

## COMMENT FAIRE LE BON CHOIX D'ADDITIFS ?

Par : Alain Fournier, agronome et conseiller en productions laitière et bovine,  
Région Centre-du-Québec, MAPAQ

et Louise Morneau, agronome et conseillère en nutrition  
Compagnie Jefo

### INTRODUCTION

De nombreux additifs existent mais sans classification officielle. On peut les définir comme des ingrédients ou des groupes d'ingrédients qui induisent une réponse spécifique positive au niveau du rumen ou du métabolisme de la vache laitière. Il est donc important de connaître leurs modes de fonctionnement afin d'en tirer les bénéfices s'y rattachant et ainsi faire un choix éclairé. Pour une utilisation raisonnée des additifs, il est important de connaître les produits sur le marché, leurs fonctions de même que le rapport coût/bénéfice et la stratégie d'utilisation.

Pour évaluer la pertinence de l'utilisation d'un additif, la technique des « Quatre R », initialement proposée par le chercheur Mike Hutjens de l'Université d'Illinois, s'avère pratique :

#### Réponse

Quel sont les paramètres affectés par l'usage d'un additif (augmentation du taux de protéines ou du taux de matière grasse du lait, prévention de la fièvre du lait, etc.) ? Quelle est l'ampleur de la réponse observée (1 kg de lait de plus/vache/jour, baisse de 50 % des cas de fièvre du lait dans le troupeau, etc.) ?

#### Retour

Quel est le bénéfice envisagé avec l'usage d'un tel produit ? Un additif devrait permettre de récupérer au moins 2 \$ de profit par dollar investi (rapport coût/bénéfice de 1/2).

## Recherche

Existe-t-il des publications scientifiques indépendantes confirmant les avantages du produit ? Ces recherches sont-elles représentatives des conditions de production laitière du Québec ? Des essais ont-ils été effectués sur des fermes laitières au Québec ?

## Résultats

L'additif offre-t-il une réponse suffisamment importante pour être observée directement sur l'entreprise (hausse des protéines du lait au niveau du contrôle laitier, baisse importante du nombre de cas d'acétonémie, etc.) ?

## LA RÉGIE AVANT TOUT

Le stress du vêlage associé à une production toujours plus élevée n'est pas toujours facile à concilier avec le maintien d'une bonne santé chez la vache laitière. La période de transition, qui correspond à la phase de préparation au vêlage d'une durée d'environ trois semaines et des trois premières semaines de lactation après le vêlage, est une période de grands changements hormonaux et métaboliques. Ces changements sont orchestrés en vue d'un vêlage prochain et de l'initiation de la prochaine lactation. Les additifs ne corrigent pas une régie déficiente entourant le vêlage.

Une stratégie de préparation au vêlage permettant d'accroître graduellement l'efficacité ruminale et d'éviter les troubles métaboliques est un objectif à atteindre. La ration préparatoire au vêlage débute généralement trois semaines (21 jours) avant la date prévue du vêlage afin d'assurer un minimum de deux semaines de préparation. Cette phase permet d'adapter la population microbienne du rumen à la ration offerte après le vêlage.

Les concentrés de la ration de préparation stimulent la prise alimentaire et le développement des papilles du rumen. L'ajustement des nutriments (énergie, protéines, minéraux et vitamines) de la ration doit permettre de combler les besoins croissants de la vache tarie et de son fœtus en fin de croissance. Il faut tenir compte de la baisse de consommation qui survient environ une semaine avant le vêlage. Une condition de chair excessive au tarissement ( $> 3,75$ ) est à éviter. On devrait prévenir une telle situation plutôt que d'essayer d'amaigrir la vache pendant le tarissement, avec toutes les conséquences néfastes que cela peut entraîner sur sa santé.

Le vêlage doit avoir lieu dans un local propre et confortable (stalle de vêlage) qui élimine tout stress autre que celui associé au vêlage à l'animal. La régie d'alimentation et l'environnement de l'animal après le vêlage doivent permettre à l'animal d'atteindre le plus rapidement possible son pic de consommation et de se reproduire dans un délai raisonnable (100 à 120jours du vêlage).

En association avec une excellente régie dans la période de transition, les additifs alimentaires facilitent l'atteinte des objectifs pour lesquels ils ont été conçus et optimisent la performance de l'animal. Les additifs sont présentés ici par ordre alphabétique.

