

Zeitschrift: Technique agricole Suisse

Herausgeber: Technique agricole Suisse

Band: 76 (2014)

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>



Les pulvérisateurs portés gardent une grande importance en Suisse, d'autant plus qu'ils sont, avec un haut niveau d'équipement et un réservoir frontal, techniquement équivalents à un pulvérisateur automoteur remorqué ou automoteur. (Photo d'usine)

Les pulvérisateurs portés sont résolument modernes

La protection moderne des plantes exige beaucoup des utilisateurs et de la technologie. Bien que l'on parle beaucoup des pulvérisateurs montés tractés et automoteurs, les pulvérisateurs portés ne répondent pas moins aux attentes placées en eux. L'aperçu du marché montre toute l'étendue de la gamme d'équipements et comment adapter les pulvérisateurs de façon optimale aux conditions des exploitations.

Ruedi Hunger

La technique moderne de protection des cultures se caractérise par sa grande efficacité, ses performances et sa flexibilité. Pour que cette évolution se répercute jusqu'à l'utilisateur, de meilleures connaissances spécialisées s'avèrent nécessaires. Chez nous, ces exigences sont de plus en plus remplies par des agro-entrepreneurs spécialisés. Le segment des pulvérisateurs portés voit son impact diminuer en Europe, parce qu'un nombre grandissant de

pulvérisateurs tractés sont achetés et que la production d'automoteurs connaît une forte croissance. Néanmoins, les pulvérisateurs portés occupent la seconde place dans l'offre du marché, derrière les pulvérisateurs tractés. En Suisse, le pulvérisateur porté reste important dans de nombreuses fermes, toujours le plus utilisé en nombre d'unités. Des travaux à tâche conséquents peuvent être réalisés avec ce type de pulvérisateurs, dotés de largeurs

de travail jusqu'à 28 mètres et de capacités de 1900 litres. L'option « réservoir avant » augmente le volume de transport et améliore la répartition du poids.

Gros potentiel de la technique « intelligente »

L'agriculture de précision pose pour la protection des végétaux de l'avenir de grands défis dont le plus important est constitué par la détection de l'hétérogé-

néité lors de l'application partielle spécifique de produits phytosanitaires. Sur les pulvérisateurs remorqués et automoteurs, l'agriculture de précision a tout son sens, pourtant les pulvérisateurs portés peuvent aussi être adaptés aux normes de finition de qualité supérieure. Un équipement électronique moderne se fonde sur une interface Isobus entre l'ordinateur de contrôle (tracteur) et l'ordinateur de travail (sur pulvérisateur). Les nombreux pulvérisateurs simples, destinés aux petites exploitations, resteront l'exception. Les exigences légales, en augmentation, vont encourager, pour le moins dans le traitement de certaines zones, les dispositifs de contrôle de sections, soit une technique intelligente permettant d'éviter les doubles traitements.

Davantage de protection des personnes et de l'environnement

Un degré élevé de protection des individus et de l'environnement a déjà été at-

teint manuellement. Toutefois, les systèmes sont de plus en plus automatisés afin que « rien ne soit oublié ». Parfois, le nettoyage du pulvérisateur se fait sur le terrain, par simple pression d'un bouton dans la cabine. Le « nettoyage extérieur », problématique auparavant, est également de plus en plus automatisé. Un nouveau paramètre de normalisation des nouveaux appareils décrit la quantité de liquide restant dans le dispositif après nettoyage et épandage complets.

Lors de la dernière Agritechnica, BASF a présenté un nouveau système d'échantillonage des produits phytosanitaires : « Ezi-Connect™ » permet à l'utilisateur de verser les pesticides, dans un système fermé, directement du récipient à la cuve du pulvérisateur. Cela rend la manipulation plus sûre, tant pour les utilisateurs que pour l'environnement. La particularité du système de collecte se situe, selon BASF, dans les bouchons à vis reliés directement les uns aux autres et formant ainsi

un système fermé. Tous les couvercles de fermeture de réservoirs BASF de 1, de 5 et de 10 litres seront modifiés selon le nouveau système avec le lancement du produit 2015/16, qui aura lieu tout d'abord dans les pays européens.

Qu'est-ce qui est vraiment nécessaire ?

Les avis peuvent diverger au sujet du standard de construction des pulvérisateurs portés. L'acheteur actuel souhaite utiliser sa machine pour une durée de 15 à 20 ans. Il va sans dire que cet objectif est difficilement atteignable avec un pulvérisateur de la gamme de prix inférieure. Une attention particulière doit être apportée à la protection du sol, en considérant le volume à transporter et l'équipement en pneumatiques, parfois mal adapté au terrain. Déjà connus, les supports de buses multiples, de même que leur déclenchement individuel sont toujours fortement recommandés. De grands



Cette rampe est déployée et repliée horizontalement. La rampe se redresse verticalement pour le transport.



Le repli des rampes d'épandage en hauteur et latéral laisse du champ dans le secteur inférieur du pulvérisateur, mais élève le centre de gravité et la hauteur de transport.



Le « repli en paquet » est très compact, mais offre une largeur d'épandage atteignant 3 mètres.



Le repli du ZETA de Kverneland se fait exclusivement en vertical.

