

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse

**Herausgeber:** Technique agricole Suisse

**Band:** 84 (2022)

**Heft:** 5

**Artikel:** La spectroscopie NIRS à la loupe

**Autor:** Hunger, Ruedi

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1085584>

### 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>**



Depuis toujours, les utilisateurs s'interrogent sur le contenu exact en fertilisants du lisier avant de procéder à son épandage. Photo: Ruedi Hunger

## La spectroscopie NIRS à la loupe

**La hausse massive du prix des engrais minéraux commence à se répercuter sur la valeur des engrais de ferme. Or, une valorisation optimale des engrais de ferme, particulièrement des lisiers, requiert une connaissance précise de leur composition en fertilisants. Comment acquérir les teneurs en différents constituants et les documenter de manière effective?**

Ruedi Hunger

Pour améliorer l'acquisition et la documentation des composants des lisiers, les procédés de mesure en ligne semblent prometteurs à première vue. Les responsables du projet «DigiMilch» de l'institut Bavarois pour l'Agriculture (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, abrégé LfL) jugent indispensable qu'on s'y intéresse de près.

### La problématique des constituants

Le renchérissement des engrais minéraux entraîne celui des engrais de ferme, dont l'épandage exige un maximum de précision. Le besoin accru de documentation et l'obligation qui en découle de tenir des registres poussent également à approfondir la connaissance de la composition des

engrais de ferme. – Plus facile à dire qu'à faire! Le lisier est en effet caractérisé par une forte instabilité\* de ses constituants. Les données publiées par les instituts de recherche agronomique (Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse 2017) ou dans l'Almanach Wirz ne reflètent pas fidèlement ces fluctuations. Même des analyses effectuées en laboratoire sur des échantillons prélevés régulièrement n'en tiennent compte qu'en partie. Sans oublier les erreurs inhérentes au processus d'échantillonage qui risquent à leur tour de fausser les résultats.

### Le salut vient-il des capteurs NIRS?

Certains procédés de mesure en ligne tels que la spectroscopie dans le proche infra-

rouge (NIRS, acronyme du terme anglais *near infrared spectroscopy*) sont prometteurs, surtout pour améliorer l'acquisition et la documentation. Les capteurs NIRS fournissent des résultats relativement corrects, même s'ils donnent parfois des valeurs aberrantes. Les constructeurs sont instamment invités à optimiser leurs capteurs, et à prêter attention à l'étalonnage en particulier, pour améliorer la précision des résultats. La mesure des fertilisants a lieu, selon le constructeur, au moment de l'épandage ou du remplissage, lorsque le capteur procède à leur analyse en continu pour en dériver une moyenne. En cas de modulation intraparcellaire, le débit d'épandage est appliqué en fonction des fertilisants acquis ou calculés. La transmis-

sion des données à un système d'information de gestion agricole (FMIS, acronyme de l'expression anglaise *farm management and information system*) a parfois des ratés, car les systèmes électroniques d'acquisition et de traitement ne sont pas toujours compatibles entre eux. Pour une application à grande échelle, il sera nécessaire d'améliorer la documentation et le traitement des données.

### La technologie NIRS

La spectroscopie dans l'infrarouge proche (NIRS) s'est implantée ces dernières années dans plusieurs domaines de la recherche agricole. La technologie NIRS sert entre autres à déterminer le pourcentage de matière sèche du maïs ensilage ou de l'affouragement en vert, ainsi que la composition des fertilisants contenus dans la remorque mélangeuse. Elle aide aussi à choisir le moment propice à la récolte du maïs ensilage et à analyser le contenu de la ration de mélange total. La technologie NIRS est également prometteuse dans l'évaluation des constituants des lisiers et des résidus de fermentation.

La spectroscopie NIR est un procédé de mesure indirect et de ce fait d'évaluation. L'étalonnage des appareils joue donc un rôle déterminant. Il est indispensable de disposer de données représentatives en quantités suffisantes, prélevées aussi régulièrement que possible. Compte tenu de la complexité des engrains de ferme (lisiers) et de l'extrême variabilité de leur composition, les mesures nécessaires se comptent par milliers. Les constructeurs s'en servent à des fins «d'apprentissage» du système. Il

### Méthodes de saisie des quantités de lisier épandu

Méthode traditionnelle de dosage	Nouvelle méthode de dosage
<ul style="list-style-type: none"> <li>Définition des quantités d'épandage (selon tableaux ou analyses en laboratoire)</li> <li>Remplissage de la citerne à lisier</li> <li>Épandage du lisier au champ</li> <li>Comptage des citernes manuellement ou à l'aide d'un compteur</li> <li>Documentation dans les enregistrements parcellaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Établissement d'une cartographie (par satellite, rendements, cartographie du sol ou capteurs sensibles à la végétation)</li> <li>Épandage en fonction de la cartographie</li> <li>Transfert des données par télématrie ou mémoire USB</li> <li>Système de gestion de ferme (FMIS)</li> </ul>
<b>Impossibilité de valoriser le potentiel des lisiers de ferme</b>	<b>Le potentiel des lisiers de ferme peut être pleinement valorisé</b>

s'agit d'un aspect décisif, car c'est l'ampleur et la qualité de ces mesures qui détermineront à quel point le système est adapté à la pratique.

