

JOURNÉE D'INFORMATION SCIENTIFIQUE – BOVINS LAITIERS ET PLANTES FOURRAGÈRES

Impacts économiques et environnementaux de nouvelles recommandations dans la formulation en protéines et acides aminés de rations laitières appliquées à des fermes québécoises

SIMON BINGGELI¹, DANIEL OUELLET², HÉLÈNE LAPIERRE²,
ÉDITH CHARBONNEAU¹, DORIS PELLERIN¹

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

²Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke, QC, Canada

Simon.binggeli.1@ulaval.ca

Mots clés:

acide aminé, vache laitière, économie, environnement

Introduction

Dans les fermes laitières, l'alimentation représente le facteur dominant des coûts de production de lait et des animaux de remplacement. L'alimentation protéique représente la portion la plus importante de ces coûts. L'azote (N) non-capturé pour la synthèse des protéines du lait ou pour la croissance des animaux est excrété et les déjections sont utilisées pour fertiliser les cultures, qui seront à leur tour utilisées pour alimenter le troupeau, complétant ainsi le cycle de l'N sur la ferme. Cependant une partie de l'N excrété est soit volatilisé en ammoniac ou en protoxyde d'N ou est lessivé dans les cours d'eau. Afin d'éviter les excès alimentaires d'N, coûteux sur le plan financier et environnemental, beaucoup de travail a été réalisé, dernièrement, afin de mieux prédire les apports et l'utilisation des protéines et des acides aminés (AA) les composants. Combinant les nouvelles prédictions des besoins pour la protéine et les AA des vaches laitières avec les possibilités de cultures de la ferme, il serait possible de réduire l'empreinte environnementale de la ferme, par une sélection de meilleures options de gestion alimentaire et culturale. L'objectif de ce projet était d'évaluer l'impact potentiel sur l'environnement et sur le bénéfice de la ferme, de nouvelles recommandations dans la formulation protéique des rations laitières.

Méthodologie

Afin de répondre à cet objectif, des simulations utilisant le modèle N-CyCLES ont été effectuées. N-CyCLES est un modèle optimisant à la fois les rations des vaches et des cultures produites sur la ferme afin de maximiser les revenus ou de minimiser l'empreinte environnementale azotée ou phosphatée. Les simulations ont été effectuées en utilisant des valeurs technico-économiques moyennes de fermes de la Montérégie et du Bas-Saint-Laurent, afin d'avoir deux contextes contrastants. Les données de ces fermes proviennent des banques de données AgritelWeb, des Groupes Conseils Agricole du Québec et Vision 2000 de Valacta, de 2010 à 2015. Les résumés des caractéristiques des deux fermes types sont présentés au Tableau 1. Pour les simulations, N-CyCLES équilibre des rations pour cinq groupes distincts : un groupe de vaches en début lactation, un second en mi-lactation, un troisième de vaches tarées et deux pour les animaux de remplacement.

De base, la formulation des rations est faite selon le NRC (2001), qui est le modèle de formulation de référence au Québec. Le modèle N-CyCLES a par la suite été adapté afin d'inclure des nouveautés sur la nutrition protéique des vaches issue de la littérature récente. Ces nouveautés incluaient :

- une approche factorielle des besoins en AA (Lapierre et al., 2016);
- une prédiction modifiée de la protéine microbienne ruminale (White et al., 2016);
- un profil modifié en AA microbien (Sok et al., 2017);
- une efficacité d'utilisation variable des AA selon l'apport énergétique (Lapierre et al., 2016);
- des besoins pour la croissance et la gestation corrigés (National Academies of Sciences Engineering and Medicine, 2016).

Les simulations incluent une formulation selon le NRC (2001) tenant compte de la protéine métabolisable (MP 2001), une autre incluant aussi les recommandations en lysine (Lys) et en méthionine (Met) (AA 2001) et une dernière simulation incluant les modifications décrites ci-haut (AA rev).