Modèle	Volume (l)	Poids à vide (kg)	Rampes d'épandage, construction, largeurs, particularités & caractéristiques
Amazonen-Werke, D-49202 Hasbergen-Gaste			Ott Landmaschinen AG, CH-3052 Zollikofen
UF 901/1201 UF 1501/1801	1050/1350 1720/1920	660 à 1290	Pompe à pistons et membranes fonctionnant à sec 160/210 ou 250 l/min. Réservoir avec rinçage du récipient. Terminal AMATRON 3, compatible ISOBUS, interface pour technique de capteurs. Dispositif d'attelage rapide Rampes Q-Plus: rampes (repli horizontal) 12/12,5/15 m Rampes Super-S: 15/16/18/20/21/24/27/28 m (repli vertical) Dimensions de transport: horizontal 2,65/3,00 m; vertical 2,40 m
FT 1001, Flow Cont.	1125 l	217 kg	Réservoir frontal avec commande Flow-Control
Berthoud Agricole, F-69220 Belleville			Fischer-Sarl, CH-1868 Collombey-le-Grand
Pulvasol	200/300/400 600/800	80–143 (ou barre)	Pompe à 3 pistons et membranes avec 60 ou 105 l/min Rampes en trois parties de 7 ou 12 m de largeur de travail
Alto	300/400 600/800		Réservoir de lavage des mains et de rinçage intégré; pompes à 3 pistons et membranes avec 60 ou 105 l/min; rampes avec repli en X de 7 à 15 m (diff. variantes de rampes)
Elyte	1000/1200 1600	960 à 1745	Attelage automatique au tracteur. Pompe à pistons 101/130/160 l/min; réservoir de rinçage 125/165 l, réservoir pour les mains de 16 l, réservoir de rinçage, rampes RLD ou Multis 18/20/21/24 m; repli autom. des rampes, Boom Control; équipement électronique complet, joystick e-Pilot compris
Mack II		430/480/530	Rampes avec protection de surface U.H.R.; pompe à 3 pistons 101/130/160 l/min; commande de l'appareil Berlogic; divers computers de pulvérisation; 10/12/15 m de largeur de travail
Force II	800/1000	410 à 970	Pompe à 3 pistons 105/130 l/min ou pompe pistons membranes 105 l/min; variantes de rampes manuelles de 12 à 15 m, rampes hydrauliques de 12 à 21 m; réservoir à mains et de rinçage inclus; différentes variantes de computers de commande
Réservoir frontal Tandem	700/1000/ 1700		Exécution pour « bouillie » ou « eau claire ». Pompe rotative pour brassage et pompage



Le repli en X est pensé pour les rampes de la gamme de prix inférieure, qui sont actionnées manuellement.



Tous les constructeurs importants augmentent le volume des pulvérisateurs portés par un système de réservoir frontal.



Les pulvérisateurs sont commandés de manière centrale sur le côté. La « centrale de commande » est protégée par un couvercle rabattable.



Avec l'équipement adéquat, le nettoyage externe se fait déjà au champ, avant que les résidus aient le temps de sécher.

Modèle	Volume (l)	Poids à vide (kg)	Rampes d'épandage, construction, largeurs, particularités & caractéristiques
Fischer-Sarl, CH-1868 Collombey-le-Grand			do.
AGRI 2000 AGRI 3000	600 800/1000		Rampes Multis 15/18 m, repli vertical hydraulique. Attache pendulaire, compensation de pente, blocage automatique, Ordomat, conduites en acier chromé Rampes Multis 15/18 m ou rampes BDI-Compact avec stabilisateur Options: AGRI 2000/3000: pompe haute pression, commande électrique, GPS
Réservoir frontal	300		Réservoir frontal
Hardi International, DK-2630 Taastrup			Alphatec SA, CH-1350 Orbe
NK-Serie	200/400 600/800	100 à 270	Rampes MB avec attache pendulaire en trapèze. Equipement standard avec verrouillage baïonnette SNAP-FIT, membrane antigoutte Rampes SB 6/8/10 m sans attache pendulaire
Master plus 800/ 1000/1200/ 1500/1800	880/1100/1320 1600/1895	913 à 1414	4 différents computers de pulvérisation possibles; variante compatible ISOBUS. Système AutoSlant de guidage automatique des rampes (capteurs ultrasons); système de pulvérisation à air Twin Stream en option Rampes PRO 12 à 28 m, 4 à 9 largeurs partielles, 2/3/4 ou 5 éléments rabattables; pompes à membranes Hardi 114/194/276 l/min Système de rinçage électrique DilutonKit; cadre en coupole QuickHitch (cat. II)
FT 1000	1190	137	Commande à distance du réservoir frontal
Kverneland Group, D-59494 Soest			Agriott, Industriestrasse 53, CH-3052 Zollikofen
iXter B10/13/16/18	1100/1450 1800/2000	1044-1459 1056-1471 1069-1484 1078-1493	Attelage Easy-Hitch, pompes à pistons et membranes 150-200-260 l/min. Divers computers de pulvérisation, ISOBUS compatible avec terminal IsoMatch-Tellus Rampes en acier 15/18 m (5 secteurs) Rampes alu 15 m, rampes acier 18/20/21/24 m (5/7/9 largeurs partielles), repli automatique des rampes, réservoir à mains et de rinçage, tuyaux de rinçage, réservoir frontal avec pompe rotative
Rés. frontal iXtra	1100/1300	221	Système à double réservoir flexible. Pompe électrique 12V
Kuhn Blanchard, F-44680 Chéméré			Kuhn Center Schweiz, CH-8166 Niederweningen
Optis	600/800/1000 1200		Largeur des rampes de 2 à 16 m. Système à pression constante. Rampes manuelles. Fixation des rampes rigide ou pendulaire Option: tuyaux de rinçage et réservoir d'eau fraîche
Omnis 800/1000/1200	850/1080/1260	655/860	Corde d'attelage rapide; console de commande DPS ou RPB; rampes RHX (12-15 m), rampes RVA (15-18 m). Pompes à pistons et membranes
Deltis	1080/1260		Largeurs de travail de 15 à 24 m et 15 à 28 m. Attelage rapide Easy-Hitch. Attache paralléogramme Optilift; attache des rampes 3-D, rampes en profilé aluminium. Pompes à pistons et membranes 125/165 l/min ou pompe rotative (Altis)
Altis	1300/1600 1800	1028 à 1349	Diverses variantes Kuhn-Electronics. Commande automatique des rampes
LEMKEN GmbH, D-46519 Alpen			Lemken Schweiz, CH-8444 Henggart/CH-2952 Cornol
Sirius 8 900/1300/ 1600/1900 (rampes HE)	950/1370 1680/2000	900 à 1010	Sirius 8: rampes HE 12 et 15 largeurs partielles, repli asym.; computer Easyspray 5 à 9 largeurs partielles; Sirius 10: rampes SEH (aluminium) jusqu'à 30 m; computer Ecospray avec 5 à 9 largeurs partielles autom (option), repli symétrique; GPS-Matrix via interface USB; soupapes de buses individuelles EltecBases. Attelage rapide QuickConnect; pompe à pistons et membranes 200 l/min.; réservoir d'eau claire 160 l et de rinçage des mains 20 l
Sirius 10 900/1300/ 1600/1900 (rampes SEH)	950/1370 1680/2000	(900-1010) 1240 à 1550	
Vogel&Noot, GmbH A-8661 Wartberg/Mürztal			SERCO Landtechnik AG, CH-4538 Oberbipp
Master Spray ISpro	1480/1680/2000	923 à 1573	3 solutions de computers, option: computer de dosage compatible ISOBUS avec préparation de mandat. 3 variantes de rampes, repli en X ou vertical. Largeurs de travail disponibles de 12 à 27 m, diverses techniques de pulvérisation; 5 à 7 secteurs. Pompes à pistons et membranes 3, 4, ou 6 cylindres de 198 ou 256 l/min, réservoirs à eau fraîche et à mains
Master Spray IS 63/83/103 IS 800/1000/ 1200	660/880/1100 880/1100/1350	386 à 1035	Largeurs de travail de 12 à 15 et 12 à 21 m. Repli en X ou vertical. Pompes à pistons et membranes 3, 4, ou 6 cylindres de 117 à 400 l/min; tuyaux de rinçage, réservoir à eau fraîche et à mains, diverses solutions de computers

