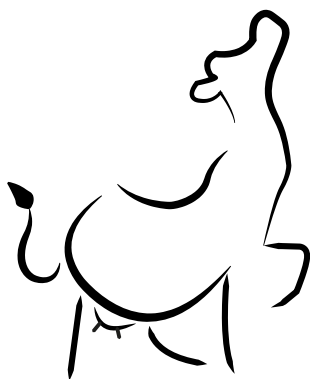


Symposium

sur
les bovins laitiers

du **CRAAQ**



Le mardi
30 octobre 2018
Centrexpo Cogeco
Drummondville



Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec



CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE
ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC

Vision

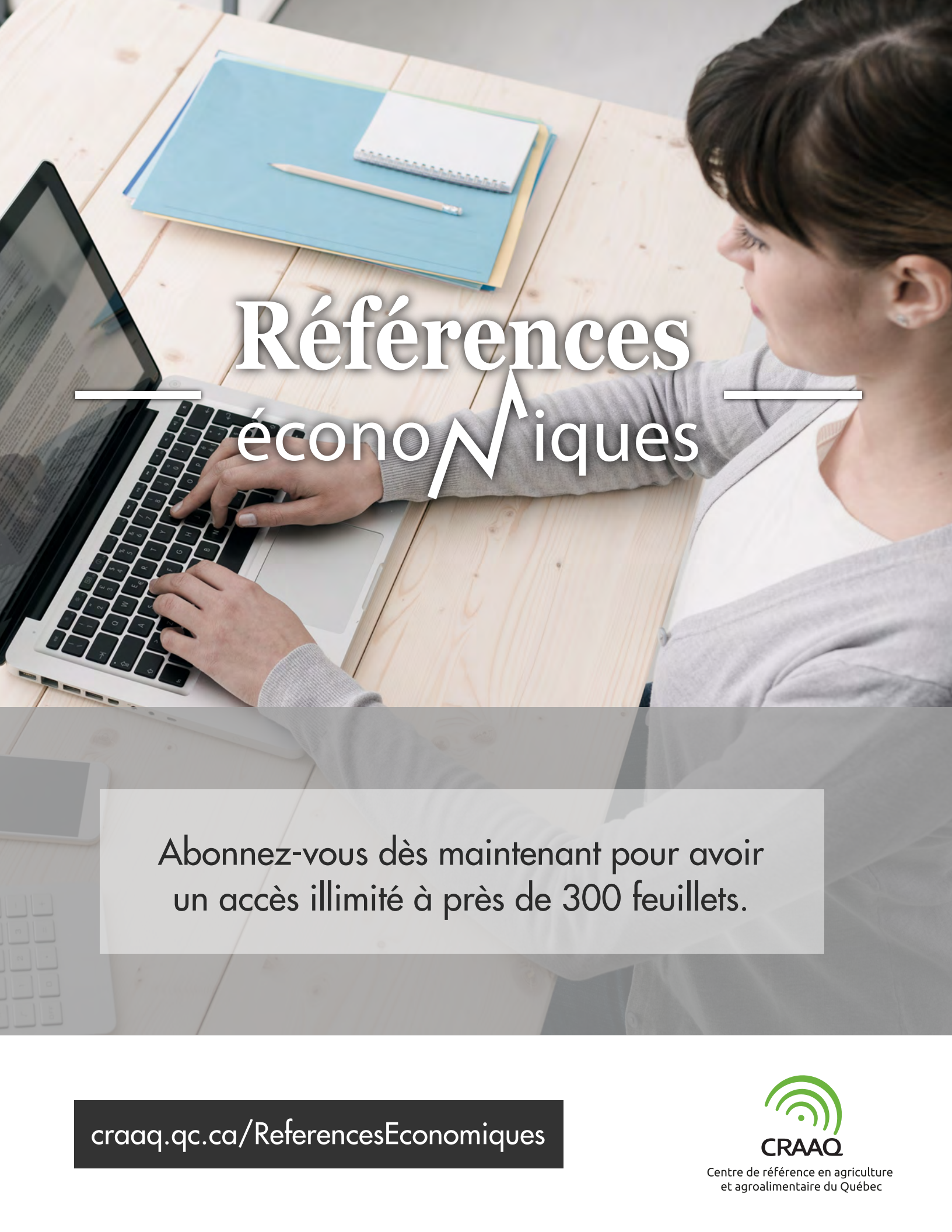
Le CRAAQ souhaite anticiper les besoins et innover dans ses alliances et ses activités de mobilisation et de transfert de connaissances. Il mise sur la collecte de données de diverses sources afin d'intégrer et de générer de nouveaux contenus. Sa notoriété et son professionnalisme l'amèneront à rayonner tant au Québec qu'au-delà de ses frontières.

Mission

S'appuyant sur ses expertises et grâce à la mobilisation de son réseau de membres et de collaborateurs, le CRAAQ a pour mission de produire, de rassembler et d'adapter les connaissances et d'en assurer le transfert par des activités et des outils s'adressant aux différentes clientèles, et ce, pour l'évolution des pratiques du secteur agricole et agroalimentaire au Québec.



craaq.qc.ca



Références économiques

Abonnez-vous dès maintenant pour avoir
un accès illimité à près de 300 feuillets.

craaq.qc.ca/ReferencesEconomiques



Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec



CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE
ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC

Merci à nos partenaires corporatifs



Ainsi que La Financière agricole du Québec et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

Merci à nos membres associés

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC)
Association des producteurs maraîchers du Québec (APMQ)
Association des médecins vétérinaires praticiens du Québec (AMVPQ)
Association des producteurs de fraises et framboises du Québec (APFFQ)
Banque Nationale du Canada
Cain Lamarre S.e.n.c.r.l. / Avocats
BFL CANADA Risques et Assurances inc.
Centre d'études sur les coûts de production en agriculture (CECPA)
Centre d'insémination artificielle du Québec (CIAQ)
Centre de développement du porc (CDPQ)
Centre d'expertise en production ovine du Québec (CEPOQ)
Citadelle, Coopérative de producteurs de sirop d'érable
Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD)
Fédération des apiculteurs du Québec

Financement agricole Canada (FAC)
Fonds d'investissement pour la relève agricole (FIRA)
Gestion agricole du Canada (GAC)
Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)
Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST)
Les Éleveurs de porcs du Québec (EPQ)
Les Producteurs de lait du Québec (PLQ)
Les Producteurs de grains du Québec
Les Producteurs de pommes du Québec
Mouvement Desjardins
Ordre des agronomes du Québec (OAQ)
Union paysanne
Université McGill
Valacta
Via Pôle d'expertise en services-conseils agricoles

Merci à nos collaborateurs médias de leur appui



craaq.qc.ca



Lorsque vous participez à nos événements ou achetez nos publications, vous encouragez la diffusion des nouvelles connaissances et la mise à jour de nos outils de référence. Merci!

Avertissement

Il est interdit de reproduire, traduire ou adapter cet ouvrage, en totalité ou en partie, pour diffusion sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit, incluant la photocopie et la numérisation, sans l'autorisation écrite préalable du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ).

Les contenus publiés dans ce document ont été reproduits tels que soumis et n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs respectifs.

La publicité insérée dans ce document concrétise l'appui du milieu à l'évènement. Sa présence ne signifie pas que le CRAAQ en approuve le contenu ou cautionne les entreprises et organismes concernés.

Pour information et commentaires :

Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec
Édifice Delta 1
2875, boulevard Laurier, 9^e étage
Québec (Québec) G1V 2M2
Téléphone : 418 523-5411
Télécopieur : 418 644-5944
Courriel : client@craaq.qc.ca
www.craaq.qc.ca

© Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec, 2018

Dépôt légal
Bibliothèque et Archives Canada, 2018
Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2018



Ce document a été imprimé sur du papier contenant 100 %
de fibres recyclées postconsommation, certifié Éco-Logo
et Procédé sans chlore et fabriqué à partir d'énergie biogaz.

Comité organisateur

René Roy, Valacta, président du comité organisateur du Symposium

Julie Baillargeon, Valacta

Valérie Bélanger, Novalait inc.,

Édith Charbonneau, Université Laval

Annick Delaquis, La Coop fédérée

Simon Dufour, Université de Montréal

Chantal Fleury, Les Producteurs de lait du Québec

Élyse Gendron, Ferme Val-Bisson inc.

Roxanne Montplaisir, Holstein Québec

Jean-Patrice Nault, CIAQ

Daniel Ouellet, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc

Stéphanie Roy, MAPAQ

Débora Santschi, Valacta

Guylaine Sauvé, ITA, campus de Saint-Hyacinthe

Isabelle Veilleux, Clinique vétérinaire Centre-du-Québec

Coordination

Stefan Edberg Finisse, chargé de projets, CRAAQ

Appui du CRAAQ

Karine Beaupré, responsable de la logistique et des partenariats

Marie-Claude Bouchard, adjointe aux mandats spécifiques

Dany Dion, responsable à l'administration

Audrey Jenkins, adjointe aux   v  nements et au Service à la clientèle

Noémie-Audrey Lecours, chargée de projets au marketing et aux ventes

Véronique Michaud, graphiste

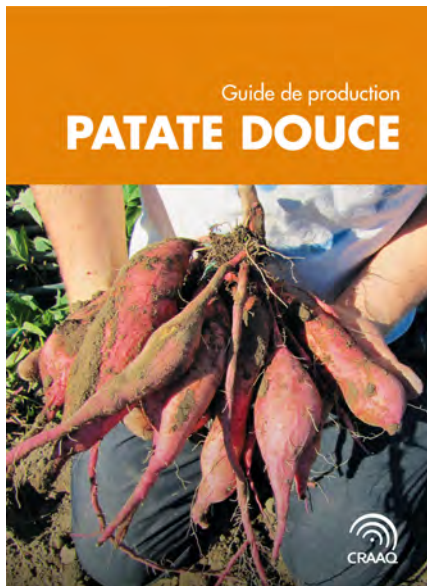
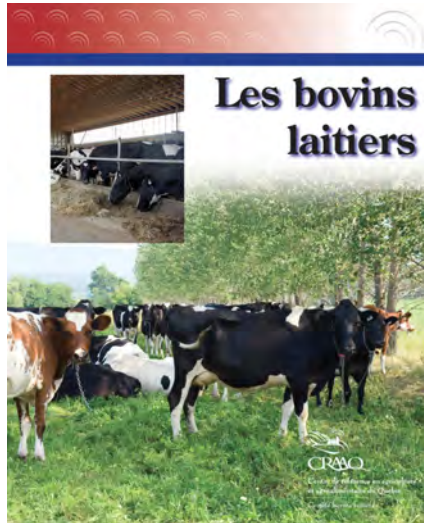
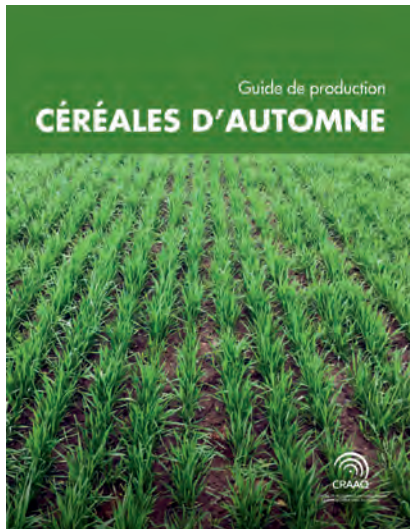
Karine Morin, coordonnatrice des projets et des opérations

Annie Morissette, service à la clientèle et conseillère en information agricole

Nathalie Nadeau, graphiste

Isabelle Tanguay, adjointe à l'administration

Les guides du CRAAQ, une autre façon de découvrir l'agriculture!



Venez les découvrir sur le catalogue
en ligne du CRAAQ

craaq.qc.ca



CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE
ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC



Symposium sur les bovins laitiers

Le mardi 30 octobre 2018
Centrexpo Cogeco Drummondville

Programme

Déjeuner-conférence

- 7 h 30** Différentes réalités des producteurs laitiers du Wisconsin : comment assurent-ils la durabilité de leur ferme dans un contexte de prix du lait incertain
Édith Charbonneau, Ph.D., agronome, professeure, Université Laval

Symposium

8 h à 15 h Café-rencontre



- 9 h** Mot de bienvenue et lancement de la campagne « Je suis chef d'entreprise »
- 9 h 25** Améliorer l'efficacité alimentaire et la précision des rations dans les fermes du Québec.....25
Victor E. Cabrera, Ph.D., professeur agrégé et spécialiste local pour le transfert de connaissances en gestion des élevages laitiers, University of Wisconsin-Madison
- 10 h 15** Présentation des affiches scientifiques8
Valérie Bélanger, Ph.D., agronome, coordonnatrice au transfert, Novalait
- 10 h 25** Pause – visite des kiosques et affiches
- 10 h 45** Quelles options pour améliorer le confort et le bien-être des vaches en stabulation entravées?.....38
Elsa Vasseur, Ph.D., professeure adjointe, département des sciences animales, Université McGill
- 11 h 15** Outils pour maximiser l'utilisation de l'amidon dans les rations de vaches laitières59
Luiz Ferraretto, Ph.D., professeur adjoint, nutrition animale, University of Florida
- 12 h 05** Dîner
- 13 h 25** Efficacité des antibiotiques : peut-on sauver la mise?.....72
Jean-Philippe Roy, M.Sc., D.M.V., Dip. ECBHM, professeur titulaire, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal
- 14 h 05** Le potentiel du lait pour évaluer la santé du troupeau83
Jean Durocher, M.Sc., et M.V., coordonnateur de la santé des troupeaux laitiers, équipe de Recherche et développement, Valacta
- 14 h 40** Pause – visite des kiosques et affiches
- 15 h** Mise en marché des laits de spécialité94
Idriss Éttabaâ, M.A., directeur du développement des affaires, Les Producteurs de lait du Québec
- 15 h 45** Mot des Producteurs de lait du Québec
- 16 h** Mot de la fin, dégustation de fromages et visite des kiosques





Symposium sur les bovins laitiers

Le mardi 30 octobre 2018
Centrexpo Cogeco Drummondville

Résumés des affiches



Améliorer le ratio Énergie / Protéines des fourrages servis aux vaches laitières

Gilles Bélanger¹, Marie-Noëlle Thivierge¹, Gaëtan Tremblay¹, Annie Claessens¹, Annick Bertrand¹, Julie Lajeunesse² et Philippe Seguin³

¹*Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, Québec*

²*Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, Normandin*

³*McGill University, Plant Science Department, Sainte-Anne-de-Bellevue*

Mise en contexte

Dans les fourrages, une concentration suffisamment élevée en énergie rapidement fermentescible dans le rumen par rapport à la concentration en protéines brutes a été suggérée pour améliorer la synthèse protéique microbienne dans le rumen et l'utilisation de l'azote par la vache laitière. L'objectif de nos recherches est d'identifier certaines pratiques culturales permettant de maximiser le ratio entre l'énergie rapidement fermentescible dans le rumen, estimée par les sucres solubles, et les protéines brutes des fourrages.

Résultats et applications pour l'industrie laitière

Le fourrage récolté à la première coupe a un ratio entre les sucres solubles et les protéines brutes (0.57) plus élevé que celui du fourrage de deuxième (0.36) et troisième (0.34) coupes, peu importe le mélange fourrager et les stades développement à la récolte. Les mélanges luzerne-graminées ont des ratios sucres solubles/protéines brutes plus élevés que la luzerne pure (0.44 vs 0.36). Le ratio augmente avec l'augmentation de la proportion de graminées dans le mélange. Les mélanges de luzerne avec le festulolium, le ray-grass vivace ou la fétuque élevée ont un ratio sucres solubles/protéines brutes plus élevé que le mélange avec la fléole des prés.

Retombées pour le secteur laitier

Ces informations sur les pratiques culturales pour maximiser le ratio Énergie / Protéines des fourrages aideront les producteurs de lait à prendre des décisions éclairées quant au choix des mélanges et des espèces fourragères, de même que sur l'utilisation de leurs fourrages de première coupe dans la ration de leurs vaches laitières.

Partenaires financiers

Ce projet a été co-financé par Agriculture et Agroalimentaire Canada et les Producteurs laitiers du Canada dans le cadre de la Grappe de recherche laitière.

Utilisation des revenus du lait par minute au poste de traite pour la sélection des vaches et la rentabilité des fermes munies d'un système de traite robotisée

L. Fadul-Pacheco^{1,2}, G. Bisson¹, R. Lacroix¹, M. Séguin¹, R. Roy¹, E. Vasseur² and D.M. Lefebvre¹

¹*Valacta, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC, Canada*

²*Department of Animal Science, McGill University, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC, Canada*

L'achat d'un système de traite robotisée (STR) représente un investissement important. Il est donc primordial de suivre son efficacité afin de maximiser sa rentabilité.

Le temps d'occupation du poste de traite est une contrainte au volume de production des STR. En conséquence, les vaches les plus efficaces sont celles qui produiront le plus de lait par minute passée au poste de traite.

Un indicateur d'aptitude à la traite alliant l'aspect économique à l'efficacité a été développé : les revenus du lait par minute au poste de traite (RLMPT) (\$/minute).

Une étude a été réalisée à partir des données provenant de 14 troupeaux. Cette étude avait pour but d'évaluer le revenu supplémentaire généré par le remplacement des vaches les moins performantes en terme de RLMPT, soit 10 % du troupeau, par des vaches d'efficacité moyenne en fonction de chacun des troupeaux.

La substitution des vaches les moins performantes par des vaches d'efficacité moyenne a généré un supplément de revenus sur les frais d'alimentation de 27 420 \$ par an. L'étude a démontré que le RLMPT peut être utilisé par les producteurs pour sélectionner les vaches qui devraient demeurer ou non dans le troupeau afin d'améliorer la rentabilité de la ferme.

Partenaires financiers

Ce projet a été rendu possible grâce à une aide financière du Programme de développement sectoriel « Cultivons l'avenir 2 », une initiative conjointe du MAPAQ et d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Financement complémentaire provenant du CRSNG, Novalait, les Producteurs laitiers du Canada et Valacta dans le cadre de la Chaire de recherche industrielle sur La vie durable des bovins laitiers.

Santé des veaux laitiers mis en marché au Québec

Sébastien Buczinski², Louis Blouin¹, Hadja Modié Diakité², Séverine Marquou³, Rémi Laplante¹

¹Producteurs de bovins du Québec

²Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal

³VetAgriSup (Clermont-Ferrand, France)

Mise en contexte

Au Québec, l'agence de vente du bovin de réforme et du veau laitier valorise les veaux laitiers auprès des producteurs de veaux de lait et de grain. L'un des défis majeurs de ces secteurs est l'approvisionnement en veaux laitiers de qualité, en santé et au prix du marché. L'agence de vente dans sa feuille de route 2017-2022 vise prioritairement à améliorer les performances de préparation des veaux laitiers de la naissance à la mise en vente par les fermes laitières et de diminuer les risques de mortalité et de morbidité des veaux laitiers liés à la préparation et au transport. C'est pour ces raisons que cette étude a été menée et qu'elle vise à documenter l'état de santé des veaux laitiers et son impact sur le prix de vente.

Résultats et applications pour l'industrie laitière

La collecte des données a été effectuée dans les encans où se déroulent les ventes de veaux laitiers. Au total, les informations relatives à 3 820 veaux laitiers ont été recueillies par les vétérinaires praticiens. L'échantillon était composé de 82 % de veaux de race laitière, 11 % de croisée-boucherie et de 7 % de diverses races.

Principaux signes cliniques recensés

Les résultats révèlent que les nombrils de 93 % des veaux sont secs, que 94 % de veaux ne présentent aucun signe de diarrhée, que près de 100 % des genoux sont normaux et que 80 % des veaux ne présentent pas d'omphalite (gros nombril).

La présence de certains signes cliniques a plus de répercussions sur les prix de vente des veaux laitiers que d'autres. En effet, selon la méthode des moyennes carrées (LSMeans), le prix de vente des veaux laitiers qui présentent des problèmes d'articulation sont déprimés par les acheteurs lors de la mise en vente. Les veaux d'apparence malade reçoivent également une réduction de leur prix de vente.

Applications pour l'industrie laitière et retombées pour le secteur laitier

Cette étude contribue à améliorer les connaissances sur la santé des veaux laitiers. Elle a pour but de :

- Servir, à court terme, de document de référence au groupe de travail sur la santé des veaux laitiers organisés par les Producteurs de bovins du Québec;
- Permettre, à long terme, par la combinaison de ses résultats et des livrables du groupe de travail, d'élaborer les critères de santé consensuels du veau laitier en vue de leur mise en marché;
- Élaborer et adopter un protocole à appliquer à la ferme laitière pour le producteur et le vétérinaire en vue d'améliorer les conditions de santé du veau;
- Améliorer les étapes de préparation des veaux laitiers en vue de leur mise en marché.

Partenaire financier

Agence de vente des bovins de réforme et veaux laitiers
Producteurs de bovins du Québec

Devrait-on fournir des lits “King Size” aux vaches laitières?

Véronique Boyer¹, Erika Edwards^{1,2}, Maria Francesca Guiso^{1,3}, Steve Adam⁴, Peter Krawczel², Anne-Marie de Passillé⁴, Elsa Vasseur¹

¹Université McGill, département des Sciences Animales

²Université du Tennessee, département des Sciences Animales

³Université de Sassari, faculté des sciences agraires

⁴Valacta

⁵Université de Colombie-Britannique, Centre de recherche et d'éducation en production laitière

Une vache en stabulation entravée passe la totalité de sa journée dans sa stalle; celle-ci doit en conséquence être aménagée en tenant compte de tous les besoins de la vache. Le repos est un besoin important pour la vache laitière, et une variable d'intérêt pour évaluer si l'espace individuel alloué à chaque vache répond à ses besoins. Ce projet de recherche visait donc à évaluer l'impact d'une augmentation de la largeur de la stalle sur la capacité de repos des vaches laitières en stabulation entravée. Deux traitements expérimentaux ont été comparés : la recommandation actuelle, basée sur les dimensions corporelles des vaches [2x (largeur de la vache aux hanches) +6'], et une stalle double.

Si la largeur de la stalle n'a pas eu d'impact significatif sur le temps total de repos, la distribution de celui-ci a différé entre les deux groupes expérimentaux, indiquant que les vaches en stalle double se reposaient différemment des vaches témoin. La qualité des mouvements de coucher des vaches en stalle double a également été améliorée, notamment par une diminution de près de 34% des contacts avec les barres au moment du coucher. Les vaches en stalle double ont également utilisé plus de postures de repos différentes, et fait intrusion dans les stalles voisines moins fréquemment avec leurs membres postérieurs, utilisant à la place l'espace additionnel qui était mis à leur disposition. Ces résultats montrent que les vaches sont plus confortables avec plus de largeur : la recommandation actuelle serait donc le minimum à fournir, et ces résultats pourraient être appliqués pour les stabulations entravées comme pour les stabulations libres.

Ainsi, si doubler la largeur de toutes les stalles apparaît difficilement applicable sur toutes les fermes aujourd'hui, cette solution pourrait néanmoins être mise en place comme aide ponctuelle pour améliorer le confort ou faciliter la récupération d'individus particuliers au sein des troupeaux en stabulation entravée.

Remerciements

Merci à tous les partenaires financiers pour leur soutien: le Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et Génie (CRSNG), Novalait, Les Producteurs Laitiers du Canada et Valacta et l'Université McGill, via la Chaire de Recherche Industrielle sur la Vie durable des bovins laitiers, ainsi que le CRSNG, Op⁺Lait et le Fonds de Recherche Québécois Nature et Technologies (FRQNT) pour les bourses d'études graduées. Merci également aux employés de la ferme du Campus Macdonald. Un ÉNORME merci à tous les assistant(e)s de recherche qui ont contribué à la collecte et à la manipulation des données de ce projet.

Démonstration des effets biologiques de repousser l'insémination des vaches en stress métabolique du jour 60 au jour 120 post-partum

Catherine Chaput¹, Isabelle Dufort¹, Janie Lévesque², Marc-André Sirard¹

¹Université Laval

²Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD)

En début de lactation, la vache subit un stress important occasionné par l'impossibilité de combler l'ensemble de ses besoins énergétiques par son alimentation. Ce stress est d'autant plus élevé si la vache est une bonne productrice. Cette période caractéristique appelée balance énergétique négative entraîne un épuisement des réserves corporelles de l'animal et représente un défi métabolique important. Or, on sait que ce déficit au moment de l'insémination entraîne aussi des répercussions épigénétiques intergénérationnelles, soit une baisse de la production laitière ainsi que de la fertilité potentielle de la génisse. Malheureusement, depuis maintenant plus de 40 ans on incite les producteurs à inséminer leurs vaches à 60 jours après le vêlage. Ce contexte favorise malheureusement des dépenses accrues pour l'insémination, les frais vétérinaires et parfois une décision de remplacement prématurée.

Afin de vérifier si les génisses produites pendant cette période de balance énergétique négative sont différentes, nous avons effectué une stimulation ovarienne chez des vaches classées selon le niveau de bêta-hydroxybutyrate (BHB) sanguin au jour 60 post-partum et nous avons récolté les embryons sept jours après leur insémination. Nous avons ensuite analysé l'expression de tous les gènes (environ 40,000), selon le niveau de BHB, afin de constater qu'il existe plus d'une centaine de gènes affectés par la signature métabolique de la mère. La confirmation de la conservation de ces changements a été effectuée en mesurant la méthylation de l'ADN, qui est reconnue pour changer la programmation des gènes à long terme. Il reste maintenant à vérifier si des traces de cette signature demeurent chez la progéniture en utilisant l'ADN du sang récolté au moment de la naissance.

En conclusion, nos résultats montrent que lorsque l'insémination est effectuée à 60 jours après le vêlage, lorsque la vache est en déficit énergétique important, les embryons produits possèdent une signature caractéristique. Nous espérons que ce projet permettra de mieux comprendre l'impact du déficit énergétique en début de lactation sur les performances de la future génisse afin que les producteurs puissent faire des choix judicieux quant au moment d'insémination, et ce, selon le niveau de BHB.

Partenaires financiers

Les partenaires financiers sans lesquels ce projet n'aurait pas été possible regroupent le Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies (FRQNT), le consortium de recherche et innovations en bioprocédés industriels au Québec (CRIBIQ) ainsi que Novalait.

Les probiotiques augmentent la taille des populations de bactéries bénéfiques dans le tractus gastro-intestinal des veaux laitiers

Étudiante : **Bridget E. Fomenky**

Responsable : **Eveline M. Ibeagha-Awemu**

Bridget E. Fomenky^{1,2}, Duy N. Do^{1,3}, Guylaine Talbot¹, Johanne Chiquette¹, Nathalie Bissonnette¹, Yvan P. Chouinard², Martin Lessard¹, et Eveline M. Ibeagha-Awemu¹*

¹ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada J1M 0C8

² Département des sciences animales, Université Laval, Québec, Québec, Canada G1V 0A6

³ Département des sciences animales, Université McGill, Ste-Anne-de-Bellevue, Québec, Canada H9X 3V9

Notre étude a caractérisé la communauté des bactéries et s'est penchée sur les fonctions possibles des bactéries du TGI des veaux laitiers ayant consommé une levure (*Saccharomyces cerevisiae* *boulardii*, CNCM I-1079 [SCB]) et des bactéries (*Lactobacillus acidophilus* BT1386 [LA]) probiotiques. Vingt-quatre veaux laitiers d'environ 5 jours (8 par traitement) ont reçu une ration témoin (traitement RT), une RT enrichie de SCB (traitement SCB) ou une ration enrichie de LA (traitement LA) pendant 96 jours. Au jour 33 (avant le sevrage, n = 16) et au jour 96 (après le sevrage n = 16), des digesta et de la muqueuse de sites gastro-intestinaux (rumen, iléon et côlon) ont été prélevés. Les deux probiotiques (SCB et LA) ont stimulé la croissance des populations bactériennes bénéfiques dans le TGI, surtout au cours de la période de présevrage et surtout dans l'iléon. Le probiotique SCB a augmenté la quantité des bactéries bénéfiques (*Ruminococcaceae* UGC 005, *Roseburia* et *Olsenella*) et réduit la quantité des bactéries pathogènes *Peptoclostridium*. Les SCB et LA ont significativement réduit la quantité de bactéries pathogènes (*Streptococcus* et *Tyzzzeria_4*) et accru la quantité des bactéries bénéfiques *Fibrobacter*. *Ruminococcaceae* dégrade les glucides complexes et la mucine, ce qui augmente la production de mucus. Les bactéries *Olsenella* augmentent la sécrétion biliaire, essentielle à la digestion et à l'absorption des graisses et des vitamines liposolubles dans l'intestin grêle. *Roseburia* est une bactérie produisant des acides gras à chaîne courte, en particulier du butyrate, lequel fournit de l'énergie aux cellules du TGI. *Fibrobacter* favorise la dégradation de la cellulose végétale dans le TGI des ruminants. SCB a réduit la population de plusieurs bactéries pathogènes liées à la diarrhée infectieuse et à des infections respiratoires et cardiaques telles que les bactéries, *Peptoclostridium*, *Streptococcus* et *Tyzzzeria_4* dans le TGI.

Application : l'ajout de probiotiques en début de vie (avant le sevrage) est plus bénéfique pour la croissance animale. L'étude pourrait donc faciliter la mise au point de probiotiques comme solution de rechange à l'utilisation des antibiotiques stimulateurs de croissance dans l'élevage des veaux laitiers.

Stratégies optimales de gestion des déjections pour des fermes laitières québécoises productives et faibles émettrices de GES

S. Fournel^{*1}, E. Charbonneau*, S. Binggeli*, J.-M. Dion*, D. Pellerin*, M.H. Chantigny†, S. Godbout‡

** Département des sciences animales, Université Laval, Québec, Québec, Canada G1V 0A6*

† Centre de recherche et de développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec, Québec, Canada G1V 2J3

‡ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Québec, Québec, Canada G1P 3W8

¹Présentateur de l'affiche : sebastien.fournel.1@ulaval.ca et +1-418-656-2131 poste 8139

Alors que les étables laitières québécoises utilisent la stabulation entravée et la gestion solide des fumiers de façon traditionnelle, les projets de rénovation ou de construction d'étables s'orientent désormais vers la stabulation libre et la gestion liquide des fumiers pour des raisons pratiques et économiques. Par contre, les impacts environnementaux de cette transition demeurent méconnus. Le projet visait donc à déterminer par modélisation, pour deux fermes laitières représentatives de la Montérégie et du Bas-St-Laurent, les pratiques à privilégier en matière de stabulation, de gestion des déjections, de litière et de méthodes d'atténuation des gaz à effet de serre (GES) afin que les entreprises d'ici soient viables et faibles émettrices de GES.

Le mode de stabulation (entravée vs libre) et le type de gestion (solide vs liquide) ont peu d'influence sur le revenu net des fermes. Cependant, la stabulation libre et la gestion solide nécessitent davantage d'intrants azotés, ce qui a pour conséquence de générer légèrement plus de GES. Parmi les litières étudiées (copeaux de bois, sable, fumier recyclé et paille de panic érigé), le sable et la paille de panic érigé (sauf pour les fermes du Bas-St-Laurent en gestion solide) améliorent le revenu net, tout en atténuant les GES par rapport au scénario de base avec paille de céréales. Du côté des méthodes de mitigation (incorporation, séparation solide-liquide, compostage, couverture de fosse et digestion anaérobie), seule l'intégration d'une couverture de fosse offre un rapport coût-efficacité positif.

