

Estimation de la quantité de matière sèche ingérée par les vaches laitières au pâturage en traite robotisée, utilisation de l'analyse des fèces en spectrométrie dans le proche infrarouge

LESSIRE F. (1), DUFRASNE I. (1), DECRUYENAERE V. (2)

(1) FARAH, Université de Liège, Chemin de la Ferme, 6, 4000 Liège, Belgique

(2) CRA-W, 8 rue de Liroux, 5030 Gembloux, Belgique

RESUME - Malgré l'intérêt nutritionnel et économique de l'herbe dans la ration des vaches laitières, le pâturage est de plus en plus délaissé en raison notamment de l'automatisation de la traite et de l'extension de la taille des troupeaux. Une des raisons invoquées par les éleveurs pour cet abandon est leur manque de confiance par rapport aux quantités d'herbe réellement ingérées par les animaux et la crainte que ces apports constants se traduisent par des fluctuations de production laitière tant qualitative que quantitative. Or Decruyenaere et al. (2009, 2012) ont développé une méthode d'estimation de la matière sèche volontairement ingérée (MSVI) par analyse des bouses par spectrométrie dans le proche infra-rouge. Cette méthode présente l'avantage d'être non invasive, facile à mettre en œuvre sur le terrain et peu onéreuse. Le but de cette étude était donc d'évaluer l'utilisation de cette méthode dans un troupeau de vaches laitières traitées par un robot mobile en pâture. Le troupeau (n=53) était divisé en 2 groupes dont le niveau de complémentation journalière était différent. Lors de la traite, le groupe 1 (GR1) recevait en moyenne 2,6 kg de concentrés/vache alors que le groupe 2 (GR2) en recevait 4,2 kg/vache. L'objectif était de vérifier l'impact du niveau de complémentation sur les résultats obtenus. Des prélèvements de fèces ont été faits une fois par mois sur 10 vaches (5 vaches par groupe) pendant 4 mois. Les spectres d'absorption dans le proche infra-rouge (NIR) ont été confrontés à des étalonnages NIR permettant l'estimation de la MSVI exprimée soit par rapport au poids vif (MSVI1), soit par rapport au poids métabolique (MSVI2). Ces estimations d'ingestion ont permis le calcul de la matière sèche journalière ingérée par vache (MSI1 et MSI2). Par ailleurs, les mesures d'herbe à l'entrée et à la sortie des parcelles pâturées ont été relevées ainsi que la densité du couvert herbacé pour évaluer la quantité d'herbe disponible. A ces valeurs de biomasses disponibles ont été additionnées des quantités de concentrés distribuées lors du passage des animaux au robot. Les valeurs moyennes de matière sèche ingérée (kg/vache/jour) pour le GR1 étaient de $15,20 \pm 2,60$ kg MS par la MSI1 et de $16,99 \pm 1,80$ kg MS pour la MSI2. Pour le GR2, la MSI1 moyenne était de $20,20 \pm 4,95$ kg MS et la MSI2 moyenne de $21,95 \pm 3,36$ kg MS. L'estimation de la ration disponible par vache (kg MS herbe + kg MS concentrés) était de $17,25 \pm 0,73$ kg MS pour le GR1 et de $18,69 \pm 0,83$ kg MS pour le GR2. Les valeurs obtenues par l'analyse NIR sont donc compatibles avec les quantités d'herbe et de concentrés disponibles. Les valeurs estimées par les 2 méthodes étaient hautement corrélées entre elles à part en période de faible ingestion (<10 kgMS). En ce cas la MSI2 semble donner des résultats plus fiables. En conclusion, l'analyse NIR des bouses apparaît une technique intéressante pour l'estimation de la quantité d'herbe ingérée au pâturage.

