

Techniques d'épandage du lisier – résumé des différents procédés

Les conditions de l'exploitation et les coûts sont déterminants

Rainer Frick, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricole (FAT), CH-8356 Tänikon

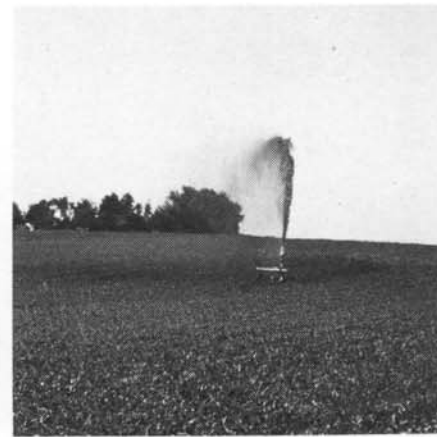


Fig. 1. Qu'il s'agisse d'une citerne à lisier ... du purinage par tuyau ... ou de l'arrosage: aucun procédé ne compte que des avantages!

Il existe actuellement trois procédés différents pour l'épandage du lisier dans les prairies et en grandes cultures. Il s'agit des citernes à pression et à pompe, de l'épandage par tuyau (tuyau traîné, répartiteur automatique et pompe) et de l'épandage par aspersion (arroseur automatique, arroseur et pompe). Alors que la technique des citernes se caractérise par ses atouts économiques (faiblesse des coûts annuels et du temps de préparation) ainsi que par sa grande souplesse, l'épandage par tuyau a, lui, l'avantage de préserver le sol, d'avoir une capacité de surface élevée et des utilisations multi-

ples. Quant à l'épandage par aspersion, il est surtout employé là où les coûteux arroseurs automatiques sont déjà utilisés pour l'irrigation. Quel procédé faut-il employer et à quel endroit, c'est une question qui dépend d'une part des conditions de l'exploitation (disposition des parcelles, terrains en pente, machines existantes etc.) et d'autre part des coûts. Le nombre de plus en plus grand de nouveautés offertes, rampe d'épandage à tuyaux souples ou système d'enfouissement, montre que le secteur du lisier n'a pas encore fini de se développer.

Contenu	Page
Problème	2
Exigences	2
Citernes à pression et à pompe	2
Purinage par tuyau	3
Epandage par aspersion	9
Quantités épandues	10
Techniques du lisier dans les grandes cultures	10

Problème

L'importance de plus en plus grande de la prise de conscience écologique a fait comprendre que le lisier ne devait pas simplement être enlevé, mais était aussi un engrais précieux qu'il fallait utiliser. Pour que le lisier soit bien utilisé, c'est-à-dire en quantités correctes, à la bonne période en ce qui concerne le besoin des plantes, il faut avant tout que la technique d'épandage soit appropriée. L'objet de ce rapport est de présenter les différentes techniques utilisées en matière d'épandage et d'indiquer les points importants qu'il faut connaître avant de faire l'acquisition des appareils en question.

Des exigences multiples

Voici quelles sont les exigences actuelles en matière d'épandage de lisier:

- préserver les sols
- pouvoir travailler sur des terrains en pente
- éliminer les risques d'accident
- ne causer que peu de pertes
- permettre un dosage et un épandage précis
- avoir une capacité élevée
- n'entraîner que des frais raisonnables.

Aucune technique ne satisfait la totalité de ces exigences. De plus, dans la plupart des cas, ce n'est pas nécessaire, car suivant l'utilisation faite, les critères n'ont pas tous la même importance. Dans les grandes cultures où le lisier est employé comme fumure de couverture, les exigences sont en général plus élevées, surtout en ce qui concerne la préservation du sol et l'exactitude de la répartition. Pour les prairies par contre, un épandage exact a moins d'importance, car les inégalités dans la répartition des éléments nutritifs devraient s'équilibrer au cours de l'année du fait de plusieurs autres petits épandages. Ce qui compte pour les prairies, ce sont la possibilité de travailler en pente et la diminution des risques d'accidents.

Citernes à pression et à pompe

La citerne à lisier reste aujourd'hui comme hier la machine la plus répandue pour l'épandage du lisier.

Caractéristiques techniques

Ses principaux avantages sont connus: coûts annuels réduits, temps de préparation limité, grande souplesse. Ce dernier élément est important surtout en ce qui concerne la production herbagère. On peut fractionner les apports sur de petites surfaces, comme «travaux de remplissage» (p. ex. périodiquement sur les surfaces pour l'affouragement en vert). Le deuxième avantage de cette technique, c'est de s'adapter à des exploitations parcellées et aux cas où les champs sont très éloignés. Enfin, c'est un procédé qui convient très bien à une utilisation

commune par plusieurs exploitations. Par contre, souvent la capacité d'épandage n'est pas satisfaisante, surtout si les distances à parcourir sont longues et les citernes petites (fig. 2). Pour les grosses citernes, ce sont les dégâts causés au sol par les traces et par le glissement qui constituent le problème majeur. C'est souvent la cause d'un envahissement par les mauvaises herbes et de lacunes dans les prairies. En outre, la citerne à pression n'est pas très bien adaptée au travail sur des terrains en pente. Ces inconvénients sont particulièrement importants lorsque le terrain est mouillé.

Citerne à pression ou à pompe?

Les citernes à pression sont équipées d'un compresseur. Les pressions produites se situent suivant le fabricant, dans une fourchette allant de 0,8 à 1,5 bar au maximum. Comme il se crée une surpression au moment de l'aspiration, et une dépression au moment de