L'avancement des connaissances et l'établissement de recommandations sur les meilleures stratégies de gestion des déjections en production laitière au Québec permettront une meilleure prise de décision par les producteurs agricoles dans la mise en place de bonnes pratiques de gestion des déjections.

Partenaires financiers

Ce projet a été réalisé grâce au financement du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) en vertu de la Partie 4 du programme Prime-Vert, du Fonds de recherche du Québec en Nature et technologies (FRQNT) en vertu d'une bourse postdoctorale en recherche et de Mitacs en vertu du programme Accélération.

Évaluation du rendement et de la valeur nutritive des fourrages riches en tanins condensés ou en lactones sesquiterpènes

Étudiant : Marihouma Koné¹ (étudiant à la maîtrise en biologie végétale)

Directrice : Dre Caroline Halde¹

Co-directeur : Dr Gaëtan Tremblay²

Autres collaborateurs : Julie Lajeunesse³, Céline Georlette⁴, Philippe Seguin⁵, Ayitre Akpakouma⁶, Marie-Pier Aubin⁴, Gilles Bélanger², Annie Claessens², Stéphanie Landry⁷ et Huguette Martel⁸

¹*Département de phytologie, Université Laval, Québec, QC, Canada*

²*Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Québec, QC, Canada*

³*AAC, Normandin, QC, Canada*

⁴*Centre de Développement Bioalimentaire du Québec, La Pocatière, QC, Canada*

⁵*Department of Plant Science, Université McGill, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC, Canada*

⁶*Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), Rivière-du-Loup, QC, Canada*

⁷*MAPAQ, Rimouski, QC, Canada*

⁸*MAPAQ, Sherbrooke, QC, Canada*

L'augmentation grandissante de la résistance des parasites intestinaux aux anthelminthiques nécessite de chercher de nouvelles alternatives de lutte contre les parasites intestinaux chez les ruminants au pâturage. L'utilisation des fourrages riches en tanins condensés ou en lactones sesquiterpènes et adaptés aux conditions québécoises pourrait réduire le parasitisme chez les ruminants au pâturage tout en aidant à mieux équilibrer leur ration en protéine. Nous avons comparé en parcelles le fourrage de chicorée (commune), de sainfoin (cv. Mountainview), et de lotier corniculé (cv. AC Langille, Bruce et Exact) à la luzerne (cv. CRS-1001). L'expérience au champ s'est déroulée à quatre sites au Québec (Sainte-Anne-de-Bellevue, Saint-Augustin-de-Desmaures, La Pocatière et Normandin) pendant deux années (2016 et 2017). Nos résultats suggèrent que la chicorée, les trois cultivars du lotier corniculé et la luzerne ont produit des rendements saisonniers variant entre 0,5 et 5,0 t MS ha⁻¹ à tous les sites. La survie du sainfoin n'a par contre pas été satisfaisante lors de l'hiver 2016-2017 sur tous les sites d'étude, puisque qu'il n'a pas bien performé dès la 1^{ère} récolte de 2017. Le sainfoin avait cependant la teneur la plus élevée en tanins condensés, avec en moyenne 10,7 g kg⁻¹ MS. Le cultivar Exact du lotier corniculé avait une teneur en tanins condensés légèrement supérieure (3,2 g kg⁻¹ MS) à celle des deux autres cultivars de lotier (2,7 g kg⁻¹ MS). L'utilisation de ces espèces sur des fermes québécoises pourrait permettre de prévenir le parasitisme intestinal, d'améliorer les performances animales et de réduire les coûts de production.

Partenaires financiers du projet : MAPAQ (PADAAR) et CRSNG.

Changer de graminée fourragère : modélisation des impacts sur la ferme

Jean-Philippe Laroche¹, Véronique Ouellet¹, Gilles Bélanger², Gaëtan Tremblay², Philippe Seguin³, Florence Pomerleau-Lacasse³ et Édith Charbonneau¹

¹Département des sciences animales, Université Laval, Québec.

²Centre de recherche et de développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec.

³Département des sciences végétales, Université McGill, Campus Macdonald, Saint-Anne-de-Bellevue.

Mise en contexte

Le réchauffement climatique dans les régions agricoles du Québec et les variations prévues des précipitations affecteront la production fourragère sur les fermes laitières. Certaines régions du Québec commencent déjà à ressentir les répercussions de ces changements. La fléole des prés, graminée la plus utilisée dans les mélanges fourragers au Québec, pourrait être affectée puisque son regain est plutôt faible sous les conditions sèches et chaudes de l'été. Ainsi, des graminées fourragères alternatives à la fléole des prés peuvent être envisagées. L'objectif de ce projet était d'évaluer, par le biais de la modélisation, l'impact du choix de la graminée dans les associations binaires à base de luzerne dans les rotations sur la rentabilité des fermes.

Résultats et applications pour l'industrie laitière

Pour une ferme typique d'une région au climat plus frais, l'association luzerne + fétuque élevée s'est démarquée avec un bénéfice net de 12,5 \$/100 kg de lait corrigé à 3,8 % de gras et 3,3 % de protéines (LCGP) comparativement à 12,1 \$/100 kg de LCGP pour la luzerne + fléole des prés, 11,5 \$/100 kg de LCGP pour la luzerne + fétuque des prés et 11,3 \$/100 kg de LCGP pour la luzerne + brome des prés. Pour une ferme typique d'une région au climat plus chaud, de faibles variations au niveau du bénéfice net ont été observées entre les associations avec une variation maximale de 0,4 \$/100 kg de LCGP. Ainsi, sous les conditions climatiques actuelles, notre analyse au niveau de la ferme indique que dans la région la plus fraîche, l'association luzerne + fétuque élevée pourrait être une alternative intéressante à l'association luzerne + fléole des prés alors que toutes les espèces à l'étude semblent adaptées dans la région la plus chaude.

Retombées pour le secteur laitier

Ces nouvelles connaissances sur la performance de plusieurs graminées fourragères en association avec la luzerne permettent aux producteurs laitiers du Québec de faire des choix plus éclairés. L'extrapolation de ces résultats pour les conditions climatiques futures, par le biais de la modélisation, devrait permettre d'établir des recommandations optimisant la durabilité éventuelle des fermes laitières québécoises.

Partenaires financiers

Ce projet de recherche a été financé par l'action concertée FRQNT-Novalait-MAPAQ. Deux étudiantes ont reçu des bourses du CRSNG et du FRQNT.

Les fourrages cultivés en région nordique ont-ils une meilleure valeur nutritive?

Julie Lauzon et Rachel Gervais, Université Laval. Gaëtan Tremblay, Gilles Bélanger et Julie Lajeunesse, Agriculture et Agroalimentaire Canada. Philippe Seguin, Université McGill.

Mise en contexte

La valeur nutritive des fourrages est influencée par la température lors de la période de croissance. Cependant, aucune étude au Québec ne fait état de l'effet de conditions climatiques contrastées de différentes régions sur la valeur nutritive des fourrages cultivés au champ. Notre objectif était donc de déterminer s'il y a une différence dans la valeur nutritive du fourrage cultivé dans trois régions du Québec ayant des climats contrastés.

Résultats et applications pour l'industrie

La valeur nutritive de la luzerne et de la fléole des prés, caractérisée par la teneur en fibres et la digestibilité du fourrage aux stades recommandés de récolte, était supérieure en région nordique (Normandin) que dans deux autres régions plus au sud de la province (Québec et Montréal). Cependant, cette meilleure valeur nutritive du fourrage était associée à un rendement significativement plus faible au site nordique. Ainsi, pour un même rendement, la valeur nutritive de la luzerne et de la fléole des prés était égale ou supérieure aux sites plus au sud par rapport au site nordique. Les fourrages de luzerne et de fléole des prés des trois régions étaient similaires en termes de teneurs en sucres, protéines brutes et acides gras. De plus, nous avons aussi observé que le nombre de degrés-jours de croissance requis pour que le fourrage atteigne un certain stade de développement varie selon les régions.

Retombées sur le secteur

Au Québec, à un stade de développement donné, les fourrages dont la croissance a lieu en climat nordique ont une meilleure valeur nutritive mais des rendements plus faibles que ceux cultivés en régions plus au sud. Ces résultats coïncident avec ceux obtenus en milieu contrôlé. À plus ou moins longs termes, il sera nécessaire d'établir plus précisément la relation entre les degrés-jours de croissance et les stades de développement de manière spécifique à chaque région.

Partenaires financiers

Fonds de recherche agroalimentaire axé sur l'agriculture nordique du Saguenay-Lac-Saint-Jean et Fonds de recherche du Québec nature et technologies.

Variabilité de l'absorption du colostrum dans les troupeaux laitiers

Marie-Pascale Morin, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Montréal

Les veaux naissent sans anticorps dans le sang, ils ont donc besoin d'absorber rapidement les immunoglobulines du colostrum. Le transfert d'immunoglobulines d'origines maternelles au veau se nomme le transfert d'immunité passive (TIP). Le TIP offre une protection durant les premières semaines de vie, notamment contre les diarrhées néonatales et pneumonies. Un TIP réussi à l'échelle du troupeau permet de maximiser les chances d'avoir un troupeau ayant des veaux en santé. De ce fait, cette étude vise à mesurer le succès du TIP dans 55 troupeaux laitiers, pour identifier les pratiques de régies responsables de ce succès. Dans cette étude 3 pratiques ont été identifiées comme associées à une meilleure proportion de succès du TIP dans les troupeaux. Ces facteurs sont la prévalence du délai d'ingestion adéquat (défini comme le pourcentage de veaux recevant le colostrum dans les trois premières heures suivant la naissance), la prévalence du volume adéquat (défini comme le pourcentage de veaux recevant 2 litres et plus de colostrum lors du premier repas) et la prévalence de colostrum de bonne qualité en anticorps. Grâce aux résultats de cette étude, les vétérinaires pourront cibler les pratiques à améliorer par les producteurs pour permettre aux producteurs de faire des changements concrets au niveau de leur troupeau. Nous espérons ainsi dans le futur réduire les pertes financières liées à un mauvais succès du TIP dans les troupeaux laitiers (mortalité, maladie et traitement).

Partenaires financiers

Les partenaires financiers sont le regroupement de recherche pour un lait de qualité optimale (Op+lait) et le fonds de recherche Zoetis de la clinique ambulatoire bovine de l'Université de Montréal.

Est-ce que les vaches laitières du Québec souffrent de stress thermique ?

Véronique Ouellet, V. E. Cabrera., A. L.-Bellavance, S. Fournel, L. Fadul-Pacheco et Édith Charbonneau

Mise en contexte

Le stress thermique est une condition reconnue pour entraîner des conséquences négatives sur les performances, la santé et le bien-être des vaches laitières. Jusqu'à maintenant, ce sujet a principalement été étudié dans des régions caractérisées par des températures élevées tout au long de l'année. Notre équipe de recherche s'est intéressée à ce phénomène au Québec. Nos objectifs étaient de : (1) déterminer si l'environnement des étables laitières est susceptible de provoquer un stress thermique chez les vaches laitières; et (2) quantifier les effets du stress thermique sur la production et sur la composition du lait au Québec.

Résultats et applications

Nos résultats recueillis au Bas-Saint-Laurent et en Montérégie ont démontré que l'indice de température et d'humidité (ITH) moyen mesuré pendant l'été 2017 (juin, juillet et août) dans les deux régions dépasse le seuil auquel il est possible d'observer des conséquences liées au stress thermique. De plus, nos résultats suggèrent que les performances laitières des vaches diminuent avec l'augmentation du nombre de journées avec un stress thermique. Des diminutions maximales de 3, 6, et 4 % ont été mesurées pour la production de lait corrigé (kg/j), le pourcentage de gras et le pourcentage de protéines du lait, respectivement.

Retombées pour le secteur laitier

Les connaissances concernant le stress thermique au Québec contribuent au développement de stratégies d'adaptation implantables sur les fermes laitières québécoises. Ces stratégies visent ultimement à optimiser la durabilité des fermes dans des contextes climatiques actuels et futurs.

Partenaires financiers

Ce projet a été réalisé grâce au financement du Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) et du Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatique Ouranos. L'étudiante en charge du projet a reçu une bourse du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).

L'orge nue peut remplacer partiellement et avantageusement le maïs-grain dans l'alimentation des bovins laitiers

Auteurs : Cristiano Côrtes, Vicky Poirier, Annie Perron, Stéphanie Claveau et Gérard Landry (Agrinova)

Collaborateurs : Gabriel Guay et Jacob Gauthier (Ferme des Sureaux inc.), Luc Belzile et Denise Godonou (IRDA) et Cécile Tétreault (Synagri)

Ce projet a été financé par le programme Innov'Action du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

Dans certaines régions plus nordiques comme le Saguenay–Lac-Saint-Jean, la production de maïs-grain, l'aliment de référence, est faible due à la courte saison de croissance ainsi qu'aux faibles unités thermiques maïs. Les producteurs de lait sont continuellement à la recherche de céréales viables dans des conditions plutôt nordiques. L'objectif de ce projet était d'étudier les effets du remplacement du maïs-grain par l'orge nue sur les performances zootechniques et technico-économiques des vaches laitières en conditions de ferme commerciale. Deux groupes de vaches ont été comparés (maïs-grain et orge nue). Les résultats obtenus ont démontré qu'une substitution de 38,5 % du maïs-grain de la ration par l'orge nue a permis d'obtenir des performances zootechniques équivalentes chez les vaches laitières de deux groupes. Le plus faible coût de l'inclusion de l'orge nue dans les rations (260 \$/tonne), comparativement au maïs-grain (271 \$/tonne), associé à une économie de supplément protéique permise par le taux de protéines plus élevé de l'orge nue, a avantage l'utilisation de cette céréale. La substitution du maïs-grain par l'orge nue a permis une économie de 176 \$/vache/année, ce qui équivaut à une économie de plus de 12 000 \$/année pour une ferme comptant 70 vaches en lactation. L'orge nue peut également représenter une alternative pour les fermes biologiques, étant donné son appellation sans organisme génétiquement modifié. Il serait envisageable de refaire des essais en augmentant l'apport d'orge nue dans les rations.

Le profil en acides gras des suppléments lipidiques utilisés dans l'alimentation influence les performances de production et la fertilité de la vache laitière en début de lactation

M. Plante-Dubé¹², I. Gilbert², R. Gervais¹, C. Robert¹², B. Vlaeminck³, V. Fievez³, P.Y. Chouinard¹²

¹Département des sciences animales, Université Laval, Québec, Canada

²Institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels, Université Laval, Québec, Canada

³Département des productions animales, Université de Gand, Flandre-Orientale, Belgique

Mise en contexte

Un retard ou une absence de retour en gestation chez la vache laitière haute productrice engendre des coûts importants pour l'entreprise laitière et une diminution de sa productivité. La mortalité embryonnaire précoce, liée à une mauvaise qualité des ovocytes dans les premiers mois suivant la parturition, serait une cause probable d'une diminution de la fertilité. Une plus faible teneur en acides gras (AG) monoinsaturés dans l'ovocyte étant associée à une baisse de fertilité (Zeron et al., 2001), cette étude vise à comparer les effets de deux suppléments lipidiques enrichis soit en acide palmitique (AG saturé; 16:0) soit en acide palmitoléique (AG monoinsaturé; 16:1; huile d'argousier), sur les performances laitières, le profil en AG du plasma, du lait et du liquide folliculaire et l'expression génique liée au métabolisme lipidique des cellules de la granulosa.

Résultats et applications pour l'industrie laitière

Les traitements n'ont pas eu d'effet marqué sur les performances laitières. Par contre, ils ont affecté significativement la composition en AG du lait et des classes lipidiques du plasma, ayant dans les deux cas, une teneur plus élevée en 16:1 et plus faible en 16:0 pour le traitement d'huile d'argousier. Le stade de lactation et le profil en acides gras de la ration ont aussi eu tendance à influencer le métabolisme lipidique des cellules de la granulosa.

Certaines fermes laitières québécoises utilisent des suppléments lipidiques riches en acide palmitique (AG saturé) afin d'augmenter la production de matières grasses laitières. Toutefois, les effets de ces suppléments sur la fertilité et le succès reproducteur de la vache haute productrice sont encore peu connus.

Retombées pour le secteur laitier

L'huile d'argousier est riche en AG monoinsaturés qui semblent favoriser la formation d'ovocytes matures de meilleure qualité pour la fécondation. Elle est alors perçue comme une ressource alimentaire alternative qui pourrait, si l'hypothèse se vérifie, contribuer à réduire les problèmes d'infertilité rencontrés sous certaines conditions.

Partenaires financiers

Les auteurs aimeraient remercier le Fonds de Recherche du Québec – Nature et technologies (FRQ-NT), le Fonds Wetenschappelijk Onderzoek (FWO) et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) pour leur support financier. Ils souhaitent également souligner l'aide indispensable du Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD) pour la gestion du troupeau laitier et le Département des sciences animales de l'Université Laval pour le support professionnel au laboratoire.

‘Creatures of Comfort’: L’impact du logement lors de la période de tarissement sur les comportements de repos des vaches laitières

Elise Shepley¹, Giovanni Obinu^{1,2}, Tanguy Bruneau^{1,3}, and Elsa Vasseur¹

¹*Université McGill, Département des Sciences Animales*

²*Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Agraria*

³*Université d’Angers, Institut Universitaire de technologie d’Angers-Cholet, Département de Génie Biologique*

Les comportements de repos sont un indicateur important de la santé d’une vache et du confort dans son environnement. Le logement peut avoir un impact significatif sur son bien-être général, en particulier pendant la période tarissement, car la vache subit un certain nombre de changements physiologiques en préparation au vêlage. C’est aussi un moment où la conduite d’élevage est modifiée par rapport au troupeau en lactation. Le tarissement est donc une période idéale pour investiguer l’impact de sortir la vache laitière de sa stalle en lui fournissant un logement alternatif, par exemple, un parc de tarissement, et de vérifier comment ce logement répond à ses besoins notamment en termes de confort et de qualité de repos pendant la préparation au vêlage. Ce projet de recherche vise donc à déterminer si loger des vaches laitières en enclos plutôt qu’en stalle attachée durant les huit semaines du tarissement : 1) augmente le temps de repos et 2) améliore l’aisance de mouvement des vaches durant les transitions (levers et couchers).

Les vaches tarées logées en enclos sur litière profonde ont passé plus de temps couchées que les vaches logées en stalle attachée, bien que la différence ne soit pas significative, statistiquement. En enclos, on a observé une amélioration de l’aisance des vaches lors des mouvements de lever et de coucher, avec notamment une diminution des collisions avec les éléments de l’environnement, ainsi qu’une diminution de la prévalence des comportements anormaux au moment du coucher. Elles ont également utilisé une plus grande variété de postures de repos. Ces avantages peuvent être attribués à une combinaison de moins d’obstacles grâce à l’élimination des diviseurs et autres éléments de la stalle, à un espace accru pour la zone de repos et à une surface de repos plus compressible et donc plus confortable. En somme, mieux comprendre l’impact que l’environnement dans lequel les vaches sont logées a sur leurs comportements de repos permettra de formuler des recommandations d’options de logement alternatif pour les producteurs laitiers.

Loger ses vaches en parc de tarissement, c’est donner à la vache la chance de se refaire une condition pour la prochaine lactation. Cette pratique est déjà utilisée par des producteurs laitiers au Québec - cette étude établit des références pour élargir l’implantation de parcs de tarissement.

Partenaires financiers

Merci à nos partenaires financiers: Novalait, les Producteurs laitiers du Canada et Valacta via la Chaire de recherche industrielle du Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et Génie du Canada sur la Vie durable des bovins laitiers, détenue par Elsa Vasseur. Merci également à Mitacs, via son programme Accelerate, pour la bourse d’études graduées.



Symposium sur les bovins laitiers

Le mardi 30 octobre 2018
Centrexpo Cogeco Drummondville

Conférences



Symposium sur les bovins laitiers

Le mardi 30 octobre 2018

Centrexpo Cogeco Drummondville

Améliorer l'efficacité alimentaire et la précision des rations dans les fermes au Québec

Victor E. Cabrera, Ph.D., professeur agrégé et spécialiste local pour le transfert de connaissances en gestion des élevages laitiers
University of Wisconsin-Madison

Collaborateurs

Jorge A. Barrientos¹, Édith Charbonneau², Simon Binggeli² et Victor Cabrera¹

¹Département des sciences laitières,
University of Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin, É.-U.

²Département des sciences animales, Université Laval, Québec, Canada



Améliorer l'efficacité alimentaire et la précision des rations dans les fermes du Québec

FAITS SAILLANTS

- Les stratégies de groupage nutritionnel visent à rassembler les vaches en lactation en fonction de la ressemblance de leurs besoins nutritionnels.
- La création de groupes de vaches en lactation plus homogènes en ce qui a trait aux besoins nutritionnels facilite la formulation de ration ayant une plus grande précision nutritionnelle.
- Une meilleure précision nutritionnelle est possible puisqu'il y a une meilleure répartition des éléments nutritifs au sein des divers groupes nutritionnels de vaches en lactation.
- L'amélioration de la précision nutritionnelle génère des économies résultant de la baisse du coût des rations.

INTRODUCTION

D'un point de vue nutritionnel, regrouper les vaches par groupes ayant des besoins nutritionnels plus homogènes et donc, servir des rations offrant une plus grande précision nutritionnelle est une stratégie qui pourrait améliorer la rentabilité des fermes laitières. Plusieurs auteurs ont démontré que les stratégies de regroupement nutritionnel généraient des avantages productifs et économiques dans les fermes laitières (Coppock 1977; McGilliard et coll. 1983; Pecsok et coll. 1992; Williams et Oltenacu 1992; Stallings 2011; Cabrera et coll. 2012; Kalantari et coll. 2016). Même si regrouper les vaches en fonction de leur âge, de leur stade de lactation, de leur statut reproductif et de leur état de santé est pratique courante dans les fermes laitières, les stratégies de regroupement nutritionnel n'ont pas été largement adoptées en raison de leur incidence sur la gestion, comme les déplacements plus fréquents de vaches d'un groupe à l'autre, l'aménagement des installations et les contraintes de main-d'œuvre, ou une perception de baisse en production laitière lors du groupage et des changements de ration (Contreras-Govea et coll., 2015). Néanmoins, les technologies actuelles de saisie de données, les systèmes d'alimentation et les pratiques de regroupement des vaches qu'on retrouve dans les fermes laitières ouvrent la voie à l'élaboration d'un modèle qui faciliterait la mise en œuvre d'une stratégie de regroupement nutritionnel sans nécessiter des changements radicaux à la gestion de la ferme (Cabrera et coll. 2012; Cabrera et Kalantari, 2016; Kalantari, et coll. 2016). La présente étude avait pour objectif d'évaluer la mise en œuvre d'une stratégie de regroupement nutritionnel conçue pour améliorer la précision nutritionnelle et réduire le coût des rations servies aux vaches en lactation dans les fermes laitières commerciales du Québec (Canada) à partir de données d'une ferme représentative à titre d'étude de cas.

MÉTHODOLOGIE

Cette analyse a été exécutée en trois étapes principales : (1) l'analyse descriptive de l'alimentation à la ferme et de la gestion du groupage des vaches, (2) l'élaboration d'un modèle normatif pour la mise en place de la stratégie de regroupement nutritionnel, et (3) une analyse comparative nutritionnelle et économique. L'analyse statistique et le développement de modèle ont été exécutés dans le langage et l'environnement de programmation R (*R Development Core Team* 2010).

Analyse descriptive de la gestion de la ferme

Un ensemble de données d'un contrôle laitier a été recueilli d'une ferme laitière commerciale ayant 79 vaches Holstein en lactation située au Québec (Canada). Bien que la ferme choisie ne soit pas nécessairement représentative de la population de toutes les fermes, il s'agit ici d'une étude pilote qui cherche à démontrer l'utilité générale du groupage nutritionnel grâce à notre cadre méthodologique. Sans être identique partout, un groupage nutritionnel permettra l'amélioration générale de la précision nutritionnelle et la réduction du coût des rations dans la plupart des fermes du Québec.

Les données des vaches recueillies comprenaient l'identification individuelle de l'animal, l'identification de groupe, le nombre de lactations, les jours en lait (JEL), le poids corporel (PC), la production laitière, la protéine brute et la matière grasse du lait. Les variables des rations à la ferme comprenaient la matière sèche (MS) servie en kg par tête, la consommation volontaire de matière sèche (CVMS), les aliments composants la ration et leurs proportions, la protéine métabolisable servie (PM), la protéine brute servie (PB) et l'énergie nette servie (EN).

De plus, le prix des ingrédients composant les rations a été recueilli afin de permettre l'exécution de l'analyse économique. Comprendre la gestion de l'alimentation et la façon de grouper les vaches d'une ferme laitière représente la première étape essentielle du processus d'élaboration d'une stratégie de groupage nutritionnel. À l'heure actuelle, la stratégie en place sur la ferme ayant servi à l'étude consiste à grouper les vaches en lactation en deux groupes selon leur production laitière. Le tableau 1 illustre l'analyse descriptive du profil des vaches.

Tableau 1. Résumé descriptif du profil des vaches par groupe sur une ferme du Québec (moyenne±écart-type).

Variable	Groupe 1	Groupe 2
Nombre de vaches par groupe	39	40
Lactation (n)	3 ± 1	2 ± 1
Jours en lait (jours)	132 ± 78	278 ± 133
Production laitière (kg/jour)	42,5 ± 6,3	30,3 ± 4,1
Matière grasse du lait (en %)	4,23 ± 0,51	4,50 ± 0,63
Protéine brute du lait (en %)	3,17 ± 0,28	3,44 ± 0,32
Poids corporel (en kg)	703 ± 57	675 ± 69
Consommation volontaire de matière sèche (en kg/tête/jour) ¹	28,5 ± 0,00	24,9 ± 0,00

¹La consommation volontaire de matière sèche (CVMS, kg/vache/jour) a été établie par groupe. Donc, l'écart type de la CVMS est de zéro.

Élaboration du modèle normatif

Un modèle mathématique a été mis au point pour calculer les besoins nutritionnels des vaches selon une approche déterministe, grouper les vaches selon leurs besoins en protéines métabolisables (PM) et en énergie nette (EN) et formuler les rations.

Paramètres déterministes

Des paramètres nutritionnels déterministes ont été calculés à l'aide d'équations tirées du *NRC* (2001). Les paramètres nutritionnels, la consommation volontaire de matière sèche (en kg/jour), l'énergie nette (en Mcal/kg; Mcal/jour) et les protéines métabolisables (g/jour), ont d'abord été calculés.

Consommation volontaire de matière sèche

La consommation volontaire de matière sèche par vache a été calculée en fonction du poids corporel (PC), du lait corrigé pour la teneur en matière grasse du lait (LC) et de la semaine de lactation (SL) (*NRC*, 2001), puis ajustée selon les données de la ferme pour la consommation volontaire de matière sèche.

$$CVMS_i \left(\frac{kg}{jour} \right) = (0,372 \times LC_i + 0,0986 \times PC_i^{0,75}) \times (1 - e^{(-0,192 \times (SL+3,67))}) \quad [1]$$

$$CVMS_{ajustée} \left(\frac{kg}{jour} \right) = \left(\frac{CVMS_{ferme,groupe} \left(\frac{kg}{jour} \right)}{CVMS_{groupe} \left(\frac{kg}{jour} \right)} \right) \times CVMS_i \left(\frac{kg}{jour} \right) \quad [2]$$

$CVMS_i$ est la consommation de matière sèche par vache, $CVMS_{ferme,groupe}$ est la consommation de matière sèche consignée pour la ferme après avoir soustrait les aliments refusés des aliments servis par groupe de vaches, et $CVMS_{groupe}$ est la moyenne de la consommation volontaire de matière sèche calculée par groupe de vaches.

Énergie nette

Les besoins d'énergie nette totale (en Mcal/jour) par vache ont été calculés en fonction de l'énergie nette d'entretien (EN_e), de l'énergie nette de lactation (EN_l) et de l'énergie nette de croissance (EN_c) à partir des équations du *NRC* (2001). Les besoins de concentration d'énergie nette (en Mcal/kg de MS) par vache ont été calculés en divisant l'énergie nette (en Mcal/jour) par la consommation volontaire de matière sèche (en kg/jour).

Protéines métabolisables

Les besoins en protéines métabolisables par vache ont été calculés en fonction des protéines métabolisables d'entretien, des protéines métabolisables de lactation et des protéines métabolisables de croissance à partir des équations du *NRC* (2001). Les besoins de concentration de protéines métabolisables (en g/kg de MS) par vache ont été calculés en divisant les protéines métabolisables (en g/jour) par la consommation volontaire de matière sèche (en kg/jour).

Indice de précision de la ration : Nous avons mis au point l'indice de précision de la ration (IPR) pour évaluer la précision nutritionnelle des rations. L'IPR oppose le besoin en éléments nutritifs (énergie nette et protéines métabolisables) aux éléments nutritifs servis dans la ration et est calculé en valeurs positives absolues. Chaque vache contribue au calcul de l'IPR.

$$IPR_{groupe} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \left| \frac{EN_{RATION,groupe}}{CVMS_{ferme,groupe}} - \frac{EN_{BESOIN(i)}}{CVMS_{ajustée(i)}} \right|,$$

$$IPR_{groupe} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \left| \frac{PM_{RATION,groupe}}{CVMS_{ferme,groupe}} - \frac{PM_{BESOIN(i)}}{CVMS_{ajustée(i)}} \right|, \quad [3]$$

n est le nombre de vaches dans le groupe, i est la valeur de la vache, IPR_{groupe} est l'indice de précision de la ration du groupe. $EN_{RATION,groupe}$ et $EN_{BESOIN(i)}$ est l'énergie nette fournie par la ration et le besoin par vache, respectivement. $CVMS_{ferme,groupe}$ et $CVMS_{ajustée(i)}$ est la consommation volontaire de matière sèche par groupe de la ferme et celle ajustée théoriquement, respectivement.

Interprétation de l'indice de précision de la ration : La justesse de la ration est liée inversement à l'ampleur de la valeur calculée de l'indice de précision de la ration. Les résultats de l'équation de l'indice de précision de la ration sont des valeurs positives. Par conséquent, plus la valeur de l'indice est basse, plus elle est proche de zéro, mieux est la justesse de la ration. Étant donné que l'indice de précision de la ration de groupe est la moyenne des valeurs absolues, l'indice de précision de la ration de groupe inclut les vaches suralimentées et les vaches sous-alimentées.

Grouper les vaches

Un modèle a été mis au point pour regrouper les 79 vaches en lactation de la ferme en un certain nombre de groupes. La production laitière (en kg/vache/jour), l'énergie nette (en Mcal/kg de MS) et les protéines métabolisables (en g/kg de MS) ont servi de critères de regroupement. Les valeurs de la production laitière, des protéines métabolisables et de l'énergie nette ont été normalisées à l'aide de la fonction Scale dans R (*R Development Core Team 2010*). Les valeurs des variables normalisées ont été additionnées, ce qui donne

$production\ laitière_{std} + énergie\ nette_{std} + protéines\ métabolisables_{std} = X_{std}$ et ensuite triées par ordre descendant. Enfin, les valeurs X_{std} obtenues ont été réparties dans le nombre de groupes voulu et se sont vu attribuer une nouvelle identification de groupe. Les résultats sont visualisés à l'aide de l'analyse des composantes principales.

