

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 74 (2012)
Heft: 2

Rubrik: Marché

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Grâce à des logiciels spéciaux, l'influence du vent est prise en compte et les mesures de réglage nécessaires calculées.

Stratégies assistées par ordinateur pour épandeurs d'engrais

Les épandeurs d'engrais ont poursuivi leur développement par l'utilisation accrue de systèmes de commande et de régulation intelligents. Ils proposent aujourd'hui un degré de confort élevé, assorti d'une grande précision d'épandage. Dans le domaine de la saisie des données, le standard ISOBUS s'impose de plus en plus.

Ruedi Hunger

L'épandeur d'engrais à deux disques constitue aujourd'hui largement la machine standard. En ce qui concerne leur construction, les domaines fonctionnels « dosage » et « épandage » se différencient, et une tendance se dessine en faveur de systèmes de régulation du débit et de dosage de l'engrais complètement automatiques. Les systèmes munis d'une cellule de pesage sont maintenant largement répandus et mesurent en continu le poids de l'épandeur d'engrais. Lors de l'épandage, la quantité effectivement distribuée se

calcule en fonction de l'évolution du poids, et l'ouverture de dosage est adaptée selon les besoins ainsi déterminés. Selon Volker Stöcklin, Rauch Landmaschinen GmbH, Sinzheim (D), cette technique de pesage atteint certaines limites lorsque la masse du flux de produit est faible, le sol fortement irrégulier ou alors en pente. Cette technique présente aussi l'inconvénient que la saisie du poids passe par un seul système de pesage, alors que les épandeurs à deux disques disposent de deux systèmes de dosage indépendants.

Définition

*Capteur Piezo

Basé sur le principe de la piezo-électricité (du grec « presser, comprimer »), nommé également effet Piezo. Un capteur Piezo sert à capter et transformer la pression mécanique en tension électrique.

**Smartphone

Un Smartphone est un téléphone mobile qui possède davantage de fonctions d'ordinateur qu'un téléphone mobile moderne. Les Smartphones peuvent être équipés de diverses applications complémentaires.

Alternatives à la technique de pesage

Alors que les épandeurs d'engrais avaient jusqu'à présent des ouvertures de dosage plus ou moins circulaires, l'exemple de Rauch AXIS montre que la conception de l'ouverture et du doseur exerce une grande influence sur le débit de produit. Grâce à une forme améliorée, la qualité du flux dépendant de la quantité peut être compensée pour beaucoup de sorte d'engrais.

Les inconvénients de la technique de pesage, mentionnés ci-dessus, peuvent être atténués par un système de mesure de couple. Une condition préalable pour cela est que les disques d'épandage disposent d'un entraînement hydraulique ou électrique. Rauch mesure, sur la base d'un entraînement hydraulique, la différence de pression différentielle entre les deux moteurs hydrauliques des disques d'épandage. Le couple, et donc la masse du flux de produit des disques d'épandage gauche et droit, peut être déterminé de manière indépendante.

Par ailleurs, Amazone poursuit une autre voie avec son système de capteur optique Argus. Une caméra saisit la vitesse et la direction des granulés d'engrais directement au niveau du disque d'épandage, et les compare aux indications figurant dans une banque de données. Le système Argus détermine ainsi la qualité d'épandage et transmet des indications permettant la régulation du flux de produit.

Sulky contrôle la courbe d'épandage avec deux capteurs Piezo* (Justax) intégrés au flux. En cas de réglage trop faible ou trop large, la largeur d'épandage peut être indiquée au moyen de diodes lumineuses sur le terminal de commande.

*voir encadré

Nouveautés sur le marché

• Amazone

Les bords de champ sont des endroits sensibles. D'une part, les zones écologiques doivent être respectées et, d'autre part, la répartition optimale de l'engrais constitue une nécessité économique. Les usines Amazone sont à même, grâce au module « HeadlandControl », d'atteindre ces deux objectifs. Le nouveau système de gestion de bord de champ se compose d'un dispositif d'épandage spécifique (auto-TS) intégré au disque et qui s'enclenche automatiquement. Un logiciel spécial gère non seulement le dispositif d'épandage en

bord de champ, mais également les processus de travail qui s'ensuivent.