Evaluation of the dry matter ingested by grazing dairy cows milked by an automatic milking system by analysis of faeces by near infra-red spectrometry

LESSIRE F. (1), DUFRASNE I. (1), DECRUYENAERE V. (2)

(1) FARAH, Université de Liège, Chemin de la Ferme, 6, 4000 Liège, Belgique

(2) CRA-W, 8 rue de Liroux, 5030 Gembloux, Belgique

SUMMARY Although nutritional and economic advantages of introducing grass in dairy cows diet, grazing is more and more abandoned particularly due to the development of automatic milking systems and to the increase of herd size. In fact, farmers feel insecure about the dry matter provided by the grass and are concerned that variation of inputs might cause quantitative and qualitative fluctuations in milk yield. Yet, Decruyenaere et al. (2009, 2012) have developed a method to estimate the dry matter intake (DMI) by near infrared spectrometry (NIR) applied to faeces. The advantages are numerous: the method is cheap, non-invasive and easy to handle on field situation. Thus the aim of this study was to evaluate the potential use of this method in a herd of dairy cows (n=53) under automatic milking system on pasture. These cows were divided into 2 groups, each of them receiving a different level of concentrate per day. The first group (GR1) received on average 2.6 kg concentrate at milking while the second group (GR2) received 4.2 kg. The impact of complementation on results was then assessed. Faeces were sampled once a month for 4 months on 10 grazing dairy cows (5 cows per group) NIR absorption spectra of faeces were confronted by NIR calibrations for estimating dry matter intake expressed in relation to body weight (MSI1) or relative to metabolic weight (MSI2). Results were compared with the sum of available grass and concentrates eaten when cows came back to the robot. To estimate grass availability, sward heights were measured using a rising plate meter and the grass cover appraised. The mean values for DM intake in GR1 were $15,20 \pm 2,60$ kg DM per cow and per day for MSI1 and $16,99 \pm 1,80$ kg DM for MSI2. In GR2, mean MSI1 was $20,20 \pm 4,95$ kg DM and mean MSI2 equals $21,95 \pm 3,36$ kg DM. The available diet per cow (kg DM grass + kg DM concentrate) was estimated at $17,25 \pm 0,73$ kg DM for GR1 and $18,69 \pm 0,83$ kg DM for GR2. The 2 NIR estimations of intake gave consistent results with regards to the grass availability and concentrate allocation. Results from both methods were highly correlated both together except for period of low ingestion (<10 kgDM). In this case, results from DMI2 appeared more relevant. To conclude, NIR analysis of faeces seems an interesting method to give an evaluation of the amount of ingested grass at grazing.

INTRODUCTION

L'herbe est un aliment intéressant pour les vaches laitières que ce soit pour des raisons économiques, environnementales ou sociétales. Malheureusement, l'agrandissement des troupeaux et l'automatisation des exploitations vont souvent de pair avec une réduction du pâturage. Une des raisons invoquée par les éleveurs pour ce recul est la difficulté de prévoir les quantités d'herbe ingérées par les animaux. Différentes méthodes peuvent être utilisées en routine afin d'évaluer la quantité d'herbe disponible en prairie comme par exemple la différence de hauteur d'herbe à l'entrée et à la sortie des prairies. Cette valeur multipliée par la densité de l'herbe (kg de matière sèche (MS)/cm/ha) donne une estimation indirecte de la quantité ingérée par les animaux. Une autre méthode consiste à calculer les apports nécessaires pour l'animal d'un certain poids pour le niveau de production relevé et de déduire les quantités d'herbe nécessaires pour arriver à ce seuil de production. Ces méthodes comportent des biais. La première méthode ne tient pas compte des variations de la densité de l'herbe et du pourcentage de valorisation de l'herbe pâturée entre les prairies. La deuxième nécessite une connaissance précise de la valeur nutritionnelle de l'herbe. Or celle-ci fluctue en fonction notamment des conditions climatiques et des espèces prairiales. De plus, se pose le problème de l'échantillonnage qui peut ne pas correspondre aux espèces ingérées par l'animal. La détermination de l'ingestion par la méthode des ratios qui implique l'administration de traceurs non digérés par l'animal tels que le sesquioxyde de chrome (Cr_2O_3), l'Ytterbium ont été décrites (Bartiaux – Thill *et al.*, 1988 ; Brandyberry *et al.*, 1991) et la connaissance de la digestibilité de l'herbe ingérée est très lourde au niveau de sa mise en œuvre. Les analyses des *n*-alcanes ont été également préconisées mais une discordance de résultats peut apparaître suivant l'ingestion de telle ou telle variété végétale dont les teneurs en *n*-alcanes diffèrent de l'échantillon de départ (Dove *et al.*, 2000). Pour prédire la quantité de matière sèche ingérée d'une ration constituée principalement d'herbe pâturée, Decruyenaere *et al.* (2009, 2012) ont proposé l'analyse des bouses par spectrométrie dans le proche infra-rouge. Les fèces sont en effet un bon reflet de la ration ingérée par les animaux. Leur composition chimique peut être détectée par une analyse NIR et reliée à une ingestion. L'intérêt de cette méthode réside dans la facilité de sa mise en œuvre, son caractère non invasif et peu onéreux.