Lors de l'implantation d'un groupage nutritionnel, il est important de considérer le groupage actuel des vaches et de limiter les changements majeurs dans la gestion des groupes. Il faut viser des modifications réalistes afin d'assurer l'adoption des nouvelles pratiques et de réduire le plus possible les coûts d'exécution. Les vaches en lactation de la ferme de l'étude ont été groupées en deux et en trois groupes de vaches. Le groupage des vaches en variant le nombre de groupes était destiné à permettre une analyse de sensibilité et à déterminer la meilleure stratégie de groupage nutritionnel par rapport à la précision des rations et aux économies réalisées sur le coût des rations.

Formulation des rations

La stratégie qu'en au facteur de majoration qui est optimale d'un point de vue économique proposée par St-Pierre et Thraen (1999) et rapportée précédemment par Stallings et McGilliard (1984) a été utilisée pour le calcul du facteur de majoration de la production laitière (en kg/vache/jour) associé à la distribution de ce paramètre à l'intérieur de chaque groupe nutritionnel de vaches. Le tableau 2 illustre les facteurs ayant servi au calcul de la production laitière majorée qui sera utilisé pour la formulation des rations des groupes dans notre étude. Le facteur de majoration utilisé pour chacun des groupes dans le calcul de la production laitière majorée dépend de la stratégie de groupage et des caractéristiques (ID) du groupe (élevé, moyen ou faible). La production laitière majorée utilisée pour la formulation des rations est ensuite calculée en multipliant la production laitière moyenne (en kg/vache/jour) de chaque groupe nutritionnel par les facteurs de majoration présentés au tableau 2 selon la stratégie de groupage adoptée. Par exemple, si un groupe de vaches est rassemblé en deux groupes nutritionnels et que la moyenne de production laitière du groupe 1 est de 40 kg/vache/jour tandis que celui du groupe 2 est de 30 kg/vache/jour, la production laitière majorée pour la ration du groupe 1 est alors de $40 \times 1,17 = 46,8$ et celle du groupe 2 est de $30 \times 1,23 = 36,9$. Une fois que la moyenne de production laitière multipliée par le facteur de majoration est calculée, le modèle cherche à établir quelle vache affiche la plus petite différence entre sa production laitière et la moyenne de production laitière multipliée par le facteur de majoration. Cette vache est alors utilisée comme sujet représentatif du groupe pour les valeurs des besoins en énergie nette et en protéines métabolisables utilisées pour équilibrer la ration du groupe.

Tableau 2. Facteurs de majoration pour un optimal économique lors de la formulation des rations¹

Stratégie de groupage	ID du groupe	Facteur de majoration
1	1	1,32
2	1=élevé	1,17
	2=faible	1,23
3	1=élevé	1,14
	2=moyen	1,10
	3=faible	1,21

¹St-Pierre et Thraen (1999) et Stallings et McGilliard (1984).

Les besoins calculés pour l'énergie nette et les protéines métabolisables ainsi que les quantités servies selon les rations actuelles de la ferme ont été utilisées comme valeurs témoins pour l'analyse nutritionnelle et économique. Les rations de chacun des groupes de vaches ont été formulées en ajustant la recette actuelle de la ration de la ferme à l'aide du logiciel *NDS Professional (NDS Rumen 2018)*. Les rations servies à la ferme contiennent du foin, de l'ensilage de maïs, de l'ensilage de légumineuses, du maïs moulu, du tourteau de soya, de l'avoine, du blé, du fin gluten de maïs, des vitamines, des minéraux et des additifs commerciaux. Les principales contraintes pour la formulation des rations étaient les protéines métabolisables (en g/vache/jour) et l'énergie nette (en Mcal/vache/jour). La consommation volontaire de matière sèche (en kg/vache/jour), le ratio fourrage-concentré et le coût de la ration (en \$/vache/jour) ont également été considérés dans la formulation des rations. Ces contraintes secondaires doivent être prises en compte pour permettre la formulation de rations réalistes.

Analyse économique

Nous avons utilisé l'outil *FeedVal v.6* (Cabrera, Armentano and Shaver 2013) qui a permis d'examiner les prix des ingrédients à la ferme pour établir le coût des éléments nutritifs de l'énergie nette et des protéines brutes. Les ingrédients des rations inclus dans l'analyse comprennent le foin, l'ensilage de maïs, l'ensilage de légumineuses, un mélange de blé et d'avoine, du maïs moulu, du tourteau de soya et de la drêche de distillerie. Les éléments nutritifs des rations inclus dans l'analyse sont les fibres insolubles dans les détergents neutres en % de la MS, l'énergie nette en Mcal/kg de la MS, la MS en % de chaque aliment de la ration, les protéines brutes en % de la MS et le coût en \$/kg. La valeur nutritive de chaque ingrédient était connue. Les résultats fournis par l'outil *FeedVal* étaient de 0,091 \$/Mcal d'énergie nette et 1,064 \$/kg de protéine brute sur base de MS. Après que les rations de chacun des groupes nutritionnels aient été formulées, l'énergie nette fournie et les protéines métabolisables par vache par jour ont été multipliées par le nombre total de vaches de chaque groupe et par le coût des éléments nutritifs respectifs pour calculer le coût quotidien total d'alimentation des vaches des différentes stratégies de groupage nutritionnel. Le coût nutritionnel des rations de chaque groupe était fondé sur les besoins en éléments nutritifs et non sur les éléments nutritifs fournis par la ration. On a procédé ainsi parce que les éléments nutritifs fournis par les rations sur la ferme de l'étude (3 088 et 2 754 g/vache/jour de protéines métabolisables et 44,6 et 41,6 Mcal/vache/jour d'énergie nette pour les groupes de la ferme 1 et 2, respectivement) ne correspondaient pas aux besoins nutritionnels évalués pour ces groupes (3 246 et 3 058 g/jour de protéines métabolisables et 49,2 et 44,9 Mcal/vache/jour d'énergie nette pour les groupes de la ferme 1 et 2, respectivement). Il est important d'utiliser les

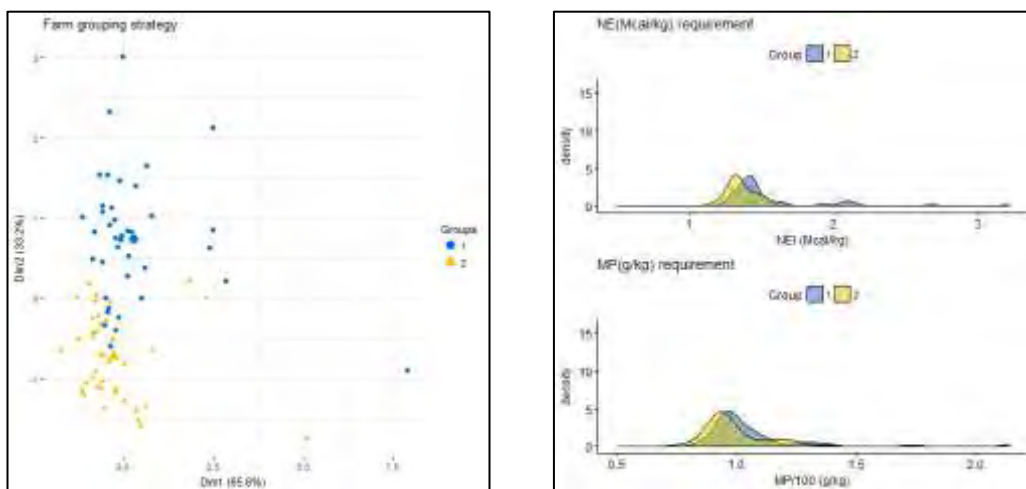
mêmes bases de calculs pour les stratégies de groupage actuelles et proposées afin de pouvoir faire une comparaison économique équitable entre elles.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Groupage des vaches

Il est pratique courante de grouper les vaches en fonction de leur performance laitière (Tableau 1). Les vaches hautes productrices sont attribuées au groupe 1 tandis que les vaches faibles productrices sont dans le groupe 2. La figure 1 (panneaux de gauche) illustre la répartition des vaches dans les différents groupes ainsi que la répartition de leurs besoins nutritionnels avec le groupage actuel de la ferme de l'étude (panneau du haut, A), une stratégie à deux groupes nutritionnels (panneau du milieu, B) et une stratégie à trois groupes nutritionnels (panneau du bas, C), respectivement. Les unités des axes des points des panneaux du côté gauche doivent être interprétées en % de pondération de chaque variable sur la distribution des données. Ces graphiques ont pour objectif d'illustrer visuellement l'effet des vaches groupées dans les différents groupes en fonction de leur production laitière, de l'énergie nette et des protéines métabolisables comme critères de regroupement. Les valeurs au-dessus de zéro pour les deux axes représentent des vaches ayant une production laitière au-dessus de la moyenne et de plus grands besoins en énergie nette et en protéines métabolisables. La figure 1 (panneaux de droite) montre des tracés de densité des besoins en énergie nette (en Mcal/kg de MS) et en protéines métabolisables (en g/kg de MS) selon le groupage de la ferme, la stratégie à deux groupes nutritionnels et la stratégie à trois groupes nutritionnels, respectivement. Le panneau A de la figure 1 démontre un plus grand chevauchement des vaches (points) que le panneau B (stratégie à deux groupes nutritionnels) et le panneau C (stratégie à trois groupes nutritionnels). Cela est interprété comme étant une plus grande homogénéité des vaches de chaque groupe pour la production laitière et les besoins en énergie nette et en protéines métabolisables lorsque des stratégies de groupage nutritionnel sont utilisées. Cet énoncé se vérifie également par la comparaison de la distribution des besoins en énergie nette et en protéines métabolisables lors du groupage de la ferme par rapport à ceux de la stratégie à deux et à trois groupes nutritionnels. Il est clair que la mise en œuvre de stratégies de groupage nutritionnel résulte en des groupes de vaches qui partagent des besoins nutritionnels plus homogènes.

A)



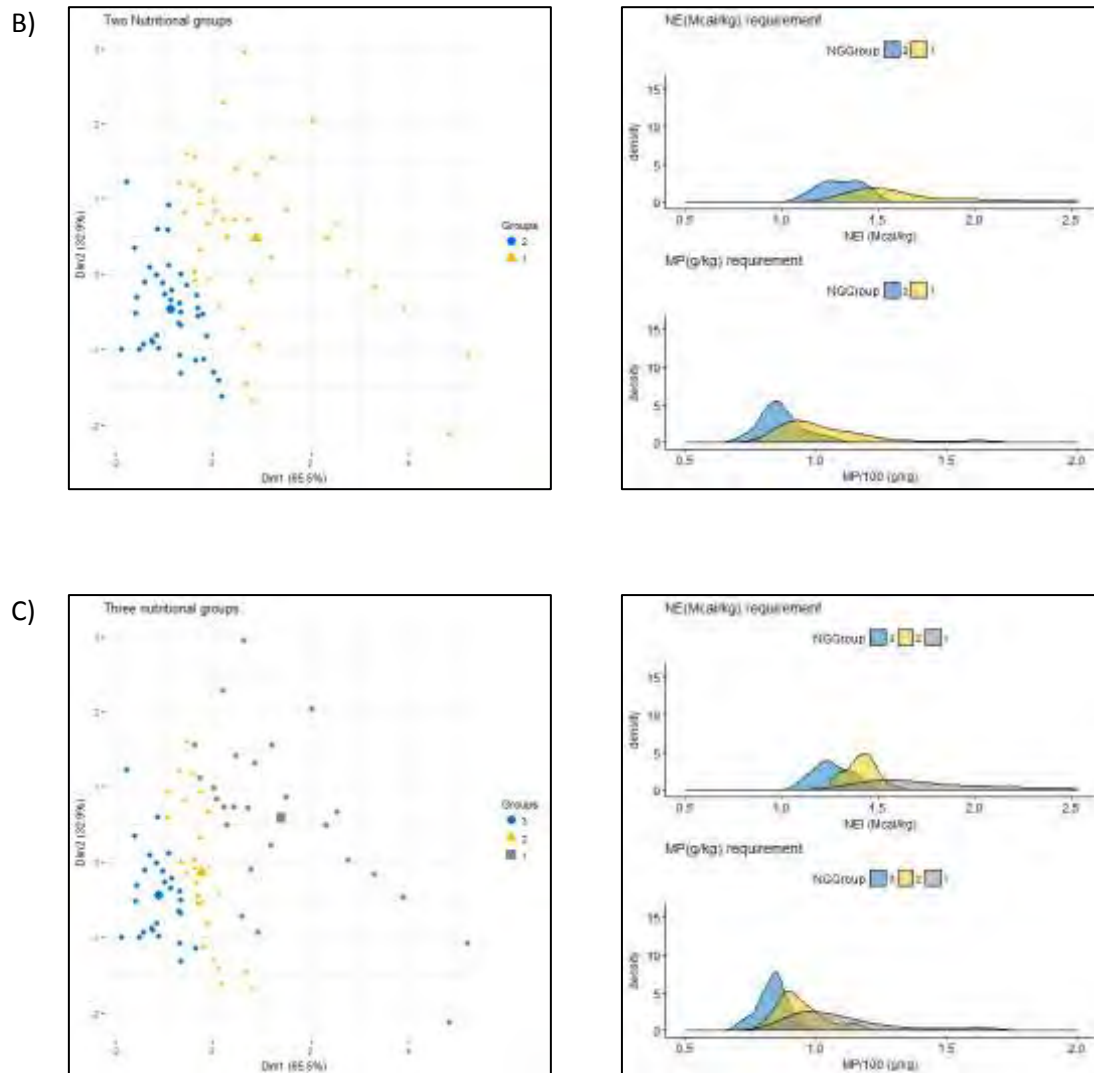


Figure 1. Analyse en composantes principales de la production laitière (en kg/jour), des protéines métabolisables (MP; en g/kg de matière sèche) et de l'énergie nette de lactation (NE; en Mcal/kg de matière sèche) (panneaux de gauche) des vaches et tracés de densité des besoins en énergie nette et en protéines métabolisables (panneaux de droite) pour A) la stratégie de groupage de la ferme, B) une stratégie nutritionnelle à deux groupes et C) une stratégie nutritionnelle à trois groupes.

Effets de la stratégie de groupage nutritionnel

La stratégie de groupage nutritionnel prévoit la création de groupes de vaches partageant des besoins nutritionnels plus homogènes. Disposer de groupes de vaches plus homogènes pour leurs besoins en protéines métabolisables et en énergie nette facilite la formulation des rations et favorise une plus grande précision nutritionnelle. La stratégie de groupage nutritionnel permet une plus grande précision nutritionnelle puisque la répartition des éléments nutritifs (PM et EN) et des aliments au sein des groupes nutritionnels est plus améliorée. Le gain obtenu au niveau de la précision nutritionnelle permet à son tour de réaliser des économies en réduisant le coût total des rations.

Le tableau 3 montre le nombre de vaches par groupe nutritionnel ainsi que pour le groupage actuel de la ferme de l'étude avec leurs données respectives : la production laitière (en kg/vache/jour), l'indice de précision de la ration, les jours en lait, les besoins et les apports en protéines métabolisables (en g/kg de MS) et en énergie nette (en Mcal/kg de MS). Comparativement à la stratégie de groupage de la ferme, les stratégies de groupages en deux et en trois groupes nutritionnels résultent en un profil pour la quantité de lait produit (en kg/vache/jour) plus hiérarchisé. Étant donné que les besoins nutritionnels sont surtout liés à la production laitière (en kg/vache/jour), la densité des besoins et des apports en protéines métabolisables et en énergie nette dans les rations des vaches suivent le même profil hiérarchisé que pour la production laitière (en kg/vache/jour) (Tableau 3). Ainsi, pour la stratégie en trois groupes nutritionnels, le groupe 1 était composé des vaches ayant les besoins et les apports en protéines métabolisables et en énergie nette les plus élevés, ensuite le groupe 2 comprenait les vaches ayant les besoins et les apports intermédiaires et enfin le groupe 3, les besoins et les apports les plus bas.

Tableau 3. Profil des groupes de vaches, précision nutritionnelle des rations, besoins et apports en éléments nutritifs en fonction de la stratégie de groupage actuelle de la ferme, de la stratégie de groupage en deux groupes nutritionnels et de la stratégie de groupage en trois groupes nutritionnels.

Stratégie de groupage	ID ¹ du groupe	N de vaches	JEL (jours)	Production laitière (kg/j)	Consommation volontaire de matière sèche		Protéines métabolisables			Énergie nette		
					Besoins (kg/jour)	Apports (kg/jour)	Besoins (g/kg)	Apports (g/kg)	IPR ² (g/kg)	Besoins (Mcal/kg)	Apports (Mcal/kg)	IPR ² (Mcal/kg)
Stratégie de groupage de la ferme	1	39	132±78	42,51±6,29	29,50	24,60	101,43	120,17	15,30	1,538	1,740	0,260
	2	40	278±133	30,35±4,11	32,00	25,70	103,65	111,96		1,522	1,690	
Stratégie de groupage en deux groupes nutritionnels	1	39	128±93	41,53±7,81	33,45	30,33	94,94	104,70	11,39	1,328	1,464	0,176
	2	40	282±118	31,30±4,24	33,71	29,80	88,44	100,06		1,292	1,461	
Stratégie de groupage en trois groupes nutritionnels	1	26	97±85	43,33±7,19	28,88	29,57	105,19	102,74	11,81	1,649	1,454	0,164
	2	26	209±68	35,62±6,97	32,47	29,75	94,07	102,69		1,335	1,457	
	3	27	308±132	30,34±3,52	31,21	27,56	89,06	100,86		1,255	1,420	

¹Identification du groupe (ID).

²Indice de précision des rations

Comparativement aux besoins en protéines métabolisables et en énergie nette des groupes de la ferme, les stratégies en deux et en trois groupes nutritionnels présentent des groupes plus homogènes (Figure 1). Cette situation amène des besoins en éléments nutritifs plus différenciés au niveau des groupes avec les stratégies utilisant le groupage nutritionnel (Tableau 3). Des groupes plus homogènes pour les besoins nutritionnels facilitent une meilleure attribution des éléments nutritifs aux rations entre les différents groupes d'alimentation. Ainsi, les rations utilisant ce groupage affichent une plus grande précision nutritionnelle (un IPR plus bas; Tableau 3). Une plus grande précision nutritionnelle signifie qu'un moins grand nombre de vaches se retrouveraient dans des situations de suralimentation ou de sous-alimentation et que le cas échéant, ces situations auraient des effets moins prononcés. Tel qu'observé au tableau 3, les stratégies de groupage en trois groupes nutritionnels et en deux groupes nutritionnels affichent une différence de 3,49 et de 3,91 g de protéines métabolisables par kg de MS, et de 0,096 et 0,084 Mcal d'énergie nette par kg de MS, respectivement, en comparaison avec la stratégie actuelle de groupage de la ferme.

L'amélioration de l'attribution des éléments nutritifs aux différents groupes réduit le nombre de vaches suralimentées et sous-alimentées en raison de la plus grande précision nutritionnelle des rations servies. L'amélioration de l'attribution des éléments nutritifs réduit également le coût total des rations par groupe de vaches. Les résultats de l'analyse économique présentée au tableau 4 montrent les économies réalisées grâce à la mise en œuvre des stratégies de groupage nutritionnel. Compte tenu du coût des éléments nutritifs de la ration de la ferme, 0,09 \$ par Mcal d'énergie nette et 1,60 \$ le kg de protéines métabolisables, les stratégies de groupage en deux et en trois groupes nutritionnels ont donné des rations moins coûteuses, comparativement avec la stratégie de groupage actuelle de la ferme. Au niveau de la vache, le coût quotidien des éléments nutritifs de la ration s'accroît avec l'augmentation de la densité en éléments nutritifs des rations, exception faite des protéines métabolisables du groupe 2 et du groupe 3 de la stratégie de groupage en trois groupes nutritionnels (Tableau 4). Cette dernière s'explique par la similarité des concentrations dans les apports en protéines métabolisables des deux groupes. Si on compare le groupage nutritionnel avec la stratégie de groupage actuelle de la ferme, le coût moyen de la ration (en \$/vache/jour) pour la stratégie de groupage en trois groupes nutritionnels et pour celle en deux groupes nutritionnels était inférieur de 0,64 \$ et de 0,40 \$ à celui du groupage de la ferme, respectivement. Cela se traduit par une économie totale sur les rations de 234 \$/vache/année (18 500 \$ pour le troupeau par année) pour la stratégie de groupage en trois groupes nutritionnels ou de 146 \$/vache/année (11 500 \$ pour le troupeau par année) pour la stratégie de groupage en deux groupes nutritionnels, comparativement à la stratégie actuelle de groupage de la ferme.

Tableau 4. Coût des éléments nutritifs des rations pour la stratégie de groupage actuelle de la ferme, la stratégie de groupage en deux groupes nutritionnelles et la stratégie de groupage en trois groupes nutritionnels

Stratégie de groupage	ID ¹ du groupe	N de vaches	Coût de l'énergie nette		Coût des protéines métabolisables		Coût total des éléments nutritifs de la ration		
			\$/vache/j	\$/groupe/j	\$/vache/j	\$/groupe/j	\$/vache/j	\$/groupe/j	\$/ferme/j
Stratégie de groupage de la ferme	1	39	4,48	174,61	5,18	202,02	9,66	376,63	735,25
	2	40	4,09	163,44	4,88	195,18	8,97	358,62	
Stratégie de groupage en deux groupes nutritionnels	1	39	4,04	157,61	5,07	197,67	9,11	355,27	704,18
	2	40	3,96	158,57	4,76	190,34	8,72	348,91	
Stratégie de groupage en trois groupes nutritionnels	1	26	4,33	112,69	4,85	126,06	9,18	238,75	684,08
	2	26	3,94	102,55	4,87	126,74	8,82	229,29	
	3	27	3,57	96,26	4,44	119,78	8,00	216,03	

1= identification du groupe (ID).

CONCLUSIONS

Les stratégies de groupage nutritionnel visent la répartition des vaches dans des groupes ayant des besoins nutritionnels plus homogènes. La création de groupes de vaches partageant des exigences nutritionnelles similaires facilite la formulation de rations avec une plus grande précision nutritionnelle et une meilleure répartition des éléments nutritifs dans les différents groupes de vaches. Un moins grand nombre de vaches sont suralimentées ou sous-alimentées grâce à une distribution plus efficace des éléments nutritifs au sein des groupes nutritionnels, ce qui dégage des économies venant de la meilleure efficacité de l'utilisation des éléments nutritifs par les vaches lors du groupage nutritionnel. Dans notre étude de cas, la stratégie de groupage en deux groupes nutritionnels et la stratégie de groupage en trois groupes nutritionnels ont amélioré la précision nutritionnelle et ont généré d'importantes réductions du coût en éléments nutritifs des rations. Le recours à la production laitière, à l'énergie nette et aux protéines métabolisables comme critère de groupage nutritionnel permet de rassembler les vaches dans des groupes plus homogènes d'un point de vue des besoins nutritionnels. L'amélioration de la précision nutritionnelle des rations résulte d'une meilleure répartition de l'énergie nette et des protéines métabolisables fournies entre les rations servies aux groupes de vaches. En comparant les trois stratégies de groupage, nous en venons à la conclusion que le groupage en trois groupes nutritionnels représente la stratégie optimale dans le cas de la ferme étudiée en raison de l'amélioration de la précision nutritionnelle observée et des économies réalisées qui s'élèvent à 234 \$/vache/année comparativement à la stratégie actuelle de groupage de la ferme.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Valacta Inc. pour avoir fourni les données utilisées dans la présente étude.

RÉFÉRENCES

- Cabrera, V. E, F Contreras, R. D Shaver, et L. E Armentano. 2012. "Grouping strategies for feeding lactating dairy cattle. Grouping strategies for feeding lactating dairy cattle." *Four-State Dairy Nutrition and Management Conference*. Dubuque, IA: Wisconsin Agri-business Association, Madison. 40-44.
- Cabrera, V. E, L Armentano, et R, D Shaver. 2013. *UW Dairy Management Tool*. http://www.dairymgt.info/tools/feedval_12_v2/index.php.
- Contreras-Govea, F. E, V. E Cabrera, L.E Armentano, R. D Shaver, P. M Crump, D. K Beede, et M. J Vandehaar. 2015. "Constraints for nutritional grouping in Wisconsin and Michigan dairy farms." *Journal Dairy Science* 1336-1344. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8368>.
- Coppock, Carl E. 1977. "Feeding Methods and Grouping Systems." *Journal of Dairy Science* 60 (8): 1327-1336. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(77\)84030-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)84030-7).
- Kalantari, A. S, L. E Armentano, R. D Shaver, et V. E Cabrera. 2016. "Economic impact of nutritional grouping in dairy herds." *Journal Dairy Science* 1672-1692. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9810>.
- McGilliard, M. L., J. M. Swisher, et R. E. James. 1983. "Grouping Lactating Cows by Nutritional Requirements for Feeding." *Journal of Dairy Science* 66 (5): 1084-1093. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81905-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81905-5).
- NDS Rumen. 2018. *NDS Rumen*. <http://www.ndsrumen.com/about/14-about-the-software.html>.
- Pecsok, S.R, M.L McGilliard, R.E James, T.G Johnson, et J.B Holter. 1992. "Estimating Production Benefits Through Simulation of Group and Individual Feeding of Dairy Cows." *Journal of Dairy Science* 75 (6): 1604-1615. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77917-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77917-X).
- R Development Core Team. 2010. *A language and environment for statistical computing*. <http://www.R-project.org>.
- Stallings, CC, et ML McGilliard. 1984. "Lead factors for total mixed ration formulation." *Journal of Dairy Science* 67: 902-907. doi:10.3168/jds.S0022-0302(84)81386-7.
- Stallings, Charles C. 2011. "Feeding Cows with Increasing Feed Prices: Efficiencies, Feed Options, and Quality Control." *Proceedings 47th Florida Dairy Production*. Gainesville. 40-45. <http://dairy.ifas.ufl.edu/dpc/2011/Stallings.pdf>.
- St-Pierre, NR, et CS Thraen. 1999. "Animal grouping strategies, sources of variation, and economic factors affecting nutrient balance on dairy farms." *Journal Animal Science* 77: 72-83. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15526782>.
- Williams, C.B, et P.A Oltenacu. 1992. "Evaluation of Criteria Used to Group Lactating Cows Using a Dairy Production Model." *Journal of Dairy Science* 75 (1): 155-160. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77749-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77749-2).



Symposium sur les bovins laitiers

Le mardi 30 octobre 2018

Centrexpo Cogeco, Drummondville

Quelles options pour améliorer le confort et le bien-être des vaches en stabulation entravée?

D^{re} Elsa Vasseur, Ph.D., professeure adjointe, et titulaire de la chaire de recherche industrielle CRSNG-Novalait-PLC-Valacta Vie durable des bovins laitiers
Université McGill

Collaborateurs

Anne Marie de Passillé & Jeff Rushen, Ph. D., professeurs associés
Université de Colombie Britannique

Doris Pellerin, agr., Ph. D., professeur
Université Laval

Steve Adam, agr., B. Sc., expert confort, comportement et bien-être, équipe R&D
Valacta



Quelles options pour améliorer le confort et le bien-être des vaches en stabulation entravée?

Faits saillants :

- ✓ Dix années de travaux recherche pour proposer des options afin d'améliorer le confort et le bien-être des vaches et aider les producteurs à être prêts pour la mise en œuvre du volet bien-être du programme national proAction®
- ✓ Nous avons identifié que les conditions de logement affectent le statut de bien-être des vaches; et que le problème peut être accentué pour les vaches en stabulation entravée.
- ✓ Nous avons constaté que des modifications apportées au stalle visant à répondre aux recommandations actuelles conduiraient à des améliorations des mesures du bien-être des vaches, bien que cela puisse entraîner une légère réduction de la propreté.
- ✓ Les producteurs craignent souvent que rencontrer les normes en matière de bien-être animal soit coûteux, mais il y a de bonnes raisons de penser que l'amélioration du bien-être peut augmenter la rentabilité.
- ✓ On sait maintenant que même en avançant la barre de cou de 14", les animaux continuent à mettre de la pression sur leur cou. Il va falloir être créatif, possiblement considérer différents matériaux qui mitigent les chocs répétés avec la barre lorsque l'animal bouge dans sa stalle, ou envisager des positions plus extrêmes (ex., très en avant, pas de barre de cou).
- ✓ Une chaîne de plus d'un mètre fonctionne et la recommandation actuelle à 1 m est probablement nécessaire pour favoriser les opportunités de mouvement à la stalle. Ces résultats doivent être appliqués graduellement, en choisissant les vaches qui vont davantage bénéficier d'une chaîne plus longue et en évaluant comment elles s'y habituent.
- ✓ Les vaches sont plus confortables avec plus de largeur : ces résultats sont applicables en stabulation libre et entravée. Se pose la question économique, à 55-65\$ du pi² pour les coûts de construction de bâtiment, est-ce que ça se rentabilise? La vraie réponse c'est qu'il n'y a pas de compromis possible sur la largeur de stalle : il faut absolument suivre le minimum recommandé actuellement.
- ✓ Loger ses vaches en parc de tarissement, c'est donner à la vache la chance de se refaire une condition pour la prochaine lactation. Cette pratique est déjà utilisée par des producteurs laitiers au Québec - cette étude établit des références pour élargir l'implantation de parcs de tarissement.

INTRODUCTION

Bien que la restriction de mouvements soit une réalité pour tous les animaux domestiques, la liberté de mouvement est considérée par le grand public comme l'un des aspects les plus importants des conditions de vie qui devraient être fournis en ferme (Schuppli et al., 2014). Grâce à l'initiative proAction®, les PLC sont en train d'assurer des normes minimales en matière de bien-être animal et favoriseront une amélioration constante de la situation. Le Code de pratique pour les soins et la manipulation des bovins laitiers (CNSAE-PLC, 2009) va rentrer dans une nouvelle phase de mise à jour en 2019. Dans ce contexte, quels sont les résultats de la recherche qui permettent de proposer aux producteurs laitiers des options pertinentes et pratiques visant à améliorer le bien-être de leurs vaches?

Malgré la popularité apparente des systèmes à stabulation libre comme choix lors de la rénovation, les stabulations entravées restent une part importante de la production laitière aux États-Unis (49%; United,

2017), au Canada (75%), en particulier au Québec (93 %; CDIC, 2017) et en Europe (35-88% dans les pays européens; Sogstad et al., 2005; FAO, 2010). La littérature scientifique est rare en ce qui concerne les études visant à améliorer les systèmes actuels de stabulation entravée. Cependant, au cours des 10 dernières années, des recherches ont été menées dans les fermes canadiennes visant à déterminer le statut de bien-être des vaches et à comprendre les facteurs de risque du bien-être dans les systèmes de stabulation libre et entravée. Nous voulions également vérifier si les producteurs respectaient leur Code de pratique et si le respect de ces règles se traduisait par une amélioration du bien-être des vaches et de la rentabilité des entreprises. La première partie de cet article présentera les principaux résultats des projets sur le confort financés dans le cadre des Grappes de recherche laitière 1 et 2, initiatives d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) et des Producteurs laitiers du Canada (PLC). Il sera également question de la manière dont ces résultats sont précurseurs des recherches actuelles visant à élaborer des recommandations pour l'amélioration du bien-être des vaches en stabulation entravée.

