

Technologies numériques pour la mesure d'indicateurs de santé des porcs, des vaches laitières et des veaux à l'engrais

Mars 2021



Photos: Gabriela Brändle, Agroscope

Auteures

Joanna Stachowicz
Christina Umstätter

Exemples d'outils numériques pour mesurer les indicateurs de santé des vaches laitières: le RumiWatch (à gauche) et le podomètre (à droite).

Le bien-être des animaux de rente occupe une place de plus en plus importante dans notre société. Or, l'un des aspects du bien-être animal - la santé des animaux - est d'une importance capitale, car les maladies provoquent des souffrances et entraînent des pertes de production. Pour cette raison, l'un des objectifs les plus importants de l'élevage, aujourd'hui, est de détecter à un stade précoce les changements de comportement ou physiologiques liés à une maladie chez les animaux de rente. Afin de pouvoir assurer une surveillance adéquate et automatisée de la santé des animaux, il faut disposer d'indicateurs appropriés. Le projet «Smart Animal Health» a été mis en place afin d'identifier des indicateurs pertinents pour la santé ainsi que les technolo-

gies numériques adaptées à leur mesure. Ce projet est cofinancé par l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) et l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG).

Ce rapport se concentre sur l'un des sous-objectifs du projet, à savoir la compilation des technologies disponibles dans le commerce ou en cours de développement et qui permettent la mesure des indicateurs de santé définis ci-après. Cette étude a été réalisée pour les branches de production truies, porcs à l'engrais, veaux à l'engrais et vaches laitières. En raison du développement rapide des systèmes numériques, les informations fournies peuvent être incomplètes et même bientôt dépassées.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Détection précoce des changements liés à une maladie

Le bien-être des animaux de rente a gagné en importance dans la société au cours de ces dernières années et est donc devenu une préoccupation majeure du commerce et des producteurs. Un aspect important du bien-être des animaux est leur santé. Les maladies sont souvent causées par des conditions de détention défavorables ou des problèmes de gestion de l'exploitation et s'accompagnent de pertes de production. Étant donné que la détection précoce d'une maladie peut réduire sa propagation au sein d'un troupeau, atténuer le cours de la maladie et raccourcir la convalescence, dépister les changements liés à une maladie à un stade précoce est un objectif important dans l'élevage actuel. Toutefois, cela ne peut être garanti que si des indicateurs permettant d'obtenir des conclusions sur l'état de santé des animaux ont été identifiés au préalable.

Mesure automatisée d'indicateurs de santé

Dans le cadre de la santé des animaux, les indicateurs ne sont considérés adéquats que s'ils peuvent être vérifiés régulièrement. Contrôler l'état de santé de chaque animal peut être difficile, en particulier dans les exploitations comptant un grand nombre d'animaux. D'une part, le suivi et le contrôle de chaque animal par l'agriculteur prennent beaucoup de temps. D'autre part, le diagnostic est soumis à une perception subjective et les signes avant-coureurs d'une maladie peuvent facilement passer inaperçus.

Comme alternative, il est possible de mesurer automatiquement, au moyen de technologies numériques, des indicateurs relatifs aux animaux, mais aussi à l'environnement. Ces technologies consistent généralement en un capteur pour la mesure des données et en un logiciel pour le traitement et leur évaluation. L'offre en technologies numériques disponibles varie considérablement selon la branche de production. Alors que pour la volaille, par exemple, il existe principalement des systèmes de mesure d'indicateurs environnementaux, pour les vaches laitières, l'accent est mis sur l'animal et donc sur la mesure d'indicateurs individuels.

Projet «Smart Animal Health»

Dans le cadre du projet «Smart Animal Health», cofinancé par l'OSAV et l'OFAG, les auteurs du présent rapport ont passé en revue les indicateurs les plus appropriés pour la surveillance de la santé ainsi que les technologies permettant de les mesurer automatiquement. Dans un premier temps, des indicateurs pertinents pour la santé ont été sélectionnés pour les branches de production vaches laitières, veaux à l'engrais, truies et porcs à l'engrais. Puis, les technologies disponibles sur le marché ou en cours de développement pour les indicateurs mentionnés ont été répertoriées.

Démarche utilisée pour la recherche sur Internet et la recherche de littérature

En ce qui concerne la recherche des technologies de Precision-Livestock-Farming (PLF) disponibles dans le commerce, il a été d'une part fait référence au rapport publié antérieurement «Aperçu des systèmes numériques commercialisés dans l'élevage des animaux de rente» (Stachowicz et Umstätter, 2020) et, d'autre part, les technologies correspondantes ont été recherchées en ligne.

