



## 5/ Techniques d'épandage des engrais de ferme, des engrais de recyclage et des engrais minéraux

Annett Latsch<sup>1</sup>, Walter Richner<sup>2</sup>, Thomas Anken<sup>1</sup> et Joachim Sauter<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Agroscope, 8356 Ettenhausen, Suisse

<sup>2</sup> Agroscope, 8046 Zurich, Suisse

<sup>3</sup> 3077 Enggistein, Suisse

Renseignements: [annett.latsch@agroscope.admin.ch](mailto:annett.latsch@agroscope.admin.ch)

## Table des matières

1. Introduction .....	5/3
2. Epandage de lisier et d'engrais de recyclage liquides .....	5/3
3. Epandage de fumier et d'engrais de recyclage solides .....	5/4
4. Epandage d'engrais minéraux .....	5/5
5. Bibliographie .....	5/6

## 1. Introduction

Il existe de nombreuses possibilités techniques pour l'épandage des engrais de ferme, des engrais de recyclage et des engrais minéraux. De gros progrès ont été faits en termes de précision de dosage et de répartition afin d'administrer aux plantes des quantités d'engrais conformes à leurs besoins. En plus du dosage et de la précision de répartition, la protection du sol est aussi au centre des préoccupations: les véhicules de transport proposés sont lourds et équipés de pneus larges. Le système de distribution joue un rôle important dans l'épandage du lisier, mais les conditions météorologiques et la dilution ont une influence considérable sur le niveau des pertes d'azote (N) par volatilisation d'ammoniac.

Les principaux systèmes d'épandage et de distribution pour les engrais de ferme, les engrais de recyclage et les engrais minéraux sont décrits ci-après.

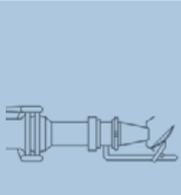
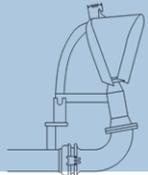
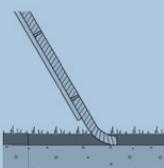
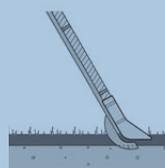
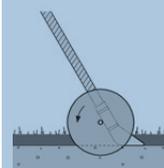
## 2. Epandage de lisier et d'engrais de recyclage liquides

L'épandage en nappe à l'aide de déflecteurs, d'épandeurs pendulaires ou de buses pivotantes (tableau 1) est la mé-

thode d'épandage du lisier la plus courante dans l'agriculture. Le lisier est projeté contre une tête de distribution et répandu sur de grandes surfaces de cultures. Grâce aux projets de protection des ressources naturelles et aux nouvelles contributions à l'efficacité des ressources prévues par la politique agricole 2014–2017, les rampes d'épandage à pendillards et les distributeurs à socs (tableau 1) sont également de plus en plus employés de nos jours. Par rapport à l'épandage avec un diffuseur en nappe, ce type de systèmes permet de réduire les pertes d'ammoniac de 40 % en moyenne, le lisier étant déposé au ras du sol et sous forme de bandes (figure 1). Les enfouisseurs à lisier permettent même une réduction des émissions de l'ordre de 70 % (Kupper et Menzi 2013), mais ils sont moins répandus du fait de leur coût élevé.

La précision de répartition des systèmes d'épandage réduisant les émissions est très bonne. Le N contenu dans le lisier étant mieux utilisé, il est possible de faire des économies sur les engrais minéraux azotés. Les odeurs gênantes dégagées pendant et après l'épandage diminuent elles aussi. Toutefois, comparés à l'épandage en nappe, ces systèmes sont nettement plus coûteux ce qui nécessite une rentabilisation optimale des machines, par exemple grâce à leur utilisation en commun par plusieurs exploitations.

Tableau 1. Récapitulatif des caractéristiques de différents épandeurs à lisier (modifié d'après Frick 1999).

