

Capteur de mastication pour vaches laitières

Saisie automatique de l'activité de mastication et d'alimentation pour le contrôle sanitaire

Octobre 2011



Auteurs

Franz Nydegger, Markus Keller,
ART, Lorenz Gyax, Zentrum für
tiergerechte Haltung von Wieder-
käuern und Schweinen, ART

Wendelin Egli, MSR Electronics
GmbH, CH-8444 Henggart

franz.nydegger@art.admin.ch

Impressum

Edition:
Station de recherche Agroscope
Reckenholz-Tänikon ART,
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen,
Traduction: ART

Les Rapports ART paraissent
environ 20 fois par an.
Abonnement annuel: Fr. 60.-.
Commandes d'abonnements
et de numéros particuliers: ART,
Bibliothèque, 8356 Ettenhausen
T +41 (0)52 368 31 31
F +41 (0)52 365 11 90
doku@art.admin.ch
Downloads: www.agroscope.ch

ISSN 1661-7576

Le nouveau capteur de mastication sert à enregistrer l'activité de mastication et de l'alimentation des ruminants. Cet appareil permet de saisir et d'évaluer les activités de mastication et d'alimentation dans le cadre d'essais scientifiques. Il permet aussi d'étudier ces différentes activités de façon très détaillée chez les vaches dans les conditions pratiques et d'en tirer des conclusions sur les risques potentiels de troubles du métabolisme.

La station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART et l'entreprise MSR Electronics GmbH ont développé le capteur de rumination et les logiciels nécessaires à l'évaluation en collaboration avec la Haute école zurichoise de sciences appliquées (ZHAW) à Winterthour. L'emploi et le test détaillé des appareils ont montré qu'ils

étaient très fiables tant du point de vue de leur fonctionnement que du point de vue des résultats obtenus. Ces derniers permettent de tirer des conclusions quant à l'affouragement et au déficit de la ration en composants structurels. Les conseillers en affouragement et les vétérinaires disposent ainsi d'un nouvel outil leur permettant une identification précoce des troubles du métabolisme. L'utilisation accrue de cette technique permettra d'obtenir des informations actualisées, plus précises sur la question de la ration «respectueuse des besoins des ruminants» et sur les «seuils d'alarme» correspondants. La méthode d'enregistrement s'est avérée solide, fiable et facile à utiliser. Différents travaux d'optimisation sont en cours pour permettre la vulgarisation du produit.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de
l'économie DFE
Station de recherche
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Problématique

Dans les troupeaux de vaches laitières, l'augmentation du rendement entraîne une utilisation accrue des aliments concentrés. Par ailleurs, pour obtenir un ensilage de bonne qualité, il est indispensable d'avoir une densité élevée. Le broyage du fourrage contribue à une densification élevée.

Mais ce procédé peut entraîner une baisse des composants structuraux de la ration et par conséquent, une réduction de l'activité de mastication et de rumination. Une part élevée d'hydrates de carbone fermentescibles peut conduire à des troubles du métabolisme comme l'acidose de la panse aiguë ou subaiguë en cas de réduction des temps de mastication et de rumination.

L'activité de mastication, de rumination et d'alimentation est un paramètre important de la digestion et du métabolisme dont la valeur est hautement significative. C'est pourquoi l'enregistrement automatique de l'activité de mastication et de rumination peut être intéressant. Il peut déceler très tôt des erreurs d'alimentation chez les ruminants et faciliter l'adaptation de la ration. Les appareils disponibles sur le marché ne conviennent pas pour l'utilisation dans des stabulations libres avec cornadis autobloquants ou ne permettent pas de saisir les mouvements individuels de mastication.

C'est la raison pour laquelle ART s'est fixé pour objectif de développer un nouvel appareil convivial et respectueux des animaux. En collaboration avec l'entreprise MSR Electronics, Henggart, la Haute école zurichoise de sciences appliquées (ZHAW) et la station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, ses efforts ont abouti à un nouveau capteur de mastication breveté.