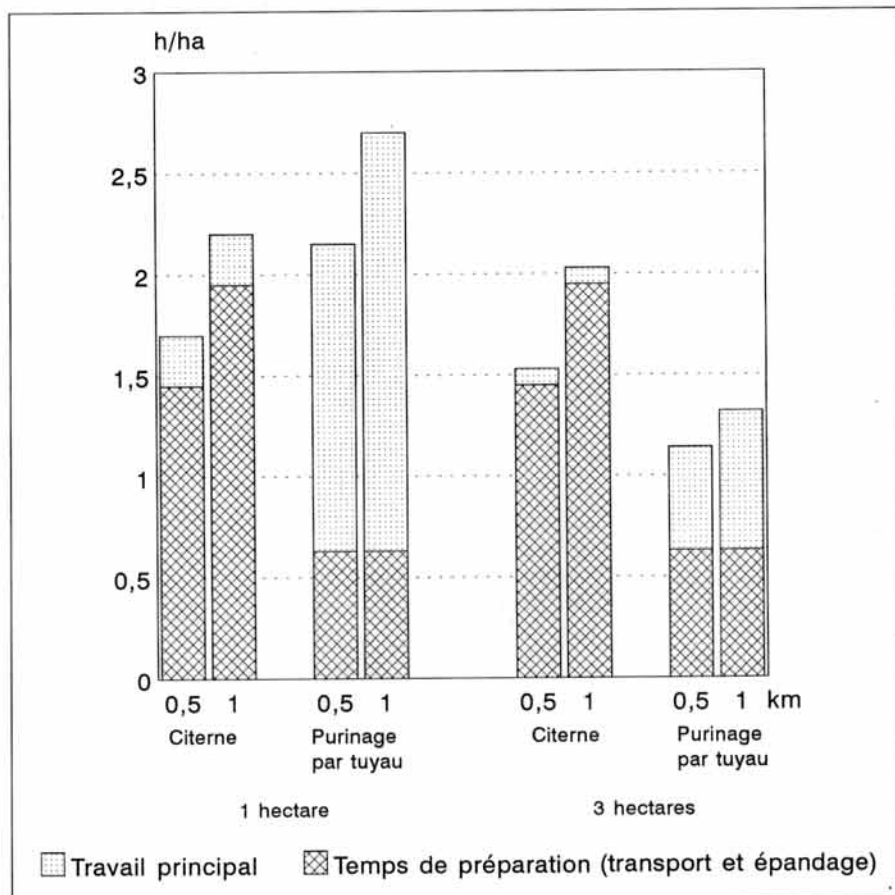


Fig. 2. Travail nécessaire pour l'épandage (30 m³/ha) sur des surfaces de 1 resp. de 3 hectares, au moyen d'une citerne à pression (4000 l) et purinage par tuyau (débit 800 l/min) pour des champs éloignés de 500 resp. de 1000 m.

l'épandage, il faut que le récipient soit en acier. De plus, il est obligatoire d'avoir un dispositif de sécurité en cas de surpression, sous la forme d'une soupape de surpression et d'un couvercle de sécurité retenu par un ressort à lames. La capacité de remplissage du compresseur dépend de la profondeur à partir de laquelle il faut aspirer le lisier. Le débit d'aspiration du compresseur diminue de 10 à 15% par mètre de profondeur supplémentaire. A partir de 4 à 5 m de profondeur, la capacité d'aspiration est réduite de moitié. Les citernes à pression répartissent le lisier sur une largeur de 6 à 8 mètres.

Les citernes à pompe sont équipées d'une pompe à vis ou à piston tournant en lieu et place du compresseur. Suivant le type de pompe, la pression de refoulement s'élève jusqu'à 16 bar. Comme la citerne n'est jamais sous pression, elle peut être fabriquée en matière plastique. Son poids en est considérablement réduit, tout en tenant compte du fait que les citernes en matière plastique nécessitent un châssis robuste. L'utilisation d'une buse de projection permet d'atteindre une portée d'éjection supérieure à 30 m. Ce procédé permet d'épandre du lisier sur des terrains inaccessibles, depuis un chemin ou un lieu praticable. C'est pourquoi les citernes à pompe sont très répandues dans les exploitations où les parcelles sont certes bien raccordées mais sont trop raides pour être praticables.

La citerne à pression et à pompe est une citerne à pression, qui dispose en plus du compresseur d'une pompe centrifuge. Les pressions varient entre 4 et 6 bar. Les citernes à pression et à pompe conviennent également en zones de montagne, même si leur puissance d'éjection est plus faible que celle d'une citerne à pompe. En raison du débit élevé de la pompe centrifuge, la citerne à pression et à pompe est souvent utilisée comme pompe à lisier stationnaire. D'autre part, le fait que la pompe fonctionne sans problème est aussi un avantage (peu sensible au fonctionnement à vide et aux corps étrangers).

Avec la citerne à pompe comme avec la citerne à pression et à pompe, on peut lisier par tuyau depuis la citerne. On installe la citerne en bordure du champ et on épand le lisier au moyen d'un tuyau et d'un deuxième tracteur ou d'une lance d'épandage. Comme

on ne circule plus dans le champ avec la citerne, on peut en choisir une relativement grande (p. ex. de 6000 l). Toutefois, ce procédé nécessite beaucoup de temps et de travail.

Quelle dimension de citerne choisir?

La dimension classique d'une citerne reste de 4000 l, même s'il existe aujourd'hui dans de nombreuses exploitations des tracteurs qui pourraient tirer des citernes plus grosses. Il faut compter environ 7,5 à 10 kW de puissance de traction par m³ de volume de la citerne. Les citernes d'un volume supérieur à 5000 l ne se justifient que lorsqu'il faut parcourir de longues distances. Le choix du volume de la citerne résulte toujours d'un compromis entre le tassement du sol toléré et une capacité d'épandage suffisante. Plus la citerne est lourde, plus elle dépendra des conditions météorologiques et moins son emploi sera flexible.

Essieux et pneus

Aujourd'hui encore, de nombreuses citernes ont des pneus d'origine qui sont trop petits. Il faudrait respecter les **exigences minimum** suivantes:

à partir de 4000 l: dimension 16-20
à partir de 5000 l: dimension 550/60-22,5 ou essieu-tandem
à partir de 6000 l: essieu-tandem

En ce qui concerne la **pression de gonflage des pneus**, voici quelle est la règle à respecter:

Pression au sol = pression des pneus + 0,4 bar

Comme la pression au sol ne devrait pas dépasser 2 bar, il faut choisir une dimension de pneus qui garantisse la charge admissible nécessaire pour une pression de pneus maximum de 1,6 bar.

Quel brasseur choisir?

Le brasseur standard chez la plupart des fabricants, c'est le brasseur **pneumatique** ou le brasseur à air. L'air com-

primé est injecté dans la partie inférieure de la citerne par l'intermédiaire d'une conduite perforée. S'il faut s'attendre à ce que des éléments se déposent lors du transport (p. ex. pour le lisier de porcs), un brasseur **mécanique**, c'est-à-dire un brasseur à ailettes est plus sûr, mais aussi plus cher.

Répartiteur

Le **défecteur** est devenu grâce à une conception simple, un prix peu élevé, et une usure modérée (peu de pièces mobiles) le distributeur standard. La largeur effective du travail varie entre 6 et 8 m. L'exactitude de la répartition est plutôt moyenne: en général, trop de lisier est épandu dans les zones extérieures et pas assez au centre. L'exactitude de la répartition n'est pas meilleure pour les **distributeurs latéraux** (largeur de travail de 10 à 12 m), ou pour les **buses d'éjection** des citernes à pompe (puissance d'éjection supérieure à 30 m). Les **répartiteurs oscillants** à commande électronique ou hydraulique sont encore moins répandus. Ils répartissent très exactement le lisier sur une largeur de 10 à 15 m, mais il est évident qu'ils sont plus chers (de Fr. 2000.- à Fr. 2500.-).

Frais fixes peu élevés

Le prix d'achat d'une citerne à lisier varie en fonction de son volume et de son équipement (compresseur ou pompe, dispositif de brassage, pneus, essieux simples ou essieux-tandem etc.), entre Fr. 12 000.- et Fr. 32 000.-. Les citernes à pression et à pompe et les citernes à pompe sont en moyenne environ 20 à 30% plus chers que les citernes à pression de même volume. Les frais fixes annuels d'une citerne de 4000 l varient entre Fr. 2500.- et Fr. 3000.-.

