

Comparaison entre rampe d'épandage à tuyaux souples et distributeur de lisier traditionnel

Bénéficier des avantages de la rampe d'épandage à tuyaux souples engendre des coûts plus élevés

Mars 2011



Auteurs

Joachim Sauter, Christoph Moriz,
Sören Honegger, Thomas Anken,
Gregor Albisser, ART
joachim.sauter@art.admin.ch

Au moment de passer du distributeur à la rampe d'épandage à tuyaux souples, il vaut la peine d'étudier les questions de management (photo: Joachim Sauter, ART).

Impressum

Edition:
Station de recherche Agroscope
Reckenholz-Tänikon ART,
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen,
Traduction: ART

Les Rapports ART paraissent
environ 20 fois par an.
Abonnement annuel: Fr. 60.–.
Commandes d'abonnements
et de numéros particuliers: ART,
Bibliothèque, 8356 Ettenhausen
T +41 (0)52 368 31 31
F +41 (0)52 365 11 90
doku@art.admin.ch
Downloads: www.agroscope.ch

Par rapport aux distributeurs de lisier traditionnels, les rampes d'épandage à tuyaux souples permettent une distribution plus précise et réduisent efficacement les émissions d'ammoniac grâce au dépôt du lisier en bandes. Cette technique précise et écologique présente néanmoins certains inconvénients. La construction plus complexe de la rampe d'épandage à tuyaux souples par rapport à celle du distributeur se traduit par un poids plus élevé, des coûts plus importants et par une charge de travail supérieure en cas de bourrages. Une enquête montre que les agriculteurs sont satisfaits de cette technique. Le principal problème tient aux bourrages, qui

sont cependant moins fréquents sur les modèles les plus récents. En outre, les agriculteurs doivent veiller à ce qu'aucun corps étranger comme du film d'enrubannage, des morceaux de bois, des marques auriculaires, etc. ne tombent dans la fosse à lisier car ce sont souvent ces éléments qui causent les bourrages. Les séparateurs de corps étrangers sont des solutions bienvenues. Les calculs économiques montrent que lorsque le taux d'utilisation de la machine est bon, les coûts supplémentaires peuvent être amortis. Pour le temps de travail, les différents systèmes se distinguent peu, car la part de temps de transport dépasse celle du temps d'épandage.

ISSN 1661-7576



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de
l'économie DFE
Station de recherche
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Problématique

Les avantages des rampes d'épandage à tuyaux souples sont indiscutables : réduction des émissions d'ammoniac et distribution régulière du lisier. Certains inconvénients comme les bourrages, le poids élevé et les coûts importants donnent cependant matière à discussion. Que pensent les agriculteurs de ces inconvénients et à partir de quand deviennent-ils des problèmes rédhibitoires? C'est ce que la station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART a voulu savoir en réalisant une grande enquête dans le canton de Thurgovie et un sondage spécial supplémentaire sur les rampes d'épandage par tuyaux. Des relevés et des calculs approfondis permettent de répondre aux questions de rentabilité de temps de travail nécessaire et de puissance de traction requise par l'emploi de rampes d'épandage à tuyaux souples par rapport aux distributeurs traditionnels (p. ex. déflecteurs). Etant donné le manque de données disponibles, le présent rapport n'abordera pas de manière approfondie les rendements de la production végétale, ni le problème de souillure du fourrage due aux «bouchons de paille».

Caractéristiques techniques

Les rampes d'épandage à tuyaux souples permettent une distribution régulière

Des études sur la précision de répartition montrent que les rampes d'épandage à tuyaux souples distribuent le lisier de manière très précise perpendiculairement à l'avancement du tracteur, tandis que les distributeurs traditionnels sont moins précis (Frick 1999; Sauter et al. 2004). Les rampes d'épandage à tuyaux souples peuvent être utilisées avec une déclivité de 35 % (Sauter et al. 2004), ce qui leur ouvre de larges possibilités d'utilisation dans les régions de collines également.