Les sortes d'engrais se différencient sur les plans de la grosseur des granulés, de la forme et du poids. Ces particularités ont un effet en termes de vitesse de vol. Avec des longueurs de projection supérieures à 30 mètres atteintes aujourd'hui, l'effet du vent est d'autant plus grand. Grâce au « WindControl », l'effet du vent des épandeurs d'engrais grande surface ZG-TS est compensé. Pour cela, un appareil de mesure du vent monté à proximité du dispositif de projection prend en compte les conditions momentanées. Des algorithmes sont disponibles dans la série de logiciel du terminal ISOBUS, ce qui permet une adaptation immédiate et continue de la trajectoire des granulés d'engrais.

• Bogballe

Le constructeur d'épandeurs d'engrais danois équipe ses appareils de la technique de pesage et de deux ordinateurs distincts. La version disponible jusqu'alors, avec son Calibrator Surf indépendant, est complétée par un Controller ISOBUS. Avec cette nouvelle version, l'ensemble des épandeurs à technique de pesage Bogballe sont maintenant compatibles avec n'importe quel terminal ISOBUS. De plus, il est possible d'équiper les anciennes versions de cette technique ISOBUS.

La technique de pesage à double cadre est combinée avec un dispositif de dosage entièrement automatique qui, selon

Bogballe, assure une grande précision de pesage même dans les terrains en pente et irréguliers, ceci grâce à l'« Intelligent Control ». Les données sont contrôlées par le logiciel, vérifiées quant aux éventuelles erreurs de mesure et corrigées. Ces données corrigées permettent, grâce à une commande online, un ajustement en continu de la quantité épandue.

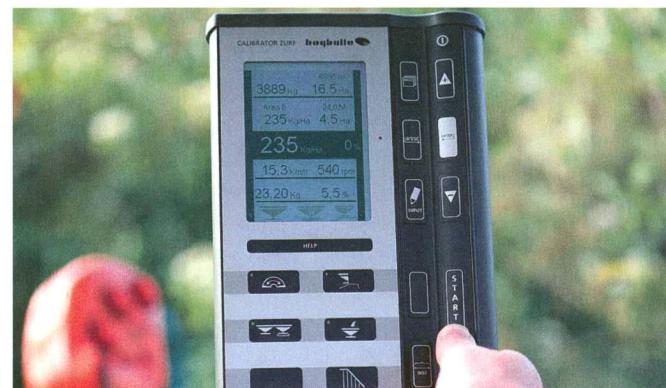
• Kverneland

Le dispositif Stop&Go est disponible immédiatement comme équipement complémentaire sur les épandeurs Sulky de la série X12-44. La commande depuis la cabine du tracteur se fait soit au moyen d'un levier spécial, soit directement sur la console Vision de la machine. Celle-ci dispose d'un système de pesage automatique WPB.

Pour les constructeurs des distributeurs d'engrais Accord et Vicon, il ne suffit pas de réduire le flux d'engrais et le régime des disques d'éjection. L'entreprise est convaincue que ce procédé entraîne des conséquences négatives sur le profil d'épandage et qu'une diffusion en débordement n'est pas à exclure. Le GEOSpread, présenté lors d'Agritechnica 2011, comprend une nouvelle commande de largeur partielle contrôlée par GPS pour les épandeurs d'engrais à propulsion mécanique. Equipée de deux servomoteurs, la largeur d'épandage est adaptée par le biais de la modification online du point d'impact tout en ajustant simulta-



Illustration du système Stop&Go des épandeurs d'engrais Sulky de la série X12-44, exemple de la grande variété de dispositifs automatiques pour l'épandage en bord de champ.



Bogballe-Calibrator Surf.

nément la quantité épandue. Les corrections sont faites par tranches de 2 mètres, selon la position du GPS. Le GEOspread fonctionne avec n'importe quel terminal ISOBUS qui dispose de la fonction « Section control ».