Purinage par tuyau

Le purinage par tuyau revêt par tradition en Suisse une grande importance. Dans les années 70, un matériel nouveau et de meilleure qualité permet à cette technique de prendre son essor.

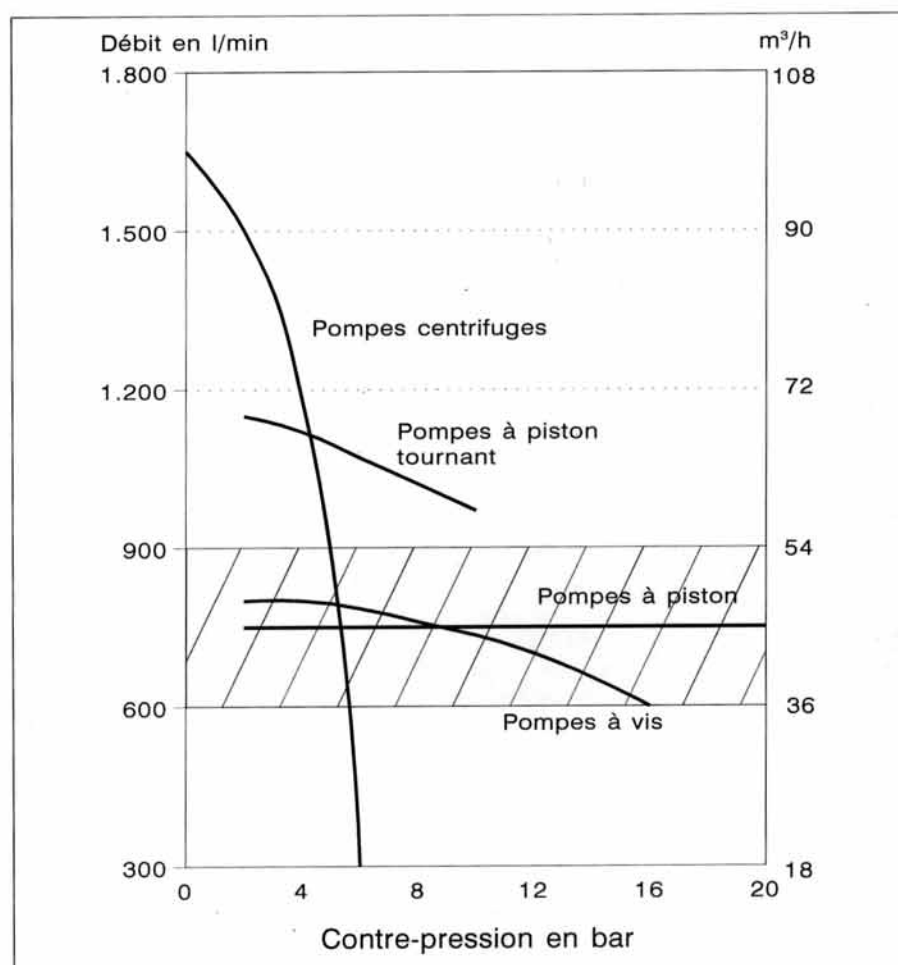


Fig. 3. Courbes de débits de différents types de pompe pour le purinage par tuyau. Débit souhaité: 600 à 900 l/min resp. 36 à 54 m³/h.

Elle continue à se développer aujourd'hui encore.

Fonctionnement et principes

En ce qui concerne le purinage moderne par tuyau, c'est le répartiteur automatique fixé au système trois-points du tracteur ou de la faucheuse à deux essieux qui effectue l'épandage du lisier. Une conduite résistant à la traction et à la pression est fixée au distributeur. Cette conduite est installée dans le champ avant l'épandage. Lors de l'épandage, les derniers 100 à 200 m de conduite sont répartis en lacets dans le champ, en commençant par le haut, respectivement par la partie du champ la plus éloignée. En général, le lisier est épandu directement depuis la ferme au moyen d'une pompe. Avoir des parcelles réparties de manière favorable est la condition pour une installation de purinage par tuyau.

La distance critique entre le champ et la ferme est d'environ 1 km, ce qui correspond en pratique à des conduites de 1,2 à 1,5 km. Pour les champs encore plus éloignés de la ferme, le purinage par tuyau n'est possible qu'avec une station intermédiaire (p. ex. une grande citerne à pompe).

Caractéristiques du procédé

L'avantage du purinage par tuyau, c'est qu'il ménage énormément les sols. Comme, contrairement à la citerne à lisier, on doit beaucoup moins tenir compte de l'état des sols, un plus grand nombre de jours sont envisageables dans l'année pour l'épandage. Il ne faut certes pas qu'on en arrive à épandre le lisier sur des sols détrempés ou qui ne sont pas en état de l'absorber. La facilité à travailler sur des terrains en pente et le faible risque d'accidents constituent les autres avantages de ce

procédé. De plus, contrairement à la technique de citerne, la dilution du lisier avec de l'eau pour des raisons de techniques culturales, n'a quasiment aucune conséquence néfaste.

Les débits d'épandage varient entre 30 et 50 m³/h et sont nettement supérieurs à ceux de la citerne à lisier. Lorsque la disposition des champs est favorable, on peut épandre le lisier sur 4 à 6 hectares sans interruption. Mais le travail de préparation et de rangement de l'installation est relativement long, ce qui n'a certes d'importance que pour les petites surfaces (fig. 2). Avec un équipement radio et un distributeur automatique, un homme seul peut effectuer la totalité du travail. Les coûts d'investissements relativement élevés et la limitation de l'utilisation par plusieurs exploitants, même si elle reste possible, sont les inconvénients d'une telle installation.

Force de traction du tracteur

100 m de conduites pleines de lisier pèsent, suivant leur diamètre, entre 400 et 700 kg. Suivant la pente et l'humidité de l'herbe, 50 à 80% de ce total sont requis du tracteur comme force de traction. Si en cas extrême, la longueur de la conduite atteint environ 200 m, le bout du tuyau, côté tracteur, doit pouvoir supporter 500 à 1100 daN de force de traction.

Pompes aux aptitudes différentes

Pour le purinage par tuyau, il faut tendre à un débit de 600 à 900 l/min (de 36 à 54 m³/h). Lorsque les débits sont supérieurs, les pertes de pression augmentent excessivement dans la conduite.

Les caractéristiques des différents types de pompe sont à la base du choix des pompes (débit en fonction de la contre-pression). Les pompes intéressantes sont celles qui ont, indépendamment de la contre-pression, le débit le plus constant possible. Les pompes à piston remplissent toujours cette condition, les pompes à vis et les pompes à piston tournant la remplissent presque toujours et les pompes centrifuges jamais (fig. 3).