## **ACIDES AMINÉS PROTÉGÉS**

Les acides aminés servent à élaborer les protéines produites (protéines du lait) ou utilisées (enzymes) par la vache laitière. La méthionine et la lysine sont deux représentants de ce groupe et ont fait l'objet de plusieurs publications au cours des dernières années.

### **Fonctions**

Les protéines digérées au niveau de l'intestin de la vache sont constituées de deux parties distinctes : la fraction microbienne et la fraction non dégradable utilisée par les micro-organismes du rumen. Les protéines produites par les micro-organismes du rumen sont d'excellente qualité, mais il arrive parfois que certains acides aminés soient limitatifs dans la partie protéique arrivant à l'intestin. De plus, un manque ou un surplus de un ou plusieurs de ces acides aminés entraîne une certaine perte d'efficacité et une réduction de la quantité de protéines produites par l'animal ou une augmentation des rejets azotés dans l'environnement. Les acides aminés protégés, dont la lysine et la méthionine, permettent d'équilibrer précisément la ration pour cette fraction des protéines.

### **Utilisation et rendement**

De nombreuses études ont démontré que la production de lait et de protéines du lait est maximisée lorsque la lysine et la méthionine fournissent respectivement 15 et 5 % du contenu en acides aminés essentiels arrivant à l'intestin. Il est tout aussi important de maintenir le ratio lysine/méthionine entre 2,9 et 3,1. On recommande généralement d'utiliser des sous-produits protéiques à faible dégradabilité (tourteaux de soya chauffés, farines de sang, de poisson, etc.) ou suppléments protéiques équilibrés de compagnie afin d'atteindre les ratios mentionnés, ce

qui permet d'éviter un coût d'alimentation excessif. Par la suite, la méthionine ou la lysine protégées peuvent être ajoutées au besoin pour parfaire l'équilibre de la ration en période de préparation au vêlage et jusqu'à 10 semaines après le vêlage. On observe généralement un rapport coût/bénéfice aux alentours de 1/2 lorsqu'il y a une réponse positive à l'ajout de ces produits. L'utilisation d'acides aminés protégés requiert cependant un équilibre précis de la ration et un suivi de l'éleveur tout aussi rigoureux.

## **ACIDE FOLIQUE**

L'acide folique est une vitamine du complexe B, tout comme la niacine et la biotine. Les micro-organismes du rumen des vaches ont la particularité de fabriquer cette vitamine, ce qui est avantageux pour le ruminant car l'acide folique ne peut être produit par l'animal lui-même. Cependant, le bovin ne possède pas la capacité de l'emmagasiner lorsqu'elle est consommée ou produite en excès par les micro-organismes du rumen. Des travaux effectués dans les années 40 démontrent que la production des micro-organismes du rumen suffisait à rencontrer la demande des bovins afin d'éviter les carences. Avec la hausse de performance qu'a connue la production laitière au cours de 25 dernières années, des travaux de recherche plus récents ont confirmé qu'un apport en acide folique permet d'optimiser la santé et la production des bovins laitiers.

### **Fonctions**

On retrouve l'acide folique en bonne quantité dans certains aliments comme les drêches de brasserie, la farine de luzerne et le soya. Cette vitamine est, entre autres, impliquée dans le métabolisme de certains acides aminés, dans la synthèse des protéines et dans la division des cellules de l'animal. Ainsi, elle joue un rôle dans la synthèse de nouveaux tissus, comme le développement du fœtus et des membranes fœtales et la reconstitution du tissu mammaire pendant le tarissement. Une carence en acide folique entraîne un ralentissement de la synthèse des protéines. Des travaux effectués à la station de Lennoxville indiquent que, même s'il n'y a pas de carence observée, l'addition d'acide folique peut être bénéfique à la production de lait et des protéines.

## **Utilisation et rendement**

Lors d'une expérience réalisée à Lennoxville, l'utilisation d'une dose de 4 mg d'acide folique/kg de poids vif (2,4 g/jour/vache de 600 kg) durant le tarissement et la lactation des vaches a permis d'augmenter la production laitière de 2,2 kg/jour chez des vaches multipares. La qualité des protéines du lait augmente avec l'accroissement de la production des caséines. Il existe présentement une compagnie qui distribue cette vitamine sous forme protégé. Un ratio coût/bénéfice d'environ 1/1,5 est envisageable avec l'utilisation du produit lors d'une réponse positive des vaches laitières.

