

## Systèmes stationnaires d'évacuation du fumier dans l'élevage bovin et porcin

Conception technique et maniement correct de l'installation sont essentiels pour un fonctionnement en toute sécurité

Beat Steiner et Margret Keck, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT), CH-8356 Tänikon



Fig. 1a: Même les systèmes d'évacuation simples, comme le traîneau à fumier, peuvent remplir leur fonction s'ils sont installés correctement.

Les nouveaux systèmes de stabulation et les transformations d'étables élargissent le champ d'application des systèmes stationnaires d'évacuation du fumier. Une enquête a été réalisée dans différentes exploitations afin d'appréhender les problèmes de fonctionnement et de sécurité, puis de les évaluer. Le bon fonctionnement de l'installation d'évacuation dépend de la disposition des voies d'évacuation et de leur système de drainage. Si les surfaces en béton ne sont pas profilées, elles perdent leurs propriétés antidérapantes après quelques années seulement. Or, pour ménager les onglons, les surfaces d'évacuation doivent si possibles être sèches et antidérapantes. Le plus souvent, les problèmes d'évacuation sont liés à une trop grande quantité de fumier. C'est pourquoi dans de nombreuses

stabulations libres, le fumier devrait être évacué plus fréquemment. En pratique, il existe de bonnes solutions pour séparer la phase liquide des éléments solides. Pour que la séparation se fasse bien, les ouvertures des grilles doivent être adaptées à la composition du fumier. L'étude des voies d'évacuation situées à l'extérieur ou à l'intérieur des éta-

Sommaire	Page
Problématique	2
Description du système	3
Disposition des voies d'évacuation	4
Fréquence de l'évacuation du fumier	5
Séparation de la phase liquide et des éléments solides	6
Problèmes d'évacuation et solutions	8
Prévention des accidents	10
Respect du bien-être des animaux	13
Situation particulière des porcs	15
Organisation du travail et gestion de l'exploitation	15
Nouveautés	18
Bibliographie	19



Fig. 1b: Dans les stabulations libres, l'utilisation des racleurs larges est multiple. Différents modes d'entraînement et des dispositifs de commande électroniques augmentent encore les possibilités d'emploi.

bles non isolées permet d'observer l'effet du gel sur le fonctionnement de l'installation. Des mesures techniques et organisationnelles appropriées lors de la construction et la mise en fonction de l'installation d'évacuation du fumier garantissent un fonctionnement correct jusqu'à des températures d'environ -10 °C.

Les accidents provoqués par les systèmes d'évacuation du fumier surviennent le plus souvent au niveau des franchissements de parois et des zones de séparation. Pour éviter que les hommes ou les animaux ne se blessent, différentes mesures techniques ont fait leurs preuves: séparations pivotantes, système d'arrêt automatique, conception adéquate des racleurs (pas d'arêtes vives, etc.) et vitesse de fonctionnement inférieure à 4 m/min.

Les systèmes stationnaires d'évacuation du fumier présentent différents avantages du point de vue de l'organisation du travail: le temps de travail nécessaire aux travaux manuels se limitent au pré-nettoyage. En outre, les installations d'évacuation n'exigent que peu de travaux d'entretien, tous bien ciblés. Les coûts de l'installation par UGB diminuent, plus les effectifs sont importants. Les frais de réparation annuels représentent entre 0,4 et 0,6% du coût total de l'installation.

De nouveaux systèmes de commande électroniques offrent aujourd'hui la possibilité de programmer individuellement la durée du nettoyage, l'itinéraire, la vitesse d'avancement, ainsi que la réaction du système lorsqu'il rencontre des obstacles. Dans le cas des robots d'évacuation, les systèmes d'entraînement fixes et les évènements ne sont plus nécessaires, ce qui accroît encore la souplesse d'utilisation de ce dispositif.

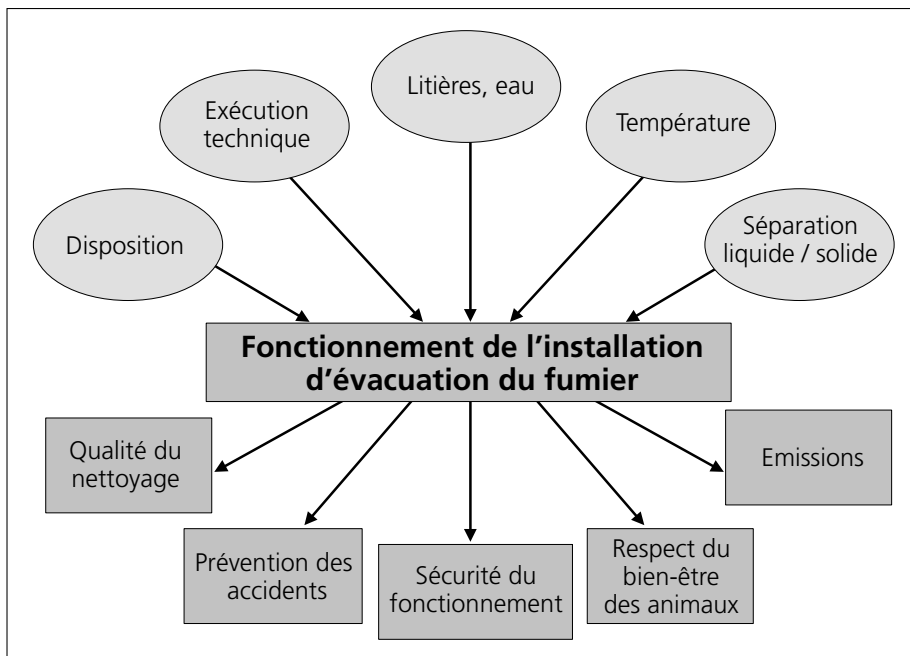


Fig. 2: Le bon fonctionnement de l'installation d'évacuation est déterminant.

Tab. 1: Types d'installations étudiées

	Questionnaire écrit	Relevés sur l'exploitation
Racleur rabattable/combiné	105	19
Racleur pliant	28	4
Evacuateur va-et-vient	24	6
Elévateur	12	
Evacuateur va-et-vient avec élévateur	63	4
Evacuateur va-et-vient avec système à pression/«taupe»	76	5
Evacuateur à chaîne	14	
	322	38
Total pour l'évaluation des données	360	
<i>Systèmes spéciaux</i>		
Traîneau à fumier/Racleur à rampe		3
Evacuateur à chaîne		2
Robot d'évacuation		3
Total d'exploitations visitées		46

## Problématique

Les nouveaux systèmes de stabulation et les transformations d'étables vont souvent de pair avec de grandes surfaces d'évacuation ainsi qu'avec différents axes d'évacuation. De nos jours, l'utilisation de la paille est plus répandue et soulève de nouveaux problèmes.

Les principales questions touchent la qualité du nettoyage, les aspects liés à la

construction, la sécurité du fonctionnement, le bien-être des animaux, la prévention des accidents (fig. 2), ainsi que les données liées à l'organisation du travail et à la gestion de l'exploitation.

Nombreux sont les nouveaux systèmes d'évacuation, tant stationnaires que mobiles, mais leur champ d'application dans la pratique est encore mal connu.

## Méthode

Les systèmes stationnaires d'évacuation du fumier disponibles sur le marché peuvent être regroupés en trois catégories:

1. Racleurs larges (racleurs rabattables, pliants, combinés)
2. Evacuateurs va-et-vient et évacuateurs à chaînes
3. Elévateurs à fumier, évacuateurs à pression, évacuateurs «taupe»

Il faut encore ajouter des systèmes spéciaux comme les robots d'évacuation, les

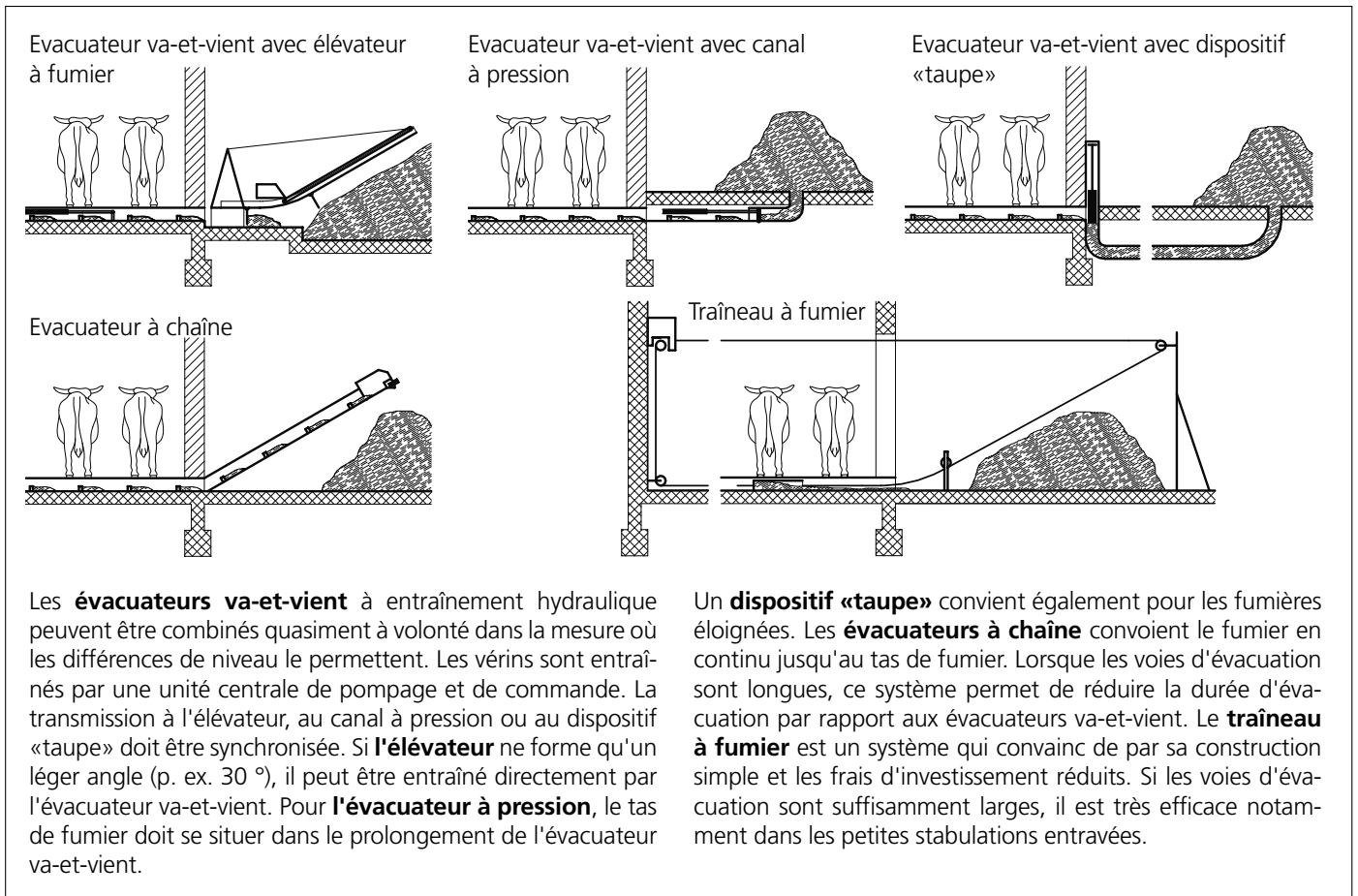


Fig. 3: Installations d'évacuation fixes pour stabulations entravées.