efforts ont été récemment faits pour réduire les mouvements inutiles des rampes. Plus la largeur de travail est grande, plus ces systèmes sont importants. En bref: tout ce qui contribue à une meilleure protection du sol, des gens et de l'environnement lors de l'application de pesticides s'avère nécessaire.

Résumé

Les pulvérisateurs portés sont disponibles à différents standards de conception. Ils restent importants en Suisse, d'autant plus qu'ils sont, avec un haut niveau d'équipement et un réservoir frontal, techniquement équivalents à un pulvérisateur tracté ou automoteur. Pour des

raisons de place, il est impossible d'énumérer tous les détails d'équipements dans le tableau ci-dessus. En outre, il convient d'émettre des réserves en matière d'exhaustivité. ■

Pulvérisation

Plus que jamais les moyens de la qualité



- ① Pulvérisateur porté DELTIS 800 à 1200 l rampe 12 à 24 m ② Pulvérisateur porté OMNIS 600 à 1200 l rampe 9 à 18 m ③ Pulvérisateur trainé ATLANTIQUE 2400 à 3200 l rampe 18 à 36 m



Kuhn Center Schweiz
8166 Niederweningen
Téléphone +41 44 857 28 00
Fax +41 44 857 28 08
www.kuhncentresuisse.ch

Responsable Suisse Romande:
Jacques-Alain Pfister, Tél: 079 928 38 97

élevages | cultures | paysages
be strong, be **KUHN**



Der Schweizerische Verband für Landtechnik

- vertritt die Interessen einer produzierenden Landwirtschaft
- ist Dienstleister für die SVLT-Sektionen und deren Mitglieder
- gibt die «Schweizer Landtechnik» und «Technique Agricole» heraus
- bietet Weiterbildungskurse im Fachbereich an

Zur Nachfolgeregelung infolge Pensionierung suchen wir nach Übereinkunft eine

Kaufm. Angestellte – kaufm. Angestellter 80–100%

Ihre Aufgaben

- Kursadministration
- Korrespondenz
- Telefon
- Protokollführung
- Allgemeine Sekretariatsarbeiten

Ihr Profil

Sie

- sind selbstständiges Arbeiten gewohnt
- haben gute Kenntnisse der deutschen und französischen Sprache
- sind mit modernen Bürosystemen vertraut
- bringen flexible Arbeitsweise mit

Ihre Perspektive

- abwechslungsreiche Tätigkeit in kleinem Team
- zeitgemässer Lohn und Sozialleistungen

Auskunft erteilt: Willi von Atzigen, Direktor, 056 462 32 00

Bewerbung bis 17. Februar 2014 an

Willi von Atzigen
Schweizerischer Verband für Landtechnik
Ausserdorfstrasse 31
5223 Rünen
www.agrartechnik.ch

PC 80-32443-2; www.berghilfe.ch

Un héritage redonnerait courage aux paysans de montagne.

Renseignements: 044 712 60 60

Schweizer Berghilfe
Aide Suisse aux Montagnards
Aiuto Svizzero ai Montanari
Agid Svizzer per la Muntagna



La combinaison des réservoirs frontal et arrière donne des «automotrices» qui doivent cependant être suffisamment utilisées, parce qu'elles mobilisent un tracteur. (Photos d'usine)

Pas de répit en technique phytosanitaire

Les tendances actuelles dans le domaine de la protection des végétaux sont déterminées par la volonté de réduire l'utilisation des pesticides et d'augmenter la productivité par unité de surface. Cette dernière suppose que les produits phytosanitaires seront améliorés. La protection moderne des cultures s'oriente sur des systèmes techniques intelligents pour faire face aux grands défis qui l'attendent.

Ruedi Hunger

Le législateur exerce une influence croissante sur les nouvelles tendances du secteur phytosanitaire. Des facteurs tels que la documentation, la protection des organismes utiles ou non ciblés, la prévention de traitements ponctuels, etc. se situent de plus en plus au premier plan. Outre les exigences légales, il importe de pratiquer des traitements aussi méticuleux que possible, précisément dosés et uniquement dans la quantité nécessaire.