Les pompes à piston sont indiquées là où les contre-pressions sont très élevées, c'est-à-dire là où il faut surmon-

Tableau 1: Caractéristiques des principaux types de pompes pour le purinage par tuyaux

		Pompe à piston	Pompe à vis	Pompe à piston tournant	Pompe centrifuge
Pression en bar		supérieure à 16	12 - 16	8 - 12	4 - 9
Débit en l/min m³/ha		300 - 800 18 - 48	600 - 1300 36 - 78	600 - 2000 36 - 120	600 - 1800 36 - 108
Débit en cas d'augmentation de la contre-pression		identique	diminue en partie	diminue	diminue considérablement
Chute de pression en cas de baisse du régime de rotation		faible	faible	moyenne	significative
Puissance nécessaire en kW (pour 750 l/min et une dénivellation de 60 m)		10 - 20	15 - 20	15 - 30	30 - 40 (-50)
Prix indicatif en francs		8000.-- - 15 000.--	9500.--	9000.--	6500.--

ter d'importantes dénivellations. Les pompes à vis moins onéreuses, constituent une alternative. Elles affichent également des pressions élevées et un débit relativement constant. Les pompes à piston tournant possèdent souvent un débit de initial (trop) élevé, et ne sont valables que pour les faibles dénivellations. Les pompes centrifuges ne sont quasiment jamais indiquées, car elles ont un débit qui n'est presque jamais constant et des pressions basses (tab. 1).

Tuyaux souples ou tuyaux mi-durs

Pour les conduites mobiles, il existe deux solutions:

– **tuyaux mi-durs** en PE (polyéthylène): noires, peu souples, comme pour les arroseurs automatiques.

– **tuyaux souples** en PVC (polychlorure vinyle) ou en PU (polyuréthane): de couleur, souples, semblables aux tuyaux utilisés par les pompiers.

Si les conduites en PE doivent être enroulées, il faut utiliser des **enrouleurs** d'un diamètre d'au moins 1,5 m. Ces enrouleurs prennent beaucoup de place et ils sont problématiques sur les terrains en pente car ils risquent de basculer. Souvent les conduites sont rangées le long d'un chemin ou dans la cour de la ferme. On les transporte plus tard là où elles doivent être utilisées. Les tuyaux souples en revanche peuvent être aplatis lorsqu'ils sont vides et peuvent donc être enroulés sur un **treuil** beaucoup plus petit, qui risque moins de basculer. L'inconvénient de ces tuyaux c'est qu'ils ont un prix élevé et une faible résistance à l'usure. Les tuyaux souples ne doivent jamais être

Tableau 2: Pertes de pression en fonction du débit et du diamètre de la conduite (lisier avec 2 – 4% MS)

Débit		Diamètre de la conduite		
		63 mm	75 mm	102 mm
l/min	m³/h	Perte de pression en bar /100 m de conduite		
500	30	1,1	0,4	0,1
600	36	1,5	0,6	0,15
700	42	1,9	0,8	0,2
800	48	2,4	1,0	0,25
900	54	2,9	1,2	0,35

tirés sur les chemins ou sur les routes lorsqu'ils sont pleins.

Lors de l'achat de tuyaux ou de conduites, l'entreprise qui les vend doit indiquer quelle est leur résistance à la traction et à la pression. La **résistance à la traction** devrait être au minimum de 1500 daN. En ce qui concerne la résistance à la pression, on distingue la pression **de service** et la **pression d'éclatement**. La pression d'éclatement est en général deux à trois fois plus élevée que la pression de service. Suivant les conditions (dénivellation, débit de la pompe), il faut qu'une pression de service entre 8 et 14 bar puisse être garantie. D'après les expériences faites jusqu'à présent ces valeurs sont suffisantes.

A combien s'élèvent les pertes de pression?

Du fait des frottements, une chute de pression se produit dans la conduite. Cette chute de pression est fonction des données suivantes:

- dénivellation de la pompe au répartiteur
- débit de la pompe

- diamètre de la conduite
- longueur de la conduite
- consistance du lisier.

Conformément au tableau 2, outre la dénivellation donnée, le diamètre de la conduite et le débit sont les facteurs qui influencent le plus les pertes de pression. Le lisier et le type de conduites sont des facteurs qui ont peu d'importance. Il faut tenir compte des principes suivants:

– Des débits élevés entraînent une rapide chute de pression. Si le débit double, la perte de pression triple. C'est pourquoi les débits élevés ne sont recommandés que lorsque la dénivellation est faible et la conduite de longueur moyenne.

– Pour la conduite d'alimentation, il faut choisir un diamètre suffisamment grand de 75mm. Pour les 100 à 200 derniers mètres avant le répartiteur, du fait de la manipulation simple et de la faible résistance à la traction, un diamètre de 63 mm est préférable. Pour les conduites souterraines, on recommande un diamètre d'au moins 102 mm.

– Le débit et le diamètre de la conduite doivent être ajustés l'un à l'autre. Plus le débit est important, plus le



Fig. 4. Dans la mesure où la puissance d'éjection est suffisante, on peut aussi épandre le lisier sur les terrains non praticables avec une citerne à pompe équipée d'une buse de projection. L'avantage des citernes en matière plastique, c'est que l'on peut toujours voir combien il reste de lisier à l'intérieur.



Fig. 5. Citerne à pression avec déflecteur: le fait de pouvoir baisser ou monter le déflecteur permet d'adapter la largeur de travail suivant la nécessité, dans un secteur variant entre 10 et 14 m. Ce type de distributeur est tout à fait approprié à l'épandage du lisier dans les grandes cultures dans lesquelles on a laissé des passages.



Fig. 6. Fonctionnel et encore bon marché: épandeur en ligne pour l'épandage tardif du lisier dans les cultures de maïs. Comme on ne peut fumer que trois rangées intermédiaires, un nombre élevé de passages se produit.



Fig. 7. Pour le purinage par tuyau, les pompes à vis sont aujourd'hui les plus utilisées. Pour garantir une puissance suffisante, elles sont souvent entraînées par la prise de force du tracteur. Pour éviter les dégâts que pourrait causer une obstruction de la conduite, les pompes devraient être équipées du côté refoulement d'une sécurité en cas de surpression.



Fig. 8. Les tuyaux souples peuvent être enroulés sur un petit treuil, ce qui économise de la place. Contrairement aux conduites PE, il ne faut pas les tirer lorsqu'ils sont vides, car sinon ils se tordent.



Fig. 9. Le purinage par tuyau peut aussi être employé dans les grandes cultures: pour éviter d'endommager les plantes de maïs, les tuyaux sont déployés entre les rangées de maïs et pendant la répartition, ils sont retirés dans la même rangée.



Fig. 10. Les enrouleurs combinés (enrouleur avec distributeur automatique) présentent un avantage: l'enrouleur n'a pas besoin d'être dételé une fois les tuyaux sont déroulés. Pour les surfaces difficilement accessibles, le déflecteur peut être branché sur commande manuelle depuis la cabine du tracteur.

Fig. 11. Les répartiteurs pivotants – ici avec commande hydraulique – permettent des largeurs de travail jusqu'à 25 m. Dans les grandes cultures, ils sont préférables aux déflecteurs, car le déplacement des outils doit être changé moins souvent.



