

# Prédiction des émissions individuelles de méthane des bovins laitiers sur base des spectres moyen infrarouge des laits

## Prediction of individual methane emissions from dairy cattle based on milk mid-infrared spectra

VANLIERDE A. (1), DELFOSSE C. (1), DARDENNE P. (1), FROIDMONT E. (2), SOYEURT H. (3 4), HAMMIDA M. (1), MARTIN C. (5), DEHARENG F. (1)

(1) CRA-W, Département Valorisation des Productions, 24 Chaussée de Namur, 5030 Gembloux (Belgique)

(2) CRA-W, Département Productions et Filières, 8 Rue de Liroux, 5030 Gembloux (Belgique)

(3) Gembloux Agro-Bio Tech - Université de Liège, Unité de Zootechnie, 2 Passage des Déportés, 5030 Gembloux (Belgique)

(4) Fonds de la Recherche Scientifique (FRS-FNRS), 5 Rue d'Egmont, 1000 Bruxelles (Belgique)

(5) UR1213 Herbivores INRA Clermont-Ferrand/Theix (France)

### INTRODUCTION

A l'heure du réchauffement climatique, il est nécessaire d'identifier et de réguler les sources d'émissions de gaz à effet de serre. Bien que leur contribution soit faible, les bovins émettent du méthane (CH<sub>4</sub>) via leur mode de digestion. Afin de mieux contrôler le CH<sub>4</sub> érécté par les bovins laitiers, une méthode précise et rapide d'estimation des émissions individuelles de CH<sub>4</sub> serait intéressante. Dans cette optique, les travaux de Chilliard *et al.* (2009) et Dijkstra *et al.* (2011) se basent sur la composition en acides gras du lait. L'originalité des essais présentés ci-dessous est d'étudier les potentialités de prédiction du CH<sub>4</sub> sur base du spectre moyen infrarouge (MIR) du lait, qui identifie, en plus des acides gras, de nombreux autres composés du lait.

### 1. MATERIEL ET METHODES

Afin d'obtenir un maximum de variabilité des émissions individuelles de CH<sub>4</sub> nécessaire au développement d'une équation de calibration, deux essais alimentaires ont été menés avec des rations donnant des émissions de CH<sub>4</sub> potentiellement différentes. Lors du premier essai, 2 lots de 4 vaches Holstein semblables en termes de parité et de production laitière journalière (Tableau 1) ont reçu deux rations iso-énergétiques à un même niveau d'ingestion selon un cross-over 2X2. Les rations différaient quant à la nature des concentrés et des fourrages : l'une étant formulée sur une base d'herbe fraîche coupée quotidiennement, l'autre contenant une part élevée d'ensilage de maïs. Le 2<sup>ème</sup> essai a été mené sur 3 vaches Holstein (Tableau 1), recevant une ration principalement composée d'ensilage d'herbe.

**Tableau 1:** Numéros de lactation et productions laitières journalières des deux essais

Essai	N	N° lactation	Moy. kg lait/j
1	2x4	2x1 <sup>ère</sup> , 3x2 <sup>ème</sup> , 3x3 <sup>ème</sup>	17,4 ± 3,9 kg/j
2	3	2x2 <sup>ème</sup> , 1x4 <sup>ème</sup>	26,2 ± 1,9 kg/j

N : nombre d'animaux

Pour l'ensemble des essais, 50ml de lait étaient prélevés à chaque traite et pour chaque vache (7h et 16h). Un échantillon des gaz éréctés sur une période de 24H (de 9h à 9h) a également été collecté pour chaque animal. La technique utilisée pour mesurer la vitesse d'émission du CH<sub>4</sub> est celle de l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>), servant de gaz traceur selon la méthode de Johnson *et al.* (1994). L'analyse de l'échantillon de gaz a été réalisée en chromatographie gazeuse sur un Varian-Chrompack équipé d'une colonne remplie. Les valeurs observées ont été exprimées en g de CH<sub>4</sub>/kg de lait. Les échantillons de lait ont été mesurés sur un LactoScope FTIR (Delta-instruments). Un spectre moyen a été calculé à partir des mesures obtenues lors des traites successives du matin (7h) et du soir (16h). Les émissions de CH<sub>4</sub> d'un jour X ont été mises en relation avec les moyennes spectrales des laits du jour X+1 pour tenir compte du délai nécessaire à la détection des produits de fermentation dans le lait. Une régression des moindres carrés partiels a été appliquée pour établir l'équation de prédiction.

