

Qualité du lait : la Wallonie à la pointe grâce à l'utilisation de la spectrométrie infrarouge

*Frédéric Dehareng*¹, Hélène Soyeurt*², Nicolas Gengler³, Catherine Bastin³, Didier Veselko⁴, Carlo Bertozzi⁵, Vincent Baeten¹, Georges Sinnaeve¹ & Pierre Dardenne¹*

¹ *Centre Wallon de Recherches Agronomiques, Département Valorisation des Productions Agricoles, Gembloux, Belgique.*

² *Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Département des Sciences agronomiques, Gembloux, Belgique*

³ *Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Unité de Zootechnie, Gembloux, Belgique*

⁴ *Comité du lait, Battice, Belgique.*

⁵ *Association Wallonne de l'élevage, Recherche et Développement, Ciney, Belgique*

* *Ces deux auteurs ont contribué de façon équivalente à la présentation*

Courriel : dehareng@cra.wallonie.be

Introduction

La spectrométrie infrarouge est utilisée depuis de nombreuses années en Belgique. Les premiers spectromètres utilisés étaient des appareils à filtres, n'utilisant que quelques zones de la plage spectrale du moyen infrarouge (MIR). La généralisation de ces appareils dans les laboratoires d'analyses laitières a été possible grâce aux nombreux avantages liés à cette technique d'analyse. Ces appareils sont très rapides : ils permettent de mesurer entre 400 et 600 échantillons par heure. Une seule mesure spectrale permet d'estimer simultanément une multitude de paramètres. Cette technique est également précise et robuste, permettant ainsi d'obtenir un niveau de précision équivalent aux méthodes de référence classiques. Enfin, les coûts d'analyse par échantillon restent relativement faibles. Ceci a donc permis d'une part le développement du système de paiement du lait actuel qui repose sur un échantillonnage et une mesure systématique de la composition du lait lors de chaque ramassage en ferme et, d'autre part, le développement du contrôle laitier mensuel.

L'augmentation de la puissance de calcul liée au développement de l'informatique au cours des dix dernières années, a permis d'envisager l'utilisation d'appareils infrarouge prenant en compte l'ensemble du spectre moyen infrarouge : appareil MIR à transformer de Fourier (FT-MIR). Le spectre du lait peut être considéré comme la carte d'identité du lait car il reflète sa composition fine, donnant ainsi accès à un grand nombre d'informations. Il est donc possible de créer des équations de prédiction de nouveaux paramètres. Ces nouveaux paramètres sont développés dans le but de répondre aux problématiques actuelles auxquelles est confrontée l'agriculture : trouver les animaux les plus efficaces, améliorer la durabilité des élevages, la qualité et la traçabilité des produits, la ration des troupeaux, l'autonomie protéique des exploitations ou encore à améliorer le bien-être des animaux.

Paramètres prédits

La Wallonie est particulièrement active et pionnière dans le domaine de la recherche de ces nouveaux outils utilisant la spectrométrie infrarouge. Cette approche originale et unique au niveau international est le fruit d'une collaboration étroite entre différents acteurs de la filière laitière wallonne :

- Le Centre wallon de Recherches agronomiques de Gembloux (CRA-W).
- Gembloux Agro-Bio Tech de l'université de Liège (GxABT)
- Le comité du lait de Battice
- L'association Wallonne de l'élevage asbl (AWE)

Une des préoccupations actuelles des consommateurs concerne le profil en acide gras des aliments (acides gras saturés, oméga 3...). Il était donc nécessaire de pouvoir analyser et mesurer les teneurs en différents acides gras dans le lait. Les chercheurs du CRAW et de GxABT ont été les premiers à démontrer que des équations pouvaient être construites à partir du spectre d'un lait pour prédire les concentrations en différents acides gras (Soyeurt et al., 2006). Depuis, ces équations ont été améliorées afin d'accroître leur robustesse (Soyeurt et al., 2011), c'est-à-dire leur capacité à fournir des résultats constants dans des conditions changeantes (différentes saisons, races, régimes alimentaires, etc...). Le tableau 1 reprend les caractéristiques de la base de données et les performances analytiques des différentes équations relatives à la détermination des acides gras (Soyeurt et al., 2012a). Ces équations sont maintenant utilisées dans le monde entier. A partir de ces concentrations en acides gras, des outils vont pouvoir être créés dans le but d'aider les agriculteurs dans la gestion quotidienne de leurs troupeaux. En effet, outre l'information sur la qualité nutritionnelle du lait produit, les acides gras peuvent parfois servir comme indicateurs d'éventuels désordres métaboliques chez la vache (mobilisation excessive des réserves corporelles, acidose, etc.), de la production de méthane éructé, du statut énergétique de la vache, de l'aptitude à la transformation du produit (tartinabilité, fromageabilité, etc.), de l'alimentation de la vache, du métabolisme lipidique de la vache, etc.