Fig. 12. Les rampes d'épandage à tuyaux souples sont particulièrement avantageuses dans les grandes cultures: haute précision dans la répartition, pas de végétation souillée, moins de pertes d'ammoniac. Elles doivent cependant pouvoir être utilisées suffisamment.



Fig. 13. Epandeur enfouisseur en lignes (5 lignes) en montage frontal: la pompe intégrée répartit le lisier depuis la citerne sur les différents injecteurs. L'enfouissement direct permet d'éviter pratiquement toutes les pertes d'azote sous forme gazeuse.



Fig. 14. Epandage du lisier au moyen de l'arroseur automatique: Le moteur à essence intégré garantit une exploitation sans problème, indépendamment du flux de lisier et un avancement suffisamment rapide de l'arroseur.

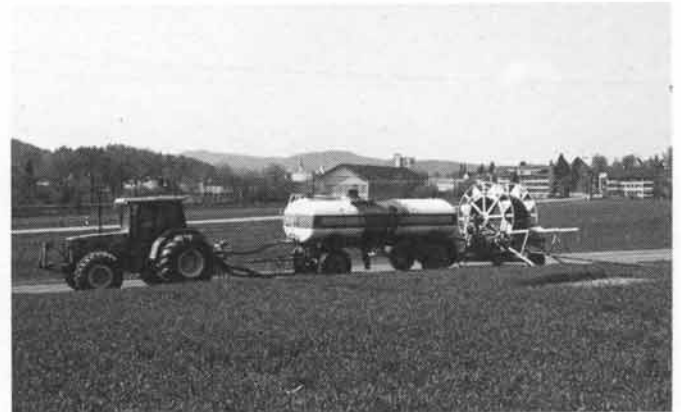


Fig. 15. Arrosage de lisier dans une culture de blé: la remorque-citerne placée à côté de l'arroseur automatique sert de station intermédiaire pour le lisier. La pompe à piston tournant entraînée par le tracteur permet de propulser le lisier dans l'arroseur. Cette technique, qui est loin d'être bon marché, n'est valable que si elle est partagée entre plusieurs exploitations.

Tableau 3: Exemple du calcul de la perte de pression d'une installation de purinage par tuyau

Débit de la pompe	600 l/min	900 l/min
Pertes de pression en bar		
- Conduite 400 m à 75 mm	2,4	4,8
200 m à 63 mm	3,0	5,8
- Dénivellation 50 m	5,0	5,0
- Pression de sortie au distributeur	1,5	1,5
Perte de pression entre la pompe et le distributeur	11,9	17,1

– à la sortie du répartiteur, il faut que la pression soit de 1 à 1,5 bar.

Distributeur automatique: différentes qualités de répartition

Aujourd'hui, voici quels sont les procédés disponibles sur le marché:

- distributeur à commande manuelle
- déflecteur
- répartiteur pivotant à entraînement mécanique, hydraulique ou électrique
- rampe d'épandage à tuyaux souples

Les **déflecteurs** ont une largeur de travail de 8 à 10 m. En général, ils n'épandent pas assez de lisier au centre et trop dans les zones extérieures (fig. 16). Si les chevauchements sont trop importants, la répartition se fait de manière très inégale. Les côtés très pentus de la courbe de répartition facilitent l'épandage du lisier en bordure des champs («ligne propre»).

Sur les **répartiteurs pivotants**, une buse oscille automatiquement d'un côté à l'autre. Suivant le réglage et le débit de la pompe, la largeur de travail varie entre 15 et 25 m. Si le chevauchement se fait à une distance correcte, l'exactitude de la répartition est très bonne (fig. 16).

La plupart des distributeurs automatiques peuvent être branchés sur **commande manuelle** pendant le trajet, depuis la cabine du tracteur. Cela permet d'adapter la répartition à tous les types de situation.

Les **rampes d'épandage à tuyaux souples** avec une largeur de travail de 12 ou 15 m présentent différents avantages par rapport aux autres répartiteurs automatiques:

- largeur de travail constante sans problème de chevauchement
- haute précision de la répartition (fig. 16)
- moins de souillures de la végétation
- émissions d'odeurs et d'ammoniac réduites.

Mais le prix d'achat cinq fois plus élevé et le maniement plus difficile sont les inconvénients majeurs de ce type d'installations.

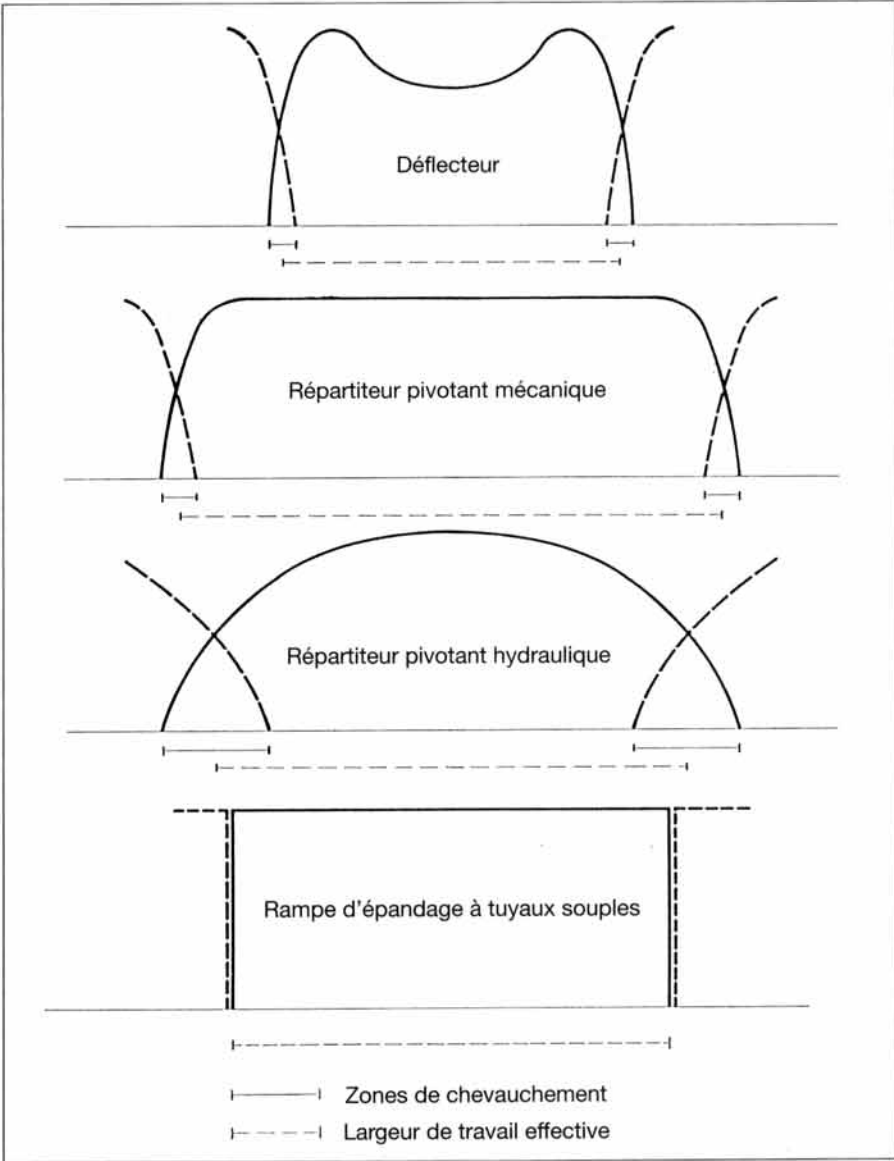


Fig. 16. Courbes schématiques des répartitions obtenues avec des distributeurs automatiques pour le purinage par tuyau, suivant le système de répartition.

