importance à une haute teneur en carotène (vitamine A)? Quelle importance doit-on attribuer à la plus forte teneur en vitamine D du fourrage séché sur pré? Qu'en est-il de la consommation de fourrage (en kg de matière sèche) si le foin déshydraté complémentarément en grange, le foin séché sur pré, les silages, etc., sont donnés séparément aux animaux comme fourrages de base? Du point de vue des techniques d'affouragement, quelles combinaisons de fourrages (verts, préfanés, demi-secs, secs, silages), traités selon divers systèmes de conservation, doivent être considérées comme les plus favorables?

Les explications qui viennent d'être données en ce qui concerne le fourrage avant et après sa déshydratation complémentarément sous abri devraient avoir démontré que les problèmes soulevés par cette méthode de conservation ne se rapportent pas uniquement à la technique de ventilation appliquée. Il faut même s'attendre à ce que les questions relatives à la culture fourragère et à la technique d'affouragement jouent un rôle déterminant au moment du choix du système optimal pour le postséchage du foin sous toit.

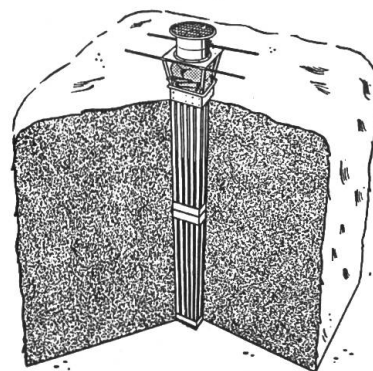
## **2. Etat actuel de la technique dans le domaine de la déshydratation complémentarément du foin en grange**

Il y a relativement peu de temps que ce système de conservation du fourrage a été adopté dans notre pays. On l'a tour à tour préconisé puis critiqué au cours des années. Plus on le vantait, plus le silence se faisait rapidement à son sujet. Les difficultés rencontrées pour canaliser un flux d'air pulsé et l'utiliser au mieux à des fins déterminées expliquent en partie ces passages alternatifs de l'engouement à l'indifférence. Toutes les installations prévues pour la ventilation artificielle sous toit utilisent le même air. Mais l'air est un fluide rétif, si l'on peut dire, qui s'écoule toujours par la voie de la moindre résistance. Plus on arrive à le diriger de la manière souhaitée, plus on approche de la réalisation d'une technique de ventilation idéale. Il nous semble par conséquent utile d'examiner de près les divers systèmes imaginés et appliqués à l'heure actuelle afin de voir comment le problème de la conduite de l'air et de l'utilisation de ses propriétés particulières a été résolu.

**Ventilation par insufflation ou Ventilation par aspiration** — Lorsque la ventilation se fait par insufflation, l'air extérieur est chassé à travers la masse de fourrage et a notamment pour effet de la rendre moins dense. Ce système permet aussi de contrôler à la surface du tas par où l'air sort et par où il ne sort pas. Quand la ventilation a lieu par aspiration, l'air ambiant passe dans la masse de fourrage et la traverse grâce à l'effet de succion du ventilateur. Dans ce cas, il n'est pas possible de constater à la surface du tas un écoulement perceptible de l'air aspiré. Par ailleurs, le processus de déshydratation se fait ici de l'extérieur vers l'intérieur, et non plus de l'intérieur vers l'extérieur, comme avec la ventila-

tion par insufflation. En outre, on ne dispose pas d'une méthode sûre pour vérifier si le fourrage se trouvant au centre du tas est déjà sec. A ce propos, les échecs enregistrés il y a bientôt trois ans avec des installations pour le séchage de foin demi-sec en grange par air aspiré ne sont pas près d'être oubliés. On note cependant que de petites installations pour la ventilation par aspiration sont à nouveau lancées sur le marché suisse depuis quelque temps. Aussi convient-il d'attirer l'attention des agriculteurs sur la confusion que l'on a créée dans ce domaine. Il est en effet absolument erroné de vouloir proposer ces installations pour la déshydratation du foin demi-sec sous abri telle qu'on la conçoit aujourd'hui. Elles ne permettent en réalité pas de sécher le fourrage, mais plutôt d'évacuer la chaleur d'un tas en fermentation.