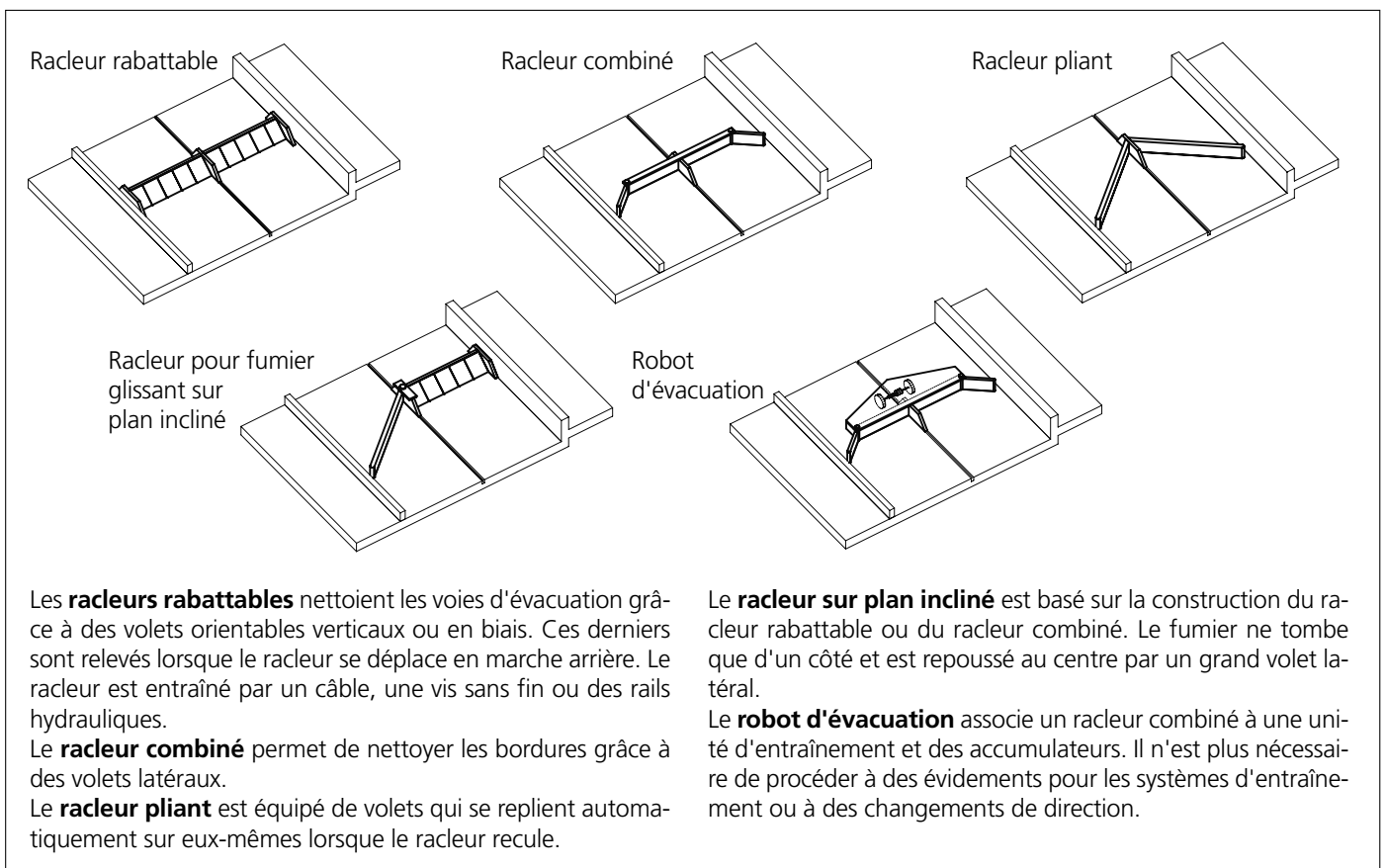


Fig. 4: Racleurs larges pour stabulations libres.

traîneaux à fumier, etc. qui ne sont encore que peu répandus.

A partir d'une liste de références fournie par 15 fabricants/revendeurs, nous avons sélectionné 780 exploitations au hasard et leur avons envoyé un questionnaire sur leur installation d'évacuation. Plus de 40% des personnes interrogées nous ont répondu. Parallèlement à cette enquête, la FAT a effectué des relevés détaillés sur 38 installations d'évacuation en pratique dans différentes exploitations (tab. 1). Grâce à la participation des fabricants, ces relevés ont apporté des informations précieuses.

Au total, les données de 360 installations ont pu être évaluées. La majeure partie de ces données provenait d'exploitations de production laitière dans lesquelles les systèmes fixes d'évacuation du fumier sont les plus répandus.

Les installations de racleurs larges nécessitent des recherches plus approfondies afin de tenir compte de leur importance croissante dans les nouveaux concepts de stabulation.

### Disposition des voies d'évacuation

Les vaches passent jusqu'à quatre heures par jour dans l'aire d'exercice. Une vache fait entre 70 et 150 pas par heure (Boxberger, 1985). Les aires d'exercice, dont les voies d'évacuation font également partie, doivent être suffisamment antidérapantes tout en ménageant les onglons.

Du point de vue de la construction, les voies d'évacuation doivent répondre aux critères suivants:

- disposition plane (avec pentes transversales), aucune formation de cuvettes,
- absence de fissures, matériau imperméable à l'eau,
- revêtement résistant aux charges mécaniques.

La pratique recherche des voies d'évacuation d'un bon rapport qualité/prix, simples à installer, faciles à nettoyer et durables.

Au cours de notre enquête, dans les stabulations entravées, nous avons rencontré uniquement des surfaces en béton. Dans les stabulations libres, les deux tiers des surfaces sont construits en asphalte coulé, le reste des surfaces est en béton. On trouve également d'autres matériaux dans la pratique: béton avec mélange à base de gravillons de granit, revêtements en résine époxyde, béton bitumineux ou pavés composites.

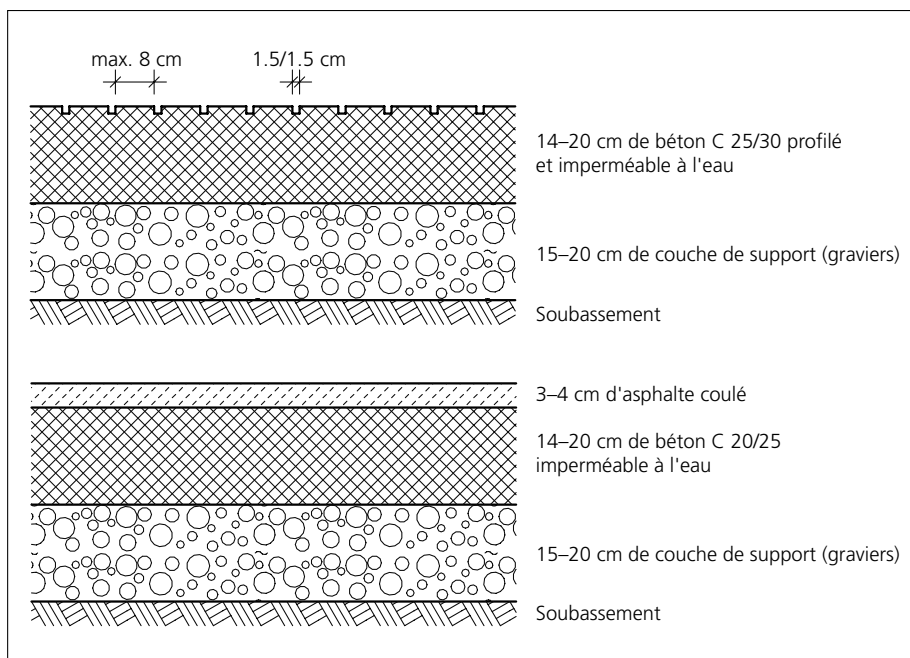


Fig. 5: Construction de voies d'évacuation pour les stabulations libres.



Fig. 6: Pour s'assurer que les sols resteront antidérapants pendant plusieurs années, les surfaces en béton doivent être profilées. Lorsque les rainures sont orientées dans le sens de la pente, elles favorisent le drainage.

A l'heure actuelle, l'asphalte coulé et les sols en béton profilé sont les matériaux qui répondent le mieux aux exigences. Toutefois, les sols en asphalte coulé ne sont antidérapants que lorsqu'ils sont humides. Cette propriété se modifie peu avec le temps, ce qui n'est pas le cas du béton. En ce qui concerne le caractère antidérapant du béton, il faut choisir dès la mise en place entre une surface profilée et une surface structurée qui devra être fraisée régulièrement (Wandel 1999). Les profils en alvéoles ou en rainures devraient présenter env. 15 mm de largeur et de profon-

deur et être disposés à intervalles d'env. 80 mm (fig. 5). Pour réaliser un tel ouvrage, il est nécessaire d'utiliser du béton C 25/30. Si les rainures vont dans le même sens que la pente, elles aideront au drainage (fig. 6). Il est préférable d'opter pour une surface profilée que pour une surface à fraiser, car la première solution est plus durable. Des études portant sur le fraisage des surfaces en béton ont montré que les rainures donnaient de meilleurs résultats que les points en ce qui concerne les propriétés antidérapantes (Pahlke, 1995).

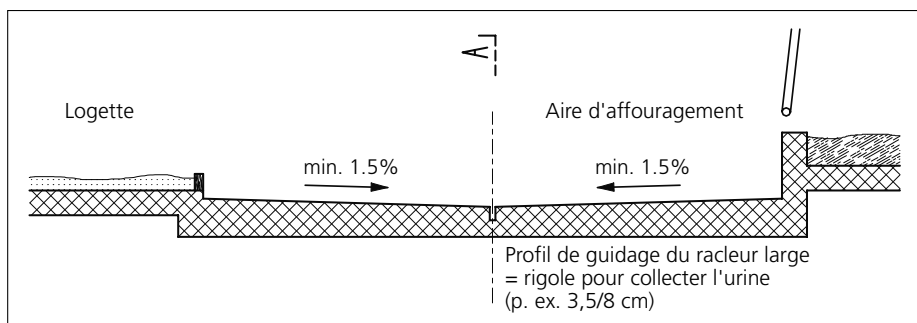


Fig. 7: Dans les zones où la quantité de fumier est importante (aires d'affouragement), les voies d'évacuation doivent être suffisamment drainées. L'asphalte coulé est difficile à poser lorsque la pente est supérieure à 1,5%. Avec les surfaces en béton, une inclinaison de 2% est possible et recommandée.

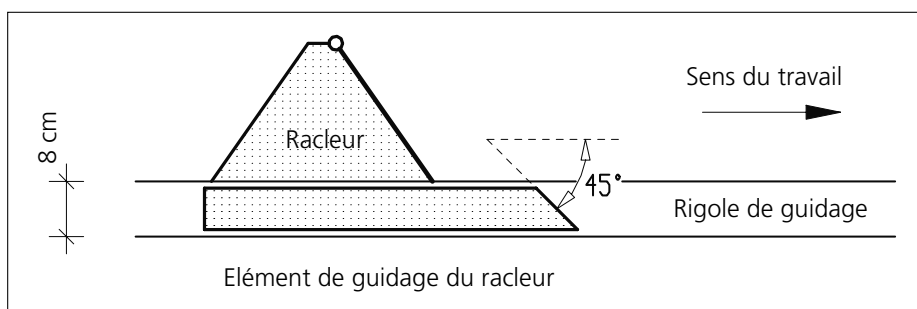


Fig. 9: Une rigole de grande taille guide efficacement le racleur large et permet également de collecter les liquides.

## Aires d'exercice dans les étables non isolées et les parcours extérieurs

Les voies d'évacuation et les aires d'exercice extérieures sont particulièrement exposées aux influences climatiques. Les surfaces ensoleillées sèchent rapidement. Si les surfaces en asphalte coulé n'ont pas été humidifiées au préalable, les installations d'évacuation utilisées ne peuvent pas être nettoyées correctement. En période de gel, les surfaces lisses présentent également un inconvénient: les liquides gèlent et transforment rapidement la surface en patinoire. Même une évacuation plus fréquente du fumier ne suffit pas à résoudre le problème. C'est pourquoi l'asphalte coulé ne convient pas pour les surfaces extérieures. Il est préférable d'opter pour des surfaces en béton profilées.

## Drainage des voies d'évacuation

Dans les stabulations entravées équipées d'évacuateurs va-et-vient ou d'évacuateurs à chaîne, les liquides sont accumulés au centre des voies d'évacuation souvent sans pente.

Dans les stabulations libres équipées de racleurs larges, on a relevé en moyenne des pentes transversales de 1,3%, des pentes longitudinales de 0,75% et des pentes de

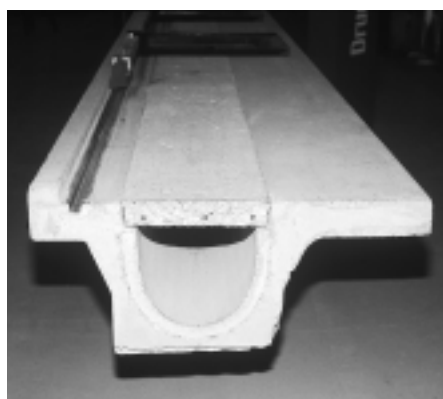


Fig. 8: Les canaux d'évacuation présentent généralement peu de pente. Il vaut donc la peine de prévoir une conduite de rinçage fixe; pour des tubes de drainage, une telle conduite est obligatoire.

1,5% vers le centre de la voie d'évacuation ( $n = 14$ ). Ces valeurs influencent relativement peu le drainage. Pour que l'écoulement soit efficace, il faudrait une inclinaison minimale de 2% (Bickert et al. 1997). C'est possible pour les surfaces en béton, mais problématique pour les surfaces en asphalte coulé. En effet, il est difficile de poser un revêtement en asphalte coulé avec une pente supérieure à 1,5%; en outre, ce type de revêtement a besoin de suffisamment de liquides pour que le nettoyage avec les racleurs soit efficace.