Les rampes d'épandage à tuyaux souples se divisent en deux groupes: les rampes ventilées (figure 1) et les rampes non ventilées (figure 2). Avec les systèmes ventilés (par exemple Hochdorfer, Harso et Vogelsang) le lisier s'écoule des tuyaux dès qu'il a quitté la tête de distribution sous l'effet de la force de gravité. Dans les systèmes non ventilés (par exemple Fankhauser et Schweizer), le lisier est pressé dans les tuyaux. La précision d'épandage



Fig. 1: La tête de distribution ventilée doit toujours se situer au point le plus élevé pour que le lisier puisse s'écouler dans les tuyaux (photo: Joachim Sauter, ART).

des rampes ventilées est légèrement supérieure à celle des rampes non ventilées. L'inconvénient des rampes ventilées, c'est que la tête de distribution doit se trouver sur le point le plus élevé de la machine, pour que le lisier puisse s'écouler dans les tuyaux. Cette caractéristique peut devenir problématique sur les terrains très pentus. C'est pourquoi les fabricants proposent des systèmes de compensation de niveau, qui peuvent incliner la rampe vers le coteau en cas de forte déclivité. La déclivité n'a pas d'influence sur le travail des rampes non ventilées, d'où un montage avec un centre de gravité bas. La rampe est en général entraînée directement par la prise de force et non par des moteurs hydrauliques, ce qui permet de l'atteler à de petits tracteurs plus anciens, qui n'ont pas une puissance hydraulique élevée. Le tableau 1 fournit la liste des distributeurs de rampes d'épandage à tuyaux souples pour montage sur citerne ou pour les installations de purinage par tuyaux.

Différences de poids et force de traction requise

Quelle est la force de traction supplémentaire requise par le poids d'une rampe d'épandage à tuyaux souples? Il est facile de le calculer puisque la puissance de traction dépend de manière linéaire de la masse du véhicule, de sa vitesse, de la déclivité et du coefficient de résistance au roulement. Deux exemples ont été calculés dans la figure 3 selon les indications de Rinaldi (2003). Dans ces exemples, la rampe d'épandage à tuyaux souples augmente le poids total de la machine de 10 %. La force de traction supplémentaire requise augmente dans les mêmes proportions. Concrètement, cela signifie qu'une rampe d'épandage à tuyaux souples d'un poids supplémentaire d'une tonne dans une prairie avec une citerne de 8 m³ et une vitesse de 6 km/h a besoin d'une puissance supplémentaire de 1,3 kW. Sur une route goudronnée plane, il faut compter 3,0 kW de puissance de traction supplémentaire à 40 km/h.

A une vitesse de 6 km/h, la circulation sur une prairie d'une déclivité de 10 % nécessite 3,0 kW de puissance de traction supplémentaire. Les différences se creusent sur route étant donné les vitesses plus élevées. Avec une vitesse de 15 km/h et une déclivité de 10 %, il faut compter environ 5,0 kW de puissance supplémentaire.



Fig. 2: Sur les systèmes non ventilés, la tête de distribution peut être installée plus bas (photo: Joachim Sauter, ART).

Tab. 1: Fabricants et importateurs de rampes d'épandage à tuyaux souples (liste non exhaustive).

Adresse	Tête de distribution	Attelage d'une citerne	Tuyaux	Systèmes combinés
Hadorn's Gülletechnik AG Lindenholz 4935 Leimiswil	Vogelsang	X	X	
Hochdorfer Technik AG Siegwartstrasse 8 6403 Küssnacht a. R.	Hochdorfer	X	X	X
H.U. Kohli AG An der Reuss 3 6038 Gisikon	Vogelsang	X	X	X
Maschinenfabrik Malters Fankhauser Luzernstrasse 36 6102 Malters	Fankhauser Perfekt	X	X	X
Schweizer AG 9536 Schwarzenbach	Schweizer ou Harso	X	X	
A. Wälchli Bahnhofstrasse 14 4805 Brittnau	RAB	X	X	X
Landtechnik Zollikofen Eichenweg 39 3052 Zollikofen	Schneckenverteiler Garant, Fliegl	X		

Calculs d'organisation du travail

Sur la base des modèles de données ART en matière d'organisation du travail, une comparaison de la gestion du travail a été établie entre la rampe d'épandage à tuyaux souples et le distributeur traditionnel. Les calculs portent sur une parcelle de 2 ha, une citerne de 8 m³, un volume d'épandage de 30 m³/ha et une largeur de travail de 12 m.

