

Zeitschrift: Technique agricole Suisse

Herausgeber: Technique agricole Suisse

Band: 80 (2018)

Heft: 12

Artikel: Les capteurs et leurs fonctions

Autor: Hunger, Ruedi

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1085911>

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 capteurs et leurs fonctions

Les capteurs sont des dispositifs transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, sous la forme d'un signal électrique. Un grand nombre de capteurs différents sont disponibles afin de répondre à de nombreuses exigences.

Ruedi Hunger

Les moteurs actuels, les transmissions à passage sous charge ou à variation continue et les systèmes hydrauliques sensibles ne se conçoivent plus sans la contribution des capteurs. Déclinés en différents types, ceux-ci observent notamment les semoirs et vérifient la distance finale du semis de précision. Ils ont permis d'atteindre un niveau technique élevé en matière de protection des cultures et d'épandage des engrains. Leur rôle est essentiel dans le désherbage. Enfin, toutes les machines de récolte modernes sont réglées, commandées et surveillées par une multitude de capteurs. Quelques exemples utilisés en technologie agricole sont présentés ci-dessous.

Capteur anémométrique

Principe de fonctionnement: un élément capteur chauffé électriquement, et dont la résistance électrique dépend de la température, est utilisé en anémométrie thermique. La chaleur est transportée dans le fluide par le flux dont la vitesse provoque la transformation. Les valeurs électriques obtenues permettent de déterminer la vitesse du flux. Exemple d'application: le système « Flow Performance Monitor » (FPM) de Vogelsang se compose d'une unité de commande et de capteurs installés dans chaque tuyau. Les capteurs surveillent le débit du fluide en mouvement (lisier). Le signal mesuré est transmis de l'unité de commande à la cabine du conducteur. Si un tuyau est bouché ou si le flux diminue, le capteur le perçoit et le conducteur est averti. Les capteurs anémométriques peuvent également équiper des semoirs pour surveiller les tuyaux de semis.

Capteur d'accélération

Principe de fonctionnement: l'accélération génère une force détectée par un

accéléromètre. L'élément mesuré par le capteur n'est pas réellement une accélération, mais la force engendrée par celle-ci. Le capteur d'accélération ou accéléromètre mesure les augmentations de vitesse linéaires sur un ou plusieurs axes. En revanche, les gyroscopes mesurent les vitesses angulaires.

Exemples d'application: les accéléromètres (et les gyroscopes) sont utilisés dans les transports, les voyages spatiaux, les robots, les véhicules et, ce qui peut paraître étonnant, dans les smartphones. Lors de l'équilibrage des roues, chaque déséquilibre est détecté en quelques secondes et génère un signal. Mais les capteurs d'accélération rendent aussi de grands services dans l'élevage. Les truies d'élevage peuvent être équipées d'un accéléromètre avec des marques auriculaires qui surveillent leur comportement lors de la confection du nid et détectent ainsi la naissance imminente de porcelets.



Capteur anémométrique: le FPM surveille les tuyaux d'épandage de lisier ou les tubes de semis des semoirs. Photo: Vogelsang

Capteurs actifs et passifs

Capteurs actifs: ce terme désigne les capteurs qui ont besoin d'une alimentation électrique propre pour détecter une grandeur physique (ex.: capteurs à effet Hall).

Capteurs passifs: contrairement aux capteurs actifs, aucune alimentation électrique propre n'est nécessaire (ex.: potentiomètre, capteur de cliquetis).



Les accéléromètres, combinés à d'autres systèmes, font partie du dispositif de commande du robot. Photo: Carre



Les capteurs de rotation sont également utilisés dans les systèmes d'aide à la conduite.