Un résultat majeur des études dans les fermes canadiennes est le suivant: nous avons constaté que, dans les systèmes à stabulation libre et entravée, les conditions de logement affectent le statut de bien-être des vaches. Cela pourrait être aggravé pour les logements en stabulation entravée, où la plupart des vaches sont confinées à leur stalle pendant toute la période de lactation. L'une des faiblesses majeures des connaissances scientifiques en matière de recherche sur le comportement et le bien-être des animaux est que nous en savons peu sur les effets de cette restriction de mouvement sur l'animal elle-même. Afin de formuler des recommandations d'amélioration du bien-être des vaches en stabulation entravée, l'industrie s'est associée au Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et à l'Université McGill pour financer et co-concevoir un programme de recherche visant à déterminer comment la restriction de mouvement affecte le bien-être des vaches, mesuré par l'aisance de mouvement à la stalle. On a cherché aussi à mesurer si l'augmentation des opportunités de mouvement à la stalle par l'amélioration de la configuration de stalle se traduit par une amélioration de l'aisance de mouvement et de l'état général de la vache. La seconde partie de cet article donnera un état des lieux des connaissances actuelles résultant des premières années de la Chaire de recherche industrielle CRSNG Novalait-PLC-Valacta sur la vie durable des bovins laitiers.

PARTIE 1. Études du confort menées dans les fermes Canadiennes: qu'est-ce qu'on a trouvé & où ça nous a mené?

Deux types d'indicateurs sont utilisés dans les évaluations du bien-être animal. Le premier type concerne les facteurs de risque pour un bien-être faible qui sont présents dans le logement (p. ex. la densité animale, les dimensions de stalles), et dans la gestion de troupeau (p. ex. parage des onglons, accès au pâturage). Le deuxième type d'indicateurs concerne les mesures de résultat du bien-être. Celles-ci sont qualifiées de « véritables » mesures du bien-être puisqu'elles attestent de la manière dont le logement et la gestion affecte l'animal lui-même.

1.1. Les facteurs de risques associés avec la stalle

Nous avons identifié que les conditions de logement affectent le statut de bien-être des vaches; et que le problème peut être accentué pour les vaches en stabulation entravée. Des problèmes de bien-être ont été identifiés dans notre plus récente étude à grande échelle évaluant le confort des vaches dans 240 fermes laitières canadiennes (Vasseur et al., 2015). Dans un sous-échantillon de 100 fermes à stabulation entravée, la prévalence des blessures aux jarrets et aux genoux était de 56 et 43 % (Nash et

al., 2016) et la boiterie de 24 % (Charlton et al., 2016), et la prévalence de vaches sales était faible (Pis :4%; Flanc : 11 %; Membres : 4%; Bouffard et al., 2017 - **Tableau 1**). Ces résultats concordent généralement avec les deux seules autres études menées sur des fermes laitières canadiennes installées en stabulation entravée, l'une menée en Ontario (Zubbrigg et al., 2005a) et l'autre au Québec (Lapointe et al., 2010).

Tableau 1. Prévalence (% de vaches) de blessures au cou, aux genoux et aux jarrets, boiterie et pis, flancs et membres sales dans l'échantillon de 100 fermes en stabulation entravée et dans chaque province (Bouffard et al., 2017).

	Toutes les vaches		Québec		Ontario	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Blessures au cou	3370	33,4	2109	47,5	1261	9,8
Blessures aux genoux	3302	43,8	2050	54,1	1252	26,9
Blessures aux jarrets	3103	58,3	1949	64,4	1154	48,1
Boiterie	3278	25,0	2077	32,9	1201	11,4
Pis sales	3378	4,0	2118	3,2	1260	5,4
Flancs sales	3378	10,6	2118	8,7	1260	13,8
Membres sales	3378	4,1	2118	3,0	1260	5,7

Étant donné que les vaches logées en stabulation entravée passent toute leur lactation à la stalle, il est probable que le logement peut avoir une incidence importante sur leur statut de bien-être. En effet, notre étude a montré qu'en moyenne, les stalles respectaient les recommandations actuelles du Code de pratique (NFACC-DFC, 2009) concernant les dimensions corporelles pour moins de la moitié des vaches dans les fermes en stabulation entravée (Bouffard et al., 2017; **Tableau 2**), confirmant les résultats des études précédentes (Zubbrigg et al., 2005b; Lapointe et al., 2010). Nous avons confirmé les facteurs de risque pour le confort des vaches associés à la configuration de stalle en stabulation entravée (Bouffard et al., 2017; Nash et al., 2016), qui avaient également été identifiés dans quelques études précédentes. Des barres de cou plus hautes peuvent réduire les risques de blessures au cou et améliorer l'hygiène (Zurbrigg et al. 2005a); des chaînes plus longues peuvent réduire le risque de jarrets enflés et améliorer la propreté (Zurbrigg et al. 2005a); tandis que des stalles plus longues réduisent le risque de blessures aux jarrets (Keil et al. 2006) et d'enflure des articulations (Busato et al., 2000), mais peuvent diminuer la propreté (Zurbrigg et al. 2005a).

Tableau 2. Moyenne ($\pm$ Écart-type) des dimensions des stalles exprimée dans la même mesure que les recommandations actuelles et pourcentage de stalles répondant à chaque recommandation dans chaque province (échantillon de 100 fermes en stabulation entravée; Bouffard et al., 2017)

Dimension	Recommandations actuelles ¹	Mesures ²		% de stalles	
		Québec	Ontario	Québec	Ontario
Largeur de stalle	2 X largeur aux hanches de la vache	1,93 0,18	$\pm$ 1,86 $\pm$ 0,17	35	22
Longueur du lit	1,2 X hauteur aux hanches	1,19 0,06	$\pm$ 1,18 $\pm$ 0,06	46	43
Hauteur de la barre de cou	0,80 X hauteur aux hanches	0,74 0,08	$\pm$ 0,70 $\pm$ 0,09	23	16
Position de la barre de cou	35 cm de plus que la longueur de stalle, depuis le dalot	5,2 11,2	$\pm$ 32,1 $\pm$ 8,9	2	54
Longueur de chaîne	Hauteur de la barre de cour - 20 cm	-45,9 18,1	$\pm$ -25,1 $\pm$ 15,4	7	39
Hauteur du muret de la mangeoire	< 20 cm	21,3 9,2	$\pm$ 19,2 $\pm$ 6,6	44	62

¹ Basées sur Anderson (2014); ² Mesures exprimées dans le même ratio que les recommandations

Les modifications apportées à la configuration des stalles ont donc le potentiel d'améliorer le bien-être de la vache. Les résultats d'une étude de suivi sur un sous-échantillon de ces 100 fermes (Palacio et al., 2015) montrent que les améliorations apportées spontanément par les producteurs à leurs stalles réduisent les risques de blessures de 24, 27 et 33 % pour les jarrets, les genoux et cou, respectivement. En outre, cette étude a également établi que les quatre modifications les plus fréquemment apportées aux stalles comprenaient à la fois des modifications de la configuration des stalles et de la base de stalle/litière: i) l'ajout de tapis en caoutchouc; ii) ajuster le mur de la mangeoire; iii) ajuster la barre de cour; et / ou iv) augmenter la longueur de la chaîne. **Ces résultats nous amènent à deux questions auxquelles nous avons répondu avec les mêmes données que celles que nous avons recueillies dans nos fermes canadiennes: i) Quel est l'impact de suivre les recommandations actuelles concernant la configuration des stalles entravées sur les mesures de résultats du bien-être? ii) Le respect des recommandations actuelles en matière de bien-être animal est-il associé à une rentabilité accrue sur les fermes laitières canadiennes à stabulation entravée?**

1.2 Qu'est-ce que ça donne de suivre les recommandations actuelles en termes d'impact sur l'animal?

Nous avons constaté que des modifications apportées au stalle visant à répondre aux recommandations actuelles conduiraient à des améliorations des mesures de résultat du bien-être des vaches, bien que cela puisse entraîner une légère réduction de la propreté. Pour évaluer dans quelle mesure les fermes laitières canadiennes avec stabulation entravée respectaient les recommandations relatives aux dimensions des stalles (rapportées au Tableau 2) et leurs effets sur le confort et l'hygiène des vaches, nous avons évalué des vaches Holstein en lactation (n = 3 485) dans 100 fermes laitières en

stabulation entravée pour les blessures au cou et aux membres et articulations, les boiteries et l'hygiène, et mesurer le temps passé couché (Bouffard et al., 2017; **Tableau 3**). Les données sur les dimensions de la stalle (largeur et longueur de la stalle, position et hauteur de la barre de cou, longueur de la chaîne et hauteur du muret de la mangeoire) ont été enregistrées pour chaque vache. Des chaînes plus courtes que celles recommandées augmentent le risque de blessures au cou, aux genoux et aux jarrets. Une barre d'attache plus reculée que celle recommandée augmente le risque de blessures au cou, aux genoux et aux jarrets et réduit la fréquence des épisodes passés couché, et réduit le risque de pis sale. Une barre de cou plus basse que celle recommandée diminue le risque de blessures du cou et de boiterie, et augmentait le temps passé couché ainsi que et la fréquence des épisodes passés couché. Des stalles plus étroites que la largeur recommandée augmentent le risque de blessures au cou et de boiterie et réduisent la durée de temps passé couché, mais réduisent le risque de flanc et membres sales. Des stalles plus courtes que celles recommandées augmentent le risque de blessures aux genoux et réduisent la fréquence des épisodes passés couché, mais réduisent le risque de pis sale. **Bien que la majorité des fermes visitées ne suivent pas les recommandations concernant les dimensions des stalles (à l'exception de la hauteur des traverses), ce non-respect est associé à un risque accru des blessures et boiteries et peut affecter le temps de repos. Les dimensions des stalles plus petites que celles recommandées ont tendance à réduire l'hygiène, mais la prévalence de vaches sales reste très faible (4 % seulement des vaches de notre échantillon ont un pis sale).**

Tableau 3. Probabilité que les mesures de résultat du bien-être soient associées au suivi ou non des recommandations relatives aux dimensions de la configuration des stalles (n=100 fermes en stabulation entravée; Bouffard et al., 2017)

Dimension ¹	Mesure de résultat du bien-être	Si il manque 10 cm...	Coefficient	Écart-type	p ²
Largeur de stalle	Blessures au cou	↑12 %	-0.123	0.046	**
	Boiterie	↑16 %	-0.157	0.043	***
	Flancs sales	↓19 %	0.189	0.056	**
	Membres sales	↓15 %	0.153	0.076	*
	Temps passé couché	↓0.11 h/j	0.107	0.037	**
Longueur du lit	Blessure aux genoux	↑10 %	-0.107	0.062	†
	Pis sales	↓30 %	0.305	0.133	*
	Épisodes de temps passé couché	↓0.32 nb/j	0.325	0.098	**

Dimension ¹	Mesure de résultat du bien-être	Si il manque 10 cm...	Coefficient	Écart-type	p ²
Hauteur de la barre de cou	Blessures au cou	↓20 %	0.198	0.074	**
	Boiterie	↓10 %	0.100	0.057	†
	Temps passé couché	↑0.11 h/j	-0.114	0.054	*
	Épisodes de temps passé couché	↑0.21 nb/j	-0.212	0.086	*
Position de la barre de cou³	Blessures au cou	↑54 %	-0.541	0.064	***
	Blessures aux genoux	↑18 %	-0.181	0.050	***
	Boiterie	↑28%	-0.275	0.044	***
	Pis sales	↓18 %	0.184	0.086	*
	Temps passé couché	↓0.07 h/j	0.067	0.045	†
	Épisodes de temps passé couché	↓0.15 nb/j	0.145	0.065	*
Longueur de chaîne	Blessures au cou	↑9 %	-0.087	0.039	*
	Blessures aux genoux	↑11 %	-0.105	0.033	**
	Blessures aux jarrets	↑9 %	-0.089	0.029	**
Hauteur du muret de la mangeoire	Pis sales	↓4 %	0.036	0.016	*

¹ Dimension observée – dimensions recommandée (incrément de 10 cm); ² † 0.05>P>0.1, *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001; ³ Une valeur positive pour cette variable indique que la barre de cou est plus avancée.

1.3 Améliorer le confort, est-ce que c'est payant?

Les producteurs craignent souvent que rencontrer les normes en matière de bien-être animal soit coûteux, mais il y a de bonnes raisons de penser que l'amélioration du bien-être peut augmenter la rentabilité. Nous avons examiné si le respect des normes canadiennes en matière de bien-être des

animaux pour les fermes laitières à stabulation entravée était associé à des changements dans les performances de production des vaches et de la rentabilité de l'entreprise (Villetta-Robichaud et al., 2018). Des fermes en stabulation entravée (n = 100) ont été évaluées pour déterminer si elles répondaient ou non aux normes de bien-être animal actuelles de l'industrie laitière (critères proAction®), en fonction de la prévalence des blessures aux membres et cou, de la boiterie, de l'hygiène, de la cote d'état de chair et du positionnement du dresseur électrique. Des données ont également été obtenues pour mesurer la productivité et de la rentabilité de l'entreprise (base de données Valacta): production laitière moyenne, compte de cellules somatiques (CCS), intervalle de vêlage, % de réforme et % de vaches en 3^{ème} lactation et plus. Nos résultats montrent qu'aucune des 100 fermes échantillonnées ne répondait à l'ensemble des neuf critères évalués sur la base de l'évaluation proAction®. Les critères qui ont été satisfaits par le moins grand nombre de fermes sont les critères de blessures. Les critères qui ont été satisfaits par le plus grand nombre de fermes sont les critères d'hygiène. L'atteinte de certains critères de l'évaluation proAction® a été associée à certaines mesures de la productivité et de la rentabilité de l'exploitation. Par exemple, les fermes qui ont atteint le critère de boiterie (faible prévalence) ont une meilleure production laitière couplée à une augmentation de la valeur génétique des vaches par rapport aux fermes qui n'ont pas atteint ce critère. Sans surprise, les fermes qui ont atteint les critères d'hygiène des flancs, état de chair et de positionnement des dresseurs électriques présentent un CCS moyen moins élevé (-51,000, -48,000 et -44,000 CCS, respectivement). Cependant, les fermes qui atteignent le critère de blessure au cou ont un CCS moyen plus élevé (+49,000 CCS). La longévité des vaches est également associée à l'atteinte du critère de positionnement des dresseurs électriques, les fermes atteignant ce critère ayant plus de vaches en 3^{ème} lactation et plus (4.6 % plus de vaches en 3^{ème} lactation ou plus par % de dresseurs placés correctement).

En examinant les associations entre le respect des critères d'évaluation du bien-être et certaines marges de rentabilité des exploitations, calculées sur les coûts de remplacement, nous avons constaté que les fermes satisfaisant aux critères d'état de chair (faible nombre de vaches avec une cote faible) avaient des marges plus élevées par kilogramme de quota que les fermes qui ne satisfaisaient pas au critère. Par conséquent, les critères individuels de l'évaluation du bien-être avaient tendance à être associés à certains indicateurs de rentabilité améliorée, mais certaines de ces relations étaient complexes si elles étaient parfois modulées par d'autres composantes tels que la génétique et la gestion.

Dans une deuxième étude, nous avons étudié les associations entre les indicateurs du bien-être mesurés sur une échelle continue et la productivité et la rentabilité des mêmes 100 fermes en stabulation entravée (au lieu de rencontrer ou non un point de référence spécifique). Nos résultats montrent qu'une augmentation de 1 heure du temps passé couché quotidien est associée à une plus grande production de lait (+273 kg / vache / an; $P \leq 0,01$) et que les exploitations avec une plus grande prévalence d'animaux avec des queues coupées avaient une production plus faible (-22 kg / vache / an pour 1% d'augmentation; $P \leq 0,01$). En termes de longévité, les fermes présentant une prévalence des blessures au cou plus élevée avaient plus de vaches en 3^{ème} lactation et plus ($P \leq 0,01$), mais les fermes avec une plus grande variation du temps passé couché quotidien avaient moins de vaches en 3^{ème} lactation et plus (-6% par augmentation d'une heure; $P \leq 0,01$). En examinant les associations avec les marges économiques calculées pour chaque ferme sur leurs coûts de remplacement, nous avons constaté que les fermes avec une plus grande prévalence de vaches à faible état de chair et des stalles avec une litière très humide avaient des marges plus faibles par kg de quota (-15 \$ et -12 \$ par %, respectivement, $P \leq$

0,01). Dans l'ensemble, nos résultats suggèrent qu'il est peu probable que l'amélioration du bien-être des vaches impose un fardeau économique à l'industrie laitière canadienne et qu'améliorer le bien-être pourrait même profiter aux fermes individuelles, selon les coûts associés aux améliorations ou aux changements nécessaires pour atteindre une recommandation ou une exigence spécifique.

Pourquoi effectuer des recherches supplémentaires sur la configuration de stalle dans un centre de recherche?

Mener des recherches sur les fermes commerciales a ses limites pour élaborer des recommandations applicables à toutes les entreprises. Dans ces conditions, il est en effet impossible d'isoler les facteurs de risque des mesures de résultat du bien-être, p. ex., est-ce parce que les stalles sont trop courtes ou trop étroites que les vaches ont des lésions cutanées? Il est aussi difficile de mesurer les effets individuels de la configuration de stalle sur d'autres facteurs de l'environnement d'élevage, en particulier la gestion, p. ex., si nous plaçons plus de litière sur des stalles trop courtes, cela compenserait-il le manque de longueur et réduirait-il le nombre de blessures? En outre, bien que certaines variables puissent être mesurées dans des conditions commerciales (p. ex., les blessures au cou), il y en a beaucoup d'autres qui ne sont pas mesurables dans ces mêmes conditions. Les mesures comportementales sont un exemple d'une catégorie de variables difficile à mesurer dans des contextes non expérimentaux. Pourtant, s'il est bon de savoir que la position de la barre de cou a un impact sur les blessures au cou, le pourquoi est beaucoup plus important pour pouvoir remédier au problème (p. ex., est-ce que les blessures au cou sont le résultat de contacts récurrents avec la barre de cou lors des changements de positions levé/couché?). Par conséquent, des expériences menées dans un environnement contrôlé, visant à isoler les effets individuels des différentes composantes de la configuration des stalles ou les effets de la gestion de troupeau sur la condition et les performances des vaches, permettra de fournir des recommandations validées aux producteurs. Cela va en plus nous aider à mieux comprendre comment la vache est à l'aise dans sa stalle et comment elle utilise l'espace qui lui est fourni. C'est la raison pour laquelle, dans le cadre de la Chaire de recherche industrielle CRSNG-Novalait-PLC-Valacta sur la Vie durable des bovins laitiers, nous avons mené une série d'expériences au cours des dernières années au complexe laitier du campus Macdonald de l'Université McGill.

PARTIE 1. Améliorer le confort des vaches en stabulation entravée c'est possible, mais jusqu'à quel point est-ce qu'on peut améliorer le bien-être des vaches à la stalle et quels résultats sur les animaux?

Le premier objectif de la Chaire de recherche industrielle est d'améliorer les systèmes actuels de stabulation entravée en termes de configuration de stalle, de base de stalle / litière et facilité de mouvement, sous forme d'expériences menées sur le complexe laitier du campus Macdonald de l'université McGill. Une série d'expériences ont été conçues pour étudier ces impacts sur le niveau de bien-être à moyen et long terme (p. ex., blessure corporelle, niveau de production).

2.1 Position de la barre de cou: Suivre le mouvement, naturellement

En point de départ, les résultats de nos études sur 100 fermes au Québec et en Ontario, ont montré que la hauteur et la position avant de la barre de cou doivent être examinées ensemble (Bouffard et al., 2017). En effet, lorsque la recommandation actuelle concernant la hauteur de barre de cou est atteinte ou dépassée (moins restrictive), le risque de blessures au cou et de boiterie augmente, tandis que le temps et la fréquence des épisodes de temps passé couché sont réduits. Toutefois, lorsque la position

avant de la barre de cou recommandée est atteinte ou dépassée (moins restrictive), le risque de blessures aux jarrets et genoux, et de boiteries est réduit, ainsi que la durée et la fréquence des épisodes de temps passé couché, mais le risque de pis sales augmente. L'objectif de la première expérience est de déterminer la position optimale combinée de la hauteur de la barre d'attache / position avant en suivant la pente naturelle de cou des vaches lorsqu'elles mangent et qu'elles se lèvent. Le présupposé : les vaches entrent en contact avec la barre d'attache durant ces événements, limitant ainsi leur capacité de mouvement et résultant en mesures de résultats du bien-être connus (p. ex., blessures au cou, boiterie, etc.)

Quatre traitements ont été testés: deux nouvelles positions de la barre de cou suivant la ligne de cou des vaches (Position 1 - aussi loin que la recommandation mais plus basse: 40'' vertical, 14'' horizontal; Position 2 – plus haut que la position 1 mais la moitié moins en avant : 44'' vertical, 7'' horizontal), la recommandation actuelle (Recommandation : 48'' vertical, 14'' horizontal) et la position de barre de cou que l'on trouve couramment dans les fermes du Québec (Commune : 48'' vertical, 7'' horizontal). Toutes les autres dimensions de stalle ont suivi les recommandations actuelles basées sur la taille des vaches (Tableau 2). Quarante-huit vaches, avec des parités et stades de lactation variés pour obtenir une représentativité du troupeau en lactation, ont été assignées au hasard à un des 4 traitements pour 10 semaines. Des observations visuelles ont été effectuées chaque semaine pour évaluer: les blessures, l'hygiène des vaches et des stalles, la quantité de litière et l'état de chair (Gibbons et al., 2012; Vasseur et al., 2013, 2015). L'évaluation de la boiterie a été réalisée chaque semaine par observation vidéo (Gibbons et al., 2014; Palacio et al., 2017). Les protocoles utilisés sont disponibles sur le site de la recherche laitière des PLC (section : Ressources producteurs; Outil pour évaluer le confort des vaches <https://www.dairyresearch.ca/francais/animal-comfort-tool.php>). La production de lait a été enregistrée à chaque traite et des échantillons de lait ont été collectés chaque semaine pour évaluer les composantes du lait. Le temps d'alimentation/ rumination a été enregistré en continu pour 24 vaches réparties de manière égale entre les traitements, à l'aide de collecteurs de données d'activité installés dans l'oreille (Zambelis et al., 2018a). Les comportements de repos tels que le temps journalier passé couché, la fréquence et la durée des épisodes passés couché ont été enregistrés en permanence à l'aide d'accéléromètres attachés aux membres arrières (Vasseur et al., 2012). Les vaches ont été filmées 1 jour par semaine par des caméras attachées au plafond et 6 événements de coucher et lever ont été évalués sur la base de ces vidéos (la méthode d'évaluation est détaillée : **Figure 1; Tableau 4 et Tableau 5** – Zambelis et al., 2018b).

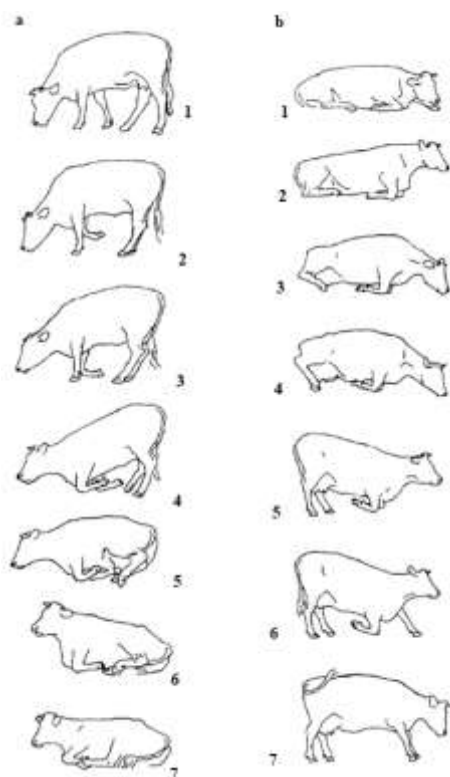


Figure 1. À quoi ressemble une séquence ‘normale’ de coucher (a) et de lever (b) chez les vaches laitières, comme illustré par Schnitzer (1971)

Tableau 4. Description des critères utilisés pour évaluer la qualité des mouvements de coucher, adaptée de Zambelis et al. (2018b).

Critère	Évaluation	Description
1. Durée de la phase de préparation au coucher	seconde	Reniflement du sol & mouvement de va-et-vient de la tête sans se coucher
(phase 1 du coucher)		Début de la phase: la vache commence à renifler le sol (Fig. 1a. Image 1) Fin de la phase: lorsque la phase 2 du coucher débute (Fig. 1a. Image 3) Note: la phase 1 doit être continue, du début à la fin (i.e. la tête de la vache devrait être baissée pour toute la durée de la phase 1)
2. Durée du mouvement de coucher	seconde	Début de la phase: la vache fléchit l’une de ses pattes avant (Fig. 1a, Image 3).
(phase 2 du coucher)		Fin de la phase: le corps de la vache entier est en contact avec le sol (Fig. 1a, Image 7).

Critère	Évaluation	Description
3. Contact avec la stalle	Présent ou absent	La vache entre en contact avec les diviseurs latéraux et/ou la barre de cou (stalle entravée), ou avec les murs ou les divisions (en enclos) durant le mouvement.
4. Tentative(s) de coucher	Nombre de tentatives	La vache se relève après avoir entamé le mouvement de coucher (la vache pose un ou deux genoux par terre, puis se relève).
5. Piétinement	Présent ou absent	La vache est sur les genoux et piétine avec ses membres arrière (≥ 3 secondes) avant de terminer son mouvement de coucher.
6. Glissade des pieds	Présent ou absent	L'un des pieds (ou les deux) de la vache glissent lors du mouvement de coucher.
7. Coucher anormal (rare)	Présent ou absent	La vache se couche sur son arrière-train avant de fléchir les pattes avant
8. Coucher sur le flanc droit ou sur le flanc gauche	Gauche ou droite	Positionnement de l'arrière-train de la vache du côté droit ou du côté gauche (vue de dessus).

Tableau 5. Description des critères pour l'évaluation de la qualité des mouvements de lever, adaptés de Zambelis et al. (2018b).

Critère	Évaluation	Description
1. Durée du mouvement	seconde	Début du lever: la vache est en position sternale et s'apprête à se propulser vers l'avant (Figure 1b, Image 1) Fin du lever: la vache déplie et rapproche ses membres antérieurs côte-à-côte (Fig. 1b, Image 7)
2. Contact avec la barre de cou/le mur de l'enclos	Présent ou absent	Lors du mouvement de balancier vers l'avant, la tête ou le cou de la vache entre en contact avec la barre de cou (stalle entravée), les diviseurs latéraux (stalle entravée), ou le mur de l'enclos (enclos).
3. Déplacement arrière sur les genoux	Présent ou absent	Mouvement de recul sur les genoux, avant ou après le début du lever (souvent pour éviter un contact avec les barres ou le mur).
4. Report du lever	Présent ou absent	La vache reste appuyée sur les genoux pendant plus de 10 secondes
5. Tentative(s) de lever	Nombre de tentatives	Nombre de propulsions observées avant un lever complet.
6. Lever anormal ("horse rising")	Présent ou absent	La vache soulève son avant-train avant de soulever son arrière-train.

Les résultats sont présentés en comparant, pour chaque mesure, la différence par rapport à la semaine 0, entre les traitements et le contrôle (la Recommandation actuelle), et au cours des 10 semaines de test.

Ce que nous avons appris : **i)** Les positions de barre de cou testées n'ont pas eu d'effet significatif sur l'hygiène des vaches et des stalles, la quantité de litière, l'état de chair, la boiterie, la production de lait et ses composantes, le temps d'alimentation/rumination, la capacité de lever et de coucher et les comportements de repos. **ii)** L'emplacement de la blessure sur le cou se déplace en fonction de l'emplacement de la barre de cou (p. ex., quand elle est plus basse, la blessure est plus basse sur le cou). La recommandation (différence par rapport à la semaine 0: $+0,9 \pm 0,16$) présentait une augmentation du nombre de blessures au cou proximal par rapport à la position 2 ($+0,1 \pm 0,15$; $P \leq 0,05$). Alors que la position 2 ($+0,8 \pm 0,16$) et la position 1 ($+0,5 \pm 0,16$) présentaient une augmentation des blessures au cou médiales par rapport à la recommandation ($-0,1 \pm 0,18$; $P \leq 0,05$). **iii)** Les mouvements de lever et de coucher se sont améliorés avec le temps pour toutes les positions. Pour tous les traitements, la durée de la phase de préparation au coucher a diminué avec le temps ($-5,9$ secondes; $P \leq 0,05$), de même que la durée du mouvement de coucher ($-1,1$ secondes; $P \leq 0,05$). Les contacts avec la stalle et la glissade des pieds ont également diminué au fil du temps pour tous les traitements ($-32,5$ %; $P \leq 0,05$; $-9,4$ %; $P \leq 0,05$). Du côté de la qualité des mouvements de lever, une diminution au fil du temps des déplacements arrière sur les genoux ($-10,8$ %; $P \leq 0,05$) et des contacts avec les barres ($-14,3$ %; $P \leq 0,05$) a été observée pour tous les traitements. La prévalence de couchers anormaux (couchers où au moins un critère anormal était présent) a également diminué, pour tous les traitements, au fil du temps ($-15,7$ %; $P \leq 0,05$). Cependant, même si la capacité de coucher et de lever s'est améliorée au fil du temps, la prévalence des mouvements anormaux est restée très élevée à long terme (par exemple, les vaches entraient encore en contact avec les diviseurs ou les barres de cou au cours de 42,3 % des mouvements de coucher). En conclusion, il reste à documenter ce qui existe en terme de conception/position de la barre de cou qui vise à réduire les contacts entre la vache et les éléments structuraux de sa stalle, p. ex. des alternatives aux barres métalliques telles qu'une barre en matériau plus flexible ou une position de la barre qui limite davantage les contacts. **On sait maintenant que même en avançant la barre de cou de 14'', les animaux continuent à mettre de la pression sur leur cou. Il va falloir être créatif, possiblement considérer différents matériaux qui mitigent les chocs répétés avec la barre lorsque l'animal bouge dans sa stalle, ou envisager des positions plus extrêmes (ex., très en avant, pas de barre de cou).**

2.2 Longueur de chaîne: donnez-leur de la 'corde'

La principale critique adressée au système de stabulation entravée réside dans la manière dont elle limite la capacité de la vache à bouger, en offrant un espace dynamique limité à l'animal. Les objectifs de cette expérience étaient de voir si l'augmentation de la longueur de la chaîne d'attache améliorerait les possibilités de mouvement des vaches et de mesurer son impact sur les mouvements et comportements notamment de lever et coucher, et comment la vache utilise son espace. Deux traitements ont été testés: la recommandation actuelle de 1,00 m (témoin) et une chaîne plus longue de 1,40 m (long).

Suivant le même principe que l'expérience précédente sur la position de la barre de cou (paragraphe 2.1), cet essai a soumis 24 vaches aux traitements pendant 10 semaines. Une nouvelle mesure s'est ajoutée à l'éventail pour ce projet : l'évaluation de comment la vache utilise l'espace disponible à la

stalle (% de points à l'intérieur de la stalle, % de points en dehors de la stalle, position des points dans les différentes régions de la stalle) au moyen d'un logiciel d'analyse d'image (FIJI ImageJ). Trois points ont été suivis sur chaque vache (**Figure 2**).



Figure 2. Le périmètre de la stalle (rectangle) et les trois points suivis permettent d'évaluer l'utilisation de l'espace: les points A et B sont les extrémités des os de la hanche et le point C représente le garrot.