L'objet de cette étude est d'évaluer le potentiel de cette méthode chez des vaches laitières au pâturage traitées avec un robot et soumises à 2 niveaux de complémentation.

1. MATERIEL ET METHODES

L'étude a été menée du 1 juin au 30 septembre 2014 à la Ferme expérimentale du Sart Tilman, Liège, Belgique (5.58°E, 50.42°N) dans des prairies permanentes constituées majoritairement de graminées représentées principalement par du ray grass anglais.

1.1. Description du protocole expérimental

L'étude a été réalisée au sein d'un troupeau de 53 vaches Prim'Holstein au pâturage en 2014. Ces vaches étaient traitées par un robot mobile de marque Lely A3 next disposé sur une remorque permettant son transfert en pâture suivant un protocole décrit par Dufrasne *et al.*, (2010). Après son transfert au centre du parcellaire, le robot restait ensuite à la même place pendant la période de pâturage. Les vaches portaient un collier sur lequel un transpondeur H-R tag (SCR Israël) était fixé. Ces transpondeurs permettaient la reconnaissance des animaux ainsi que l'enregistrement de données qui lui étaient propres (minutes de rumination, poids, production laitière, quantité de concentrés distribuée, nombre de traites par jour et production de lait par traite).

L'alimentation des animaux était composée principalement d'herbe. Seul un complément de concentrés (170 g protéines brutes/kgMS -1,61 Mcal/kgMS) était distribué par le robot au moment de la traite. Dans le troupeau, 2 niveaux de complémentation étaient testés : un groupe (GR1) recevant en moyenne sur la saison de pâturage 2,6 kg de concentrés/vache/jour alors que l'autre groupe (GR2) recevait 4,2 kg/vache/jour.

1.2. Conduite du pâturage

Les vaches pâturaient en rotation un ensemble de 24 ha de prairies permanentes, divisées en 15 parcelles dont la superficie allait de 0,6 à 3,1 ha. Pour favoriser le retour des animaux au robot, les animaux pâturaient sur deux parcelles différentes par jour, l'une pour la nuit, l'autre pour la journée. Le passage d'une parcelle à l'autre se faisait à la sortie du robot par une barrière de tri, dont l'orientation était changée quotidiennement à 7 et 16 h. Chaque parcelle était subdivisée par un fil, déplacé quotidiennement en fonction des besoins des animaux.

Les hauteurs d'herbe à l'entrée et à la sortie des animaux dans les parcelles étaient mesurées par herbomètre (Jenquip®). Les rendements étaient calculés en tondant une bande de 10 m sur 38 cm et en pesant la masse d'herbe tondue. Cette quantité était ensuite séchée 72 h à 65°C et pesée pour calculer la MS. Le rendement, évalué à chaque entrée dans une parcelle, était alors estimé et exprimé en kg de matière sèche par hectare et en kg de MS/cm d'herbe. La quantité d'herbe disponible pour les vaches était obtenue en multipliant cette quantité par la différence de hauteur à l'entrée et à la sortie de la pâture. Par ailleurs, des échantillons d'herbe étaient également prélevés pour déterminer la valeur nutritive de l'herbe.

1.3. Méthodologie de l'analyse des fèces des animaux.

De juin à septembre, des fèces ont été prélevées une fois par mois sur 5 vaches de chaque groupe pour un total de 40 prélèvements. Au moment du prélèvement, les animaux étaient pesés et leur production laitière (PL) ainsi que les concentrés reçus enregistrés. Les fèces séchées et broyées ont été analysées en spectrométrie dans le proche infrarouge (monochromateur NIRS 5000) leur spectre d'absorption enregistré entre 1100 et 2400 nm de longueur d'onde, par pas de 2.