## **BIOTINE**

Tout comme l'acide folique, la biotine fait partie des vitamines du complexe B. Selon les études, plus la proportion de concentrés augmente dans la ration des vaches, moins les micro-organismes du rumen produisent de biotine. Les bactéries du rumen impliquées dans la synthèse de biotine sont sensibles à la baisse de pH du rumen occasionnée par une ration riche en concentrés. Il est donc nécessaire de considérer l'apport de biotine car le rumen peut ne plus suffire à combler les besoins de l'animal.

## **Fonctions**

La biotine est essentielle pour la formation de la peau, des poils et des enveloppes cornées comme les onglands des ruminants et des porcs ou les sabots des chevaux. Une production insuffisante de biotine peut être observée chez les vaches fortes productrices, entraînant l'affaiblissement de la corne des onglands et d'éventuelles lésions (abcès). Lorsque les besoins en biotine ne sont pas comblés, on peut remarquer une moins bonne qualité des onglands et une hausse des problèmes de boiteries. Il est important de noter que des problèmes d'onglons peuvent être causés par une multitude de facteurs autres qu'une carence en biotine. Les coûts associés aux traitements et à la réforme des vaches qui souffrent de fourbure sont estimés à environ 500 \$.

La vache laitière performante requiert un apport considérable d'énergie. La biotine intervient dans le métabolisme des sucres, des protéines et de la matière grasse ; elle aide ainsi à l'atteinte et au maintien d'une production laitière élevée. Une hausse significative de 300 kg de lait sur une lactation de 305 jours a été observée pour le groupe de vaches primipares recevant un apport de 20 mg de biotine/jour comparativement à celles qui n'en recevaient pas.

## **Utilisation et rendement**

Lors de l'apparition de lésions au niveau des onglons, l'ajout de biotine à l'alimentation des vaches laitières, à un taux de 20 mg/tête/jour, se montre très efficace pour faciliter et accélérer la guérison tout en améliorant la qualité de la corne. L'amélioration de l'état de santé de l'onglon nécessite 4-6 mois lorsque l'affection se situe au niveau de la sole (partie sous l'onglon), et 6-8 mois pour la muraille (côté de l'onglon). La recommandation est de 20 mg/jour/vache pour la période de transition (21 jours avant le vêlage à 90 jours après le vêlage) lorsque l'on recherche un effet sur la production laitière. Le rapport coût/bénéfice est de l'ordre de 1/4. Les vaches recevant une forte proportion de concentrés dans leur ration sont susceptibles de répondre positivement à l'ajout de cet additif.

## **CHOLINE PROTÉGÉE**

La choline est considérée comme une vitamine du complexe B, bien qu'elle ne soit pas une vitamine au sens strict du terme. Il est important de noter que seule la forme protégée présente un intérêt comme additif car la forme non protégée est dégradée activement dans le rumen.

## **Fonctions**

La choline est une composante de certains lipides (matière grasse) impliqués dans la formation et le fonctionnement des parois cellulaires. Une carence en choline provoque l'engorgement graisseux du foie. L'utilisation de choline protégée permet d'augmenter la production de matière grasse du lait et de lait par un accroissement du métabolisme des graisses au niveau du foie. La présence d'une quantité suffisante de certaines vitamines du complexe B comme l'acide folique et la vitamine B12 et de certains acides aminés comme la méthionine serait nécessaire pour en assurer l'efficacité.

## **Utilisation et rendement**

La dose recommandée se situe entre 20 et 30 g/vache/jour pour un ratio coût/bénéfice d'environ 1/3. On recommande, pour en assurer l'efficacité et la rentabilité de l'additif, de cibler les vaches susceptibles de souffrir d'acétonémie ou de perdre une quantité importante de poids en début de lactation avec engorgement graisseux du foie. La période d'utilisation de cet additif débute lors de la phase de préparation au vêlage et s'étend jusqu'à 70 jours après le vêlage.

## **CULTURE DE LEVURE**

La culture de levure est composée de la levure, un champignon microscopique, de son milieu de culture et des substances produites par la levure au cours du processus de fermentation. La levure la plus communément utilisée est *Saccharomyces cerevisiae*.