Tableau 1. Données moyennes de performances zootechniques et économiques des deux fermes types

	Bas-Saint-Laurent	Montérégie
Productivité		
Race	Holstein	Holstein
Nombre de vaches adultes	63	71
Poids mature, kg	656	656
Production de lait, kg/va/an	8608	9102
Gras du lait, g/hl	4,13	4,13
Protéine brute du lait, kg/hl	3,35	3,39
Surfaces en culture, hectares	135	95
Données économiques		
Prix du lait, \$/hl	75,22	75,67
Autres revenus, \$/hl ¹	7,14	10,01
Autres coûts variables, \$/hl ¹	8,87	8,37
Charges fixes, \$/an	201 312	218 158

¹excluant les coûts de cultures et d'alimentation

Les systèmes culturaux sont représentés par 10 rotations de cultures, généralement observées sur les fermes québécoises selon leur contexte respectif, réparties sur 2 niveaux de fertilité de sol. Les rendements des cultures proviennent des rendements de référence de la Financière agricole du Québec (FADQ, 2016), alors que les besoins minéraux proviennent du guide de fertilisation du CRAAQ (2010).

Résultats

Les résultats des simulations indiquent la possibilité de réduire l'empreinte azotée et des gaz à effet de serre (GES) tout en maintenant ou augmentant les revenus de la ferme en utilisant la formulation avec les nouvelles recommandations (AA_rev). L'effet est cependant plus marqué dans la région du Bas-Saint-Laurent. Les principales différences résident dans la réduction et les changements des aliments achetés à l'extérieur dans les 2 régions, principalement pour les groupes en milieu de lactation. Cela engendre une réduction des coûts d'aliment, de l'azote importé et des GES qui leur sont liés. En contrepartie, il y a une réduction des ventes des cultures produites. Les changements au niveau choix des cultures sont minimes, les légers changements étant généralement une plus grande utilisation des fourrages.

En Montérégie, dans le scénario AA rev, la légère diminution du maïs grain et du soya produit, est compensée par une plus grande superficie en fourrages, diminuant l'azote minéral acheté et augmentant légèrement l'azote atmosphérique fixé. Le scénario AA 2001 amène une diminution des revenus, causée par l'achat d'AA protégés de la dégradation ruminale, afin de combler précisément les besoins minimaux en Lys et Met, qui sont recommandés et apportés selon une proportion de la protéine métabolisable. Ces achats sont nécessaires, car avec des aliments standards, qui apportent tous les AA simultanément, équilibrer pour ces 2 AA simultanément est très difficile, surtout sous les contraintes inflexibles supplémentaires de l'optimisation. On observe une tendance à l'excès de protéine métabolisable, réduisant l'efficacité de l'azote alimentaire. Il est important de noter que pour le groupe de vaches en début lactation, et cela pour les deux régions et les trois scénarios, l'énergie est le premier nutriment limitant, réduisant la capacité de gain d'efficacité d'utilisation azotée pour ce groupe.

En ce qui concerne l'aspect de l'efficacité azotée alimentaire, le mode de formulation n'apporte aucun changement pour le groupe en début lactation, avec 28,4 % d'efficacité en moyenne pour les deux régions. Pour le groupe en milieu-fin de lactation, les résultats obtenus avec la formulation AA 2001 ne sont pas différents de MP 2001 pour les 2 régions, avec 23,4 % au Bas-Saint-Laurent, et 25,7 % en Montérégie. Cependant, avec la formulation AA rev, l'efficacité augmente de 9 %, pour atteindre 25,6 et 27,6 % pour le Bas-Saint-Laurent et la Montérégie, respectivement.

Tableau 2: résultats économiques et environnementaux des 2 régions selon le mode de formulation

	Bas-Saint-Laurent			Montérégie		
	MP 2001 ¹	AA 2001 ¹	AA rev ¹	MP 2001	AA 2001	AA rev
Revenus nets, \$/ kg LCGP²	0,110	0,099	0,120	0,226	0,213	0,227
Aliments achetés, \$/kg LCGP	0,099	0,108	0,085	0,180	0,191	0,155
Aliments produits, \$/kg LCGP	0,126	0,125	0,126	0,103	0,104	0,104
Fertilisants et fumier, \$/kg LCGP	0,018	0,020	0,018	0,016	0,015	0,015
Coûts fixes, \$/kg LCGP	0,478	0,478	0,478	0,436	0,436	0,436
Revenus de cultures, \$/kg LCGP	0,030	0,028	0,026	0,129	0,126	0,105
Revenus lait/animaux, \$/kg LCGP	0,803	0,803	0,803	0,832	0,832	0,832
Bilan azotée, g/kg LCGP²	11,98	12,14	11,16	12,82	13,07	12,33
N aliments achetés, g/kg LCGP	8,83	8,72	7,51	18,41	18,64	16,34
N exporté aliments vendus, g/kg LCGP	3,40	3,30	3,02	9,47	9,12	7,91
N fertilisants achetés, g/kg LCGP	2,10	2,68	2,12	3,37	2,85	3,12
Dépôts atmosphériques N, g/kg LCGP	10,33	9,92	10,42	6,40	6,60	6,68
Gaz à effet de serre (GES), eCO₂³/kg LCGP	1,59	1,62	1,58	1,69	1,67	1,62
N ₂ O des fumiers, eCO ₂ /kg LCGP	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,22
CO ₂ aliments importés, eCO ₂ /kg LCGP	0,09	0,10	0,08	0,23	0,22	0,17
CO ₂ intrants de cultures, eCO ₂ /kg LCGP	0,10	0,12	0,10	0,13	0,11	0,12