Photo: Krone

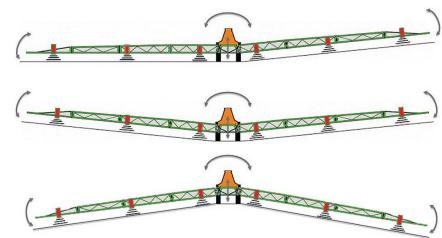
Capteur de rotation

Principe de fonctionnement: ces capteurs mesurent la vitesse de rotation d'un corps. Sont mesurés les trois axes spatiaux, à savoir vertical, longitudinal et transversal.

Exemple d'application: les capteurs de rotation font partie des systèmes d'assistance dynamique. Ceux-ci gagnent en importance avec l'augmentation de la vitesse et du poids des véhicules et offrent davantage de sécurité au conducteur, qui peut se trouver dans des situations de conduite devenant manuellement incontrôlables. Vu que l'accélération latérale et la vitesse de rotation des roues sont mesurées, un châssis ainsi équipé garantit un comportement dynamique plus sûr à grande vitesse et dans les virages. Si les roues à l'intérieur de la courbe menacent de se soulever, un freinage préventif est effectué et l'attelage ne risque ainsi pas de basculer.

cipe de mesure utilise le phénomène de la fluorescence chlorophyllienne. Pour stimuler cette dernière, des capteurs émettent une lumière bleue d'une longueur d'onde donnée. La lumière à ondes courtes, riche en énergie, n'est pas complètement utilisée par la plante pour réaliser la photosynthèse, mais elle stimulate la fluorescence de la chlorophylle. La chlorophylle renvoie de la lumière de grande longueur d'onde et de faible énergie allant du rouge au rouge foncé. Celle-ci est détectée par une photodiode dans le capteur.

Exemple d'application: Amazone utilise le phénomène de la fluorescence chlorophyllienne dans le système intelligent « AmaSpot ». Il s'agit d'une commande de buses par des capteurs qui détectent la chlorophylle et sont ainsi capables de distinguer les plantes vertes du sol non couvert. Le système commute la buse correspondante avec une précision de



Les capteurs à ultrasons constituent des composants déterminants du système de guidage des rampes d'épandage « Contour Control » d'Amazone. Photo: Amazone

quelques centimètres, même à des vitesses de 20 km/h ou de nuit.

Capteur à ultrasons

Principe de fonctionnement: les ultrasons sont des sons dont la fréquence est supérieure à la gamme de fréquences de l'oreille humaine. Les capteurs à ultrasons émettent des impulsions sonores inaudibles à intervalles courts et enregistrent leur écho. La distance exacte à l'objet est calculée sur la base de l'intervalle de temps avec une précision millimétrique.

Exemple d'application: « Contour Control » est un dispositif de guidage actif de rampe destiné à réduire les mouvements vitaux. Plusieurs capteurs à ultrasons répartis uniformément sur toute la largeur de travail font partie de l'équipement standard. Les deux capteurs externes contrôlent l'angle de la rampe indépendamment l'un de l'autre. Les capteurs centraux scrutent la culture de part et d'autre de la machine



Les capteurs radar de Rauch et Amazone mesurent la quantité d'engrais éjectée. Photo: Rauch

Classification des capteurs

Tâche	Détermination de régimes, températures, pressions
Type de signaux	Analogique, digital, binaire, à impulsions
Caractéristique	Linéaire, non linéaire, alternatif
Effet physique	Inductif, capacitif, optique, thermique
	Nombre de niveaux d'intégration
	Actif ou passif

Classement selon le principe de fonctionnement

Principe de	Exemples
Mécanique	Manomètre, thermomètre, peson à ressort, balance à levier
Thermoélectrique	Thermocouple
Résistif	Jauge de contrainte (DMS), fil de dilatation, jauge de contrainte semi-conducteur
Piézoélectrique	Accéléromètre
Capacitif	Capteurs de pression et de pluie
Inductif	Clinomètre, capteurs d'effort et de déplacement
Optique	Capteurs CCD (composants électroniques sensibles à la lumière), photocellules
Magnétique	Capteur à effet Hall, contacts Reed



Les capteurs à effet Hall vérifient le régime et l'angle de braquage de différentes machines.

