



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Fourrages pour vaches en période de transition

Gaëtan Tremblay
Gilles Bélanger
Sophie Pelletier
Edith Charbonneau
Masahito Oba
Doris Pellerin
et Guy Allard

Canada 

No. Cat. A52-107/2008F-PDF
ISBN 978-0-662-04247-1
AAC No. 10657F
Agriculture et Agroalimentaire Canada

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2008

Also available in English entitled:
" Forage for Cows in the Transition Period ".



SCPS (G. Lessard)



Fourrages pour vaches en période de transition

Gaëtan Tremblay¹, Ph. D.

Valeur nutritive des aliments pour ruminants

Gilles Bélanger¹, D. Sc.

Écophysiologie et agronomie

Sophie Pelletier¹, Ph. D.

Plantes fourragères

Stagiaire postdoctorale

Edith Charbonneau², M. Sc.

Production laitière

Étudiante au doctorat et professeure suppléante

Masahito Oba⁴, Ph. D.

Nutrition des bovins laitiers

Professeur adjoint

Doris Pellerin², Ph.D.

Production laitière et bovine

Directeur du département des sciences animales

Guy Allard³, Ph.D.

Physiologie des plantes fourragères

Vice-doyen aux études

- 1- Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures
Agriculture et Agroalimentaire Canada
2560, boul. Hochelaga
Québec (Québec) CANADA G1V 2J3
- 2- Département des sciences animales
- 3- Département de phytologie
Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation
Université Laval
Québec (Québec) CANADA G1K 7P4
- 4- *Faculty of Agricultural, Life & Environmental Sciences
Department of Agricultural, Food & Nutritional Science
University of Alberta
Edmonton (Alberta) CANADA T6G 2P5*



Collaboration et financement

Les travaux rapportés ici ont aussi été réalisés en collaboration avec Hélène Brassard, Yvan Chouinard, Raynald Drapeau, Daniel Lefebvre, Alain Fournier, Réal Michaud et Philippe Seguin.

Ces recherches ont été financées en partie dans le cadre de l'action concertée du Fonds québécois sur la nature et les technologies (FQRNT), de Novalait inc., du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) en collaboration avec Agriculture et Agroalimentaire Canada.



Table des matières



La fièvre de lait, c'est quoi?	1
Une solution : fourrage à faible DACA!	1
Quel champ choisir?	2
Quelle espèce choisir?	2
Quel cultivar?	3
Quelle fertilisation?	4
Quelle coupe?	5
Quel stade?	5
Qu'en pensent les vaches?	6
Produire un fourrage à faible DACA.	7
Recherches canadiennes récentes.	8

Conserver les vieux champs de foin pour donner aux vaches taries, c'était bon mais... il faut faire plus si on veut enrayer les problèmes de fièvre de lait. On parle maintenant d'ajouter des sels anioniques dans la ration des vaches en période de transition, soit trois semaines avant le vêlage. Et si on produisait plutôt du foin adapté aux besoins des vaches en période de transition?

La fièvre de lait, c'est quoi?

Rappelons d'abord ce qu'est la fièvre de lait. Aussi appelée fièvre vitulaire, ce désordre métabolique est caractérisé par une paralysie qui se produit surtout chez la vache multipare haute productrice quelques heures après le vêlage, soit lorsque la demande en calcium (Ca) quadruple dû à la lactation qui s'amorce. Cette demande en Ca est si élevée et si soudaine que la vache mal préparée ne peut y répondre. Le niveau de Ca dans le sang devient trop bas et lorsqu'il y a hypocalcémie clinique, il faut injecter des doses importantes de Ca pour rétablir la vache. Lorsqu'on doit intervenir de cette façon, les dommages sont malheureusement faits : la prise alimentaire et la production laitière sont diminuées, et le développement de problèmes métaboliques secondaires est favorisé. Au Québec, la perte économique associée à la fièvre de lait est estimée à environ 9 000 000 \$/an. Pour éviter ces problèmes, il faut préparer la vache avant le vêlage. ■

Une solution : fourrage à faible DACA!