	Déflecteur	Epandeur pendulaire	Buses pivotantes	Rampe d'épandage à pendillards	Rampe d'épandage à socs	Enfouisseur à lisier
						
Mode de construction	simple	simple/complexe	complexe	complexe	complexe	complexe
Largeurs de travail effectives	5–13 m; suivant le fabricant / le modèle	11–16 m; suivant le réglage	jusqu'à 20 m; suivant la pression et le réglage	6–36 m	3–18 m	6–9 m
Précision de distribution	satisfaisante dans l'ensemble à lacunaire	bonne à très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne
Sensibilité au vent	élevée	moyenne	élevée	faible	faible	faible
Largeur de chevauchement nécessaire	0,5–2 m	1,5–2 m	3 m	0	0	0
Tolérance de chevauchement	faible	moyenne	très bonne	faible	faible	faible
Réglage de la largeur de travail	limité dans l'ensemble	limité	parfaitement possible	prédéfini	prédéfini	prédéfini
Epandage exact au début ou à la fin de la parcelle	impossible	impossible	impossible	possible aisément	possible aisément	possible aisément
Autres caractéristiques			possibilité d'épandage unilatéral; ne convient pas pour les citernes à lisier	réduction des émissions de 30 % par rapport à l'épandage en nappe	réduction des émissions de 50 % par rapport à l'épandage en nappe	réduction des émissions de 70 % par rapport à l'épandage en nappe

Les rampes d'épandage à pendillards et les distributeurs à socs utilisés avec une citerne à lisier peuvent être employés jusqu'à 15 % de déclivité. Avec le purinage à tuyaux, il est même possible d'aller jusqu'à une déclivité de 25 %. Par conséquent, ces deux techniques ont également un gros potentiel dans les régions vallonnées. Les enfouisseurs à lisier, quant à eux, conviennent plutôt pour les sols légers et peuvent être utilisés jusqu'à 10 % de déclivité (Sauter et al. 2004; Lorenz 2010; Sauter et al. 2010; OFEV et OFAG 2012).



Figure 1. Epandage du lisier en bandes sur une prairie à l'aide d'une rampe d'épandage à pendillards (photo: Agroscope).

Pour l'épandage des engrais de recyclage liquides, les techniques réduisant les émissions sont particulièrement avantageuses. Comme les engrais ont souvent une forte teneur en azote assimilable par les plantes, il est particulièrement important que le dosage soit exact. Pour le digestat liquide, qui doit généralement être réparti de manière extrêmement précise du fait de sa forte concentration en substances nutritives, la pratique emploie des compteurs-débitmètres à haute précision de dosage, de façon à ce que les recommandations de fertilisation spécifiques aux cultures puissent être respectées.

L'épandage de lisier et d'engrais de recyclage liquides devrait avoir lieu dans des conditions humides et fraîches, pour réduire autant que possible les pertes d'ammoniac. Une dilution à l'eau est également utile pour diminuer les pertes (Frick et Menzi 1997).

En cas d'utilisation de citernes à lisier, il faut tenir compte de la pression au sol. Les essieux simples et les pneus larges sont préférables surtout pour le sol et la couche herbeuse. Les essieux tandem se caractérisent par une conduite plus souple pendant les trajets sur route. Les systèmes d'épandage par tuyaux sont plus respectueux du sol mais moins flexibles que les citernes. Il n'est en effet guère possible de passer par-dessus le tuyau d'amenée du lisier avec les tuyaux semi-rigides à socs.

### 3. Epandage de fumier et d'engrais de recyclage solides

Dans le cas de l'épandage du fumier, il s'agit aussi d'épandre la quantité souhaitée à l'aide de différentes techniques (tableau 2), et ce le plus précisément possible sur l'ensemble de la parcelle. Sur les prairies et les pâturages, les apports finement répartis ne devraient pas dépasser 15 t par ha, pour éviter d'endommager la couche herbeuse en la recouvrant trop. Dans les grandes cultures, il est important que le fumier soit enfoui dans le sol quelques heures après son épandage pour réduire au maximum les pertes d'azote par volatilisation d'ammoniac.