Pour ce qui est de la recherche en ligne, les auteurs se sont

concentrées principalement sur les sites de fabricants et de distributeurs en allemand et en anglais. Afin de trouver les technologies en cours de développement, une recherche de littérature a été effectuée à l'aide de bases de données de recherche courantes telles que NEBIS, PubMed, Scopus, Science Direct, mais aussi Google Scholar. Les critères de recherche se composaient des noms des branches de production (vaches laitières, veaux à l'engrais ou porcs) et de l'indicateur (ou d'un indicateur similaire) ainsi que des différents termes relatifs aux technologies numériques (par exemple, capteurs intelligents, smart farming ou systèmes de surveillance automatique des animaux). La recherche a été limitée aux publications en anglais, évaluées par des pairs.

Objectif: au moins une technologie par indicateur

Nous tenons à préciser que l'objectif n'était pas d'établir une liste complète de toutes les technologies et de toutes les études existant pour un indicateur. Il s'agissait plutôt de mentionner à titre d'exemple au moins une technologie ou une étude par indicateur. La démarche a été la suivante: si un système disponible dans le commerce a été trouvé pour l'indicateur et la branche de production sélectionnés, seul ce système et au maximum trois entreprises/fournisseurs étaient répertoriés. Si un tel système n'a pas été trouvé pour la branche de production sélectionnée, on a alors vérifié si un système de mesure de l'indicateur souhaité était disponible dans le commerce pour une autre branche de production. Si tel n'était pas non plus le cas, on a recherché des études scientifiques portant sur une technologie en phase de développement permettant de mesurer l'indicateur sélectionné ou un indicateur similaire pour la branche de production en question ou pour une autre branche.

Vaches laitières: les technologies les plus développées

C'est dans la branche de production vaches laitières que le développement des technologies de mesure est le plus avancé. Pour tous les indicateurs de santé, sauf un (état de propreté des animaux), des systèmes numériques de mesure ont été développés et, pour la plupart de ces indicateurs, des technologies sont déjà disponibles sur le marché. Les auteurs ont cité des systèmes en phase de développement pour quelques indicateurs seulement (tabl. 1.1 et 1.2).

Porcs: de nombreuses solutions techniques

Pour les truies et les porcs à l'engrais également, de nombreuses solutions techniques ont été développées, dont la plupart sont déjà disponibles sur le marché - même si c'est dans la branche de production vaches laitières que les systèmes prêts à être commercialisés sont les plus nombreux. Dans les tableaux 2.1 et 2.2 figurent les systèmes disponibles pour les deux branches de production truies et porcs à l'engrais.

Nécessité de développer des technologies pour les veaux à l'engrais

En revanche, le besoin en technologies pour la mesure d'indicateurs de santé des veaux à l'engrais est élevé. Seule la moitié environ de ces indicateurs peuvent être mesurés par des systèmes numériques spécifiquement adaptés (tabl. 3.1 et 3.2). Beaucoup des technologies mentionnées, qui pour-

Tableau 1.1: Compilation des technologies numériques disponibles pour la mesure d'indicateurs de santé des vaches laitières.