Préparer la vache au vêlage, c'est lui permettre de pouvoir mobiliser le Ca de ses os, et de favoriser l'absorption du Ca au niveau de l'intestin de même que sa réabsorption au niveau des reins en début de lactation lorsque la demande en Ca est très importante. Cette préparation peut se faire en diminuant la teneur en cations, surtout le potassium (K^+) et le sodium (Na^+), et/ou en augmentant la teneur en anions, surtout le chlore (Cl^-) et le soufre (S^{2-}), de la ration des vaches en période de transition. On calcule alors la différence alimentaire cations anions (DACA) comme ceci : $DACA = (Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^{2-})$.

On recherche une ration avec une DACA légèrement négative (-20 à 0 milliéquivalent par kg de matière sèche, mÉq/kg MS). La faible DACA de la ration provoque une légère acidose métabolique compensatoire chez l'animal, ce qui augmente la sensibilité des tissus à l'hormone qui contrôle le niveau de Ca sanguin. Pour réduire la DACA d'une ration, on peut y ajouter des sels anioniques. Ces derniers réduisent par contre la sapidité de la ration et si la DACA de la ration de base est supérieure à 250 mÉq/kg MS, il est difficile d'ajouter assez de sels anioniques pour abaisser la DACA au niveau recommandé sans diminuer la prise alimentaire



de l'animal. Les fourrages, qui représentent le principal aliment servi aux vaches en période de transition, devraient donc avoir une DACA inférieure à 250 mÉq/kg MS mais préférablement aussi prêt que possible de zéro, afin de réduire au minimum la quantité de sels anioniques à ajouter. Les résultats des analyses en chimie humide plutôt que la prédiction par spectroscopie infrarouge des concentrations minérales devraient être utilisés pour calculer la DACA des fourrages. Des fourrages à faible DACA peuvent remplacer les sels anioniques dans la ration et améliorer le métabolisme du Ca chez les vaches en période de transition, et ce, sans affecter la prise alimentaire. Voici en quelques points la façon de produire des fourrages adaptés aux besoins spécifiques de la vache en période de transition.

Quel champ choisir?

Tel que rapporté dans l'équation précédente, la DACA comporte quatre éléments. Les deux éléments qui ont toutefois le plus d'influence sont le K^+ , un cation qui fait augmenter la DACA, et le Cl^- , un anion qui la fait diminuer. La teneur en K^+ des plantes fourragères étant 6 à 8 fois plus élevée que la teneur en Cl^- , les variations de la teneur en K^+ auront un impact important sur la DACA. La première étape pour réduire la DACA des fourrages est donc de les produire sur des sols faibles en K, soit ayant entre 50 et 150 kg K/ha.

En effet, comme la DACA d'un fourrage est liée de près à sa teneur en K, qui est en partie reliée à la teneur en K disponible du sol, les fourrages produits sur des sols à faible teneur en K ont généralement une faible DACA. Les résultats de nos expériences confirment que la fléole produite sur des sols faibles en K possède une faible DACA.

Quelle espèce choisir?

La DACA varie entre les espèces. En 2002 et 2003, plusieurs espèces de graminées cultivées au Québec ont été étudiées à trois sites (Montréal, Québec et Lac-Saint-Jean). Parmi les graminées étudiées, la fléole des prés (le mil) avait la plus faible DACA (figure 1). En effet, la DACA d'un foin de fléole est pratiquement la moitié de celle d'un foin de dactyle (384 et 332 mÉq/kg MS pour la fléole de 1^{ère} et 2^e coupe,