Le long des logettes, il est recommandé de prévoir une pente transversale d'au moins 1,5% (fig. 7).

## Evacuation des liquides accumulés

Pour évacuer les liquides accumulés, les fabricants d'installations d'étables proposent différentes solutions: canaux de drainage (p. ex. Aco-drain), conduites de drainage (p. ex. drain à cheminées), rainure pour câble, canal avec clapet de vidange ou vis sans fin). Il est important que le liquide soit collecté sur toute la longueur de la voie d'évacuation. Les canaux d'évacuation présentent en général seulement 0,5% de pente (fig. 8). C'est pourquoi il est nécessaire de procéder à un nettoyage mécanique ou d'utiliser des conduites de rinçage. Les relevés effectués montrent que les canaux équipés de clapets de vidange ou de vis sans fin sont ceux qui garantissent le meilleur drainage. Ils ont toutefois un inconvénient: lorsqu'il gèle dur, le clapet de vidange ou la vis sans fin gèlent eux aussi. Il existe néanmoins une solution qui constitue un compromis possible: rigole de guidage du racleur à environ 8 cm de profondeur; dispositif de curage installé environ à 45 degrés par rapport au sens du nettoyage (fig. 9).

Les conduites de drainage comme le drain à cheminées ne sont efficaces que là où le rinçage est régulier (au moins une fois par semaine). Pour ce faire, il est indispensable de prévoir une conduite de rinçage fixe.

## Fréquence de l'évacuation du fumier

La fréquence de l'évacuation détermine la propreté des voies, notamment en ce qui concerne l'aire d'affouragement, qui compte plus de 50% du fumier (cf. Rapport FAT 497). En outre, il faut également éviter de traîner du fumier dans les logettes situées directement sur l'axe d'affouragement. La figure 10 représente la fréquence d'évacuation et indique les raisons pour l'évacuation répétée dans les installations avec racleurs larges.

## A quelle fréquence évacuer le fumier?

Dans les stabulations entravées, plus de 90% des exploitants interrogés évacuent le fumier deux fois par jour. Contrairement

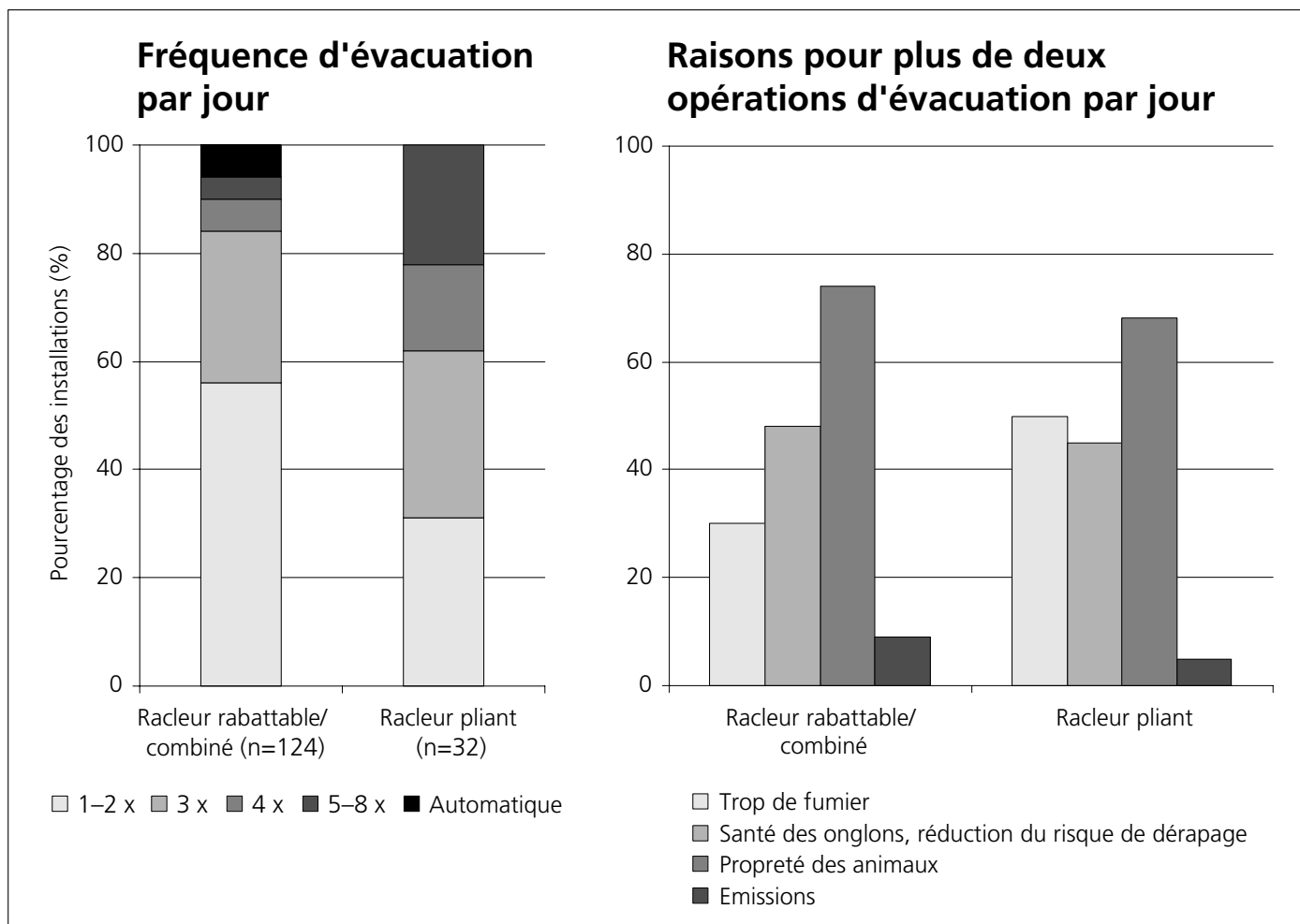


Fig. 10: Tandis que la moitié des utilisateurs de racleurs rabattables et combinés évacuent le fumier plus de deux fois par jour, cette proportion est de deux tiers pour les utilisateurs de racleurs pliants. La propreté des animaux est l'explication que l'on cite généralement.

à la stabulation entravée, en stabulation libre, outre les lésions par compression, les infections des onglons jouent un rôle essentiel. Les dommages causés aux onglons constituent une cause croissante des pertes dans l'élevage bovin (Sekul, 1999). Comme le montrent d'autres études, l'ammoniac qui se dégage des excréments rend la corne des onglons moins résistante (Mülling et Brudas, 1998). C'est pourquoi là où le fumier s'accumule, c'est-à-dire dans l'aire d'affouragement et dans l'aire de repos, il est important de nettoyer fréquemment. Du point de vue des onglons, le mot d'ordre devrait être le suivant: sec et antidérapant! Les aires d'exercice extérieures nettoyées trois à six fois par jour présentent un revêtement plus antidérapant, améliorent l'hygiène et l'impression de propreté dans l'étable (Wandel 1999).

### Quand évacuer le fumier?

Le choix des périodes d'évacuation dépend du régime d'affouragement, des horaires de traite et du déroulement de la traite proprement dite. En été, la pâture joue également un rôle. Une fréquence élevée d'évacuation dans la zone des places d'affouragement pose des exigences particulières au niveau du racleur et de sa vitesse (cf. chapitre sur le bien-être des animaux).

Les robots d'évacuation ou les systèmes de commande automatiques permettent de programmer très exactement les périodes et les itinéraires d'évacuation, ce qui permet de tenir compte au mieux des exigences particulières de l'exploitation. Dans notre enquête, sept exploitations travaillent avec des systèmes de commande automatiques. Leurs installations avec racleur large fonctionnent cinq à huit fois par jour.

### Séparation de la phase liquide et des éléments solides

Pour compléter le drainage, plusieurs exploitations ont besoin de séparer la phase liquide des éléments solides. Cette méthode doit permettre d'obtenir la composition idéale lisier et/ou fumier. Mais la séparation influence également le fonctionnement de l'installation d'évacuation (cf. chapitre sur les problèmes d'évacuation). Différents modèles de grilles servent actuellement à la séparation des éléments solides et de la phase liquide. Leur efficacité dépend de la forme et de la taille des ouvertures, de la largeur des grilles et de la vitesse à laquelle avance le fumier. Outre les problèmes d'efficacité, ces systèmes sont souvent critiqués dans la pratique à cause de la paille qui reste accrochée et qui peut causer des dommages au racleur.

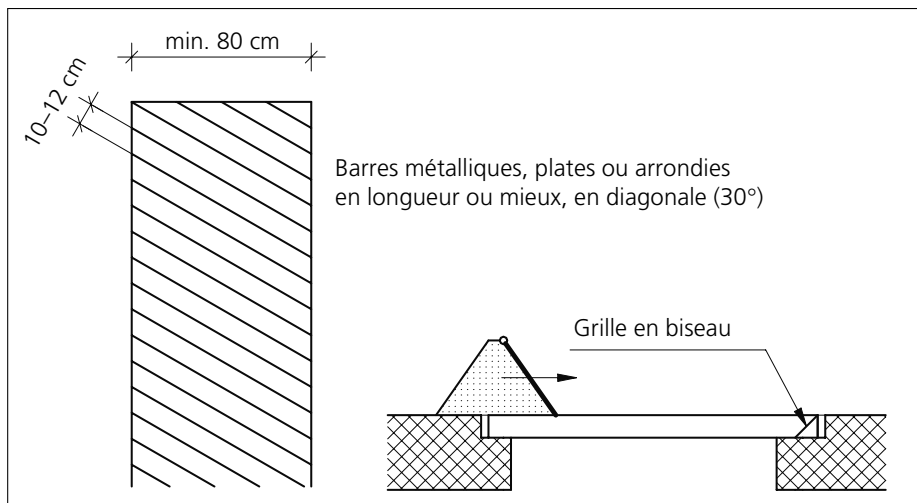


Fig. 11: Pour séparer la phase liquide du fumier contenant de la paille longue, il est nécessaire d'utiliser des grilles dont les barreaux sont assez distants. La disposition des barreaux en diagonale rend la séparation plus efficace.



Fig. 12: Sur les grilles réservées au fumier à longue paille, les barres devraient si possible se terminer dans le vide.



Fig. 13: En ce qui concerne les évacuateurs va-et-vient, les trous d'un diamètre de 15 cm environ constituent un système qui a fait ses preuves pour séparer la phase liquide du fumier contenant de la paille longue.

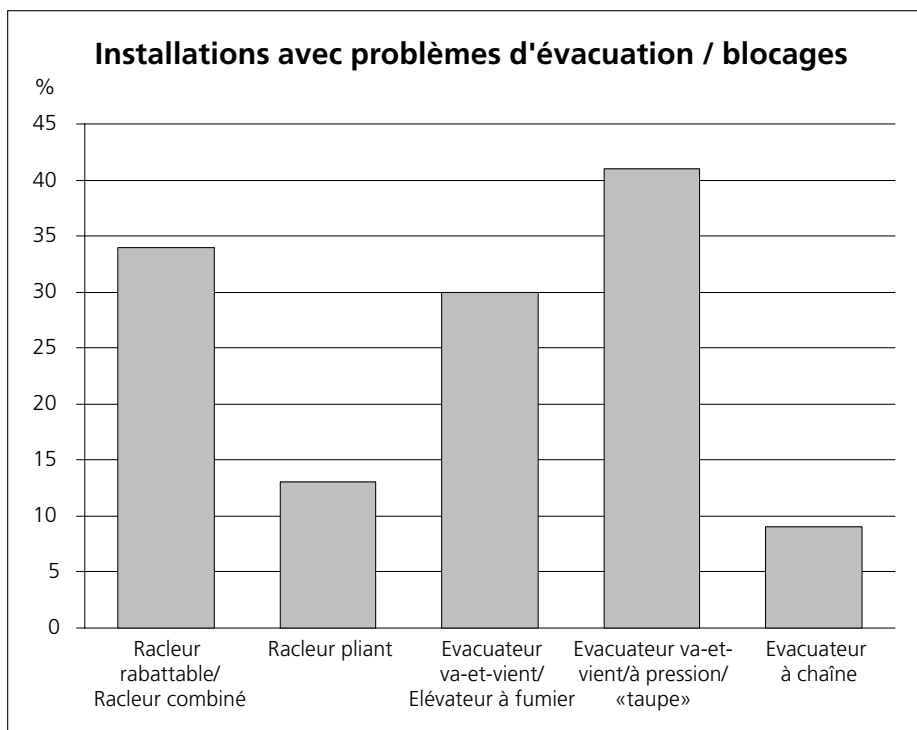


Fig. 14: Les problèmes de convoyage sont particulièrement rares avec les racleurs pliants et les racleurs à chaîne. Avec les racleurs rabattables et combinés, ainsi qu'avec les évacuateurs va-et-vient associés à des élévateurs ou des systèmes à pression / «taupe», environ un tiers des installations sont concernées par ce type de problèmes.

pelements qui ont donné les meilleurs résultats. Si possible, les barres devraient se terminer dans le vide (fig. 12), ce qui permettrait d'éviter l'accumulation de débris de paille sur la barre de butée et d'éviter les dommages ainsi causés au racleur. S'il est impossible de renoncer à la barre de butée, elle devrait être placée selon un angle maximum de 45° (fig. 11).