Problème	Indicateurs de santé sélectionnés	Technologies disponibles dans le commerce		Technologies en développement				
		Branche de production considérée		Branche de production considérée		Branche de production considérée		
		Indicateur sélectionné	Indicateur similaire	Indicateur sélectionné	Indicateur similaire	Indicateur sélectionné	Indicateur similaire	
Mammite	Conductivité	Astronaut 4 (Lely, Härkingen, CH)						
		Perfection 3000 (BoulMatic, Madison, USA)						
	Débit de lait par pis	Saber Milk (LIC Automation, Romsey, UK)						
		Astronaut 4 (Lely, Härkingen, CH)						
		DairyRobot R9500 (GEA, Düsseldorf, D)						
		VMS V300 (Delaval, Sursee, CH)						
	Contrôle de la performance laitière	Nombre de cellules	MQC-C (Lely, Härkingen, CH)					
			Dairy Milk M6850 (GEA, Düsseldorf, D)					
		MG	Astronaut 4 (Lely, Härkingen, CH)					
		Protéines	Afilab (Afilab, Kibbutz Afikim, ISR)					
			Cryta Lab Milk Analyser (Fullwood Packo, Ellesmere, UK)					
			Astronaut 4 (Lely, Härkingen, CH)					
		Afilab (Afilab, Kibbutz Afikim, ISR)						
		Cryta Lab Milk Analyser (Fullwood Packo, Ellesmere, UK)						
		Astronaut 4 (Lely, Härkingen, CH)						
		Herd Navigator (Delaval, Sursee, CH)						
		FirstLook Mastitis system (EIO Diagnostic, Duncan, CA)						
		Agricam CaDDI Mastitis (Agricam, Linköping, SE)						
Boiterie	Augmentation de l'activité physique Activité physique irrégulière Proportion position couchée/debout Pas par heure	Track A Cow (ENG Systems, Swanmore, UK)						
	Durée de la position couchée Indice de motricité	CowAlert (ICEROBOTICS, Edinburgh, UK)						
	Analyse de la motricité	Afiact II (Afilab, Kibbutz Afikim, ISR)						
	Répartition du poids	Caméra 3D (Van Herten et al., 2014)						
Trouble du métabolisme	Acétone, Acétoacétate	Tapis à capteur de pression (Van De Gucht et al., 2017)						
	BHB							
Trouble de la reproduction	(Progesterone)							
Acidose subclinique du rumen	pH du rumen							
	Température du rumen							
	Activité du rumen	smaXtec pH Plus Bolus (smaXtec, Graz, AUT)						

BHB: Beta-Hydroxybutyrate

Tableau 1.2: Compilation des technologies numériques disponibles pour la mesure d'indicateurs de santé des vaches laitières.

Problème	Indicateurs de santé sélectionnés	Technologies disponibles dans le commerce		Technologies en développement			
		Branche de production considérée		Branche de production considérée		Branche de production considérée	
		Indicateur sélectionné	Indicateur similaire	Indicateur sélectionné	Indicateur similaire	Indicateur similaire	
Santé de base	Température corporelle		CowManager (CowManager, Harmelen, NL)				
			Ceres Tag (Ceres Tag, Brisbane, AU)				
			COWLAR (COWLAR, Memphis, USA)				
	Température du rumen		smaXtec pH Plus Bolus (smaXtec, Graz, AT)				
			MOOW Pansen Bolus (MOOW, Székesfehérvár, HU)				
	Fréquence respiratoire		eBolus (eCow, Exeter, UK)				
			-	Détection des mouvements par vidéo en utilisant des techniques de vision par ordinateur (Jorquera-Chavez et al., 2019)			
	Evaluation de l'état corporel	Poids	Taxatron 5000 animal weigher (GEA, Düsseldorf, D)				
		Evaluation du corps	Body Condition Scoring (DeLaval, Sursee, CH)				
	Urée MG	dans le lait		Protrack® BCS (LIC Automation, Romsey, UK)			
			Herd Navigator (DeLaval, Sursee, CH)				
			Astronaut 4 (Lely, Härkingen, CH)				
Protéines	dans le lait		Afiliab (Afimilk, Kibbutz Afikim, ISR)				
			Crysta Lab Milk Analyser (Fullwood Packo, Ellesmere, UK)				
Rumination			Astronaut 4 (Lely, Härkingen, CH)				
			Afiliab (Afimilk, Kibbutz Afikim, ISR)				
			Crysta Lab Milk Analyser (Fullwood Packo, Ellesmere, UK)				
			CowManager (CowManager, Harmelen, NL)				
Abreuvement			Silent Herdman (Afimilk, Kibbutz Afikim, ISR)				
			MoolMonitor+ (DAIRYMASTER, Causeway, IRL)				
			eBolus (eCow, Exeter, UK)				
Comportement	Activité		HeatSeeker II (GEA, Düsseldorf, D)				
			CowControl (Nedap, Groenlo, NL)				
			Track A Cow (ENGS Systems, Swanmore, UK)				
Utilisation de la brosse			-	-	Utilisation de la brosse au moyen de la RFID Vache (Toaff-Rosenstein et al., 2017)		
			-	-	Comportement d'agression détecté par caméra en utilisant des algorithmes de vision par ordinateur Porc (Oczak et al., 2014)		
Autres	Blessures		-	-	-	Lésions de la queue et des oreilles détectées par caméra Porc (Blömke et al., 2020)	
			-	-	-	-	
			-	-	-	Expression faciale détectée par caméra Mouton (McLennan and Mahmood, 2019)	

RFID: Radio-frequency identification

Tableau 2.1: Compilation des technologies numériques disponibles pour la mesure d'indicateurs de santé des porcs.