Sur base de calibrations NIR existantes, reliant des spectres d'absorption NIR de fèces à des ingestions mesurées sur moutons ou/et bovins (Decruyenaere *et al.* 2009, 2012), l'analyse du spectre d'absorption a permis l'estimation de la matière sèche totale volontairement ingérée, exprimée en g MS/kg poids vif (MSV1, ingestion bovin) et en g MS/kg de poids métabolique (MSV2, ingestion mouton). A partir des ingestions prédites par NIR, une estimation de l'ingestion journalière de matière sèche d'une vache laitière (MSI) moyenne a alors été obtenue soit en la multipliant par le poids vif de l'animal (MSI1), soit en utilisant la formule suivante : $\text{MSVI vache laitière (kg MS/jour)} = (0,942 \times \text{MSVI mouton} + 36,7 + 1,48 \times \text{Lait } 4\%) \times (\text{poids}^{0,75})/1000$ (MSI2; Dulphy *et al.* 1987).

2. RESULTATS

2.1. PATURAGE

Les vaches sont restées en moyenne 3,1 jours (6,2 demi-journées) par parcelles (min : ½ journée – max : 7,5 jours). Trente-deux mesures de rendement ont été effectuées. En moyenne, le rendement des parcelles pâturées s'est élevé à 2005 ± 622 kg MS/ha avec 223 ± 62 kg MS herbe/cm /ha. Les hauteurs d'herbe enregistrées en moyenne étaient de $13,4 \pm 1,3$ cm à l'entrée et de $6,3 \pm 0,8$ cm à la sortie. Par calcul, la quantité d'herbe ingérée était donc de $15,9 \pm 0,6$ kg MS/vache/jour. La valeur nutritionnelle de l'herbe a été relativement constante au cours de la saison de pâturage avec une digestibilité (de 81 ± 4 %/kg MS, une valeur

énergétique moyenne de $1,60 \pm 0,07$ Mcal/kgMS et une teneur en protéines brutes moyenne de 187 ± 29 g/kgMS.

Tableau 1. Hauteurs d'herbe, rendements des pâtures et disponibilité en herbe (moyennes mensuelles)

Période (n mesures)	Hauteur herbe entrée (cm)	Hauteur herbe sortie (cm)	Rendement (kg MS/Ha)	Kg MS/cm herbe ingérée/Ha	Kg MS disponible (/vache/jour)
Juin (7)	$13,7 \pm 2,8$	$6,7 \pm 1,2$	1982 ± 484	244 ± 41	15,6
Juillet (9)	$14,5 \pm 2,3$	$6,8 \pm 1,2$	1853 ± 388	238 ± 71	15,6
Août (8)	$13,9 \pm 2,3$	$6,5 \pm 1,0$	2316 ± 701	195 ± 40	16,3
Septembre(8)	$11,6 \pm 4,6$	$5,1 \pm 1,2$	1920 ± 785	223 ± 78	15,0

Tableau 2. Valeurs nutritionnelles de l'herbe (moyennes mensuelles)

Période (n mesures)	MS (%)	Protéines brutes (g/kgMS)	sucres (g/kgMS)	Digestibilité (%/kgMS)	Mcal (/kgMS)
Juin (11)	$18,8 \pm 4,0$	173 ± 20	165 ± 31	82 ± 5	$1,60 \pm 0,06$
Juillet (8)	$18,2 \pm 4,4$	178 ± 34	110 ± 35	79 ± 3	$1,57 \pm 0,07$
Août (8)	$17,5 \pm 4,2$	187 ± 21	103 ± 11	80 ± 5	$1,58 \pm 0,08$
Septembre (7)	$15,3 \pm 1,8$	221 ± 8	109 ± 15	85 ± 2	$1,67 \pm 0,04$

2.2. PRODUCTION LAITIÈRE

Le troupeau a produit en moyenne $18,7 \pm 2,4$ kg de lait de juin à septembre pour $3,1 \pm 0,2$ kg de concentrés consommés par vache et par jour. En moyenne, $2,01 \pm 0,20$ traites par jour ont été enregistrées.