Dans les évacuateurs va-et-vient, des trous d'environ 15 cm de diamètre, répartis sur toute la largeur des canaux, permettent une bonne séparation (fig. 13).

Les solutions mentionnées jusqu'ici ne conviennent pas pour les zones sur lesquelles on se déplace. Lorsque la grille se trouve dans une zone où les hommes et les animaux circulent, la distance entre les barreaux ne doit pas dépasser 35 mm dans le sens de la longueur. Les grilles à alvéoles sont certes antidérapantes, mais sont peu performantes en ce qui concerne la séparation des éléments solides de la phase liquide. Même le fumier contenant de la paille courte glisse par dessus et doit être évacué séparément.

## Disposition et structure des grilles

Pour garantir une bonne efficacité, les grilles doivent avoir au moins 80 cm de largeur (fig. 11). Lorsque le racleur avance à vitesse réduite (moins de 4m/min), la séparation se fait mieux et le risque d'endommager l'installation est moindre. C'est pourquoi les installations qui fonctionnent rapidement comme les traîneaux et les ra-

cleurs à rampe causent plus souvent des problèmes. Lors de la planification, il est recommandé d'exploiter toutes les différences de niveau pour disposer au mieux les dispositifs de séparation.

Souvent, il faut séparer une partie des excréments liquides du fumier à longue paille. Les barreaux plats ou ronds disposés en diagonale par rapport au sens de progression du racleur (à environ 30 degrés) et à 10-12 cm d'intervalles sont les équi-



Fig. 15: Sur les racleurs combinés, des volets latéraux nettoient les bordures. Les volets étant mobiles, le racleur convient également pour les voies d'évacuation de largeur irrégulière.

### Problèmes d'évacuation et solutions

Une installation d'évacuation devrait fonctionner sans problème dans la mesure où les conditions d'utilisation sont respectées. En pratique, des problèmes d'évacuation surviennent souvent dans différents types d'installations. La figure 14 présente le pourcentage d'installations qui n'évacuent pas suffisamment le fumier ou qui tombent en panne et le tableau 2 en explique les raisons. Des mesures de construction et d'organisation ciblées permettent d'éviter ce genre de problèmes.

#### Mesures à prendre pour les évacuateurs va-et-vient et les systèmes combinés

La séparation des éléments solides et de la phase liquide doit être adaptée au type d'installation et à la litière prévue. Si l'on retire peu de liquide, les problèmes d'évacuation sont certes rares, mais le tas de fumier peut devenir liquide. Lorsque le fumier est trop sec ou trop riche en paille, les évacuateurs à pression ou les évacuateurs «taupes» peuvent se bloquer, ce qui entraîne de pénibles opérations de désengorgement. Les quantités inhabituelles de fumier comme le fumier de veaux ou les restes de crèche ne doivent être ajoutées qu'avec parcimonie. Plus la quantité de fumier par course de cylindre est élevée, plus la synchronisation avec l'élévateur est importante, ou avec le système d'évacuation à pression, ou encore avec l'évacuateur «taupe».

Tab. 2: Limites d'utilisation des installations d'évacuation

Type d'installation	Raisons expliquant convoyage insuffisant/blocage en pourcentage des cas par type d'installations Cas pouvant être cités à plusieurs reprises			
	Trop de fumier	Trop de paille	Trop de liquide	Racleur coincé
Racleur rabattable/combiné	38	—	—	32
Racleur pliant	80	—	—	—
Evacuateur va-et-vient	83	33		
Evacuateur va-et-vient/élévateur	61	28	—	6
Evacuateur va-et-vient/à pression/«taupe»	42	21	32	5
Chaîne	11	—	—	—

#### Mesures relatives aux racleurs larges

Le type de racleur choisi doit être adapté aux intervalles prévus pour l'évacuation et à la quantité de fumier produite. Les problèmes d'évacuation liés à des quantités de fumier trop importantes doivent être résolus en augmentant la fréquence des évacuations et non les dimensions du racleur. Le fumier comportant une forte proportion de paille et le fumier gluant qui a déjà commencé à se décomposer exigent un racleur suffisamment lourd. Dans les étables à stabulation libre sur plan incliné, lorsque le fumier ne s'accumule que d'un côté, il est généralement recommandé d'utiliser un racleur pour fumier glissant sur plan incliné. Il est également possible de transformer un racleur combiné pour qu'il soit tracté excentriquement.

Les racleurs qui se coincent sont en général toujours des racleurs rabattables. Le racleur doit donc être conçu de manière à respecter une certaine tolérance de chaque côté pour délimiter la voie d'évacuation (en général, 2 cm de chaque côté). Ce système présente un inconvénient. En effet, une pellicule gluante se forme et gèle en hiver, ce qui réduit donc encore la tolérance.

L'utilisation de volets latéraux sur le racleur combiné (fig. 15) apporte, elle, de nombreux avantages: le racleur convient également pour des voies d'évacuation dont la largeur varie de quelques centimètres. Si l'angle de réglage et le poids des volets sont bien adaptés, ce système permet de bien nettoyer les zones en bordure. Les zones où il y a risque d'écrasement à cause de colonnes ou d'autres éléments de construction, sont aménagées dans les deux sens. Suivant leur longueur, les volets latéraux permettent également de faire glisser un peu le fumier du bord vers le

centre. Mais, ce type de volets n'est pas non plus sans inconvénient: la voie du racleur doit obligatoirement être équipée de guides des deux côtés pour les volets latéraux. Suivant la longueur des volets, il faut prévoir une position de départ plus vaste (aire de stationnement du racleur) et il peut être nécessaire de prévoir une piste de lancement. Enfin, il est important que lorsque les volets reculent, ils présentent déjà un angle d'incidence minimum (butee).

#### Tenir compte du gel dans la planification

Tandis que dans les étables isolées thermiquement, seules un quart des installations sont concernées par les pannes dues au gel, dans les étables non isolées et les aires d'exercice extérieures, ce pourcentage se monte à plus de 60%.

Au cours d'un essai réalisé dans 74 étables de construction simple pour vaches laitières (Beltrami et al., 1999), on a étudié la fonctionnalité des systèmes d'évacuation en cas de gel. Les résultats montrent que dans 44% des cas, il est possible d'évacuer le fumier à l'aide de l'installation fixe. Il est encore possible d'évacuer le fumier avec un système mobile comme le chargeur automoteur (trax) dans 35% des cas, la motofaucheuse dans 18% des cas ou enfin manuellement dans 13% des cas. Si on les considère dans l'absolu, ces chiffres ne sont guère encourageants. Heureusement les températures ne descendent en dessous de moins dix degrés que peu de jours dans l'année.

Outre l'altitude, il faut également tenir compte de l'influence du vent, de la neige et des éventuelles zones froides dans la





Fig. 16: Pour éviter les problèmes de gel, le racleur devrait être stationné dans une zone protégée.



Fig. 17: Les zones extérieures de l'installation d'évacuation doivent être faciles d'accès. Pour éviter les pannes dues au gel, il est souvent nécessaire d'effectuer un nettoyage a posteriori.

planification de l'installation. Il faut essayer dans la mesure du possible de protéger les voies d'évacuation de ces diverses influences. En optimisant l'exposition des bâtiments et en prévoyant des avant-toits, il est souvent possible de régler une bonne part des problèmes.

### Sensibilité au gel particulière à l'installation

Si l'on considère les types d'installation indépendamment des autres facteurs d'influence, on constate que les évacuateurs à

pression et les évacuateurs «taupe» sont les systèmes les moins sensibles au gel. Le système combiné d'évacuateur va-et-vient avec évacuateur à pression ou évacuateur «taupe» a également fait ses preuves. Il faut cependant noter que les évacuateurs va-et-vient sont presque uniquement installés dans des étables isolées thermiquement. Tandis qu'un tiers des évacuateurs va-et-vient avec élévateur sont sujets à des pannes dues au gel, ce type de problèmes touche la moitié des racleurs larges et des évacuateurs à chaîne. Les principales causes des pannes dues au gel concernent les secteurs suivants:

- Avec les installations à racleurs larges: racleurs et câbles gelés, et problèmes lors du changement de vitesse.
- Avec les systèmes combinés avec des évacuateurs va-et-vient: restes de fumier dans le canal et racleurs gelés.
- Avec les élévateurs: fumier gelé sur les fourches de convoyage.
- Avec les évacuateurs à chaîne: racleurs gelés.

Dans la plupart des cas, les utilisateurs indiquent qu'entre-temps, ils ont trouvé des solutions efficaces pour prévenir ce type de pannes.

### Mesures techniques pour éviter les pannes dues au gel

- **Installations à racleurs larges**
  - Aire de stationnement du racleur dans un endroit protégé du gel, prévoir éventuellement des possibilités d'isolation (fig. 16).
  - Canaux transversaux couverts et isolés lorsqu'ils se trouvent à l'extérieur.
  - Grilles donnant sur la zone d'évacuation, avec de grandes ouvertures.
  - La rainure où se situe le câble doit être accessible partout pour le nettoyage.
  - Les poulies de renvoi doivent être placées de telle sorte qu'aucun liquide ne s'accumule à leur niveau.
  - Installation sans interrupteur de fin de course mécanique dans l'aire de déjections extérieure.
  - Mécanisme de relevage du clapet facile à nettoyer.
  - Commande électrique avec programme séparé pour périodes de gel.
- **Évacuateurs va-et-vient et évacuateurs à chaîne**
  - Drainage efficace sur toute la longueur du canal.
  - Zone extérieure du canal facile d'accès (fig. 17).
  - Racleurs des évacuateurs à chaîne avec couche de protection contre l'usure en plastique.
  - Lubrification permanente des chaînes et des dispositifs de changements de direction.
- **Élévateurs, évacuateurs à pression, évacuateurs «taupe»**
  - Zones de transfert drainées efficacement.
  - Simple plate-forme au lieu des systèmes compliqués, style cuvettes.
  - Possibilité de modifier le réglage de l'élévateur en hauteur.

## Mesures organisationnelles pour éviter les pannes dues au gel

Indépendamment du type d'installations, les problèmes sont en général plus importants lorsque les températures atteignent - 10 °C pendant plus d'un à deux jours. Le temps est cependant suffisamment long pour prendre des mesures qui permettent de prévenir les dommages:

- Nettoyage des racleurs, des canaux et des rainures des câbles.
- Mettre l'intervalle d'évacuation en position spéciale gel dans les systèmes de commande automatique (évacuation toutes les 2-3 heures).
- Isoler l'aire de stationnement du racleur et les poulies de renvoi lorsqu'elles sont situées à l'extérieur.
- Nettoyer plus fréquemment l'interrupteur de fin de course à l'extérieur.
- Laisser le racleur large dans l'étable.
- Faire tourner les évacuateurs va-et-vient et les évacuateurs à chaîne à vide.
- Pour les évacuateurs à chaîne, laisser toujours la même section de chaîne à l'extérieur.
- Remettre l'installation en marche environ 30 minutes après le nettoyage.
- Arrêter les installations hydrauliques après avoir changé les barres d'évacuation au mouvement d'avance.
- Éviter toute utilisation d'eau dans le secteur de l'installation d'évacuation.
- Lorsque le gel dure, il peut être plus simple d'évacuer le fumier avec le tracteur ou le chargeur qu'avec le racleur, pour autant que les séparations et les portes permettent la circulation de véhicules dans les voies d'évacuation.

## Réparation des pannes dues au gel

Dans la mesure où l'on connaît les points critiques d'une installation, il est souvent possible de dégeler les parties concernées, notamment les câbles, les clapets et les renvois des racleurs larges, les mécanismes de changement de direction des racleurs hydrauliques, les racleurs des évacuateurs va-et-vient et à chaîne ainsi que les fourches de convoyage des élévateurs. La remise en service de l'installation exige cependant un interrupteur de surcharge efficace.