Données	Indicateurs de santé sélectionnés	Technologies disponibles dans le commerce		Technologies en développement		
		Branche de production considérée	Autre branche de production	Branche de production considérée	Indicateur similaire	
Données de performances	Évaluation à l'abattage	-	-	-	Maladies du cœur et du foie (McKenna et al., 2020)	
	Retour en oestrus	SowSense (Nedap, Groenlo, NL) Pig Scale (Smart Agritech Solution, Falköping, SE) eYeGrow (Fancom, Panningen, NL) Growth Sensor (GroStat, Newport, UK) SoundTalks (SoundTalks, KU Leuven, B)	ChickenBoy (Eromatics, Vianova i la Gellru, E) Consistance des fèces Poulets à l'engrais	-	-	
Santé animale	Ascariides foie Pneumonie Adhénances cellulaire Abcès	-	-	-	-	
	Intérêt pour le verrat	-	-	-	-	
	Gain de poids quotidien moyen	-	-	-	-	
	Toux	-	-	-	-	
	Diarrhées	-	-	-	-	
	Boiteries	-	-	-	-	
	Bursites (Hygroma)	-	-	-	-	
	Ulcère à l'épaule	-	-	-	-	
	Hernies ombilicales	-	-	-	-	
	Morsures de queue	-	-	-	-	
	Utilisation d'antibiotiques	-	-	-	-	
	Body Condition Score (pendant la mesure)	Duo-Scan: Go Plus (IMV Imaging, Bells Hill, UK)	-	-	-	-
	Consommation d'aliments Valorisation des aliments	ProSense (Nedap, Groenlo, NL) EasySlider (Big Dutchman, Vechta, D) ESF (Fancom, Panningen, NL)	-	-	-	-
Comportement alimentaire (truies)	-	-	-	-	-	
Consommation d'aliments	-	-	-	-	-	
Consommation d'eau	Water monitoring system (Fancom, Panningen, NL) Pig Scale (Smart Agritech Solution, Falköping, SE) Pig Scale (Smart Agritech Solution, Falköping, SE)	-	-	-	-	
Température corporelle	-	-	-	-	-	
					Port de la queue (détection à partir des images) (D'Eath et al., 2018) Lésions de la queue prises de vue (Brünger et al., 2019) Lésions de la queue et des oreilles (détection à partir des images) (Blömke et al., 2020)	

Tableau 2.2: Compilation des technologies numériques disponibles pour la mesure d'indicateurs de santé des porcs.

Données	Indicateurs de santé sélectionnés	Technologies disponibles dans le commerce		Technologies en développement	
		Branche de production considérée	Autre branche de production	Branche de production considérée	Indicateur similaire
Climat	Température	Temperatur Sensor (Munters, Rümlang, CH)			
	Humidité relative de l'air	RHS+ (Munters, Rümlang, CH)			
	Ammonium	Ammonia Sensor (Munters, Rümlang, CH) LoRaWAN gas sensors (Ursalink, Xiamen, CHN)			
	CO	LoRaWAN gas sensors (Ursalink, Xiamen, CHN)			
	CO ₂	CO ₂ Sensor (Munters, Rümlang, CH)			
Comportement animal et autres	Stéréotypies (truies, porcelets à l'engrais: mastication à vide, morfillement des barreaux, porcelets allaités et gorets: Belly Nosing)	-	-	-	-
	Propreté des animaux	-	-	-	-
	Traces d'agression	-	-	Lésions de la queue et des oreilles (détection à partir des images) (Blömke et al., 2020)	Comportement de dominance (détection à partir des images) (Nasirahmadi et al., 2016) Comportement d'agression basé sur l'activité (Oczak et al., 2013)
	Syndrome MMA / PPDs	-	-	-	-

MMA: Mammite Métrite Agalactie | PPDs: syndrome de dysgalactie postpartum

Tableau 3.1: Compilation des technologies numériques disponibles pour la collecte d'indicateurs de santé des veaux à l'engrais.

