

# Estimation de l'ingestion et de la digestibilité des fourrages verts chez les ruminants par spectrométrie dans le proche infrarouge : développement de calibrations spécifiques

V. Decruyenaere<sup>1</sup>, P. Lecomte<sup>2</sup>, C. Demarquilly<sup>3</sup>, J. Aufrere<sup>3</sup>, P. Dardenne<sup>4</sup>, D. Stilmant<sup>1</sup>, A. Buldgen<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Centre Wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W) – Section Systèmes agricoles, 100 rue du Serpont, B-6800 Libramont-Chevigny (Belgique) ; decruyenaere@cra.wallonie.be

<sup>2</sup> Centre de Coopération Internationale de Recherches Agronomiques pour le Développement – Pôle Elevage – CIRAD Réunion - Chemin Irat – Ligne Paradis, F-97410 Saint-Pierre.

<sup>3</sup> Institut National de Recherche Agronomique (INRA) – Centre de Theix, F-63122 Saint Genès Champanelle.

<sup>4</sup> Centre Wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W) – Département Qualité des Productions Agricoles, 24, Chaussée de Namur, B-5030 Gembloux (Belgique)

<sup>5</sup> Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (FUSAG) – Unité de Zootechnie, 2 passages des Déportés, B-5030 Gembloux (Belgique)

## Introduction

Estimer la digestibilité de l'herbe pâturée et le niveau d'ingestion des animaux au pâturage ou sur parcours au moyen de méthodes simples est relativement difficile. S'il existe de nombreuses méthodes d'estimation de la digestibilité *in vivo* des fourrages, c'est loin d'être le cas pour l'ingestion. L'aspect multifactoriel de ce paramètre en est vraisemblablement la cause. Les méthodes les plus couramment utilisées pour estimer l'ingestion sont souvent lourdes à mettre en œuvre, coûteuses en temps et en argent et parfois peu représentatives des conditions réelles de pâturage ou spécifiques à un type de pâturage. De plus, elles manquent souvent de précision.

Actuellement, la méthode des n-alcanes, marqueurs internes présents dans les cires cuticulaires des plantes, apparaît comme l'une des meilleures voies pour estimer simultanément l'ingestion et la digestibilité de l'herbe pâturée. Toutefois, cette méthode reste difficile à appliquer sur de longues périodes et surtout en situation de pâturage extensif. La représentativité des échantillons d'herbe ingérée est souvent aussi un point critique.

Si des bases de données suffisamment solides existent, la spectroscopie dans le proche infrarouge pourrait se révéler une technique intéressante pour estimer ces deux paramètres. Il s'agit d'une méthode d'analyse rapide, et relativement économique mise à part l'acquisition du spectromètre.

L'objectif de cette étude est d'évaluer le potentiel de la spectrométrie dans le proche infrarouge (NIRS), appliquée aux fourrages et/ou aux fèces, pour estimer la digestibilité *in vivo* (OMD) et l'ingestion volontaire (OMVI, en g/kg poids métabolique) de la matière organique d'une large gamme de fourrages verts tempérés.

## 1. Base de données

Deux bases de données spectrales ont été mobilisées dans cette approche. La première regroupe 2 graminées et 2 mélanges fourragers pour lesquels la digestibilité de la matière organique (OMD) et les quantités de matière organique volontairement ingérées (OMVI) ont été mesurées individuellement, sur moutons en cage à métabolisme, de façon continue au cours de la période de croissance des plantes (printemps et été). La seconde regroupe une large gamme de graminées, de légumineuses et de mélanges fourragers issus de 142 essais de digestibilité menés sur moutons. Tous les fourrages ont été distribués en vert aux animaux soit *ad libitum*, soit à l'entretien, soit à des niveaux intermédiaires entre l'entretien et l'*ad libitum*, afin de simuler la diminution de la disponibilité en herbe au cours du pâturage.

Les échantillons de fourrages et de fèces ont été soumis à une analyse NIRS (NIRS system monochromator 5000). Pour la première base de données, ce sont les échantillons individuels de matières fécales et de fourrages qui ont été analysés. Pour la deuxième base de données, il s'agit d'échantillons moyens (moyenne sur la période et les animaux de l'essai) de fourrages et de matières fécales.

Des calibrations ont été développées à partir des spectres de fourrages, de fèces. La combinaison des spectres, longueur d'onde par longueur d'onde, de fèces et de fourrages, sous forme de soustraction (fourrage – fèces) et concaténation (fourrage + fèces), a également été testée dans le but de représenter une "entité spectrale" plus en phase avec la digestibilité et l'ingestion de l'herbe. La procédure de calibration complète est décrite par DECruyENAERE *et al.* 2009.