La précision de l'épandage de fumier est influencée par différents facteurs. Outre la consistance du matériau de départ, le chargement minutieux de l'épandeur et la technique employée jouent un grand rôle (tableau 2). Pour le fumier de stabulation, les épandeurs utilisés en priorité sont les épandeurs avec rouleaux horizontaux (figure 2) ou verticaux. Pour l'épandage de fumier de volaille, ce type

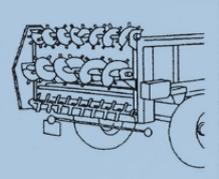
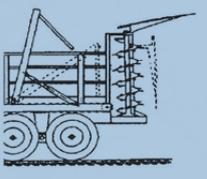
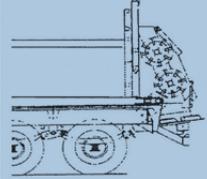
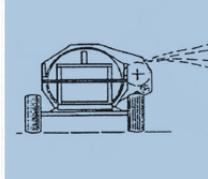


Figure 2. Epandeur à fumier avec deux rouleaux horizontaux (photo: Agroscope).

de machines ne convient guère car le fumier plus mou peut tomber directement en bloc sur le sol à l'extrémité du fond mouvant (Moser 2007). Dans ce cas, il est recommandé d'opter pour les épandeurs à disques sur lesquels un disque d'épandage placé en dessous des rouleaux assure une bonne répartition transversale.

Des dispositifs de pesée peuvent être installés pour surveiller la quantité épandue. Il est également possible de régler l'avancée du fond mouvant en fonction de la vitesse. Les dispositifs d'épandage en limite garantissent une répartition contrôlée dans les zones limitrophes. En région de montagne, les épandeurs latéraux se sont imposés. Ils permettent un épandage très fin et une bonne répartition en longueur grâce au panneau coulissant. Si besoin, les machines peuvent être équipées d'une tête de diffusion modulable afin de régler la portée de l'épandage (Hunger 2013a et 2013b).

**Tableau 2. Caractéristiques des différentes techniques d'épandage de fumier et d'engrais de recyclage solides (modifié d'après Hunger 2013a).**

	Epandeur à fumier	Epandeur universel	Epandeur monocoque	Epandeur à disques	Epandeur latéral
					
Dispositif de distribution	2/3 rouleaux horizontaux	4 rouleaux verticaux	2 gros rouleaux verticaux	2/3 rouleaux horizontaux ou verticaux et 2 disques d'épandage	rotor de distribution, rotor-étoile
Dosage	fond mouvant (mécanique/hydraulique ou technique de poussée hydraulique)				fond mouvant, vis
Largeur de travail	3–4 m	6–7 m	6 m	11–15 m	10–15 m
Qualité de l'épandage transversal	satisfaisante	bonne à très bonne	bonne	bonne	satisfaisante
Qualité de l'épandage en longueur	insuffisante	satisfaisante avec porte guillotine	satisfaisante avec porte guillotine	satisfaisante avec porte guillotine	bonne
Convient pour	fumier de stabulation compost	fumier de stabulation compost fumier de volaille liquides épais	fumier de stabulation compost fumier de volaille liquides épais	fumier de stabulation compost fumier de volaille liquides épais chaux humide	fumier de stabulation compost fumier de volaille liquides épais chaux humide

**Tableau 3. Caractéristiques des différentes techniques d'épandage en nappe d'engrais minéraux solides (indications d'après Frick 2002 et Nagl 2011).**

	Epandeur centrifuge		Epandeur à rampe	
	Epandeur à disque	Epandeur à tube oscillant	Epandeur à vis	Epandeur pneumatique
Technique de distribution	dispositif de distribution en forme de disque	tube oscillant d'avant en arrière	vis sans fin	flux d'air
Largeur de travail	10–36 (–50) m	12–18 m	faible à moyenne	
Distribution transversale	bonne	très bonne	très bonne	
Adéquation pour différents engrais minéraux	exigences élevées par rapport à la granulométrie des engrais → moins adapté aux engrais légers ou en poudre et aux granulats moins consistants	exigences moins élevées en ce qui concerne la granulométrie des engrais par rapport aux épandeurs à disques	faibles exigences par rapport à la granulométrie des engrais → répartition régulière également dans le cas d'engrais légers ou en poudre	
Particularités	–	pour une distribution précise en limite ou sur les bordures, le tube oscillant doit éventuellement être changé	–	possibilité d'adapter le volume d'épandage à de petites surfaces (commande de tronçonnement; régulation de la quantité à l'intérieur du tronçon)