Ce que nous avons appris : **i)** La longueur de chaîne n'a pas eu d'impact significatif sur l'hygiène des vaches et des stalles, la quantité de litière, l'état corporel, la boiterie, la production de lait et ses composantes, le temps d'alimentation/ rumination, ni sur les blessures corporelles et leur évolution au fil du temps. **ii)** Pour les comportements de repos et la facilité de mouvement lors des transitions, aucune différence entre les traitements ni au fil du temps n'a été trouvée pour le temps total passé couché ($11,9 \pm 0,27$ h/j), le nombre de périodes de temps passé couché ($13,0 \pm 0,98$ nb/j), ni la durée de ces périodes ($1,0 \pm 0,09$ h/épisode; $P > 0,05$). La qualité des levers (aisance au lever) ne différait pas entre les traitements, ni au fil du temps ($P > 0,05$). La durée de la phase de préparation au coucher est plus courte chez les vaches dont les chaînes sont plus longues ($13,7 \pm 1,03$ vs $16,9 \pm 1,01$ sec; $P = 0,047$). Elle était également significativement plus courte à long terme par rapport au court terme pour les deux traitements ($13,3 \pm 0,92$ vs $16,9 \pm 0,81$ sec; $P < 0,05$). **iii)** Concernant l'utilisation de l'espace par les vaches, les vaches se déplacent davantage avec une chaîne plus longue: la présence du garrot en dehors de la stalle (% en dehors de la stalle) était plus élevée pour les vaches à longue chaîne que la recommandation actuelle (+4 % de temps passé en dehors de la stalle; $P = 0,003$) et a augmenté au court du temps (+3% à long terme, comparativement au court terme; $P < 0,05$). Les chaînes plus longues semblent offrir aux vaches une meilleure possibilité de mouvement - et il est intéressant de noter qu'elles l'utilisent! En conclusion, alors que les vaches se familiarisent avec leur environnement avec le temps, l'augmentation de la longueur de la chaîne améliore la manière dont les vaches sont à l'aise dans leur environnement. Les changements observés dans l'utilisation de l'espace indiquent qu'une chaîne plus longue offre aux vaches une meilleure opportunité de mouvement, les aidant ainsi à satisfaire d'autres besoins tels que l'exploration. **Une chaîne de plus d'un mètre fonctionne et la**

recommandation actuelle à 1 m est probablement nécessaire pour favoriser les opportunités de mouvement à la stalle. Ces résultats doivent être appliqués graduellement, en choisissant les vaches qui vont davantage bénéficier d'une chaîne plus longue et en évaluant comment elles s'y habituent.

2.3 Largeur de stalle : des lits 'king size'

Les vaches laitières en stabulation entravée passent leurs journées entières dans le même espace, lequel doit être adapté à toutes les activités qu'elles mènent. L'une de ces activités, le repos, revêt une très grande importance pour les vaches, et le logement (la stalle) peut y jouer un rôle considérable : en définissant l'espace dont elles disposent pour satisfaire leur besoin de repos, cet espace peut affecter les comportements de repos des vaches laitières. L'objectif de cette expérience était de vérifier si l'augmentation de la largeur de stalle améliore la capacité de repos des vaches. Deux traitements ont été comparés: la recommandation actuelle [$2 \times$ (largeur de la vache aux hanches) + 6 pouces] et une double largeur de stalle.

Suivant le même principe que les deux expériences précédentes (paragraphe 2.2 et 2.3), 16 vaches ont été soumises à l'un des traitements pendant six semaines. Nous avons toutefois ajouté une nouvelle mesure à notre éventail pour ce projet: on a évalué quelles postures la vache utilise et où la vache se positionne dans sa stalle au repos. Des photos ont été extraites des vidéos à raison d'une image par minute, puis analysées par un observateur qualifié pour évaluer la position de la vache dans sa stalle et la position et posture du corps, de la tête et des membres de la vache au repos (**Figure 3**).



Figure 3. Une vache dans une double stalle allongée dans une posture de repos profonde, sur son flanc, tous les membres en position allongée.

Ce que nous avons appris : **i)** Les largeurs de stalle à l'essai n'ont pas eu d'impact significatif sur l'hygiène des vaches et des stalles, l'état corporel, la boiterie, les blessures corporelles, le temps d'alimentation/de rumination, la production de lait et les composantes laitières. Par contre, la quantité de litière dans les stalles doubles était plus importante que dans les stalles de largeur recommandée (+23% de stalles avec litière profonde par semaine; $P=0,017$). **ii)** Concernant les comportements de repos et l'aisance de mouvement lors des transitions : le temps total passé couché ne différait pas entre les traitements ni avec le temps, mais le nombre de périodes de temps passé couché était plus bas dans les stalles doubles

(-1 période/jour; $P=0,049$) alors que la durée de ces périodes était plus élevée (+10 min/épisode; $P=0,049$), montrant que les vaches en double stalle se reposaient différemment. Pas d'effet des traitements sur la qualité des mouvements de lever n'a été observé, mais les contacts avec la stalle étaient presque 2x moins fréquents lors des couchers pour les vaches en stalle double (43% en stalle double, comparativement à 77% avec la recommandation actuelle; $P=0,01$). **iii)** Concernant les postures de repos et l'utilisation de l'espace, les vaches dans les stalles doubles ont étendu leurs membres postérieurs plus souvent que les vaches témoins (21.67 % vs 7.64 %, $P=0.015$). Elles ont également pénétré dans les stalles avoisinantes avec leurs membres postérieurs moins souvent que les vaches témoins (2.39 vs 16.29% pour le côté gauche, et 0.14 vs 13.07% pour le côté droit), préférant la deuxième moitié de la double stalle pour positionner leurs membres arrière, dans 38.34 % et 29.16 % du temps pour les côtés gauche et droit. Les vaches en stalle double avaient la tête plus souvent dans la stalle (+25% de temps durant le repos; $P=0,01$) et moins souvent dans la mangeoire (-29% de temps durant le repos; $P=0,01$), et elles utilisaient l'espace de la stalle double avec les différentes parties de leur corps (**Figure 4**).

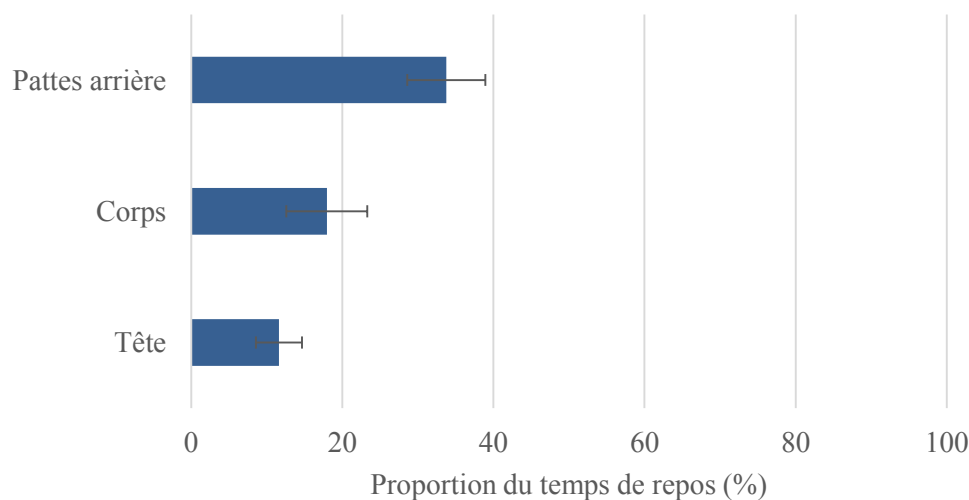


Figure 4. L'utilisation de la stalle double par les membres arrières, la tête et le corps, pour les vaches en stalle double durant les périodes de repos.

En conclusion, la stalle est conçue pour positionner la vache droite, parallèle aux diviseurs et perpendiculaire à la barre d'attache. Nos résultats montrent que les vaches adoptent des postures de repos variées et maximisent l'utilisation d'une double largeur, si l'occasion leur est donnée. **Les vaches sont plus confortables avec plus de largeur : ces résultats sont applicables en stabulation libre et entravée. Se pose la question économique, à 55-65\$ par pi^2 pour les coûts de construction du bâtiment, est-ce que ça se rentabilise? La vraie réponse, c'est qu'il n'y a pas de compromis possible sur la largeur de stalle : il faut absolument suivre le minimum recommandé actuellement.**

2.4 Dans un parc pour le tarissement

Après notre série d'expériences sur les différents aspects de la configuration de stalle visant à fournir plus d'opportunités de mouvement à la vache dans sa stalle, nous nous sommes attaqués à documenter une question connexe : quelles opportunités de mouvement peut-on offrir à la vache en dehors de la stalle et comment implante-t-on cette pratique dans la gestion des troupeaux? Le présupposé : l'environnement d'élevage d'une vache peut avoir un impact significatif sur son bien-être général, en particulier pendant la période de tarissement, car la vache y subit un certain nombre de changements physiologiques tandis que la conduite d'élevage est modifiée par rapport au troupeau en lactation. Ces caractéristiques font du tarissement une période idéale pour investiguer l'impact que l'on aurait si on sortait la vache de sa stalle, p. ex. en lui fournissant un logement alternatif, et pour vérifier comment ce logement répond aux besoins des vaches durant la préparation au vêlage.

Les comportements de repos sont des mesures utiles pour déterminer le niveau de confort et les possibilités de mouvement fournis à la vache dans son logement. Le premier objectif du projet était de déterminer si le temps et les postures de repos différaient entre les vaches logées dans une stalle par rapport à un enclos pendant la période de tarissement de huit semaines. Le deuxième objectif était d'évaluer si le parc augmente les opportunités de mouvement (notamment l'activité locomotrice) par rapport à la stalle entravée, et d'en évaluer l'impact, à savoir, si la capacité locomotrice des vaches s'améliore au cours des huit semaines du tarissement.

Quatorze vaches ont été appariées sur la base de la parité et de la date de vêlage et ont été affectées au tarissement à un parc de litière profonde en paille ou à une stalle attachée avec une base de stalle couverte d'un tapis de caoutchouc et de 2 cm de copeaux de bois. Le temps passé couché et le nombre de pas ont été mesurés en continu à l'aide de podomètres installés sur les membres arrières des vaches (Shepley et al., 2017). Des enregistrements vidéo de 24 heures ont été réalisés chaque semaine pour chaque vache, à l'aide de caméras fixées au plafond. Les postures de la vache au repos ont été enregistrées à chaque minute par un observateur entraîné, à la première, au milieu et à la dernière semaine de la période de tarissement. La démarche des vaches a été évaluée chaque semaine, via un passage à la marche dans un corridor de test pourvu de caméras (**Figure 5**).



Figure 5. Les vaches marchaient à travers le corridor de test chaque semaine, pour évaluer la qualité de leur démarche.

Ce que nous avons appris : **i)** Pour ce qui est des comportements et des postures de repos, aucune différence significative entre les deux options de logement n'a été détectée du côté du temps passé couché quotidien entre les deux options de logement (vaches en enclos et en stalle : $14,2 \pm 0,54$ et $12,6 \pm 0,32$ min/jour, respectivement; $P = 0,17$) ce qui suggère qu'aucun des deux environnements ne limitait la capacité de repos des vaches. Par contre, la vache en enclos a montré une plus grande variété de postures de repos (p. ex., position de la tête sur le flanc $8,58$ vs $5,72$ % du temps observé, $P < 0,05$; les membres arrières repliés moins souvent soit $73,19$ vs $92,87$ %, $P < 0,01$) et des changements de positions plus fréquents pour la tête ($22,02$ vs $14,65$ changements/24-h pour parc et stalle, respectivement $P = 0,02$), les membres avant ($22,24$ vs $7,57$, $P < 0,01$), et les membres arrières ($88,75$ vs $23,60$, $P < 0,01$). Ces résultats suggèrent que la vache a davantage de facilité à bouger lorsqu'elle dispose de plus d'espace et d'une surface de couchage plus confortable, et que ces deux facteurs augmentent son confort au repos. **ii)** Du côté de l'activité locomotrice, pas de différence significative n'a été trouvée entre les logements pour le nombre de pas (Moyenne $\pm$ É.-T. du nombre de pas/jr: $867,81 \pm 70,55$ en stalle vs $713,77 \pm 77,80$ en enclos; $p = 0,20$). Cependant, la variation du nombre de pas au cours du tarissement a été plus élevée chez les vaches en enclos que chez celles logées en stalle. **iii)** Pour ce qui est de la capacité locomotrice, la flexion articulaire s'est significativement améliorée au fil du temps chez les vaches en enclos (différence de la note de démarche par rapport au début du tarissement : $-0,70$, $P < 0,01$), contrastant avec l'aggravation observée chez les vaches en stalle ($+ 0,06$). Bien que cette différence ne soit pas significative, l'évolution de la note globale de la démarche entre le début et la fin du tarissement a été considérablement différente, numériquement parlant, entre les vaches en enclos ($-0,33$; démarche qui s'améliore) et les vaches en stalle ($+0,21$; démarche qui se détériore). En conclusion, loger les vaches laitières en enclos pendant la période de tarissement de huit semaines s'est avéré bénéfique pour leur repos et la récupération de leur capacité locomotrice. Ces avantages peuvent être attribués à une combinaison de facteurs : moins d'obstacles dans son environnement (grâce à l'élimination de la stalle en elle-même), une zone de repos plus grande, et une surface de repos plus confortable. Ces résultats soulèvent également des questions, notamment à savoir si des résultats similaires pourraient être observés dans les systèmes de stabulation libre. **Loger ses vaches en parc de tarissement, c'est donner à la vache la chance de mieux se préparer au vêlage et à la prochaine lactation. Cette pratique est déjà utilisée par des producteurs laitiers au Québec - cette étude établit des références pour élargir l'implantation des parcs de tarissement.**

CONCLUSION : Quelles sont les prochaines étapes?

La réalité que les vaches soient attachées pendant toute la lactation, en plus des problèmes connus liés aux dimensions des stalles, peut expliquer certaines des mesures d'un faible état de bien-être enregistrées dans les études qui ont été présentées ci-haut. Ce fait amène également la question de l'exercice, qui pourrait tout autant constituer une aide pour pallier à certaines contraintes d'amélioration du logement qu'une pratique de gestion complémentaire à un logement optimisé. Cela soulève également la question de l'exercice comme une aide à certaines carences en matière de logement, mais aussi en tant que pratique de gestion complémentaire. D'autres recherches récentes menées au Québec et dans l'est de l'Ontario montrent que les vaches sont motivées à accéder à l'extérieur lorsqu'elles en ont l'occasion à la fois en conditions hivernales (Shepley et al., 2016) et en été (Shepley et al., 2017), et ce, que l'alternative (le logement intérieur) soit une étable en stabulation libre ou un parc sur litière compostée. Nous avons également identifié l'impact qu'un accès régulier à l'extérieur pour les vaches

logées en stabulation entravée a sur les résultats à moyen- et à long-terme des mesures de bien-être des vaches. Palacio et al. (2017) ont suivi sur une année des vaches en fermes commerciales et ont montré que les fermes fournissant un accès extérieur avaient 20 % moins de vaches boiteuses et 16 % moins de vaches blessées au jarret à la fin de l'hiver (période pendant laquelle les vaches sont le plus confinées à l'intérieur), comparativement aux fermes ne fournissant aucun accès à l'extérieur. Desrochers et Daigle (2017) ont également montré que les vaches en stabulation entravée qui ont accès à une cour extérieure présentent 10 % moins de lésions aux onglons.

Les résultats de ces récents projets de recherche nous indiquent que les vaches laitières tireraient avantage de ne pas être continuellement confinées à leur stalle. La prochaine étape consiste à fournir aux producteurs laitiers canadiens installés en stabulation entravée des options viables qui, sans les obliger à reconstruire leurs étables, amélioreront les opportunités de mouvement fournies aux animaux, par exemple en développant des recommandations pour l'accès à une cours d'exercice.

REMERCIEMENTS

Les principaux résultats présentés proviennent d'études financées dans le cadre i) des Grappes de recherche laitière 1 et 2 financées par AAC et les PLC, et un financement complémentaire par le programme de partenariat pour l'innovation en production et transformation laitières FRQNT-Novalait-MAPAQ-AAC, ii) la Chaire de recherche industrielle CRSNG-Novalait-PLC-Valacta. Les auteurs tiennent à remercier tous les collaborateurs qui ont participé à ces dix années d'études incluant professeurs et étudiants-chercheurs des universités de Colombie-Britannique, Guelph (tout particulièrement Derek Haley), et Laval (Marianne Villettaz-Robichaud, Véronique Bouffard) ainsi que Valacta, et les producteurs laitiers qui nous ont accueillis pour la collecte de données. Dans le cadre de la Chaire de recherche industrielle Novalait-PLC-Valacta sur la vie durable des bovins laitiers, nous remercions toute l'équipe d'étudiant-chercheurs (Jessica St John, Véronique Boyer, Elise Shepley) et d'assistants de de recherche (tout particulièrement Tania Wolfe) de l'université McGill qui ont participé à la collecte et au traitement des données, ainsi que l'équipe du complexe laitier du campus Macdonald de l'université McGill.

RÉFÉRENCES

- Anderson, N. (2014). Dairy cow comfort tie-stall dimensions. OMAFRA, Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Visionné le 15 septembre 2018. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/tiestalldim.htm>.
- Bouffard V, de Passillé A M, Rushen J, Vasseur E, Nash C, Haley D, and Pellerin D. (2017). Effect of following recommendations for tiestall configuration on neck and leg lesions, lameness, cleanliness, and lying time in dairy cows. *J. of Dairy Science*. 100: 2935-2943.
- Busato, A., P. Trachsel and J. W. Blum. (2000). Frequency of traumatic cow injuries in relation to housing systems in Swiss organic dairy herds. *J. of Veterinary Medicine A* 47: 221-229.
- Charlton G L, Bouffard V, Gibbons J, Vasseur E, Haley D B, Pellerin D, Rushen J, and de Passillé A M. (2016). Invited paper: Can automated measures of lying time help assess lameness and leg lesions on tiestall dairy farms?. *Applied Animal Behaviour Science*. 175: 14-22.
- Canadian Dairy Information Centre (CDIC). 2017. The farm: Dairy barns by type in Canada. Visionné le 15 septembre 2018. http://www.dairyinfo.gc.ca/index_e.php?s1=dff-fcil&s2=farm-ferme&s3=db-el.

- CNSAE-PLC Dairy Farmers of Canada - National Farm Animal Care Council. 2009. Code of practice for the care and handling of dairy cattle. Visionné le 15 septembre 2018. <https://www.dairyfarmers.ca/what-we-do/animal-health-and-welfare/code-of-practice-for-the-care-and-handling-of-dairy-cattle>.
- Desrochers and Daigle. (2017). Une stratégie collective pour améliorer la santé des onglons dans les troupeaux laitiers du Québec. Conférence présentée au Symposium sur les bovins laitiers du CRAAQ. Drummondville, Québec, Canada 24 octobre 2017. p104-114.
- FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010. Tie Stall Housing Systems on dairy Farms: Germany 2009. Visionné le 15 septembre 2018. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/TieStalls.pdf
- Gibbons, J., E. Vasseur, J. Rushen, and A. M. de Passillé. (2012). A training program to ensure high repeatability of injury of dairy cows. *Animal Welfare* 21: 379-388.
- Gibbons, J., D. B. Haley, J. Higginson Cutler, C. Nash, J. Zaffino Heyerhoff, D. Pellerin, S. Adam, A. Fournier, A. M. de Passillé, J. Rushen, and E. Vasseur. (2014). Technical Note: Reliability and Validity of a Method to Measure Lameness Prevalence of Cows in Tie-stalls. *J. of Dairy Science* 97:350-353.
- Keil, N. M., T. U. Wiederkehr, K. Friedli, and B. Wechsler. (2006). Effects of frequency and duration of outdoor exercise on the prevalence of hock lesions in tied Swiss dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 74: 142-153.
- Lapointe, G., A. Fournier, and S. Lizotte. (2010). Vos vaches sont-elles confortables. Conférence présentée au 34e Symposium sur les bovins laitiers du CRAAQ. Drummondville, Québec, Canada 28 octobre 2010. p119-142.
- Nash C, Kelton D, DeVries T, Vasseur E, Coe J, Heyerhoff Zaffino J C, Bouffard V, Pellerin D, Rushen J, de Passillé A M, and Haley D. (2016). Prevalence of and risk factors for hock and knee injuries on dairy cows in tiestall housing in Canada. *J. of Dairy Science*. 99: 6494-6506.
- Palacio, S., M. Roulleaux, R. Bergeron, J. Rushen, A. M. de Passillé, D. Pellerin, D. Haley, T. DeVries, and E. Vasseur. (2015). Do improvements in housing and management voluntarily applied by producers following a cow comfort assessment reduce cow injuries in tie-stall dairies? Conference presented to 2015 ADSA-ASAS Joint Annual Meeting. Orlando, FL July 14, 2015. Abstract #501.
- Palacio S, Peignier L, Pachoud C, Nash C, Adam S, Bergeron R, Pellerin D, de Passillé A M, Rushen J, Haley D, DeVries T, and Vasseur E. (2017). Technical Note: Assessing lameness in tie-stalls using live stall lameness scoring. *J. of Dairy Science* 100:6577-6588.
- Schnitzer, U. (1971). Abliegen, liegestellungen und aufstehen beim rind im hinblick auf die entwicklung von stalleinrichtungen für milchvieh: Zwischenbericht über ein vom ktbl gefördertes arbeitsvorhaben. KTBL.
- Schuppli, C. A., von Keyserlingk M. A. G., and Weary D. M. (2014). Access to pasture for dairy cows: Responses from an online engagement. *J. Anim. Sci.* 92:5185-5192.
- Shepley E, Bergeron R, and Vasseur E. (2017a). Invited Paper: Daytime access to pasture vs. free-stall barn in dairy cows with year-long outdoor experience: A case study. *Applied Animal Behaviour Science*. 192:10-14.
- Shepley E, Bergeron R, Bécotte F, and Vasseur E. (2017b). Short Communication: Dairy cow preference for outdoor exercise during winter under Eastern Canada climatic conditions. *Canadian Journal of Animal Science*. 97: 1-5.
- Shepley E, Berthelot M, Vasseur E. (2017c). Validation of the ability of a 3D pedometer to accurately determine the number of steps taken by dairy cows when housed in tie-stalls. *Agriculture*. 7(7): 53.
- Sogstad, Å. M., T. Fjeldaas, O. Østerås, and K. P. Forshell. (2005). Prevalence of claw lesions in Norwegian dairy cattle housed in tie stalls and free stalls. *Preventive Veterinary Medicine* 70(3):191-209.
- Vasseur, E., J. Rushen, D. B. Haley, and A M de Passillé. (2012). Sampling cows to assess lying time in tie-stall and free-stall dairy herds. *J. of Dairy Science* 95: 4968-4977.

- Vasseur, E., J. Gibbons, J. Rushen, and A. M. de Passillé. (2013). Development and implementation of a training program to ensure high repeatability of body condition score of dairy cows. *J. of Dairy Science* 96: 4725-4737.
- Vasseur, E., J. Gibbons, J. Rushen, D. Pellerin, E. Pajor, D. Lefebvre, and A. M. de Passillé. (2015). An assessment tool to help producers improve cow comfort on their farms. *J. of Dairy Science* 98: 1-11.
- Villettaz-Robichaud, M., J. Rushen, A.M. de Passillé, E. Vasseur, D.B. Haley, and D. Pellerin. (2018). Is the profitability of Canadian tiestall farms associated with their performance on an animal welfare assessment? *J. of Dairy Science* 2359–2369
- Zambelis A., T. Wolfe, E. Vasseur. (2018a). Validation of an ear-tag accelerometer to identify feeding and activity behaviors of tie-stall housed dairy cattle. Conference presented to 2018 ADSA Annual Meeting. Knoxville, TN June 25, 2018. Abstract #145.
- Zambelis, A., M. Gagnon-Barbin, J. St John, and E. Vasseur, E. (2018b). Development of a rising and lying-down ability index in dairy cattle and its relationship with other welfare outcome measures. Page 110 in *Proc. 52nd Congress of the International Society for Applied Ethology: Ethology for Health and Welfare*, Univ. Prince Edward Island, Charlottesville, Canada.
- Zurbrigg, K., D. Kelton, N. Anderson, and S. Millman. (2005a). Tie-stall design and its relationship to lameness, injury, and cleanliness on 317 Ontario dairy farms. *J. of Dairy Science* 88: 3201-3210.
- Zurbrigg, K., D. Kelton, N. Anderson, and S. Millman. (2005b). Stall dimensions and the prevalence of lameness, injury, and cleanliness on 317 tie-stall dairy farms in Ontario. *Canadian Veterinary J.* 46:902-909.



Symposium sur les bovins laitiers

Le mardi 30 octobre 2018

Centrexpo Cogeco, Drummondville

Outils pour maximiser l'utilisation de l'amidon dans les rations de vaches laitières

Luiz Ferraretto, Ph.D., professeur adjoint, nutrition animale
University of Florida



Outils pour maximiser l'utilisation de l'amidon dans les régimes alimentaires des bovins laitiers

Luiz F. Ferraretto, Ph.D., PAS

Professeur adjoint en nutrition du bétail

Département des sciences animales

University of Florida

lferraretto@ufl.edu

INTRODUCTION

Comparativement à d'autres nutriments, l'amidon a été un sujet de recherche sous-évalué en nutrition laitière pendant plusieurs années. Par conséquent, aucune recommandation sur l'apport d'amidon pour les vaches laitières n'a été établie par le guide de nutrition du *NRC* (2001). Récemment, l'amélioration observée dans l'utilisation de l'amidon par les vaches laitières en lactation a suscité beaucoup d'intérêt de la part des producteurs laitiers et des nutritionnistes du secteur, surtout au cours de la dernière décennie qui a vu les prix du maïs doubler. L'amidon est rapidement fermenté en propionate par les microorganismes du rumen. Le propionate est absorbé dans la circulation sanguine et transporté jusqu'au foie où, il sert de précurseur du glucose. S'il n'est pas digéré dans le rumen, l'amidon atteint l'intestin grêle et est digéré directement en glucose par l'amylase pancréatique. Donc, en dépit de l'absence d'exigence établie, la complémentation d'amidon touche directement l'apport de glucose et, ainsi, la performance laitière des vaches. Conséquemment, l'utilisation de l'amidon par les vaches laitières est devenu un sujet de recherche important. Le présent article a donc pour objectif de présenter et de débattre des stratégies potentielles visant à optimiser l'utilisation de l'amidon chez les vaches laitières en lactation.

DIGESTIBILITÉ DE L'AMIDON DU MAÏS GRAIN ET DU MAÏS ENSILAGE

L'amidon représente environ 50 % de la valeur énergétique du maïs ensilage et 75 % de celle du maïs grain, respectivement (calculée d'après le guide de nutrition du *NRC*, 2001). Comparativement à d'autres sources d'amidon comme l'orge et le blé, le maïs affiche une digestibilité de l'amidon inférieure dans le rumen et dans l'ensemble du tube digestif (**ADTD**; Ferraretto et coll., 2013). Une meilleure compréhension des facteurs qui touchent la disponibilité et la digestion de l'amidon pourrait mener à la formulation de rations plus efficaces à meilleur coût et à plus faible teneur en amidon réduisant les risques d'acidose ruminale. De plus, il est souhaitable de mettre l'accent sur la digestibilité ruminale de l'amidon puisqu'elle altère l'efficacité de l'utilisation de l'énergie et augmente la synthèse microbienne ruminale lorsque les niveaux de protéines dégradables dans le rumen sont adéquats (Firkins et coll., 2006). La plus forte synthèse microbienne explique la plus grande concentration de protéines laitières par unité de concentration d'amidon digestible dans le rumen (Ferraretto et coll., 2013). Une augmentation de la digestion d'amidon peut mener à une meilleure utilisation des nutriments et à une baisse des coûts d'alimentation. Une description détaillée des facteurs pouvant influencer l'utilisation de l'amidon dans le maïs ensilage et le maïs grain sera abordée dans cette section.

La digestibilité de l'amidon du maïs ensilage, du maïs grain humide (**MGH**) et du maïs sec moulu (**MSM**) peut être affectée par plusieurs facteurs. Tout d'abord, l'amidon de l'endosperme est protégé par le péricarpe qui offre une grande résistance à la fixation microbienne s'il est intact (McAllister et coll., 1994); la rupture de l'enveloppe du grain est donc essentielle. Les régimes contenant du MGH dont la

taille moyenne des particules (**TMP**) est inférieure à 2 mm avaient davantage d'ADTD comparativement au MGH dont la TMP était supérieure à 2 mm (95,2 % comparativement à 89,5 %; Ferraretto et coll., 2013). De même, une plus grande TMP a réduit l'ADTD dans les régimes de MSM (77,7 % comparativement à 93,3 % pour une TMP de 4 mm et de 1 mm respectivement; Ferraretto et coll., 2013). Cela s'explique par la plus grande surface exposée à la digestion bactérienne et enzymatique des particules plus fines (Huntington, 1997). On obtient une plus grande digestibilité d'amidon et une meilleure production de lait lorsque le maïs ensilage est récolté avec un appareillage éclateurs de grains réglé entre 1 et 3 mm (Ferraretto et Shaver, 2012). Toutefois, d'autres pratiques de récolte comme la maturité à la récolte et la longueur de coupe théorique (**LCT**) peuvent nuire à l'efficacité des éclateurs de grains.

L'éclatement des grains est efficace quand les couteaux sont réglés à une LCT entre 0,93 et 2,86 cm, mais pas plus court ni plus long (Ferraretto et Shaver, 2012). Cela pourrait s'expliquer par l'éclatement des grains plus prononcé par les lames de coupe à une LCT plus courte (Johnson et coll., 1999) ou par l'inhibition de l'éclatement des grains lors du passage des tiges à travers les rouleaux quand la LCT est plus longue. De plus, l'éclatement des grains a accru l'ADTD dans les régimes contenant du maïs ensilage entre 32 et 40 % de MS à la reprise, mais pas quand le maïs ensilage était à plus de 40 % de MS (Figure 1; Ferraretto et Shaver, 2012). Une proportion accrue d'endosperme vitreux dans le grain est associée à une plus grande maturité (Phillipeau et Michalek-Douveau, 1997). L'amidon de l'endosperme vitreux est moins digestible à cause des liaisons chimiques de la zéine qui enveloppent les granules d'amidon (Kotarski et coll., 1992); la teneur en endosperme vitreux est influencée par la maturité du grain et le type d'hybride. De plus, une augmentation d'endosperme vitreux dans le grain augmente la dureté du grain qui, à son tour, peut amener les grains de maïs ensilage très secs à éclater moins facilement durant la transformation des grains à la récolte.