Indicateurs de santé sélectionnés	Technologies disponibles dans le commerce		Technologies en développement	
	Branche de production considérée	Autre branche de production	Branche de production considérée	Autre branche de production
Poids	Calif scale (Förster Technik, Engen, D)			
	Holm & Laue HL100 (Calif-Star, New Franken, USA)			
	Calim Vario+ (Lely, Härkingen, CH)			
Comportement d'abreuvement	Urbaun Alma Pro (Urban, Wüsting, D)			
	Calim Vario+ (Lely, Härkingen, CH)			
Quantité	Calim Feeder CF150X (DeLaval, Sursee, CH)			
	Smart Calif System (Förster Technik, Engen, D)			
Coups sur la mamelle				
Rumination		CowManager (CowManager, Harmelen, NL) Vache		
		Silent Herdman (Afimilk, Kibbutz Afikim, ISR) Vache		
Comportement alimentaire		MooMonitor+ (DAIRYMASTER, Causeway, IRL) Vache		

Tableau 3.2: Compilation des technologies numériques disponibles pour la collecte d'indicateurs de santé des veaux à l'engrais.

Indicateurs de santé sélectionnés	Technologies disponibles dans le commerce		Technologies en développement			
	Branche de production considérée		Branche de production		Autre branche de production	
	Indicateur sélectionné	Indicateur similaire	Indicateur sélectionné	Indicateur similaire	Indicateur sélectionné	Indicateur similaire
Quantité d'eau consommée	Smart Calf System (Förster Technik, Engen, D)					
Activité	Smart Neckband (Förster Technik, Engen, D)					
Port des oreilles	-					
Port de la tête	-			Position du dos détectée par caméra (Viazzi et al., 2013)		Port de la queue détectée par caméra Porc à l'engrais (D'Eath et al., 2018)
Toux	-	SoundTalks (SoundTalks, KU Leuven, B) Porc				
Température corporelle	FeverTags (FeverTags, Amarillo, USA)					
Écoulement nasal	-					
pH caillotte	-					
Consistance des fèces	-	ChickenBoy (Faromatics, Vilanova i la Geltrú, E) Poulet à l'engrais				
Douleurs	Grincements des dents	-			Activité masticatoire acoustique (Tani et al., 2013)	
		-				Expression faciale détectés par caméra Mouton (McLennan and Mahmood, 2019)
Blessures	Expression faciale	-				
		-				

raient convenir à la surveillance des veaux à l'engrais proviennent de la branche de production vaches laitières et n'ont pas encore été développées ou adaptées aux veaux.

Conclusion et perspectives

Pour la mesure d'un grand nombre d'indicateurs de santé cités dans les différentes branches de production, il existe déjà des technologies numériques disponibles dans le commerce ou en cours de développement. C'est dans la branche de production vaches laitières que le développement est le plus avancé. Par ailleurs, les technologies utilisées dans d'autres branches de production pourraient également être adaptées pour répondre aux besoins de surveillance automatisée de la santé d'autres animaux de rente.

A noter que les technologies mentionnées dans cette compilation n'ont pas été testées par Agroscope et qu'aucune déclaration ne peut donc être faite sur leur fonctionnalité ou leur précision. À l'avenir, des travaux de recherche supplémentaires sont nécessaires pour que les systèmes puissent être connectés via des interfaces appropriées et fonctionner de manière autonome. En outre, ces systèmes continueront à être perfectionnés afin qu'ils puissent identifier de manière fiable et conviviale les changements liés à l'état de santé des animaux des différentes branches de production.

Financement

Le projet a été cofinancé par l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) et l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) dans le cadre du projet «Smart Animal Health - Health Indicators for Farm Animals», numéro de projet: 1.18.14TG.