Pour l'épandage d'engrais de recyclage solides (compost, produits broyés), les machines les plus employées sont les épandeurs à compost et les épandeurs grandes cultures. Ils se caractérisent par une conception robuste (cuve, châssis, essieu), une capacité de chargement élevée et un dispositif d'épandage à disques. Une porte guillotine réglable de manière hydraulique, placée avant le dispositif d'épandage, améliore la précision de dosage.

#### 4. Épandage d'engrais minéraux

Les engrais minéraux solides sont épandus à l'aide d'épandeurs centrifuges ou d'épandeurs à rampe (tableau 3). En

Suisse, les épandeurs à deux disques avec des largeurs de travail allant jusqu'à 36 m sont largement répandus (Frick 2002). Par rapport aux épandeurs monodisque, leur répartition transversale est plus précise, car les asymétries de l'épandage sont atténuées par le sens de rotation opposé des deux disques d'éjection. La symétrie du profil d'épandage est encore meilleure avec les distributeurs à tube oscillant, qui ont toutefois une largeur de travail limitée (Nagl 2011). Dans le cas des distributeurs centrifuges, plusieurs passages se chevauchant permettent d'obtenir une répartition régulière sur l'ensemble de la surface. Pour obtenir une distribution précise en limite ou sur les bordures, il est nécessaire d'utiliser un dispositif spécial. Les épandeurs à rampe sont recommandés pour l'épandage d'en-

grais légers ou en poudre. En effet, ils sont relativement peu sensibles aux propriétés des engrais et permettent d'obtenir une bonne distribution transversale également avec de la chaux ou de l'urée (Nagl 2011). Ils nécessitent cependant des passages consécutifs précis et sont parfois nettement plus chers à l'achat que les épandeurs centrifuges.

Un épandage exact avec des distributeurs d'engrais minéraux suppose un réglage à l'aide du tableau d'épandage et de l'étalonnage du débit, car les particularités physiques des engrais peuvent varier du fait de l'humidité aux différentes dates d'épandage.

Pour compléter l'épandage en nappe, il est aussi possible de distribuer les engrais minéraux à l'aide d'épandeurs en ligne dans les cultures sarclées, en surface (Frick 1995; figure 3) ou de manière enfouie dans le sol à l'aide de socs fertilisateurs (Zihlmann *et al.* 2002), dans les rangées de plantes ou à proximité. Un tel apport d'azote généralement et/ou de phosphore à proximité des racines des plantes permet d'augmenter les rendements et d'optimiser l'utilisation des éléments nutritifs contenus dans les engrais; Frick l'a notamment montré (1995) pour la fumure azotée en ligne dans le maïs.



Figure 3. Epandage d'un engrais minéral en surface et à proximité des plantes à l'aide d'un dispositif de distribution en ligne (photo: Agroscope).

L'application d'**engrais minéraux sous forme liquide** à l'aide du pulvérisateur a fait ses preuves notamment pour les oligo-éléments. Des engrais à base de N uniquement, de N et de phosphore ou encore des liaisons contenant du magnésium et du soufre sont également employés. Les éléments nutritifs dissous sont directement appliqués sur les feuilles des plantes cultivées qui les absorbent par diffusion. Une feuille humide en surface favorise l'absorption. C'est pour cela qu'il est recommandé de procéder à l'épandage en soirée (Müller 2008).

Avec la fertilisation CULTAN, des solutions d'engrais riches en ammonium ont été injectées dans le sol à proximité des racines des plantes. Les dépôts d'ammonium sont censés apporter aux plantes une alimentation contrôlée sur la durée (Spiess *et al.* 2006; Flisch *et al.* 2013).