### **Fonctions**

Ce sont les sous-produits de fermentation de la culture de levure qui sont les agents actifs et qui ont un effet bénéfique sur la fermentation ruminale. Ces métabolites stimulent la croissance bactérienne et tout particulièrement, les bactéries de type cellulolytique dans le rumen. Cet impact positif sur la croissance bactérienne se répercute avantageusement sur la consommation de matière sèche de l'animal et sur sa production de protéines et de matière grasse du lait. La culture de levure favorise aussi la croissance des bactéries utilisant l'acide lactique. Ce phénomène contribue à stabiliser le pH ruminal et à réduire les symptômes associés à l'acidose comme, par exemple, les problèmes de fluctuation de consommation.

### **Utilisation et rendement**

La dose recommandée varie selon le fabricant (60 à 120 g/jour/vache) et on peut généralement estimer un rapport coût/bénéfice d'environ 1/4. Il est conseillé de servir la culture de levure en période de préparation au vêlage jusqu'à 10 semaines après la parturition.

## **ÉLÉMÉNTS TAMPONS**

### **Fonctions**

Les éléments tampon sont des produits qui neutralisent les acides produits par la fermentation ruminale ou apportés par la ration sous forme d'ensilages ou de grains humides. On trouve dans ce groupe le bicarbonate de sodium, le bicarbonate de potassium, le carbonate de calcium et le sesquicarbonate de sodium. On rencontre aussi des produits qui neutralisent l'acidité du rumen en plus d'en augmenter le pH, comme l'oxyde de magnésium. Les différentes recettes de tampon (buffer) retrouvées dans l'industrie comprennent généralement les deux types de produits. De façon générale, la vache laitière produit de 98 à 190 L de salive/jour pour neutraliser l'acidité produite dans son rumen. La présence des éléments tampons de la salive devrait permettre de contrôler cette acidité. Cependant, il arrive que la ration ne stimule pas

suffisamment la production de salive de l'animal, comme dans le cas d'une insuffisance en fibres efficaces (quantité et longueur).

### **Utilisation et rendement**

Une hausse de la consommation de matière sèche et un pH ruminal plus stable sont souvent associés à l'emploi d'éléments tampons. Les rations marginales au niveau des fibres efficaces (moins de 19 % de fibre ADF, avec peu de fibres longues) rendent nécessaire l'usage de cet additif. Les rations à risque sont aussi celles contenant une haute proportion d'ensilage de maïs (plus de 50 % de la matière sèche de la ration totale), une forte proportion d'eau sous forme de produits fermentés (plus de 50 % d'humidité) et une quantité de concentrés dépassant 4 kg/repas. On peut s'attendre à un ratio coût/bénéfice de 1/6 et la dose recommandée est d'environ 0,75 % de la consommation de matière sèche totale ( $0,75\% \times 22\text{ kg de M.S. consommé} = 0,165\text{ kg ou }165\text{ g}$ ).

## **ENZYMES**

Les enzymes alimentaires sont utilisées couramment dans les rations des monogastriques (porcs et volailles) afin d'améliorer la valeur nutritive des aliments ou comme additifs dans les ensilages. Leur utilisation est récente dans les rations pour ruminants avec l'apparition de nouveaux produits sur le marché. Des travaux récents ont permis de mieux comprendre leur mode d'action et les facteurs affectant leur efficacité.

### **Fonctions**

Les enzymes sont de petites protéines naturelles que l'on retrouve dans tous les organismes vivants et qui ont pour fonction de catalyser (provoquer une réaction) des réactions chimiques diverses. A titre d'exemple, elles sont impliquées dans la digestion des molécules complexes ingérées par les animaux comme les sucres (fibres et amidon), les protéines et les lipides. Sans les enzymes, les aliments ne pourraient être digérés. Les enzymes disponibles commercialement sont des extraits de fermentation d'origine bactérienne (*Bacillus*) ou fongique (*Trichoderma* et *Aspergillus*). L'activité des enzymes est spécifique pour un substrat précis (par exemple, la cellulase est spécifique à la cellulose des fourrages). La majorité des mélanges d'enzymes disponibles sur le marché (xylanases et cellulases) agissent sur la digestion des fibres en accélérant le processus de digestion ruminale. On a observé, lors de certaines

expériences, une hausse de production de lait pouvant atteindre près de 10 % sans modifier la consommation d'aliment des vaches.

