

Litière pour logettes: en brins pas plus courts que nécessaire!

Les systèmes d'évacuation du fumier et l'organisation du travail limitent l'emploi de paille longue

Franz Nydegger, Matthias Schick, Helmut Ammann et Martin Schlatter, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT), CH-8356 Tänikon

La nécessité de hacher les matériaux utilisés comme litière dans les logettes fait l'objet de controverses. Le broyage de la paille peut causer des incendies dans les granges. Par contre, les brins de paille trop longs peuvent causer des pannes dans le système d'évacuation du fumier. La présente étude porte sur la corrélation entre la longueur de la paille, la consommation et la propreté des animaux, ainsi que sur les aspects d'organisation du travail et de gestion de l'exploitation concernant la récolte, la préparation et la mise en place de la litière.

Les résultats d'une enquête effec-

tuée dans onze exploitations utilisant différentes techniques de préparation de litière ont débouché sur des calculs avec douze variantes. Le hachage de la paille n'a influencé ni la quantité de litière utilisée, ni la propreté des animaux. Plusieurs systèmes d'évacuation du lisier fonctionnent sans aucun hachage de la paille. Mais l'emploi de paille longue demande plus de travail qu'un système intégrant le hachage. Dans l'ensemble, c'est le système avec récolteuse-hacheuse et auto-chargeuse qui s'avère le meilleur marché. Mais les techniques employées pour les grosses balles sont

également intéressantes. La presse à balles rectangulaires avec hacheuse portée à l'avant ne coûte que Fr. 2.- de plus par vache et par an par rapport à la «presse à balles rectangulaires avec broyage stationnaire». Sur le plan de l'organisation du travail, les systèmes utilisés pour le broyage stationnaire de la paille se distinguent peu des presses avec hacheuse portée à l'avant ou de la récolteuse-hacheuse, mais pour un effectif de 20 vaches, ils entraînent des frais supplémentaires qui vont de Fr. 540.- (coupe-paille) à Fr. 1860.- (broyeur de paille) par an. Les procédés où le hachage a lieu en plein champ ne risquent ni de causer un incendie, ni de dégager une poussière gênante. En outre, sur le plan de l'organisation du travail et de la gestion de l'exploitation, ils présentent également un intérêt non négligeable.



Fig. 1. Le matelas de paille est considéré comme la couche idéale pour la vache. Il peut être constitué de paille longue et d'excréments. Le hachage de la paille ne se justifie que lorsque le système d'évacuation ne fonctionne pas avec de la paille longue.

Sommaire	Page
Problématique	2
Méthodes	2
Exploitations	2
Hachage de la paille	3
Litière et propreté des animaux	6
Organisation du travail	6
Gestion d'exploitation	8
Planification et construction	11
Conclusions	11
Bibliographie	12

Problématique

En Suisse, les stabulations libres à logettes sont généralement pourvues d'un sol perforé ou à fentes, ou équipées d'un racleur pour évacuer le fumier dans la fosse. Conformément aux exigences de l'assurance qualité, il est possible d'utiliser de la paille de céréales comme litière ainsi que d'autres matériaux, tels que la sciure sèche, la paille de roseaux ou les feuilles mortes. En ce qui concerne la paille de céréales, qui est le matériau le plus souvent utilisé, il est difficile de savoir quel traitement ou quel degré de hachage lui appliquer. Souvent, on part du principe qu'il existe une corrélation entre la quantité de paille et la propreté des animaux, mais aussi entre le degré de hachage et la quantité de litière.

Les procédés de broyage traditionnels exigent beaucoup de travail et présentent un risque d'incendies des ruraux (rapport FAT no 418). Il s'agit d'examiner dans quelles conditions la paille travaillée avec un dispositif de coupe ou de hachage monté sur la presse-botteuse ou l'autochargeuse convient aux systèmes d'évacuation du lisier.

longueur des brins et au comptage de différentes longueurs de tiges.

Au terme de plusieurs visites effectuées dans les exploitations pendant les périodes d'affouragement estival et hivernal, nous avons évalué la propreté des animaux selon le procédé de Faye et Barnouin 1985, notamment au niveau des parties anales et génitales, de la mamelle, du ventre, des flancs et des membres, des jarrets jusqu'aux onglons. Le degré de souillure des différentes parties est noté d'après l'échelle suivante:

- 0 Aucune trace de souillure
- 0,5 Souillure isolée, peu étendue
- 1 Souillure étendue, sur moins de 50% de la surface totale
- 1,5 Souillure étendue, sur plus de 50% de la surface totale
- 2 Entièrement souillé ou recouvert d'une épaisse croûte

La somme des différentes notes fournit l'indice de propreté de l'animal (par exemple $0,5 + 1,0 + 1,5 + 1,0 + 0,5 = 4,5$). La moyenne de l'étable reflète la propreté de l'étable. D'après Faye et Barnouin (1985), les étables dont les valeurs sont comprises entre deux et quatre peuvent être considérées comme «propres», celles dont les valeurs sont comprises entre quatre et six, comme «légèrement sales».

L'interrogation des agriculteurs a permis de tirer au clair les pannes du système d'évacuation et les éventuels points critiques.

Des carnets de travail ciblés et des mesures complémentaires relatives à l'organisation du travail ont fourni d'autres données essentielles pour comparer les procédés.

Exploitations

Comme l'indique le tableau 1, il s'agit d'exploitations pratiquant essentiellement la culture fourragère, où les prairies permanentes et temporaires ainsi que le maïs ensilage représentent environ 88% de la surface agricole utile. Cette dernière est comprise entre 11 et 42 ha avec une valeur moyenne de 22,4 ha. La famille dispose en moyenne de 1,6 unités de main-d'œuvre (de 1 à 3 personnes). Deux exploitations emploient une personne extérieure à la famille (apprenti, saisonnier ou main-d'œuvre temporaire).

Suivant la problématique étudiée, les exploitations se distinguent par les systèmes utilisés pour hacher la paille et les dispositifs d'évacuation (tab. 2). Quatre exploitations utilisent de la paille non broyée, deux emploient un coupe-paille (fig. 3 à droite), deux autres ont recours à un broyeur de paille et une exploitation hache la paille à l'aide d'une récolteuse-hacheuse ou d'une presse à balles rondes équipée d'une hacheuse portée à l'avant (fig. 2 et 3).

Six exploitations sont équipées d'un sol en asphalte avec un système d'évacuation à racleur rabattable. Cinq autres sont pourvues d'un système d'évacuation qui repose sur des sols perforés ou à fentes. A une exception près, on trouve dans toutes les exploitations le même système d'évacuation dans les aires d'affouragement et de repos. Dans cinq exploitations, le fu-

Méthodes

Dans 13 exploitations avec stabulations libres à logettes, nous avons réuni les principales données (surfaces, cheptels, main-d'œuvre etc.) et relevé les installations spécifiques, telles que le système d'évacuation et le mode de stockage du lisier. Parmi ces exploitations, onze ont été considérées pour l'évaluation finale.

Nous avons enregistré la consommation de paille en procédant au pesage des stocks de paille.