• Rauch

Les limites des champs et les surfaces en pointe se révèlent difficiles à traiter avec la technique conventionnelle et la conduite manuelle. Grâce au soutien du GPS, le travail sur ce type de parcelles sera facilité à l'avenir, c'est du moins ce que promet le nouveau Rauch GPS-Control. Grâce à cette technique, l'ouverture et la fermeture du doseur se réalisent au moment adéquat. Le GPS-Control considère, contrairement aux précédents systèmes, le comportement en vol et le profil d'épandage spécifique de chaque type d'engrais. L'ajustement se fonde, pour l'engrais choisi, en fonction de ses propres valeurs de référence en matière de distance de projection figurant dans le tableau d'épandage. Selon Rauch, les erreurs d'épandage causées par un réglage imprécis du doseur s'avèrent exclues. Les largeurs partielles à gauche et à droite sont enclenchées par le GPS-Control, ceci au bon moment. Un système de guidage par trace intégré permet une entrée exacte sur la parcelle. Les distributeurs d'engrais Rauch de la série AXIS-H 30.1 et 50.1, avec entraînement hydraulique des disques d'épandage, sont équipés du GPS-Control.

• Sulky

Chez Sulky, le service online « Fertitest » peut être utilisé au moyen de Smartphones**. Le constructeur de distributeurs d'engrais de Noyal-sur-Vilaine (France) a enregistré plus de 450 sortes d'engrais sous forme de granulés ou en vrac, ainsi que les principaux types de semences et de granulés antilimaces, dans une banque de données, cela pour assurer son service online « Fertitest ». Les engrains non répertoriés peuvent être calculés en utilisant la fonction « recherche approchante ». Une utilisation mobile est maintenant disponible avec un Smartphone.

Avec son système à pales étagées breveté, Sulky assure un multirecouvrement et une distribution uniforme même avec les sortes d'engrais plus difficiles ou de qualité moyenne. Le point de dépôt de l'engrais sur le disque est adapté au moyen d'un organe d'alimentation

Selon Kverneland, il ne suffit pas de réduire simplement le flux et le régime pour maîtriser un épandage par largeur partielle.



La machine AXIS-H 30.1 combinée sous forme remorquée appartient aux modèles high-tech du marché des épandeurs.



Sulky: l'endroit du dépôt de l'engrais sur le disque de projection se modifie par le biais d'organes d'alimentation orientables.



orientable, ce qui évite de devoir échanger les engrenages, assiettes d'éjection ou pales de projection.

Grâce au dispositif de largeur partielle Stop&Go et à un système de guidage par trace, les courbes d'épandage sont calculées en trois dimensions et spécifiquement pour chaque type d'engrais, le doseur étant ouvert ou fermé automatiquement en bout de champ. Le Stop&Go se commande au moyen d'un écran tactile en couleur. Le conducteur peut aussi passer en tout temps en mode manuel.

**voir encadré p. 5

Résumé:

Lors de l'utilisation d'engrais, l'agriculteur se trouve pris sous le feu croisé du rendement des cultures, du coût des engrains et des exigences environnementales. Une précision de dosage et de distribution parfaite passe sans conteste au premier plan. Les derniers raffinements techniques font que les distributeurs d'engrais sont devenus de véritables machines high-tech. Malheureusement, de telles machines ne sont plus économiquement rentables pour les exploitations suisses moyennes. ■



L'injecteur de lisier de Martin Häberli est équipé de disques de Veenhuis. (Photo: M. Häberli)

Fumure organique localisée – Expériences pratiques

L'utilisation efficace des engrains de ferme est d'autant plus importante pour la rentabilité des grandes cultures que le prix des engrains augmente. L'épandage localisé du lisier peut avantageusement remplacer la fumure minérale localisée, ceci sans pertes de rendement, à condition de suivre quelques principes de base. Technique Agricole s'en est entretenu avec l'agriculteur et pionnier du semis direct Martin Häberli, Rosshäusern/BE.

Ruedi Burkhalter

Est-il possible de remplacer la fumure minérale localisée dans les cultures en lignes sans pertes de rendement par un épandage de lisier localisé ? Cette question concerne non seulement les agriculteurs, mais occupe de plus en plus les chercheurs et les constructeurs de ma-

chines agricoles. La tendance à la baisse des revenus dans l'agriculture et à la hausse des prix des engrains minéraux rend la valorisation efficace des engrains de ferme et du lisier de biogaz plus importante du point de vue économique. L'idée de l'épandage de lisier localisé n'est

pas nouvelle, mais la technologie dans ce domaine a subi un développement intensif ces dernières années.