Description et fonctionnement

Le nouveau capteur de mastication permet de mesurer l'activité de mastication sur l'animal sans gêner son comportement naturel (fig. 1). Le dispositif de mesure est intégré dans un licol. Il se compose d'une sonde placée dans une bride nasale (SBN) et d'une unité de saisie des données (enregistreur). La SBN consiste en un tuyau en silicone rempli d'huile végétale et un capteur de pression intégré. Elle est placée dans une enveloppe protectrice au-dessus du nez de la vache. La cambrure de la bride nasale du licol varie en fonction des mouvements de la mâchoire de la vache, ce qui entraîne une modification de la pression dans le tuyau en silicone. Le capteur de pression est relié à l'enregistreur par un câble. L'enregistreur se trouve dans la poche protectrice sur le côté gauche du licol. Il enregistre la pression dans la SBN à une fréquence de 10 Hertz. L'en-



Fig. 1: Le set de mesure se compose d'un capteur de pression et d'un enregistreur de données (MSR145) placés dans une doublure et une poche sur la bride nasale du licol.

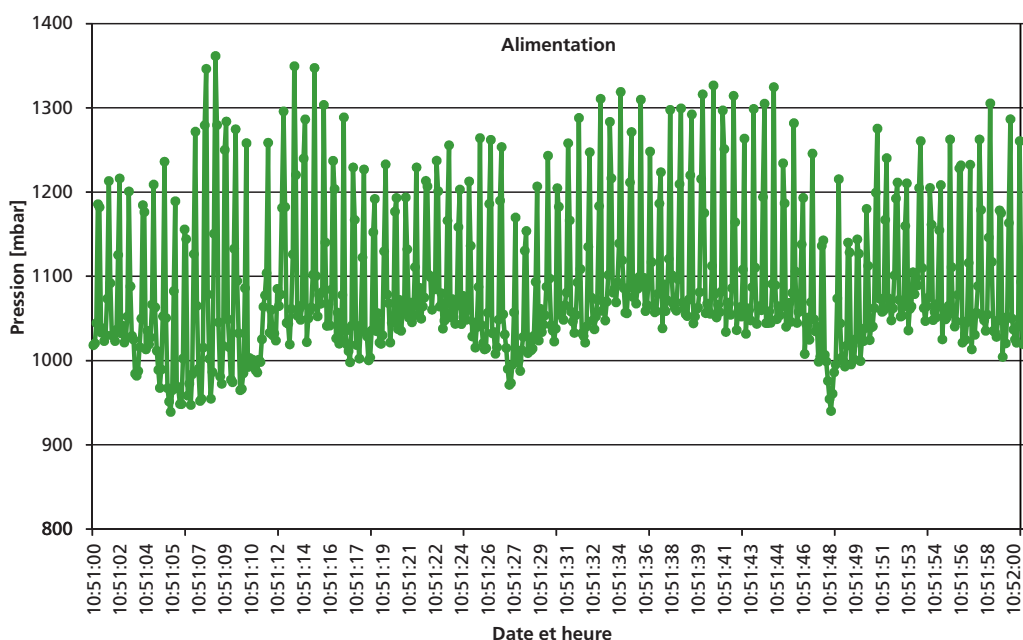


Fig. 2: La courbe de pression en phase d'alimentation indique chaque mouvement de mastication de la mâchoire. L'appareil enregistre 10 points de mesures par seconde.