¹MP 2001 : formulation Protéine métabolisable NRC 2001, AA 2001 : formulation NRC 2001 protéines métabolisables + acides aminés; AA rev : formulation révisée

²LCGP= lait corrigé pour le gras et la protéine, (International Dairy Federation, 2015)

³eCO₂ : équivalent CO₂

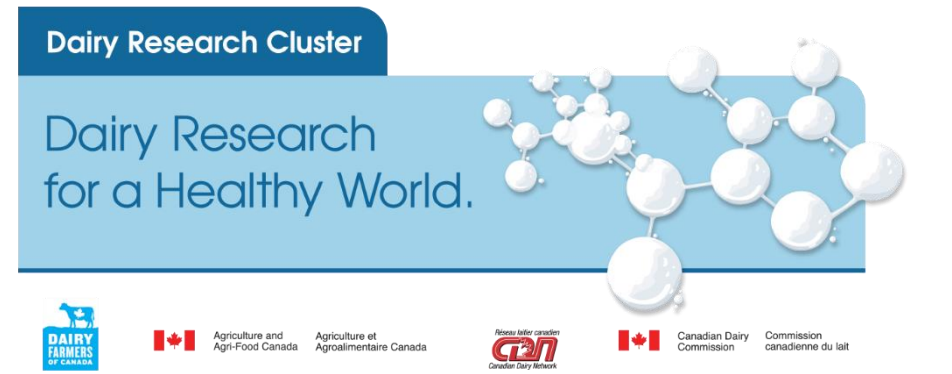
Conclusions

Avec l'amélioration des connaissances sur la nutrition et l'alimentation des vaches laitières, il serait possible de faire une alimentation protéique de plus grande précision, permettant de réduire les impacts environnementaux, sans nuire aux performances économiques ou zootechniques, ou même en améliorant ces dernières. Certaines contraintes peuvent cependant diminuer la capacité de gain, comme des hautes productions, où l'énergie devient limitante.

Références

- CRAAQ. 2010. Guide de référence en fertilisation. 2e éd. L.-E. Parent et G. Gagné, éd. CRAAQ, Québec.
- FADQ (Financière agricole de Québec). 2016. Rendement de références en assurance récolte. Consulté le 20 juin 2009. <https://www.fadq.qc.ca/statistiques/assurance-recolte/rendements-de-reference/>.
- International Dairy Federation. 2015. A common Carbon footprint approach for the dairy sector: the IDF guide to standard life cycle assessment methodology. Bull. Int. Dairy Fed. 63. doi:10.1016/S0958-6946(97)88755-9.
- Lapierre, H., D.R. Ouellet, R. Martineau, et J.W. Spek. 2016. Key roles of amino acids in cow performance and metabolism - considerations for defining amino acid requirements. Page ?? in Cornell Nutrition Conference, Ithaca.
- National Academies of Sciences Engineering and Medicine. 2016. Nutrient Requirements of Beef Cattle: Eighth Revised Edition. The National Academies Press, Washington, DC.
- National research council. 2001. Nutrient requirements of Dairy Cattle. 7th éd. National Academies Press, Washington DC.
- Sok, M., D.R. Ouellet, J.L. Firkins, D. Pellerin, et H. Lapierre. 2017. Amino acid composition of rumen bacteria and protozoa in cattle. J. Dairy Sci. 100:5241-5249. doi:10.3168/jds.2016-12447.
- White, R.R., Y. Roman-Garcia, et J.L. Firkins. 2016. Meta-analysis of post-ruminal microbial nitrogen flows in dairy cattle. II. Approaches to and implications of more mechanistic prediction. J. Dairy Sci. 99:7932-7944. doi:10.3168/jds.2015-10662.