Douze années d'expérience

L'agriculteur et pionnier du semis direct Martin Häberli a commencé, voici douze



Pour contrôler le volume de lisier épandu, un débitmètre est recommandé.

(Photo M. Häberli)

ans déjà, à accumuler des expériences avec l'épandage de lisier localisé dans le maïs. Au début, il travaillait avec une machine adaptée par ses soins et comprenant cinq dents à ailettes. Il traitait ainsi une interligne de maïs sur deux au stade quatre à huit feuilles en déposant une bande de lisier dans le sol. Martin Häberli utilisait en outre le purinage par tuyaux de manière à préserver le terrain, ce qui lui a cependant posé un problème : « Les nouvelles variétés de maïs d'ensilage facilement digestibles ne supportent pas que l'on passe avec les tuyaux sur les plantes. » C'est ainsi qu'il s'est vu contraint de développer une nouvelle machine permettant de procéder à l'épandage de lisier localisé avant semis.

Martin Häberli a acheté douze unités d'injection à disques de Veenhuis et les a montées sur un cadre de 6 m à une distance de 50 cm. Afin d'acquérir rapidement de l'expérience, il a mis en place plusieurs parcelles d'essai.

« Il est préférable de pratiquer l'épandage de lisier localisé environ trois semaines avant semis et seulement dans un sol capable de l'absorber », souligne Martin Häberli. Si l'on sème directement après l'enfouissement du lisier, cela pose deux problèmes principaux :

- plus il y a de liquide froid dans le sol, moins l'aération de l'espace racinaire est bonne, ce qui ralentit son réchauffement;
- par ailleurs, la capacité de portance du sol est limitée par la présence d'humidité,

dit, ce qui fait encourir des risques de tassemement.

C'est pourquoi le spécialiste recommande de ne pas dépasser un apport de 30 m³. Il s'avère cependant assez difficile de juger de la quantité avec l'épandage de lisier localisé. La conséquence est que le montage d'un débitmètre sur le distributeur s'avère nécessaire. « L'idéal serait aussi qu'avec un apport de 30 m³, l'on épande effectivement 60 unités d'azote. Mais pour cela, il faudrait enrichir le lisier par l'ajout d'azote ammoniacal minéral, ou élaborer une concentration atteignant une teneur allant jusqu'à 2 kg N/m³. »

Pour grandes cultures et prairies

Martin Häberli a choisi précisément une distance de 50 cm entre les injecteurs à disques. Ainsi, la machine est opérationnelle à la fois en grandes cultures et sur prairies. « C'est une erreur de penser qu'il faut une distance inférieure sur prairie », tel est son credo. Selon Martin Häberli : « Dix jours après l'injection, aucune ligne n'est plus visible sur la prairie, car les racines atteignent plus d'un mètre de long. Davantage de disques ne feraient qu'alourdir la machine et augmenter la force de traction nécessaire, tout en faisant des dégâts au sein de la population de vers de terre. »

L'épandage de lisier localisé constitue également un sujet de réflexion dans différents instituts de recherche et chez les constructeurs spécialisés dans l'épandage des engrains de ferme. C'est ainsi que des chercheurs de la Chambre d'agriculture de Basse-Saxe (D) conduisent différents essais à ce propos. Les résultats sur plusieurs années confirment que le remplacement des engrains minéraux par des engrains organiques sont possibles. Florian Thüer, qui a accompli son travail de Bachelor sur ce sujet en 2010 dans le cadre de la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires d'agronomie (HAFL) à Zollikofen, arrive à la même conclusion (voir encadré).

Les petites buttes facilitent l'orientation

Les chercheurs de Basse-Saxe ont mis au point, sur la base de leurs expériences et en collaboration avec le constructeur en machines agricoles Kotte, un distributeur de lisier spécifique pour l'épandage de lisier localisé, le PreMaister. Le lisier est déposé dans le sol exactement à l'endroit où la semence de maïs sera placée. Le PreMaister travaille en quatre étapes :



Martin Häberli.