2.3. ESTIMATION DE L'INGESTION

Lors des prélèvements des fèces, le poids moyen (PV) des animaux prélevés était de 579 ± 53 kg. Ces bovins produisaient en moyenne $19,8 \pm 5,1$ kg. Les vaches du GR1 pesaient 578 ± 53 kg pour une PL de $17,2 \pm 4,2$ kg et consommaient en moyenne $1,76 \pm 0,21$ kg de concentrés. Dans le GR2, le PV était de 594 ± 50 kg et la PL de $22,1 \pm 4,9$ kg. Une quantité moyenne de $3,33 \pm 0,52$ kg de concentré/vache et par jour était enregistrée. La MS ingérée moyenne (kg MS/vache/jour) calculée par chacune des 2 méthodes, pour l'ensemble de la période, était de $15,22 \pm 3,31$ kg (MSI1) et de $16,99 \pm 2,39$ kg (MSI2) pour le GR1. La moyenne des estimations de MSI1 et de MSI2 était dès lors de $16,11 \pm 2,59$ kg MS. Dans le GR2, les valeurs étaient

sensiblement plus hautes ($20,20 \pm 4,95$ kg (MSI1) et de $21,95 \pm 3,35$ kg (MSI2)) soit une moyenne pour les 2 méthodes de $21,44 \pm 4,89$ kg MS/vache/jour. Les niveaux d'ingestion estimés par NIR varient davantage d'un individu à l'autre dans le GR2 (coefficients de variation de 28% pour la MSI1 et de 18% par la MSI2). Dans le groupe 1, les variations interindividuelles sont moins importantes. (Coefficients de variation de 18% pour la MSI1 et de 11% pour la MSI2). En soustrayant les quantités de concentrés distribuées, le GR1 a consommé suivant la MSI1, $13,46$ kg MS d'herbe, et suivant la MSI2, $15,23$ kg MS. Pour le GR2, les estimations seraient de $16,88$ kg MS et de $18,62$ kg MS d'herbe pour la MSI1 et MSI2 respectivement. Les valeurs obtenues par MSI1 et MSI2 ont été comparées et leur coefficient de corrélation a été déterminé (Figure 1). La moyenne des valeurs obtenues par MSI1 et MSI2 a été mise en relation avec les quantités d'herbe disponible additionnées de la quantité de concentré distribué. La Figure 2 montre les résultats obtenus animal par animal au cours des différentes périodes de prélèvement.

Tableau 3. Caractéristiques des animaux de GR1 et résultats obtenus par MSI1 et MSI2 au cours de la saison de pâturage.

Périodes de prélèvement	Nb de prélèvements	PV (kg)	Production laitière (kg/vache/jour)	Concentré (kgMS/vache/jour)	MSI1	MSI2
juin	5	566 ± 92	$23,24 \pm 2,85$	$1,86 \pm 0,20$	$16,66 \pm 3,77$	$17,90 \pm 2,44$
juillet	5	581 ± 58	$16,16 \pm 4,21$	$1,76 \pm 0,15$	$15,72 \pm 2,31$	$15,90 \pm 1,70$
août	5	582 ± 89	$14,54 \pm 1,92$	$1,73 \pm 0,13$	$14,83 \pm 2,77$	$16,11 \pm 1,06$
septembre	5	582 ± 77	$15,00 \pm 6,50$	$1,66 \pm 0,29$	$13,67 \pm 4,32$	$18,07 \pm 3,50$

Tableau 4. Caractéristiques des animaux de GR2 et résultats obtenus par MSI1 et MSI2 au cours de la saison de pâturage.

Périodes de prélèvement	Nb de prélèvements	PV (kg)	Production laitière (kg/vache/jour)	Concentré (kgMS/vache/jour)	MSI1	MSI2
juin	5	600 ± 63	$27,36 \pm 4,69$	$3,86 \pm 0,36$	$24,04 \pm 7,72$	$24,37 \pm 4,60$
juillet	5	575 ± 72	$24,62 \pm 5,69$	$3,50 \pm 0,38$	$22,99 \pm 5,19$	$23,31 \pm 5,51$
août	5	588 ± 76	$17,56 \pm 4,26$	$3,18 \pm 0,27$	$17,36 \pm 2,88$	$19,84 \pm 2,75$
septembre	5	613 ± 56	$18,92 \pm 4,77$	$2,79 \pm 0,37$	$16,44 \pm 3,48$	$20,29 \pm 1,95$

Figure 1. Comparaison des valeurs de matière sèche ingérée obtenues par les 2 méthodes de calcul (MSI1 et MSI2)