Photo: Ruedi Hunger

et positionnent le segment central. Un système hydraulique à action rapide, avec des temps de réaction courts, s'avère indispensable.

Capteur radar

Principe de fonctionnement: Radar (Radio Detection and Ranging) est le nom d'un appareil de mesure basé sur les ondes électromagnétiques dans la gamme des fréquences radio (signal primaire). Selon le matériau, les signaux radar émis sont renvoyés et enregistrés comme un écho réfléchi. L'écho est désigné signal secondaire.

Exemple d'application: une application du principe de mesure radar est la détermination des flux de matériaux projetés

par les épandeurs d'engrais minéraux. Le système «Axmat» de Rauch Machines agricoles se base sur un segment circulaire fixe comprenant 27 capteurs radar. Le développement commun de MSO et «Argus Twin» d'Amazone fonctionne selon un principe analogue. La mesure sans contact de la vitesse réelle est connue depuis plus de 30 ans en mécanisation agricole. TGSS (True Ground Speed Sensor) s'appuie sur la mesure, avec des lentilles diélectriques, du décalage de fréquence Doppler proportionnel à la vitesse.

Capteur à effet Hall

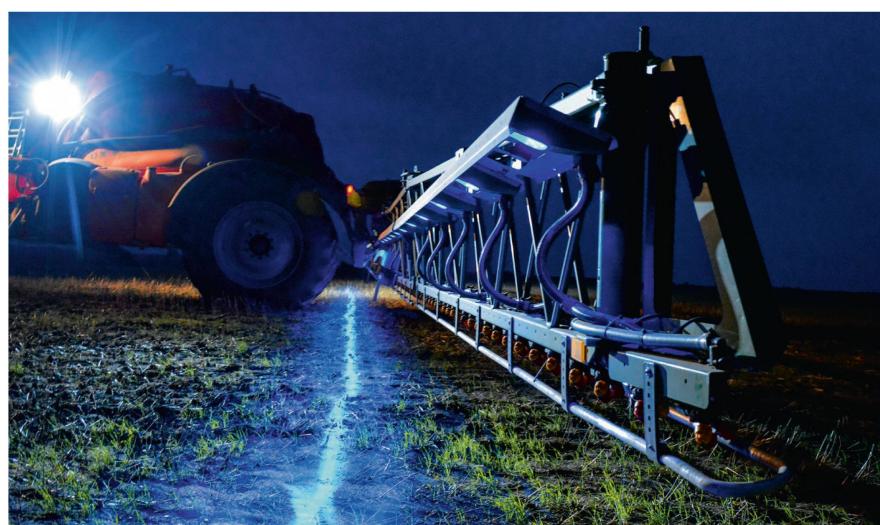
Principe de fonctionnement: lorsqu'un champ magnétique agit verticalement sur

un conducteur traversé par un courant, une tension perpendiculaire à celui-ci est générée. Comme cette tension ne dépend que de l'intensité du courant et du champ magnétique, il suffit d'un aimant de position placé sur un arbre rotatif pour mesurer, très simplement et sans contact, l'angle ou le régime de rotation.

Exemple d'application: les tamis à lamelles d'une moissonneuse-batteuse sont ajustés à l'aide d'entraînements linéaires selon la granulométrie de la récolte. Ces entraînements actionnés par des moteurs à aimants permanents nécessitent les «informations» du dispositif de commande afin de garantir la position finale correcte. Les capteurs à effet Hall mesurent avec précision l'angle de positionnement du tamis. Ces données sont transmises au dispositif de commande et affichées sur le moniteur. D'autres applications existent, comme la gestion du moteur et de la transmission, la détection de la position de la pédale d'accélérateur, la détermination de l'angle de braquage ou le contrôle de la vitesse. Très peu sensibles au vieillissement, les capteurs à effet Hall ne dépendent pas des fluctuations du champ magnétique parce que seul son sens est déterminant.

