

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse

**Herausgeber:** Technique agricole Suisse

**Band:** 77 (2015)

**Heft:** 12

**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>**



## Vision panoramique, la sécurité en plus

Si la taille actuelle des machines limite de plus en plus le champ de vision du conducteur à proximité du véhicule, les caméras avant et arrière des tracteurs et les caméras panoramiques des moissonneuses permettent toutefois d'améliorer cet état des choses. Plusieurs systèmes de caméras visant à accroître la sécurité sur la ferme et dans la circulation ont été présentés et primés, notamment lors de la dernière Agritechnica.

### Ruedi Hunger

Présents partout, les entrées et sorties dangereuses des fermes, les accès aux routes dépourvus de visibilité et les angles morts ont ceci de commun qu'ils obligent les conducteurs de tracteur et de moissonneuse à rouler jusqu'à la ligne de visée pour voir les voitures arrivant par les côtés. A ce moment-là, le véhicule est déjà exposé au trafic, un état des choses encore aggravé par les équipements montés à l'avant qui allongent l'engin. Les caméras frontales permettraient toutefois d'améliorer la situation. En Suisse, la législation en vigueur autorise l'installation de caméras supplémentaires, mais continue à imposer l'antéviseur.

### Fliegl

Le système « Hawk » de la marque Fliegl est équipé de deux caméras surveillant

chacune le côté droit ou le côté gauche de l'avant du véhicule. Fliegl ne produisant aucune caméra à large angle d'ouverture, ces dispositifs sont dotés d'un champ de vision allongé se prolongeant suffisamment sur les côtés de la route. Les images vidéo s'affichent sur un écran partagé sur le moniteur. En Allemagne, le code de la route stipule que les véhicules dont l'avant-corps est supérieur à 3,5 m requièrent un opérateur de guidage visant à sécuriser les manœuvres de virage aux endroits dépourvus de visibilité. Selon Fliegl, ce système de caméras rendrait cet opérateur superflu.

### Satconsystem

Le système de caméra-moniteur d'avant-corps de Satconsystem (Vorbau-Kamera-Monitor-System, VKMS) se compose de deux caméras dont l'objectif est protégé contre la formation de buée en cas de brouillard, de pluie et de gel, lesquelles sont dès lors capables de détecter même des objets de petite taille dans différentes conditions de visibilité. Le boîtier des caméras se monte sans outil sur une platine

de support amovible antivibrations. Selon le fabricant, ce boîtier est étanche à l'eau et à la poussière, si bien que la caméra supporte sans problème d'être lavée par un nettoyeur à haute pression en même temps que la machine. En outre, le VKMS est équipé d'un moniteur doté d'une intelligence de commutation supplémentaire et placé dans le champ de vision du conducteur. Le système comprend également des connecteurs haut de gamme (13 broches). Dès l'activation d'une caméra, un actionneur intégré ouvre le clapet de protection latéral et les clignotants de redondance\*, dont les clignotements deviennent visibles ou sont transmis au conducteur, s'allument. L'opérateur a ainsi la garantie que l'écran affiche une vidéo en temps réel.

### Solutions maison

Les conducteurs versés en technologie (et en électronique) peuvent envisager de monter leurs propres caméras, dans la mesure où ils respectent certains principes. S'agissant notamment des équipements frontaux, tout comme pour les

\* En ingénierie, la redondance de systèmes au sein d'une machine vise à améliorer la fiabilité de cette dernière. En multipliant les systèmes, on prévient la défaillance de l'un d'entre eux. (Wikipédia)

Lorsque l'élément saillant est visiblement trop important (exemple de l'Allemagne !), le système de caméras de Satconsystem aide le conducteur à entrer et à sortir de la ferme ainsi qu'à traverser les carrefours à visibilité réduite.

Le système de caméras «Hawk» de la marque Fliegl permet de surveiller à la fois le côté droit et le côté gauche de l'avant du véhicule.



antéviseurs, on remarque que les vibrations déforment les images, en réduisent la qualité ou les rendent inutilisables. Il faut dès lors anticiper et équiper les caméras d'une protection contre les salissures. Il est important que les deux images s'affichent en simultané sur le moniteur (vues gauche et droite). En outre, il convient également de s'assurer que la vidéo est diffusée en temps réel et qu'il ne s'agit pas de «vieilles» images.