## 2. Calibrations infrarouge et longueur d'onde caractéristiques

Les meilleures calibrations ont été obtenues en travaillant sur les spectres fécaux, seuls ou concaténés (Tableau 1). Pour les 2 paramètres testés, les coefficients de corrélation ( $R^2$ ) des calibrations sont supérieurs à 0,8 ; l'erreur standard de calibration (SECV) est de 0,021 et de 4,51 g/kg de poids métabolique, respectivement pour OMD et OMVI. Ce niveau de précision est comparable à celui obtenu avec d'autres méthodes d'estimation.

TABLEAU 1 – Calibrations NIRS sur base des spectres de fourrages et de fèces.

Spectres	Paramètres	N	Moyenne	Ecart-type	$R^2$	SECV
Fourrage	OMD	328	0,713	0,0606	0,86	0,0231
	OMVI	323	57,06	8,73	0,30	7,47
Fèces	OMD	951	0,710	0,0698	0,92	0,0207
	OMVI	936	51,27	10,46	0,83	4,53
Soustrait	OMD	943	0,710	0,0694	0,90	0,0224
	OMVI	925	51,21	10,43	0,84	4,40
Concaténé	OMD	953	0,709	0,0701	0,94	0,0185
	OMVI	942	51,35	10,42	0,86	4,13

OMVI en g/kg de poids métabolique

Dans les modèles "fécaux", les longueurs d'onde les plus pertinentes pour expliquer la digestibilité *in vivo* sont celles de la matière grasse ( $\lambda=1730$  ;  $\lambda=1764$  ;  $\lambda=2310$  ;  $\lambda=2350$ ), des fibres ( $\lambda=2078$  à  $2110$  ;  $\lambda=2268$ ) et des protéines ( $\lambda=2058$  ;  $\lambda=2166$ ). Pour les longueurs d'onde de la matière grasse et des protéines, l'absorbance diminue avec la digestibilité. Inversement, l'absorbance est supérieure dans la zone des fibres pour des échantillons fécaux obtenus après ingestion de fourrages peu digestibles. Pour ce qui est de l'ingestion, les longueurs d'onde caractéristiques de la matière grasse semblent importantes alors que celles en relation avec les fibres et les protéines le sont moins.

Comment expliquer l'importance des longueurs d'onde caractéristiques de la matière grasse ? Les matières fécales peuvent être considérées comme le reflet exact à la fois de l'ingéré et de la digestibilité de ce dernier. Elles contiennent en effet des résidus d'aliments, de bactéries du rumen qui peuvent être détectés par NIRS. Ainsi, selon LECOMTE *et al.* (1994), la biomasse microbienne, riche en acide stéarique, peut être estimée par NIRS. Dès lors, l'importance des longueurs d'onde liées aux graisses dans ces modèles peut être expliquée par le fait que plus le fourrage est digestible, plus la synthèse microbienne sera intense ; dans ce cas, il se retrouve probablement plus de résidus bactériens dans les matières fécales. La teneur et la nature des fibres sont des facteurs de variation de la digestibilité. Par rapport aux fèces obtenues à partir de fourrages très digestibles, celles obtenues à partir de fourrages peu digestibles présentent des pics d'absorbance plus importants dans la région des fibres, reflet de résidus fibreux plus importants. De même, les pics d'absorbance dans la région des protéines pourraient être mis en relation avec des résidus d'azote d'autant plus importants que le fourrage est digestible.

### Pour conclure

L'analyse NIRS des fèces est rapide, facile à mettre en œuvre sur le terrain. Dans les limites de la base de données existante, les calibrations établies permettent actuellement d'estimer la digestibilité de la matière organique et les quantités d'aliment volontairement ingérées avec un niveau de précision suffisant. La combinaison de ces 2 paramètres permet une estimation de la valeur alimentaire de la ration. Connaître ces 2 paramètres en temps quasi réel devrait permettre une meilleure gestion des ressources disponibles pour le bétail. La NIRS appliquée aux fèces pourrait être donc être mobilisée dans le cadre d'une gestion efficace des troupeaux au pâturage.

### Références bibliographiques

- DECROYENAERE V., LECOMTE P., 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 », *Anim Feed Sci. Technol.*, 148, 138-156.
- LECOMTE P., KAMOUN M., AGNEESSENS R., BECKERS Y., DARDENNE P., FRANÇOIS E., (1994) : « Approach on the use of near infrared spectrometry for the estimation of microbial nitrogen contamination of forages incubated in nylon bag », *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 3, p44.