Du point de vue de l'organisation du travail, ces deux procédés se distinguent peu pour les temps de préparation (0,14 MOh/ha), les temps de pannes (0,07 MOh/ha) et les temps d'épandage (0,02 MOh/ha), ainsi, pour une même distance ferme-champ, le procédé «Déflecteur» nécessite

environ 0,23 MOh/ha, resp. 14 minutes de main-d'œuvre/ha en moins par hectare que l'épandage avec une rampe à tuyaux souples.

Exprimées en pourcentages, ces différences diminuent plus la distance entre la ferme et le champ augmente. Avec une distance de 1000 m par exemple, le temps de travail nécessaire augmente de 15 %. Avec une distance de 5000 m, l'augmentation n'est plus que de 7 %. Ici, le transport, qui dépend du système de distribution, représente 75 % du temps de travail total (figure 4). Cela explique que l'épandage du lisier est en premier lieu une activité de transport, sauf pour les surfaces qui sont proches de l'exploitation. Dans le contexte des rampes d'épandage à tuyaux, cela signifie que la majeure partie du temps, ces machines onéreuses sont «promenées» sur les routes, tan-

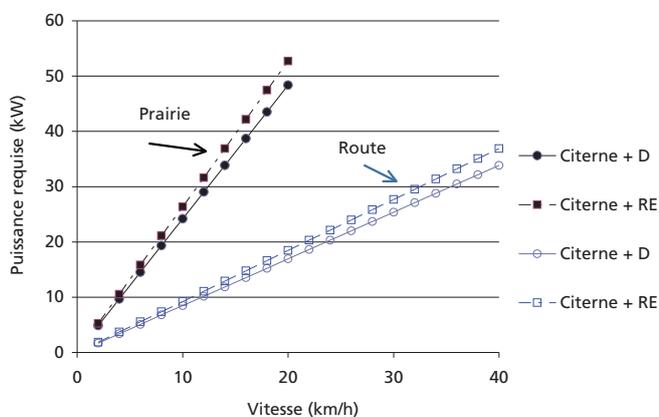


Fig. 3: Puissance de traction requise pour tracter une citerne avec distributeur (D), 11,1 t, et une citerne avec rampe d'épandage à tuyaux souples (RE), 12,1 t, sur prairie et sur route (déclivité = 0 %, résistance au roulement sur prairie = 0,08, résistance au roulement sur route = 0,028).

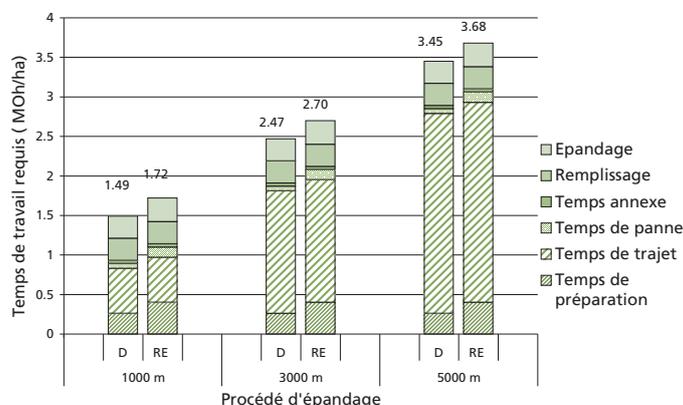


Fig. 4: L'épandage de lisier est une activité de transport. En fonction de la distance entre la ferme et la parcelle (1000–5000 m), une citerne à lisier passe entre 0,6 à 2,5 h par hectare sur les routes (D: distributeur; RE rampe d'épandage à tuyaux souples; MOh/ha: heures de main-d'œuvre par hectare).

dis qu'elles ne sont employées à leurs fins qu'une petite partie du temps (8–20%). C'est pourquoi lorsque les champs sont très éloignés des fermes, les citernes et les distributeurs séparés sont particulièrement intéressants.