diamètre de la conduite doit être grand. Le calcul des pertes de pression est à la base de tout projet d'installation de purinage par tuyau. Le tableau 3 donne un exemple de la façon dont ces per-

tes sont calculées, en fonction de deux principes:

- pour une dénivellation de 10 m, la chute de pression est de 1 bar.

Coûts

Une installation de purinage par tuyau coûte entre Fr. 20 000.- et Fr. 30 000.-. Les conduites et la pompe sont les élé-

ments qui coûtent le plus cher (tab. 4). Si les caractéristiques de plusieurs exploitations correspondent dans une très large mesure, l'acquisition d'une installation en commun est fortement recommandée, pour pouvoir réduire les frais fixes élevés.

Épandage par aspersion

Les arroseurs automatiques utilisés pour l'irrigation peuvent aussi être utilisés pour l'épandage du lisier, une fois quelques petites modifications apportées. Cette technique est surtout valable pour les exploitations de grandes cultures qui valorisent de grandes quantités de lisier. Cela permet de mieux rentabiliser les arroseurs automatiques qui sont des machines onéreuses.

Fonctionnement

L'arroseur automatique est installée en bordure du champ. On tire à l'aide d'un tracteur le bout du tuyau et l'arroseur monté sur un traîneau, jusqu'à l'extrémité opposée du champ. L'arroseur automatique enroule lentement le tuyau au moyen d'un mécanisme d'entraînement, pendant que l'arroseur répartit le lisier en oscillant latéralement. Puis on déplace le matériel en fonction de la largeur de travail et on tire à nouveau le tuyau avec l'arroseur. L'alimentation en lisier peut se faire de différentes manières :

- Conduite (mobile ou souterraine) jusqu'à l'arroseur automatique, pompe auprès de la fosse à lisier.
- Citerne à pompe auprès de l'arroseur automatique, transport au moyen d'une citerne à pression.
- Station intermédiaire (p. ex. camion citerne ou bassin à lisier) en bordure du champ, pompe mobile auprès de l'arroseur automatique, transport au moyen d'une citerne à pression.

Caractéristiques du procédé

L'épandage par aspersion caractérise par son grand respect des sols et sa faible dépendance vis à vis des conditions météorologiques. Comme la lar-

Tableau 4: Coûts de l'achat d'une installation de purinage par tuyau

	Conduites PE sans enrouleur Fr.	Tuyaux PVC avec treuil Fr.
Pompe (pompe à vis) 2 étages, entraînement par prise de force	9 500.--	9 500.--
Conduite 400 m à 76 mm	4 800.--	6 400.--
200 m à 63 mm	1 700.--	2 600.--
Treuil	—	4 800.--
Distributeur	3 000.--	3 000.--
Total (variante minimum)	19 000.--	26 300.--
Coûts supplémentaires		
- Moteur électrique pour l'entraînement de la pompe	1 800.--	1 800.--
- Radiotélécommande	3 400.--	3 400.--
Total	24 200.--	31 500.--

geur de travail est importante, de 60 à 80 m (suivant le débit de la pompe), il y a peu de traces de roues. À l'aide d'un passage, des surfaces considérables peuvent être fumées (avec une longueur de tuyaux de 300 m et une largeur de travail de 80 m, on peut fumer environ 2,5 hectares). L'utilisation d'une pompe à haut rendement permet d'avoir aussi une capacité d'épandage élevée.

Le procédé n'est pas recommandé pour les petites parcelles de forme irrégulières. L'exactitude de la répartition est particulièrement insatisfaisante par grand vent. De plus, l'arrosage de lisier à proximité de zones d'habitation est problématique (émission de petites particules de lisier, odeurs nauséabondes).

Quel système de commande choisir pour le lisier?

Parmi les systèmes de commande utilisés habituellement pour l'enroulement du tuyau, qui fonctionnent à partir du flux d'eau (turbines, vérin hydraulique et poumon de caoutchouc), seule l'entraînement par turbine entre en ligne de compte pour l'arrosage de lisier. En outre ce type d'entraînement ne vaut que pour le lisier de porcs et encore sous certaines conditions. Pour le lisier de bovins et les boues d'épuration, il faut trouver un autre système. La meilleure solution consiste à prendre un moteur supplémentaire (p. ex. un moteur à essence) dont la boîte à vitesses garantit aussi une plus grande vitesse d'entraînement. Celle-ci est nécessaire, car comparées à l'irrigation,

les quantités à épandre sont nettement plus petites. L'alternative consiste à choisir un démultiplicateur, entraîné par la prise de force du tracteur.

Arroseur: avec buse en caoutchouc

Les arroseurs les plus courants sont les arroseurs de grande puissance permettant une aspersion circulaire ou par secteur. Il est hors de question de prendre pour le lisier les buses non déformables utilisées pour l'irrigation (risque d'obstruction). C'est pourquoi, pour le lisier et les boues d'épuration, il est préférable d'utiliser des buses en caoutchouc qui se dilatent facilement.

Longueur et diamètre des tuyaux

Les conduites PE des arroseurs automatiques font généralement de 250 à 400 m de long. En ce qui concerne les pertes de pression, les principes énoncés pour le purinage par tuyau restent valables. Plus la conduite PE est longue et plus le débit est élevé, plus le diamètre choisi devra être grand. Les différences entre l'eau et le lisier n'ont pas de grande importance.

Pompe à haut rendement

Pour l'épandage par aspersion, il est recommandé d'utiliser les pompes à piston tournant ou les pompes à vis avec un débit d'au moins 750 l/min. La pression à la sortie de l'arroseur doit être de 3 à 4 bar.

Forces de traction élevées
au niveau de la conduite

La force de traction nécessaire pour tirer la conduite PE dépend beaucoup de la longueur et du diamètre de la conduite, mais aussi de la surface du sol. Pour tirer une conduite pleine, de 300 m de long et d'un diamètre intérieur de 75 mm, les forces de traction nécessaires oscillent entre 800 et 1600 daN. Pour tirer les conduites, il faut donc utiliser des tracteurs dont la charge sur l'essieu moteur s'élève à 2,5 t au moins.