Toujours dans le but d'apporter plus d'informations aux producteurs et transformateurs de lait, d'autres équations de prédiction ont été créées à partir des spectres MIR du lait et sont actuellement en cours d'amélioration par ces équipes de recherches. Il est ainsi par exemple possible de mesurer la teneur en minéraux (Soyeurt et al., 2009), la lactoferrine (Soyeurt et al., 2012), le méthane éructé (Dehareng et al., 2012), la caséine totale, l'acidité titrable du lait (Colinet et al., 2012). Ces équipes mettent actuellement au point les prédictions d'autres paramètres, tels que les teneurs en beta-hydroxybutyrate, en acétone, en acide citrique ou encore le profil en fractions protéiques.

Tableau 1 : Paramètres statistiques des équations de calibration permettant de mesurer les concentrations en différents acides gras du lait (g/dl de lait)

Constituent (g/dl of milk)	N	Mean	SD	SEC	R ² c	SECV	R ² cv	RPD
Fat	1604	3.93	0.94	0.025	1.00	0.026	1.00	36.5
C4:0	1643	0.10	0.03	0.009	0.91	0.009	0.90	3.2
C6:0	1649	0.08	0.02	0.005	0.94	0.005	0.94	4.1
C8:0	1631	0.05	0.01	0.003	0.95	0.003	0.95	4.2
C10:0	1636	0.11	0.03	0.008	0.95	0.008	0.94	4.2
C12:0	1619	0.14	0.04	0.011	0.93	0.011	0.93	3.8
C14:0	1644	0.46	0.13	0.030	0.94	0.031	0.94	4.1
C14:1	1623	0.04	0.02	0.007	0.79	0.007	0.77	2.1
C16:0	1630	1.25	0.41	0.071	0.97	0.074	0.97	5.6
C16:1 <i>cis</i>	1628	0.07	0.02	0.011	0.78	0.011	0.76	2.0
C17:0	1594	0.03	0.01	0.003	0.87	0.003	0.86	2.6
C18:0	1626	0.36	0.13	0.046	0.87	0.048	0.86	2.6
C18:1 <i>trans</i>	1619	0.12	0.06	0.022	0.85	0.023	0.84	2.5
C18:1 <i>cis-9</i>	1629	0.69	0.22	0.055	0.94	0.057	0.94	3.9
C18:1 <i>cis</i>	1629	0.74	0.24	0.054	0.95	0.056	0.95	4.3
C18:2	1610	0.09	0.03	0.014	0.73	0.014	0.71	1.9
C18:2 <i>cis-9,cis-12</i>	1603	0.06	0.02	0.010	0.78	0.011	0.77	2.1
C18:3 <i>cis-9,cis-12,cis-15</i>	1618	0.02	0.01	0.004	0.75	0.004	0.73	1.9
C18:2 <i>cis-9,trans-11</i>	1600	0.03	0.02	0.009	0.81	0.009	0.80	2.2
Saturated FA	1635	2.75	0.75	0.060	0.99	0.063	0.99	12.0
Monounsaturated FA	1624	1.01	0.30	0.051	0.97	0.053	0.97	5.7
Polyunsaturated FA	1641	0.16	0.05	0.021	0.82	0.022	0.80	2.2
Unsaturated FA	1631	1.17	0.34	0.058	0.97	0.060	0.97	5.7
Short chain FA	1648	0.36	0.10	0.023	0.95	0.023	0.94	4.2
Medium chain FA	1626	2.11	0.62	0.089	0.98	0.093	0.98	6.7
Long chain FA	1630	1.44	0.44	0.096	0.95	0.100	0.95	4.4

SD = Deviation Standard; SEC = Erreur Standard de calibration; R²C = Coefficient de détermination de la calibration ; SECV = Erreur standard de validation croisée ; R²CV = C de détermination de la cross-validation coefficient; RPD = Rapport de la performance sur la variabilité (rapport de l'erreur standard de validation-croisée sur l'écart type de la population.

Mise en place de bases de données spectrales

Il y a 6 ans, ces partenaires ont décidé d'unir leurs efforts afin de créer la première base de données spectrales commune en élevage bovin au niveau mondial. Cette situation a permis à la Wallonie d'innover et de prendre le leadership en la matière. Après la création de cette plateforme nommée Futurospectre (AWE ; Comité du lait ; CRA-W ; GxABT), une base de données spectrales associées aux données zootechniques, génétiques et/ou analytiques issues du contrôle laitier a été créée. Actuellement, près de 2.375.000 spectres constituent cette base.