### De nouveaux systèmes de caméras globaux

Grâce au traitement numérique, les possibilités d'application des systèmes d'imagerie pour appréhender l'environnement des machines agricoles se sont considérablement accrues et présentent des avantages substantiels par rapport aux solutions se limitant à une représentation purement visuelle. Trois systèmes basés sur cette approche et récompensés d'une médaille d'argent avant l'Agritechnica 2015 sont présentés ci-après.

- Deutz-Fahr** Deutz-Fahr avait présenté son dispositif «Driver Extended Eye» en prélude à l'Agritechnica. Ce système est composé de trois caméras intégrées au

capot avant du tracteur: une caméra frontale et deux caméras latérales, à gauche et à droite. Tous les signaux vidéo sont transmis à l'iMonitor 2.0 par une unité centrale. Deutz-Fahr a étayé encore davantage les fonctions disponibles, de sorte qu'un superviseur tracteur puisse intervenir dans les fonctions actives du tracteur, comme le pilotage de la transmission. A l'avenir, d'autres fonctions de sécurité devraient être automatisées, ce qui permettra, par exemple, de réduire la vitesse de translation du tracteur, d'enclencher le système de freinage ou de modifier activement et automatiquement la voie de l'engin.

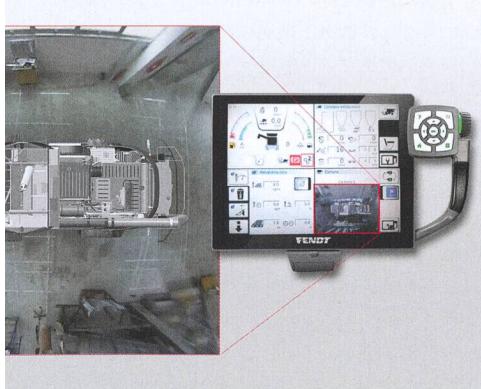
- John Deere** John Deere (Mannheim, Allemagne) et Continental Automotive (Autriche, Vienne) ont élaboré conjointement un système de caméras 3D panoramiques. Ce système intégré permet d'élargir considérablement le champ de vision du conducteur sous divers angles grâce au traitement d'images numériques. L'affichage de différentes perspectives – pouvant aller jusqu'à six – sécurise les manœuvres, les travaux de maintenance et les opérations de transport des tracteurs et des moissonneuses. Ce système de caméras 3D optimise par conséquent la surveillance de l'environnement immédiat de la machine.

- AGCO / Fendt** Grâce à un nouveau système de caméras panoramiques de pointe, Fendt accroît la visibilité et la sécurité aux alentours des moissonneuses-batteuses. Les images numériques de quatre caméras à champ ultralarge, placées sur les quatre côtés de la machine,

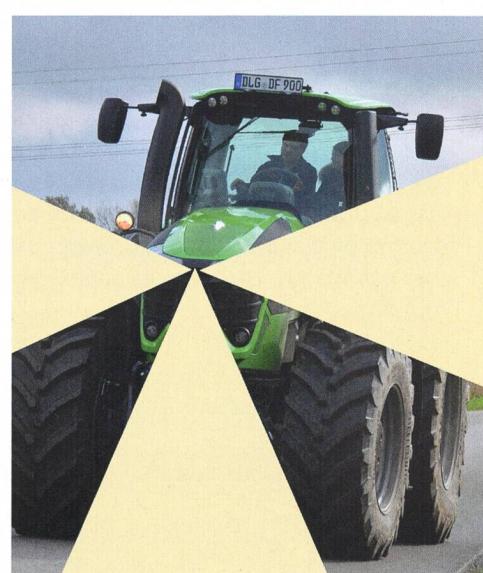
sont combinées en une seule image retransmise sur le terminal. Le conducteur peut ainsi pratiquement apercevoir la machine dans son ensemble, y compris les zones difficilement visibles. Ce système de caméras panoramiques sera proposé sur les moissonneuses-batteuses Fendt des séries X et P pour la moisson 2016.

### Conclusion

Voilà un certain temps déjà que les caméras de recul accroissent la sécurité. Les caméras frontales, quant à elles, améliorent la visibilité de la zone problématique se situant devant le tracteur. En Suisse, les antéviseurs restent néanmoins obligatoires. Les caméras panoramiques permettent désormais de mieux surveiller les alentours immédiats des machines. Le perfectionnement de ces systèmes devrait même permettre d'intervenir automatiquement dans le pilotage de la transmission et des freins. ■



Ce système de caméras panoramiques pour moissonneuses-batteuses offre au conducteur une vue d'ensemble du véhicule.