Capteur optique

Principe de fonctionnement: les capteurs optiques (Isaria) utilisent le principe de réflexion. Le système de mesure actif disposant de LED haute performance peut s'utiliser 24 heures sur 24, indépendamment de la lumière ambiante et du



Grâce aux capteurs de fluorescence, l'application des produits phytosanitaires peut être limitée à certains végétaux. Photo: Amazone

moment de la journée, ne devant pas être calibré périodiquement. Le système calcule l'indice de biomasse (IBI), soit le taux de couverture du sol jusqu'au milieu des pousses, ainsi que l'IRMI (indice d'absorption N). Ce dernier permet de déterminer le taux d'absorption d'azote de la culture.

Exemple d'application: les capteurs optiques tels qu'Isaria sont conçus pour la fertilisation minérale et organique. Ils analysent l'état de la culture et le taux d'absorption de l'azote. Les données issues d'un capteur de fertilisants (NIRS) rendent possible une application ciblée dans le cas de la fumure organique. Des capteurs optiques sont utilisés pour l'application de régulateurs de croissance et de fongicides (pommes de terre), dans le domaine phytosanitaire, ainsi que pour celle de dessiccateurs (herbicide) en fonction de la biomasse. Et enfin, champ d'application le plus récent: des capteurs optiques servent à contrôler le débit lors du sursemis dans les prairies.

Capteur NIR

Principe de fonctionnement: la spectroscopie par proche infrarouge (NIR/NIRS) consiste en une technique d'analyse physique basée sur la spectroscopie dans le domaine des ondes courtes infrarouges. Le NIRS se sert des vibrations moléculaires engendrées par le rayonnement électromagnétique dans le domaine du (proche) infrarouge. La lumière émise peut être absorbée, réfléchie ou transmise par un élément (ex.: ensilage de maïs, lisier...) et ses composants individuels. Comme les différents composants réagissent à des longueurs d'onde



Les capteurs optiques sont utilisés pour la fertilisation, la protection des plantes et le sursemis des prairies. Photo: Fritzmeier/Isaria

Classement selon l'utilisation

Capteurs virtuels	Les capteurs virtuels (soft sensors) n'existent pas physiquement, mais sont concrétisés par un logiciel. Ils calculent les valeurs dérivées des données mesurées par des capteurs réels à l'aide de modèles empiriques ou physiques.
Capteurs numériques	Dans le domaine de l'automation, les systèmes de commande analogiques se voient de plus en plus remplacés par des systèmes numériques. Par conséquent, la demande en capteurs dont le signal d'émission est également numérique augmente.
Capteurs moléculaires	Capteurs basés sur une seule molécule et qui, après liaison avec une autre molécule ou une irradiation par des photons, voit ses propriétés changer, ce qui peut ensuite être détecté.

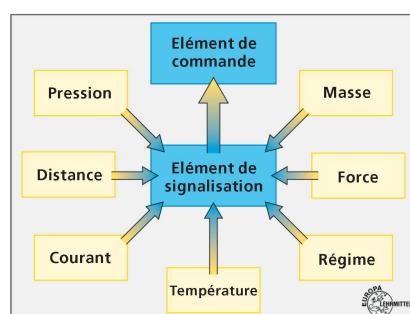
diverses et absorbent ainsi l'énergie de la lumière, leur concentration respective peut être déterminée.

Exemples d'application: un capteur NIR sert entre autres à l'analyse NIRS de la

matière sèche et des composants du lisier et des résidus de fermentation pendant la récolte et la réception du grain, ainsi qu'à la mesure du rendement, de la matière sèche et des composants de l'ensilage. En combinaison avec un capteur de peuplement, il peut déterminer la quantité de fumier organique à épandre (voir aussi à ce sujet l'édition d'octobre 2018 de *Technique Agricole*, p. 44).



Le système NIR peut être utilisé pour diverses mesures. Photo: John Deere



Différents signaux de grandeurs physiques sont transmis par des capteurs. Schéma: Europa Lehrmittel