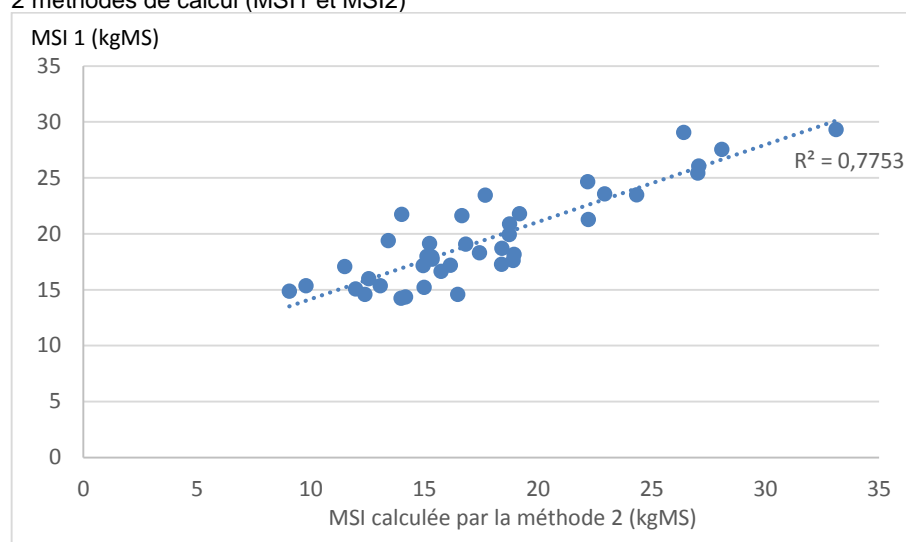
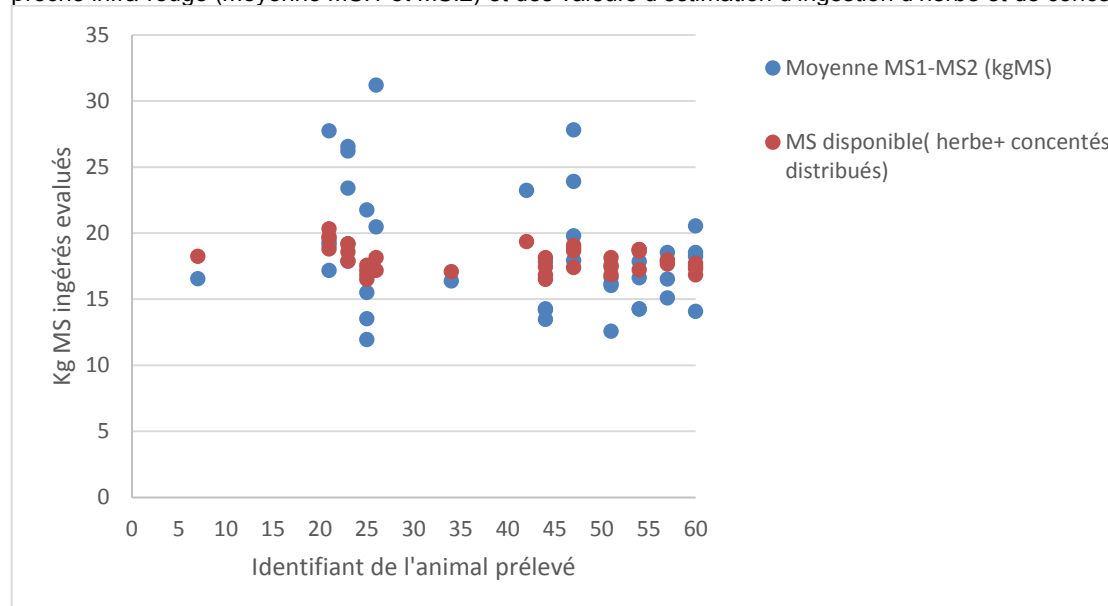


Figure 2. Comparaison des valeurs d'ingestion obtenues par spectroscopie dans le proche infra-rouge (moyenne MSI1 et MSI2) et des valeurs d'estimation d'ingestion d'herbe et de concentrés.