Le degré de hachage de la paille a pu être apprécié grâce à l'analyse de la

Tableau 1. Structure des exploitations

Exploitation	Main-d'œuvre		Occupation des sols							Stabulation libre à logettes	
	Famille	Etrangers	SAU ha	Prairies permanentes ha	Prairies temporaires ha	Céréales ha	Maïs ensilage ha	Divers ha	Forêt ha	Vaches laitières Nombre	Logettes pour vaches Nombre
A	1,5		20,3	10	3	3	3	1,3	3	24	26
G	1		14	7,7	2,8	1,4	0,7	1,4	1,3	18	20
B	1,2	0,3	21	21					6	20	23
H	2		13,9	9,5	1	3		0,4	1,5	16	21
C	1,5		21,85	12,5	1,5	5	2,5	0,35	1	25	32
D	1,1		19,2	8	2	3,65	2,7	2,85	2,25	21	28
E	2		20	7,8	1	8	1,2	2	1,8	32	40
I	1	1	39	39					1	42	47
F	1,5		11,5	9		1	0,9	0,6		13	21
K	3		42,5	29	3	4,5	6		3,5	52	68
L	1,25	1	23	16		4	1,6	1,4	2,1	28	37
Moyenne	1,6	0,8	22,4	15,4	2,0	3,7	2,3	1,3	2,3	26	33
Minimum	1,00	0,3	11,5	7,7	1	1	0,7	0,35	1	13	20
Maximum	3	1	42,5	39	3	8	6	2,85	6	52	68



Fig. 2. Les hacheuses portées à l'avant des presses à grosses balles hachent déjà la paille sur la parcelle, ce qui élimine le risque d'incendie et le dégagement de poussière gênante. Le degré de hachage dépend du réglage et de la vitesse d'avancement de la machine.

mier passe par des conduites en PVC ou des demi-tuyaux pour atteindre la fosse à lisier (dans un cas particulier, il arrive d'abord dans la préfosse). Dans quatre cas, les conduites présentent un diamètre de 50 cm et dans un cas un diamètre de 40 cm. Dans cinq exploitations, l'eau de la salle de traite ou du toit coule dans le canal ou la conduite en PVC. Les canaux placés sous les sols perforés ou à fentes sont tous fermés par une vanne, à une exception près (bec de retenue). Ils sont tous vidangés périodiquement, en général en alternance. Une exploitation brasse le lisier à l'aide d'un brasseur à hélices, respectivement d'un brasseur à palettes. Cinq autres utilisent un brasseur tourniquet et quatre un brasseur à hélice.

Sur trois exploitations (B, I, K), une grande partie du lisier est épandue à

l'aide de tuyaux. Deux de ces exploitations utilisent de la paille non hachée. Dans deux exploitations, nous avons constaté, sur la base de constatations empiriques, que les canaux d'évacuation présentaient des points critiques. L'exploitation D est équipée d'un canal d'évacuation en forme de U placé autour de l'aire d'affouragement. L'exploitation I employait de la sciure depuis des années, ce qui peut entraîner des dépôts dans les canaux dont la vidange est périodique. Dans les deux exploitations, contre toute attente, un relevé n'a pas permis de déceler de dépôts significatifs dans les canaux. Dans les exploitations H et L, l'ouverture de la vanne permet de vidanger les canaux de lisier de l'étable dans un canal transversal, ce qui peut entraîner le dégagement de gaz toxiques comme l'indique le rapport FAT no 327.

Efficacité du hachage de la paille

Pour mettre en place un matelas de paille dans les logettes, il suffit d'utiliser de la paille longue (rapport FAT no 416). Le fait que le hachage de la paille soit malgré tout si répandu tient à deux raisons. Premièrement, cette technique permet d'éviter les bourrages dans les systèmes d'évacuation du lisier. Deuxièmement, elle facilite la mise en place de la litière.

Le hachage de la paille ne permet cependant pas d'améliorer le potentiel d'absorption d'eau. Comme l'ont montré les études réalisées par Jakob (1976) et par Haidn (1977), la paille n'absorbe une plus grande quantité d'eau que lorsque la taille des particules est inférieure à 3 mm. Or, même pour la paille dite broyée, cette valeur apparaît relativement basse. Une analyse de la paille hachée utilisée à la FAT a montré que le pourcentage de particules inférieures à 4,5 mm était de 11%, bien qu'optiquement la paille avait l'air d'avoir été broyée finement. Le broyage permet un stockage plus compact. Mais avec l'augmentation du poids volumique, on court le risque de sous-estimer la quantité de litière

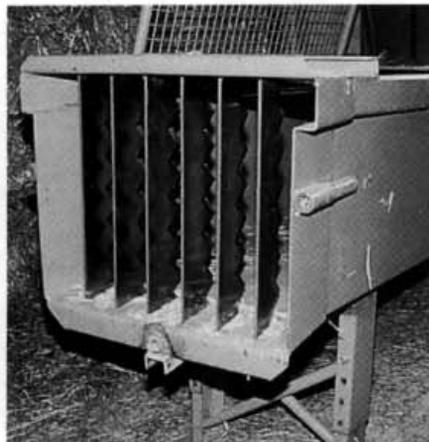
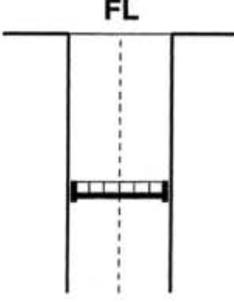
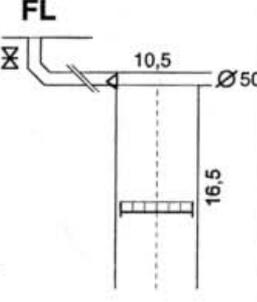
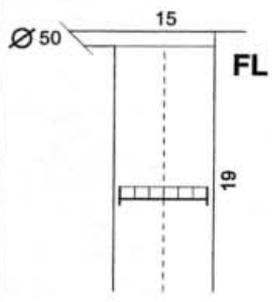
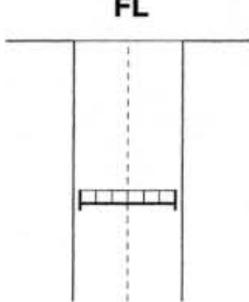
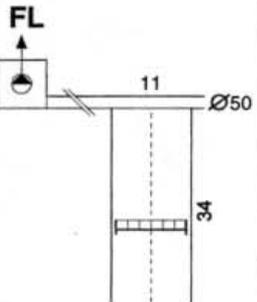
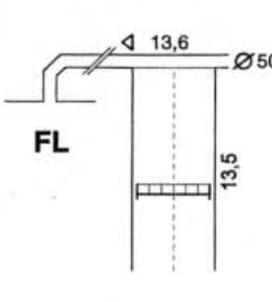


Fig. 3. La hacheuse portée à l'avant (à gauche) est équipée d'une broche horizontale avec des battoirs mobiles. Un à deux contre-couteaux sont montés sur le boîtier. Par contre, le coupe-paille (à droite) dispose de six couteaux fixes. Un vérin hydraulique fait passer la balle haute densité à travers les couteaux.