Calculs économiques

Un taux d'utilisation élevé permet de rentabiliser la machine

La comparaison entre les coûts annuels totaux par mètre cube pour une citerne à lisier et le coût de sa location permet de savoir s'il est plus rentable d'acheter ou de louer la citerne. Les calculs des coûts de procédés et des coûts de machines pour l'épandage du lisier sont basés sur les modèles d'économie du travail disponibles (Stark et al. 2009) et sur les calculs des coûts de machines (Gazzarin et Albisser 2010).

Le prix d'achat d'une citerne à lisier (8m³) avec rampe d'épandage à tuyaux souples est presque le double de

Tab. 2: Comparaison des coûts d'une citerne à lisier avec rampe d'épandage (RE) ou distributeur (D).

	Unité	RE		D	
Volume de la citerne	m ³	8		8	
Distributeur		Rampe d'épandage à tuyaux souples		Déflecteur	
Prix à neuf	Fr.	73 000		43 000	
Taux d'utilisation	m ³	2000	4000	2000	4000
Valeur résiduelle	Fr.	0.25	0.10	0.25	0.10
Coûts fixes par an	Fr.	6911	7824	3236	3624
Coûts variables	Fr./m ³	0.53	0.53	0.28	0.28
Coûts totaux par an	Fr.	7964	9929	3789	4730
Coûts totaux par m ³	Fr./m ³	3.98	2.48	1.89	1.18
Prix de location ¹	Fr./m ³	2.20		1.50	
Seuil d'achat (sans subvention du programme de ressources Ammoniac)	m ³	4129		2645	
Subvention du programme de ressources Ammoniac ²	Fr./m ³	1.50		0.00	
Seuil d'achat (avec subvention du programme de ressources Ammoniac)	m ³	2178		2645	

¹ Rapport ART 733 (Gazzarin et Albisser 2010)

² Correspond à une contribution de 45 Fr./ha du programme de ressources et à un volume d'épandage de 30 m³ de lisier par ha

celui d'une citerne à pression (8m³) avec déflecteur (tableau 2). C'est pourquoi pour que l'achat du système avec rampe d'épandage soit rentable, le taux d'utilisation doit être supérieur à 4100m³. C'est-à-dire qu'il devient plus intéressant d'acheter la machine plutôt que de la louer lorsque le volume annuel d'épandage du lisier dépasse

4100m³. Pour la citerne à pression (8m³) avec déflecteur, le seuil d'achat est plus bas et se situe légèrement au-dessus de 2600 m³ de lisier par an.

Dans le cadre du programme de ressources de la Confédération, un bon nombre de cantons encouragent la technique du purinage par tuyaux en octroyant des subventions comprises entre 25 et 60 francs par hectare et apport. Lorsqu'on épand 30m³ de lisier par hectare et qu'on perçoit une contribution de 45 francs par hectare, les coûts de la rampe d'épandage baissent alors de Fr. 1.50 par mètre cube de lisier épandu. Par conséquent, le seuil d'achat de la rampe d'épandage passe en dessous de celui du distributeur traditionnel (tab. 1). Suivant le taux d'utilisation de la machine, les coûts supplémentaires sont compensés dans de nombreux cas, voire davantage. La rampe d'épandage devient alors meilleur marché que le distributeur traditionnel.

Les coûts des procédés plaident pour l'utilisation commune par plusieurs exploitations

Le calcul des coûts des procédés repose sur les hypothèses suivantes. Le lisier est épandu à l'aide d'un tracteur (60 kW, 4 roues motrices) et d'une citerne (8m³), sachant que les deux citernes considérées plus haut (avec rampe d'épandage (12m) ou déflecteur) font l'objet d'une comparaison. La taille supposée de la parcelle est de deux hectares, le