Tableau 1: Résultats d'une évaluation quotidienne

Vache n°	45	13.5.2009
Durée de rumination	min	299,9
Durée de rumination	h	5,00
Boli	Nombre	433
Mouvements de mastication	Nombre	22867
Mouvements de mastication /bolus	Nombre	53
Durée d'alimentation	min	311,8
Durée d'alimentation	h	5,20
Mouvements de mastication Alimentation	Nombre	24435

registreur utilisé peut sauvegarder environ 2 millions de mesures, ce qui suffit pour une durée d'enregistrement d'environ 40 heures. La saisie et l'évaluation des données ont lieu en plusieurs phases. Le début et la fin de l'enregistrement sont programmés par l'utilisateur avec le logiciel de liaison dans l'enregistreur. La transmission des données au PC se fait par liaison USB à l'aide d'un logiciel spécial. L'utilisateur ou l'utilisatrice s'en sert pour créer des fichiers de référence des activités de rumination et d'alimentation pour le logiciel d'évaluation. Les activités d'alimentation et de rumination de la vache sont divisées en quatre groupes sur la base des données de pression mesurées: «Rumination», «Alimentation dans l'étable», «Pâturer» et «Autres activités».

Mesure de l'activité de mastication

Les mouvements de mastication de la vache se traduisent par des courbes de pression différentes en fonction des activités. Ces courbes sont faciles à distinguer à l'écran à l'aide du programme graphique MSR-Viewer.

La figure 2 indique la courbe de pression en phase d'alimentation et la figure 3 en phase de rumination. Le logiciel d'évaluation saisit les mouvements de mastication et les classe par activités «Rumination» (R), «Alimentation» et

Tableau 2: Comparaison du classement des activités par évaluation optique et automatique dans l'échantillon (environ 5 minutes).

	Activité	Saisie automatique		
		Alimenta- tion	Rumina- tion	Autre activité
Saisie optique	Alimentation	18	0	0
	Rumination	0	16	0
	Autre activité	0	0	26
	Correct %	100	100	100

«Autres activités», puis calcule la durée de rumination (durée R), le nombre de boli, le nombre moyen de mouvements de mastication par bolus et le nombre de mouvements de mastication pendant l'alimentation. Le logiciel restitue les résultats d'une phase de mesure dans un fichier texte (tab. 1) et sous forme graphique (fig. 4).

Validation de l'évaluation

Afin de contrôler l'évaluation des activités à l'aide du logiciel, des mesures ont été effectuées avec quatre rations et deux groupes d'animaux de 12 à 15 vaches laitières. Dans un premier temps, nous avons vérifié si un fichier de référence pouvait être utilisé à plusieurs reprises. Les résultats ont montré qu'un seul fichier de référence type suffisait pour les «autres activités» de toutes les vaches. Il n'est toutefois pas possible d'évaluer tous les individus différents à l'aide d'un seul jeu de données de référence. A chaque mesure, il faut donc créer des fichiers de référence pour identifier l'alimentation et la rumination de chaque individu.

Dans un deuxième temps, une comparaison a été faite entre évaluation optique et évaluation automatique.