Le nouveau système de caméras du fabricant Deutz-Fahr, dénommé «Driver Extended Eye», permet de surveiller tout l'avant et les deux côtés du tracteur.

# Capteurs omniprésents

L'électronique relie aujourd'hui les moteurs et les transmissions, les tracteurs et les machines, les animaux et les stations d'affouragement. Pour assurer une haute précision dans les conditions propres à l'agriculture, les capteurs doivent être dotés d'une protection étanche et sans faille. L'aperçu ci-dessous se limite aux principaux capteurs et à leurs propriétés qui sont décrits aussi simplement que possible.

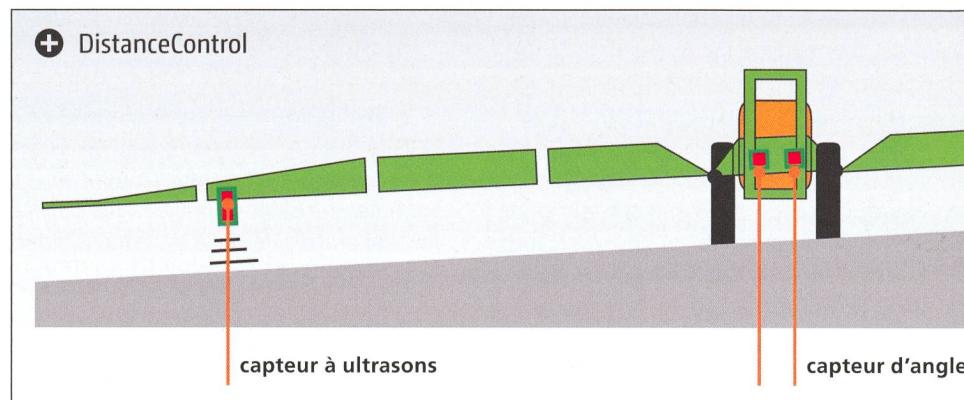
Ruedi Hunger

Toutes les interfaces sont surveillées au moyen de capteurs qui fournissent des données au calculateur de processus. Les mesures recueillies, sous forme de distances, d'angles, de températures ou de pressions – et bien d'autres encore – sont converties en signaux électriques. Les capteurs sont étalonnés selon leur application, de sorte qu'ils délivrent des données de départ normalisées.

Le mot «capteur» vient du latin *captor* qui signifie «celui qui prend». Les capteurs sont aussi désignés par les termes de détecteur, tâteur ou senseur (anglicisme inspiré du mot *sensor* qui a été repris tel quel en allemand). Le capteur, ou palpeur de mesure, est un dispositif qui permet de détecter certaines propriétés physiques et chimiques ou des caractéristiques constitutives de l'environnement sur le plan qualitatif, ainsi que de les enregistrer en tant que variable quantitative. Les valeurs acquises sont converties en un signal électrique exploitable.

## Principe de mesure et d'action

Les capteurs sont regroupés selon leurs taille, technique de fabrication et mode d'utilisation. Ils sont également classés en capteurs actifs ou passifs en fonction de leur mode d'action lors de la conversion des paramètres. Les capteurs actifs sont tributaires d'une alimentation électrique externe, car ils disposent généralement



Les rampes d'épandage des pulvérisateurs modernes sont guidées précisément sur leur objectif au moyen de capteurs d'inclinaison et à ultrasons.

de circuits électroniques complexes. Les capteurs passifs ne nécessitent pas d'alimentation supplémentaire. Cependant, les signaux générés doivent être traités ultérieurement. Il existe une pléthora d'applications pour chaque mode d'action et seuls quelques exemples sont énumérés dans le tableau 2.

## Propriétés et exemples d'application des capteurs

### • Effet Doppler / capteur radar

Chaque signal atteignant le récepteur depuis une source est constitué d'ondes. Peu importe que les ondes soient lumineuses ou sonores. La distance entre leurs sommets s'appelle longueur d'onde ou fréquence. Lorsque l'émetteur et le récepteur se rapprochent, la longueur d'onde se «raccourcit» de manière sensible. À l'inverse, leur éloignement «agrandit» la longueur d'onde. Ce processus est connu sous le nom d'effet Doppler.