### Garantie de la qualité

Dans le projet majeur DigiMilch, le LfL a testé des capteurs NIRS qui déterminent les constituants du lisier. Ces essais et recherches ont été présentés par Manuel Boppel, de l'Institut pour l'agriculture et l'élevage (Institut für Landtechnik und Tierhaltung), lors de la conférence «Landtechnik im Alpenraum», ou «Machines agricoles en zone alpine», du 30 mars 2022. Les résultats diffèrent parfois fortement d'un capteur à l'autre. Dans le cas du phosphore, les écarts peuvent aller du simple au double. D'autres capteurs ont cependant fourni des résultats très proches de ceux obtenus en laboratoire. Pour certains lisiers non homogénéisés (non brassés), les essais ont révélé environ 5% d'écart entre les mesures par les

capteurs NIRS et celles du laboratoire. Cela démontre que les capteurs peuvent effectivement détecter des variations du contenu pendant le processus d'épandage, même si des erreurs d'analyse ne sont pas exclues. Certains capteurs NIRS

### Pour pallier le risque d'écart, les méthodes d'analyse par NIRS et en laboratoire exigent un lisier préalablement homogénéisé et brassé.

bénéficient d'une homologation DLG, ce qui donne quand même l'assurance que les résultats de mesures évoluent dans une plage d'erreur acceptable. Cette affirmation doit cependant être tempérée car elle ne vaut que pour un type de lisier donné. Comme il existe un nombre incalculable de types de lisiers et de compositions, il est quand même indispensable d'optimiser l'étalonnage. Le LfL propose donc un contrôle des capteurs NIRS à intervalles réguliers (annuellement). Un système de garantie de la qualité serait susceptible de rassurer les agriculteurs.

### Conflits d'intérêt et aspects concurrentiels

Par rapport à certains procédés analytiques (en laboratoire), les capteurs NIRS ont l'avantage de produire des résultats rapidement exploitables. De ce fait, la spectroscopie NIR est, ou serait en concurrence directe avec les laboratoires, dont les délais d'attente se comptent en semaines. «Serait» à cause des imprécisions ou écarts de mesures mentionnés ci-dessus. Toutefois,



**TOPCON AGRICULTURE  
LMS 20-NIR SENSOR  
MIT KALIBRATIONSMODELL V14.3.1**

- ✓ **Inhaltsstoffe in Rindergülle:**  
TM, N<sub>Gesamt</sub>, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O
- ✓ **Inhaltsstoffe in Schweinegülle:**  
TM, N<sub>Gesamt</sub>, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- ✓ **Inhaltsstoffe in Mischgülle aus Rinder- und Schweinegülle:**  
TM, N<sub>Gesamt</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O
- ✓ **Inhaltsstoffe in flüssigem Gärrest:**  
TM, N<sub>Gesamt</sub>, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

DLG-Prüfbericht 7141

L'homologation DLG est susceptible de rassurer les utilisateurs quant à la précision de l'acquisition des constituants du lisier. Photo: DLG



**Les capteurs ne doivent pas constituer une solution isolée, mais doivent être interconnectés au sein du système d'information de gestion agricole.** Photo: Ruedi Hunger

## «Excitation vibrationnelle» des molécules

Le spectre du proche infrarouge (NIR) couvre le domaine du rayonnement thermique sur une plage de longueurs d'ondes qui s'étend de 800 nm jusqu'à 2500 nm (nm = nanomètre, soit 1 milliardième de mètre). La spectroscopie NIR est basée sur la loi de Beer-Lambert, qui relie l'atténuation d'un faisceau de lumière aux propriétés du milieu qu'il traverse et à l'épaisseur traversée. La lumière incidente, qu'elle provienne par exemple du lisier ou de ses constituants, peut être absorbée, réfléchie ou transmise. Sachant que les constituants sont excités par des longueurs d'ondes spécifiques, ce qui se traduit par l'absorption d'énergie de la lumière, il est possible de connaître la concentration des constituants en déterminant les longueurs d'ondes réfléchies ou transmises.

Source: Arbeitsgruppe Biogas Forum Bayern

les échantillons étudiés en laboratoire n'échappent pas aux incertitudes, moins à cause du procédé d'analyse qu'en raison de la faible précision avec laquelle les échantillons sont prélevés.

### Vœu pieux ou réalité?

Il serait prématuré d'affirmer que les capteurs NIRS répondront à toutes les attentes. La compatibilité entre les systèmes laisse à désirer (tracteur avec sa propre citerne à lisier, tracteur avec citerne appartenant à un tiers). Une adaptation par les constructeurs est par conséquent indispensable. La réalisation d'une documentation rigoureuse est impérative, sous

peine de disqualification! Ce n'est qu'à ce prix qu'on parviendra à utiliser tout le potentiel du lisier et à mettre les agriculteurs et les agro-entrepreneurs en confiance. L'acheteur d'un système NIRS pour l'analyse du lisier doit aujourd'hui débourser au bas mot 20 000 francs, voire davantage. Il est donc en droit de s'attendre à un système totalement fonctionnel, sinon cette technologie ne pourra pas s'imposer et l'on continuera à ne pas exploiter tout le potentiel du lisier.

### Conclusion

Les capteurs NIRS rendent l'épandage des engrains de ferme plus efficace et

mieux adapté aux besoins. Un système de garantie de la qualité est nécessaire pour mettre en évidence les écarts aberrants par rapport aux valeurs déterminées en laboratoire. Il y a clairement un manque de concertation entre les constructeurs. Les utilisateurs se plaignent des représentations erronées ou manquantes au sein du système FMIS. À long terme, cela signifie que de précieux potentiels soient purement et simplement gaspillés. ■

\* Variations saisonnières, espèces d'animaux, nature de l'affouragement, dilution, brassage ou non, etc.



Pour plus d'informations, contactez votre concessionnaire LEMKEN ou vos représentants LEMKEN:  
Karl Bühler, GSM: 079 8 24 32 80, Email: [k.buehler@lemken.com](mailto:k.buehler@lemken.com)  
Andreas Rutsch, GSM: 079 6 06 00 05, Email: [a.rutsch@lemken.com](mailto:a.rutsch@lemken.com)

 **LEMKEN**  
The Agrovision Company