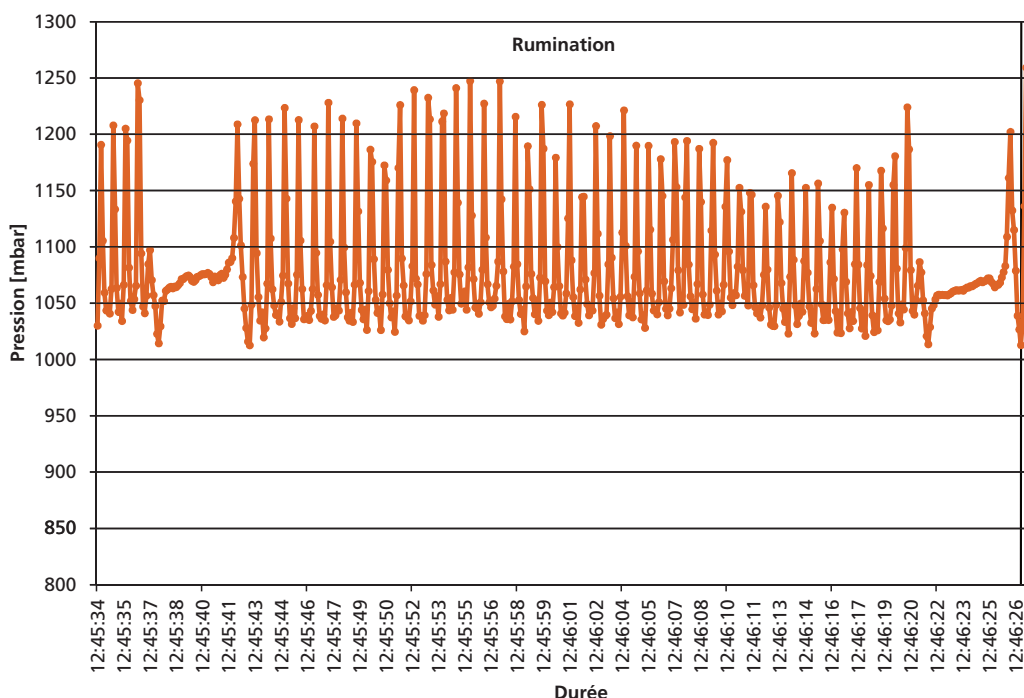


Fig. 3 En phase de rumination, les pauses entre les boli sont faciles à identifier. Pour ce bolus, la vache a exécuté 50 mouvements de mastication.

Sur 145 fichiers de mesure, 60 échantillons de cinq minutes chacun ont été prélevés au hasard. Les échantillons ont ensuite été soumis à une évaluation optique à l'aide du MSR-Viewer et à une évaluation automatique.

Les paramètres évalués sont les suivants: concordance de l'attribution des activités, mouvements de mastication par activité «Alimentation dans l'étable» (mouvements de mastication dans l'échantillon) et «Rumination» (nombre de mouvements de mastication par bolus dans l'échantillon). L'attribution des activités à l'aide de l'évaluation automatique était correcte dans tous les cas (tab. 2).

Le deuxième critère était la différence entre les mouvements de mastication (MM) comptés optiquement et ceux comptés automatiquement. La différence est indiquée en pourcentage de la valeur saisie de manière optique.

Pour l'alimentation dans l'étable, la moyenne des écarts entre le décompte optique et le décompte automatique est de 12,0 % sur une plage de +31,4 à -1,91 % avec un écart-type de 9,0 %, la surestimation étant indépendante de la valeur absolue. La figure 5 représente la concordance entre le décompte optique et le décompte automatique.

La moyenne des écarts entre le décompte optique et le décompte automatique du nombre de mouvements de mastication par bolus est de -0,24 %, dans une plage de +1,09 à -2,36 % avec une très bonne concordance des deux méthodes. La figure 6 représente la concordance entre le décompte optique et le décompte automatique.

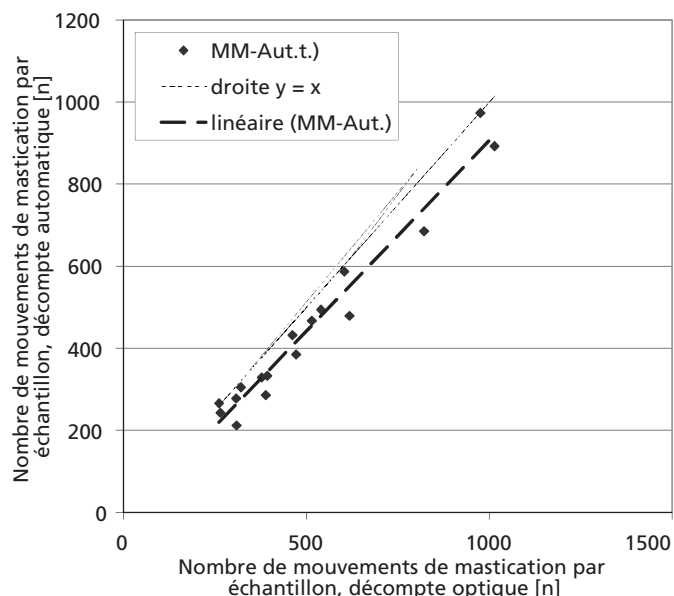


Fig. 5: Relation entre le décompte optique (axe des x) et le décompte automatique (axe des y) pour le nombre de mouvements de mastication par échantillon lors de l'alimentation (points, ligne en pointillés) par rapport à la droite $y = x$ (concordance de 100 % en points grisés).