AAC-Gaëtan Tremblay

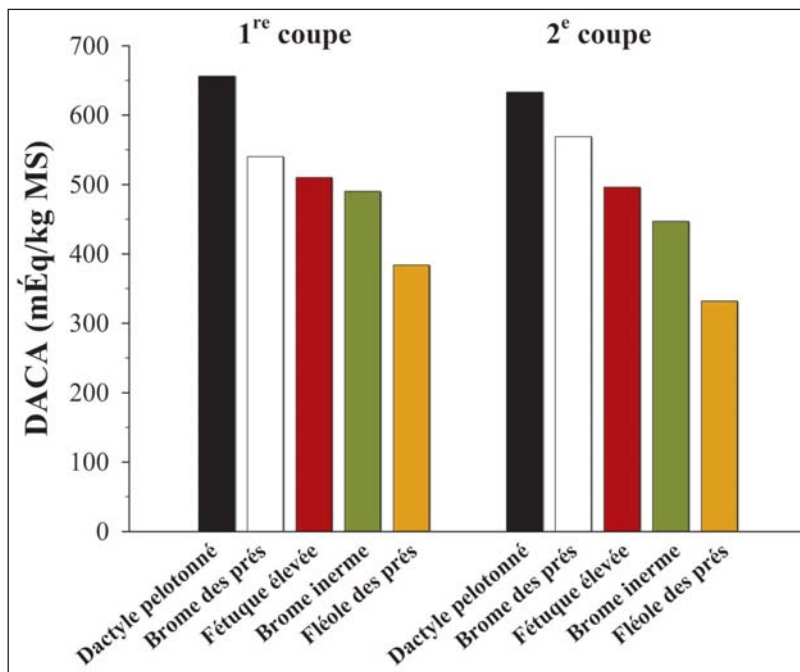


Figure 1. Différence alimentaire cations anions (DACA) de cinq graminées fourragères récoltées en première et deuxième coupe à trois sites québécois pendant deux ans.

Dans une autre étude où nous comparions les espèces, la DACA au stade floraison variait entre 70 et 320 chez les graminées, entre 210 et 720 chez les légumineuses, et entre 720 et 990 mEq/kg MS chez certaines mauvaises herbes dicotylédones. La valeur moyenne de DACA pour les cinq légumineuses étudiées était de 500 mEq/kg MS, soit 2,5 fois plus que la valeur moyenne de 200 mEq/kg MS des neuf graminées étudiées.

comparé à 656 et 633 mEq/kg MS pour du dactyle de 1^{ère} et 2^e coupe, respectivement).

Pour du fourrage adapté aux besoins de la vache en période de transition, la fléole est à donc privilégier!

La fléole a des teneurs en K⁺ (2,4 et 2,3 % MS en 1^{ère} et 2^e coupe) beaucoup plus faibles que le dactyle (3,8 et 3,6 % MS en 1^{ère} et 2^e coupe), c'est ce qui explique en bonne partie la différence importante entre la DACA de ces deux espèces. Les autres espèces fourragères cultivées au Québec (brome des prés, brome inerme et fétuque élevée) ont des concentrations en K⁺ et des DACA intermédiaires entre celles de la fléole et du dactyle.

On comprend mieux maintenant pourquoi les vieux champs sont bons pour produire du foin pour vaches en période de transition. Au Québec, les vieux champs sont souvent remplis de fléole, soit parce que la légumineuse a disparu, ou parce que la fléole a pris la place même si elle avait été semée en mélange avec plusieurs autres espèces. La fléole est très rustique et en autant qu'elle reçoive un peu d'azote (fumier ou engrais) à chaque année, elle survit bien.

Quel cultivar?

Lors de l'évaluation des diverses espèces, nous avons trois cultivars de dactyle, deux cultivars de bromes des prés, de fétuque et





AAC-Gaëtan Tremblay

de brome inerme, ainsi que quatre cultivars de fléole (deux cultivars hâtifs, un intermédiaire et un tardif). Aucune différence significative n'a été observée entre les cultivars. Le choix du cultivar n'a donc pas d'importance pour la DACA.

Quelle fertilisation?

La fléole de deuxième coupe a une DACA d'environ 350 mEq/kg MS, ce qui est encore bien au-dessus de la valeur cible. Il faut donc faire plus. Nos résultats de recherche confirment qu'une fertilisation en Cl entraîne une augmentation de la teneur en Cl de la fléole et ainsi une diminution de la DACA pouvant aller jusqu'à 266 mEq/kg MS. Nous avons fertilisé les mêmes parcelles pendant deux années consécutives à des taux annuels d'applica-

tion qui variaient entre 0 et 240 kg Cl/ha, soit 60% au printemps et 40% après la première coupe, et nous n'avons pas observé d'effet négatif important de cette fertilisation sur les rendements et la valeur nutritive de la fléole. La dose économiquement optimale de Cl à appliquer au printemps varie entre 78 et 123 kg Cl/ha en fonction du contenu en K et en Cl du sol sur lequel la fléole est cultivée, de même que du rendement escompté. Des applications de 100 kg Cl/ha (160 kg CaCl_2 /ha) au printemps et/ou de 65 kg Cl/ha (100 kg CaCl_2 /ha) après la première coupe sont recommandées pour produire de la fléole à faible DACA. De plus, que ce soit sous forme de CaCl_2 ou de NH_4Cl , l'application de Cl a le même effet sur la DACA de la fléole.