Les rails de guidage encastrés des racleurs larges hydrauliques sont difficiles à dégeler de même que les canaux de drainage avec clapet de vidange ou vis sans fin. L'utilisation d'eau bouillante pour dégeler l'installation est problématique, notam-

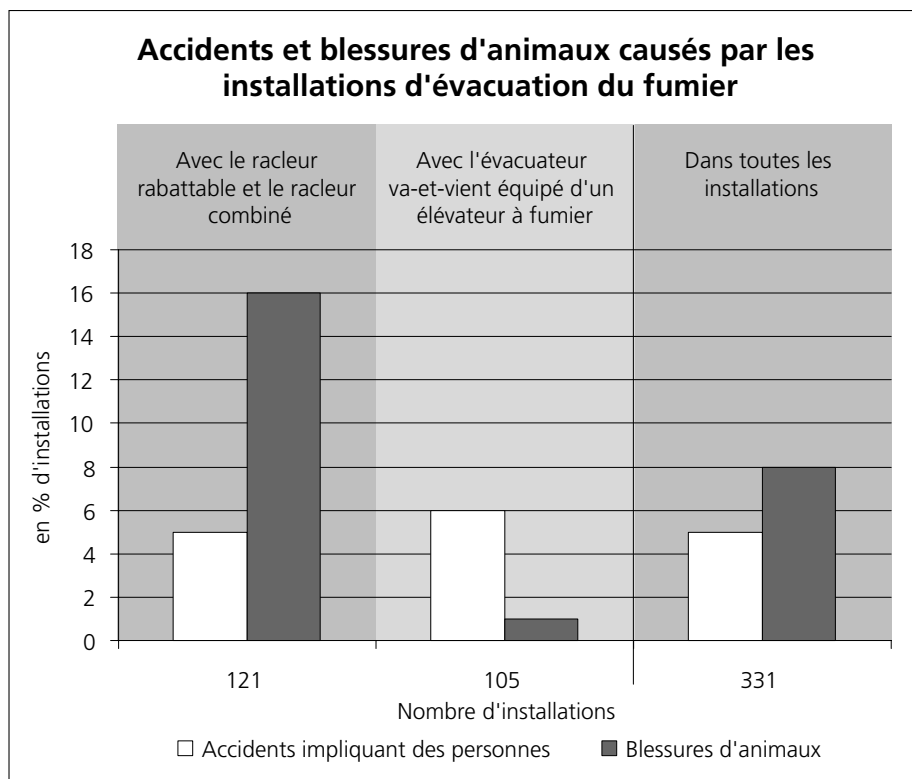


Fig. 18: 5% des installations d'évacuation ont connu des accidents impliquant des personnes. Les blessures d'animaux se produisent presque exclusivement dans les installations avec racleurs larges.

ment à l'extérieur, car de la glace supplémentaire se reforme immédiatement.

## Prévention des accidents

Dans les évacuateurs à fumier, les zones à risque sont les zones d'écrasement et les renforcements au niveau du dispositif d'entraînement, les zones d'écrasement des racleurs au niveau des passages, des séparations, des franchissements de parois et de l'aire de stationnement du racleur. Les zones d'évacuation ouvertes sont également dangereuses, ainsi que les zones de transfert sur les élévateurs et les évacuateurs à pression ou «taupe». Après que plusieurs accidents graves, voire mortels, se soient produits, le SPAA en collaboration avec des fabricants d'équipements d'étable a défini des règles de sécurité concrètes pour les installations d'évacuation mécaniques. Ces règles sont basées sur les principes de sécurité et de santé du Règlement CE 89-392-CEE (Directives machines). Les dispositions exécutives reposent sur la norme EN 292 «Sécurité des machines, Principes généraux de conception», ainsi que sur la norme EN 349 «Sécurité des machines, Ecartements minimaux pour prévenir les risques d'écrasement de parties du corps humain».

Les fournisseurs et fabricants d'installations d'évacuation sont tenus de respecter ces consignes de sécurité. Même si l'acheteur et/ou l'utilisateur d'une installation atteste par sa signature que l'installation présente des lacunes en matière de sécurité lors de sa mise en service, le fournisseur n'est pas pour autant déchargé de sa responsabilité. Au cours de notre enquête, nous avons relevé les cas d'accidents ainsi que les solutions techniques apportées en matière de sécurité dans la pratique. Dans 5% des installations, on a constaté des accidents mettant en cause des personnes (fig. 18). Le lieu de l'accident se situe la plupart du temps au niveau du franchissement des parois.

## Éviter les zones d'écrasement

Connaissant la cause première des accidents, il est essentiel d'éviter les zones d'écrasement pour prévenir les accidents. Presque tous les utilisateurs d'installations d'évacuation effectuent d'autres activités pendant qu'ils évacuent le fumier. Souvent ils nettoient les aires des repos, épandent de la litière, ce qui veut dire qu'ils travaillent dans la zone à risque de l'installation.

En général, il est possible d'éviter les zones d'écrasement en respectant des distances

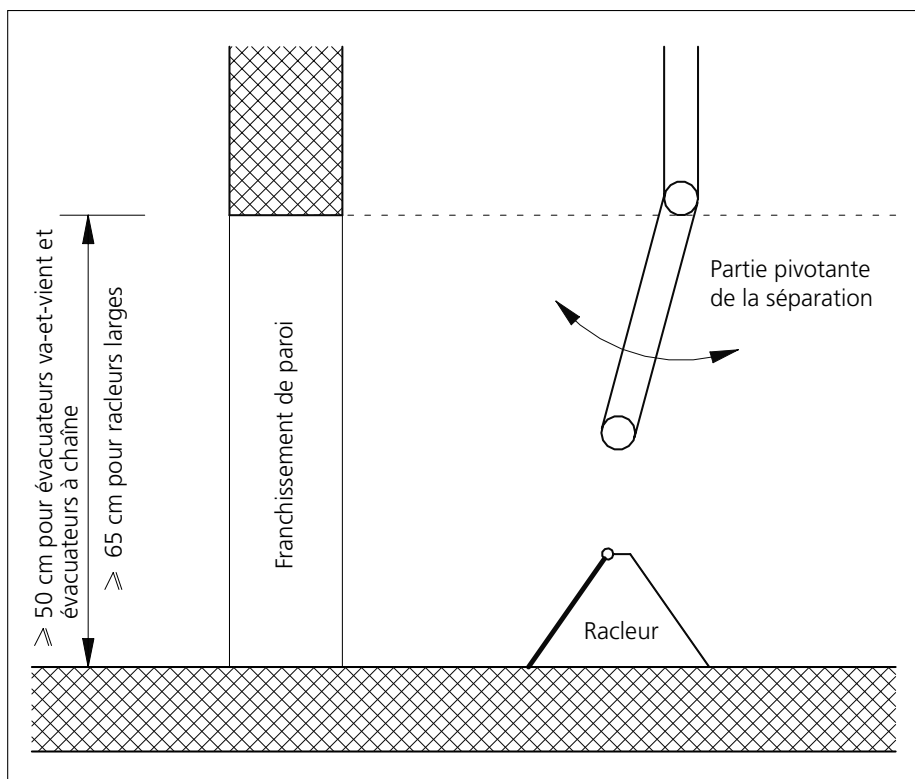


Fig. 19: Le respect des distances de sécurité au niveau des séparations et des franchissements de parois permet dans de nombreux cas de renoncer aux dispositifs d'arrêt automatiques.



Fig. 20: Dans les stabulations libres pour vaches mères et bétail à l'engrais, une distance de 65 cm entre la voie d'évacuation et la séparation est trop importante. Un élément de séparation pivotant empêche efficacement les animaux de passer.

de sécurité (SPAA, 1998). Il faut prévoir au moins 50 cm entre les pièces de l'installation et les éléments de construction fixes. Comme les dimensions exactes du racleur ne sont souvent pas encore disponibles pendant la construction du bâtiment, on a fixé une hauteur libre de 65 cm minimum pour les racleurs larges au niveau des franchissements de paroi (fig. 19). Les pas-

sages (p. ex. pour les barres d'évacuation) doivent mesurer au moins 50 x 50 cm. La pratique montre que les séparations de boîtes dans les étables de vaches laitières remplissent leur fonction, lorsque l'arrête inférieure est placée à 65 cm maximum au-dessus du sol. Pour les bovins à l'engrais et les vaches mères, les séparations devraient être placées plus bas. Un dispo-



Fig. 21: Les zones d'écrasement au niveau du franchissement des parois constituent une cause fréquente d'accidents. Lorsqu'elles sont montées correctement, les lisses de contact sont efficaces. Un profil de montage suffisamment grand empêche que les animaux ne causent des dommages.

sitif pivotant permet de renoncer à des techniques coûteuses pour assurer la sécurité du fonctionnement (fig. 20).

### Relevés de la force de traction sur les installations de racleurs larges

Pour éviter tout accident mettant en cause des personnes ou des animaux, certains fabricants réduisent au minimum les forces de traction du dispositif d'entraînement. Jusqu'à présent, on ne disposait d'aucune indication concrète concernant les forces de traction effectives des racleurs. C'est pourquoi la FAT, en collaboration avec le SPAA, a mesuré les forces de traction de huit installations fonctionnant dans différentes exploitations. Il s'agissait de racleurs rabattables et de racleurs combinés avec les dispositifs d'entraînement suivants: câble, vérin hydraulique, vis sans fin et moteur sur axe d'entraînement (robot d'évacuation). Les racleurs étudiés nettoyaient des surfaces comprises entre 30 et 110 m<sup>2</sup>. Les forces de traction se situaient, elles, entre 598 et 6102 N. Toutes les installations étudiées remplissaient les exigences en matière de force de traction.

### Réduction des forces de traction

Dans la pratique, de nombreuses installations avec racleurs larges fonctionnent avec des forces de traction élevées. Or, du point de vue de la sécurité de l'installation,



Fig. 22: La zone de transfert vers l'élevateur doit être facile d'accès. Les plates-formes surélevées par rapport à la fumière sont mieux adaptées que les cuvettes construites à grand frais.

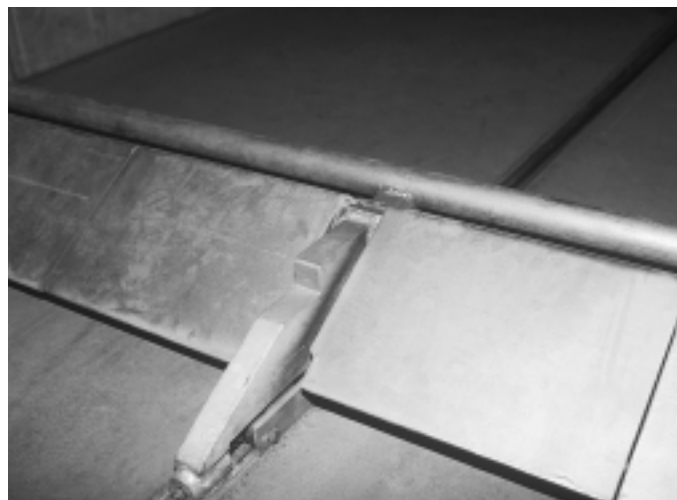


Fig. 23: Les éléments de l'installation d'évacuation en contact avec les animaux doivent être respectueux de ces derniers. Les pointes et les arrêtes des racleurs notamment doivent être arrondies.

de telles forces ne sont ni indiquées, ni nécessaires. En général, il suffit que les forces de traction soient comprises entre 10 (racleur léger, faibles quantités de fumier, fumier liquide) et 30 N/m<sup>2</sup> à évacuer (racleur lourd, fumier avec une forte proportion de paille, fumier glissant sur plan incliné).

### Interrupteurs de sécurité

Lorsque les zones à risque sont situées en aval, comme c'est le cas pour les voies rétrécies, les ouvertures dans les évacuateurs à pression ou les évacuateurs «taupe», ou encore les passages dans les canaux d'éva-



Fig. 24: Les rigoles de guidage des racleurs doivent être les plus étroites possibles. Dans les surfaces en béton, la rigole peut être découpée directement à la fraise.

cuation fermés, il est indispensable de prévoir des interrupteurs de sécurité. Il peut s'agir de lisses de sécurité, de barrière photoélectrique, d'arceau de sécurité ou de commande à action maintenue.

Les lisses de sécurité sont montées de plus en plus fréquemment au niveau du franchissement des parois, à proximité de l'aire de stationnement du racleur ou d'autres passages souterrains (fig. 21). Grâce à l'enquête, nous avons réuni des informations concrètes sur le fonctionnement des lisses de sécurité dans 23 installations différentes. Les agriculteurs ayant participé à l'enquête ont souligné la sécurité élevée, l'extrême sensibilité du dispositif ainsi que son fonctionnement irréprochable. Par contre, dans de nombreux cas, ils ont critiqué le manque de solidité mécanique des lisses de contact (souvent écrasées ou arrachées par les animaux).

Toutefois, pour assurer une longue durée de vie au dispositif, il est essentiel de définir correctement le lieu de montage. Le fabricant doit en outre prévoir une conception adéquate et utiliser un profil de montage approprié. Il est également possible de commander plusieurs lisses de sécurité en série sur différents sites.