(Photo Ruedi Burckhalter)

- le sol est fendu tout d'abord par un soc à ailettes;
- le lisier est déposé dans la fente directement derrière le soc;
- la fente est refermée immédiatement par un disque creux;
- une petite butte est formée juste au-dessus de la bande de lisier.

Ensuite, un léger raffermissement est pratiqué par le biais de roues de compactage en caoutchouc. La formation de légères buttes a pour objectif de localiser aisément, et sans recourir au GPS, les bandes de lisier lors du semis de maïs. Selon le constructeur Kotte, le PreMaister a été utilisé par plusieurs agro-entrepreneurs en 2011.

Conserver la couche de litière

Une autre machine de travail du sol destinée à l'épandage de lisier localisé a été présentée par la firme Vogelsang, le modèle XTill S, en novembre dernier à l'occasion d'Agritechnica. Cette machine a été développée spécifiquement pour le travail du sol en ligne (en anglais : Strip Till) pour



Martin Häberli utilise son injecteur à disques avec une distance interligne de 50 cm dans les prairies également. (Photo: M. Häberli)



Le PreMaister de Kotte a été développé pour l'épandage de lisier localisé.

les cultures en rangs comme le maïs, les betteraves ou le colza. Ce système permet d'aménager un espace radiculaire optimal au moyen de l'ameublissement en ligne du sol, ceci sans préparation préalable de celui-ci. Ce système travaille en cinq étapes:

- deux disques nettoyeurs, tout d'abord, libèrent les lignes des résidus de récolte;
- un coute à disque denté attaque ensuite, le sol en surface afin que le soc pratiquant l'ouverture et l'épandage puisse agir en douceur;

- deux disques ondulés constituent alors une légère butte grumeleuse;
- deux roues de compactage métalliques arrondies terminent le travail en raffermisant la butte en forme de V...
- ...et produisent de plus de la terre fine supplémentaire permettant une meilleure levée de la culture.

Un avantage essentiel du Xtilt S provient du fait que seule une partie de la surface est travaillée. Cela permet d'économiser du carburant et, d'autre part, de maintenir des bandes de 50 cm de litière non travaillée couverte de résidus de récolte

et/ou de dérobées. Cela protège le sol contre l'érosion et limite l'évaporation.

Il est techniquement possible de semer les cultures en rangs simultanément avec l'épandage du lisier. Ceci se pratique ainsi dans de bonnes conditions, par exemple en Hollande et au Danemark. Sur le plan logistique, cela s'avère relativement laborieux car il faut approvisionner en permanence la machine avec des semences et du lisier, sans pour autant réduire les performances à la surface de manière significative. L'avantage principal du procédé en deux phases provient du fait que la bande traitée se réchauffe plus rapidement pendant la période comprise entre le travail du sol, respectivement de l'épandage de lisier localisé, et le semis, que la zone laissée intacte. Dans des conditions sèches et un sol chaud en revanche, le processus en une phase se révèle a priori préférable.

Cela soulève la question de savoir si cela joue un rôle de placer la fumure localisée directement sous la semence ou entre les lignes de plantes, comme le pratique Martin Häberli. A ce propos, le constructeur Kotte indique: « Si les lignes de maïs sont disposées environ 20 cm à côté des bandes de lisier stocké dans le sol, le développement juvénile des plantes est nettement plus lent que celui des plantes dont les graines ont été placées directement au-dessus des bandes de lisier. » L'explication de ce phénomène tient vraisemblablement au fait que les racines



L'injecteur de lisier Xtilt S de Vogelsang dépose une bande de lisier à 10-20 cm de profondeur. (Photo: m&d)



La machine de travail du sol Xtilt S de Vogelsang nettoie et travaille des bandes de 25 cm de large. (Photo: m&d)

encore peu développées doivent accomplir un chemin plus long pour atteindre les éléments nutritifs contenus dans les bandes de lisier lorsque celles-ci ne se trouvent pas juste au-dessous d'elles. Une couverture rapide des cultures est pourtant souhaitée en raison de la concurrence accrue exercée sur les mauvaises herbes.