La variété de céréales, l'humidité de la récolte, l'application, sur la culture, d'un raccourcisseur et le type de moissonneuse-batteuse influencent également la structure de la paille.

Tableau 2. Matériaux utilisés pour la litière, système d'évacuation du lisier et propreté des animaux

Exploitation	A	B	C	
Matériaux utilisés pour la litière	Paille	Paille	Paille	
Hachage	Aucun	Aucun	Coupe-paille	
Brassage	Brasseur à hélices, tracteur	Brasseur à palettes	Pelle	
Pompe	Pompe plongeante	Pompe à vis sans fin		
Affouragement				
Eté	Herbe / pâture	Herbe / pâture	Herbe / pâture	
Hiver	Foin, ensilage d'herbe, de maïs et de cossettes de betteraves sucrières	Foin, pommes de terre, paille / sirop de fruits, bouchons de maïs	Foin, betteraves fourragères, bouchons de maïs	
Quantité de litière				
Eté	kg/animal et jour	0,9	0,5	0,3
Hiver	kg/animal et jour	1,0	0,7	0,3
Indice de propreté des animaux				
Eté		4,8	4,2	4,7
Hiver		4,2	4,4	4,2
Système d'évacuation				
Schéma des éléments décisifs				
 Vanne				
 Conduite en PVC				
 Siphon				
 Pompe				
FL Fosse à lisier				
				

Exploitation	D	E	F	
Matériaux utilisés pour la litière	Paille	Paille	Paille	
Hachage	Aucun	Hacheuse portée à l'avant, balles rondes	Récolteuse-hacheuse	
Brassage	Brasseur à palettes	Brasseur à palettes	Tourniquet	
Pompe		Pompe avec dispositif de coupe		
Affouragement				
Eté	Herbe / pâture	Herbe / pâture / foin / paille	Herbe / pâture	
Hiver	Foin, betteraves fourragères, pommes de terre, bouchons d'herbe	Foin, betteraves fourragères, bouchons d'herbe et de maïs	Foin	
Quantité de litière				
Eté	kg/animal et jour	1,2	0,8	0,3
Hiver	kg/animal et jour	0,9	0,7	0,3
Indice de propreté des animaux				
Eté		3,8	3,7	3,1
Hiver		4,3	3,4	2,2
Système d'évacuation				
Schéma des éléments décisifs				
				

Exploitation	G	H	I
Matériaux utilisés pour la litière	Paille	Paille	Sciure
Hachage	Broyeur de paille	Broyeur de paille	
Brassage	Tourniquet	Tourniquet	Tourniquet
Pompe			
Affouragement			
Eté	Herbe / pâture	Herbe / pâture	Herbe / pâture
Hiver	Foin, betteraves fourragères	Foin, betteraves fourragères	Foin
Quantité de litière			
Eté	kg/animal et jour	1,0	0,6
Hiver	kg/animal et jour	1,25	0,6
Indice de propreté des animaux			
Eté		4,8	3,3
Hiver		4,8	2,9
Système d'évacuation			
Schéma des éléments décisifs			

Exploitation	K	L	
Matériaux utilisés pour la litière	Paille	Paille	
Hachage	Aucun	Coupe-paille	
Brassage	Tourniquet	Brasseur à palettes	
Pompe	Pompe de circulation		
Affouragement			
Eté	Herbe / pâture Ensilage de maïs, foin, paille	Herbe / pâture	Toutes les exploitations
Hiver	Foin, ensilage d'herbe et de maïs, foin	Foin, betteraves fourragères	Valeurs moyennes
Quantité de litière			
Eté	kg/animal et jour	0,3	0,9
Hiver	kg/animal et jour	0,3	0,8
Indice de propreté des animaux			
Eté		4,6	2,2
Hiver		4,4	1,9
Système d'évacuation			
Schéma des éléments décisifs			

Tableau 3. Procédé de hachage

Procédé	Lieu du hachage	Outil	Intensité	Rentrée et stockage de la paille
Autochargeuse	Parcelle	Couteau	Faible	En vrac
Presse à balles rondes avec couteau	Parcelle	Couteau	Faible	Balles rondes
Presse à balles rondes avec hacheuse portée à l'avant	Parcelle	Battoir	Moyenne	Balles rondes
Coupe-paille (Hydrohack)	Grange	Couteau	Moyenne	Paille pressée en balles haute densité
Presse à balles rectangulaires avec hacheuse portée à l'avant	Parcelle	Battoir	Moyenne à élevée	Balles rectangulaires
Récolteuse-hacheuse	Parcelle	Couteau	Elevée	En vrac
Broyeur de paille	Grange	Couteau	Elevée	En vrac, balles, paille broyée

et de surestimer la capacité d'absorption de la paille hachée.

Les principaux procédés de hachage sont présentés au tableau 3. Ils se distinguent sur trois plan: les outils, le lieu d'intervention et l'intensité du hachage.

Litière et propreté des animaux

Les quantités de litière enregistrées s'élevaient entre 0,3 et 1,25 kg par animal et par jour (tab. 2) pour une moyenne d'environ 0,7 kg par animal et par jour en été et en hiver. La différence entre la période d'affouragement estival et celle d'affouragement hivernal est faible en moyenne. Dans un des cas, la valeur relevée en hiver était 25% supérieure à celle relevée en été.

L'indice de propreté des animaux s'élevait en moyenne à 3,9 sur 10 en été et à 3,6 sur 10 en hiver.

Nous n'avons pu établir aucun lien entre la quantité de litière utilisée par animal et par jour et la propreté des animaux. On ne constate également aucune influence de la méthode de hachage sur la quantité de paille nécessaire (fig. 4). Avec ou sans hachage intensif (broyeur de paille, récolteuse-hacheuse), les valeurs ont gardé la même amplitude de variation.

Cinq des onze étables peuvent être considérées comme «propres», six doivent être considérées comme «légèrement sales». Il n'a pas non plus été possible d'établir un lien entre la technique de hachage et le degré de propreté des animaux. Ces résultats mettent tous en évidence le rôle prépondérant du chef d'exploitation, indépendamment du degré de hachage et de la quantité de litière mise en place.

Organisation du travail

Qu'a-t-on mesuré?