La réduction de la taille des particules du grain améliore la digestibilité de l'amidon en augmentant la surface exposée aux microbes du rumen. Toutefois, même une fois le grain brisé, l'amidon n'est pas entièrement digestible en raison de la présence d'une matrice de protéines-amidon formée par les liaisons chimiques de la zéine avec les granules d'amidon (Kotarski et coll., 1992; McAllister et coll., 1993). Par conséquent, l'étape suivante consisterait à libérer l'amidon de ses matrices protéiques. À mesure que le maïs gagne en maturité, l'amidon devient plus vitreux et davantage de liaisons se forment avec la zéine. Cette matrice amidon-protéine réduit la digestibilité de l'amidon. La digestibilité ruminale de l'amidon in vitro est plus élevée lorsque le MGH est récolté à une plus basse teneur en MS (Figure 2; Ferraretto et coll., 2014). De plus, une méta-analyse de Ferraretto et Shaver (2012) a révélé une réduction de l'ADTD dans les régimes contenant du maïs ensilage à plus de 40 % de MS. Cela pourrait être lié à une augmentation de la proportion d'endosperme vitreux dans le grain associée à une plus grande maturité (Correa et coll., 2002; Ngonyamo-Majee et coll., 2009). Il est également possible qu'une réduction de la fermentation de maïs ensilage plus sec (Der Bedrosian et coll., 2012) atténue la dégradation de la zéine durant la fermentation (Hoffman et coll., 2011). Goodrich et coll. (1975) ont récolté du MGH à 67 % de MS et ont séché du maïs au four pour qu'il atteigne de 73 à 79 % de MS afin de pouvoir étudier les effets de la teneur en eau sur la fermentation du MGH; ils ont observé une baisse des concentrations d'acétate et de lactate et une hausse correspondante du pH à mesure que la teneur en MS du MGH augmentait. Les plus faibles concentrations de lactate et d'acétate sont probablement liées à la croissance bactérienne réduite résultant de l'apport d'eau limité (Muck, 1988). Goodrich et coll. (1975) ont également observé une baisse de la production de gaz ruminale in vitro accompagnant la baisse de la teneur en MS, ce qui laisse supposer une digestibilité réduite de l'amidon du MGH lorsque la teneur en MS est plus élevée. Ces résultats suggèrent qu'un stade de maturité adéquat est nécessaire à la récolte pour maximiser la digestibilité de l'amidon du maïs ensilage et du MGH.

On dénote quatre phases importantes de fermentation lors de la mise en silo d'un fourrage : une phase aérobie, une phase de fermentation active, une phase stable et une phase de reprise. La phase aérobie débute après la récolte et l'ensilage. Durant cette phase, la respiration des plantes et des microorganismes se poursuit jusqu'à ce que l'oxygène soit complètement absent du silo ou que l'approvisionnement de substrat ait pris fin. Une fois l'oxygène épuisé, la fermentation commence avec la production bactérienne des produits finaux de fermentation. Cette phase se caractérise par l'accumulation d'acide lactique et d'acide acétique et la baisse correspondante du pH. Une fois le pH bas, la masse ensilée atteint une phase de stabilité. Il est généralement admis que la fermentation microbienne et végétale cesse et que peu de changements surviennent durant la phase de stabilité. Le Tableau 1 résume les résultats de travaux de recherche sur les effets de la durée d'entreposage de l'ensilage de maïs sur la digestibilité ruminale de l'amidon évaluée in vitro (**DAiv**). À 30 ou à 45 jours d'ensilage, la digestibilité de l'amidon a augmenté d'une moyenne de 7 pour cent, situation qui est probablement liée à la phase de fermentation qui coïncide avec cette période de temps. Il est intéressant de noter que les 7 études ont constaté une augmentation graduelle de la DAiv au fil du temps, ce qui laisse supposer que la DAiv augmente peut-être continuellement à mesure que l'entreposage se prolonge. L'activité protéolytique des protéases microbiennes ou végétales est plus prononcée durant le processus de fermentation anaérobie (Baron et coll., 1986). La phase anaérobie est caractérisée par une chute radicale du pH (Muck, 2010) qui favorise l'activité des protéases végétales spécifiques de l'endosperme des grains céréaliers (Simpson, 2001), malgré le fait que l'activité des protéases végétales est habituellement réduite lorsque le pH est bas (Muck, 1988). Junges et coll. (2015) ont évalué l'impact de diverses sources de protéases sur la solubilisation des protéines dans du maïs réhydraté ensilé pendant 90 jours. Ces auteurs ont signalé que les protéases bactériennes étaient responsables de 60 % de l'augmentation de la concentration de protéines brutes solubles, suivies des enzymes des grains (30 %), des champignons et des produits finaux de fermentation (5 % chacun).

Même si prolonger le temps d'entreposage peut favoriser l'accroissement de la digestibilité de l'amidon dans les cas où le maïs récolté est constitué de particules plus grossières, plus sèches ou d'hybrides plus vitreux, la recherche dans le domaine est encore limitée. Deux autres études (Ferraretto et coll., 2015a,b) ont été menées pour évaluer l'interaction entre les types d'hybrides et la durée d'entreposage par rapport à la digestibilité de l'amidon du maïs ensilage. Nous avons avancé l'hypothèse que l'entreposage prolongé atténuerait ou comblerait peut-être la différence de digestibilité d'amidon entre les types d'hybrides. Lors de la première expérience (Ferraretto et coll., 2015b), une autre étude collaborative industrie-université, 8 hybrides de maïs ensilage (4 maïs à nervure centrale brune; bm₃ et 4 feuillus) ont été ensilés pendant 0, 30, 120 et 240 jours. Bien que la DAiv ait été similaire d'un hybride à l'autre tout au long de la période d'entreposage, la réponse de la fraction N au temps de fermentation a varié selon le type d'hybride, ce qui permet de croire à des effets plus prononcés sur la dégradation de la zéine dans les hybrides feuillus que dans les hybrides bm₃. La seconde expérience (Ferraretto et coll., 2015a) a permis de comparer 3 hybrides (bm₃, deux fins, et farineux-feuillu expérimental) ensilés pendant 0, 30, 60, 120 et 240 jours. Toutefois, contrairement à notre hypothèse, la durée d'entreposage plus longue n'a pas atténué les effets négatifs de la vitrosité du grain sur la DAiv. Cela s'avère particulièrement important parce que les pratiques de gestion pourraient ne pas éliminer complètement les différences inhérentes de digestibilité ruminale de l'amidon d'un hybride à l'autre. Les résultats de ces expériences soulignent l'importance de mener davantage de recherche sur la digestibilité de l'amidon du maïs ensilage en ce qui a trait aux interactions potentielles entre les hybrides, la maturité à la récolte, la transformation des grains et la durée d'entreposage. Par ailleurs, les résultats indiquent que les hybrides de type bm₃ pourraient offrir la meilleure chance de tirer parti de

l'altération des propriétés de l'endosperme des grains pour obtenir une meilleure digestibilité de l'amidon.

CONCENTRATION D'AMIDON DANS LE RÉGIME ALIMENTAIRE

Une étude récente a fait appel à la méta-analyse pour évaluer l'effet de l'amidon alimentaire sur la performance laitière des vaches (Ferraretto et coll., 2013). Les auteurs n'ont tenu compte que des valeurs d'amidon alimentaire et non du type spécifique de glucide utilisé pour remplacer l'amidon. La concentration d'amidon dans le régime alimentaire n'a pas affecté l'ingestion et cela semble lié à deux phénomènes contraires : l'encombrement du rumen (Mertens, 1987) et les concentrations ruminales de propionate plus élevées et la diminution correspondante de la taille des repas (Allen et coll., 2009) lorsque le maïs grain était remplacé partiellement par des sources de fibres fourragères et non-fourragères, respectivement. Bien que la production laitière ait augmenté de 0,08 kg/jour par pour cent d'augmentation de la teneur en amidon alimentaire, la conversion alimentaire n'a pas été touchée par l'amidon alimentaire. De plus, la concentration plus élevée d'amidon alimentaire a amélioré la teneur en protéines du lait. La teneur réduite en protéines du lait des vaches recevant un régime alimentaire faible en amidon est liée à une diminution de la production de protéines microbiennes ruminales (Oba et Allen, 2003). Autrement, une quantité plus faible d'amidon atteint l'intestin grêle et modifie la teneur en protéines du lait en altérant les concentrations artérielles d'insuline (Rius et coll., 2010). Inversement, la teneur en gras du lait a diminué avec l'augmentation de la teneur en amidon alimentaire. La baisse de gras du lait dans les régimes alimentaires à forte teneur en amidon est probablement également liée à l'apport moins important de fibres détergentes neutres (NDF) (Jenkins et McGuire, 2006). La concentration d'azote uréique du lait a également diminué en raison de la hausse des concentrations d'amidon alimentaire. Globalement, ces données permettent de croire à une meilleure utilisation de l'azote ruminal (guide de nutrition du NRC, 2001) à mesure que l'apport en amidon du régime alimentaire augmente.

Un autre résultat d'intérêt souligné par la méta-analyse de Ferraretto et coll. (2013) est l'effet de la concentration d'amidon alimentaire sur la digestibilité in vivo de fibres NDF. La digestibilité de fibres NDF alimentaires a diminué de 0,61 % dans le rumen et de 0,48 % dans l'ensemble du tube digestif par pour cent d'augmentation de la teneur en amidon alimentaire. Tout comme la baisse de gras du lait, la baisse de digestibilité des fibres peut s'expliquer en partie par une baisse du pH ruminal résultant des plus grandes quantités d'amidon digérées dans le rumen par suite de l'augmentation de l'ingestion d'amidon. On sait qu'un faible pH ruminal affecte la croissance microbienne et l'adhérence bactérienne et donc, la digestion des fibres. De plus, la digestibilité des sous-produits non-fourragers essentiellement riches en fibres utilisés pour remplacer le maïs grain en partie dans les régimes faibles en amidon pourrait aussi avoir sa part de responsabilité. Un exercice présenté par Weiss (non publié) durant la 28^e Conférence Découverte de l'*American Dairy Science Association* sur l'amidon chez les ruminants a servi à calculer les effets d'un changement de 0,5 % de la digestibilité de fibres NDF dans l'ensemble du tube digestif pour chaque changement de 1 % de la teneur en amidon alimentaire sur les valeurs énergétiques alimentaires. Dans l'exercice de Weiss, une hausse de 5 % de la teneur en amidon alimentaire (par ex., passer de 25 à 30 %) ferait augmenter l'énergie nette de lactation (EN_L) de 6,5 % si on ne tient pas compte des effets néfastes de l'amidon alimentaire sur la digestibilité des fibres NDF dans l'ensemble du tube digestif. Toutefois, une réduction de 2,5 % (de 46,5 à 44,0 %) de la digestibilité des fibres NDF dans l'ensemble du tube digestif résulterait en une hausse de l'EN_L de 5,3 %. Il conviendrait d'intégrer ces effets dans les différents modèles de formulation.

On peut formuler des régimes à teneur réduite en amidon en remplaçant une partie des grains céréaliers par des sous-produits alimentaires riches en fibres et faibles en amidon (par ex., écales de

soya, de la pulpe d'agrumes, des graines de coton entières, de la pulpe de betterave, écales de graines de coton, résidus de blé), des fourrages riches en amidon (par ex., du maïs ensilage) ou des ingrédients riches en sucre (par ex., de la mélasse, du lactosérum, du sucrose). Toutefois, même si ces diverses sources de glucides peuvent fournir de l'énergie, leur fermentation ruminale par les microorganismes génère différents produits finaux de fermentation qui, à leur tour, altèrent le métabolisme et la performance des vaches laitières. Fredin (2015) a mené une méta-analyse visant à déterminer laquelle de ces stratégies d'alimentation pourrait mitiger les effets néfastes potentiels de servir aux vaches laitières un régime alimentaire réduit en amidon. La production laitière a baissé quand l'amidon a été remplacé par des sources de fibres non-fourragères (0,16 kg/jour par % de diminution d'amidon alimentaire) ou par du fourrage (0,32 kg/jour par % de diminution d'amidon alimentaire). On croyait qu'une baisse de consommation et une réduction de la dégradation ruminale de la fibre NDF des fourrages (Allen, 1997) entraînerait une plus grande réduction de la production laitière que de remplacer l'amidon alimentaire par de la fibre non -fourragère dans l'étude de Fredin (2015). Toutefois, Fredin (2015) a souligné que 24 des 61 moyennes de production étaient plus élevées avec des rations moins riches en amidon. Ceci signifie qu'on peut obtenir un rendement laitier positif avec un régime réduit en amidon. Les rendements en composants du lait ont également diminué avec le remplacement de l'amidon alimentaire.

Les effets négatifs potentiels sur la production laitière ou sur l'efficacité alimentaire font ressortir le fait qu'il est préférable de contrôler les revenus par rapport aux coûts des aliments plutôt que le prix par unité de matière sèche dans la ration afin d'évaluer pleinement les bienfaits économiques des régimes réduits en amidon. À la lumière de ces méta-analyses (Ferraretto et coll., 2013; Fredin, 2015), il pourrait s'avérer impossible de réduire l'amidon alimentaire des vaches laitières au pic de la lactation et en milieu de lactation et il importe d'évaluer soigneusement la situation propre à chaque ferme.

ÉVALUATION À LA FERME DE LA DIGESTIBILITÉ DE L'AMIDON

Fredin et coll. (2014) ont signalé un rapport étroit entre les mesures d'amidon fécal et l'ADTD. Ces résultats nous portent à croire que des mesures additionnelles, comme le contenu du régime alimentaire en amidon ou les concentrations de marqueurs dans les fèces ou dans le régime alimentaire, sont inutiles. Par ailleurs, Fredin et coll. (2014) signalent la grande exactitude de la spectroscopie de réflectance dans le proche infrarouge pour prédire l'amidon fécal, qui permet ainsi de réaliser des analyses plus rapidement et à peu de frais. Bien que les avantages d'une plus grande digestibilité de l'amidon sur la production laitière soient bien connus, il est très difficile d'en estimer les retombées économiques avec précision. L'exercice présenté dans cet article vise à fournir des chiffres aux producteurs laitiers et à leurs nutritionnistes comme point de départ.

Pour atteindre notre objectif, une mise en situation hypothétique a été créée et cinq valeurs d'amidon fécales ont été choisies de manière arbitraire et utilisées pour prédire l'ADTD à l'aide de l'équation de Fredin et coll. (2014; Table 2). Par la suite, la quantité de maïs qu'il faudrait servir pour obtenir la même quantité d'amidon digestible que si l'ADTD était de 100 % a été estimée à partir des hypothèses suivantes : l'amidon alimentaire s'élève à 25 % de la MS et la MS consommée est de 25 kg/jour. Par conséquent, on suppose que les vaches consomment 6,25 kg d'amidon par jour. En se fondant sur l'ADTD, les valeurs de la perte d'amidon dans les fèces ont été calculées et variaient entre 0 et 1,56 kg. Si on considère que le maïs grain contient 70 % d'amidon et affiche une digestibilité ruminale in vitro d'amidon de 70 %, on retrouve seulement 0,49 kg d'amidon digestible pour chaque kg de maïs supplémentaire. Donc, en divisant la perte d'amidon par 0,49, on obtient la quantité de maïs nécessaire pour compenser l'amidon non digéré. Enfin, on a établi le coût du maïs grain à 140 \$US la

tonne (0,14 \$US/kg). Les valeurs utilisées dans le présent exercice ne sont pas nécessairement représentatives de l'ensemble de l'industrie laitière américaine, mais elles constituent une bonne indication des pertes économiques potentielles résultant de la faible digestibilité de l'amidon. Il est donc recommandé que les producteurs laitiers et leurs nutritionnistes effectuent les mêmes calculs en se fondant sur leur propre situation et leurs propres objectifs.

L'amidon fécal n'est pas indicatif de la digestibilité d'aliments spécifiques mais bien de l'ensemble du régime alimentaire, et peut constituer un moyen utile pour suivre des groupes particuliers en prélevant des échantillons d'au moins 10 % des animaux du groupe. Si les niveaux d'amidon fécal dépassent 3 %, il est alors conseillé d'évaluer les aliments riches en amidon afin d'élucider le problème. De plus, il est recommandé de réévaluer les valeurs d'amidon fécal 2 ou 3 semaines après avoir apporté des changements au régime alimentaire ou aux pratiques de gestion.

MESSAGES À RETENIR

- La digestibilité de l'amidon touche la production du lait et des composants du lait;
- Plusieurs stratégies peuvent accroître la digestibilité de l'amidon d'ingrédients individuels; plus particulièrement la taille moyenne des particules, la maturité à la récolte et le type d'endosperme de l'hybride;
- La réduction de l'amidon alimentaire réduit le prix à l'unité de la MS, mais il est conseillé d'analyser les revenus par rapport au coût des aliments;
- Il faut combiner les analyses d'amidon fécal et d'échantillons de lait pour optimiser la gestion de la nutrition.

RÉFÉRENCES

- Allen, M. S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci.* 80:1447–1462.
- Allen, M. S., B. J. Bradford and M. Oba. 2009. The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *J. Anim. Sci.* 87:3317–3334.
- Baron, V. S., K. R. Stevenson, and J. G. Buchanan-Smith. 1986. Proteolysis and fermentation of corn-grain ensiled at several moisture levels and under several simulated storage methods. *Can. J. Anim. Sci.* 66:451–461.
- Correa, C. E. S., R. D. Shaver, M. N. Pereira, J. G. Lauer, and K. Kohn. 2002. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *J. Dairy Sci.* 85:3008–3012.
- Der Bedrosian, M. C., L. Kung, Jr., and K. E. Nestor, Jr. 2012. The effects of hybrid, maturity and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. *J. Dairy Sci.* 95:5115–5126.
- Ferraretto, L. F., P. M. Crump, and R. D. Shaver. 2013. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 96:533–550.
- Ferraretto, L. F., P. M. Crump, and R. D. Shaver. 2015a. Effect of ensiling time and exogenous protease addition to whole-plant corn silage of various hybrids, maturities and chop lengths on nitrogen fractions and ruminal in vitro starch digestibility. *J. Dairy Sci.* 98:8869–8881.
- Ferraretto, L. F., S. M. Fredin, R. E. Muck and R. D. Shaver. 2016. Microbial inoculant and ensiling time effects on fermentation profile, nitrogen fractions, and ruminal in vitro and in situ starch digestibility in corn shredlage and late-maturity-corn silage. *Prof. Anim. Sci.* 32:861–868.
- Ferraretto, L. F., and R. D. Shaver. 2012. Meta-analysis: Impact of corn silage harvest practices on intake, digestion and milk production by dairy cows. *The Prof. Anim. Sci.* 28:141–149.
- Ferraretto, L. F., R. D. Shaver, S. Massie, R. Singo, D. M. Taysom, and J. P. Brouillette. 2015b. Effect of ensiling time and hybrid type on fermentation profile, nitrogen fractions and ruminal in vitro starch and NDF digestibility in whole-plant corn silage. *The Prof. Anim. Sci.* 31:146–152.
- Ferraretto, L. F., K. Taysom, D. M. Taysom, R. D. Shaver, and P. C. Hoffman. 2014. Relationships between dry matter content, ensiling, ammonia-nitrogen, and ruminal in vitro starch digestibility in high-moisture corn samples. *J. Dairy Sci.* 97:3221–3227.
- Firkins, J. L., A. N. Hristov, M. B. Hall, G. A. Varga, and N. R. St- Pierre. 2006. Integration of ruminal metabolism in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89(E. Suppl.):E31–E51.
- Fredin, S. 2015. How to get more out of dietary starch and low starch diets. Pages 91–101 in *Proc. 77th Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*. Ithaca, NY.
- Fredin, S. M., L. F. Ferraretto, M. S. Akins, P. C. Hoffman, and R. D. Shaver. 2014. Fecal starch as an indicator of total tract starch digestibility by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97:1862–1871.
- Goodrich, R. D., F. M. Byers, and J. C. Meiske. 1975. Influence of moisture content, processing and reconstitution on the fermentation of corn grain. *J. Anim. Sci.* 41:876–881.
- Hoffman, P. C., N. M. Esser, R. D. Shaver, W. K. Coblenz, M. P. Scott, A. L. Bodnar, R. J. Schmidt, and R. C. Charley. 2011. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. *J. Dairy Sci.* 94:2465–2474.
- Huntington, G. B. 1997. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75:852–867.
- Jenkins, T. C. and M. A. McGuire. 2006. Major advances in nutrition: impact on milk composition. *J. Dairy Sci.* 89:1302–1310.
- Johnson, L., J. H. Harrison, C. Hunt, K. Shinnars, C. G. Doggett, and D. Sapienza. 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: A contemporary review. *J. Dairy Sci.* 82:2813–2825.

- Junges, D., G. Morais, J. L. P. Daniel, M. H. F. Spoto, and L. G. Nussio. 2015. Contribution of proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. In: XVII International Silage Conference, Piracicaba, SP, Brazil. Pages 566-567.
- Kotarski, S. F., R. D. Waniska, and K. K. Thurn. 1992. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. *J. Nutr.* 122:178-190.
- McAllister, T. A., H. D. Bae, G. A. Jones and K. J. Cheng. 1994. Microbial attachment and feed digestion in the rumen. *J. Anim. Sci.* 72:3004-3018.
- McAllister, T. A., R. C. Phillippe, L. M. Rode, and K. J. Cheng. 1993. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. *J. Anim. Sci.* 71:205-212.
- Mertens, D. R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.* 64:1548-1558.
- Muck, R. E. 1988. Factors affecting silage quality and their implications for management. *J. Dairy Sci.* 71:2992-3002.
- Muck, R. E. 2010. Silage microbiology and its control through additives. *R. Bras. Zootec.* 39:183-191 (Supl. Especial)
- Ngonyamo-Majee, D., R. D. Shaver, J. G. Coors, D. Sapienza, and J. G. Lauer. 2009. Influence of single-gene mutations, harvest maturity and sample processing on ruminal in situ and post-ruminal in vitro dry matter and starch degradability of corn grain by ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 151:240-259.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.
- Oba, M. and M. S. Allen. 2003. Effects of corn grain conservation method on ruminal digestion kinetics for lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. *J. Dairy Sci.* 86:184-194.
- Philippeau, C., and B. Michalet-Doreau. 1997. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 68:25-35.
- Rius, A.G., J. A. D. R. N. Appuhamy, J. Cyriac, D. Kirovski, O. Becvar, J. Escobar, M. L. McGilliard, B. J. Bequette, R. M. Akers, and M. D. Hanigan. 2010. Regulation of protein synthesis in mammary glands of lactating dairy cows by starch and amino acids. *J. Dairy Sci.* 93:3114-3127.
- Simpson, D. J. 2001. Proteolytic degradation of cereal-prolamins – The problem with proline. *Plant Sci.* 161:825-838.
- Windle, M. C., N. Walker, and L. Kung Jr. 2014. Effects of an exogenous protease on the fermentation and nutritive value of corn silage harvested at different dry matter contents and ensiled for various lengths of time. *J. Dairy Sci.* 97:3053-3060.
- Young, K. M., J. M. Lim, M. C. Der Bedrosian, L. Kung Jr. 2012. Effect of exogenous protease enzymes on the fermentation and nutritive value of corn silage. *J. Dairy Sci.* 95:6687-6694.

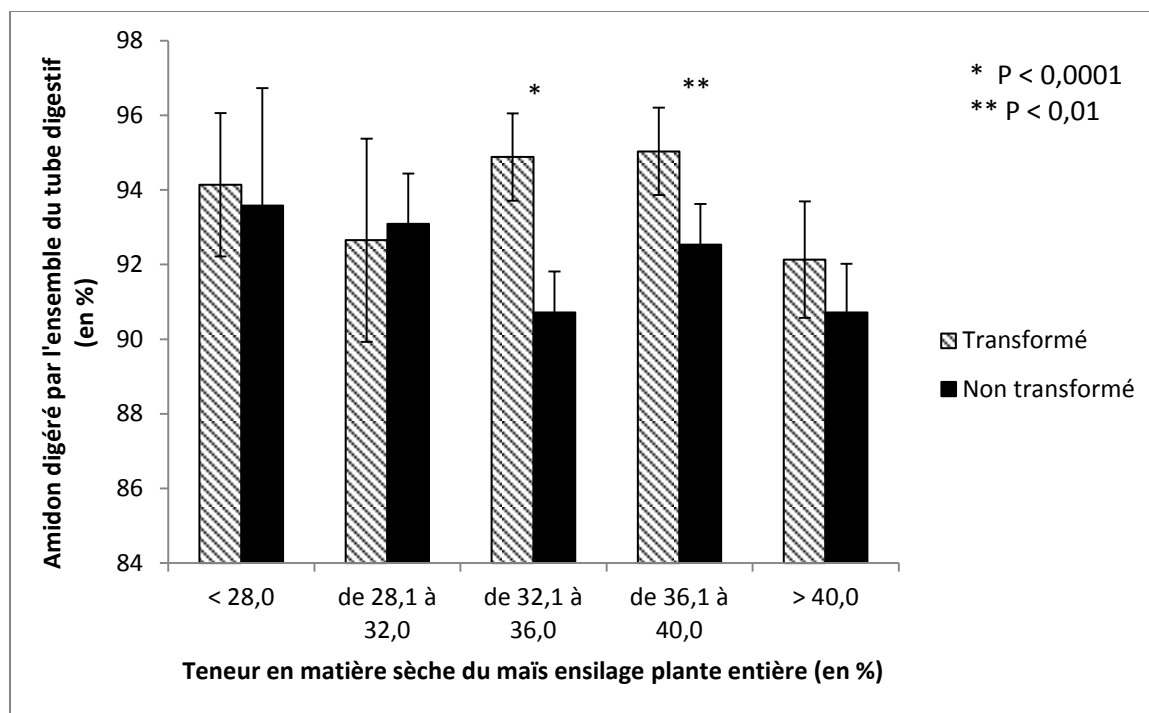


Figure 1. Effet de l'éclatement des grains et de la teneur en matière sèche du maïs ensilage plante entière sur l'amidon digéré par l'ensemble du tube digestif. Source : Ferraretto et Shaver (2012).

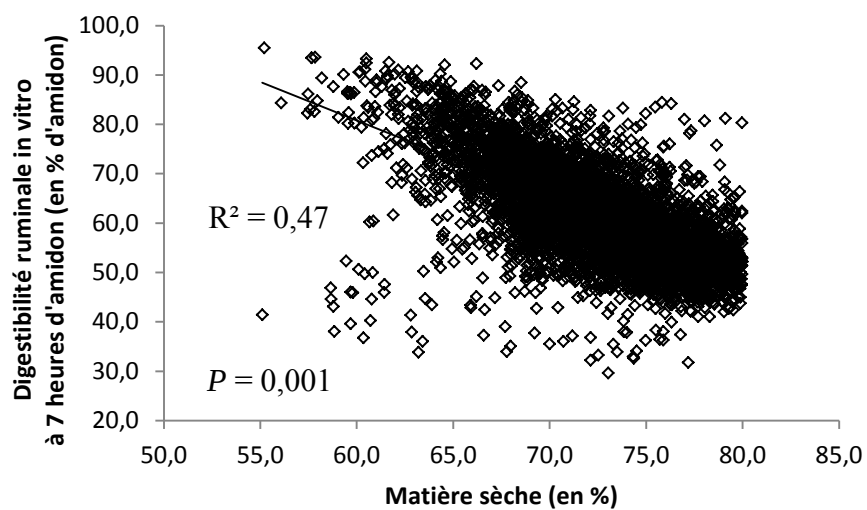


Figure 2. Relation entre la teneur en MS et la digestibilité ruminale in vitro à 7 heures d'amidon de maïs grain humide. Équation prévisionnelle : $y = 174,30 (\pm 1,57) - 1,56x (\pm 0,02)$; $n = 6\,131$, écart-type = 6,97, $R^2 = 0,47$, $P = 0.001$. Source: Ferraretto et coll. (2014).

Tableau 1. Effets de la durée d'entreposage sur la digestibilité ruminale in vitro d'amidon de maïs ensilage plante entière¹

Élément	Jours en ensilage										Valeur <i>P</i>	
	0	30	45	60	90	120	150	180	240	270		360
Maïs ensilage plante entière	----- % d'amidon -----											
Der Bedrosian et coll., 2012 ¹	69	---	75	---	77	---	---	79	---	82	82	0,01
Windle et coll., 2014 ¹	54	---	59	---	63	---	68	---	---	---	---	0,01
Young et coll., 2012 ¹	66	---	76	---	---	---	79	---	---	---	---	0,01
Ferraretto et coll., 2015a ²	56	59	---	61	---	63	---	---	67	---	---	0,01
Ferraretto et coll., 2015b ²	62	72	---	---	---	79	---	---	84	---	---	0,01
Ferraretto et coll., 2016 – exp. 1 ²	60,7	69,3	---	---	---	72,0	---	---	---	---	---	0,05
Ferraretto et coll., 2016 – exp. 2 ²	54,0	61,7	---	---	---	66,7	---	---	---	---	---	0,04

^{1,2} Digestibilité ruminale in vitro à 7 heures d'amidon d'échantillons moulus avec des tamis de 3 mm ou de 4 mm, respectivement.

Tableau 2. Estimations économiques du maïs additionnel servi pour compenser l'amidon non digéré.

<u>Amidon fécal, en % de la MS</u>	0	5	10	15	20
ADTD¹, % d'amidon	100	93,75	87,50	81,25	75,00
Apport d'amidon², kg/vache/jour	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
Perte d'amidon³, kg/vache/jour	0	0,39	0,78	1,17	1,56
Maïs grain additionnel⁴, kg/vache/jour	0	0,80	1,59	2,39	3,18
Coût du maïs grain⁵, \$US/vache/jour	0,00	0,11	0,22	0,33	0,45

¹Calculé à l'aide de l'équation de Fredin et coll. (2014); ADTD = 100 – (1,25 x amidon fécal).

²Apport d'amidon = (25 kg de matière sèche ingérée x 25 % d'amidon) / 100

³Perte d'amidon = apport d'amidon – ((apport d'amidon x ADTD) / 100)

⁴Maïs grain additionnel = perte d'amidon / 0,49

⁵Coût du maïs grain = maïs grain additionnel x 0,14. Coût du maïs grain obtenu à partir des valeurs fournies par *FeedVal 2012* en novembre 2016.



Symposium sur les bovins laitiers

Le mardi 30 octobre 2018

Centrexpo Cogeco, Drummondville

Efficacité des antibiotiques : peut-on sauver la mise?

Jean-Philippe Roy, M.Sc., D.M.V., Dip. ECBHM, professeur titulaire
Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal

Collaborateurs de la Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal

Marie Archambault, DMV, PhD., Dipl. ACVM. Professeur titulaire,
André Desrochers, DMV, MS, Dipl. ACVS et ECBHM. Professeur titulaire,
Jocelyn Dubuc, DMV, M.Sc., DVSc. Professeur agrégé,
Simon Dufour, DMV, PhD. Professeur agrégé,
David Francoz, DMV, M.Sc., Dipl. ACVIM-LA. Professeur titulaire,
Marjolaine Rousseau, DMV, M.Sc., Dipl. ACVS. Professeur adjoint,



EFFICACITÉ DES ANTIBIOTIQUES : PEUT-ON SAUVER LA MISE?

FAITS SAILLANTS

- L'usage judicieux des antibiotiques vise à ralentir l'apparition d'antibiorésistance.
- Il est nécessaire de revoir nos pratiques en médecine vétérinaire autant qu'en médecine humaine.
- Plusieurs initiatives pour favoriser une utilisation judicieuse des antibiotiques et limiter l'apparition d'antibiorésistance ont été réalisées au Québec et au Canada au niveau des bovins laitiers.
- De nombreuses mesures et pratiques de régie peuvent être appliquées dans les troupeaux laitiers pour une application plus judicieuse des antibiotiques.