Par conséquent, la concordance des mouvements de mastication lors de l'alimentation est moins élevée que celle des mouvements de mastication par bolus. Elle peut néanmoins être considérée comme suffisante, d'autant qu'il est encore possible d'affiner les paramètres de réglage dans le logiciel d'évaluation.

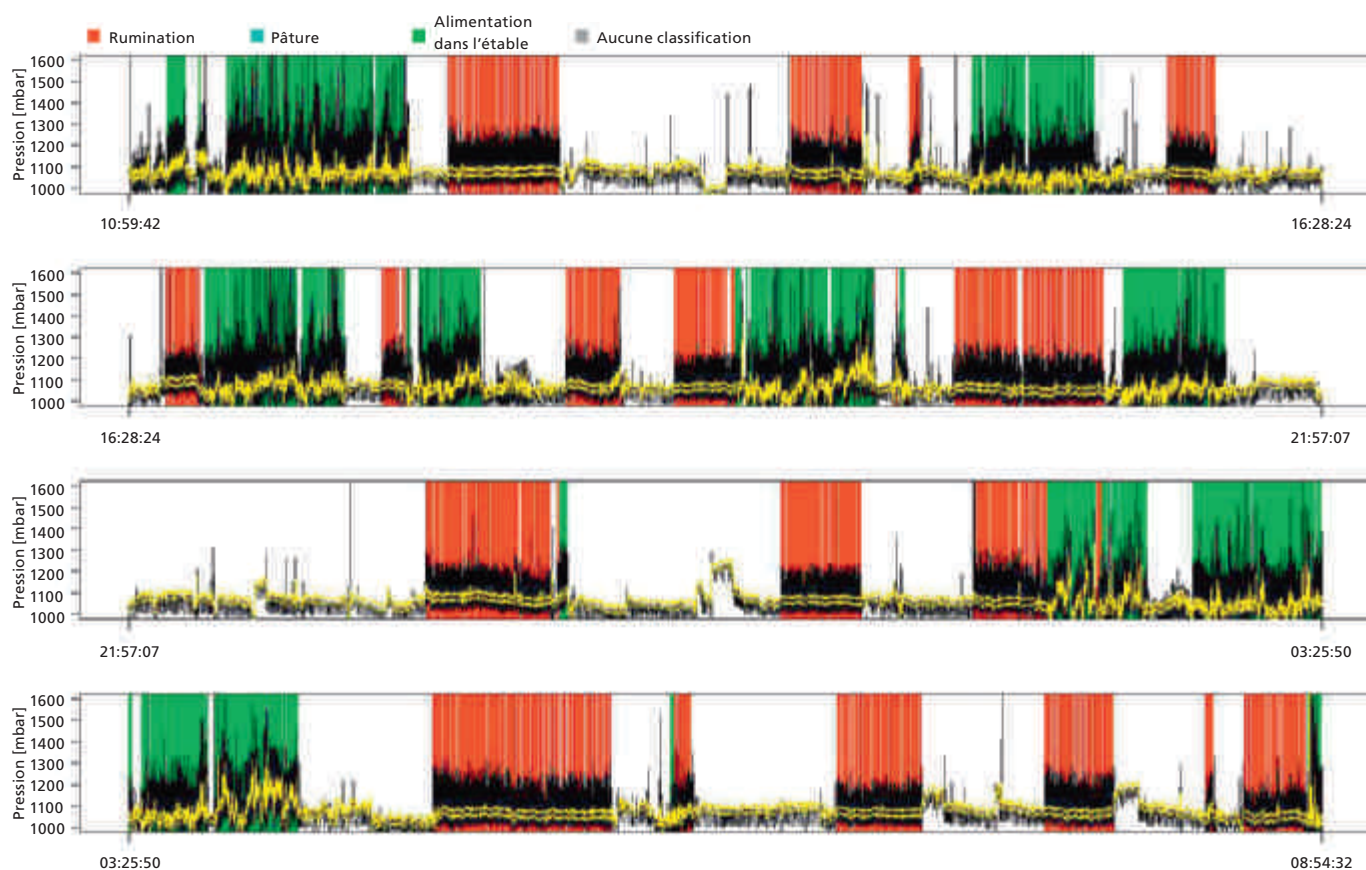


Fig. 4: Exemple d'un graphique d'évaluation d'une journée, en rouge les phases de rumination et en vert les phases d'alimentation.

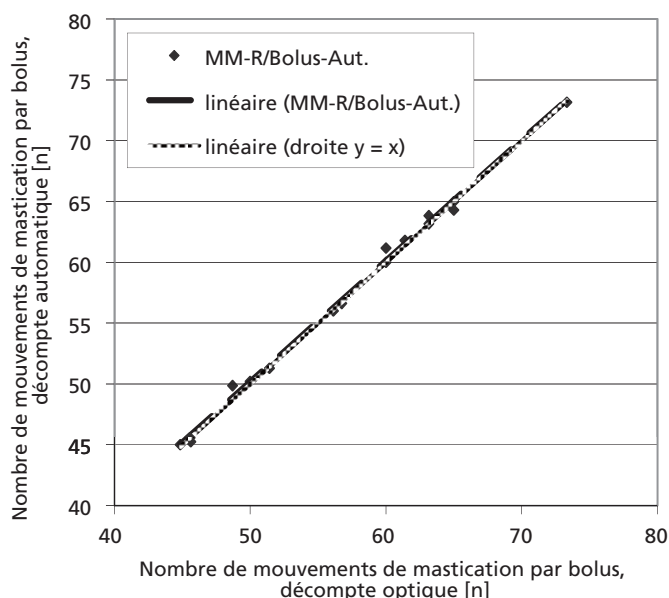


Fig. 6: Relation entre le décompte optique (axe des x) et le décompte automatique (axe des y) pour le nombre de mouvements de mastication par bolus (points, ligne en pointillés) par rapport à la droite $y = x$ (concordance de 100 % en points grisés).

Interprétation des données de mesure de la rumination et de l'alimentation

La littérature fait référence à l'importance de l'activité de rumination. Porzig et Sambras (1991) considèrent comme normal un nombre de 40 à 70 mouvements de mastication par bolus et de 20 000 à 30 000 mouvements de mastication par jour.

En cas de détention sans litière, Piatkowski et Nagel (1977) préconisent une durée de rumination de 6,5 à 8 h par jour. Le seuil inférieur devrait être de 20 000 à 22 000 mouvements de mastication en 6,5 h. Piatkowski (1983) mentionne 40 min de rumination par kilogramme de matière sèche (MS) de fourrage grossier à titre de valeur indicative.

Steingass (2005), spécialiste en alimentation bovine à l'Uni-

versité de Hohenheim, considère les valeurs mentionnées dans le tableau 3 comme le signe d'une alimentation «respectueuse des besoins des ruminants».

Schneider (2002) a étudié le comportement de rumination du troupeau de vaches tachetées de l'exploitation à gestion biologique dynamique de Rheinau. En 2000/01, la moyenne du troupeau était de 5500 kg/lactation. La ration était composée de foin séché en grange, d'ensilage d'herbe et de maïs. La consommation de cette ration de base était de 16 kg de MS par animal et par jour.

