

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse  
**Herausgeber:** Technique agricole Suisse  
**Band:** 84 (2022)  
**Heft:** 3

**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:** 06.02.2026

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



# La nature domine, également en matière de protection des plantes

Assistance par caméra en pulvérisation: ce procédé existe déjà, mais où en est-on dans son utilisation sur le terrain? Photos: Horsch Leeb

**Theodor Leeb, dirigeant de Horsch Leeb Applikationssysteme, explique dans cette interview quels sont les défis dans le développement des matériels de pulvérisation et à quel degré les systèmes de caméras sont déjà exploités pour l'identification des plantes.**

**Roman Engeler\***

## **Technique Agricole: Où en sont les connaissances en matière d'identification des végétaux?**

Theo Leeb: Certaines start-up ont déjà présenté des systèmes de caméras adaptés pour la pulvérisation ultra-localisée (ou spot spraying) d'adventices lors de l'Agrotechnica 2019. Cette technologie a généré un certain intérêt auprès de clients, de constructeurs et de décideurs politiques.

## **Est-ce le cas dans votre entreprise?**

Nous nous sommes constamment efforcés durant ces dernières années de déterminer la maturité technologique de ce procédé. Le procédé du spot spraying qui utilise un système de détection avec des capteurs optiques ou caméras est déjà mis en œuvre depuis une vingtaine d'années dans des régions à faible niveau de précipitations comme l'Australie, la Russie ou le Kazakhstan, où le semis direct est très développé. Il y est question de «green on brown» (en français: vert sur brun) et de «green on green» (en français: vert sur vert). Ce procédé existe donc déjà. L'enjeu

est de déterminer le système le plus approprié pour telle ou telle condition.

## **Quelle est la différence entre «green on brown» et «green on green»?**

Le brun désigne le sol et le vert fait référence à la végétation (culture ou adventices). Le procédé du «green on brown» existe depuis longtemps sur le marché. Certains fabricants proposent des solutions de pulvérisation de glyphosate avant le semis, utilisées surtout dans les terres propices au semis direct. Dans le procédé «green on green» ou «vert sur vert», on dissocie la culture des adventices. Cela permet de caractériser le type d'adventices présentes.

## **Quel est votre état d'avancement en la matière?**

Lors du développement du procédé «green on green», nous avons effectué des essais de pulvérisation sur des chardons dans des blés. Les chardons sont généralement regroupés en ronds et non disséminés sur la totalité du champ. C'est donc un cas d'application particulièrement pertinent pour la pulvérisation localisée. Notre essai a pour objectif de déterminer

la précision avec laquelle le système reconnaît les chardons et le taux de réussite. De manière générale, nous avons constaté que le système fonctionne. Les chardons sont détectés, mais à un taux de réussite compris entre 40 et 60% seulement.

## **Cette proportion est-elle satisfaisante?**

À mon avis, ce résultat est encore largement insuffisant. Tout agriculteur est susceptible de se demander si les adventices résiduelles sont acceptables ou non. Cela dépend naturellement du type d'adventice, mais cet aspect doit être encore clarifié.

## **Les chardons n'ont-ils pas été reconnus ou le système n'a-t-il pas réagi assez rapidement pour les détecter?**

Dans notre essai, nous avons distingué plusieurs cas de figure: «reconnu, mais non atteint» ou «non reconnu», et donc logiquement «non atteint». La calibration du système entre aussi en compte. Sur une rampe de 36 mètres, le système est composé de douze caméras installées à un intervalle de trois mètres et inclinées vers l'avant. Les buses sont supervisées, selon leur emplacement, par le champ de la caméra cor-

\* Légèrement modifié et complété à partir du magazine *TerraHorsch*, édition 23/2021

respondante. Le calibrage de la position de chaque caméra doit donc être réalisé très précisément de sorte que la buse associée se déclenche au bon moment. Le principal problème réside en fait plutôt dans la non-détection des chardons par le système. La variabilité des conditions de luminosité constitue un véritable défi. Car il y a une réelle différence entre un ciel nuageux ou ensoleillé, une posture de travail face ou dos au soleil... De surcroît, les conditions météorologiques ont une influence sur la forme du chardon. En cas de fort ensoleillement, les feuilles se recourbent légèrement, ce qui diminue significativement le taux de reconnaissance. Nous avons constaté que notre système nécessitait encore des optimisations.