Tendance à la grandeur

Déterminer si les pulvérisateurs doivent être portés, attelés ou autotractés dépend des spécificités des différents pays. Indépendamment des frontières, une tendance à l'agrandissement des volumes se constate sur tous les types de produits. Les appareils portés, y compris le réservoir avant, ont des capacités de 2900 l. Le tracteur et le pulvérisateur porté avec réservoir frontal supplémentaire deviennent ainsi de «petites mais puissantes

automotrices». Les pulvérisateurs tractés sont généralement les appareils les plus vendus. Des réservoirs de 14 000 l (Agrio/Agripp) sont joints à l'offre de vente. Des nouveaux modèles apparaissent sans cesse sur le marché des automoteurs. Enfin, l'émergence de nouveaux parasites et leur contrôle ont accéléré l'utilisation de pulvérisateurs automoteurs pour les cultures hautes. Les machines «solutions complètes» proposées dans ce segment répondent à presque toutes les attentes.

Ces développements ne sont pas applicables de manière absolue en Suisse, mais constituent cependant une tendance.

Toujours davantage de précision

Une évolution vers une plus grande précision succède au toujours plus large et plus rapide. Des conditions de plus en plus contraignantes de commande et de contrôle sont posées par la croissance des structures d'exploitation et les largeurs de travail. Atteignant 28 m pour les appareils portés et 51 m pour les machines tractées, celles-ci sont accompagnées de vitesses plus élevées.

Par exemple, une commande entièrement automatique en pentes facilite beaucoup le guidage précis des pulvérisateurs tractés dans des conditions difficiles. Ama-zone propose à la fois la direction de l'essieu et un timon articulé. Un autre exemple concerne les virages en cours de traitement. Cette façon de travailler, ne serait-ce que pour contourner un pylône électrique, compromet la répartition transversale uniforme sur toute la largeur de travail. En tenant compte de la vitesse effective des rampes, le « Curves-Control-



Le joystick multifonctions sans fil de Berthoud assure une liaison radio à une distance de 25 m.

Application » de Damman adapte automatiquement la quantité distribuée sur les largeurs partielles. Prévu dans un proche avenir, leur ajustement précis se fera en combinant un de ces systèmes d'assistance et un contrôle individuel de chaque buse. Un autre potentiel d'optimisation réside dans la diminution du temps de réaction lors des réglages de la largeur de traitement ou de changement de vitesse. Il en va de même pour le montage et le démontage rapide des dispositifs de pulvérisation lors de l'enclenchement de la buse.

Systèmes d'assistance

Voici quelques années, les systèmes d'éclairage pour l'inspection du dispositif de pulvérisation ont retenu l'attention. Cette fonction est progressivement complétée par des capteurs qui contrôlent le débitmètre de chaque buse et signalent les engorgements sur l'écran

du terminal, ainsi que leur emplacement par l'éclairage sur la rampe. L'ordinateur de pulvérisation constitue l'interface entre l'utilisateur et la technique de traitement. Comme cette dernière se complexifie constamment, l'utilisateur passe de « concepteur de processus » à « conducteur de processus ». La conduite elle-même exige une attention extrême, ce qui induit une forte demande quant à la facilité d'utilisation et la visibilité du processus de surveillance. Par conséquent, les derniers terminaux comprennent toutes les informations importantes telles que les paramètres de l'application, le guidage par trace, le management des rampes et le contrôle des largeurs partielles.



Une application régulière est obtenue grâce à l'amortissement des mouvements horizontaux et verticaux des rampes.

Nouveaux concepts de rampes

De nouveaux concepts de rampes sont continuellement présentés, sans compter les capteurs de distance classiques pour l'orientation automatique, comme le « BoomTrac » de John Deere. Ils doivent contribuer au guidage exact des rampes sur les plans vertical et horizontal. Un guidage de tringlerie uniforme et précis s'avère nécessaire pour de nouvelles méthodes d'application, ainsi qu'une réduction de l'espacement des buses à 25 cm. Horsch/Leeb utilise à cette fin une soupe hydraulique proportionnelle extrêmement rapide qui, accompagnée d'un tout récent logiciel de contrôle et un capteur gyroscopique, permet un guidage précis et sûr avec une distance de la surface cible inférieure à 40 cm. Une technique de caméra nouvelle génération est utilisée pour détecter les mouvements horizontaux. Il s'agit ici de réduire ou d'éviter les surdosages ou sous-dosages permanents causés par des mouvements horizontaux. Des systèmes d'amortissement permettent d'atténuer les mouvements dynamiques déclenchés par l'effet de levier des grandes largeurs de travail. Celles-ci ont aussi pour conséquence que, pour la construction de la rampe, des économies de poids réelles sont nécessaires. A noter que, par exemple, les parties externes d'une rampe de 40 m pèsent approximativement une tonne. L'emploi de plastique renforcé de fibres de carbone (CFRP), tel que présenté par Altek, permet d'obtenir un gain de poids considérable par rapport aux rampes classiques en aluminium ou en acier.

Lutte permanente contre la dérive

La réduction de la déviation se trouve en tête de liste des mesures de protection de l'environnement. La question de la buse appropriée a également son importance. La plupart des fabricants offrent maintenant différents types de buses, aussi bien dans le secteur des buses d'injection compactes que dans celui des longues buses d'injection. Le praticien peut ainsi choisir dans ce large éventail la buse idéale permettant de réduire la dérive.

Lorsque la distance vers la surface de la cible se réduit, la « surface d'attaque » des divers effets du vent diminue automatiquement. Dans ce contexte, une tendance à disposer les buses à 25 cm d'intervalle se dégage. Tout en constituant d'une part une mesure efficace pour limiter la déviation, cela implique d'autre part des exigences nettement ac-

crues pour le guidage et la stabilité des rampes.