Coûts élevés

Un arroseur automatique (arroseur compris) coûte, suivant le type et l'équipement, entre Fr. 10 000.– et Fr. 50 000.–. Pour une installation moyenne, il faut compter Fr. 3 500.– de frais fixes par an. Il faut ajouter à cela les coûts de la pompe et de l'alimentation en lisier. Pour réduire les coûts annuels élevés, il faut essayer de rentabiliser au maximum l'installation (utilisation par plusieurs exploitations ou acquisition collective).

Quantités épandues:
différences en fonction
du procédé utilisé

Pour qui veut utiliser le lisier en respectant les plantes et l'environnement, le choix de la période appropriée, l'exactitude de la répartition, mais aussi le fait d'épandre la quantité correcte sont des facteurs décisifs. Pour les prairies les quantités optimales, pour chaque épandage sont de l'ordre de 25 m³/ha (lisier complet dilué 1:1). Dans les terrains en pente, les quantités épandues ne devraient pas dépasser cette limite pour prévenir le danger de ruissellement. Avec la citerne à pression, les quantités épandues sont la plupart du temps bien supérieures à ce seuil. D'après le tableau 5, avec une citerne à pression, on ne peut épandre des quantités inférieures à 30 m³/ha qu'avec des vitesses relativement élevées (supérieures à 6 km/h) et peu utilisées dans la pratique. De ce point de vue, le purinage par tuyau pose moins de problèmes,

Tableau 5: Quantités épandues en fonction de la largeur de travail, du débit et de la vitesse d'avancement

Citerne à pression

Débit m³/min	Largeur de travail m	Quantités épandues en m³/ha pour une vitesse de ... km/h			
		2	4	6	8
2,0	6	100	50	33	25
	7	86	43	29	21
	8	75	37	25	19
1,7	6	85	43	28	21
	7	73	37	24	18
	8	64	32	21	16

Purinage par tuyau

Distributeur Largeur de travail m	Déflecteur 10						Distributeur pivotant 20					
	900			600			900			600		
Débit l/min	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Vitesse km/h	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Apport m³/ha	54	27	18	36	18	12	27	13	9	18	9	6

dans la mesure où le débit utilisé est raisonnable. Même avec les arroseurs automatiques, on peut réduire sans problème les quantités épandues si on augmente la vitesse d'enroulement.

Technique du lisier dans
les grandes cultures

Les exploitations mixtes avec une forte production de lisier sont très intéressées par une utilisation du lisier dans les grandes cultures. On peut ainsi faire l'économie des engrais minéraux et les substances nutritives issues des engrais de ferme peuvent être réparties plus équitablement. L'utilisation du lisier dans les grandes cultures est surtout raisonnable s'il est épandu pendant la période de croissance.

Quand et combien?

Parmi les différents types de cultures, le maïs, le colza et les céréales d'automne se prêtent particulièrement bien à l'emploi du lisier. Le tableau 6 indique quelles sont les périodes et les quantités recommandées pour l'épandage de lisier dans ces cultures.

Quel procédé utiliser?

Voici quelles sont les différentes techniques de fumure au lisier dans les grandes cultures:

- Citerne à pression avec déflecteur ou distributeur latéral
- Citerne à pompe avec buse de projection
- Citerne à pression / à pompe avec dents enfouisseuses
- Purinage par tuyau avec tuyaux tirés

Tableau 6: Le lisier dans les grandes cultures: possibilités d'utilisation en ce qui concerne le type de culture, la période et la quantité à épandre

Culture	Période	Quantité m³/ha	Problèmes
Maïs	mai - juni	40 - 60	Pertes d'ammoniac lorsque la température est élevée
Colza	octobre février-mars	20 - 30 20 - 40	Stimule une croissance excessive avant l'hiver Etat du sol
Céréales d'automne	février-mars avril	30 30	Etat du sol Pertes d'ammoniac lorsque la température est élevée

et distributeur (déflecteur, répartiteur pivotant, ou rampe d'épandage à tuyaux souples)

– Epandage par aspersion avec arroseur automatique.

Dans les grandes cultures, le risque d'endommager le sol en roulant sur les surfaces non couvertes est très grand. C'est pourquoi, il est recommandé de n'utiliser **la citerne à pression ou à pompe** que lorsque le sol est bien ressué. Si le travail est retardé par la pluie, il arrive souvent qu'on rate le meilleur moment pour la fumure. Voici quels sont les autres inconvénients de ce procédé: la citerne risque de glisser sur le côté dans les pentes, d'écraser les plantes et enfin le volume des citernes est souvent trop petit pour les grandes longueurs de champ.

Le purinage par tuyau a l'énorme avantage de respecter les sols et d'être très souple en ce qui concerne la période de fumure. Mais il est possible de n'employer ce procédé que jusqu'à un certain stade de développement, pour la plupart des cultures, car sinon les conduites risqueraient d'écraser les plantes. Le maïs offre la possibilité de déployer les tuyaux souples entre les rangées de maïs et de les retirer par la même rangée pendant la répartition. Les répartiteurs pivotants sont plus indiqués que les déflecteurs. Ils répartissent plus largement et plus exactement le lisier et peuvent être adaptés plus facilement à la largeur de travail voulue.