La validation des courbes de calibration a été obtenue par validation croisée (CV).

### 2. RESULTATS ET DISCUSSION

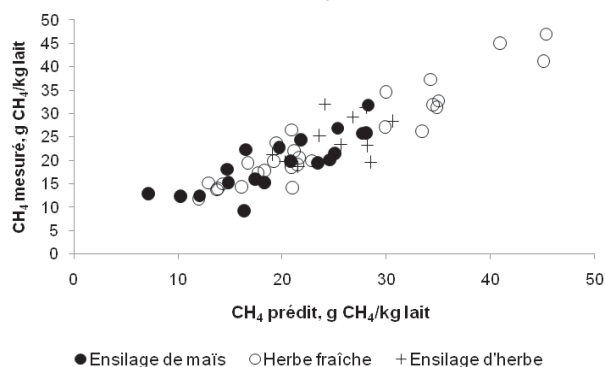
L'équation de prédiction des émissions individuelles de CH<sub>4</sub> sur base des spectres laitiers du jour X+1 est illustrée à la Figure 1 et les paramètres statistiques obtenus pour celle-ci sont repris dans le Tableau 2. Le R<sup>2</sup>cv de 0,79 est très prometteur. Le « rapport performance/déviation » (RPD) permet d'évaluer l'efficacité d'un calibrage : lorsque ce dernier atteint 2,3 il est possible d'utiliser l'équation pour réaliser un screening à partir des spectres [Williams P., 2007]. Sa valeur atteint ici 2,19 et laisse donc apparaître la possibilité d'effectuer des prédictions une fois l'équation améliorée. En effet, plus tard, nous pensons pouvoir compenser l'erreur liée à la mesure du CH<sub>4</sub> par l'accroissement du nombre de mesures de référence.

**Tableau 2:** Paramètres statistiques de l'équation de prédiction du méthane.

N	R <sup>2</sup> c	R <sup>2</sup> cv	SEC	SECV	RPD
60	0,87	0,79	4,06	5,14	2,19

SEC : Standard error of calibration ; SECV : Standard error of cross-validation ; RPD : Ratio of performance to deviation

**Figure 1 :** Relation entre les émissions de CH<sub>4</sub> mesurées et celles prédites en fonction du type d'aliment



### CONCLUSION

Les résultats obtenus sont très encourageants et permettent de mettre en évidence une relation entre les spectres MIR des laits et les émissions de méthane. Il est maintenant nécessaire de confirmer et d'améliorer cette tendance en y intégrant d'avantage de mesures.

*Ce projet est réalisé dans le cadre du projet de recherche Méthamilk subsidié par le Ministère de la Région wallonne – D'GARNE-DGO 3 (Belgique).*

Chilliard, Y., Martin C., Rouel J., Doreau M., 2009. J. Dairy Sci., 92, 5199-5211.

Dijkstra, J., Zijderveld, S.M., Apajalahti, J.A., Bannink, A., Gerrits, W.J.J., Newbold, J.R., Perdok, H.B., Berends, H., 2011. Anim. Feed Sci. Technol., 166-167, 590-595.

Johnson K., Huylar M., Westberg H., Lamb B., Zimmerman P., 1994. Environ. Sci. Technol., 28, 359-362

Williams P.C., 2007. Near-infrared technology - Getting the best out of light, Edition 5.1, PDK Projects, Inc., Nanaimo B.C., Canada.