Le coût supplémentaire pour produire un foin à faible DACA est donc surtout fonction du prix du fertilisant chloré. En 2005, en simulant un prix de 750\$/tonne de CaCl_2 , nous avons estimé qu'un producteur devait déboursier environ 27\$ de plus par tonne de MS pour produire un fourrage à faible DACA plutôt que du fourrage conventionnel. Pour un troupeau de 50 vaches en production, le producteur devra réserver environ 2,5 ha d'un champ dont le sol est pauvre en K pour produire les quelques 13 tonnes de MS de fourrage à faible DACA nécessaires pour nourrir ses vaches en période de transition.

Si le producteur décide d'acheter un foin à faible DACA, le prix supplémentaire à payer dépend du prix des sels anioniques qu'on cherche à remplacer; si le prix du BioChlor® est de 0,75\$/kg, par exemple, il serait raisonnable de payer jusqu'à 59\$ de plus par tonne de MS pour du fourrage à faible DACA par rapport à du fourrage conventionnel.

La fertilisation azotée a peu d'effet sur la DACA de la fléole lorsqu'elle est cultivée sur un sol pauvre en K et qu'elle est récoltée au stade épiaison. Elle peut par contre causer une augmentation de la DACA lorsque la fléole est cultivée sur un sol riche en K et récoltée plus jeune. Cultiver la fléole sur un sol moyen à pauvre en K, avec une fertilisation en N adéquate pour assurer un bon rendement, et la récolter entre le stade début et fin épiaison représente une option intéressante pour produire un fourrage ayant une DACA < 250 mÉq/kg MS.

Parce que la fertilisation azotée est importante pour assurer un bon rendement et que les lisiers ou les fumiers sont généralement riches en K, il faut favoriser l'utilisation des engrais minéraux (34-0-0 ou 27,5-0-0). Le lisier de porc traité avec un coagulant à base de CaCl_2 peut par contre représenter une option intéressante puisqu'il est relativement riche en Cl.

Quelle coupe?

Comparativement à l'effet de l'espèce, l'effet de la coupe sur la valeur de DACA du fourrage est beaucoup moins important. Chez la fléole, par exemple, la valeur moyenne de la DACA du fourrage de deuxième coupe était inférieure de 52 à 85 mÉq/kg MS à celle observée en première coupe. La deuxième coupe serait un peu plus avantageuse pour produire du fourrage pour vaches en période de transition mais lorsqu'on considère le plus faible rendement généralement observé à la coupe d'été, la première coupe de fléole demeure un choix très intéressant.

Quel stade?

La DACA de la fléole des prés diminue avec le stade de développement, passant de 326 au stade gonflement à 196 mÉq/kg MS



U. Laval-Guy Allard



au stade début floraison. Un délai d'une semaine dans la récolte de la fléole après le stade fin épiaison cause une diminution de 17% dans la valeur de DACA, mais il cause aussi une augmentation de 5% dans la concentration en fibres NDF, une diminution de 7% de la digestibilité de la MS, de même qu'une diminution de 10% de la digestibilité des fibres NDF. ■

Qu'en pensent les vaches?