L'évaluation a permis de tenir compte des carnets de travail ciblés de huit exploitations avec stabulation libre à logettes. Les agriculteurs ont consigné eux-mêmes le temps de travail con-

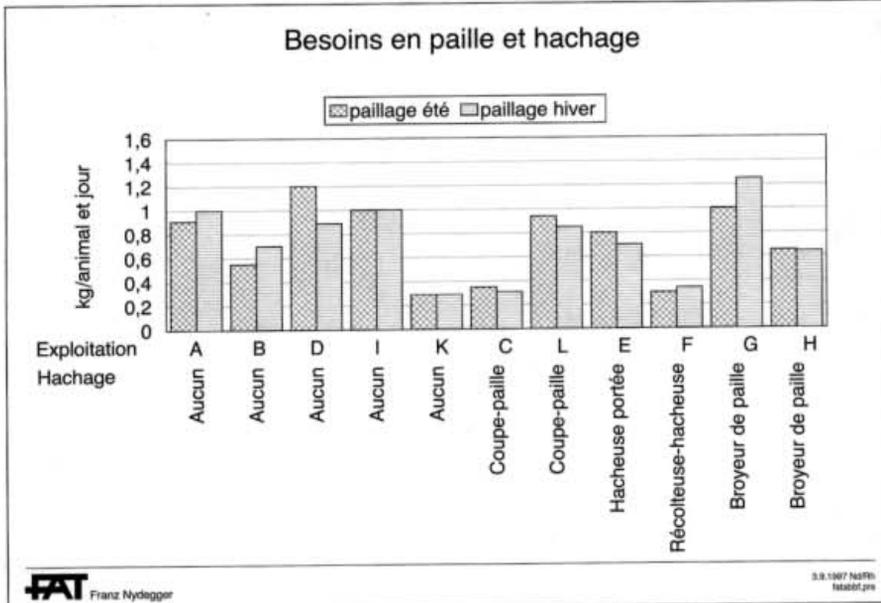


Fig. 4. La quantité de litière ne dépend pas du mode de hachage. Le broyage de la paille ne permet pas de réduire la consommation de paille.

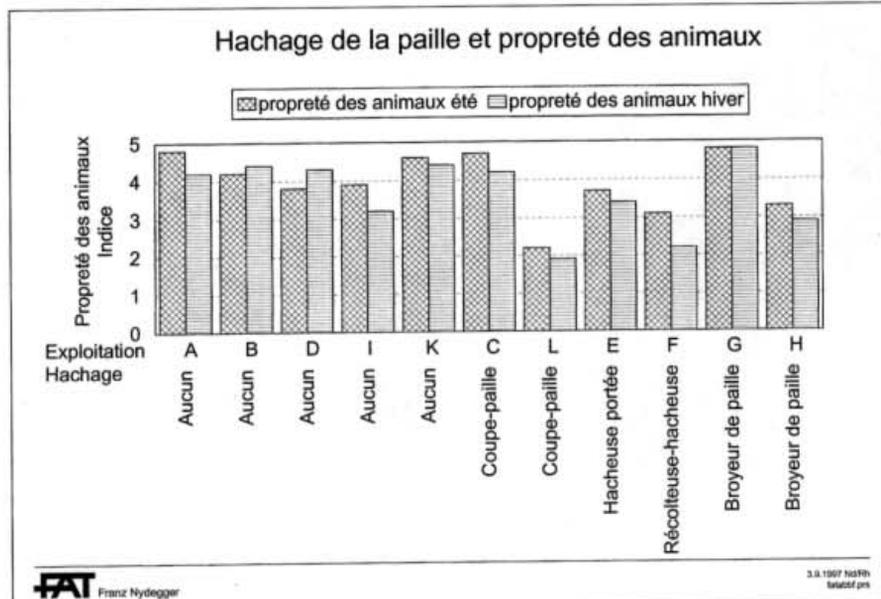


Fig. 5. Le hachage de la paille ne rend pas les animaux plus propres. Les étables dont l'indice de propreté des animaux se situe en dessous de 4 sont considérées comme «propres».

sacré aux diverses tâches à accomplir: «mise en place de la litière dans la logette», «évacuation du fumier dans la logette», «broyage de la paille», et «coupe de la paille» (voir annexe tab. 5). Le temps de travail effectif, tel qu'il a été saisi dans les carnets de travail, subit d'importantes fluctuations. La manière d'accomplir les travaux varie également considérablement d'une exploitation à l'autre. Six exploitations séparent «l'évacuation du fumier» de «la mise en place de la litière dans la logette», c'est-à-dire que le fumier est par exemple évacué chaque jour alors que la litière n'est renouvelée que deux fois par semaine. Deux exploitations regroupent ces deux opérations et mettent la litière en place en même temps qu'ils évacuent le fumier, et ce pour chaque logette.

Du temps effectif au temps prévisionnel

A titre de comparaison – et pour compléter les données disponibles – des mesures directes ont été effectuées en observant les différents travaux. Les opérations suivantes ont donc été chronométrées: «hachage de la paille à l'aide d'une presse à balles rectangulaires équipée d'une hacheuse portée à l'avant», «hachage de la paille à l'aide d'une presse à balles rondes équipée d'une hacheuse portée à l'avant», «broyage de la paille avec broyeur stationnaire» et «coupe de la paille avec un coupe-paille».

Différents modèles ont été calculés à partir des données réunies et évaluées. Ces simulations servent de base à des calculs prévisionnels. Les deux facteurs qui exercent l'influence la plus significative sur le temps de travail sont d'une part, la quantité de paille utilisée par vache et par mise en place de litière et d'autre part, la distance séparant le stock de paille ou le stock intermédiaire de la stabulation libre à logettes. Il faut également savoir que la forme de la récolte de paille influence également le temps de travail nécessaire par vache et par an, en raison des différences de rendements importantes d'une méthode de récolte à l'autre. Lorsque les quantités de litière sont faibles, 0,7 kg en moyenne par vache et par jour, ces différences ne se font pas particulièrement sentir.

Les plannings établis pour des troupeaux de différentes tailles compren-

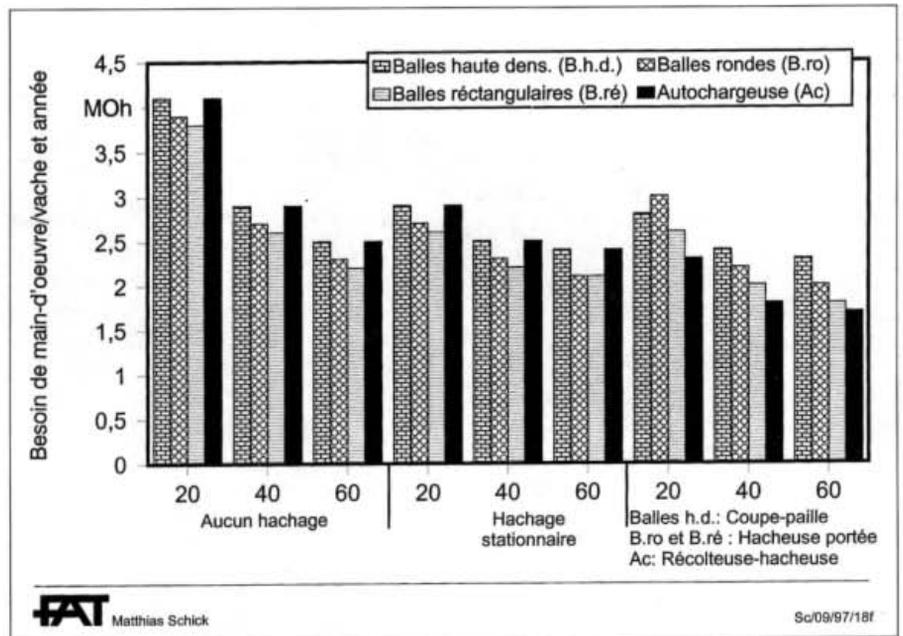


Fig. 6. Les différences d'organisation sur le plan de la moisson, de la préparation et de la mise en place de la litière ont montré que les avantages de la préparation de la paille étaient prépondérants. Dans les stabulations libres à logettes, le mode de préparation de la paille n'a certes qu'une influence relativement faible sur le temps de travail.

nent le temps de travail nécessaire pour les travaux quotidiens «évacuation du fumier» et «mise en place de la litière dans la logette» ainsi que pour les travaux non quotidiens «récolte de paille», «transport de paille» et «préparation de la paille».