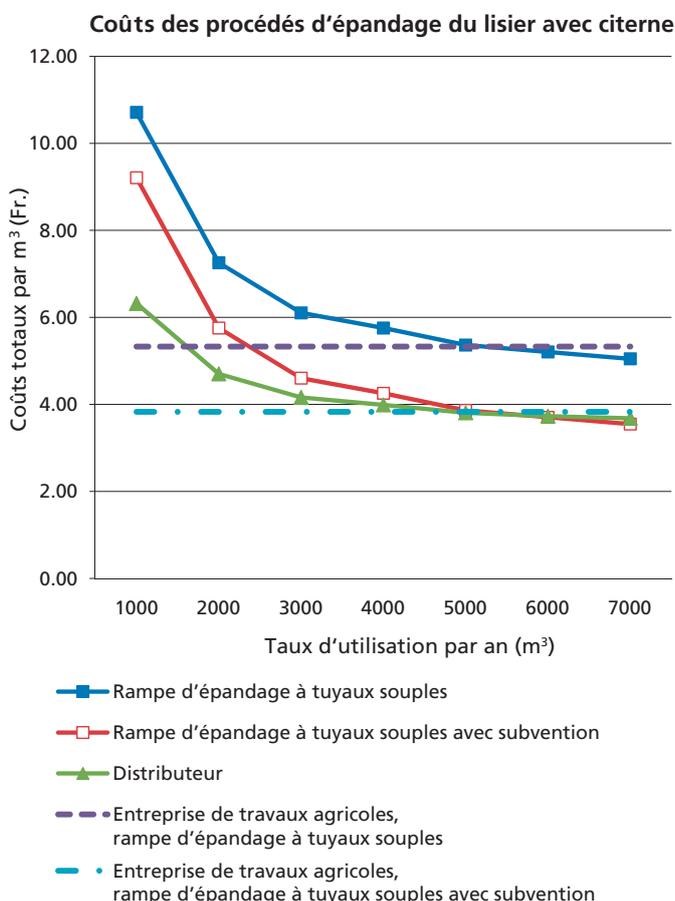


Fig. 5: Coûts de différents procédés par mètre cube de lisier avec un taux d'utilisation variable.

volume de lisier épandu de 30 m³ par hectare, la distance de la ferme au champ d'un kilomètre et le salaire horaire de Fr. 28.–. Les calculs relatifs à l'organisation du travail ont été effectués selon Stark et al. 2009.

La figure 5 représente les coûts des procédés calculés pour différents taux d'utilisation de la citerne à lisier. Elle compare une citerne à pression (8 m³) avec distributeur (D) et une citerne (8 m³) avec une rampe d'épandage de 12 mètres (RE). Enfin, la variante rampe d'épandage est présentée avec et sans subvention des programmes de ressources cantonaux. Le montant de la subvention a été fixé à Fr. 1.50 par mètre cube de lisier.

La figure 5 présente également une autre variante, celle de l'épandage du lisier par une entreprise de travaux agricoles à l'aide d'une citerne et d'une rampe d'épandage (EA RE). Le calcul des coûts avec l'entreprise de travaux agricoles est basé sur un prix moyen de Fr. 5.11 par mètre cube de lisier. Le temps de travail consacré par l'agricultrice ou l'agriculteur à déléguer et contrôler les travaux a également été pris en compte. Les tarifs des entreprises de travaux agricoles ont été estimés à partir des tarifs de celles qui ont publié leurs prix sur Internet sous www.maschinenring.ch (N.N. 2010).

La comparaison des coûts des procédés à la figure 5 montre que sans subvention, l'achat d'une citerne à pression avec distributeur (D) ne devient plus intéressant que le recours à un agro-entrepreneur (EA RE sans subvention) que lorsque le volume d'épandage dépasse 1600 m³ de lisier par an. Lorsqu'une agricultrice ou un agriculteur ou encore une communauté de machines possède une citerne avec rampe d'épandage (RE sans subvention), le taux d'utilisation annuel doit être supérieur à 5200 m³ pour que ce procédé soit plus avantageux que celui de l'agro-entrepreneur (EA RE sans subvention). Toutefois lorsqu'une subvention de Fr. 1,50 par mètre cube de lisier est accordée pour l'utilisation d'une rampe d'épandage et qu'on la déduit, les coûts des procédés de la machine individuelle (RE avec subvention) et ceux de l'agro-entrepreneur (EA RE avec subvention) diminuent d'autant. Le seuil d'utilisation de 5200 m³ de lisier pour la citerne avec rampe d'épandage demeure toutefois inchangé. Pour la citerne à pression avec distributeur (D) par contre, le seuil d'utilisation est de 4900 m³. A partir de ce volume de lisier seulement, la citerne à pression (D) devient plus avantageuse que l'agro-entrepreneur (EA RE avec subvention).