Qu'arrive-t-il lorsque nous alimentons des vaches laitières avec du foin à faible DACA? Dans une première expérience réalisée avec six vaches taries et non gestantes, nous avons simulé une hypocalcémie en leur perfusant un agent qui chélate le Ca. Cet agent chélateur était perfusé jusqu'à ce que la concentration sanguine en Ca^{+2} baisse de moitié. Après l'arrêt de cette perfusion, les vaches ont pris deux fois moins de temps à rétablir leur concentration sanguine en Ca^{+2} lorsqu'elles étaient nourries d'un foin de fléole à faible DACA plutôt que de fléole à DACA élevée, ce qui démontre bien l'efficacité du foin de fléole à

faible DACA pour diminuer les risques de fièvre vitulaire. Une deuxième expérience a montré que de l'ensilage de fléole à faible DACA peut aussi être utilisé en période de transition.

Lors d'une troisième expérience réalisée avec 41 vaches laitières gestantes et taries, nous avons montré qu'un foin de fléole des prés à faible DACA, servi en période de transition, cause une diminution du pH urinaire (figure 2) et de la concentration sanguine en bicarbonate; deux symptômes d'une légère acidose métabolique compensatoire. Cette dernière acidose était associée à une augmentation de la concentration sanguine en Ca^{+} au vêlage; la prise alimentaire des vaches nourries de fléole à faible DACA n'était pas affectée et elles avaient une meilleure capacité d'autorégulation de la calcémie au vêlage. ■

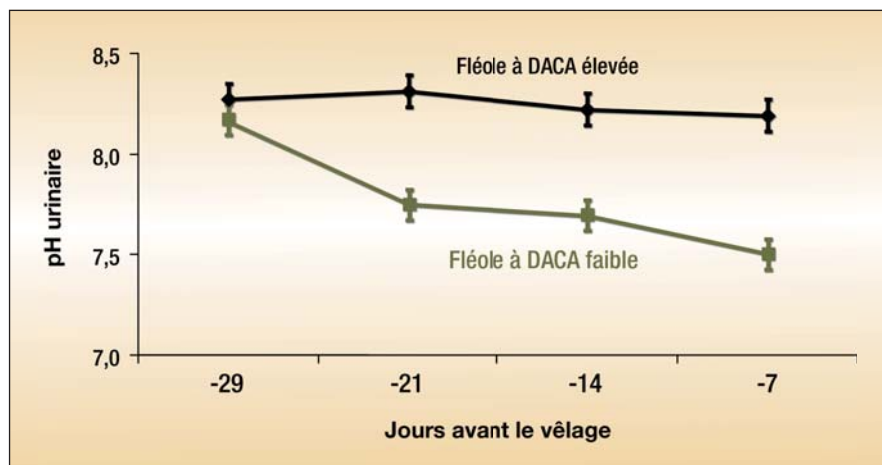


Figure 2. Évolution du pH urinaire en période de transition chez 41 vaches laitières nourries d'une ration à base d'un foin de fléole des prés à DACA élevée (217 mEq/kg MS) ou faible (14 mEq/kg MS).

Produire un fourrage à faible DACA

Que faire avec ce que nous connaissons aujourd'hui? D'abord il semble clair que pour produire un foin pour vaches en période de transition, la fléole des prés devrait être privilégiée, et ce, peu importe le cultivar. Le choix d'un champ où la teneur en K disponible du sol est faible (50 – 150 kg K/ha) demeure le premier élément de réussite pour cultiver de la fléole à faible DACA. La fertilisation chlorée peut aussi être envisagée; une application printanière de 100 kg Cl/ha représente un taux économiquement optimal. Si on veut produire de la fléole à faible DACA en deuxième coupe, une applica-

tion de 65 kg Cl/ha après la première coupe devrait être effectuée. Des recherches sont présentement en cours pour évaluer l'effet de la fertilisation en Cl sur la DACA de d'autres espèces fourragères. Bien que le foin de deuxième coupe ait une DACA légèrement plus faible que celui de première coupe, les foins de fléole de première et deuxième coupes feront tout aussi bien l'affaire. Produire un foin à faible DACA sur votre ferme pour le servir aux vaches pendant deux à trois semaines avant le vêlage peut s'avérer rentable. Cette pratique peut remplacer l'utilisation de sels anioniques et améliorer la capacité de l'animal à maintenir un niveau normal de Ca sanguin, et ce, sans effet négatif sur la prise alimentaire. ■