Deux autres bases spectrales ont également été créées par la suite : la base spectrale de payement du lait de la région wallonne (Comité du lait ; CRA-W ; GxABT) et la base spectrale OptiMIR, sorte de Futurospectre à l'échelle européenne, qui couvre plusieurs pays d'Europe (Allemagne, France, Luxembourg, Irlande, UK et Wallonie). Reffet de l'expertise reconnue de la Wallonie en la matière, la coordination de ce projet européen est assurée par l'AWE.

Des outils pour demain

Grâce à cette synergie entre ces différents acteurs, la Région wallonne dispose d'outils uniques au monde. La création de nouvelles équations de prédiction et leur application sur les bases de données spectrales, permettent très rapidement d'obtenir des informations importantes tant en qualité qu'en quantité. Ces informations sont en outre disponibles plusieurs années après l'acquisition des spectres, il est donc possible de prédire un paramètre sur des animaux n'existant plus. Ceci a plusieurs avantages : on peut comprendre l'influence des saisons et années pour un paramètre donné, on peut également prédire l'héritabilité d'un paramètre, ou on peut fournir rapidement une information statistique précise et robuste caractérisant l'ensemble de la population des vaches (Arnould et al., 2009 ; Bastin et al., 2011 ; Soyeurt et al., 2009) . Enfin, ces bases de données vont permettre aux équipes de recherches de fournir de nouveaux outils d'aide à la décision (Soyeurt et al., 2012b). Pour parvenir à mettre sur place ces outils, un projet international ambitieux est en cours (projet OptiMIR) dans lesquels les équipes wallonnes font office de moteur.

Références

Arnould, V., & Soyeurt, H. (2009). Genetic variability of milk fatty acids. *Journal of Applied Genetics*, 50(1), 29-39.

Bastin, C, Gengler, N, & Soyeurt, H. (2011). Phenotypic and genetic variability of production traits and milk fatty acid contents across days in milk for Walloon Holstein first-parity cows. *Journal of Dairy Science*, 94(8), 4152-63.

Colinet, F., Vanlierde A., Vanden Bossche S., Sindic, M., Sinnaeve G., Vandenplas J., Soyeurt H., Bastin C., & Gengler N. 2012. Mid-infrared prediction of milk titratable acidity and its genetic variability in first-parity cows. *Proc. of 63rd Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, Brastislava, Slovakia.

- Dehareng, F, Delfosse, C, Froidmont, E, Soyeurt, H, Martin, C, Gengler, N, Vanlierde, A, & Dardenne, P. (2012). Potential use of milk mid-infrared spectra to predict individual methane emission of dairy cows. *Animal*, 6(10), 1694-1701.
- McParland, S, Banos, G, Wall, E, Coffey, M, Soyeurt, H, Veerkamp, R, & Berry, D. (2011). The use of mid-infrared spectrometry to predict body energy status of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 94, 3651-3661
- Soyeurt, H, Dardenne, P, Dehareng, F, Lognay, G, Veselko, D, Marlier, M, Bertozzi, C, Mayeres, P, & Gengler, N. (2006). Estimating fatty acid content in cow milk using mid-infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 89(9), 3690-3695.
- Soyeurt, H, Dehareng, F, Mayeres, P, Bertozzi, C, & Gengler, N. (2008). Variation of delta(9)-desaturase activity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 91(8), 3211-3224.
- Soyeurt, H, Bruwier, D, Romnee, J.-M, Gengler, N, Bertozzi, C, Veselko, D, & Dardenne, P. (2009). Potential estimation of major mineral contents in cow milk using mid-infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 92(6), 2444-2454.
- Soyeurt, H, Dehareng, F, Gengler, N, McParland, S, Wall, E, Berry, D, Coffey, M, & Dardenne, P. (2011). Mid-infrared prediction of bovine milk fatty acids across multiple breeds, production systems, and countries. *Journal of Dairy Science*, 94, 1657-1667.
- Soyeurt, H, McParland, S, Berry, D, Wall, E, Coffey, M, Gengler, N, Dehareng, F, & Dardenne, P. (2012a, August 28). Midinfrared predictions of fatty acids in bovine milk : final results of the RobustMilk project. Paper presented at 63rd Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Bratislava, Slovakia.
- Soyeurt, H, Bastin, C, Colinet, F, Arnould, V, Berry, D, Wall, E, Dehareng, F, Nguyen, N, Dardenne, P, Schefers, J, Vandenplas, J, Weigel, K, Coffey, M, Theron, L, Dettelleux, J, Reding, E, Gengler, N, & McParland, S. (2012b). Mid-Infrared Prediction of Lactoferrin Content in Bovine Milk: Potential Indicator of Mastitis. *Animal*, 6, 1830-1838.