Quelles conclusions peut-on tirer des résultats?

Les figures 6 et 7 représentent le temps de travail nécessaire pour les différents modes de récolte de la paille «presse haute densité», «presse à balles ron-

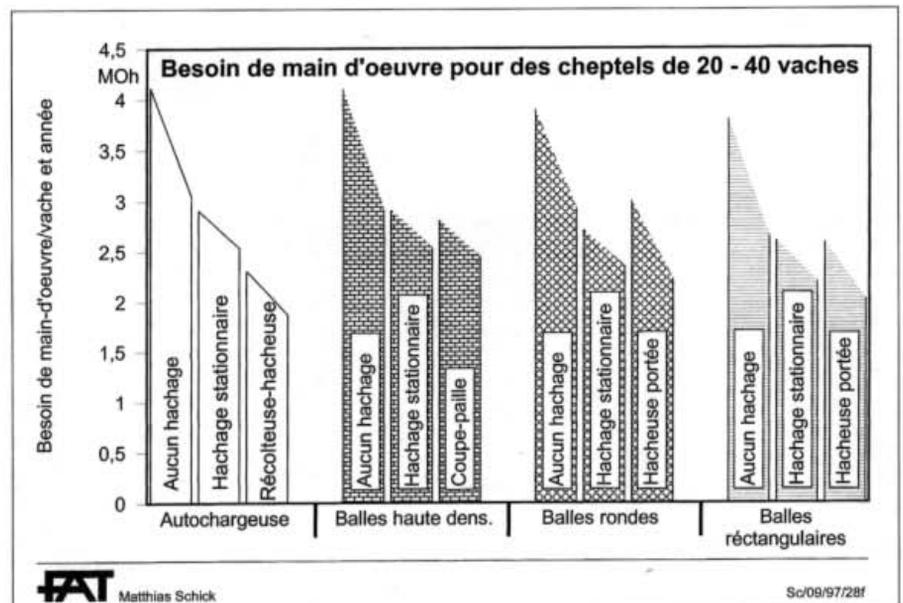


Fig. 7. La comparaison entre différents procédés de récolte et de hachage de la paille a mis en évidence un élément: dans tous les procédés qui ne présentent pas de hachage préalable de la paille, l'augmentation du cheptel exerce une influence considérable sur le temps de travail.

des», «presse à balles rondes avec hacheuse portée à l'avant», «presse à balles rectangulaires», «presse à balles rectangulaires avec hacheuse portée à l'avant», «autochargeuse seule», «autochargeuse avec récolteuse-hacheuse». Les procédés intègrent les différents stades de hachage «aucun hachage», «broyage stationnaire» ou en option «coupe-paille», «hacheuse portée à l'avant» et «récolteuse hacheuse».

Le temps de travail nécessaire est toujours indiqué par vache et par an. Les figures montrent que c'est le passage d'un effectif de 20 vaches à un effectif de 40 vaches qui permet de réaliser les plus grandes économies de temps de travail. En revanche, la différence entre 40 et 60 vaches est relativement faible. Indépendamment de la taille du troupeau, il est également possible d'économiser beaucoup de temps en préparant la paille. Le temps de travail nécessaire pour préparer la paille périodiquement mais non quotidiennement (hachage ou coupe) augmente, il est vrai, mais le maniement de la paille se trouve considérablement simplifié par toute préparation quelle qu'elle soit.

Lorsque la paille est conditionnée sous forme de balles (balles haute densité, balles rondes et rectangulaires), le lieu et la forme de la préparation n'ont qu'une importance moindre du point de vue de la gestion du temps de travail. Néanmoins, pour des considérations ergonomiques et pour prévenir tout risque d'incendie, il est préférable de hacher la paille sur la parcelle que de la hacher à la ferme, ce qui cause

beaucoup de bruit et de poussière. Le coupe-paille, outil de coupe stationnaire pour les petites balles haute densité, peut être considéré ici comme une alternative favorable car il dégage peu de poussière et ne présente aucun risque d'incendie.

Les récoltes de paille effectuées avec autochargeuse sont toujours intéressantes lorsqu'on dispose de suffisamment de volume de stockage pour la paille en vrac sur l'exploitation et lorsque le stockage peut être mécanisé à l'aide d'un outil disponible (grue à griffes, doseur-démêleur, souffleuse). Du point de vue de la gestion du travail, il est particulièrement recommandé d'effectuer la récolte de paille en commun avec d'autres exploitations en utilisant une récolteuse-hacheuse et une autochargeuse ou mieux encore une remorque ensileuse gros volume. Une telle méthode permet d'atteindre un temps de travail inférieur à 2 MOh par vache et par an. Dans ce cas, il n'est plus nécessaire de travailler la paille à la ferme.

Résultats relatifs à la gestion d'exploitation

Différences sur le plan de la mécanisation et de la surface de stockage nécessaire

Les techniques sélectionnées reposent sur l'organisation habituelle des travaux. Nous supposons qu'en matière d'organisation et de rentabilité, les conditions d'utilisation sont optimales (tab. 4).

Pour les travaux de compression et de hachage, nous sommes partis du tarif des travaux en régie, pour le chargeur de balles d'une location et pour les autres machines de la mécanisation propre.

Il existe des différences considérables en ce qui concerne la place requise pour le stockage de la paille. La densité de stockage la plus importante et par là, le volume requis le plus réduit ont été obtenus avec les balles rectangulaires: 2,0 m³ par vache et par an (tab. 4, procédés 1c, 3c). La paille en

Tableau 4a. Coût par vache et par an du broyeur de paille, de l'extincteur d'étincelles pour broyeur de paille et du coupe-paille, en location ou en propriété

Mode de préparation de la paille Procédé		Broyage stationnaire			Coupe-paille 3a
		2a	2b	2c	
Location:					
Frais de machines directement attribuables	Fr.	42.-	37.-	38.-	28.-
Propriété:					
Frais de machines directement attribuables	Fr.	102.-	96.-	98.-	64.-
20 vaches					
40 vaches	Fr.	65.-	59.-	60.-	43.-
60 vaches	Fr.	52.-	47.-	48.-	36.-

Tableau 5. Le temps de travail effectif relevé dans les exploitations étudiées est naturellement soumis à d'importantes fluctuations. Elles s'expliquent par une gestion du travail propre à chaque exploitation