Expérience pratique en Thurgovie

Grâce au projet de ressources Thurgovie ainsi qu'à une enquête préalable d'ART, on disposait de 771 adresses d'exploitations utilisant des rampes d'épandage à tuyaux souples. 34 % des exploitations contactées ont répondu. L'évaluation reflète la popularité de la citerne à pression. 47 % des exploitations ont opté pour la combinaison citerne à pression / rampe d'épandage. 42 % des exploitations ayant participé à l'enquête utilisent une installation de purinage par tuyaux. Les 9 % restant se répartissent entre utilisateurs de citernes à pompe et utilisateur de

citernes centrifuges. La part des rampes d'épandage à tuyaux souples était élevée car ART a contacté ces exploitations de manière ciblée dans le cadre de son enquête.

Comment gérer les pannes?

19 % des exploitations (44 sur 234) ont indiqué que les distributeurs utilisés sont régulièrement sujets à des bourrages (figure 6). La citerne à pression obtient des résultats

Tab. 3: Fréquence des bourrages sur les rampes d'épandage à tuyaux souples.

Nombre de bourrages/jour	Mentions
1 bourrage en 2 jours	3
1 bourrage par jour	33
1 à 2 bourrages par jour	4
Plus de 2 bourrages par jour	4
Total	44

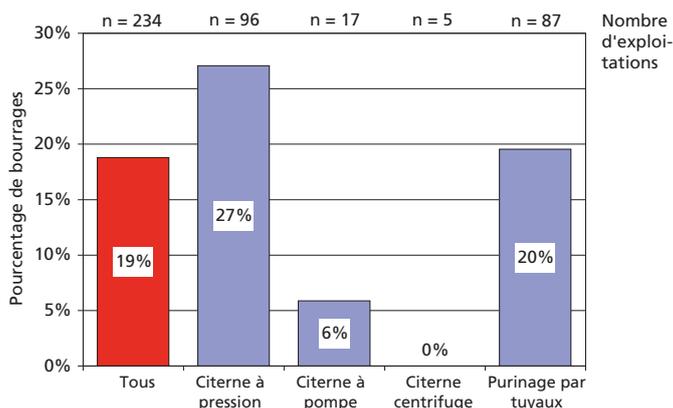


Fig. 6: En moyenne, 19 % des exploitations ont indiqué avoir des problèmes de bourrages. Les 96 exploitations qui travaillent avec une citerne à pression sont plus touchées par les bourrages avec 27 % (n = nombre de retours).

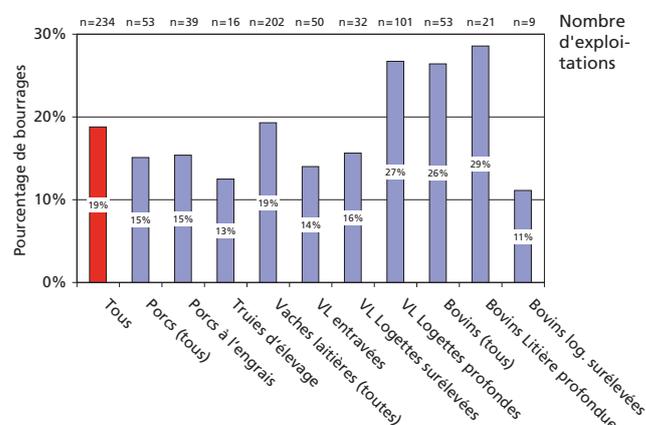


Fig. 7: Avec les vaches laitières détenues dans des logettes profondes et les bovins en général, les bourrages sont plus fréquents que dans l'élevage porcin (mentions multiples possibles, car il existe souvent plusieurs espèces animales et plusieurs modes de détention sur une même exploitation, n = nombre de retours).