INTRODUCTION

La résistance bactérienne aux antibiotiques et l'usage judicieux des antibiotiques sont des enjeux très importants autant en médecine humaine que vétérinaire depuis plusieurs années. Cet enjeu est devenu tellement crucial en médecine humaine qu'en 2014, lors de son rapport global sur la surveillance de la résistance aux antibiotiques, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sonnait l'alarme et résumait la situation en ces termes : « *Le problème [c.à.-d. la résistance aux antibiotiques] est tellement sérieux qu'il menace les réussites de la médecine moderne. Une époque postantibiotique - dans laquelle les infections communes et les blessures mineures pourront tuer – est une réelle possibilité pour le 21^e siècle.* » (Antimicrobial resistance Global Report on surveillance; 2014 summary).

Depuis, le sujet fait souvent l'objet de nouvelles rapportées dans les médias. Les consommateurs posent de plus en plus de questions sur le sujet et exigent des produits sains, nutritifs et provenant d'animaux dont le bien-être, le confort et la santé sont assurés par les producteurs laitiers et leurs intervenants. Ceci inclut un recours minimal aux antibiotiques et l'absence de résidus dans les produits de consommation. L'augmentation des parts de marché des produits biologiques reflète en partie ce désir des consommateurs.

Un peu partout dans le monde, mais principalement en Europe, des programmes de contrôle sont mis en place pour tenter de ralentir l'apparition de résistance. Quelles sont les initiatives au niveau du Québec et du Canada? Que pouvons-nous faire comme intervenant ou comme producteur laitier pour utiliser les antibiotiques de la façon la plus judicieuse possible?

Cette conférence illustrera par des exemples concrets ce que vous pouvez faire dès aujourd'hui dans votre troupeau pour lutter contre le développement de la résistance bactérienne aux antibiotiques. Plusieurs notions sur le sujet ont été présentées lors du Symposium des bovins laitiers de 2014 par Dr David Francoz. Je vous invite à relire le résumé de sa conférence pour des informations supplémentaires de base comme par exemple sur la définition des antibiotiques, les classes d'antibiotiques ou les types de résistance.

LA SITUATION AU QUÉBEC ET AU CANADA

Actuellement, il n'y a pas de loi au Canada ou au Québec fixant des cibles d'utilisation des antibiotiques ou limitant l'utilisation de certaines classes en particulier comme l'on retrouve dans plusieurs pays d'Europe.

Cependant, un projet de modification de règlement en ce sens a été soumis à deux reprises à la consultation publique par le MAPAQ dont la dernière fois au mois d'août 2017. Ce projet de loi vise à bannir l'utilisation pour les animaux d'élevage des antibiotiques de classe 1 (antibiotiques de très haute importance en santé humaine sans alternative disponible comme les fluoroquinolones ou les céphalosporines de 3^{ième} et 4^{ième} génération) pour utilisation préventive et à encadrer rigoureusement leur utilisation pour le traitement des animaux malades (utilisation curative). Ce règlement entrera en vigueur officiellement le 25 février 2019. Ce règlement risque de changer nos pratiques en profondeur.

Il faut bien comprendre que depuis près de 30 ans, une loi existe au Québec qui stipule que tout médicament utilisé au Québec pour usage chez les animaux doit avoir été prescrit par un médecin vétérinaire dans le cadre d'une relation vétérinaire-patient-client valide. Jusqu'à cette année, nous étions la seule province au Canada à exercer un tel contrôle et de ce fait, nous étions cités en exemple. Le reste du Canada a emboîté le pas cette année et les mêmes règles s'appliqueront maintenant d'un océan à l'autre au niveau de la prescription des médicaments vétérinaires. Il n'y aura donc plus d'antibiotiques de classe 1 en vente libre pour usage chez les animaux au Canada dans le futur. C'est assurément un pas dans la bonne direction.

Au Québec, une formation obligatoire pour tous les médecins vétérinaires sur les antibiotiques, la résistance aux antibiotiques et l'usage judicieux des antibiotiques a été mise sur pied et offerte par l'Ordre des médecins vétérinaires du Québec en 2014 et 2015. Celle-ci a jeté les bases pour une prise de conscience des médecins vétérinaires québécois de la problématique de l'antibiorésistance et des moyens à prendre pour en ralentir l'apparition. Depuis, de nombreuses formations ont été tenues sur le sujet dans différents forums et pour différents publics cibles.

Par exemple, l'hiver dernier, l'Association des médecins vétérinaires praticiens du Québec en collaboration avec des experts de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal ont organisé une formation pratique destinée aux producteurs laitiers sur le sujet. Les Producteurs de lait du Québec et le MAPAQ ont participé financièrement pour rendre gratuites ces formations pour les producteurs laitiers québécois. Les médecins vétérinaires ont reçu une formation d'une journée complète ainsi que tout le matériel nécessaire à la formation de leurs producteurs dans leurs régions respectives. Ce fut un grand succès avec 76 médecins vétérinaires formés et plus de 1 000 producteurs laitiers ayant reçu la formation lors de 47 séances différentes un peu partout au Québec.

Certains programmes canadiens et québécois existent pour faire la surveillance de l'évolution du développement de la résistance aux antimicrobiens autant au niveau humain que vétérinaire. Le programme vétérinaire québécois s'appelle le programme québécois d'antibiosurveillance vétérinaire et un rapport est publié à chaque année. C'est un programme de surveillance passive. C'est-à-dire qu'il récolte et analyse les données de tests d'antibiorésistance réalisés par différents laboratoires lorsque ces tests sont demandés par des médecins vétérinaires praticiens. Ces résultats ne reflètent donc pas nécessairement la situation de l'antibiorésistance dans la population en général, mais permettent quand même de suivre l'évolution d'année en année dans ce sous-groupe d'animaux testés. Des liens de plus en plus étroits sont créés entre les différents organismes autant au niveau provincial que fédéral et autant au niveau humain que vétérinaire. Le partage d'informations est critique afin de dresser un portrait plus complet de la situation et de migrer vers des programmes de surveillance active.

CE QUE NOUS POUVONS FAIRE

Il faut bien comprendre que l'objectif derrière les principes énoncés pour un usage judicieux des antibiotiques ne vise pas à éliminer complètement l'utilisation des antibiotiques. En effet, il y aura

toujours des animaux malades affectés d'une infection bactérienne et qui devront recevoir un traitement avec un antibiotique afin d'éviter la souffrance animale voire des mortalités. L'usage des antibiotiques pour le traitement des animaux malades est d'ailleurs très bien accepté par les consommateurs, car ils comprennent que les antibiotiques sont parfois nécessaires pour maintenir la santé et le bien-être des animaux malades. Ce sont les usages discutables comme en prévention ou comme promoteur de croissance qui sont devenus inacceptables pour la majeure partie de l'opinion publique. Il faut éviter les « juste au cas où » lorsque nous utilisons un antimicrobien.

L'usage judicieux des antibiotiques est une approche qui prend en considération la sélection optimale d'un antibiotique à une dose et une durée de traitement adéquate tout en s'efforçant de limiter les usages excessifs ou inappropriés des antibiotiques dans le but de ralentir l'apparition de résistance bactérienne. En d'autres mots, cela veut dire utiliser le bon antibiotique, au bon dosage et administration, et seulement lorsque que c'est nécessaire et avec des chances raisonnables de succès. Cela semble si simple mais pourtant, lorsque l'on y réfléchit, il est très facile de trouver des situations où nous ne respectons pas ces principes. Pourquoi donner un antibiotique de tarissement à toutes les vaches du troupeau si plus de 75 % des quartiers ne sont pas infectés au tarissement et qu'il existe une alternative pour la prévention des nouvelles infections durant le tarissement (i.e. les scellants à trayons)? Pourquoi donner un antibiotique à une vache qui ne mange pas en début de lactation sans même avoir pris la température ou être certain qu'elle est affectée par une infection bactérienne? Pourquoi donner un traitement antibiotique à une vache qui est infecté chroniquement depuis 2 lactations par *Staphylococcus aureus*, a un comptage de cellules somatiques moyen de 800 000 c/mL et qui fait son troisième épisode de mammites clinique légère de la lactation présente? Pourquoi donner un antibiotique de classe 1 (e.g., le ceftiofur) pour traiter une condition qui répondrait très bien à un antibiotique d'une classe d'importance inférieure? Ce ne sont là que quelques exemples très simples et malheureusement trop fréquents où l'on peut/doit faire mieux.

Les messages clés suivants sont ceux qui ont été diffusés dans le cadre de la formation données par l'Association des médecins vétérinaires praticiens du Québec (AMVPQ) lors des formations aux producteurs laitiers québécois l'automne et l'hiver dernier. Pour chacun de ces messages, un ou plusieurs exemples concrets seront apportés afin d'illustrer ce qui pourrait être fait dans votre troupeau.

Messages clés

La prévention demeure le meilleur moyen de diminuer l'utilisation des antibiotiques.

Un environnement propre, sec et confortable est un moyen de prévention efficace pour plusieurs maladies (problèmes respiratoires, mammites, diarrhée néonatale, problèmes locomoteurs). Par exemple, l'hygiène des vaches est un élément qui laisse à désirer dans plusieurs fermes, ce qui augmente le risque de développer l'une de ces maladies. Au lieu d'investir sur le traitement des animaux malades à l'aide d'antibiotiques, il serait plus judicieux d'investir sur la prévention et éviter ainsi le recours aux antibiotiques.

C'est la même situation pour la gestion du colostrum. Nous observons un transfert d'immunité passive inadéquat chez un grand nombre de veaux au Québec. Ceux-ci sont donc plus à risque de tomber malades dans les premiers jours/mois de vie et le recours aux antibiotiques est fréquent pour traiter les diarrhées néonatales et les pneumonies chez ce groupe d'animaux. Une meilleure régie du colostrum pourrait diminuer grandement ces situations.

On devrait baser nos décisions sur les résultats de culture bactériologique le plus souvent possible.

La mammite bovine est un excellent exemple pour illustrer ce point. Un grand nombre d'agents pathogènes différents peuvent causer une mammite clinique ou sous-clinique. Certains agents pathogènes sont traitables facilement (ex : *Corynebacterium* spp., staphylocoque à coagulase négatif), d'autres vont nécessiter un antibiotique en particulier (ex : *Klebsiella*) ou une durée de traitement particulière (ex : nouvelle infection causée par *Staphylococcus aureus*) et d'autres ne sont pas traitables (ex : infection chronique causée par *Staphylococcus aureus*, levures, *Prototheca*). Il est donc très utile de connaître l'agent pathogène en cause afin de choisir le traitement approprié qui peut être, parfois, de ne pas utiliser d'antibiotique. De plus, dans 30 % à 50 % des cas de mammite clinique, l'agent pathogène responsable de la mammite a déjà été éliminé par la vache au moment de l'apparition des signes cliniques. L'administration d'un antibiotique s'il n'y a plus d'infection ne constitue pas un usage judicieux. Malgré tout, bien peu de cultures bactériologiques de lait sont prélevées et analysées avant de tenter un traitement antibiotique lors de mammite clinique. Prendre un échantillon de lait sur tous les cas de mammite clinique et sous-clinique avant de mettre en place un traitement antibiotique devrait être un automatisme. Lors de mammite clinique légère ou modérée, le traitement devrait être débuté au besoin et avec l'antibiotique approprié suite à l'obtention des résultats de la culture bactériologique.

Importance d'une bonne tenue de dossier des maladies et traitements.

Avec la mise en place du dossier LCQ, la tenue de dossier des traitements s'est nettement améliorée dans plusieurs troupeaux. Ce n'est cependant pas encore parfait surtout pour certaines conditions ou groupes d'animaux. Par exemple, la tenue de dossier pour les animaux de remplacement laisse souvent à désirer. Très peu de producteurs sont en mesure d'estimer le taux de mortalité de leurs veaux ou l'incidence de maladies comme la diarrhée néonatale ou la pneumonie. Alors dans ce cas, on ne peut pas s'attendre à ce que la tenue de dossier des traitements antibiotiques soit adéquate. Inscrire toutes ces données permettra de calculer des incidences pour ces différentes maladies, établir s'il y a un problème en se comparant aux objectifs établis et mettre en place une régie adéquate ou un protocole de traitement écrit et standardisé, adapté à chaque ferme selon les agents pathogènes présents et l'efficacité des traitements effectués par le passé.

Chaque troupeau devrait avoir un protocole écrit établi en collaboration avec son médecin vétérinaire pour le traitement de maladies communes dont la mammite clinique, la pneumonie, la diarrhée chez le veau et la métrite.

De plus en plus de troupeaux mettent en place en collaboration avec leur médecin vétérinaire de tels protocoles. Avoir un tel protocole permet tout d'abord d'avoir une discussion sur le sujet entre le producteur et son médecin vétérinaire. En effet, dans le cadre des visites régulières, il est parfois difficile de prendre le temps de discuter de certains sujets et d'établir des protocoles de traitement. Une fois mis en place, cela permet d'en mesurer l'efficacité et de les modifier au besoin. En effet, lorsqu'il n'y a pas de protocole établi, il est fréquent que les traitements varient grandement pour une même présentation clinique selon la personne en charge des traitements, les médicaments présents dans la pharmacie ou d'autres critères plus ou moins clairement établis. Les protocoles doivent inclure minimalement : la définition d'un cas, les traitements utilisés (incluant la dose, la fréquence, la voie d'administration, la durée et les temps de retrait), la réponse attendue, la définition d'un échec au traitement et quoi faire le cas échéant (ex : autre traitement, cesser les traitements et consulter son médecin vétérinaire, etc...).

Il est important de respecter la durée du traitement (étiquette ou protocole établi) et de ne pas changer d'antibiotique avant la période de réévaluation prévue.

Les antibiotiques peuvent être divisés en 2 catégories, basés sur leur capacité à tuer les bactéries (bactéricide) ou à simplement ralentir leur multiplication (bactériostatique). Dans un cas, l'antibiotique

tuera directement les bactéries alors que dans l'autre, il empêchera leur multiplication et laissera le système immunitaire de la vache faire le travail. De plus, la réponse au traitement sera plus ou moins rapide selon d'autres facteurs comme l'organe affecté, la réponse immunitaire de l'animal ou l'âge de l'animal. Dans certaines situations comme la mammite clinique, la présence de signes cliniques n'indique pas nécessairement que l'agent pathogène est encore présent. La durée du traitement établie par le médecin vétérinaire devrait être respectée. Un arrêt, une prolongation ou un changement du traitement antibiotique ne devrait être fait qu'après consultation avec son médecin vétérinaire ou en se référant au protocole de traitement écrit qui est établi pour cette condition dans le troupeau.

Un antibiotique homologué pour la condition traitée devrait toujours être le premier choix de traitement.

L'homologation d'un médicament est un processus long et coûteux. Ce processus permet cependant de démontrer l'efficacité du traitement, d'établir le bon dosage et le bon temps de retrait en plus de s'assurer de la qualité et de l'innocuité (sécurité) du produit. Les compagnies pharmaceutiques offrent un soutien technique pour ces médicaments. Lorsqu'un traitement est homologué pour une condition en particulier et que le traitement est effectué selon l'étiquette, ce sont toutes ces connaissances qui sont disponibles. Le médecin vétérinaire peut, au Canada, prescrire un médicament sans homologation mais il met en jeu alors sa responsabilité professionnelle. Peu de données voire parfois aucune donnée ne sont alors disponibles pour l'aider à établir le dosage, le temps de retrait ou le taux de succès attendu. Lorsque disponible, les antibiotiques homologués pour la condition traitée devraient donc être utilisés en première intention.

On devrait toujours s'efforcer d'utiliser des antibiotiques de moindre importance en médecine humaine (classes 2, 3, 4 au lieu de classe 1) tout en protégeant la santé et la sécurité des animaux.

Ceci est exactement l'objectif poursuivi par le projet de loi qui a été déposé l'an dernier par le MAPAQ. Lors de l'entrée en vigueur du règlement en février 2019, cela rendra cette mesure obligatoire. D'ici là, cette réflexion devrait toujours avoir lieu au moment de choisir un antibiotique. Les considérations économiques ne devraient pas peser dans la balance. Par exemple, si l'on s'attend à ce qu'un antibiotique de classe 2 ou 3 soit efficace pour une condition donnée, mais qu'un antibiotique de classe 1 aussi serait efficace, c'est l'antibiotique de classe inférieure qui devrait être utilisé. Et ce, même si l'antibiotique de classe 1 n'a pas de temps de retrait et serait donc plus rentable à utiliser à court terme. Malheureusement, le seul antibiotique sans aucun retrait de lait homologué au Canada (i.e. le ceftiofur) est un antibiotique de très haute importance en médecine humaine (classe 1). L'impact économique non-négligeable lié à l'absence de retrait de lait explique certainement l'utilisation importante de cet antibiotique.

Ne pas traiter les cas avec peu de chance de succès.

Les animaux infectés de manière chronique ou les animaux infectés par un agent pathogène avec peu de chance de succès ne devraient pas recevoir d'antibiotique. Une quantité non négligeable d'antibiotique est utilisée pour des animaux qui ont très peu de chance de guérison. Cette pratique augmente le risque de développement d'antibiorésistance en plus de maintenir dans le troupeau un animal malade qui dissémine l'agent pathogène potentiellement résistant dans son environnement. Par exemple, des veaux infectés par *Salmonella* Dublin auront peu de chance de guérison, car cette bactérie est souvent résistante à de multiples antibiotiques. Des génisses affectées par des pneumonies chroniques ont aussi très peu de chance de guérison. Des vaches avec des infections intramammaires causées par *Mycoplasma bovis* ou par *Staphylococcus aureus* de façon chronique auront, elles aussi, très peu de chance de guérison même si un traitement prolongé est utilisé. Ces animaux ne devraient pas être traités et devraient être réformés dès que possible.

Technique d'injection

Le volume maximal recommandé par site d'injection varie selon les médicaments.

Lorsqu'un médicament est homologué, son efficacité est testée dans certaines conditions bien précises. Le volume d'injection par site fait partie des paramètres qui sont validés. Si le volume d'injection par site n'est pas respecté, l'absorption du médicament peut être différente et ceci peut résulter en des échecs de traitement ou des temps de retrait prolongés. Le volume d'injection par site devrait toujours correspondre aux recommandations de l'étiquette.

Calculez la dose de médicament requise basée sur le poids corporel mesuré.

Il est rare que le poids des animaux traités soit mesuré avant de prescrire un traitement. Ce faisant, il y a un risque de surdosage; ce qui pourrait causer une intoxication chez l'animal. Par rapport au risque d'antibiorésistance, c'est le sous-dosage qui est plus risqué. En effet, l'exposition des bactéries à une dose sous-optimale d'un antibiotique risque de résulter en un échec thérapeutique et en la sélection de bactéries potentiellement résistantes à cet antibiotique. Il est rapporté que les producteurs et les médecins vétérinaires ont tendance à sous-évaluer le poids des vaches adultes, ce qui résulte potentiellement en un sous-dosage. Idéalement, le poids de chaque animal devrait être évalué afin d'établir le bon volume à administrer. Au minimum, le poids moyen des vaches de 1^{ère} lactation et des vaches adultes devrait être calculé périodiquement (1-2 fois par an) afin d'avoir une idée plus précise du poids estimé d'un animal pour un troupeau en particulier. Les génisses de remplacement devraient toujours être pesées individuellement (par exemple avec un ruban à mesurer adapté) avant un traitement.

Santé du pis

La prévention de la mammite est beaucoup plus efficace que son traitement.

Tel que mentionné précédemment, la prévention demeure le meilleur moyen de diminuer l'utilisation des antibiotiques. Le plan de prévention et de contrôle de la mammite du National Mastitis Council est très utile. Une version traduite en français est disponible sur le site internet du Réseau Canadien de Recherche sur la mammite bovine et la qualité du lait. L'application de ces recommandations permettra de prévenir la mammite clinique et sous-clinique et ainsi aidera à diminuer l'utilisation des antibiotiques sur votre ferme.

Le traitement antibiotique sélectif au tarissement est une option très intéressante dans plusieurs troupeaux.

Le traitement antibiotique universel au tarissement est une recommandation qui a été établie depuis le début des années 70 alors que la proportion de vaches infectées au tarissement par des agents pathogènes comme *Streptococcus agalactiae* était très élevée. Le traitement antibiotique de tous les quartiers de toutes les vaches avait pour objectif de traiter les infections présentes au moment du tarissement et de prévenir les nouvelles infections intramammaires en début de tarissement. Depuis, la situation s'est nettement améliorée et aujourd'hui, plus de 75 % des quartiers sont non infectés au moment du tarissement alors que *Streptococcus agalactiae* a pratiquement disparu du portrait. De plus, une alternative est maintenant disponible pour la prévention des nouvelles infections intramammaires durant le tarissement, soit le scellant interne à trayon. Des études récentes ont démontré que le traitement antibiotique sélectif au tarissement (i.e., ne traiter que les vaches ou les quartiers infectés avec un antibiotique) est une option sécuritaire et rentable. Le traitement antibiotique sélectif est

d'ailleurs obligatoire dans plusieurs pays européens, car le traitement universel y est maintenant interdit. Selon la méthode choisie, il est possible de réduire l'utilisation des antibiotiques de 25 % à 75 %. Parlez-en à votre médecin vétérinaire pour savoir si cette approche vous convient.

La culture bactériologique est importante pour éviter les traitements inutiles (ex. mammite avec pas de croissance de bactéries, cas avec peu de chance de succès).

Un programme complet de contrôle de la mammite devrait inclure des cultures bactériologiques de lait des vaches lors de mammite clinique et lors de mammite sous-clinique (augmentation du CCS durant la lactation). Ceci permettra d'identifier rapidement les vaches nécessitant un traitement antibiotique (infectées par un agent pathogène sensible) et de sélectionner l'antibiotique de choix le cas échéant. Des milieux de cultures rapides (ex : Petrifilm®, Bi-plate®, Tri-plate®) sont maintenant disponibles à la ferme ou en clinique vétérinaire pour détecter la présence d'une infection et classer les agents pathogènes en grandes familles (ex : Gram + vs Gram -). Parlez-en à votre médecin vétérinaire qui saura interpréter les résultats des cultures de lait et vous guider dans le choix du traitement le plus approprié.

Avoir un protocole rationnel pour le traitement des mammites cliniques est essentiel et son application à la ferme devrait être vérifiée régulièrement.

Après avoir dressé le portrait des agents pathogènes présents à la ferme, il est possible de mettre en place un protocole de traitement adapté. Celui-ci identifiera clairement les situations où un traitement doit être appliqué et quel protocole doit être appliqué dans telle ou telle situation (ex : premier cas vs cas répété). Une bonne tenue de dossier est essentielle afin de bien appliquer le protocole et pouvoir valider son efficacité dans le futur. L'application mobile Santé du pis Lac-T est un excellent moyen pour mettre en place un tel protocole et guider le producteur laitier ou ses employés dans l'application du protocole, car chacune des étapes est automatisée à l'aide de votre téléphone cellulaire ou tablette électronique.

Problèmes respiratoires

Être sûr de ce que l'on traite : l'importance d'un bon diagnostic de maladie respiratoire infectieuse.

Un animal qui respire vite et fait de la fièvre n'est pas nécessairement en pneumonie. En effet, l'augmentation de la fréquence respiratoire est un phénomène physiologique normal lors d'hyperthermie. Il faut donc s'assurer par un bon examen physique que l'origine de l'hyperthermie est bien le système respiratoire. Le médecin vétérinaire pourra identifier l'origine de la fièvre par un examen physique complet.

Les options thérapeutiques chez les vaches en lactation sont limitées.

Il n'y a que très peu d'antibiotiques homologués au Canada pour usage chez les animaux en lactation. Les 4 principaux sont : la pénicilline procaine, le triméthoprime-sulfa (TMS), l'oxytétracycline et le ceftiofur. La pénicilline procaine n'est pas très utilisée lors de problème respiratoire, car peu d'agents pathogènes respiratoires y sont sensibles. Le ceftiofur est un antibiotique de classe 1, la pénicilline et le TMS sont des antibiotiques de classe 2 alors que l'oxytétracycline est un antibiotique de classe 3. Si les agents pathogènes responsables de la pneumonie sont sensibles à tous ces antibiotiques, on devrait utiliser l'antibiotique de classe inférieure en première ligne, soit dans l'ordre l'oxytétracycline, puis le TMS et finalement le ceftiofur, s'il est démontré que l'agent pathogène est résistant aux antibiotiques de classe 2 et 3. Votre médecin vétérinaire est en mesure de juger, parfois à l'aide de tests diagnostiques

supplémentaires, quels agents pathogènes sont présents, si un antibiotique est nécessaire et quel antibiotique pourra être utilisé.

Le traitement des pneumonies chroniques est questionnable et doit se faire sur la base d'un isolement bactérien.

Si le succès thérapeutique attendu est faible, les antibiotiques ne devraient pas être administrés et l'animal devrait probablement être éliminé. Les veaux en pneumonie chronique ayant reçu plusieurs traitements sans succès constituent un exemple de cas où un nouveau traitement antibiotique ne devrait pas être tenté à moins d'isoler l'agent bactérien en cause et que le traitement mis en place ait une bonne chance de succès. Ces animaux affectés chroniquement sont des bombes à retardement et risquent de contaminer les autres sujets du troupeau avec des agents pathogènes parfois très difficiles à éliminer (ex : *Mycoplasma bovis*).

L'utilisation des antibiotiques en métaphylaxie est efficace, mais doit être limitée le plus possible et ne doit pas remplacer la mise en place d'autres moyens de prévention et de contrôle.

La métaphylaxie consiste en l'administration de traitements à un groupe d'animaux non malades mais à haut risque de développer une maladie. Une situation fréquente où la métaphylaxie est employée est lors de pneumonie chez des animaux de remplacement élevés en groupe. Si une ou quelques génisses sont affectées par des problèmes respiratoires, les autres veaux seront souvent traités « préventivement », car ils sont fortement à risque de développer la même maladie. Cette utilisation des antibiotiques devrait être limitée au maximum et remplacée par des mesures de prévention comme l'isolement des animaux affectés, une ventilation adéquate, etc...

L'utilisation des antibiotiques en prévention à des doses faibles ne devrait pas être effectuée.

Des antibiotiques sont parfois donnés par voie orale dans le lait ou la moulée des génisses de remplacement afin de prévenir les problèmes respiratoires. Cette utilisation ne constitue pas une utilisation judicieuse et est fortement à risque de contribuer à l'apparition de résistance antimicrobienne. Des méthodes de prévention alternatives sont de mise pour éviter cette utilisation.

Diarrhée

Les antibiotiques ne sont pas nécessaires dans la très grande majorité des cas de diarrhée.

Les agents pathogènes causant la diarrhée peuvent être divisés en bactéries (*E. coli*, salmonelles, *Clostridium*), virus (*Rotavirus*, *Coronavirus*, Diarrhée virale bovine) et parasites (coccidies, *Cryptosporidium parvum*). Les traitements antibiotiques sont efficaces seulement contre les bactéries et sont totalement inefficaces contre un virus ou un parasite. Or, les virus et les parasites sont beaucoup plus fréquents que les bactéries lors de diarrhée néonatale. Des tests diagnostiques peuvent être utilisés pour déterminer le ou les agents pathogènes en cause.

Seuls les veaux présentant des signes de fièvre, anorexie, abattement et présence de sang ou de muqueuse intestinale dans les selles devraient recevoir des antibiotiques.

En effet, il est indiqué d'utiliser un antibiotique seulement lorsque ces critères sont présents. Ils ne sont pas indiqués dans les autres situations. Donc, lorsqu'un veau présente de la diarrhée, mais pas de fièvre et n'est pas abattu, il n'est pas nécessaire de lui administrer des antibiotiques.

L'utilisation des antibiotiques pour la prévention de la diarrhée est très controversée et ne devrait pas être utilisée pour remplacer la mise en place d'une meilleure régie.

Tel que mentionné précédemment, l'administration d'antibiotique dans le lait pour prévenir et contrôler la présence de maladie dans un élevage est fortement déconseillée. Cette pratique est fortement à risque de mener au développement d'antibiorésistance. Des mesures de prévention autres, telles que l'amélioration de l'environnement et un bon transfert d'immunité passive par le colostrum doivent être mises de l'avant.

Maladies utérines

On devrait éviter de traiter les rétentions placentaires.

La rétention placentaire n'est pas un problème en soi. C'est la métrite qui peut parfois se développer à la suite d'une rétention placentaire qui est problématique. Il n'est donc pas nécessaire d'administrer un antibiotique à tous les cas de rétention placentaire, car ce n'est pas la majorité des vaches avec une rétention placentaire qui développeront une métrite. Il est donc recommandé de suivre l'évolution de la vache (température, appétit, production de lait) et de traiter seulement lorsque ces paramètres deviennent anormaux. Comme lors de tout traitement antibiotique, un antibiotique homologué et efficace de classe inférieure comme la pénicilline procaine ou l'oxytétracycline devrait être utilisé en première intention.

Problèmes locomoteurs

Favoriser les antiseptiques déjà homologués pour le traitement de la dermatite digitale et interdigitale ainsi que les crevasses en talon.

Certains antibiotiques sont approuvés pour ces conditions (dermatite digitale et phlegmon interdigité). Cependant, s'il est possible d'utiliser un antiseptique au lieu d'un antibiotique, cette option devrait toujours être favorisée.

La tétracycline en poudre est efficace pour traiter la dermatite digitale, mais doit être appliquée à raison de 5 g (1 c. à thé) par patte (maximum deux pattes par vache) et sur un maximum de 10 % du troupeau.

Cette recommandation vous permettra de diminuer les risques de présence de résidus antibiotiques dans le lait de réservoir. En effet, même lors d'utilisation topique d'un médicament, une certaine absorption systémique du produit peut survenir et celui-ci peut se retrouver dans le lait de l'animal traité. Une étude a démontré que ces paramètres étaient sécuritaires lors de traitement de la dermatite digitale (piétin d'Italie). Dernièrement, un produit à base de tétracyclines en vaporisateur a été homologué au Canada et est maintenant disponible sans temps de retrait si utilisé selon les recommandations du fabricant.

Le phlegmon interdigital doit être traité avec des antibiotiques systémiques. La plupart des antibiotiques disponibles ont une homologation pour le traiter.

Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser un antibiotique de classe 1 pour traiter cette condition puisque des alternatives efficaces et homologuées existent.

CONCLUSION

Le statut quo concernant notre utilisation des antibiotiques n'est pas envisageable et ce, autant en médecine vétérinaire qu'en médecine humaine. Chacun doit faire son bout de chemin afin de lutter contre l'apparition de résistance aux antimicrobiens. La production laitière ne fait pas exception. Nous devons évaluer nos pratiques, revoir celles qui peuvent être améliorées et en adopter de nouvelles afin d'utiliser de façon judicieuse les antibiotiques et ainsi ralentir l'apparition de résistance pour notre propre bénéfice à long terme.



Symposium sur les bovins laitiers

Le mardi 30 octobre 2018

Centrexpo Cogeco, Drummondville

Le potentiel du lait pour évaluer la santé du troupeau

Dr Jean Durocher, M.Sc. et M.V., coordonnateur de la santé des troupeaux laitiers,
équipe Recherche et développement
Valacta



Le potentiel du lait pour évaluer la santé de mon troupeau

Introduction

Les producteurs laitiers associent généralement le dépistage des maladies animales à la prise d'un échantillon sanguin. Toutefois, d'autres fluides corporels tels que le lait ou l'urine de même que des matières organiques telles que les fèces peuvent être utilisés dans certaines circonstances pour établir le statut de santé des animaux.

L'utilisation du lait comme liquide biologique pour le dépistage des conditions pathologiques des bovins laitiers est appelée à se développer au cours des prochaines années.

Pourquoi utiliser le lait?