Moins est plus – application réduite de produit

Pendant des années, l'on a parlé de l'application spécifique par parcelle en évoquant des économies de produits phytosanitaires de l'ordre de 20 à 60 %. Un premier pas dans cette direction se fait avec une conception « double » du système (deux réservoirs indépendants, pompes, régulateurs, conduites de buse) dans la machine. Ainsi, moyennant le remplissage avec des produits différents, deux applications distinctes peuvent se réaliser en un seul passage. Ce système se révèle très intéressant lorsqu'une zone doit être traitée spécialement ou différemment, en particulier quand des cartes d'applications prédéterminées ou des capteurs de reconnaissance des plantes sont utilisés. Berthoud a récemment présenté un système d'injection directe appelé « Clean Sprayer », sur la base d'un mélangeur à cyclone. Il est possible d'utiliser trois produits simultanément ou alternativement avec ce nouveau procédé. L'on ne peut pas encore parler d'une tendance claire vers ces systèmes ; de trop nombreux travaux de développement de l'alimentation directe des produits phytosanitaires sont encore nécessaires.

La protection de l'environnement gagne en importance

En matière de protection des plantes, l'expression à la mode « préjudice ponctuel » définit l'apparition ponctuelle de pesticides dans les eaux ou les dommages toxiques lors du changement de produit ou de culture. Les priorités sont portées sur les systèmes automatiques de nettoyage, avec les mesures de construction, telles la réduction de l'excédent technique ou l'augmentation de la capacité de rinçage du matériel utilisé. Sur l'automotrice « Alpha evo » de Hardi, le conducteur sélectionne le programme de nettoyage « AutoWash » et toutes les parties en contact avec le produit sont alors complètement nettoyées. Ces systèmes en vogue aident l'utilisateur à diminuer les temps de nettoyage des filtres, tuyaux, etc. pendant la saison des traitements. Ce système est nommé « iXClean Pro » par Kverneland, Amazone l'appelle « Comfort Paket » et John Deere « AutoDilute ». Des tests du JKI* confirment l'efficacité des programmes de nettoyage. L'exigence de diluer 500 fois au minimum la concentra-



Les pulvérisateurs portés laissent peu de marge de manœuvre au tracteur. De nouveaux attelages et un centre de gravité favorable améliorent la liaison et réduisent les besoins de force de levage.

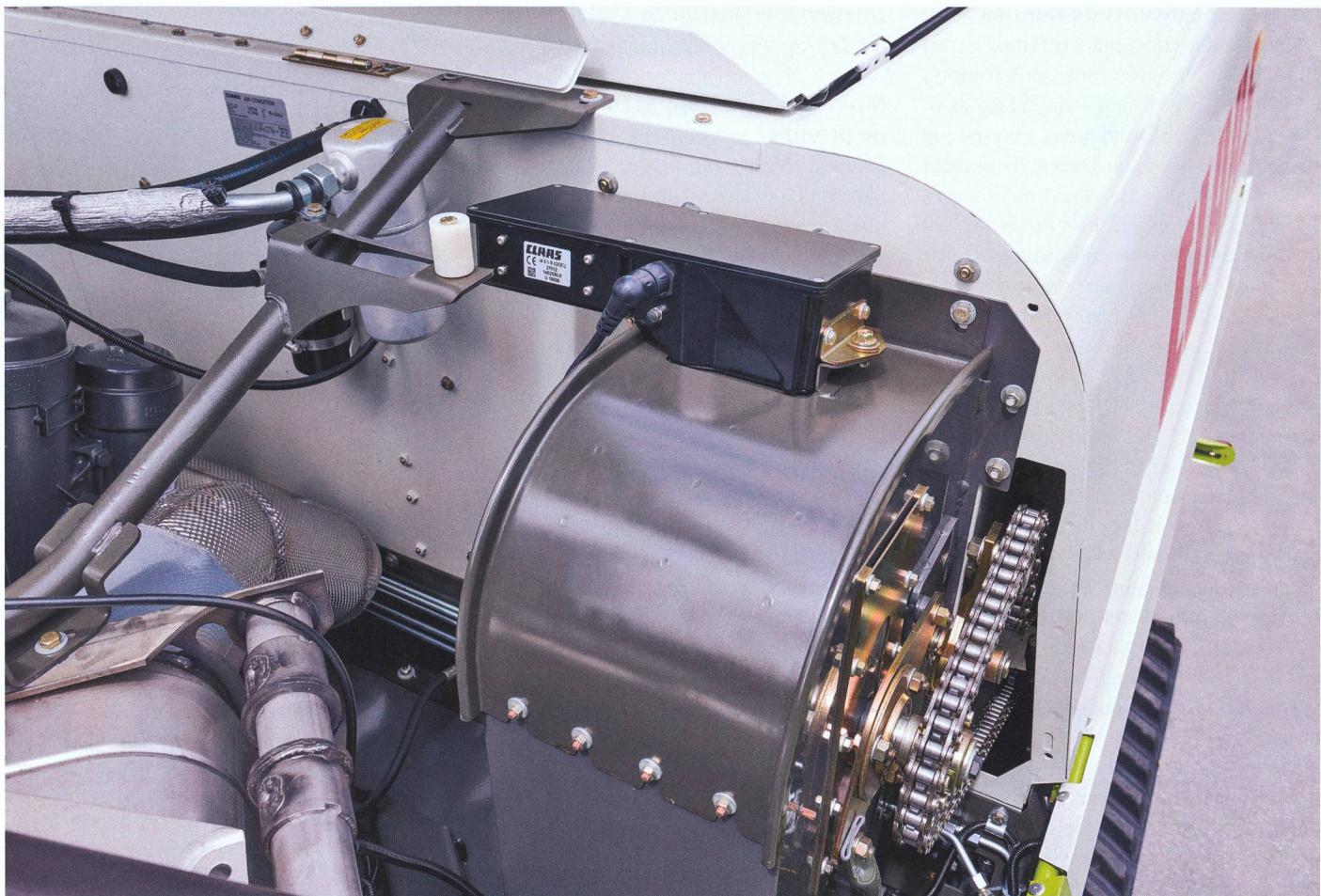
tion initiale a été largement dépassée par les dispositifs testés (700 à 11 000).