Les arceaux de sécurité sont montés notamment au niveau des barres d'évacuation dans les systèmes va-et-vient et dans les évacuateurs à chaîne, à la sortie de l'étable. Ils ne jouent leur rôle que si la pression nécessaire à leur déclenchement est légèrement supérieure à la pression générée régulièrement par l'arrivée de paquets de paille. L'installation d'une bavette en caoutchouc devant l'arceau de sécurité protège et amortit les chocs.

### Commandes à action maintenue

Lorsque les racleurs à rampe et les traîneaux à fumier avancent rapidement, il est important de monter des commandes à action maintenue au lieu des interrupteurs marche/arrêt (l'installation fonctionne uniquement pendant que l'opérateur maintient le bouton). Mais, il est souvent impossible à l'utilisateur d'avoir une vue d'ensemble des zones à l'intérieur et à l'extérieur de l'étable depuis un seul poste d'observation. En outre, il est obligé, à cause de la vitesse de l'installation, d'interdire aux animaux l'accès des voies d'évacuation. Les vitesses élevées présentent un autre inconvénient: les éléments de guidage ou de changement de direction s'usent plus vite, ainsi que les câbles. Il est donc recommandé de vérifier s'il ne serait pas mieux de réduire considérablement les vitesses de ce type d'installation (c.-à-d. moins de 6 m par minute).

### Sécurité relative à la conception des zones d'évacuation et des grilles

La solution qui consiste à évacuer le fumier directement dans les canaux transversaux, les fosses à lisier ou à fumier est généralement la variante la plus simple et la plus efficace. Souvent, on craint, à juste titre, que des animaux ou des hommes puissent se faire happer par le racleur et être poussés dans ces zones. Pour empêcher de tels accidents, de nombreux utilisateurs renoncent aux avantages que pourrait leur apporter un système automatique. Ils sont cependant contraints d'utiliser des lisses de contacts ou des systèmes d'avance par

intermittence avant la zone à risque. Il est toutefois bien plus sûr de respecter les distances de sécurité au niveau du franchissement des parois et d'installer des grilles spéciales pour prévenir les chutes (cf. chapitre Séparation de la phase liquide et des éléments solides).

### Zones dangereuses au niveau de l'élevateur

La zone de transfert du fumier est celle qui est la plus dangereuse au niveau de l'élevateur. C'est pourquoi il est nécessaire de placer une barrière interdisant l'accès direct à cette zone. Il vaut la peine de mettre en place une clôture avec des barreaux verticaux afin que les enfants ne puissent l'escalader. Mais, il ne faut pas oublier, qu'il peut être nécessaire d'effectuer des travaux d'entretien. L'enquête a montré que des accidents peuvent se produire en nettoyant la cuvette de réception. Il est donc particulièrement important de prévoir un accès aisé à cette partie de l'installation (fig. 22).

### Risques présentés par les gaz

Les dégagements gazeux représentent un risque pour l'homme et l'animal, là où les fosses à lisier et les canaux ne présentent pas de fermeture hermétique empêchant le gaz de s'échapper dans l'étable et les locaux annexes. Les bavettes en caoutchouc ne constituent pas un système de fermeture fiable contre le gaz entre la fosse à lisier et l'étable (Kupper, 1983). Les mesures nécessaires de prévention des accidents doivent être prises en compte dès la planification (SPAA, 1995).

## Respect du bien-être des animaux

La plupart des installations d'évacuation fonctionnent là où se tiennent les animaux. Elles doivent donc être conçues de manière à ne causer aucune blessure et à être bien tolérées par les animaux. Les éléments de l'installation qui entrent en contact direct avec les animaux sont ceux qui présentent le plus de risques de blessures. Il s'agit donc surtout du racleur et des rails de guidage. Des accidents ayant blessé des animaux se sont produits dans 8% des installations – principalement avec



Fig. 25: Les racleurs de petites dimensions et dont la vitesse de progression est réduite sont préférables pour les animaux. Les racleurs pliants sont particulièrement bien acceptés par les animaux.

racleurs larges (fig. 18). Ce sont généralement les onglons et les pattes qui sont touchés. Les blessures les plus frappantes sont les coupures, mais on constate également des entorses, des fractures de l'os de l'onglon et d'autres blessures semblables. Il n'est pas possible de savoir à quel endroit ont eu lieu toutes les blessures. Toutefois, il est malgré tout possible et nécessaire d'améliorer certains éléments de l'installation.

### Eviter les éléments saillants, coupants et acérés au niveau du racleur

Les éléments du racleur avec lesquels les animaux peuvent entrer en contact, doivent être conçus en fonction (arrondir les arêtes, etc.) (fig. 23). Les volets relevés des racleurs larges constituent un danger particulier. Le fait de frotter sur les voies d'évacuation les rend aussi coupants que des couteaux et lorsqu'ils sont relevés, ils représentent un danger considérable pour les animaux. Le risque de blessure dépend également de la hauteur à laquelle ces volets sont relevés, mesurée à partir de la

surface de la voie d'évacuation jusqu'à l'arête acérée du volet. Cette distance varie énormément suivant les fabricants. Si l'on considère la hauteur des onglons d'une vache adulte, la hauteur maximale ne devrait pas dépasser 5,5 cm. Sauf dans le cas de racleurs fonctionnant en tandem, des volets relevés à 5,5 cm du sol devraient suffire dans la plupart des cas.

### Conception des rigoles de guidage

La rigole de guidage doit être conçue de manière à éviter si possible de causer des blessures aux onglons. En ce qui concerne les caillebotis autorisés pour les bovins (OVF 1998), la dimension maximale est de 3,5 cm. Lorsque les installations sont placées dans des porcheries, cette dimension doit être réduite à 2 cm environ. Toutefois, lorsque les revêtements sont constitués d'asphalte coulé ou de matériaux semblables, il est très difficile d'installer des profils métalliques si petits. En revanche, si la surface est en béton, il est possible de creuser d'étroites rigoles de guidage dans

le sol en fraisant (fig. 24). Les rails de guidage montés au dessus du sol doivent être bien visibles. Il est recommandé d'éviter les ergots d'entraînement sur les rails de guidage des racleurs hydrauliques.

**Pas de panique face au racleur!?**

Tandis qu'en stabulation entravée, les bêtes s'habituent rapidement au système d'évacuation avec systèmes va-et-vient ou chaîne, dans les installations à racleurs larges, les différences sont plus importantes d'une exploitation à l'autre. Comment savoir si un racleur sera bien accepté ou pas par les animaux? Cela dépend essentiellement de sa vitesse, de la fréquence des évacuations, de ses dimensions ainsi que des possibilités de fuite pour les animaux.

Les observations d'animaux montrent que les installations qui travaillent à une vitesse réduite sont mieux acceptées. C'est le cas notamment lorsque les animaux doivent s'habituer à une étable et à ses équipements. Qu'il s'agisse des racleurs larges ou des systèmes va-et-vient, nous avons relevé des différences importantes en ce qui concerne la vitesse de fonctionnement. Le temps économisé grâce à une vitesse de travail supérieure se traduit par de



Fig. 26: Les porcs s'habituent rapidement aux racleurs larges. Les racleurs pliants de faible hauteur sont ceux qui conviennent le mieux.



Fig. 27: Les travaux de prénettoyage comprennent le temps passé à évacuer le fumier des aires de repos pour le mettre dans la voie d'évacuation et le temps passé à évacuer le fumier des zones de passage dans les stabulations libres.

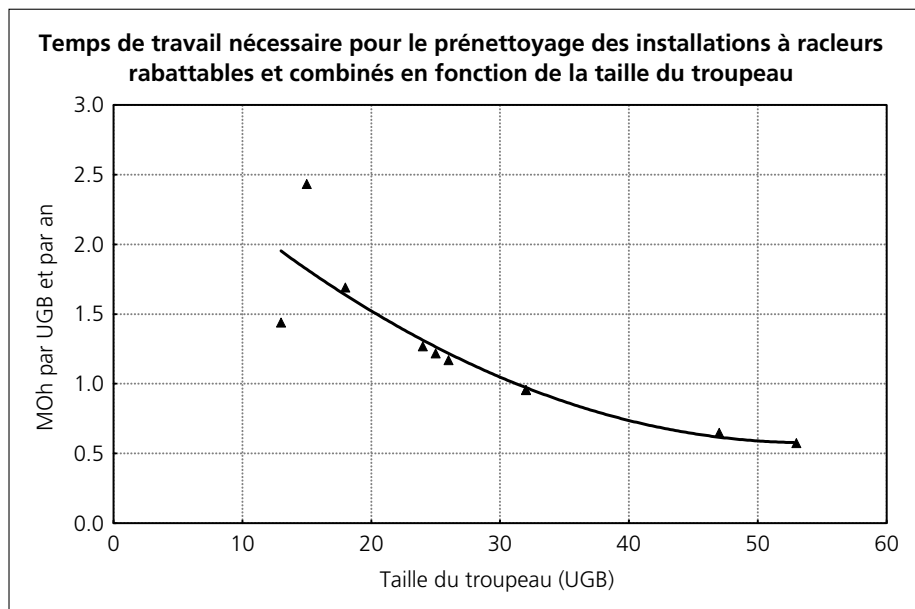


Fig. 28: Avec les racleurs larges, le temps de travail manuel pour le prénettoyage s'élève environ à 1 MOh par an, pour un troupeau de 30 UGB.

nombreux désavantages: les animaux sont plus nerveux, le risque de blessures est important, l'installation s'use plus rapidement et le nettoyage est moins efficace. C'est pourquoi il est recommandé de respecter des vitesses d'avancement de 4m/min environ, dans la zone où évolue les animaux. Cette valeur est valable également pour la vitesse de fonctionnement des vérins dans les installations hydrauliques. Des vitesses plus élevées supposent que les animaux sont parqués à l'écart pendant toute la durée du processus d'évacuation.

L'augmentation de la vitesse du racleur

exige de séparer les animaux pendant l'évacuation. Lorsque les animaux entrent pour la première fois dans l'étable, ou lorsqu'un nouveau racleur a été installé, il est recommandé de le mettre en présence des animaux pendant quelques jours.

**Dimensions du racleur**

Les animaux acceptent mieux les racleurs étroits que les constructions larges et/ou élevées. Les racleurs rabattables et combinés mesurent en moyenne 24 cm de large et 20 cm de haut. Les racleurs pliants me-

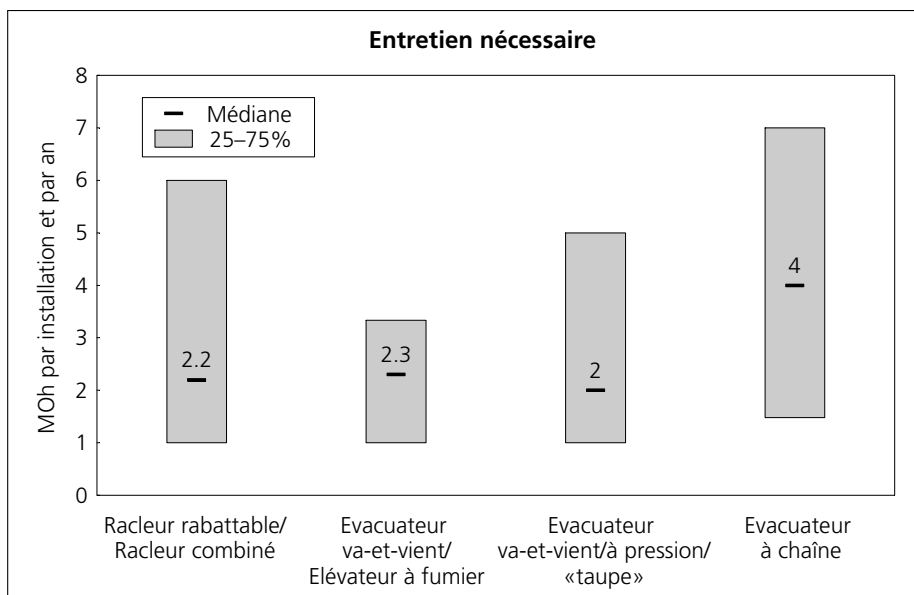


Fig. 29: Les agriculteurs ne passent pas le même temps, sur le même type d'installations. Le besoin de maintenance est réduit, avec 2 à 4 MOh par an.