Fig. 1: Système de déshydratation du foin demi-sec en grange par ventilation du tas de haut en bas au moyen d'une gaine verticale à claire-voie. On constate que dans ce cas, le ventilateur se trouve sur le tas.



Ventilation par le haut ou Ventilation par le bas — Les expériences faites dans la pratique ont montré que la ventilation de la masse de fourrage par le haut (ventilateur disposé sur le tas de fourrage) est beaucoup moins bonne que la ventilation par le bas. Elle ne peut être recommandée que s'il s'agit de tas de dimensions réduites (5 m sur 5 m, au maximum). Il faut ensuite qu'on ait la possibilité d'aérer à fond la grange, afin que l'air ambiant saturé d'humidité ne soit pas aspiré plusieurs fois. L'avantage que présente une ventilation par le bas, effectuée avec de l'air frais provenant de l'extérieur, est incontestable.

Ventilation horizontale ou Ventilation verticale — La déshydratation complémentaire horizontale du fourrage se trouve notamment réalisée dans la tour de postséchage à ventilation radiale pour le foin demi-sec. Ce silo, à parois perforées, comporte une cheminée centrale dans laquelle on déplace un bouchon au fur et à mesure de la montée du fourrage. L'air chargé d'humidité s'échappe à l'extérieur par les ouvertures des parois. Le ventilateur pulse l'air de séchage dans la cheminée, d'où il est chassé horizontalement à travers la masse de fourrage. Etant donné que les parois de la cheminée centrale représentent une surface à ventiler de faible étendue, l'air circule à des vitesses élevées dans ce cylindre creux, ce qui provoque des contrepressions relativement importantes. Par ailleurs, l'air chemine le long des couches. Aussi existe-t-il le risque qu'il contourne des endroits humides formant îlots et que ces endroits ne soient pas dés-

hydratés. De plus, il s'avère impossible d'exercer depuis l'extérieur une influence quelconque sur la direction prise par le flux d'air. Aussi la dessiccation forcée du fourrage dans le sens horizontal représente-t-elle un système moins favorable que celui du postséchage selon le sens vertical tel qu'il est appliqué dans les installations horizontales de type traditionnel.

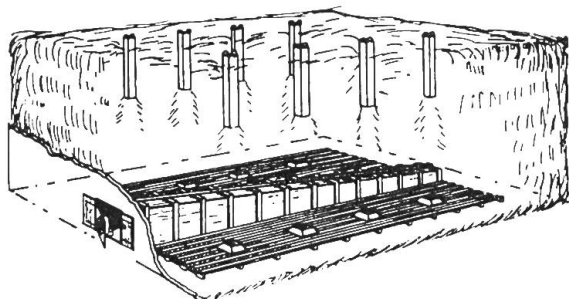


Fig. 2: Système classique de déshydratation du foin demi-sec en grange par ventilation du tas de bas en haut. On distingue l'aérateur encastré dans le mur (ventilateur + moteur d'entraînement), la gaine centrale qui va en se rétrécissant, les planchers à claire-voie, les bouchons verticaux mobiles, ainsi que les ouvertures de ventilation ménagées dans les planchers sur lesquelles ces obturateurs reposent au début.

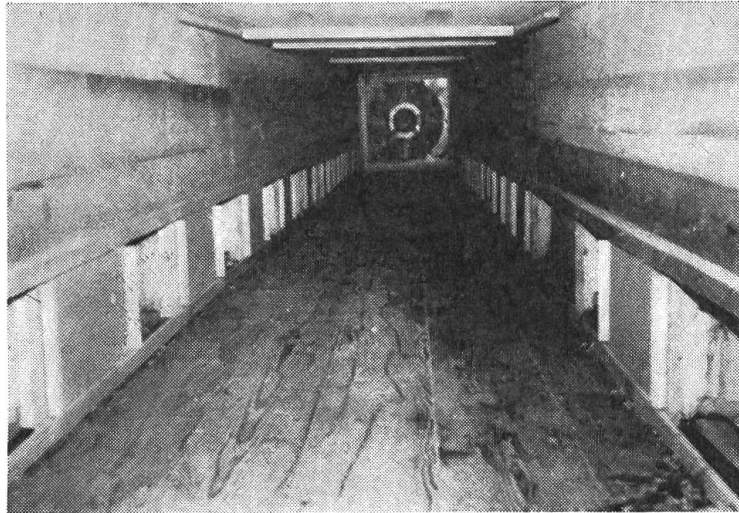
On peut conclure de ce qui précède: premièrement, que le fourrage demi-sec à déshydrater complémentirement sous abri doit être ventilé par insufflation et non par aspiration; secondement, que l'air frais de séchage doit être introduit dans le tas par le bas et s'écouler à travers cette masse selon le sens vertical.