#### **Que devez-vous encore perfectionner afin que le système «green on green» soit opérationnel?**

Il faut être conscient que ce procédé emploie l'intelligence artificielle, soit un nombre très élevé d'algorithmes d'apprentissage afin de pouvoir détecter systématiquement les chardons. Nous devons donc constituer une banque d'images et de données sur le chardon, de formes différentes, dans toutes les conditions de luminosité, à différents stades de développement mais aussi pour les diverses variétés. Cela représente des milliers d'images qui doivent être analysées manuellement et classifiées. Cette tâche très chronophage constitue l'enjeu véritable dans la réussite de ce procédé. Plus nous alimentons le système en images classifiées, plus nous augmentons sa précision et sa fiabilité.

#### **Sachant que le chardon a une forme singulière et se reconnaît donc facilement par rapport à d'autres types de plantes...**

... oui, c'est tout à fait juste. Cette plante est facilement identifiable par l'œil humain. Les monocotylédones se distinguent facilement des dicotylédones. Mais la différenciation entre le vulpin et blé, par exemple, est d'un exercice bien plus complexe. On se heurte aux limites de la faisabilité.

#### **Êtes-vous confrontés à d'autres contraintes techniques?**

Il en existe d'autres en effet. La taille de la plus petite surface qui puisse être pulvérisée (ou spot) a son importance. Si nous pouvions traiter la moindre petite adventice avec une surface effective de pulvérisation de 5x5 cm par exemple, nous

pourrions théoriquement obtenir le plus grand potentiel d'économie. Comme nous utilisons des pulvérisateurs en bandes équipés de buses espacées de 50 ou 25 cm, la largeur minimale d'un spot varie entre 60 cm et 35 cm selon leur répartition. Comme les buses ne peuvent être coupées instantanément, les spots, dans le sens du travail, mesurent environ 50 cm de long. Si les adventices sont espacées de moins de 50 cm, la buse ne se coupera pas. Le rapport de la surface minimum du spot par la surface contaminée par les adventices est donc un facteur déterminant pour calculer le potentiel d'économie. L'optique nous impose une limite supplémentaire. Prenons le cas de la betterave sucrière: la reconnaissance précoce des adventices, d'un centimètre ou moins, est particulièrement décisive. En théorie, le système est capable de détecter des plantes aussi lilliputaines si le passage est effectué à une vitesse très réduite et si le champ de la caméra balaie la totalité de la surface. En pratique, les vitesses habituelles avoisinent plutôt les 10 km/h. Les caméras sont positionnées de manière oblique afin d'en augmenter la réactivité. Mais elles ne pourront pas reconnaître l'adventice ciblée si elle est cachée par une plus grosse motte de terre ou un végétal plus haut. Un résultat exhaustif n'est donc pas atteignable. La question est donc de savoir quel est le taux de réussite accep-

table. Est-ce que 90% suffisent? Nous ne le savons tout simplement pas à ce jour.

#### **Donc cette technologie est actuellement limitée par les nombreux algorithmes d'apprentissages nécessaires et par la physique...**

... oui, mais il existe encore une troisième question passionnante à élucider. Pour de nombreuses cultures en rang, on applique habituellement des herbicides de prélevée. Ce traitement agit comme une protection temporaire du sol contre les adventices. Celles qui poussent dans les deux à trois semaines suivantes sont traitées avec un herbicide foliaire. Si je renonce à l'herbicide de prélevée, je dois théoriquement attendre que les adventices aient atteint une taille suffisante pour que la caméra les détecte. Imaginons qu'un herbicide foliaire soit pulvérisé sur ces adventices de manière ultra-localisée; il aura l'inconvénient d'entrer la culture principale dans son développement. On n'aura pas d'autre choix que de traiter si les adventices poussent trop près des betteraves. La réapparition des adventices reste un problème récurrent. Il faut donc déterminer la fréquence à laquelle on recourt à la pulvérisation ultra-localisée afin de maintenir un champ de betteraves propre.

#### **Quel est votre avis sur cette question?**

Nous n'avons pas encore essayé de retirer le traitement herbicide de prélevée. Et dans le cas de la betterave, je ne pense pas qu'il soit pertinent de renoncer à ce traitement. Il faudrait plutôt envisager un procédé qui combinerait des applications, d'herbicide de prélevée d'abord traditionnellement en première intention, puis ultra-localisées d'herbicide de post-levée à l'aide d'un système de reconnaissance par caméra. Je trouve aussi passionnante l'idée de tolérer un certain seuil de pression des adventices qui, au travers d'une stratégie de rotation bien réfléchie, sont inoffensives pour la culture suivante ou faciles à traiter. C'est là que se trouve à mes yeux le plus gros potentiel d'économie. Cette approche nécessite néanmoins encore des développements car au-delà de la reconnaissance des adventices, leur classification est nécessaire.