Impacts économiques et environnementaux de l'implantation de nouveautés dans la formulation en protéines et acides aminés des vaches sur des fermes laitières québécoises



Simon Binggeli¹, Hélène Lapierre², Edith Charbonneau¹, Daniel Ouellet², et Doris Pellerin¹

¹Université Laval, Québec, Qc, Canada, G1V 0A6; ²Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke, Qc, Canada, J1M 0C8

Contexte

- Alimentation → 70% coûts variables
- Protéine → fraction majeure du coût d'alimentation
- Azote → source de pollution majeure (GES, pollution des cours d'eau, particules aérosols)
- Recherche a permis avec des avancées majeures et des changements de perspectives en nutrition protéique des vaches
- Meilleure utilisation des ressources disponibles est recherchée pour l'ensembles des productions animales

Tout cela ensemble peut occasionner des changements de gestion

Objectif:

Évaluer les impacts économiques et environnementaux de nouvelles recommandations en protéine et acides aminés pour les vaches laitières sur des fermes québécoises comparativement au NRC 2001

Approche de recherche

N-CyCLEs, un modèle global de ferme, optimisant le bénéfice tout en équilibrant les rations selon le NRC 2001 base protéine métabolisable (MP 2001) et une fertilisation selon le CRAAQ 2010, a été adapté pour inclure 3 comparaisons:

- Recommandations AA du NRC 2001 (AA 2001):** Lysine (Lys) et Méthionine (Met) 6.95% et 2.38% de la PM

- Recommandations révisées AA (AA Rev):**

Besoins:

- Entretien et lactation selon Lapierre et al. (2016)
- Besoins croissance et gestation selon NRC *beef cattle* (2016)
- Efficacité d'utilisation des AA selon le ratio AA:NE_L, comme suggéré par Lapierre et al. (2016).

Apports:

- Protéine microbienne des vaches selon White et al. (2016)
- des génisses selon NRC (2016)
- Composition AA microbien selon Sok et al. (2017)
- Composition AA des aliments corrigée pour l'hydrolyse 24 h selon Lapierre et al. (2016).

Comparaisons effectuées pour 2 régions avec des moyennes zootechniques et économiques de 2010-2014: Bas-Saint-Laurent et Montérégie. Formulation selon 5 groupes (1 vaches début lactation (G1), 1 vaches mi-fin lactation (G2), 1 taries et 2 génisses)

Résultats et applications

Résumé descriptif des fermes

	Bas Saint-Laurent	Montérégie
Vaches adultes, têtes	63	71
Poids mature, kg	656	656
Lait/vache/an, kg	8608	9102
Taux de gras, %	4,13	4,13
Taux protéique, %	3,35	3,39
Surfaces en culture, ha	135	95
Prix du lait, \$/hl	75,22	75,67