Bibliographie

- Blömke L., Volkmann N., Kemper N., 2020. Evaluation of an automated assessment system for ear and tail lesions as animal welfare indicators in pigs at slaughter. *Meat Science* 159, 107934. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107934>.
- Brüngrer J., Dippel S., Koch R., Veit C., 2019. 'Tailception': using neural networks for assessing tail lesions on pictures of pig carcasses. *Animal* 13, 1030–1036. <https://doi.org/10.1017/s1751731118003038>.
- D'Eath R.B., Jack M., Futro A., Talbot D., Zhu Q., Barclay D., Baxter E.M., 2018. Automatic early warning of tail biting in pigs: 3D cameras can detect lowered tail posture before an outbreak. *PLoS One* 13, e0194524. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194524>.
- Jorquera-Chavez M., Fuentes S., Dunshea F.R., Warner R.D., Poblete T., Jongman E.C., 2019. Modelling and Validation of Computer Vision Techniques to Assess Heart Rate, Eye Temperature, Ear-Base Temperature and Respiration Rate in Cattle. *Animals* 9, 1089. <https://doi.org/10.3390/ani9121089>.
- McKenna S., Amaral T., Kyriazakis I., 2020. Automated Classification for Visual-Only Postmortem Inspection of Porcine Pathology. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* 17, 1005–1016. <https://doi.org/10.1109/TASE.2019.2960106>.
- McLennan K. & Mahmoud M., 2019. Development of an Automated Pain Facial Expression Detection System for Sheep (*Ovis Aries*). *Animals* 9, 196. <https://doi.org/10.3390/ani9040196>.
- Mottram T.T., Dobbelaar P., Schukken Y.H., Hobbs P.J., Bartlett P.N., 1999. An experiment to determine the feasibility of automatically detecting hyperketonaemia in dairy cows. *Livestock Production Science* 61, 7–11. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00045-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00045-7).
- Nasirahmadi A., Hensel O., Edwards S.A., Sturm B., 2016. Automatic detection of mounting behaviours among pigs using image analysis. *Computer and Electronics in Agriculture* 124, 295–302. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.022>.
- Oczak M., Viazzi S., Ismayilova G., Sonoda L.T., Roulston N., Fels M., Bahr C., Hartung J., Guarino M., Berckmans D., Vranken E., 2014. Classification of aggressive behaviour in pigs by activity index and multilayer feed forward neural network. *Biosystems and Engineering* 119, 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.01.005>.
- Pluym L.M., Maes, D., Vangeyte J., Mertens K., Baert J., Van Weyenberg S., Millet S., Van Nuffel A., 2013. Development of a system for automatic measurements of force and visual stance variables for objective lameness detection in sows: SowSIS. *Biosystems and Engineering* 116, 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2013.06.009>.
- Stachowicz J. & Umstätter C., 2020. Übersicht über kommerziell verfügbare digitale Systeme in der Nutztierhaltung. *Agroscope, Ettenhausen. Agroscope Transfer Nr. 294*. <https://doi.org/10.34776/at294g>.
- Stavrakakis S., Li, W., Guy J.H., Morgan G., Ushaw G., Johnson G.R., Edwards S.A., 2015. Validity of the Microsoft Kinect sensor for assessment of normal walking patterns in pigs. *Computers and Electronics in Agriculture* 117, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.07.003>.
- Tani Y., Yokota Y., Yayota M., Ohtani S., 2013. Automatic recognition and classification of cattle chewing activity by an acoustic monitoring method with a single-axis acceleration sensor. *Computers and Electronics in Agriculture* 92, 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.01.001>.
- Toaff-Rosenstein R.L., Velez M., Tucker C.B., 2017. Technical note: Use of an automated grooming brush by heifers and potential for radiofrequency identification-based measurements of this behavior. *Journal of Dairy Science* 100, 8430–8437. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12984>.
- Van De Gucht T., Saeys W., Van Weyenberg S., Lauwers L., Mertens K., Vandaele L., Vangeyte J., Van Nuffel A., 2017. Automatic cow lameness detection with a pressure mat: Effects of mat length and sensor resolution. *Computers and Electronics in Agriculture* 134, 172–180. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.01.011>.
- Van Hertem T., Viazzi S., Steensels M., Maltz E., Antler A., Alchanatis V., Schlageter-Tello A.A., Lokhorst K., Romanini C.E.B., Bahr C., Berckmans D., Halachmi I., 2014. Biosystems and Engineering. 119, 108–116. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.01.009>.
- Viazzi S., Bahr C., Schlageter-Tello A., Van Hertem T., Romanini C.E.B., Pluk A., Halachmi I., Lokhorst C., Berckmans D., 2013. Analysis of individual classification of lameness using automatic measurement of back posture in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 96, 257–266. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5806>.

Impressum

Éditeur	Agroscope, Tänikon 1 8356 Ettenhausen www.agroscope.ch
Renseignements	Joanna Stachowicz joanna.stachowicz@agroscope.admin.ch
Traduction	Service linguistique Agroscope
Mise en page et impression	Brüggli Medien, Romanshorn
Téléchargement	www.agroscope.ch/transfer/fr
Copyright	© Agroscope 2021
ISSN	2296-7222 (print), 2296-7230 (online)
DOI	https://doi.org/10.34776/at381f