Exploitation N°	Temps de travail nécessaire									Hachage
	MOMin/box et jour	kg/box et jour	MOMin/kg	MOMin/box et jour	MOMin/box et jour	MOMin/kg	MOMin/box et jour	MOMin/animal et an	MOMin/animal et an	
	Préparer la litière dans la logette	Masse	Préparer la litière dans la logette	Evacuer le fumier de la logette	Evacuer le fumier de la logette et préparer la litière	Broyer la paille	Couper la paille	Somme journalière	Somme annuelle	
E	0,31	0,75	0,42					0,31	1,9	Hacheuse portée à l'avant
D		1,05			0,12			0,12	0,7	Aucun
L	0,08	0,90	0,09	1,25			0,02	1,35	8,2	Coupe-paille
H		0,65	0,00		2,50	0,09		2,59	15,8	Broyeur de paille
B	0,03	0,63	0,05			0,12		0,15	0,9	Aucun
A	1,06	0,96	1,11	0,42				1,48	9,0	Aucun
C	0,14	0,33	0,43	0,27			0,05	0,46	2,8	Coupe-paille
F	0,08	0,32	0,25	0,77				0,85	5,2	Récolteuse-hacheuse
Valeur moyenne	0,28	0,70	0,34	0,68	1,31	0,11	0,03	0,91		
Minimum	0,03	0,32	0,00	0,27	0,12	0,09	0,02	0,12		
Maximum	1,06	1,05	1,11	1,25	2,50	0,12	0,05	2,59		
Ecart standard	0,39	0,27	0,38	0,44	1,68	0,02		0,85		
Coefficient de variation	138,34	38,97	114,32	64,56	128,47	20,20		93,49		

Tableau 4. Paramètre économiques, organisationnels et liés à la gestion du travail

Mode de préparation de la paille		Aucun hachage				Broyage stationnaire				Coupe-paille, hacheuse portée à l'avant, récolteuse-hacheuse				
		1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	
Procédé														
Mécanisation														
Rentrée de la paille														
Presse à haute densité	R													
Groupeur de bottes	R													
Chargeur de bottes	L													
Presse à balles rondes	R													
P. à b. r. avec hacheuse portée à l'avant	R													
Presse à balles rectangulaires	R													
P. à b. rectang. avec hach. portée à l'avant	R													
Chargeur frontal	P													
Char à pneus, 8 t	P													
Autochargeuse	P													
Récolteuse-hacheuse	R													
Transfert sur l'exploitation														
Souffleuse polyvalente	P													
Broyeur de paille	P													
Extincteur d'étincelles p. broyeur de paille	P													
Coupe-paille	P													
Mode de stockage de la paille														
Stock de longue durée pour 12 ou 9 mois														
Paille en vrac														
En balles														
Hachée														
Broyée														
Stock intermédiaire pour 3 mois														
Paille hachée														
Volume nécessaire pour stocker la paille														
Par vache et par an, sans débattement														
Stock de longue durée	m ³	2,6	3,2	2,0	3,9	1,9	2,4	1,5	3,4	2,6	3,2	2,0	2,6	
Stock intermédiaire	m ³					0,9	0,9	0,9						
Temps de travail nécessaire														
Par vache et par an,														
pour 20 vaches	MOh	4,1	3,9	3,8	4,1	2,9	2,7	2,6	2,9	2,8	3,0	2,6	2,3	
pour 40 vaches	MOh	2,9	2,7	2,6	2,9	2,5	2,3	2,2	2,5	2,4	2,2	2,0	1,8	
pour 60 vaches	MOh	2,5	2,3	2,2	2,5	2,4	2,1	2,1	2,4	2,3	2,0	1,8	1,7	
Coût du stockage de la paille et des machines														
Stockage de la paille par vache et par an, sans débattement		Fr.	23	29	17,7	46	27	32	23	40	23	29	18	30
Frais de machines directement attribuables														
Par vache et par an,														
pour 20 vaches	Fr.	21	15	16,6	4	102	96	98	23	64	18	18	12	
pour 40 vaches	Fr.	21	15	16,6	4	65	59	60	23	43	18	18	12	
pour 60 vaches	Fr.	21	15	16,6	4	52	47	48	23	36	18	18	12	
Coût du stockage de la paille et frais de machines directement attribuables														
Par vache et par an,														
pour 20 vaches	Fr.	44	44	34,3	50	129	128	121	63	87	46	36	43	
pour 40 vaches	Fr.	44	44	34,3	50	92	91	83	63	66	46	36	43	
pour 60 vaches	Fr.	44	44	34,3	50	79	79	71	63	59	46	36	43	

R Travaux en régie
L Location
P Propriété

■ Machines utilisées

■ Dégression causée par les frais fixes du:
Broyeur de paille, extincteur d'étincelles et coupe-paille

vrac, coupée avec l'autochargeuse, est le procédé qui requiert le plus grand volume de stockage: 3,9 m³ par vache et par an (procédé 1d).

Les coûts de construction varient plus que du simple au double

En ce qui concerne le stockage de la paille, on distingue les simples stocks de balles (valeur à neuf: Fr. 120.-/m³ avec des coûts annuels de Fr. 9.-/m³) et les espaces clos pour la paille hachée, broyée et coupée (valeur à neuf: Fr. 160.-/m³ avec des coûts annuels de Fr. 11.80/m³). Les coûts annuels du stockage de la paille oscillent entre Fr. 18.- (balle rectangulaire, 3c) et Fr. 46.- (paille stockée en vrac, 1 d) par vache.

Frais de machines directement attribuables

Les frais de machines directement attribuables varient d'une vache et d'une année à l'autre entre Fr. 4.- (autochargeuse, procédé 1d) et Fr. 102.- (balles haute densité, broyeur de paille, procédé 2a, 20 vaches). Les coûts sont élevés lorsque les machines sont la propriété de l'exploitation et que les frais fixes ne peuvent être attribués qu'à la préparation de la paille. Dans l'hypothèse de travail, c'est le cas du broyeur de paille, de l'extincteur d'étincelles et du coupe-paille. Avec ces procédés, l'augmentation du cheptel permet de réduire le volume des coûts. En outre, ces procédés sont plus rentables lorsque les machines peuvent être louées (tab. 4a).

Lorsqu'on additionne les coûts de stockage et les frais de machines directement attribuables, le procédé 1c (balles rectangulaires) s'avère être le meilleur marché. La technique des balles rectangulaires est celle qui exige le moins de place pour le stockage. Elle permet d'effectuer le travail en régie et d'employer des machines déjà utilisées sur l'exploitation (tracteur et chargeur frontal), Fr. 34.-/vache et an. Les procédés les plus chers sont ceux qui exigent l'achat de machines spéciales pour la préparation de la paille (2a, 2b, 2c, 3a).