La protection des utilisateurs est souvent oubliée dans les discussions relatives au préjudice ponctuel. Lors de la dernière Agritechnica, on a présenté pour la première fois une solution de remplissage des pulvérisateurs sans risque de contamination. Les machines automotrices tendent à être dotées de cabines répondant aux exigences les plus élevées (JKI*, catégorie 4), c'est-à-dire qu'on peut se passer d'un équipement de protection individuelle. Pourtant, certaines questions restent sans réponse. Que se passe-t-il par exemple si le conducteur doit quitter la cabine pour régler un problème ? La cabine est-elle alors contaminée ?

Résumé

Les développements des pulvérisateurs se font désormais moins dans le but d'augmenter les largeurs de travail. Des dispositifs d'aide au conducteur sous forme de systèmes de soutien se trouvent à l'avant-plan. Le guidage des rampes sans oscillation au-dessus de la culture revêt une grande importance. ■

*Julius Kühn-Institut pour les techniques de traitement des cultures, Braunschweig (D)



Au sommet de l'élévateur à grains de la batteuse, la nouvelle Grain Quality Camera de Claas permet au conducteur d'observer de près l'évolution qualitative de la récolte. (Photo: CLAAS KGaA mbH)

Les labos embarquent

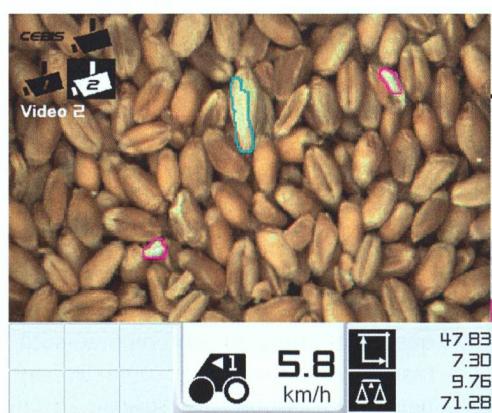
On connaît d'assez longue date les appareils qui mesurent en continu le poids ou le volume des récoltes en cours. Désormais, les capteurs et caméras embarqués sur les engins de récolte assurent aussi le suivi qualitatif des produits.

Wolfgang Rudolph*

Le suivi qualitatif d'une récolte, directement au champ, ouvre un nouveau chapitre du grand livre de l'agriculture moderne. Les appareils dernier cri ne se contentent pas de mesurer « online » le taux d'humidité des produits qui défilent devant leurs capteurs, et donc leur teneur exacte en matière sèche (MS): ils sont capables d'en analyser les principaux composants. L'élément-clé de ce saut technologique s'appelle spectroscopie dans le proche infrarouge, abrégée NIRS,

pour « near infrared spectroscopy ». A la Chambre d'agriculture de Basse-Saxe (Allemagne), des expérimentateurs travaillent depuis quatre ans avec un spectromètre Polytec-NIR. Son capteur est fixé sur la goulotte de l'ensileuse et relié par fibre optique au spectromètre proprement dit, dans la cabine de la machine. « Grâce à lui, on quantifie instantanément toute une série de composants organiques, sans aucune manipulation », résume Jürgen Kauke, directeur de recherches. Au fil du temps, les mesures fournies ont permis de constituer une banque de données importante, en particulier sur la MS des fourrages grossiers mais aussi sur d'autres produits et leurs

* Wolfgang Rudolph, de Bad Lausick (D), est journaliste indépendant dans les domaines de l'agriculture, de l'environnement et des énergies renouvelables.



Sur l'écran, les objets « problématiques » présents dans la récolte apparaissent en couleur. Les images proviennent de la Grain Quality Camera de Claas.
(Photo: CLAAS KGaA mbH)

caractéristiques, à l'exemple des protéines et de l'amidon des céréales, ou de la teneur en huile des colzas. « Partant de là, nous développons pas à pas l'analyse mobile d'autres substances », explique Jürgen Kauke.

Les perspectives de l'analyse mobile

L'analyse mobile corrélée avec les données GPS offre bien des perspectives : cela va de la gestion localisée à l'intérieur des parcelles au paiement à la qualité des récoltes, en passant par le dosage des agents d'ensilage. Les mesures qualitatives permettent de connaître la composition d'un substrat pour du biogaz, de réaliser des mélanges fourragers ou d'analyser des matières premières pour l'industrie alimentaire.

Certes, le procédé NIRS n'aboutit pas à des résultats aussi exacts qu'un laboratoire classique, mais la masse des mesures fournit globalement un résultat représentatif. Classiquement, un laboratoire préleve trois à cinq échantillons dans un silo de 500 t; sur une même masse de produit, le capteur infrarouge intégré à la goulotte de la récolteuse effectue, lui, environ 9000 mesures.

Plus de références = meilleure interprétation

« La spectroscopie dans le proche infrarouge est basée sur l'interaction du rayonnement infrarouge de 760 à 2500 nanomètres de longueur d'onde avec les liaisons organiques », explique Ralf Vogt, responsable des ventes (key account manager) chez Zeiss Microscopy. La lumière d'une lampe halogène fait vibrer les molécules qui absorbent certaines longueurs d'onde. Le spectre du rayonnement thermique (invisible à l'œil) laisse apparaître des bandes noires, dites « bandes d'absorption », révélatrices de la présence de substances déterminées. L'eau joue un rôle de superabsorbant dans l'infrarouge ; les capteurs NIRS sont donc particulièrement indiqués pour mesurer l'humidité des substances organiques. Mais l'eau peut devenir un problème avec certains produits humides, comme le maïs, où sa présence occulte quasiment celle d'autres composants.