3. DISCUSSION

Les quantités d'herbe disponibles, évaluées sur base des hauteurs d'herbe et de la densité du couvert herbagé additionnées des quantités de concentrés ingérées lors du passage au robot sont compatibles avec les résultats d'ingestion obtenus par analyse NIR des bouses (MSI1 et MSI2). Les quantités d'herbe ingérées estimées par herbomètre et les valeurs nutritionnelles de l'herbe permettent la couverture des besoins d'entretien et de production des animaux que ce soit en MS, en énergie ou en protéines (Tableau 1). Les valeurs de MSI obtenues par NIR varient en fonction du groupe avec des écarts-type plus importants pour le GR2 (Tableaux 3 et 4). La MSI du GR2 dépasse en moyenne de 5,33 kg celle du GR1 alors que la différence de supplémentation représente 1,57 kg MS. Les valeurs d'ingestion obtenues par analyses NIR des bouses montrent par ailleurs une dispersion importante comme le suggère la Figure 2. Il faut remarquer que les groupes d'animaux étaient hétérogènes avec des écarts de poids et de production marqués pouvant expliquer les disparités des valeurs de MSI. Les animaux du GR2 présentaient des écarts de production plus importants qu'en GR1 (PL min : 13,6 kg ; PL max : 36,6 kg contre PL min : 9,1 kg ; PL max : 22,2 kg), donnant une possible interprétation de la dispersion

des valeurs d'ingestion calculées. Par ailleurs, les mesures de disponibilité d'herbe servant de comparaison aux valeurs de MSI ne tiennent pas compte des différences de comportement des animaux en pâturage.

Les résultats obtenus par MSI1 et MSI2 sont bien corrélés entre eux ($R = 0,88$) pour l'ensemble des mesures. Le coefficient de corrélation est meilleur dans le GR2 ($R = 0,91$). Dans le GR1, la corrélation est de 83% pour les mois de juin, juillet et août. En septembre, dans ce groupe, les résultats obtenus par MS1 et MS2 sont parfois très différents suivant les animaux. Par exemple, la vache 25 obtenait une valeur d'ingestion de 9,06 par la MSI1 et de 14,87 par la MSI2). Lorsque l'ingestion volontaire de matière sèche est faible, ce qui est reflété par des productions laitières basses, les prédictions basées seulement sur le poids vif (MSI1) semblent moins fiables.

CONCLUSION

L'analyse des fèces par spectrométrie dans le proche infra-rouge semble être une technique prometteuse pour l'évaluation des quantités d'herbe ingérées en pâturage. Lors de faibles ingestions, comme par exemple, en fin de saison de pâturage ou en fin de lactation, la méthode 2 prenant en considération le poids métabolique et la production laitière devrait être privilégiée.

Cette recherche a été faite dans le cadre du projet Européen FP7 Autograssmilk SME FP7 314879

Bartiaux-Thill, N., Oger, R., François, E., Thewis, A., 1988. Courbes d'excrétion fécale de l'oxyde de chrome administré aux vaches laitières au pâturage. Définition d'un échantillonnage bi-quotidien des fèces. *Reprod. Nutr. Dev.* 28, 87–88.

Brandyberry, S.D., Cochran, R.C., Vanzant, E.S., Harmon, D.L., 1991. Technical note: effectiveness of different methods of continuous marker administration for estimating fecal output. *J. Anim. Sci.* 69, 4611–4616.

Decruyenaere V., Lecomte Ph.), Demarquilly C., Aufrere J., Dardenne P., Stilmant D., Buldgen A., 2009. Evaluation of green forage intake and digestibility in ruminants using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS): developing a global calibration. *Animal Feed Science and Technology* 2009 148, 138-156

Decruyenaere, V.; Froidmont, E.; Bartiaux-Thill, N.; Buldgen, A.; Stilmant, D. 2012. Evaluation of green forage intake and digestibility in ruminants using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS): Developing a global calibration. *Animal Feed Science and Technology* vol. 173 (3-4) 220-234

Dove, H., Freer, M., Foot, J.Z., 2000. The nutrition of grazing ewes during pregnancy and lactation: a comparison of n-alkane-based and chromium/in vitro-based estimates of herbage intake. *Aust. J. Agric. Res.* 51, 765–777.

Dufrasne, I., Robaye, V., Knapp, E., Istasse, L., Hornick J.L. 2012. A mobile automatic milking system used both indoors and on pasture: data from pasture. *Grassland Science in Europe*, Vol. 17 p. 231-233

Dulphy, J.P., Faverdin, Ph., 1987. L'ingestion alimentaire chez les ruminants : modalités et phénomènes associés. *Reproduction Nutrition Développement*, 1987, 27 (1B), pp.129-155.