De telles conditions se trouvent remplies dans les installations horizontales (à ventilation verticale). Aussi nous bornerons-nous à ne prendre en considération que les installations de ce genre et à en examiner plus en détail quelques variantes.

Longue gaine centrale avec planchers latéraux à claire-voie ou Courte gaine centrale à plancher continu à claire-voie — Les systèmes de ventilation à grosse gaine centrale horizontale traversant toute l'aire de séchage comportent des planchers à claire-voie de chaque côté de la gaine. Ce qui les caractérise principalement, c'est que cette gaine est pourvue de vannes ou de clapets de distribution. On arrive ainsi à donner une certaine direction, de bas en haut, au flux d'air. Du point de vue technique, une longue gaine centrale horizontale avec planchers à claire-voie sur les côtés offre des avantages certains par rapport au système prévoyant une grosse gaine centrale très courte avec plancher ininterrompu couvrant toute l'aire de séchage, en particulier dans les cas où cette surface n'affecte pas une forme rectangulaire régulière. Le dernier système mentionné ne permet en effet d'exercer une influence sur la direction de cheminement de l'air dans la masse de fourrage que si l'on déplace cette masse.

Tas avec ou sans parois — Même s'il est parfaitement possible, en principe, de ventiler une masse de fourrage non entourée de parois, on doit considérer que les frais occasionnés par la mise en place de parois, surtout s'il s'agit de tas de plus de 3 ou 4 m de haut, se trouvent amortis en quelques années par les économies d'énergie électrique réalisées. Sou-

Fig. 3: Vue intérieure d'une gaine centrale de ventilation munie d'ouvertures de distribution d'air à vannes disposées en haut et sur les côtés. L'aérateur doit pouvoir être rabattu latéralement pour qu'il soit possible de pénétrer à l'intérieur de la gaine afin de régler (par coulissement des vannes) le flux d'air sortant.



lignons qu'un tas entouré de parois permet de diriger encore mieux l'air de séchage dans telle ou telle direction désirée.

Tas avec ou sans bouchons mobiles — Le but visé, en utilisant de tels obturateurs, est de faire arriver le flux d'air aussi près que possible de la masse ou de la couche à ventiler avec le minimum de pertes de pression. Les expériences faites au cours de l'été dernier ont montré que l'air se disperse fréquemment dès que la masse de foin a une hauteur déterminée si l'on renonce à employer des bouchons mobiles. Une dispersion latérale se produit aussi lorsque le tas est complètement entouré de parois. En conséquence, il faudrait absolument utiliser ces obturateurs mobiles verticaux de forme cylindrique, ou bien un obturateur mobile horizontal de forme parallélépipédique (remonté par câbles), quand la hauteur de la masse de foin à ventiler dépasse 3 m.