#### **Nous venons d'aborder le sujet des herbicides. Pourrait-on envisager des applications ciblées dans d'autres domaines?**

Dans la lutte contre les maladies, notamment celles des céréales, on pourrait imaginer une application localisée de fongi-



**Theo Leeb:** «Nous nous efforçons de perfectionner ce système et d'autres procédés similaires.»

cides ou de stimulateurs de croissance. Ces traitements ne nécessitent pas un système aussi précis, puisqu'on traite des surfaces bien plus importantes. Mais cette application se prête bien à notre solution de buses à impulsion «PrecisionSpray», avec des débits variables par tronçons de trois mètres. Par ailleurs, certaines techniques de reconnaissance des maladies par caméra sont en voie de développement. Mais il faut se demander si elles n'arrivent pas trop tard sur le marché. En la matière, l'avenir se trouve selon moi davantage dans le développement de la biomasse et des modèles de prévision météorologique.

#### Comment le procédé «green on brown» fonctionne-t-il?

Nous avons réalisé des essais conjoints avec un fabricant français. Ce procédé est basé sur la différenciation des couleurs, c'est-à-dire que la caméra effectue une analyse d'image en différenciant les pixels verts et bruns afin de déterminer s'il s'agit du sol ou d'une plante. Seules les surfaces vertes sont ensuite traitées. Nous avons eu de bons résultats, néanmoins cette technique n'est pas répandue en Europe centrale, comme la préparation des sols y est relativement importante et que les conditions sont particulièrement humides.

#### Pouvez-vous expliquer cela plus précisément?

Dans les terres à rendement élevé, un déchaumage est généralement effectué après la récolte afin d'incorporer la paille. Après quelques jours ou semaines, les repousses de céréales et les adventices lèvent, donc le champ est de nouveau vert. La pulvérisation ciblée ne peut pas être pratiquée dans ce cas de figure car les plantes sont trop proches du sol. Il faudrait traiter la surface dans son ensemble et non certaines zones. Dans les régions sèches propices au semis direct, il n'y a pas de déchaumage après récolte. Comme il fait très sec, l'émergence d'adventices ou de repousses de céréale est assez limitée. Dans ce cas, la pulvérisation ciblée est particulièrement intéressante, puisqu'on peut appliquer du glyphosate, de manière localisée et donc en moins grande quantité, à l'aide d'un système de reconnaissance par caméra. On peut ainsi réaliser des économies.

#### Existe-t-il d'autres technologies que le «green on brown» et le «green on green»?

Oui, il s'agit de procédés hors ligne et en ligne. Les techniques évoquées jusque-là

reposent sur un procédé en ligne, c'est-à-dire que les caméras sont fixées sur la rampe et, en fonction des données qu'elles saisissent, la surface recevra ou non un traitement durant le passage du pulvérisateur.

Les procédés dits hors ligne sont basés sur des informations issues d'une numérisation effectuée au préalable. On recourt à un drone équipé d'une caméra à haute définition pour numériser la surface de la parcelle à une altitude de 20 mètres environ. Il est désormais possible de différencier les adventices de la culture sur une image haute résolution, à l'aide d'un algorithme. Ce procédé permet d'établir une carte d'application indiquant les surfaces qui doivent être traitées. Ces données sont ensuite transférées vers le terminal de la machine qui effectue le traitement. Cela fonctionne sur le même principe que les cartes utilisées pour la fertilisation.

#### Menez-vous aussi des essais à ce sujet?

Nous testons déjà depuis un certain temps des procédés hors ligne en partenariat avec une start-up. Ce système fonctionne en théorie mais présente quelques écueils. Le premier concerne la nécessité de disposer de données actualisées lorsque l'on souhaite traiter une parcelle. Il est inutile de survoler son champ 15 jours plus tôt avec des drones, car les adventices se seront développées entre-temps. L'autre difficulté est à nouveau liée à la physique. La précision des coordonnées GPS du drone doit être additionnée à celle du pulvérisateur, et cela engendre une taille de spot plus étendue. Or, des spots plus grands impliquent une surface pulvérisée plus importante et moins d'économies.