Yared Hailu (2003) a étudié la fréquence des mouvements de la mâchoire pendant la rumination. Il a constaté que la variabilité (fluctuations) de la fréquence des mouvements de la mâchoire était nettement plus élevée d'une vache à l'autre qu'entre les différentes mesures d'une même vache. Les fourchettes mentionnées pour l'alimentation «respectueuse des besoins des ruminants» sont relativement grandes.

Dès lors, on s'approchera mieux du but en évaluant individuellement l'évolution des valeurs des vaches qu'en les confrontant à des plages très larges de valeurs standard. L'enregistrement de nombreuses données sur la rumination et leur classement par rapport à des paramètres connus comme la ration de fourrage de base et les troubles de la santé devraient permettre de mieux définir des valeurs seuils à l'avenir.

Discussion

Des appareils de mesure de la rumination de type IGER ont été utilisés pour les besoins de la recherche dans différents essais en Suisse comme à l'étranger (Rutter, 1997). Ces appareils étaient souvent endommagés lorsque les vaches séjournèrent dans l'étable, gênaient les vaches à l'entrée et à la sortie du cornadis et la durée d'enregistrement était limitée à 24 heures. D'autres systèmes existent tels que le Vocal-Tag pour saisir la durée et le rythme de rumination (Ungar, 2005; Schirmann, 2009) et le système WAS décrit par Scheibe (2006) qui peut saisir différents comportements d'animaux en liberté (que l'animal soit debout, en

Tableau 3: Clés de répartition des paramètres de rumination (Porzing, Piatkowski, Steingass, Schneider)

Paramètres de rumination	Unité	Porzing	Piatkowski	Steingass	Moyenne Schneider	Ecart-type Schneider	Moyennes ART
Temps de rumination/d	min	240–540	390–480	300–500	526,2	44,4	429
Durée d'une période de rumination	min	20–50		20–30	39,7	7,5	
Fréquence des périodes de rumination/d	Nombre	4–13		10–15 (20)	13,5	1,8	
Mouvements de la mâchoire/Bouchées	Nombre	40–70		50–60	59,1	8,5	57
Temps/Bouchées	sec				49,4	6,0	
Vitesse de mastication	sec/mouvement de la mâchoire			0,8–1,0	0,84	0,06	
Temps total de mastication	min/d			600–900			689
Boli	Nombre/Période de rumination			30–40			
Mouvements de mastication	Nombre/d	20 000–30 000	25 000–28 000 ¹⁾	20 000–30 000			30 932
Mouvements de mastication dans l'alimentation	Nombre/d			20 000–25 000			17 500

¹⁾ Minimum de 20 000–22 000 en 390 min.

marche, ou en train de paître ou de ruminer) et transmettre les données sans fil jusqu'à 200 mètres (Scheibe 2006). Toutefois, ces deux systèmes ne peuvent pas fournir d'informations sur le nombre de mouvements de mastication par bolus ou pendant l'alimentation. Ils ne conviennent donc pas toujours pour l'analyse détaillée du comportement de mastication.

Conclusions

Le capteur de rumination développé par ART présente de nets avantages par rapport aux appareils existant jusqu'ici (IGER) sur le plan du confort pour l'animal et de la manipulation pour l'opérateur. Les appareils ART ont fonctionné de manière fiable et sans panne pendant toute la durée de l'essai à raison d'environ 25 mesures pendant 24 heures par appareil. La capacité de sauvegarde des enregistreurs MSR 145 suffit pour environ 40 heures et convient donc parfaitement pour les mesures sur toute une journée d'affouragement. Les enregistreurs plus récents du même fabricant (MSR) avec carte-mémoire ont une capacité nettement plus importante et permettent des enregistrements sur plusieurs jours.

La validation a montré que la concordance entre l'évaluation automatique de l'activité de mastication notamment lors de la rumination (mouvements de mastication par bolus) répondait à des exigences élevées. La concordance est un peu moins bonne pour l'évaluation des mouvements de mastication lors de l'alimentation, mais elle peut être considérée comme suffisante, d'autant qu'il est encore possible d'affiner les paramètres de réglage dans le logiciel d'évaluation.