AAC-Johanne Tremblay



Recherches canadiennes récentes



1. Allard, G., D. Pellerin, G. Bélanger, R. Michaud, G. Tremblay, R. Drapeau, A. Brégar, E. Charbonneau, Y. Chouinard, S. Pelletier, H. Brassard, A. Fournier, D. Lefebvre et P. Seguin. 2005. Foin pour vaches taries, une solution québécoise! Symposium sur les bovins laitiers, 25 octobre, p. 25-47.
<http://www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers/documents/Conferences%20des%20symposiums%202007.pdf>
2. Charbonneau, E., P. Y. Chouinard, G. F. Tremblay, G. Allard et D. Pellerin. 2008. Hay to reduce dietary cation-anion difference for dry dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91: 1585-1596.
3. Charbonneau, E., P. Y. Chouinard, G. F. Tremblay, G. Allard et D. Pellerin. 2008. Timothy silage with low Dietary Cation-Anion Difference fed to dry cows during transition period. *J. Dairy Sci.* (soumis pour publication).
4. Charbonneau, E., D. Pellerin et G. R. Oetzel. 2006. Impact of lowering dietary cation-anion difference in nonlactating dairy cows: A Meta-Analysis. *J. Dairy Sci.* 89: 537-548.
5. Heron, V. S., G. F. Tremblay et M. Oba. 2008. Timothy hays differing in dietary cation-anion difference affect the capability of dairy cows to maintain their calcium homeostasis. *J. Dairy Sci.* (soumis pour publication JDS-08-1357).
6. Pelletier, S., G. Bélanger, G. F. Tremblay, A. Brégar et G. Allard. 2006. Dietary cation-anion difference of timothy as affected by development stage and nitrogen and phosphorus fertilization. *Agron. J.* 98: 774-780.
7. Pelletier, S., G. Bélanger, G. F. Tremblay, M. H. Chantigny et G. Allard. 2008. Dietary cation-anion difference and tetany index of timothy forage fertilized with liquid swine manure. *Agron. J.* 100: 213-220.
8. Pelletier, S., G. Bélanger, G. F. Tremblay, P. Seguin, R. Drapeau et G. Allard. 2007. Dietary cation-anion difference of timothy (*Phleum pratense* L.) as influenced by chloride and nitrogen fertilizer. *Grass Forage Sci.* 62: 66-77.
9. Pelletier, S., G. Bélanger, G. F. Tremblay, P. Virkajärvi et G. Allard. 2008. Timothy mineral concentration and derived indices related to cattle metabolic disorders. *Can. J. Plant Sci.* 88: (sous presse).
10. Pelletier, S., R. J. Simpson, P. Randall, G. Bélanger, G. F. Tremblay, P. Seguin, R. Drapeau et G. Allard. 2007. Dietary cation-anion difference and cadmium concentration in grasses fertilized with chloride. *Grass Forage Sci.* 62: 416-428.
11. Pelletier, S., R. J. Simpson, R. A. Culvenor, G. Bélanger, G. F. Tremblay, G. Allard, J. Braschkat et P. J. Randall. 2008. Dietary cation-anion differences in some pasture species, changes during the season and effects of soil acidity and lime amendment. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 48: 1143-1153.
12. Pelletier, S., G. F. Tremblay, G. Bélanger, M. H. Chantigny, P. Seguin, R. Drapeau et G. Allard. 2008. Nutritive value of timothy fertilized with Cl or Cl-containing liquid swine manure. *J. Dairy Sci.* 91: 713-721.
13. Pelletier, S., G. F. Tremblay, G. Bélanger, P. Seguin, R. Drapeau et G. Allard. 2008. Delayed harvest affects mineral and NDF concentrations, and digestibility of timothy. *Can. J. Anim. Sci.* 88: 325-329.
14. Penner, G. B., G. F. Tremblay, T. Dow et M. Oba. 2008. Timothy hay with a low dietary cation-anion difference improves calcium homeostasis in periparturient Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 91: 1959-1968.
15. Tremblay, G. F., H. Brassard, G. Bélanger, P. Seguin, R. Drapeau, A. Brégar, R. Michaud et G. Allard. 2006. Dietary cation anion difference (DCAD) of five cool-season grasses. *Agron. J.* 98: 339-348.