#### Les procédés hors ligne sont-ils soumis à d'autres contraintes?

La grande quantité de données, soit plusieurs gigas de données par hectare, est envoyée vers un serveur à des fins d'analyses, ce qui pousse les connexions Internet à leurs limites. En outre, les cartes d'applications doivent être retransférées vers le terminal de l'agriculteur. Au regard des capacités actuelles des terminaux Isobus du marché, on peut générer des cartes couvrant au maximum cinq hectares selon le nombre de polygones (spots) identifiés.

#### Qu'est-ce que cela signifie?

Le procédé hors ligne est concevable sur le plan technique ou technologique. Il nécessite encore des améliorations avant d'être



Theo Leeb: «Le taux de détection des chardons est encore largement insuffisant pour parler de maturité technologique.»

déployé sur le terrain. Il nous faut notamment fluidifier les processus et trouver des solutions pour traiter la masse très élevée de données. Cela impliquera peut-être d'envisager une alternative à Isobus.

#### Quelles conclusions tirez-vous de tout cela?

Je pense que la pulvérisation ciblée représente une suite logique en matière de pratique durable. Cela signifie que la protection conventionnelle des cultures passera par la pulvérisation en bandes pour se tourner vers une application ultra-localisée. L'objectif est toujours de traiter les surfaces qui le nécessitent. Le système de reconnaissance par caméra est dès lors un outil très pertinent pour le développement de procédés en ligne ou hors ligne.

#### Et quelles sont vos prochaines étapes?

Notre objectif est de développer autant que possible la technologie pour garantir une fiabilité constante et une utilisation aisée par les agriculteurs sur le terrain au quotidien. La pulvérisation ciblée constitue un levier supplémentaire pour améliorer la protection conventionnelle des cultures. Mais je perçois les limites de faisabilité car au champ, aucune condition, norme ou technologie ne peut être constante. En résumé, la nature demeure intrinsèque et ne se laissera pas dompter par la technique ou le numérique. ■



Scannez-moi

**EN STOCK**

**BERNARD FREI**  
soulever ➔ déplacer ➔ transporter

www.bernardfrei.ch - Tél 032 867 20 20

## LE SAVIEZ-VOUS ?

Le nouveau chariot télescopique Manitou MLT 420 conjugue performance, confort et polyvalence.

Profitez de notre expérience et nous aurons le plaisir de vous conseiller.

 **MANITOU**

**Commander facilement  
tout à tout moment !**

**Matériel d'emballage  
pour la vente directe:  
[www.a-la-ferme.ch](http://www.a-la-ferme.ch)**



**PROCHES DE VOUS. LES PAYSANS SUISSES.**

[www.agriculture.ch](http://www.agriculture.ch)



**[www.agrartechnik.ch](http://www.agrartechnik.ch)**



Avec le «Merge Maxx 440F», Kuhn propose désormais aussi un andaineur à tapis frontal. Photos: Kuhn

## Désormais aussi en version frontale

Au cours d'une vidéoconférence, Kuhn a présenté récemment un certain nombre de nouveautés pour la saison à venir. Il y en a pour toute la gamme de produits. Les outils de fenaisons s'enrichissent d'un andaineur à tapis «Merge Maxx 440F» frontal.

**Roman Engeler**

L'andaineur à tapis est revenu sur le devant de la scène ces dernières années, à un moment où la question de la qualité du fourrage fait l'objet d'une attention accrue. Plusieurs constructeurs, parmi lesquels de nouveaux arrivants, ont développé des andaineurs à tapis de différentes taille. L'argument massue qui plaide pour ce type d'appareil: il souille moins le fourrage tout en autorisant des allures élevées et en offrant maintes possibilités d'utilisation. Le poids et le prix de ces machines peuvent en revanche leur faire obstacle. En tant que constructeur de renom de machines, avec plus de 1500 références de base, Kuhn est aussi présent sur ce marché avec le «Merge Maxx». Cependant, il ne proposait jusqu'à ce jour qu'une combinaison arrière, ce qui implique de rouler sur le fourrage avant la

formation de l'andain. Kuhn complète donc aujourd'hui son offre d'andaineurs à tapis avec l'outil frontal «Merge Maxx 440F»: il peut être attelé en solo, ou bien en combinaison avec les outils arrière «Merge Maxx 760/950/1090». Kuhn voit une possibilité d'utilisation supplémentaire de cette machine en la combinant avec un andaineur à double rotor.