### **Utilisation et rendement**

Les enzymes sont plus efficaces si elles sont intégrés aux aliments secs de la ration, comme les concentrés ou les fourrages secs. Le mélange des enzymes aux concentrés permet la formation de complexes stables avec dégagement lent des enzymes dans le rumen. De plus, on doit obtenir une concentration spécifique du mélange d'enzymes dans la ration afin d'assurer sa pleine efficacité (0,01 à 1 % de la ration). La concentration en nutriments de la ration doit être ajustée puisque les enzymes augmentent la consommation d'énergie sans augmenter la consommation des animaux ( $\uparrow$  efficacité énergétique de la ration) et la digestibilité des aliments (fourrages). La réponse des vaches en début de lactation à l'addition d'enzymes est donc accrue en raison du manque d'énergie souvent chronique de ce groupe de vaches. Le rapport coût/bénéfice est de 1/3.

## **IONOPHORES**

On retrouve dans cette classe de produits le RUMENSIN et le BOVATEC, qui sont des produits antibiotiques commercialisés et homologués pour contrôler la coccidiose bovine (parasites intestinaux) et comme facteur de croissance chez la génisse.

### **Fonctions**

Les ionophores sont liposolubles (soluble dans la matière grasse) et peuvent donc servir de véhicule pour le transport d'ions à travers la membrane cellulaire des bactéries. Cette propriété leur permet de déséquilibrer des mécanismes essentiels à la survie de certains groupes de bactéries. Ils stimulent de façon sélective la croissance de bactéries productrices d'acide propionique entraînant ainsi une amélioration de l'efficacité alimentaire et de la croissance des génisses laitières. De plus, les propionate sont utilisés par la vache dans la fabrication du sucre sanguin permettant d'atténuer la mobilisation des réserves de l'animal, l'engorgement graisseux du foie et l'acétonémie clinique et subclinique (symptômes non apparents) en début de lactation. Seul le RUMENSIN CRC sous forme de capsule est homologué à titre thérapeutique pour prévenir l'apparition de ces symptômes.

### **Utilisation et rendement**

Les ionophores sont recommandés pour l'amélioration de la croissance et de l'efficacité alimentaire des génisses laitières ce qui leur permet d'atteindre plus tôt le premier vêlage. Leur coût est généralement faible et l'on peut s'attendre à un rapport coût/bénéfice de 1/8. Pour la prévention de l'acétonémie, il faut compter les frais de pose et d'utilisation de la capsule de RUMENSIN CRC. La durée de dégagement du produit est d'environ 95 jours, incluant trois semaines de préparation au vêlage. Les pertes monétaires occasionnées par l'acétonémie sont estimées à environ 200 \$ USD (300 \$ CDN). On recommande d'utiliser cette capsule de façon préventive pour les vaches susceptibles de faire de l'acétonémie. (vaches grasses au vêlage ou hautes productrices qui maigrissent généralement rapidement).

## **MINÉRAUX SOUS FORME ORGANIQUE**

Les éléments mineurs, comme le cuivre, le zinc ou le manganèse, sont habituellement apportés à l'animal sous forme minérale (blocs). Le niveau d'absorption de ces minéraux est variable car il existe une compétition dans le tube digestif, ce qui n'est pas le cas pour les éléments mineurs apportés sous une forme organique.

### **Fonctions**

Les minéraux « organiques » sont formés par l'association entre un ou plusieurs acides aminés (peptides) avec un ou plusieurs éléments mineurs (zinc, cuivre, manganèse, cobalt ou sélénium). Le mécanisme d'absorption est beaucoup plus efficace pour ces composés organiques que pour les éléments donnés sous une forme minérale, dans des conditions de stress nutritionnel ou environnemental. Durant la période de transition de la haute productrice, ce stress provoque la formation de substances oxydantes qui dépassent la capacité des cellules à éliminer ces produits toxiques. Comme ils sont plus facilement absorbés, la fonction d'antioxydant de ces minéraux aide ce mécanisme de détoxication à fonctionner plus efficacement.

### **Utilisation et rendement**

Leur mode d'absorption plus efficace en période de transition et le rôle antioxydant de plusieurs de ces minéraux « organiques » permet d'améliorer l'environnement utérin et la reproduction des vaches. On leur attribue aussi la propriété d'accroître l'intégrité des tissus et les fonctions immunitaires de l'animal. Ils aident ainsi à réduire le comptage leucocytaire en début de lactation et favorisent une meilleure qualité des onglons (zinc organique). Le ratio coût/bénéfice

est généralement élevé (1/14) en raison de l'importance des problèmes qu'ils aident à solutionner. La quantité recommandée pour les vaches en situation de stress (par exemple, environnement prédisposant l'apparition de fourbure) ou possédant un comptage leucocytaire élevé est de 25 % à 30 % des besoins en éléments mineurs. On devrait servir cette quantité durant la période de transition et jusqu'à 70 jours après le vêlage.