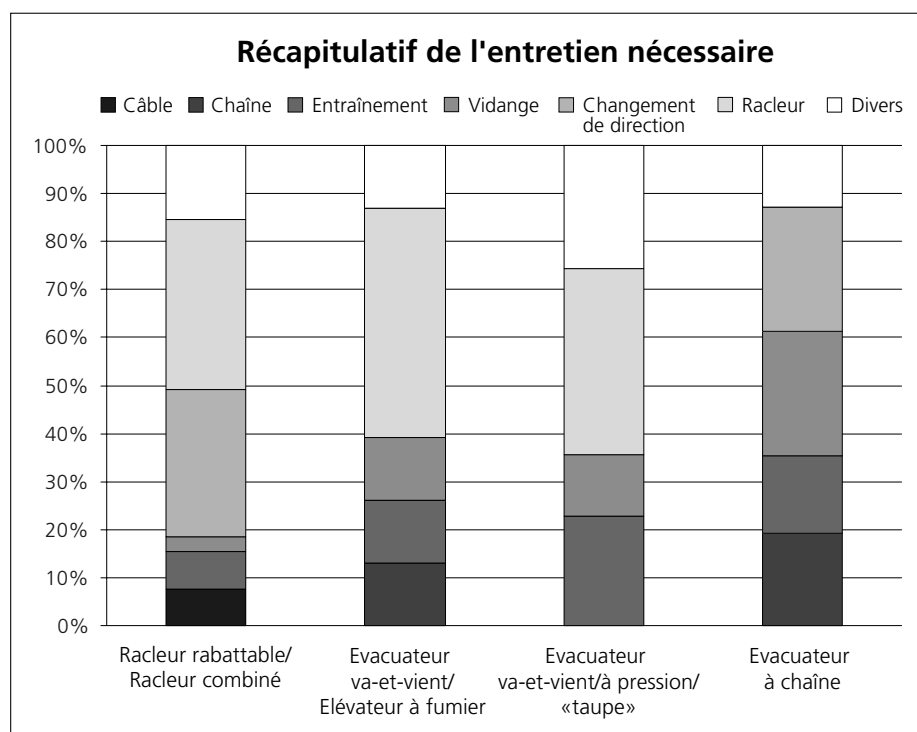


Fig. 30: Les principaux travaux d'entretien concernent les racleurs, les systèmes d'entraînement et les changements de direction.

surent quant à eux 7,4 cm de large et 10 cm de haut. Les observations d'animaux sur l'axe d'affouragement ou dans l'aire de repos ont montré qu'à ce niveau, le racleur pliant était nettement supérieur aux autres types de racleurs larges. Si le racleur pliant est bien accepté, cela tient aussi au fait que quand il recule, il est plié et constitue un obstacle encore plus réduit pour les animaux (fig. 25). Dans notre étude, le système qui présente

les plus grandes dimensions, c'est le robot d'évacuation. Bien que les animaux montent également sur cet obstacle lorsqu'il avance à vitesse réduite, il est très risqué d'utiliser régulièrement ce système sans surveillance sur l'axe d'affouragement à cause des blessures qu'il peut occasionner. Dans l'aire d'affouragement, il est particulièrement important d'évacuer le fumier en respectant le bien-être des animaux, car lorsque le fourrage est disponible en

permanence, il y a toujours quelques bêtes qui y séjournent. Pour des raisons liées à l'exploitation, il est peu commode et peu souhaitable de parquer les animaux à l'écart. Pendant le procédé d'évacuation, les animaux ne doivent en aucun cas être attachés au cornadis.

### Situation particulière des porcs

Dans l'élevage de porcs, rares étaient jusqu'à présent les installations d'évacuation montées dans la zone où évoluent les animaux. En général, les installations sont fixes et sont placées dans des canaux souterrains. Dans la mesure où les exigences précédemment mentionnées sont respectées, les évacuateurs va-et-vient et les racleurs larges sont également très performants. Il est important de veiller à ce que les matériaux résistent bien à la corrosion et à ce que le racleur soit suffisamment lourd (éviter la formation d'une pellicule gluante).

Les expériences réunies avec les installations d'évacuation dans la zone où évolue les animaux se limitent à peu d'exploitations (fig. 26). Voici quelques exigences spécifiques que l'on peut déduire des observations:

- Le secteur d'utilisation est limité aux truies tarées, aux porcs d'avancement et de finition.
- Les racleurs ne devraient pas dépasser 10 cm de haut. Les racleurs pliants sont ceux qui conviennent le mieux.
- Prévoir une rigole de guidage de 2 cm de large au max. ou la placer au-dessus du couloir.
- Placer l'aire d'affouragement en dehors de la zone d'évacuation en cas d'affouragement par rations.
- Fermer les séparations pendulaires (p. ex avec des plaques Argolit).
- Toujours placer les lisses de contact en caoutchouc à l'extérieur de la zone dans laquelle évoluent les animaux.

### Organisation du travail et gestion de l'exploitation

Avant de se décider pour une installation d'évacuation fixe, il est bon de comparer avec d'autres procédés. Faut-il évacuer le fumier manuellement avec un dispositif mobile (chargeur, motofaucheuse) ou

Tab. 3: Investissements par installation et par UGB

Troupeau			Mode d'évacuation du fumier			
			Racleur large	Evacuateur va-et-vient avec élévateur à fumier	Evacuateur va-et-vient/ à pression ou «taupe»	Evacuateur à chaîne
20 UGB	total	Fr.	14 400	18 500	19 600	17 500
	par UGB	Fr.	720	925	980	875
30 UGB	total	Fr.	18 800	18 600	22 700	19 800
	par UGB	Fr.	627	620	757	660
40 UGB	total	Fr.	19 400	23 000	24 800	
	par UGB	Fr.	485	575	620	
50 UGB	total	Fr.	20 800	27 500		
	par UGB	Fr.	416			

Tab. 4: Coûts annuels des installations au total et par UGB

Troupeau			Mode d'évacuation du fumier			
			Racleur large	Evacuateur va-et-vient avec élévateur à fumier	Evacuateur va-et-vient/ à pression ou «taupe»	Evacuateur à chaîne
20 UGB	total	Fr.	1 409	1 825	1 945	1 731
	par UGB	Fr.	70	91	97	87
30 UGB	total	Fr.	1 839	1 836	2 251	1 952
	par UGB	Fr.	61	61	75	65
40 UGB	total	Fr.	1 898	2 273	2 463	
	par UGB	Fr.	47	57	62	
50 UGB	total	Fr.	2 035	2 719		
	par UGB	Fr.	41	54		

avec un dispositif fixe? Pour comparer avec les procédés d'évacuation mobiles, nous vous renvoyons au rapport FAT n° 497 «Nettoyage des aires d'exercice en dur». Les relevés que nous avons effectués en ce qui concerne l'organisation du travail portent sur le prénettoyage, le nettoyage proprement dit et les travaux post-nettoyage, ainsi que les activités annexes et les travaux d'entretien. Les travaux de pré- et de post-nettoyage comprennent uniquement les travaux qui sont directement liés aux opérations d'évacuation avec l'installation. Il s'agit par exemple de ramasser le fumier dans les logettes pour le disposer sur les voies d'évacuation (fig. 27), de pousser les séparations dans les stabulations libres ou de nettoyer les grilles après coup. Les temps indiqués ont été fournis par les agriculteurs et se réfèrent généralement à une opération d'évacuation ayant eu lieu le matin. Dans une stabulation libre pour 30 UGB, équipée de racleur rabattable ou combiné, le prénettoyage représente environ 1 MOh par UGB (fig. 28). Seules quelques exploitations procèdent à un post-nettoyage.

**Evacuer le fumier tout en entretenant l'aire de repos**

La durée du nettoyage dépend de la vitesse du racleur et de la longueur des voies à évacuer. Pour une voie d'évacuation de 30 mètres de long et un racleur avançant de 4m/min, il faut compter 15 minutes. Les installations hydrauliques qui avancent par intermittence ont besoin de nettement plus de temps que les installations mécaniques qui, elles, fonctionnent en continu. Pratiquement tous les agriculteurs se livrent à d'autres activités pendant que l'installation d'évacuation effectue le nettoyage. Généralement, ils entretiennent les aires de repos ou procèdent à la traite. Pendant qu'il entretient l'aire de repos, l'opérateur se trouve dans la zone de travail de l'installation d'évacuation et peut donc surveiller son fonctionnement. En outre, il exploite ainsi le temps dont il dispose.

**Installations faciles d'entretien**

Au cours de notre enquête, nous avons relevé le temps nécessaire pour les travaux d'entretien régulier et l'avons converti en heures de main-d'œuvre par an (fig. 29). Nous avons enregistré séparément les travaux concernant les câbles, les chaînes, le dispositif d'entraînement, la vidange, les changements de direction et les racleurs. Pour l'ensemble des travaux d'entretien, il

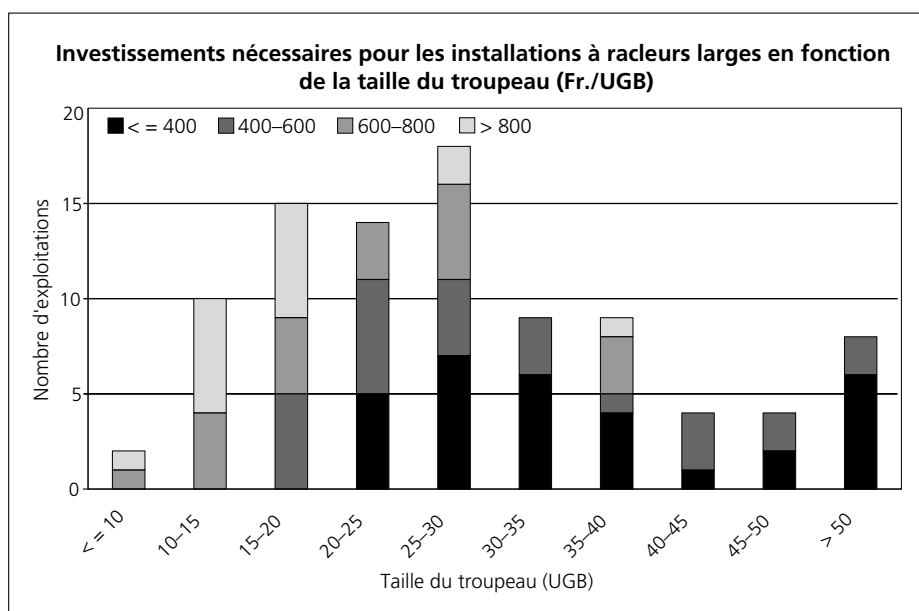


Fig. 31: Les investissements peuvent varier considérablement pour des troupeaux de même taille. Plus la taille du troupeau augmente, plus les investissements par UGB diminuent rapidement.



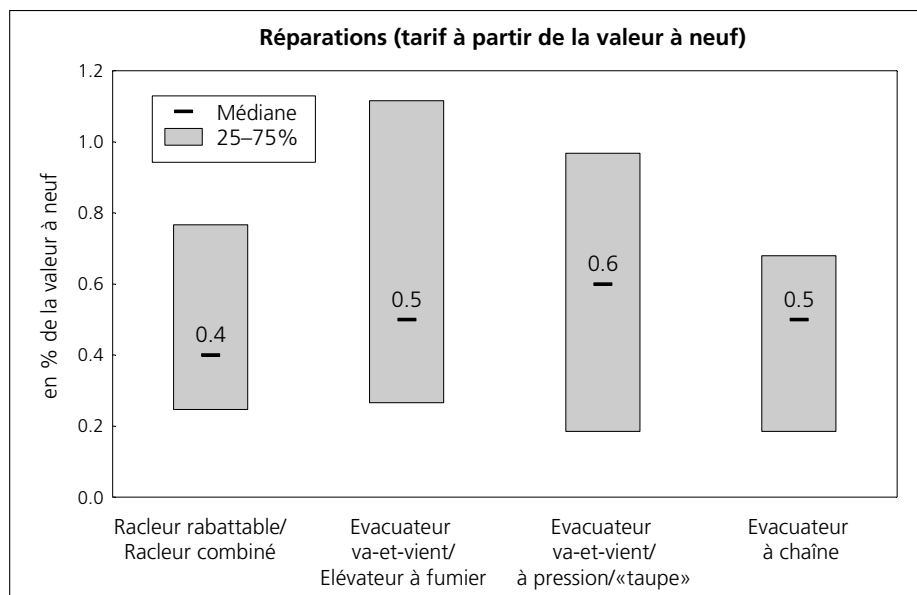


Fig. 32: Dans les installations d'évacuation, les frais de réparation sont réduits par rapport à la valeur à neuf. Les différences d'une exploitation à l'autre restent néanmoins importantes.