Les interférences entre les vibrations posent un autre défi aux développeurs de spectromètres NIR : elles masquent les bandes d'absorption et génèrent des courbes spectrales « molles », peu significatives. On doit les comparer avec des

spectres de référence pour les interpréter. Du fait de l'évolution du climat, des méthodes de cultures et des variétés végétales, les courbes des spectres de référence doivent constamment être remises à jour et complétées. Plus on disposera de ces modèles de calibration infrarouge, plus on fournira de références à l'ordinateur du spectromètre, et plus ses analyses seront précises pour une palette toujours plus large de substances quantifiables.

Première plateforme NIRS « ouverte »

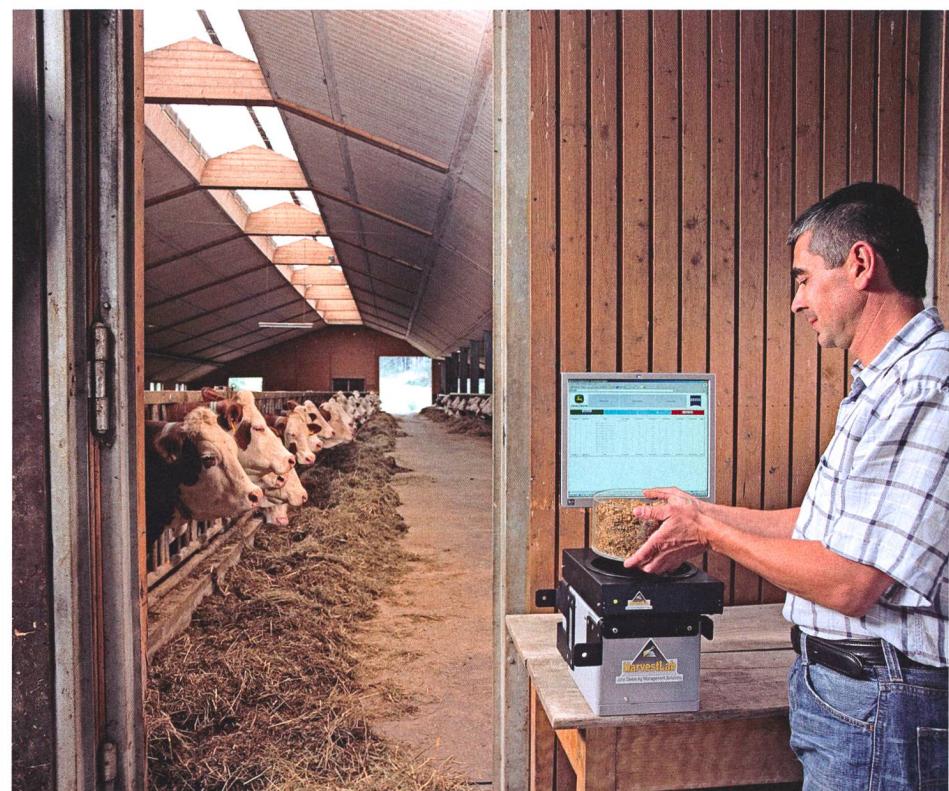
La maison Zeiss (Jena, D) s'occupe de spectroscopie dans le proche infrarouge depuis 30 ans. Cette méthode d'analyse peu coûteuse et rapide s'est vite répandue dans les laboratoires alimentaires et environnementaux. A la fin des années 1990, l'entreprise a monté les premiers spectromètres NIR sur des machines de récolte pour parcelles d'essais. La collaboration avec John Deere donna naissance au HarvestLab, présenté par le constructeur en 2006. Le premier appareil NIRS compact monté sur la goulotte d'une ensileuse indiquait au chauffeur le taux de matière sèche (MS). Il est maintenant capable d'ajuster automatiquement la longueur de coupe en fonction de ce taux de MS, via le système AutoLOC. Le capteur mesure aussi d'autres paramètres



Ce spectromètre NIR, fruit d'un développement commun avec Zeiss, est placé sur la goulotte des ensileuses John Deere. Il analyse la récolte en continu et régule la longueur de coupe en fonction de son taux de matière sèche. (Photo: John Deere GmbH & Co. KG)

(amidon, protéines et fibres brutes). En fin de saison, il peut être démonté et branché à un ordinateur pour servir à analyser des ensilages ou des substrats destinés à produire du biogaz.

A l'Agritechnica, John Deere a présenté un NIRS adapté aux amendements organiques, mis au point avec Fliegl et Kotte. Cet appareil mesure, transmet et enregistre les teneurs en azote, en phosphate, en potasse et en MS du lisier en cours d'épandage.



Les spectromètres NIR compacts, comme ici le HarvestLab de John Deere, peuvent aussi servir d'analyseurs mobiles pour les ensilages. (Photo: John Deere GmbH & Co. KG)



Les capteurs optiques montés au milieu des bacs à maïs du BiGX Krone déterminent le degré de maturité des plantes et régulent le hacheur en conséquence.

(Photo : Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH)



Le spectromètre NIR mobile de Krone permet d'analyser rapidement des plantes en bordure de champ ou à la ferme. Les résultats de la quantification de l'échantillon apparaissent au bout d'une petite minute à l'écran. (Photo : Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH)

De son côté, Zeiss s'est basé sur ses expériences de terrain pour créer sa « Corona extreme », une plateforme d'outils « ouverte » (compatible avec plusieurs marques) également présentée à l'Agrotechnica 2013. Robuste, cet ensemble permet de mesurer rapidement l'humidité et la teneur en protéines du blé, de l'orge, du maïs-grain et du riz, ainsi que des fourrages frais comme le maïs, l'ensilage, l'herbe ou la luzerne. Il coûte autour de 20000 euros, le programme de gestion intuitif « InProcess » inclus.