Disponibilité de l'azote difficile à influencer

Un défi majeur de la fumure localisée est que l'utilisateur ne peut influencer que dans une mesure limitée la transformation de l'azote ammoniacal en nitrate. La transformation de l'azote ammoniacal en nitrate dépend particulièrement de la concentration d'ammonium, de la température du sol et des conditions de sol quant à son activité biologique et son aération. Dans la culture du maïs, le défi se situe dans le fait que la fumure localisée juste avant semis précède de quatre à cinq mois le moment où la demande de la plante de maïs en azote est la plus importante. Si la nitrification se déroule rapidement, dans un sol chaud et bien aéré, cela peut conduire à des effets indésirables tels que le lessivage des nitrates ou une consommation de luxe des plantes. La consommation de luxe peut avoir un impact dans les céréales par exemple, avec un tallage bien trop important entraînant la constitution de tiges en nombre excessif et une tendance à la verse, voire à la dégénérescence partielle de la culture. Lors d'étapes-clefs, comme la formation des graines, l'azote « disparu » peut manquer alors, rendant nécessaire un nouvel amendement azoté. ■



En Hollande, l'épandage de lisier localisé est aussi réalisé avec le semis sur bandes fraîchées.

(Photo: Thomas Anken)

Travail de Bachelor: Comparaison de diverses méthodes de fumure azotée

Florian Thüer, étudiant de la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires d'agronomie (HAFL) à Zollikofen, a examiné diverses méthodes de fumure azotée dans le cadre de son travail de Bachelor.

L'objectif de son essai en plein champ était de comparer le procédé CULTAN (Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition) avec une méthode de fertilisation conventionnelle, ainsi qu'un mix des deux méthodes dans les cultures de blé et de maïs. C'est en travaillant principalement avec du lisier de porc concentré et, en complément pour d'autres applications, avec un engrais liquide minéral. Dans le procédé CULTAN, la totalité de l'azote a été injectée sous forme de lisier. Dans les deux autres méthodes, la quantité d'azote a été divisée, la seconde application étant faite avec un engrais liquide SAU (solution ammonium et urée) épandue en surface.

Dans les deux cultures, les rendements en grains et en paille ont été relevés, les teneurs en protéines brutes déterminées et l'efficience de l'azote par kilogramme d'azote administré calculée. L'approvisionnement en azote des plantes de blé et de maïs a été observé lors de leur croissance au moyen du Yara N-Tester.



ci-

Réultats:

Dans le blé et le maïs, les procédés n'ont montré aucune différence dans toutes les phases de croissance en terme d'approvisionnement sécurisé en azote.

Les rendements en grains de maïs ont été dans la moyenne de l'exploitation avec 70 dt MS/ha. La méthode standard a montré des rendements légèrement plus élevés. En ce qui concerne la teneur en protéines, seules des différences minimales ont été constatées, le procédé CULTAN ayant montré le meilleur résultat avec 14,8 %.

Les rendements du maïs-grain ont été significativement plus élevés que la moyenne de l'exploitation. Avec presque 134 dt MS/ha, la méthode standard a tendanciellement le meilleur rendement. La teneur en protéines brutes des grains de maïs a été de 11%, soit dans la moyenne. 11,8 % a été la plus haute valeur mesurée dans la procédure standard.

En matière d'efficience de l'azote, une fourchette de 15 kg de grains/kg d'azote, avec le procédé CULTAN, à 19 kg de grains/kg d'azote avec la méthode standard a été relevée. Dans le maïs, celle-ci variait de 24 kg de grains/kg d'azote avec le procédé CULTAN ou similaire, jusqu'à 27 kg de grains/kg avec la méthode standard. Aucune différence significative n'a cependant été constatée. Pour des conclusions plus précises sur l'utilisation de CULTAN sous forme de lisier concentré, d'autres essais pratiques plus précis doivent encore être réalisés. L'on peut noter que le procédé CULTAN s'avère tout à fait concurrentiel par rapport à une méthode de fertilisation standard. Des rendements analogues s'obtiennent, mais avec moins d'efforts. Cependant, l'injection nécessite de nouvelles techniques de fumure, ce qui entraîne des investissements supplémentaires.



Ce tonneau à pression tridem utilisé au Danemark réalise l'épandage de lisier localisé et le semis de maïs sur douze lignes en un seul passage. (Source: www.langelundaps.dk)