Dans chaque cas, la rentabilité des procédés de préparation et de stockage est fonction des conditions propres à l'exploitation. A ce niveau, la possibilité d'effectuer les travaux en régie ou de louer des machines lors-

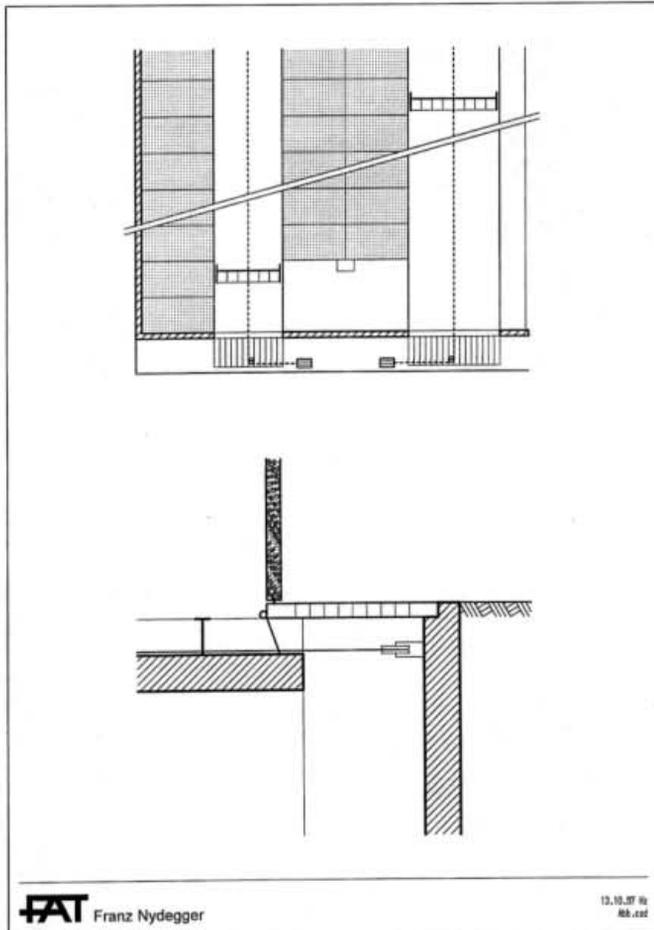


Fig. 8. Les systèmes d'évacuation du fumier avec racleur menant directement dans la fosse à lisier conviennent particulièrement bien pour la paille longue. Il faut toutefois prévoir des ouvertures d'aération permettant d'évacuer les gaz toxiques qui se dégagent lors du brassage. Pour le passage des parois, il faut également prévoir des dispositifs de sécurité (interrupteur à impulsion p. ex.).

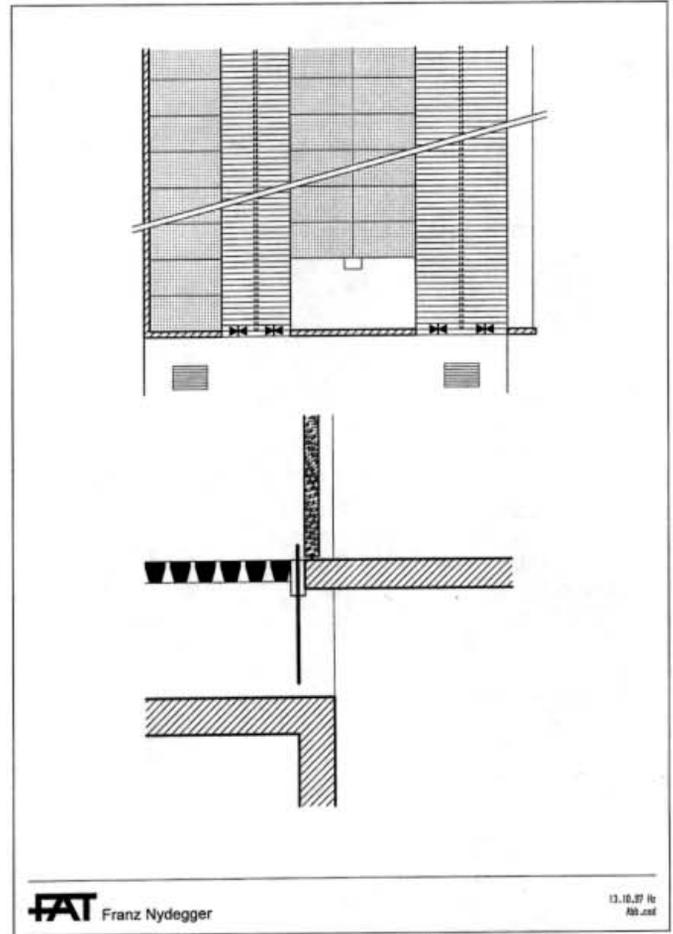


Fig. 9. Les canaux placés sous les caillebotis ou les sols perforés peuvent également tolérer la paille longue, lorsqu'ils débouchent directement dans la fosse à lisier. L'arrivée dans la fosse doit toutefois se faire par le biais d'une vanne et non d'un siphon.

que le volume de travail est modeste est d'une importance décisive.

Indications pour la planification et la construction

Planification des nouvelles installations

Sur le plan de l'évacuation, il est possible de renoncer totalement au hachage de la paille lorsque le sol de l'étable est en dur et qu'elle est équipée d'un système d'évacuation avec racleur (stationnaire ou mobile) menant directement dans la fosse à lisier (fig. 8). Dans le cas des sols perforés, les canaux avec vanne de retenue et sortie directe dans la fosse à lisier posent le moins de problème. Comme il n'est pas possible d'utiliser des siphons lorsque la paille n'est pas hachée ou qu'elle ne l'est que grossièrement, il faut veiller tout particulièrement au maniement de la vanne de retenue installée à l'entrée de la fosse à lisier. Afin de prévenir le dégagement de gaz toxiques dans l'étable, il est recommandé de vider les canaux à lisier avant le brassage dans la fosse à lisier et de refermer les vannes.

Pour le brassage du lisier, on utilisera de préférence un brasseur à palettes ou à hélices. Il est recommandé de le placer à proximité de l'entrée dans la fosse à lisier, afin que les dépôts d'excréments soient saisis par le flux de lisier.

Lorsque des canaux transversaux s'imposent pour des raisons de construction, il faudrait éviter tout étranglement ou passage d'un profil rectangulaire à un profil circulaire. Les demi-tuyaux qui présentent le même diamètre sur toute la longueur (par exemple 50 cm) ont fait leurs preuves. L'écoulement du lisier peut être accéléré avec de l'eau provenant de la salle de traite.