Simplement parce que c'est un liquide biologique plus pratique à obtenir que le sang. Le prélèvement de l'échantillon est plus facile et souvent moins dispendieux puisqu'il n'implique pas de frais professionnels. Il est même possible dans certaines situations d'automatiser le processus de prélèvement (robots de traite) ou d'utiliser un échantillon déjà prélevé par un tiers (échantillon du contrôle laitier ou échantillon de réservoir). La gestion des déchets biomédicaux (aiguilles) est également facilitée par l'utilisation des échantillons de lait.

Est-ce que le lait est aussi précis que le sang?

En fait, ce n'est pas une question de liquide biologique. La réponse dépend de la dynamique de la maladie et de la technique de laboratoire utilisée. L'important est de valider chaque approche diagnostique pour connaître sa performance.

Le concept de santé du troupeau est un terme qui inclut autant la santé métabolique (par exemple le dosage de l'urée et des β -hydroxybutyrates), la santé de la glande mammaire (par exemple le comptage des cellules somatiques ou l'identification des pathogènes mammaires) que le dépistage des maladies infectieuses (par exemple la leucose bovine).

Le test diagnostique idéal

Pour favoriser son adoption par les producteurs, un test diagnostique devrait idéalement présenter les caractéristiques suivantes :

- 1) Une procédure de prélèvement simple et sans risque pour l'animal et le manipulateur. Une approche automatisant le processus de prélèvement de l'échantillon sera considérée comme un avantage important par le producteur.
- 2) Une grande précision.
- 3) Une interprétation simple du résultat du test.

4) Un court délai pour obtenir le résultat du test. Un test dont le résultat serait disponible en quelques minutes à la ferme serait considéré par le producteur comme un avantage important en autant que la procédure de testage soit simple.

5) Un coût abordable.

Évidemment, le test « parfait » n'existe pas mais les principes mentionnés plus haut doivent guider les scientifiques lorsqu'ils proposent des approches diagnostiques aux producteurs laitiers.

La précision d'un test diagnostique

La sensibilité et la spécificité donne une appréciation de la précision du test. Ces paramètres sont établis lors d'une comparaison entre le résultat du test et le statut de santé réel de l'animal.

La **sensibilité** correspond à la capacité du test à identifier correctement les sujets atteints par la maladie alors que la **spécificité** représente sa capacité à identifier adéquatement les sujets exempts de la maladie.

La procédure d'évaluation d'un test de santé se fait de la façon suivante :

On applique, dans un premier temps, le test sur des vaches atteintes par la condition pathologique. Si le test identifie correctement 99 % des vaches atteintes par la maladie, sa sensibilité sera de 99 %. Dans une telle situation, 1 % des sujets atteints par la maladie auront été identifiés par le test (par erreur) comme étant sains.

On applique ensuite le test sur des vaches exemptes de la condition pathologique. Si le test identifie correctement 99 % des vaches saines, sa spécificité sera de 99 %. Dans ce cas, 1 % des sujets sains auront été identifiés par le test (par erreur) comme étant atteints par la maladie.

Déterminer précisément si l'animal est atteint ou non par la maladie avant de procéder à l'évaluation d'un test de santé peut parfois être une tâche complexe. Les scientifiques choisiront en général de mesurer la précision d'un nouveau test après avoir déterminé le statut des animaux par un test « parfait » c'est-à-dire un test présentant une sensibilité et une spécificité de 100 % (aussi appelé test étalon d'or).

Une approche alternative peut être utilisée dans les cas où il n'existe pas de test étalon d'or ou qu'il est impossible de l'utiliser. Les animaux seront alors testés par deux approches diagnostiques imparfaites et une analyse statistique adaptée sera effectuée pour tenir compte de la possibilité d'erreur des deux techniques. Une étude récente a utilisé cette approche pour comparer la précision de l'échographie et d'un test de gestation effectué à partir du lait pour les vaches saillies entre 28 et 45 jours.

La sensibilité et la spécificité permettent de comparer la performance d'un test par rapport aux autres options de testage disponibles sur le marché. Ces paramètres sont très utiles pour les scientifiques et

l'estimation de la sensibilité et de la spécificité d'un test sera souvent la première étape utilisée par les experts pour valider une approche diagnostique.

La performance d'un test diagnostique

Connaître la précision d'un test (sensibilité et spécificité) et la prévalence d'une condition pathologique dans la population permet de calculer les valeurs prédictives positive et négative. Ces paramètres sont particulièrement utiles pour les médecins vétérinaires cliniciens et les producteurs parce qu'ils donnent une appréciation de la performance du test dans les conditions pratiques où celui-ci sera utilisé.

La **valeur prédictive positive** d'un test représente la probabilité que l'animal soit réellement « positif » quand le résultat du test est « positif ». Il est important de rappeler que cette estimation est spécifique au contexte pratique (proportion des animaux atteints par la maladie) dans lequel le test est utilisé. La valeur prédictive positive d'une approche diagnostique pourrait, par exemple, différer entre deux pays (ou régions) qui présentent une proportion différente d'animaux atteints par une maladie malgré le fait que les laboratoires des deux pays utilisent le même test ou des tests présentant une précision (sensibilité et spécificité) identique. La valeur prédictive positive d'un test représente donc notre niveau de confiance dans le résultat de l'analyse, considérant le contexte pratique (prévalence de la maladie) dans lequel le test est utilisé. La conséquence d'une erreur de diagnostic sera de faussement déclarer « positive » une vache en réalité exempte de la condition pathologique. C'est ce qu'on décrit comme un résultat « faux positif ». Évidemment, aucun test n'est parfait, mais on comprend que plus la valeur prédictive positive est élevée, plus on sera confiant qu'un animal avec un test « positif » est réellement « positif ».

La **valeur prédictive négative** d'un test établit quant à elle la probabilité que l'animal soit « négatif » quand le résultat du test est « négatif ». Encore une fois, soulignons que cette estimation est spécifique au contexte pratique (proportion des animaux atteints par la maladie) dans lequel le test est utilisé. La valeur prédictive négative d'un test représente donc notre niveau de confiance dans le résultat de l'analyse. Plus la valeur prédictive négative est élevée, plus on sera confiant qu'un animal avec un test « négatif » est réellement « négatif ». La conséquence d'une erreur sera de faussement déclarer « saine » une vache en réalité atteinte par la condition pathologique. C'est ce qu'on décrit comme un résultat « faux négatif ».

Pour illustrer l'implication pratique de ce concept, examinons la performance d'un test de leucose bovine dans deux troupeaux laitiers. La précision de la plupart des tests de leucose disponibles sur le marché est reconnue comme excellente. Supposons que le test utilisé dans notre exemple présente une sensibilité et une spécificité de 99 %.

Le premier troupeau est un élevage à haut potentiel génétique où la proportion de vaches atteintes par la leucose est faible (par exemple 5 %). Une stratégie de testage et d'élimination des sujets atteints par la maladie est en place afin d'éliminer graduellement la condition pathologique. Tel que mentionné précédemment, la performance du test est influencée par la prévalence de la maladie dans le troupeau. Les valeurs prédictives positive et négative seront respectivement de 84 % et 100 % (voir tableau 1). Compte tenu de la valeur prédictive positive du test et de la valeur économique des sujets, le producteur

et le médecin vétérinaire praticien pourraient choisir de tester à nouveau un animal « positif » avant de procéder à la réforme.

Il est important de comprendre que le choix du liquide biologique (sang ou lait) n'a aucun impact sur la situation puisque la précision des épreuves sur le sang ou le lait est similaire. Changer de liquide biologique pour la seconde épreuve n'augmentera pas la performance de l'approche diagnostique mais ne serait pas contre-indiqué.

Tableau 1. Performance du test de leucose dans un troupeau avec 5 % de vaches atteintes par la maladie.

Statut leucose de la vache			
Résultat du test		Vaches atteintes	Vaches exemptes
	Total		
	POS	99	19
	NEG	1	1881
Total		100	1900

Sensibilité : 99 % (99/100)

Spécificité : 99 % (1881/1900)

Valeur prédictive positive : 84 % (99/118)

Valeur prédictive négative : 100 % (1881/1882)

Le second troupeau présente une proportion de vaches atteintes par la maladie beaucoup plus élevée (par exemple 50 %). Le producteur désire éliminer une vache âgée entre autres parce qu'elle est positive à la leucose. Son voisin, le propriétaire du troupeau précédent lui conseille de confirmer le statut de l'animal par une deuxième analyse « parce que le test n'est pas fiable ». Son médecin vétérinaire praticien prétend que ce n'est pas nécessaire.

Encore une fois, la performance du test est influencée par la prévalence de la maladie dans le troupeau. Les valeurs prédictives positive et négative seront respectivement de 99 % et 99 % pour cet élevage (voir tableau 2). Ne pas répéter l'analyse, tel que suggéré par le médecin vétérinaire, serait donc une recommandation pertinente dans ce cas.

Tableau 2. Performance du test de leucose dans un troupeau avec 50 % de vaches atteintes par la maladie.

Statut leucose de la vache			
		Vaches atteintes	Vaches exemptes
	Total		
	POS		
	NEG		

Résultat du test	POS	990	10	1000
	NEG	10	990	1000
	Total	1000	1000	2000

Sensibilité : 99 % (990/1000)

Spécificité : 99 % (990/1000)

Valeur prédictive positive : 99 % (990/1000)

Valeur prédictive négative : 99 % (990/1000)

Vous comprendrez maintenant pourquoi le résultat du test de leucose effectué sur le réservoir dans le cadre du plan d'action des Producteurs de lait du Québec est utile non seulement pour estimer la prévalence de la maladie dans le troupeau mais également pour guider le médecin vétérinaire et le producteur dans l'interprétation du résultat des analyses individuelles effectuées sur les vaches.

Il est important également de savoir que très peu d'approches diagnostiques sont en mesure d'émettre une réponse claire (positive ou négative) sur tous les échantillons soumis. Le résultat du test peut à l'occasion se révéler douteux. On réfère souvent au pourcentage d'analyses présentant un **résultat « non concluant »** pour décrire ce concept. Il est important de tenir compte de ce paramètre. Vous serez sûrement d'accord qu'il n'est pas très utile d'utiliser un test qui est rarement en mesure de vous donner une réponse.

La conséquence d'une erreur de diagnostic

La pertinence d'une approche diagnostique pour une maladie donnée sera influencée par la performance du test dans la population où il est utilisé (valeurs prédictives positive et négative) de même que par la conséquence associée à un résultat faussement « positif » ou faussement « négatif ». L'action associée à un résultat positif (la réforme de l'animal par exemple) ou négatif (la vente d'un sujet par exemple) permet de calculer l'impact économique d'un diagnostic erroné.

On peut utiliser à titre d'exemple le diagnostic précoce de la gestation entre 28 à 45 jours après la saillie pour donner une approximation de la perte économique associée à une erreur de diagnostic.

La conséquence d'un résultat « faux négatif », c'est-à-dire de déclarer « ouverte » une vache gestante, pourrait être de provoquer une mortalité embryonnaire suite à l'injection de la prostaglandine dans le cadre d'un programme de synchronisation de la saillie. La perte économique associée au retard pour le prochain vêlage et au risque de réforme a été estimée à 495 \$. La conséquence d'un résultat « faux positif », c'est-à-dire de déclarer « gestante » une vache qui ne l'est pas, sera de retarder la prochaine insémination en fonction du temps nécessaire au producteur pour observer à nouveau la vache en chaleur ou corriger la situation suite à un test de confirmation de la gestation. La perte économique dans ce cas a été estimée à 87 \$.

La perte économique associée à un résultat « faux négatif » est 5,7 fois (495/87) plus importante que celle liée à un résultat « faux positif ». Par conséquent, en diagnostic précoce de la gestation, il sera toujours important de choisir une approche (examen échographique ou test de gestation) qui permettra de limiter le pourcentage de résultats « faux-négatif ». Une technique maximisant la valeur prédictive négative devrait donc être privilégiée.

Comment choisir un test diagnostique

Une bonne connaissance de la précision des différentes approches diagnostiques et une bonne compréhension de la dynamique de la condition pathologique, incluant la prévalence de la maladie dans la population, sont essentielles pour sélectionner la procédure de testage optimale.

Le lait peut être un excellent liquide biologique dans certaines conditions et ne pas convenir dans d'autres. Par exemple, la performance du test ELISA sur un échantillon de lait ou un échantillon sanguin est excellente pour le dépistage de la leucose bovine mais beaucoup moins intéressante pour la paratuberculose. Bien comprendre la dynamique d'une maladie est un point crucial pour choisir l'approche de testage optimale.

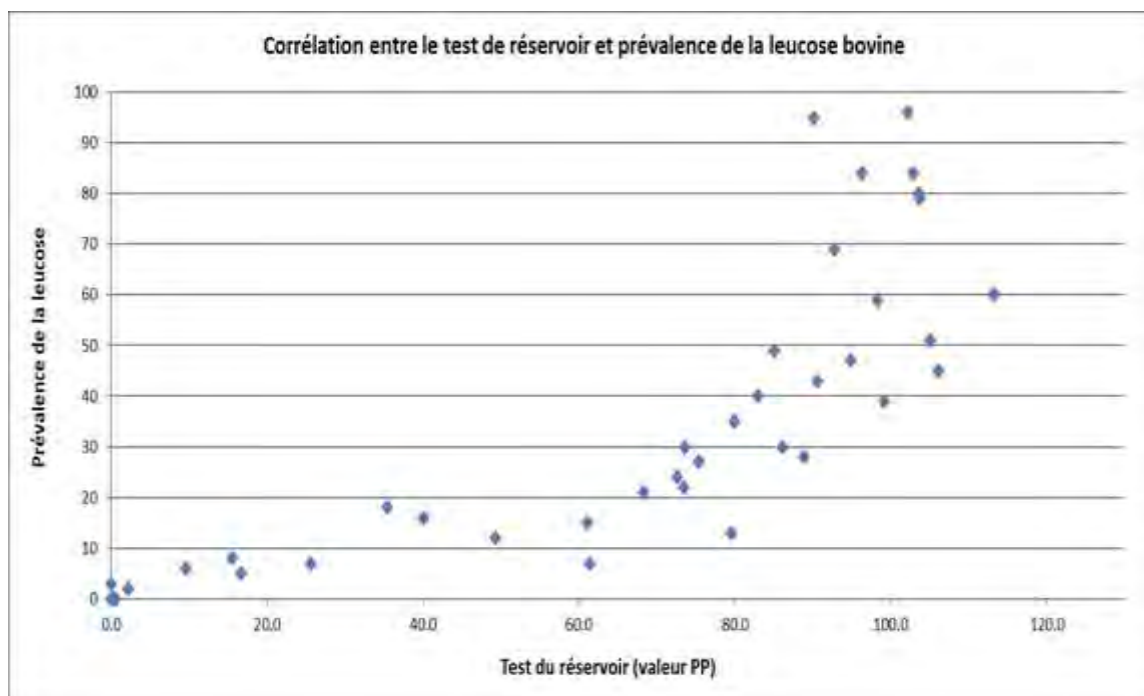
Garder en mémoire que ce n'est pas parce qu'un test est disponible sur le marché qu'il est nécessairement pertinent de l'utiliser. Assurez-vous donc que l'approche diagnostique que vous utiliserez soit reconnue par les experts. Prenez le temps de discuter avec votre médecin vétérinaire avant de mettre en place un programme de testage. Le plan d'action en santé animale des Producteurs de lait du Québec s'appuie sur un partenariat des différents intervenants en santé animale. Les approches diagnostiques utilisées dans le cadre de ce plan font évidemment l'objet d'une analyse sérieuse.

Prenez le temps de discuter avec votre médecin vétérinaire de ce qui serait le plus pertinent pour votre élevage. Rappelez-vous que même si comparer votre situation avec celle d'un autre producteur est toujours un processus enrichissant, on doit garder en tête que la stratégie optimale de testage de votre voisin n'est peut-être pas adaptée à votre situation et à vos objectifs d'élevage.

Tester mon troupeau ou tester mes vaches?

Il n'y a pas si longtemps, la seule manière d'estimer le statut d'un troupeau consistait à tester une proportion importante des sujets de l'élevage. Cette approche est malheureusement souvent trop dispendieuse pour stimuler l'intérêt des producteurs.

Une étude récente réalisée dans le cadre du programme de développement sectoriel (Volet 2) du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec a démontré que le lait du réservoir peut être utilisé pour estimer le statut du troupeau pour la leucose bovine. Le graphique 1 présente la corrélation qui existe entre la valeur ELISA du test de réservoir et la prévalence de la leucose bovine (pourcentage de vaches positives) dans le troupeau.



Graphique 1. Corrélation entre le test de réservoir et la prévalence de la leucose bovine dans le troupeau.

Un test de leucose effectué sur le réservoir de chaque ferme laitière du Québec en 2017 dans le cadre du plan d'action en santé animale des Producteurs de lait du Québec a permis de situer chaque entreprise par rapport à cette maladie. Un seul test effectué sur le réservoir permet en effet d'estimer le niveau de contamination de l'élevage. Cette information aidera par la suite le producteur à mieux cibler une éventuelle stratégie visant à réduire la prévalence de la maladie.

Si l'estimation du niveau de contamination de votre troupeau est faible et que vous désirez éliminer rapidement la maladie, une stratégie de testage individuel pour identifier les vaches positives pourrait être une option intéressante.

L'estimation du niveau de contamination de votre troupeau est élevée et vous êtes conscient que la perte économique associée à la maladie est importante. L'élimination de toutes les vaches positives n'étant pas une option à court terme, la mise en place de mesures de biosécurité et le monitoring de la situation par le testage annuel du réservoir pourrait être une option simple, efficace et peu dispendieuse afin de réduire graduellement le niveau de contamination de votre élevage.

Le test de réservoir effectué dans la cadre du plan d'action en santé animale des Producteurs de lait du Québec a catégorisé les troupeaux selon la prévalence estimée pour la leucose bovine. La précision de l'estimation fournie aux producteurs est relativement élevée pour les troupeaux dont le niveau de contamination est inférieur à 30 %. Il est cependant plus difficile d'estimer la prévalence des troupeaux fortement contaminés. Pour cette raison, l'approche de testage actuelle catégorise les troupeaux fortement contaminés comme ayant une prévalence supérieure à 30 %. Une plus grande précision du test pour ce type de troupeaux permettrait une meilleure évaluation de l'efficacité des mesures de biosécurité mises en place par le testage périodique du réservoir. La problématique pourrait être

simplement associée à la technique d'analyse utilisée et l'équipe de Recherche et Développement de Valacta travaille présentement à trouver une solution pour améliorer la précision de l'estimation pour ce type de troupeau.

L'approche de testage utilisée pour la leucose bovine pourrait éventuellement être appliquée à d'autres maladies. Un projet de recherche en partenariat avec la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal examine présentement la possibilité de mettre en place une approche similaire pour Salmonella Dublin.

Le testage du réservoir n'est pas nécessairement l'option optimale pour toutes les conditions pathologiques. Par exemple, les tests disponibles sur le lait de réservoir ne sont présentement pas assez performants pour permettre d'estimer la prévalence ou le statut sanitaire du troupeau pour la paratuberculose. Le testage d'échantillons de fumier prélevés dans l'environnement des vaches reste pour l'instant la meilleure option pour estimer le statut sanitaire du troupeau pour la paratuberculose.

Encore une fois, assurez-vous que l'approche diagnostique que vous utiliserez soit reconnue par les experts.

Tester un échantillon composite de plusieurs vaches ou tester individuellement chacune des vaches?

Le testage d'un échantillon composite (pool) de plusieurs vaches pourrait permettre de confirmer que toutes les vaches du groupe sont exemptes de la maladie advenant que le résultat de l'échantillon composite soit négatif. Une telle approche pourrait être appliquée au monitoring des troupeaux exempts ou à faible prévalence permettant de réduire considérablement les frais de testage.

Si le résultat de l'échantillon composite s'avérait positif, il suffirait de procéder au testage individuel des animaux inclus dans le pool pour confirmer leur statut. Une corrélation entre la valeur obtenue suite à l'analyse de l'échantillon composite et le pourcentage de vaches positives pourrait possiblement être établie. Une telle approche permettrait de faire le monitoring de groupes de vaches (par exemple en fonction de la parité) à l'intérieur du troupeau pour identifier les principaux facteurs de risque ou évaluer l'efficacité de mesures de biosécurité mises en place.

Une étude est présentement menée à Valacta pour appliquer cette approche au testage pour la leucose bovine sur des échantillons de lait. Combien de vaches pourraient être incluses dans l'échantillon composite? Est-ce que l'approche pourra être utilisée sur des échantillons de contrôle laitier? Pourrait-on établir une corrélation entre la valeur obtenue suite à l'analyse de l'échantillon composite et le pourcentage de vaches positives? Nous espérons être en mesure de répondre à ces questions sous peu.

Le testage d'un échantillon composite de lait de plusieurs vaches pourrait éventuellement être appliqué à d'autres conditions pathologiques. Au risque de se répéter, ce n'est pas parce qu'une telle approche est proposée sur le marché qu'il est nécessairement pertinent de l'utiliser. Assurez-vous toujours que l'approche diagnostique soit reconnue par les experts.

Le phénomène de lait résiduel ou « carry-over »

Le phénomène de lait résiduel ou « carry-over » se produit lors du contrôle laitier. Il est provoqué par le passage d'une faible quantité de lait de la vache précédente dans l'ordre de traite vers l'échantillon de la vache testée. Ce transfert de lait provient du lait résiduel de l'équipement de traite et de l'échantillonneur.

Le phénomène est connu depuis longtemps et a peu d'impact sur les paramètres standards du contrôle laitier (gras, protéine, urée, comptage des cellules somatiques) dans la mesure où la procédure de prélèvement des échantillons est respectée.

L'utilisation de tests de laboratoire plus sensibles (par exemple, les techniques ELISA ou PCR) sur des échantillons du contrôle laitier souvent combinée à l'évaluation de paramètres biologiques présentant des écarts numériques importants est susceptible d'altérer la grille d'interprétation proposée par le fabricant. Il est par conséquent essentiel de mesurer l'impact du phénomène de lait résiduel avant de proposer un nouveau test sur un échantillon du contrôle laitier et d'en tenir compte si nécessaire dans l'interprétation du résultat.

Par exemple, la procédure de validation conduite sur le test de gestation GESTALAB a permis de conclure que l'impact du phénomène de lait résiduel est négligeable en **traite conventionnelle** alors que les épreuves de validation sur le test de leucose bovine ont amené un ajustement de la grille d'interprétation proposée par le fabricant du test. Ces conclusions ne sont évidemment valides que si la technique de prélèvement des échantillons est respectée par le technicien lors du contrôle supervisé ou par le producteur lors du contrôle régulier.

L'impact du phénomène de lait résiduel ou « carry-over » est majeur en **traite robotisée** et peut entraîner des interprétations erronées. Il est vrai que la quantité de lait résiduel présente au niveau de l'équipement de traite est relativement faible avec ce type de système. La problématique est probablement associée au fait que le lait est acheminé directement vers le tube de prélèvement (40 ml). Des modifications à la conception de l'équipement de traite par les fabricants pourraient possiblement atténuer ce problème.

Pour l'instant, la recommandation est de prélever les échantillons manuellement (directement du quartier) pour les élevages en traite robotisée afin d'assurer une interprétation précise du résultat du test.

Le phénomène de lait résiduel ou « carry-over » est spécifique aux échantillons individuels du contrôle laitier et n'a rien à voir avec la technique de laboratoire utilisée. Le prélèvement d'un échantillon directement du quartier élimine évidemment la problématique.

Conclusion

L'utilisation du lait pour le dépistage des conditions pathologiques des bovins laitiers est appelée à se développer au cours des prochaines années.

Le testage du réservoir ou la validation du statut de santé d'un groupe d'animaux par le testage d'un échantillon composite de lait permettront de gérer la santé du troupeau pour une fraction du prix. La mise en place de programmes de testage automatisé à partir d'échantillons prélevés par un tiers réduira la charge de travail des producteurs.

Assurez-vous toujours que l'approche diagnostique que vous désirez utiliser soit reconnue par les experts. Prenez le temps de discuter avec votre médecin vétérinaire avant d'établir le choix d'une option de testage pour votre élevage.

Souvenez-vous également que vous avez un impact sur la précision du résultat du test de laboratoire. Une identification précise de l'échantillon et le respect de la procédure de prélèvement du lait sont des éléments incontournables d'un diagnostic précis.



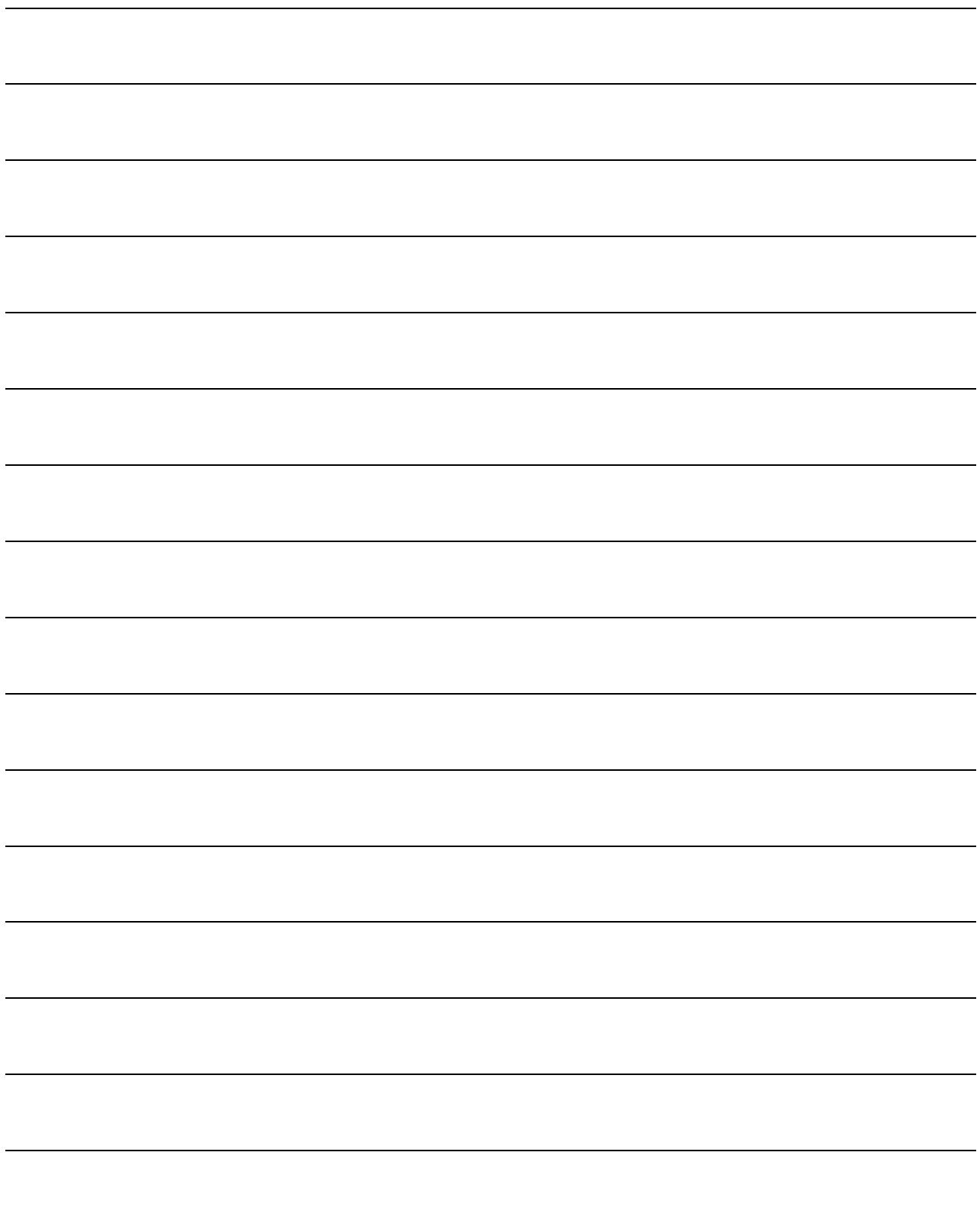
Symposium sur les bovins laitiers

Le mardi 30 octobre 2018

Centrexpo Cogeco, Drummondville

Mise en marché des laits de spécialité

Idriss Éttabaâ, M.A., directeur du développement des affaires
Les Producteurs de lait du Québec



[illegible]

[illegible]



Notes

[illegible]



Symposium sur les bovins laitiers

Le mardi 30 octobre 2018

Centrexpo Cogeco Drummondville

***Le comité organisateur remercie
sincèrement les collaborateurs
financiers suivants***



Natrel

OKA

iögo

Québon

Meilleur lait.
Meilleur monde.



AGROPUR
Coopérative laitière

Entre votre gestion et leur santé il y a votre médecin vétérinaire



AMV Association des
Médecins Vétérinaires
Praticiens du Québec

Partenaire du

Symposium bovins laitiers 2018



le **Bulletin** EXPRESS

**JOIGNEZ-VOUS
AUX 6000 ABONNÉS
DÉJÀ INSCRITS !**

Expédiée trois fois par semaine,
l'infolettre *Le Bulletin Express* propose
chroniques, blogues, analyses,
conseils techniques et nouvelles
sur les élevages et les cultures

Inscrivez-vous
aujourd'hui !

LeBulletin.com

FLASH

COOPÉRATEUR

FLASHEZ
ÉGALEMENT SUR
LES RÉSEAUX SOCIAUX



PARTAGEZ
LE FLASH
AVEC VOTRE
RÉSEAU
D'AMIS

**Abonnez-vous
à notre Flash
Coopérateur**

Nos conseils d'experts sur
les meilleures pratiques agricoles,
les actualités économiques et politiques
et des nouvelles du réseau.



Abonnez-vous au
coopérateur.coop

FIER DE SOUTENIR

le CRAAQ et l'industrie laitière





Vive les producteurs !

*pour qui l'amour de leur
troupeau passe avant tout.*

Pioneer croit qu'il ne faut jamais cesser de s'améliorer.
Les récoltes, les gens et les collectivités dont nous
sommes si fiers doivent toujours viser de nouveaux
sommets. Vive les hommes et les femmes qui
ne cessent jamais de faire toujours mieux.

#ToujoursMieux



LA RÉFÉRENCE

POUR LES PRODUCTEURS DE LAIT
ET LES INTERVENANTS DE
L'INDUSTRIE LAITIÈRE





LES PRODUCTEURS
LAITIERS
DU CANADA
LAIT DE QUALITÉ

lait

Solide énergie.



DAIRY
ENTELIGENTM

—PAR—



Purina[®]

• • •

LIBÉREZ LE POTENTIEL DE VOTRE TROUPEAU,
CONTACTEZ VOTRE CONSEILLER PURINA[®].

PURINA[®], CHOW[®] et le quadrillé sont des marques déposées sous licence de la Société des Produits Nestlé S.A.



L'information sous un nouvel angle

Votre source d'information agricole.

LaTerre
DE CHEZ NOUS



Venez faire un tour... chez nous! **LaTerre.ca**

S'informer avec

agri
réseau

Le savoir et l'expertise du réseau agricole et agroalimentaire

Accédez à plus de
20 000 documents,
vidéos et billets de
blogue d'intervenants et
de producteurs de
38 secteurs d'activités.

agrireseau.net

**Créez votre compte dès aujourd'hui :
c'est simple et gratuit!**

Propulsé
par



CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE
ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC