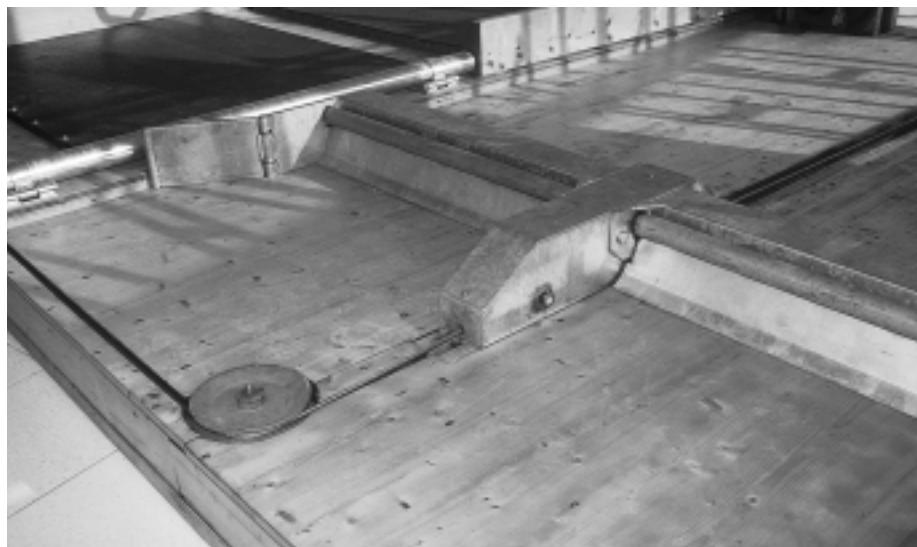


Fig. 33: La disposition correcte des dispositifs d'entraînement et des changements de direction ainsi que l'utilisation du bon type de câble sont déterminantes pour les questions d'usure.

faut compter entre 2 et 4 MOh par an. La figure 30 montre sur quoi portent ces travaux. Les racleurs, les dispositifs d'entraînement et les changements de direction sont les pièces qui demandent le plus de maintenance. Les racleurs rabattables et les évacuateurs à chaîne exigent notamment un entretien régulier pour fonctionner de manière fiable.

### Investissement nécessaire

L'investissement nécessaire pour une installation d'évacuation dépend largement des évidements, des travaux d'armature et des raccordements électriques à effectuer. Les coûts de l'installation proprement dite

sans frais de construction, ni raccordements électriques sont présentés au tableau 3 en fonction de la taille du troupeau. On constate que les investissements nécessaires par UGB diminuent considérablement plus le troupeau est important (fig. 31). Pour les racleurs larges, les coûts sont de l'ordre de Fr. 720.-/UGB pour 20 UGB et de Fr. 416.-/UGB pour 50 UGB (tab. 3). Les travaux de maçonnerie pour les évacuateurs à pression et «taupe» peuvent rehausser massivement l'investissement nécessaire.

Les raccordements électriques ont coûté en moyenne Fr. 1390.-. Les installations avec plusieurs dispositifs d'entraînement revenaient évidemment plus cher.



Fig. 34: Les surfaces en béton de plus en plus nombreuses et l'évacuation de plus en plus fréquente du fumier remettent l'emploi d'une couche d'usure au goût du jour pour les racleurs rabattables et combinés.



Fig. 35: Avec le robot d'évacuation, les évidements pour les dispositifs d'entraînement ne sont plus nécessaires, ni les changements de direction. C'est pourquoi ce système est d'un emploi particulièrement souple. Ses grandes dimensions impliquent des vitesses de progression très réduites, pour ne pas créer de risques de blessures supplémentaires.

Les installations d'évacuation stationnaires présentent de faibles coûts d'électricité. Deux racleurs larges avec entraînement par câble dans une stabulation libre à loggettes pour 40 UGB consomment environ 440 kWh par an (quatre opérations d'évacuation par jour). Cela correspond, selon les tarifs actuels, à un coût d'électricité d'environ Fr. 85.-.

### Des frais de réparation plus réduits sont possibles

Contrairement à des études ultérieures, notre enquête a montré que dans la plupart des cas, les frais de réparation étaient peu significatifs. Par rapport à la valeur à

neuf de l'installation, le coût des réparations représentait seulement 0,4 à 0,6% (fig. 32), ce qui correspond à peine à 10% du total des frais annuels. L'analyse des coûts de réparation montre à quel point le choix des matériaux, le montage et l'entretien dans les règles de l'art sont importants. Pour les installations hydrauliques, cela signifie que les conduites d'huile doivent être protégées, qu'elles doivent résister à la corrosion et que l'huile recommandée par le fabricant des vérins doit être utilisée. En ce qui concerne l'usure des câbles, les différences entre les installations sont considérables. Le respect des recommandations du fabricant de câble augmentent considérablement leur durée de vie (fig. 33). Pour les installations d'évacuation, il est recommandé de respecter la qualité de câble suivante: V4A avec cœur en acier selon la norme DIN 1.4401. Les poulies de renvoi devraient avoir un diamètre 25 fois supérieur à celui du câble.

## Coûts annuels des installations (tab. 4)

Les coûts annuels sont déterminés par la durée d'amortissement prévue et par les intérêts. D'après les agriculteurs interrogés, il faut compter une durée d'amortissement de 15 ans. Dans les cas particuliers, cette durée varie bien entendu. Si l'on part du principe que la durée d'amortissement est de 15 ans et que les taux d'intérêt sont de 4,25%, en tenant compte des assurances et des réparations, les coûts annuels sont compris entre Fr. 61.– et Fr. 75.–/UGB pour un troupeau de 30 UGB suivant le type d'installations (tab. 4). Si l'on compare ces montants avec les bénéfices journaliers, on constate, que dans la plupart des cas, il est rentable d'investir dans une installation d'évacuation stationnaire.

## Nouveautés

### Robot d'évacuation

La construction du robot d'évacuation est basée sur le racleur combiné. Les éléments d'entraînement et de commande sont placés au centre, ce qui veut dire que les dimensions, tout au moins à ce niveau, sont plus importantes que pour les racleurs hydrauliques ou les dispositifs à entraînement par câble (fig. 35). Pour que les ani-

maux acceptent bien l'installation, il est nécessaire que la vitesse d'avancement soit inférieure à quatre mètres par minute. L'utilisation d'un robot d'évacuation offre aujourd'hui la possibilité de programmer individuellement les périodes et les itinéraires d'évacuation, la vitesse d'avancement ainsi que la réaction du système lorsqu'il rencontre des obstacles. Les forces de traction peuvent également être présélectionnées suivant le fournisseur.

Pour que la force de traction soit constante, les robots d'évacuation ont besoin d'une surface régulière offrant suffisamment d'adhérence. Les roues d'entraînement sont généralement prévues pour les sols en béton ou en asphalte coulé. C'est pourquoi les robots d'évacuation atteignent rapidement leurs limites dans les étables non isolées et dans les aires d'exercice extérieures, exposées à la neige et au gel.

Les roues d'entraînement et le moteur étant placés directement sur l'essieu, le robot nécessite une puissance réduite. Comme le robot est en général parké dans une zone souillée, il est préférable de le charger par induction sans contacts électriques.

Pour les transformations d'étables et pour les étables qui ne disposent que d'une seule voie d'évacuation, le robot présente un avantage par rapport aux systèmes traditionnels: il n'y a pas besoin d'effectuer d'évidements pour le système d'entraînement, ni de changements de direction.

### Racleur automatique

Contrairement au robot d'évacuation, le racleur automatique est alimenté en électricité par un câble enrouleur fixé au plafond de l'étable. Le racleur s'adapte à la voie d'évacuation comme un racleur rabattable et peut également être équipé d'un système de vaporisation d'eau supplémentaire. Les intervalles entre les opérations d'évacuation peuvent être réglés à l'aide d'une minuterie. Ce type d'installation a été développé notamment pour réduire les émissions d'ammoniac. Pour commander le système, il serait également possible d'installer une conduite électrique sur rail ou de transformer le dispositif en robot d'évacuation (fonctionnement sur batteries, station de recharge).

### Commandes électroniques

Les nouveaux systèmes de commande électroniques pour les installations à en-

traînement par câble offrent un avantage: elles mesurent la puissance absorbée en continu et garantissent ainsi la force de traction nécessaire sur toute la voie d'évacuation. Les obstacles éventuels peuvent donc stopper l'installation dans n'importe quelle position, ce qui accroît considérablement la sécurité du dispositif. Comme pour le robot d'évacuation, il est également possible de programmer les itinéraires et les périodes d'évacuation.

## Bibliographie

- Beef Housing and Equipment Handbook, 1987. MidWest Plan Service, Iowa USA.
- Beltrami R., Zähner M., Keck M., 1999. Erfahrungen mit Minimalställen für Milchkühe. Weiterbildungskurs für Baufachleute 25./26.11.99
- Bickert W.G., Bodman G.R., Holmes B.J., Kammel D.W., Zulovich J.M. und Stowell, R., 1997. Dairy Freestall Housing and Equipment. MidWest Plan Service, Iowa USA. S. 30–31 und 127–128.
- BUL, 1995. Merkblatt 95052.d, Gasverfahren in der Landwirtschaft. 16 S.
- BUL, 1998. Dokumentation Sicherheitsanforderungen an mechanischen Entmistungsanlagen. 7 S.
- BVET, 1998. Richtlinie 800.106.02(3), Tierschutz, Richtlinien für die Haltung von Rindvieh. S. 12–13.
- Herrmann H.-J., 1997. Einfluss unterschiedlicher Bodenausführung von Laufflächen auf das Verhalten und die Klauengesundheit von Kühen. Bericht Nr. 65 der Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Bauwesen Hessen e.V., 105 S.
- Jakob P., 1988. Entmistungsanlagen. FAT-Bericht Nr. 344, 7 S.
- Karrer M., Nitsche R., 1997. Erfahrungen mit Aussenklimaställen für Milchvieh, FAT-Schriftenreihe Nr. 45, S. 170.
- Kaufmann R., Keck M. und Hauser R., 1997. Gestaltungshinweise für den Boxenlaufstall. FAT-Bericht Nr. 508, 16 S.
- Kaufmann R., Keck M. und Wettstein H.R., 1997. Reinigung befestigter Laufhöfe. FAT-Bericht Nr. 497, 16 S.
- Nydegger F., Schick M., Ammann H. und Schlatter M., 1997. Boxeneinstreu: Nur so kurz wie nötig! FAT-Bericht Nr. 509, 12 S.
- Oechsner H., 1993. Entmistungsverfahren in Rindviehställen. ALB-Fachtagung 4./5. März 1993. Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und ländliches Bauwesen Baden-Württemberg e.V., S. 13–31.
- Richter, Th., 1997. Bauausführung dauerhafter planbefestigter Stallfussböden. Bauberatung Zement. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V., 4 S.
- Sekul, W., 1999. Prophylaxe infektiöser Klauenerkrankungen, Landinfo 1/99, ISSN 0947-9392. S. 31.
- Wandel H., 1999. Laufflächen für Milchvieh – Anforderung, Auswahl, Erneuerung. ALB-Fachtagung 18./19. März 1999 Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Stuttgart-Hohenheim. Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und ländliches Bauwesen Baden-Württemberg e.V., S. 105–121.

Des demandes concernant les sujets traités ainsi que d'autres questions de technique et de prévention agricoles doivent être adressées aux conseillers cantonaux en machinisme agricole indiqués ci-dessous. Les publications peuvent être obtenues directement à la FAT (CH-8356 Tänikon). Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90,  
E-Mail: [info@fat.admin.ch](mailto:info@fat.admin.ch), Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat>

**BE** Furer Willy, Ecole d'Agriculture, 2732 Loveresse Tél. 032 481 42 71

**FR** Berset Roger, Institut agricole, 1725 Grangeneuve Tél. 026 305 58 49

**GE** AGCETA, 15, rue des Sablières, 1217 Meyrin Tél. 022 341 35 40

**JU** Knobel Beat, Institut agricole, 2852 Courtemelon Tel. 032 420 74 39

**NE** Bendel Etienne, SNVA, 2053 Cernier Tél. 032 854 05 30

**TI** Müller Antonio, Office de l'Agriculture, 6501 Bellinzona Tél. 091 814 35 53

**VD** Patrick Munier, Ecole d'Agriculture, Marcelin, 1110 Morges Tél. 021 801 14 51

Hofer Walter, Ecole d'Agriculture, Grange-Verney, 1510 Moudon Tél. 021 995 34 57

**VS** Roduit Raymond, Ecole d'Agriculture, Châteauneuf, 1950 Sion Tél. 027 606 77 70

**SRVA** Mouchet Pierre-Alain, CP 128, 1000 Lausanne 6 Tél. 021 619 44 61

**SPAA** Grange-Verney, 1510 Moudon Tél. 021 995 34 28

Les «Rapports FAT» paraissent environ 20 fois par an. Abonnement annuel: Fr. 50.–. Commandes d'abonnements et de numéros particuliers: FAT, CH-8356 Tänikon. Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90.

E-Mail: [info@fat.admin.ch](mailto:info@fat.admin.ch) – Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat>

Les Rapports FAT sont également disponibles en allemand (FAT-Berichte).– ISSN 1018-502X.