### Andainage bilatéral possible

L'andaineur à tapis est équipé de deux bandes larges d'un mètre, qui peuvent être tendues par un dispositif central et sans outil. La machine ramasse le fourrage avec le pick-up sur une largeur de trois mètres et le dépose à nouveau en un andain d'environ 1,4 m de large. À l'image d'autres andaineurs à tapis, le «Merge Maxx 440F» peut déposer au

choix la récolte à droite ou à gauche. Particularité brevetée chez Kuhn, le fourrage peut également être déposé en même temps sur deux côtés grâce à un tapis en deux parties. C'est idéal lorsque l'opérateur souhaite former un andain aussi uniforme que possible, en association avec un andaineur arrière plus grand.

Le pick-up est équipé du rabatteur «Wind-guard». Il ramasse le fourrage, le lève et le transporte vers la bande frontale. Ce rouleau rabatteur se règle automatiquement en montant et en descendant selon la quantité de fourrage existante.

### Suivi du terrain

Le débattement pendulaire de  $+/-10^\circ$  du dispositif monté sur rotules favorise un suivi optimal des irrégularités du sol. Pour garantir stabilité et sécurité lors des

## Autres nouveautés

- Les presses-enrubanneuses à chambre variable de la gamme «VBP 3100» peuvent désormais être équipées d'un système de liage à deux bobines de film. Cette option unique était déjà proposée sur les presses à chambre fixe et ne nécessitait pas de large film de liage spécifique.
- Kuhn lance par ailleurs sur le marché les deux modèles de faucheuses-conditionneuses «FC 9330 RA» (largeur de travail de 9,30 m) et la variante traînée «FC 13 460 RA» (largeurs de travail de 12,40 jusqu'à 13,40 m), pensées avant tout pour les entrepreneurs de travaux agricoles. Les faucheuses proposent les éléments connus de Kuhn et profitent de l'expérience de plus de 50 ans de ce constructeur dans le domaine des faucheuses à disques.
- La combinaison de fauche «PZ 8831» est elle aussi adaptée aux exploitations disposant de grandes surfaces. Grâce à sa tête d'attelage compacte et à une conception robuste de la transmission, cet outil combine des capacités élevées avec un besoin en puissance réduit. Associée à une faucheuse frontale, il est possible d'atteindre des largeurs de travail jusqu'à 8,84 m.
- La gamme de semoirs mécaniques «Sitera 3010/3020/3030» est complétée par des modèles à distribution animée par entraînement électrique.
- La série de semoirs pneumatiques combinés désormais également le «Venta 320», un nouveau modèle équipé d'éléments semeurs monodisque, en largeur de travail de trois mètres.
- Les déchaumeurs à disques indépendants «Optimizer L/XL» avec grands disques suspendus respectivement de 510 ou 620 mm sont désormais disponibles en largeurs de 3 à 12 m. Ils peuvent être combinés avec une offre conséquente de rouleaux et d'équipements.
- La «Multi-Leader XT» est une charrue semi-portée monoroue pour les grandes surfaces dans des conditions difficiles. Cette charrue disponible en configuration jusqu'à 9 corps permet de travailler dans le sillon ou hors rai. Elle convient aux tracteurs d'une puissance de 200 à 400 ch.
- Et pour finir la gamme de semoirs pour semis simplifié comprend désormais en complément le modèle «Espro RT 12 000 RC», un semoir traîné de 12 m de largeur de travail.



Le «Merge Maxx 440F» est guidé par deux patins rotatifs réglables en hauteur.

demi-tours, dans les virages et sur la route, ce dispositif pendulaire est verrouillé automatiquement lors du relevage de la machine. Un système hydraulique assurant une pression constante protège ainsi le tapis végétal. Le fourrage est ramassé sans salissures. La machine est guidée sur deux patins rotatifs et réglables en hauteur. Elle empêche le pick-up de gratter le sol et le tapis végétal d'être trop sollicité dans les virages. ■

Pierre-Alain Opplicher  
agriculteur, Neuchâtel

Suisse Grèle propose plusieurs variantes d'assurance qui permettent de minimiser les risques avec des primes raisonnables.

 Schweizer Hagel  
Suisse Grèle  
Grandine Svizzera  
[www.grele.ch](http://www.grele.ch)

Le n° 1  
de l'assurance récoltes

AEBI SUISSE  
Handels- und Serviceorganisation

 Aebi

Double rendement...

Aére la prairie, enlève la mousse et favorise le tallage, nivelle le terrain.  
Avec sursemis.

Aebi Suisse Handels- und Serviceorganisation SA  
CH-3236 Gampelen | CH-8450 Andelfingen | 032 312 70 30 | [www.aebisuisse.ch](http://www.aebisuisse.ch)

03 2022 Technique Agricole | 19