Les appareils conviennent d'ores et déjà pour la recherche, l'usage vétérinaire et le conseil en affouragement. Avant de passer à une utilisation plus large dans la pratique, des développements supplémentaires sont nécessaires, notamment pour améliorer la maniabilité du dispositif et le transfert des données au programme de gestion du troupeau. Avec une manipulation technique simple et une évaluation automatique, il sera possible de créer une base de données nettement plus large pour chaque animal, mais aussi pour l'ensemble du troupeau, ce qui permettra à l'avenir de fixer des valeurs limites et des seuils d'alarme fiables pour contrôler la santé des animaux.

Bibliographie

- Rutter S.M., Champion R.A. and Penning P.D., 1997. An automatic system to record foraging behaviour in free-ranging ruminants. *Applied animal behaviour science*, Vol. 54, 185–195.
- Ungar E.D., Rutter S.M., 2005. Classifying cattle jaw movements: Comparing IGER Behaviour Recorder and acoustic techniques. *Applied animal behaviour science*, Vol. 98, 11–27.
- Scheibe K.S. & Gromann C., 2006. Application testing of a new three-dimensional acceleration measuring system with wireless data transfer (WAS) for behavior analysis. *Behavior Research Methods*, Vol. 38, 427–433.
- Scheidegger A., 2008. Klassifikation des Fressverhaltens von Kühen. Diplomarbeit, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaft, Winterthur.
- Porzig E. & Sambras H.H., 1991. Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere, Ort, 120–122.
- Steingass H., 2005. Rinderernährung, UNI Hohenheim, Hohenheim.
- Yared Hailu Jile, 2003. Untersuchungen zur Bedeutung der Frequenz der Kieferschläge während des Wiederkauens für die Einschätzung der Wiederkauaktivität von Milchkühen.
- Schneider C., 2002. Entwicklung und Anwendung von Methoden zur vergleichenden Beschreibung des individuellen Wiederkauverhaltens von Milchkühen, Diplomarbeit FIBL.

L'entreprise MSR Electronics propose les appareils avec logiciel d'évaluation compris.

MSR Electronics GmbH
Oberwilerstrasse 16
CH-8444 Henggart

Tel +41 52 316 35 21
Mail: sales@msr.ch

Des demandes concernant les sujets traités ainsi que d'autres questions de technique et de prévention agricoles doivent être adressées aux conseillers cantonaux en machinisme agricole indiqués ci-dessous. Les publications peuvent être obtenues directement à la ART (Tänikon, CH-8356 Ettenhausen). Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-mail: doku@art.admin.ch, Internet: www.agroscope.ch

FR	Jaton Jean-Luc, Institut agricole, 1725 Grangeneuve	Tél. 026 305 58 49
GE	AgriGenève, 15, rue des Sablières, 1217 Meyrin	Tél. 022 939 03 10
JU	Fleury-Mouttet Solange, FRI, Courtemelon, 2852 Courtételle	Tél. 032 420 74 38
NE	Huguelit Yann, CNAV, 2053 Cernier	Tél. 032 889 36 41
TI	Müller Antonio, Office de l'Agriculture, 6501 Bellinzona	Tél. 091 814 35 53
VD	Pittet Louis-Claude, Ecole d'Agriculture, Marcelin, 1110 Morges	Tél. 021 557 92 50
	Hofer Walter, Ecole d'Agriculture, Grange-Verney, 1510 Moudon	Tél. 021 995 34 57
VS	Brandalise Alain, Ecole d'Agriculture, Châteauneuf, CP 437, 1950 Sion	Tél. 027 606 77 70
AGRIDEA Boéchat Sylvain, Jordils 1, 1006 Lausanne		Tél. 021 619 44 74
SPAA Grange-Verney, 1510 Moudon		Tél. 021 995 34 28