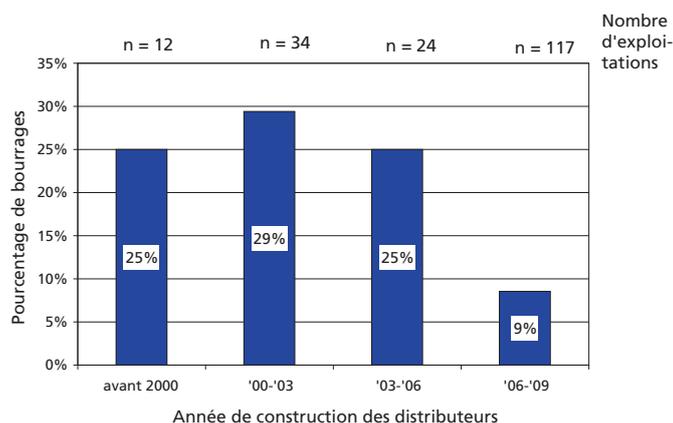


Fig. 8: Les distributeurs plus anciens sont plus sujets aux bourrages que les distributeurs plus récents, représentés par 117 machines (n = nombre de retours).

particulièrement mauvais à ce niveau, sachant que 27 % des 96 citernes à pression utilisées au total ont été confrontées à ce problème. Les installations de purinage par tuyaux sont moins sensibles aux bourrages (20 %). Il y a eu peu de retours pour les citernes à pompe et les citernes centrifuges. Tout comme les installations de purinage par tuyaux, cette technique semble être moins concernée par le problème des bourrages. Cela paraît logique car les citernes à pression génèrent une pression nettement plus basse, ne travaillent pas le lisier à la pompe, et ne réduisent pas les morceaux qui ont plutôt tendance à rester coincés dans la tête de distribution. Dans la plupart des cas, les bourrages ne se produisaient qu'une fois par jour (tableau 2). Contrairement à ce que l'on aurait tendance à croire, ce ne sont pas les exploitations d'élevage porcin qui sont les plus sujettes aux bourrages, mais les exploitations de vaches laitières avec stabulation sur litière profonde et les exploitations avec génisses qui sont les plus touchées (figure 7).

Les distributeurs plus récents sont moins sujets aux bourrages

Les machines continuent d'évoluer, la technique d'épandage du lisier aussi. Tandis que sur les anciens modèles, un utilisateur sur trois ou quatre avait des problèmes de bour-

rages, sur les modèles plus récents (à partir de 2006) moins de 10 % des distributeurs utilisés sont concernés (figure 8). Les retours ont montré qu'un nombre de plus en plus important de distributeurs récents (117) étaient en service.

Les séparateurs de corps étrangers sont recommandés

La plupart des fabricants de têtes de distribution (Fankhauser, Harso, Hochdorfer, Vogelsang) proposent des séparateurs de corps étrangers. Ces derniers protègent la tête de distribution des éléments qui ont une densité supérieure à celle du lisier (p. ex. pierres ou métaux). Les séparateurs n'apportent cependant pas une protection intégrale contre les bourrages. Des entretiens téléphoniques avec les chefs d'exploitation victimes de bourrages ont montré que contrairement à ce que l'on aurait pu penser, la paille n'est pas la seule cause des bourrages. Des corps étrangers sont souvent responsables. La séparation des corps étrangers lourds fonctionne bien. Les pannes sont généralement dues à des corps étrangers flottants, parmi lesquels: marques auriculaires, sabots, filets et films pour balles, ainsi que morceaux d'installations d'étables qui flottent dans le lisier (figure 9). Les petites branches qui peuvent arriver sur la table d'affouragement mélangées au fourrage provenant de prairies situées à la lisière des forêts, peuvent également causer problème. Dans ce cas, l'exploitation doit faire en sorte que ces éléments n'arrivent pas dans le lisier. En outre, il existe des séparateurs supplémentaires pour les citernes. Ils peuvent être montés sur la citerne (figure 10) ou raccordés à la conduite d'aspiration (figure 11). Les séparateurs mobiles peuvent trier les corps étrangers flottants et lourds, ils coûtent environ Fr. 7000.-. Ils ne représentent toutefois pas une protection suffisante contre les grosses masses de paille. Vogelsang (Rota-Cut) propose une combinaison entre un séparateur de corps étrangers et un dispositif de coupe. Ce système est fixé à la citerne. De tels outils peuvent offrir une alternative aux pompes hacheuses plongeantes, mais sont recommandés surtout en cas d'utilisation commune par plusieurs exploitations du fait de leur coût d'achat élevé (environ Fr. 12000.-).