Un NIRS dans une valise

Présent depuis quelques années sur les ensileuses Krone, l'AutoScan règle la longueur de coupe en fonction de la maturité du maïs : à l'entrée de la machine, un capteur optique détermine la couleur des plantes. Si les maïs sont verts, donc plutôt jeunes, la coupe est rallongée. Si les plantes tirent vers le brun, elles sont plus mûres, et la coupe est raccourcie. Rapelons aussi que, sur la goulotte de la BigX, un capteur NIR peut mesurer l'humidité de la récolte et enregistrer les valeurs dans la documentation de la parcelle. Responsable des développements électroniques chez Krone, Jan Horstmann

présente un nouveau venu, « l'AgriNIR, pour une analyse exacte de la composition des récoltes ou des mélanges de fourrages ». Ce spectromètre NIR est contenu dans un solide coffre à roulettes et se branche sur l'allume-cigare d'une voiture ou un adaptateur secteur. L'échantillon est placé dans une boîte en plastique à introduire dans la machine. Après une petite minute, les résultats (teneurs en MS, en amidon, en protéines brutes...) s'affichent sur l'écran, dans le couvercle de la valise ; ils peuvent être imprimés et sauvegardés sur une clé USB.

Séances photos dans l'élévateur

Les ensileuses Claas sont aussi équipées – au moins sur le marché allemand – d'un analyseur NIRS, fruit d'un développement commun avec m-u-t Agri Solutions et l'Université de Kiel. Il est composé d'un capteur placé sur la goulotte et relié par fibre optique avec le spectromètre dans la cabine. Claas utilise aussi la Grain Quality Camera, un système qui s'appuie sur son expérience avec l'AutoFill (image 3D pour optimiser automatiquement le remplissage des bennes suivant les ensileuses). La Grain Quality Camera présentée à Hanovre se trouve donc au sommet

de l'élévateur à grain de la batteuse et prend des images en couleur et en haute résolution du flux de céréales. Un programme analyse ces prises de vue et détermine la quantité de corps étrangers (paille, balle, pointes d'épis) ainsi que la part de grains cassés. Ces valeurs s'affichent sous forme d'histogramme sur l'écran du CEBIS ou d'images où les zones de céréales de moindre qualité sont marquées en couleur. « Pour l'instant, le dispositif se contente d'avertir le conducteur lorsqu'il détecte un taux anormal de grains cassés. Mais je peux imaginer qu'un jour la Grain Quality Camera régulera automatiquement le système de battage », prédit Bernd Seelmeyer du secteur RD (recherches et développement) de Claas.



Le capteur NIR sur la goulotte des ensileuses Claas est relié par fibre optique au spectromètre dans la cabine.

(Photo : CLAAS KGaA mbH)

Le lisier analysé dans la citerne

Zunhammer propose depuis quelques années déjà le système de capteurs NIRS de Claas pour mesurer la teneur en fertilisants du lisier à l'intérieur des citernes d'épandage. Ce VAN-Controll utilise un capteur NIR relié à un spectromètre pour mesurer, lors du remplissage, les quantités d'azote, de potasse et de phosphate présents dans la citerne, ainsi que le taux de MS. On peut ensuite moduler automa-

tiquement et documenter l'épandage en fonction de la composition du lisier et des résultats des analyses de sol. «On évite ainsi de surdoser le lisier et on adapte la quantité épandue en fonction des besoins déterminés par la carte des sols de la parcelle», explique Sebastian Zunhammer, directeur du constructeur. L'utilisateur tient aussi les preuves qu'il a respecté les prescriptions en matière de fertilisation et il peut les présenter aux autorités. Le spectromètre du VAN-Controll se base sur des modèles de spectres de référence développés par la maison pour les lisiers de porcs, de bovins, des lisiers mélangés et des digestats de fermentation.

Un potentiel encore à explorer

Les appareils utilisant des capteurs NIR sont dotés de systèmes d'étalonnage automatiques permettant, entre autres, d'éviter une dérive des résultats lorsque la lampe d'un capteur défaillait. Ainsi, sur les machines Krone, une plaquette métallique avec une réflectivité connue, passe automatiquement devant le capteur NIR toutes les 50 heures de marche.

Cet étalonnage ne doit pas être confondu avec la calibration de l'appareil, qui s'effectue en comparant les courbes des spectres observées avec des modèles de référence. Le développement de la spectroscopie dans le proche infrarouge est tributaire de banques de spectres de référence, assez fatigantes à mettre en place et à entretenir. Cependant, les spécialistes y voient là une garantie d'avenir pour ce



Chez Zunhammer, le capteur NIR du système VAN-Control mesure la teneur en fertilisants du lisier lors du remplissage de la citerne.

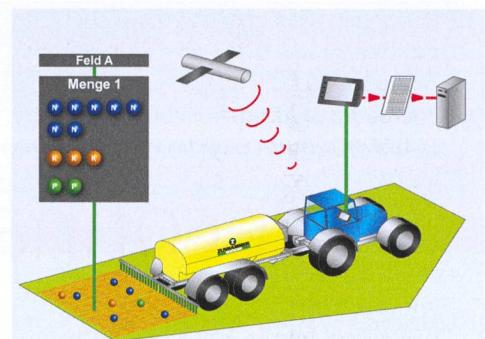
(Photos: Zunhammer GmbH)



Le VAN-Control permet de gérer l'épandage des lisiers par rapport aux caractéristiques des parcelles.



Le spectromètre NIR interprète les données du capteur et module l'épandage en fonction de la teneur en fertilisants du lisier.



Le système VAN-Control dose les apports d'amendements organiques selon leurs teneurs en fertilisant et documente ces apports selon la localisation sur la parcelle.



procédé d'analyse optique indirect. Le paradoxe n'est qu'apparent: chaque fois qu'un laboratoire met à disposition des utilisateurs un modèle de référence supplémentaire, le champ d'utilisation de la



spectroscopie dans le proche infrarouge s'élargit. On le constate avec l'extension récente des analyses aux lisiers. Et on peut s'attendre à voir s'ouvrir d'autres domaines d'utilisation. ■

Zeiss a présenté à l'Agritechnica la «Corona extreme», une plateforme d'instruments de quantification NIR pour l'agriculture et l'élevage – entre autres. (Photo: Carl Zeiss Microscopy GmbH)