Un appareil radar émet un faisceau d'ondes électromagnétiques comme signal primaire. L'écho renvoyé par les objets constitue le signal secondaire. Le mouvement relatif entre l'émetteur et l'objet peut être calculé par l'entremise de l'effet Doppler. La conjonction des

mesures individuelles indique la distance et la vitesse absolue.

En technique agricole, le capteur radar (effet Doppler) sert à mesurer la vitesse effective sans glissement. De l'herbe ou une culture haute peut affecter le résultat. La tension d'alimentation est de 12 volts. Lors de l'installation, une inclinaison précise de 37 degrés doit être respectée.

### • Capteurs de rotation et d'embarquée

Les gyromètres (ou capteurs de rotation) mesurent la vitesse de rotation d'un corps. La vitesse angulaire mesurée autour d'un axe de rotation indique l'angle formé par le déplacement d'un corps par rapport à ce dernier en un temps donné. Le calcul du taux de rotation est effectué principalement à partir des trois axes spatiaux suivants :

- lacet (axe vertical)
- roulis (axe longitudinal)
- tangage (axe transversal)

Des gyromètres de haute précision sont utilisés pour la circulation des avions et des fusées. Des capteurs de rotation micromécaniques sont construits pour les véhicules, notamment les systèmes de

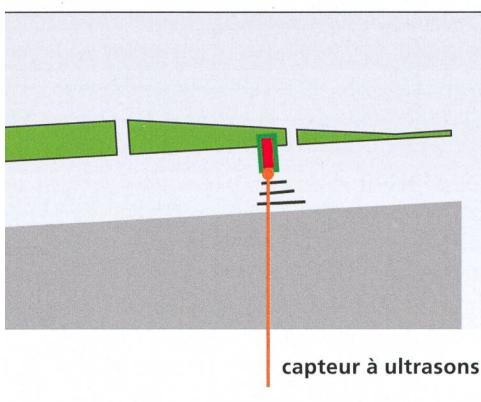
Tableau 1. Valeurs physiques et chimiques (non exhaustif)

Exemples	Éléments mesurés
Propriétés physiques	Quantité de chaleur, température, humidité, pression, champ sonore, luminosité, accélération...
Propriétés chimiques	PH, valeur de charge, potentiel électrochimique

stabilité. Ils sont aussi montés dans des appareils GPS qui servent de relais pour le passage dans des zones sans couverture satellite dans le domaine de la navigation.

#### • Capteur à effet Hall

Comme son nom l'indique, ce type de capteur utilise l'effet Hall pour la mesure des champs magnétiques. Le fonctionnement se résume à calculer la déviation des lignes d'un champ magnétique défini par des influences externes. Les valeurs mesurées sont multipliées jusqu'à ce que leur conversion en signaux numériques



Graphique: Ruedi Hunger

soit possible. Elles peuvent être traitées directement à partir du tracteur et intégrées dans le CAN-Bus.

Les capteurs à effet Hall servent à mesurer la vitesse du véhicule, le contrôle du régime ou le comptage d'événements. La tension d'alimentation est de 12 volts. La distance de commutation est comprise entre 5 et 10 millimètres.

Tableau 2. Classification des capteurs selon leur mode d'action

Principes d'action	Exemples d'application (liste non exhaustive)
Mécanique	Manomètre, barre de dilatation, peson à ressort, balance à levier, thermomètre
Thermoélectrique	Éléments thermiques
Résistif	Jauge de contrainte (DMS), fil chaud, semi-conducteur (DMS)
Piézoélectrique	Accéléromètre
Capacitif	Capteur de pression, détecteur de pluie
Inductif	Inclinomètre, capteur d'effort, capteur de déplacement
Optique	Capteur CCD, cellule photoélectrique
Magnétique	Capteur à effet Hall, interrupteur Reed

#### • Capteur inductif

Les capteurs inductifs fonctionnent selon la loi éponyme. Pour cela, une bobine, un champ magnétique et un mouvement s'avèrent nécessaires. Ce principe de mesure s'effectue ainsi sans contact et donc sans usure. Il permet d'évaluer les angles, les distances et les vitesses. Le sens de rotation n'est cependant pas détecté par ces capteurs. La vérification du fonctionnement se fait par LED (indication d'ouverture ou de connexion). Les détecteurs inductifs sont utilisés pour la saisie de la vitesse et le contrôle du régime de rotation.