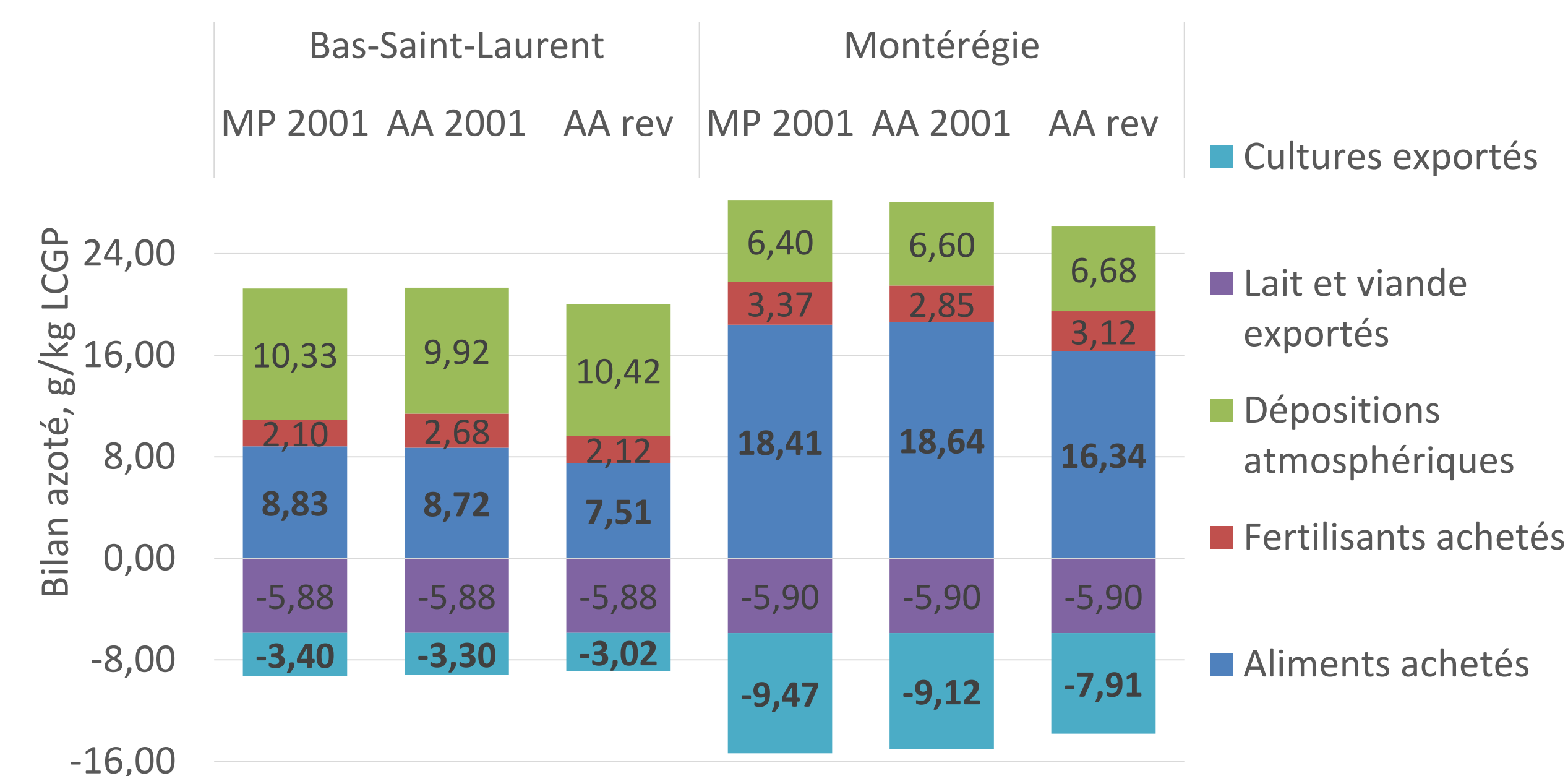
Revenus nets, bilan azoté et GES selon la région et le modèle de formulation

item	Bas-Saint-Laurent			Montérégie		
	MP 2001 ³	AA 2001	AA rev	MP 2001	AA 2001	AA rev
Revenus Net, \$/kg LCGP ¹	0,11	0,10	0,12	0,23	0,21	0,23
Revenus de culture, \$/kg LCGP	0,03	0,03	0,03	0,13	0,13	0,10
Aliments achetés, \$/kg LCGP	0,10	0,11	0,09	0,18	0,19	0,16
Bilan N, g/kg LCGP	11,98	12,14	11,16	12,82	13,07	12,32
N aliments vendus, \$/kg LCGP	3,40	3,30	3,02	9,47	9,12	7,79
GES, kg eCO ₂ ² /kg LCGP	1,41	1,41	1,40	1,33	1,34	1,33
Efficacité d'utilisation de l'azote, %	25,36	25,54	26,76	26,89	26,02	27,96

¹: LCGP= lait corrigée gras protéine ; ²: équivalent CO₂;

³: MP 2001: formulation PM NRC 2001; AA 2001 :NRC 2001 formulation AA; AA_rev: formulation AA adaptée Lapierre (2016),

Répartition du bilan azoté selon la région et le mode de formulation



Réduction du bilan azoté avec la formulation révisée: moins d'aliments achetés, partiellement compensé par moins de cultures vendues

Autres résultats importants:

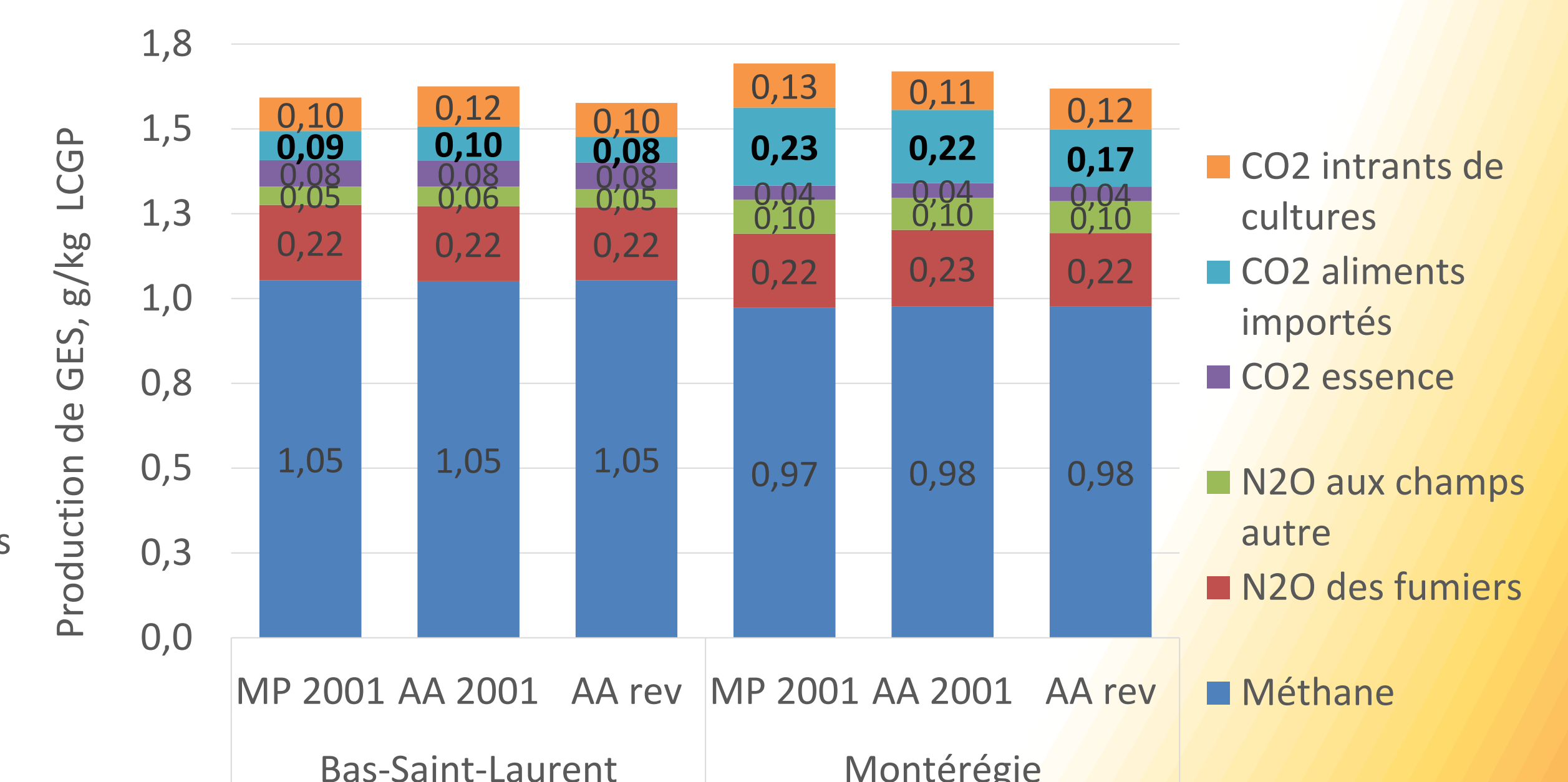
Énergie: premier nutriment limitant chez les vaches du groupe G1

Les plus grands changements associés au groupe mi-fin lactation G2

L'histidine parfois le 1^{er} acide aminé limitant, surtout si la protéine microbienne est favorisée

Changements dans les rations et les choix de cultures mineurs, mais impacts significatifs; plus grande autonomie des fermes

Répartition des GES selon la région et le mode de formulation



Réduction GES avec la formulation révisée: moins d'aliments achetés

Retombées pour le secteur

- ✓ Alimentation protéique plus précise réduit les impacts environnementaux sans conséquences économiques importantes
- ✓ Formulation pour AA permet une réduction de PM et pourrait aider à réduire les excréments, avec une meilleure efficacité
- ✓ Plus de recherche nécessaire pour comprendre l'efficacité

Partenaires financiers

Le soutien financier d'Agriculture et Agroalimentaire Canada et des producteurs de lait du Canada est apprécié