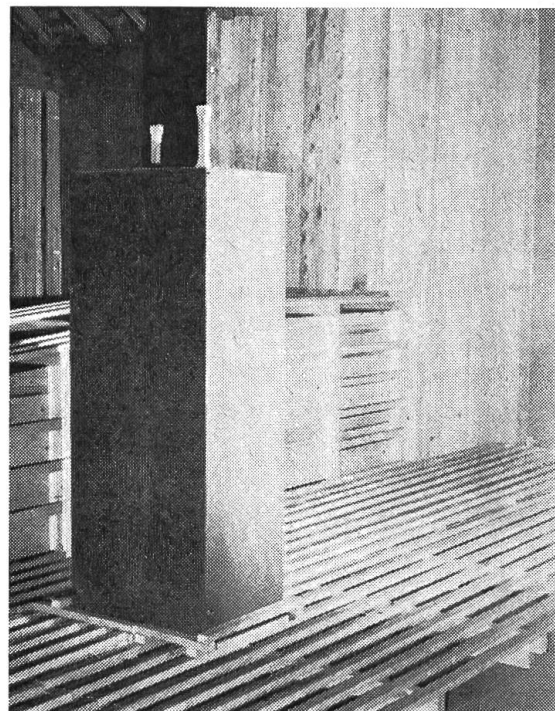


Fig. 4: Vue partielle rapprochée d'une installation pour le séchage complémentaire du foin demi-sec en grange (plancher à claire-voie avec bouchon mobile creux entièrement fermé destiné à créer une cheminée de ventilation).

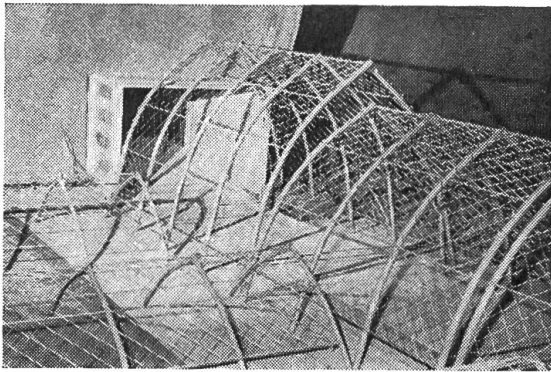


Fig. 5: Autre système de ventilation du fourrage sous toit s'effectuant par grosse gaine centrale et petites gaines secondaires en treillis. Ces gaines étant repliables, il est facile de les enlever et de libérer ainsi le plancher à lattes jointives pour d'autres usages.

Déshydratation complémentaire de foin demi-sec ou d'herbe préfanée — Par foin demi-sec, nous entendons du fourrage accusant un taux d'humidité de 35 à 40 %, et, par herbe préfanée, du fourrage dont la teneur en eau est de 50 % et davantage. Durant l'été dernier, divers agriculteurs ont essayé de déshydrater en grange de l'herbe préfanée, ainsi que nous l'avons appris. Mais aucun d'entre eux n'a fait de bonnes expériences à cet égard, paraît-il. Les premiers ennuis surgirent déjà lors du déchargement du produit, vu que le déplacement de l'herbe préfanée dans le sens horizontal, au moyen d'un transporteur pneumatique, s'avère difficile. Par ailleurs, les installations en cause ont été prévues pour la ventilation de foin demi-sec et leur capacité de séchage est insuffisante pour les fourrages préfanés. Jusqu'à maintenant, on peut donc dire que le problème de la déshydratation complémentaire sous abri de l'herbe préfanée n'a pas encore été résolu du point de vue de la technique de ventilation. Quant à savoir si des solutions économiquement défendables pourront être trouvées, cela semble assez problématique.

Ventilateur hélicoïde ou Ventilateur centrifuge — Il ressort d'observations faites dans la pratique que la pression régnant dans la gaine centrale d'amenée d'air ne dépend pas du type de ventilateur utilisé (hélicoïde ou centrifuge), mais en premier lieu du débit d'air par m<sup>2</sup> de surface à ventiler. Relevons que dans le cas de fourrages plutôt fins, le flux d'air doit vaincre une résistance un peu plus grande. Les différences constatées étant faibles, il faudrait procéder à des mesurages précis pour pouvoir les déterminer. Les choses ne se passent pas donc de telle manière que la résistance opposée par le fourrage au passage de l'air augmente fortement si le produit à déshydrater a été amélioré. Dans la pratique, on note plutôt une baisse de la pression de service. Cela doit être attribué au fait que les agriculteurs commencent à mieux connaître la technique de la ventilation du fourrage et qu'ils savent comment réduire les pertes de pression. Aussi peut-on en déduire qu'on n'a pas besoin, à l'heure actuelle, de ventilateurs fournissant une pression totale excédant 50 à 60 mm CE (à la colonne d'eau). Du point de vue de la technique de ventilation, il importe peu que le ventilateur employé soit du type hélicoïde (axial) ou centrifuge (radial). Ce qui compte, avant tout, c'est que le ventilateur ait un rendement élevé dans la zone des pressions et débits de service les plus couramment utilisés.

(A suivre)