Fig. 9: Des corps étrangers flottants, comme des sabots perdus, des marques auriculaires arrachées, des restes de films d'enrubannage et de filets de balles, se retrouvent souvent dans le lisier et bouchent le distributeur (photos: Joachim Sauter, ART).



Fig. 10: Les dispositifs de coupe raccordés à la citerne, avec séparateur supplémentaire de corps étrangers réduisent efficacement les bourrages (photo: Joachim Sauter, ART).



Fig. 11: Les séparateurs mobiles pour remplissage de citerne peuvent également retenir les corps étrangers flottants (photo: GVS, Schaffhausen).

Conclusions

- Le calcul de la force de traction requise a montré que la rampe d'épandage à tuyaux souples ne nécessite que peu de puissance de traction supplémentaire par rapport au déflecteur.
- Les calculs économiques confirment qu'il faut veiller à avoir un taux d'utilisation élevé et que dans de nombreux cas, l'utilisation en commun par plusieurs exploitations constitue la solution la plus rentable. Les subventions accordées par plusieurs cantons (programme de ressources) compensent les coûts supplémentaires par rapport au déflecteur.
- En termes d'organisation du travail, la charge de travail supplémentaire est minime, car, surtout lorsque les distances entre la ferme et la parcelle sont importantes, le temps de transport représente l'essentiel de l'épandage du lisier.
- Les bourrages sont plus fréquents dans les stabulations de vaches laitières et de bovins en général, qui utilisent de la paille. Outre la paille, des corps étrangers (p. ex. films d'enrubannage, branches, sabots) sont également la cause de nombreux bourrages. Il faut donc faire attention à ce qu'ils n'arrivent pas dans la fosse à lisier. Les distributeurs plus récents ainsi que les rampes d'épandage à tuyaux souples avec pompes sont moins sujets aux bourrages que les modèles plus anciens et les citernes à pression.
- Les séparateurs de corps étrangers constituent une solution efficace contre les bourrages.

Bibliographie

- Frick R. 1999: Répartiteurs pour citernes à lisier. Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT), rapport FAT 531, Tänikon, 37 p.
- Gazzarin C. et Albisser G. 2010: Coûts-machines 2010. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Rapport ART 733, Ettenhausen, 52 p.
- N.N. 2010: Herzlich Willkommen beim Maschinenring. Internetauftritt: Dachverband Maschinenring Schweiz, Zugriff unter: <http://www.maschinenring.ch/>, Zugriff am 02.11.2010.
- Rinaldi M. 2003: Zugkraftbedarf von Tandem-Pendelachsen. Informationstagung Landtechnik 14.10.2003, Vortrag, Tänikon.
- Sauter J., Dux D. et Ammann H. 2004: Précision de répartition des rampes d'épandage à tuyaux souples. Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT), rapport FAT 617, Tänikon, 12 p.
- Stark R., Schick M. et Moriz C. 2009: Budget de travail ART 2009. Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Software Version 2009, Ettenhausen.

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 ART (Tänikon, CH-8356 Ettenhausen). Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-mail: doku@art.admin.ch, Internet: www.agroscope.ch

FR	Jaton Jean-Luc, Institut agricole, 1725 Grangeneuve	Tél. 026 305 58 49
GE	AgriGenève, 15, rue des Sablières, 1217 Meyrin	Tél. 022 939 03 10
JU	Fleury-Mouttet Solange, FRI, Courtemelon, 2852 Courtételle	Tél. 032 420 74 38
NE	Huguelit Yann, CNAV, 2053 Cernier	Tél. 032 889 36 41
TI	Müller Antonio, Office de l'Agriculture, 6501 Bellinzona	Tél. 091 814 35 53
VD	Pittet Louis-Claude, Ecole d'Agriculture, Marcelin, 1110 Morges	Tél. 021 557 92 50
	Hofer Walter, Ecole d'Agriculture, Grange-Verney, 1510 Moudon	Tél. 021 995 34 57
VS	Brandalise Alain, Ecole d'Agriculture, Châteauneuf, CP 437, 1950 Sion	Tél. 027 606 77 70
	AGRIDEA Boéchat Sylvain, Jordils 1, 1006 Lausanne	Tél. 021 619 44 74
	SPAA Grange-Verney, 1510 Moudon	Tél. 021 995 34 28