L'épandage par aspersion permet d'épandre le lisier quasiment à n'im-

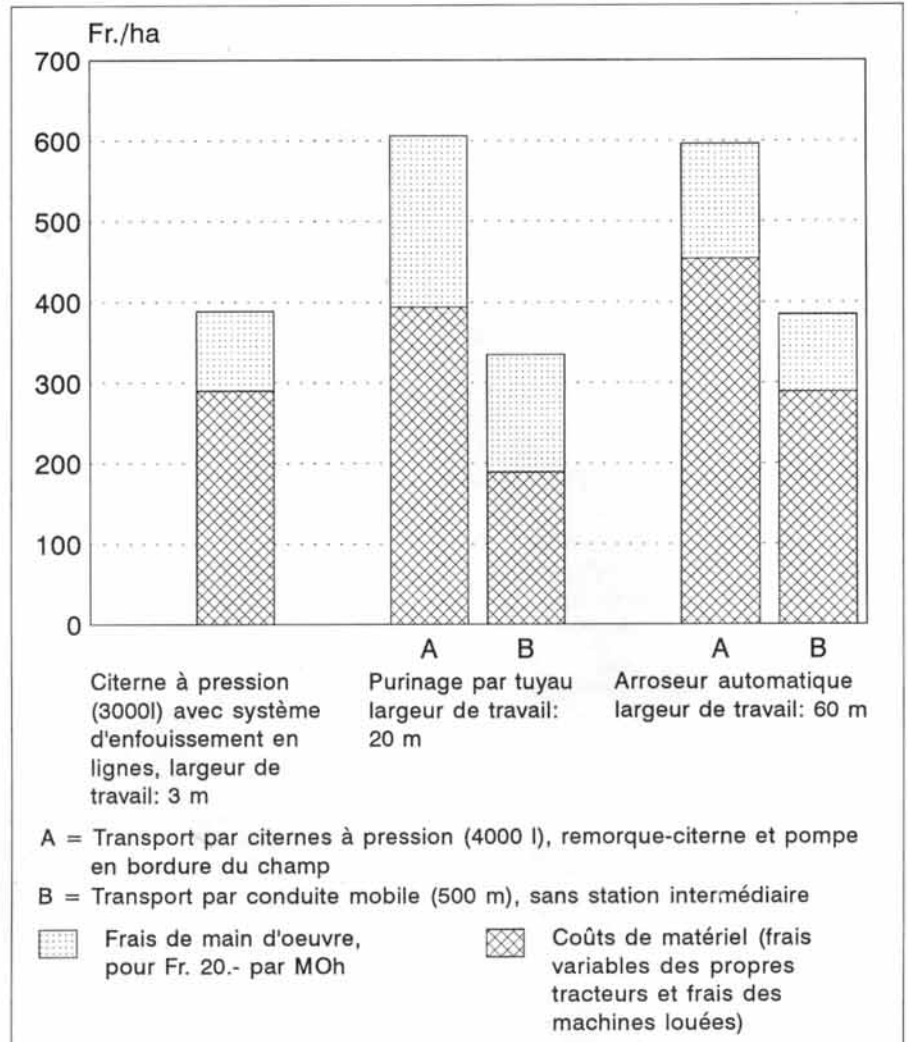


Fig. 17. Coûts des procédés en Fr./ha pour l'épandage du lisier dans les cultures de maïs (champs d'une longueur de 200 m, distance des champs à l'exploitation 500 m, 50 m³/ha).

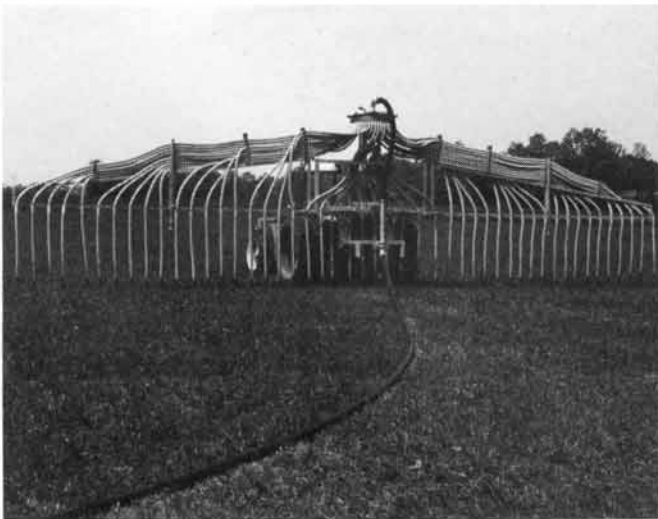


Fig. 18. Le développement de nouveaux procédés et de nouveaux appareils essaye de tenir compte des exigences croissantes en matière d'épandage du lisier. L'avenir dira si les techniques onéreuses, beaucoup préconisées à l'étranger, telle que l'enfouissement du lisier dans les prairies (photo de droite), répondent aux conditions suisses et se justifient de ce point de vue.

porte quelle époque et dans tous les types de cultures, sans risquer d'endommager le sol. On n'obtient toutefois une répartition uniforme des substances nutritives sur l'ensemble de la parcelle, que si on rajoute des engrais minéraux par la suite sur les bordures et dans les angles du champ.

Les rampes d'épandage à tuyaux souples se prêtent particulièrement à l'épandage tardif de lisier dans les cultures. Elles sont soit fixées au système 3-point du tracteur (purinage par tuyau) ou à une citerne à pompe. Elles garantissent un épandage près du sol sans que les plantes soient ni souillées, ni brûlées. Si la largeur de travail de l'appareil correspond à la largeur des passages, la répartition sera très exacte.

Les appareils pour l'enfouissement du lisier fixés à l'avant ou à l'arrière du tracteur conduisent le lisier di-

rectement dans le sol. Cela permet d'éviter que des grandes quantités d'azote se volatilisent. De plus, l'azote du lisier est mieux valorisé. Toutefois, pour appliquer l'enfouissement pendant la croissance des cultures, il faut que les rangées soient suffisamment espacées, ce qui fait qu'un tel procédé ne peut être utilisé que pour le maïs. Les dents enfouisseuses demandent une force de traction deux à quatre fois plus élevée. En outre la répartition du lisier n'est pas optimale.

Coûts de fonctionnement divers

Le purinage par tuyau et surtout l'arrosage entraînent du fait de l'important coût des machines des coûts de fonctionnement élevés. Lorsque le purinage par tuyau est employé dans les

grandes cultures, les dépenses dues à l'installation, au rangement et au changement de matériel sont relativement importantes; pour l'arrosage, toutes ces dépenses entrent moins en ligne de compte du fait de la grande largeur de travail. En ce qui concerne les citernes, la courte durée de la préparation et la simplicité du mécanisme permettent d'avoir des coûts de fonctionnement peu élevés. Quant au purinage par tuyau et à l'arrosage, un facteur est décisif: c'est la façon dont le lisier arrive au champ; le transport direct depuis la ferme au moyen d'une conduite mobile est bien meilleur marché que le transport au moyen de citernes à pression et par l'installation supplémentaire d'une station intermédiaire en bordure du champ (fig. 17).

Tableau 7: Vue d'ensemble des différents procédés

Procédé	Citerne à pompe ou citerne à pression	Purinage par tuyau	Epandage par aspersion
Appareils		- Pompe - Tuyaux PVC/ Conduites PE - Distributeur automatique	- Pompe - Arroseur automatique, y c. conduite PE et arroseur sur traîneau
Distributeur	- Déflecteur - Répartiteur pivotant - Buse de projection - Rampe d'épandage à tuyaux souples - Epandeur en lignes (maïs) - Appareil d'enfouissement	- Lance d'épandage (distribution manuelle) - Déflecteur - Répartiteur pivotant - Rampe d'épandage à tuyaux souples	- Arroseur de grande puissance avec buse en caoutchouc
Coûts d'investissement Fr.	12 000.-- - 28 000.-- (citerne à pression) 16 000.-- - 32 000.-- (citerne à pompe)	19 000.-- - 35 000.--	20 000.-- - 60 000.--
Coûts de fonctionnement	bas	moyennes	élevés
Travail nécessaire			
• Installation et rangement	++	--	--
• Epandage	-	++	++
Capacité d'épandage ha/h m³/h	inférieures à 0,5 10 - 20	1 - 2 30 - 50	1 - 2,5 40 - 60
Parcelles morcelées	++	--	-
Emploi en commun	++	+ (-)	+ (-)
Ménagement du sol	-	++	++
Travail en pente	-	++	-
Sécurité en matière d'accidents	-	+	+
Dilution du lisier	-	+	+
Utilisation dans les grandes cultures	-	+	++

+ favorable
- défavorable