Hachage

Si la paille doit être hachée à cause d'obstacles existants dans le système d'évacuation du fumier ou afin de faciliter son maniement, il convient d'utili-

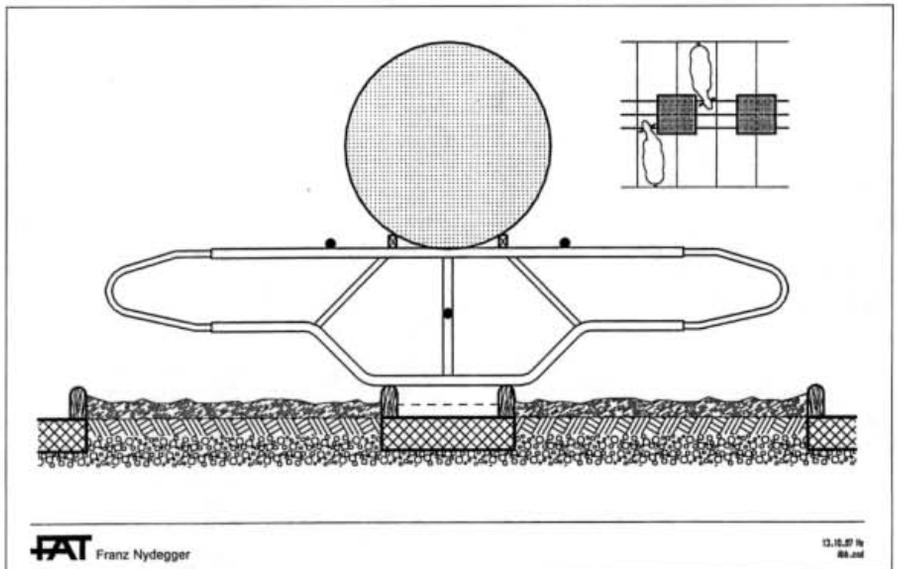


Fig. 10. Les grosses balles peuvent être stockées au-dessus des séparations intermédiaires des logettes dans la mesure où la vache dispose de suffisamment de place pour se mouvoir. Pour rentrer les balles à l'intérieur de l'étable, il faut toutefois que les couloirs de circulation permettent la circulation de machines.

ser, pour une réduction grossière de la longueur des brins, soit la presse à grosses balles ou l'autochargeuse, équipée de couteaux, soit le coupe-paille (fig. 3).

Pour obtenir des brins plus courts, on utilisera la presse à balles rondes ou la presse à balles rectangulaires avec hacheuse portée à l'avant (fig. 2), la récolteuse-hacheuse ou finalement le broyeur de paille. La récolteuse-hacheuse et les hacheuses portées travaillent la paille plus ou moins de la même façon que le broyeur de paille, en fonction du réglage. Le travail en plein champ offre l'avantage de réduire tant le danger d'incendies que la charge de poussière.

Préparation de la litière avec des grosses balles

Compte tenu de l'utilisation accrue de grosses balles, il faudrait envisager la possibilité de préparer les litières directement à partir du tracteur avec fourche arrière, dérouleuse distributrice ou remorque mélangeuse équipée d'un dispositif de fraisage. Les grosses balles peuvent également être rentrées périodiquement dans l'étable et stockées de manière intermédiaire sur des poutres au-dessus des animaux (fig. 10).

Ces procédés présupposent la possibilité d'entrer directement dans le cou-

loir de circulation avec le tracteur. Ce qui veut dire qu'il faut éviter de monter les treuils des racleurs mécaniques dans la zone de circulation et prévoir des seuils qui puissent être passés avec le tracteur à faible allure.

Lorsque les grosses balles sont transportées avec le tracteur, il faut tenir compte de la portance des grilles.

Pour les grilles dont la largeur ne dépasse pas 3 m, la charge ponctuelle au centre doit être au moins égale à la charge des roues; pour les grilles de 3,5 m de long, elle doit être 1,15 fois supérieure à la charge des roues. Pour un tracteur de 50 kW avec une grosse balle sur la fourche arrière, cela représente une charge ponctuelle de 1500 kg minimum au centre de l'élément pour une charge par essieu de 3 t. Le fabricant (revendeur) des grilles doit connaître et pouvoir garantir ces valeurs.

Conclusions

Le mode de hachage de la paille n'a pas d'influence tangible sur la consommation de paille et la propreté des animaux. Selon Haidn (1997), la capacité d'absorption d'eau de la paille n'augmente que superficiellement et uniquement au prix d'un broyage très fin.

Bien que les installations étudiées aient parfaitement fonctionné dans les conditions décrites, l'expérience des chefs d'exploitation a permis de mettre le doigt sur différents points critiques dans les systèmes d'évacuation. Les siphons, les étranglements, les passages de profils rectangulaires à des profils circulaires ainsi que des pompes inadaptées peuvent notamment empêcher l'emploi de paille non hachée.

Le hachage de la paille apporte plusieurs avantages sur le plan de l'organisation du travail, car il facilite la manipulation de la paille.

Globalement, c'est le procédé qui associe la récolteuse-hacheuse à l'autochargeuse qui a donné les meilleurs résultats. Les procédés qui utilisent des grosses balles sont également intéressants. La presse à balles rectangulaires avec hacheuse portée à l'avant revient Fr. 2.- plus cher par vache et par an que le procédé «presse à balles rectangulaires avec broyage stationnaire». Les procédés avec broyage stationnaire se distinguent peu des presses avec hacheuse portée à l'avant ou de la récolteuse-hacheuse, en ce qui concerne l'organisation du travail. Par contre, ils entraînent des coûts supplémentaires compris entre Fr. 540.- (coupe-paille) et Fr. 1860.- (broyeur de paille) pour un effectif de 20 vaches. Les procédés qui permettent le hachage de la paille sur la parcelle éliminent le risque

d'incendie et réduisent la charge de poussière. En outre, ils sont également intéressants du point de vue de la gestion et de l'organisation du travail.

Bibliographie

Faye B. und Barnouin J., 1985. Objectivation de la propreté des vaches laitières et des stabulations – L'indice de propreté Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix I.N.R.A. (59) 61–67.

Haidn B. und Seufert H., 1996. Kostenanalyse eingestreuter und strohloser Haltungsverfahren für Milchvieh. DLG Arbeitsunterlagen.

Haidn B., Kramer A. und Schön H., 1997. Eingestreute Milchviehställe – Strohbedarf und Verfahrensbewertung. Tagungsband: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung (11./12. März 1997, Kiel), 44–52.

Hörning B. und Gundlach H., 1997. Arbeitszeitaufwand für Einstreuen und Entmisten in Tretmist- und Tieflaufställen für Milchkühe. Tagungsband: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung (11./12. März 1997, Kiel), 244–252.

Huber S. und Haidn B., 1995. Was kostet Stroh im Kuhstall? Agrar-Übersicht 8.

Jakob P. und Jakob R., 1976. Aufbereitung und Eigenschaften von Einstreu in der Tierhaltung. FAT-Berichte Nr. 112.

Jakob P. et Oertli B., 1992. Matelas de paille dans les logettes. Rapports FAT no 416.

Nosal D. und Steiner T., 1987. Flüssigmistsysteme: Funktion und Schadgaswerte. FAT-Schriftenreihe Nr. 29.

Nydegger F. et Ammann H., 1992. Prévention des incendies lors du broyage et du hachage de la paille. Rapports FAT no 418.

Oechsner H., 1994. Haltings- und Entmistungsverfahren in Rindviehställen. Landtechnik 1 (49. Jahrgang).

Sonnenberg H. und Lehmann B., 1994. Stroh-Festmistkette in der Tierhaltung. Landtechnik 3 (49. Jahrgang).

Steiner T., Hilty R. et Nosal D., 1987. Conception et exploitation de systèmes pour fumier liquide. Rapports FAT no 327.

Traduction: ABConseil SA, Orbe