## 5. Bibliographie

- OFEV & OFAG, 2012. Eléments fertilisants et utilisation des engrais dans l'agriculture. Un module de l'aide à l'exécution pour la protection de l'environnement dans l'agriculture. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. L'environnement pratique 1225, 62 p.
- Flisch R., Zihlmann U., Briner P. & Richner W., 2013. Le procédé de fumure azotée CULTAN testé en conditions de culture suisses. *Recherche Agronomique Suisse* 4 (1), 40–47.
- Frick R., 1995. Fumure en ligne dans le maïs. Judicieuse du point de vue de la production végétale et réalisable du point de vue technique. *Rapports FAT* 466, Agroscope, Ettenhausen, 7 p.
- Frick R., 1999. Répartiteurs pour citernes à lisier. Différences importantes en ce qui concerne la largeur de travail et la précision d'épandage. *Rapports FAT* 531, Agroscope, Ettenhausen, 37 p.
- Frick R. & Menzi H., 1997. Epandage d'engrais de ferme: Comment réduire les pertes d'ammoniac? *Rapports FAT* 496, Agroscope, Ettenhausen, 12 p.
- Frick R., 2002. Distributeurs d'engrais centrifuges au banc d'essai. Distributeurs modernes à deux disques avec largeurs de travail élevées et grande précision d'épandage. *Rapports FAT* 580, Agroscope, Ettenhausen, 28 p.
- Hunger R., 2013a. Mistzetter: System- und Produktübersicht. *Schweizer Landtechnik* 2, 9–11.
- Hunger R., 2013b. Aus der Seite – in die Weite. *Schweizer Landtechnik* 12, 7–9.
- Kupper T. & Menzi H., 2013. Technische Parameter Modell Agrammon. Tierkategorien, Stickstoffausscheidungen der Tiere, Emissionsraten, Korrekturfaktoren. Version 30. 5. 2013. Accès: <http://www.agrammon.ch/assets/Downloads/Technische-Parameter-20130814.pdf> [13. 9. 2016].
- Lorenz F., 2010. Techniken der Gülleausbringung. Einfluss auf Ertrag, Futterqualität und Nährstoffeffizienz. *Milchpraxis* 4, 176–179.
- Moser A., 2007. Mist- und Kompoststreuer. *Schweizer Landtechnik* 3, 9–11.
- Müller E., 2008. Blattdüngung – Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen. 52. Kreuzbacher Wintertagung 29.1. 2008, Bad Kreuznach. Accès: [http://www.dlr-rnh.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/67ff3dfa65e88849c125742e0029f43c/\\$FILE/2008-04%20Blattd%C3%BCngung%20-%20bebilderte%20Version.pdf](http://www.dlr-rnh.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/67ff3dfa65e88849c125742e0029f43c/$FILE/2008-04%20Blattd%C3%BCngung%20-%20bebilderte%20Version.pdf) [13. 9. 2016].
- Nagl T., 2011. Schleuder- und Auslegerstreuer im Überblick – Die Stärken und Schwächen. *Die Landwirtschaft* 4, 3–4.
- Sauter J., Dux D. & Ammann H., 2004. Précision de répartition des rampes d'épandage à tuyaux souples. Bonne sur le plat, variable en pente. *Rapports FAT* 617, Agroscope, Ettenhausen, 12 p.
- Sauter J., Moriz C., Honegger S., Anken T. & Albisser Vögeli G., 2010. Comparaison entre rampes d'épandage à pendillards et distributeur de lisier traditionnel: Bénéficiaire des avantages de la rampe d'épandage à tuyaux souples engendre des coûts plus élevés. *Rapports ART* 739, Agroscope, Ettenhausen, 8 p.
- Spiess E., Irla E., Heusser J., Meier U., Ballmer T., Gut F., Richner W., Scherrer C., Wüthrich R. & Hebeisen T., 2006. Injection d'un dépôt d'engrais à base d'ammonium selon le système CULTAN. *Rapports ART* 657, Agroscope, Ettenhausen, 16 p.
- Zihlmann U., Weisskopf P., Bohren C. & Dubois D., 2002. Stickstoffdynamik im Boden beim Maisanbau. *Agrarforschung* 9 (9), 392–397.