Ils servent à déterminer un positionnement statique, par exemple la position de travail ou de verrouillage. Ils sont également utilisés pour mesurer la vitesse de machines lentes comme les semoirs. Un autre domaine d'application est le contrôle des semoirs monograine et des pulvérisateurs. Comme les contacts Reed fonctionnent électriquement et non électroniquement (aucun signal numérique), leur intégration dans le CAN-Bus est impossible. Les hautes fréquences ne peuvent pas être traitées.

#### • Contact Reed / interrupteur à lames

Le contact Reed est constitué de deux contacts en alliage fer-nickel placés dans un tube de verre et actionnés par un champ magnétique. Lorsqu'un aimant est placé à proximité, les languettes de contact ferromagnétiques se déplacent et le circuit se ferme. Les contacts Reed fonctionnent sans contact direct. Ils sont insensibles grâce à l'encapsulation et au gaz de remplissage inerte.

#### • Capteurs d'angle et d'inclinaison

Un capteur d'inclinaison (ou inclinomètre) est un appareil donnant la référence précise de la ligne d'aplomb d'un instrument ou d'un véhicule et surveillant les changements de l'angle d'inclinaison. L'angle ou l'inclinaison peut être mesuré de plusieurs manières différentes. Par exemple, les capteurs de déplacement et d'angle fonctionnent sans contact avec l'effet Hall. Les lignes de champ magnétique générées par le capteur sont déviées par la rotation d'un élément. L'amplitude de



Des capteurs sont également utilisés pour la surveillance de la vitesse de rotation et de l'état de remplissage des trémies à grains.

Les contacts Reed assurent des fonctions de contrôle sur les semoirs monograine et les pulvérisateurs.





Les capteurs radars servent à déterminer la vitesse sans glissement.



Les capteurs de rotation (gyromètres) ou d'embardée peuvent alerter à temps le conducteur des risques existants.

cette déviation indique sa position. Des mesures sont prises sur 90 degrés dans les deux directions, soit sur 180 degrés au total.

Les capteurs d'inclinaison ou d'angle servent à mesurer l'angle et/ou l'inclinaison de machines et d'appareils. Un exemple est la distribution de la paille de la moissonneuse-batteuse (réglage de l'angle des déflecteurs).

#### • Capteurs à ultrasons

Les fréquences du son trop élevées pour être audibles par l'homme sont appelées

ultrasons. Selon le matériau de l'obstacle, les ultrasons sont réfléchis, absorbés, diffusés par lui ou le traversent. Comme les autres ondes, ils sont sujets à des réfractions, des diffractions ou des interférences. Le fonctionnement d'un capteur à ultrasons se base sur la mesure du temps de transmission d'un signal sonore. Le son se propage pratiquement dans n'importe quel environnement, mais dépend fortement de la température. En technique agricole, les capteurs à ultrasons sont utilisés pour le guidage des rampes d'épandage des pulvérisateurs. Un autre domaine d'application est la mesure de l'état de remplissage. Le positionnement des objets et les niveaux sont contrôlés avec une précision millimétrique.

#### Conclusion

L'électronique des tracteurs réduit notablement la consommation de carburant. La quantité d'engrais, de lisier ou de produits phytosanitaires à distribuer peut être dosée très précisément. Les semoirs sont contrôlés quant aux lacunes de semis, au volume de semences et à la profondeur de dépôt. Les capteurs capables de saisir, de convertir ou de transférer les données les plus diverses se situent toujours en tête de liste. ■

#### Exemples d'électronique et de capteurs appliqués sur des tracteurs



- 1 Clavier à effleurement de l'ordinateur de bord, boîtier électronique, commande EHR, connecteur de diagnostic
- 2 Capteur d'angle à la pédale d'embrayage, présélection marche avant/arrière
- 3 Capteurs divers, notamment des régimes du moteur et de sortie de transmission
- 4 Capteurs d'angle de braquage et d'inclinaison de la suspension avant, déclenchement de la traction intégrale en demi-tour, entraînement par prise de force
- 5 Capteurs d'effort EHR et de position EHR, gestion du blocage de différentiel, contrôle de la vitesse