## **NIACINE**

La niacine est une vitamine du complexe B, comme l'acide folique et la biotine. Bien que les bactéries du rumen synthétisent déjà cette vitamine, la quantité n'est probablement pas suffisante puisque les vaches en début de lactation en situation de stress répondent positivement à l'utilisation de cet additif.

## **Fonctions**

Cette vitamine stimule la fermentation ruminale, ce qui favorise une digestion plus rapide et efficace et une augmentation de la production de protéines microbiennes. Du côté métabolique, elle permettrait une détoxication plus rapide de l'ammoniac par le foie de l'animal. De plus, elle stimule la formation de sucre sanguin dans le foie et l'utilisation plus rapide des corps cétoniques pour prévenir l'acétonémie. On lui attribue un meilleur contrôle de la vitesse de libération de la matière grasse de réserve prévenant ainsi l'engorgement graisseux du foie et les problèmes reliés à ce phénomène (baisse d'appétit, acétonémie, baisse de fertilité, etc.).

## **Utilisation et rendement**

On recommande de servir la niacine à raison de 6 g/vache/jour durant la période de préparation au vêlage et de 12 g/vache/jour après le vêlage pendant 10 à 12 semaines. Son coût est généralement faible et le rapport coût/bénéfice se situe aux alentours de 1/6. Les vaches les plus susceptibles d'en bénéficier sont celles dont la production est élevée et qui sont en déficit énergétique important, et les vaches grasses au vêlage.

## **SOURCES D'ANIONS**

Les sels anioniques sont des minéraux possédant une charge électrique négative occasionnée par la présence de chlore et de soufre dans le mélange. Ils ont généralement mauvais goût en raison des sources de minéraux utilisées pour les fabriquer. La combinaison des sels avec un

supplément dont l'appétence est élevée réduit cet inconvénient et permet à la vache d'en consommer une quantité suffisante pour atteindre l'effet escompté. Il existe aussi des sources d'anions qui sont le résultat de fermentation d'acides aminés. L'appétence de ce genre de produit est supérieure aux sels anioniques.

## Fonctions

Une différence alimentaire cation-anion (DACA) négative est souhaitable en période de prévêlage, car elle permet d'accroître la mobilisation du calcium osseux et le taux de calcium sanguin au moment du vêlage (prévention des fièvres du lait cliniques et subcliniques). Les produits à base de chlore sont beaucoup plus efficaces pour atteindre la charge négative souhaitée dans la ration (-100 à -150 mEq/kg de matière sèche) que ceux contenant du soufre.

## Utilisation et rendement

La dose recommandée varie selon le produit utilisé. Afin de faire un usage judicieux de ces produits, il est recommandé d'analyser les fourrages utilisés pour les minéraux suivants : potassium, chlore, sodium et le souffre et calculer la DACA de la ration pour les vaches en préparation au vêlage. La dose d'anions à être utilisée peut être ajustée selon la DACA obtenue. La vérification du pH de l'urine des vaches en période pré-partum permet de vérifier si le rationnement a fonctionné ou non (viser entre 6,0 et 6,5 de pH urinaire). On évalue que les coûts en frais de traitements et de réforme reliés aux désordres métaboliques sont très élevés (par exemple, 500 \$ par cas de fièvre du lait clinique). Il ne faut pas oublier les cas de d'hypocalcémie occasionnés par une faible teneur en calcium sanguin et qui causent des pertes considérables en frais de production et de santé. Le rapport coût/bénéfice est donc généralement élevé (1/10). On recommande de servir ces produits durant la période de préparation au vêlage. Le niveau de calcium (150 g/jour dont 50 g sous forme minérale) et de magnésium (0,4 %) doit être augmenté en raison de l'élimination accrue de ces deux éléments lors de l'utilisation de sources d'anions. Les rations contenant plus de 1,5 % de potassium peuvent favoriser la fièvre vitulaire et doivent inclure ce type d'additif à titre préventif.

## **CONCLUSION**

De nombreux additifs sont apparus sur le marché au cours des dernières années et il faut s'attendre à en voir apparaître de nouveaux avec les progrès rapides de la recherche. Il est indéniable que ces produits offrent des avantages intéressants pour les troupeaux ayant atteint un niveau de productivité élevé. Il est cependant essentiel de connaître les avantages s'y rattachant et les situations pour lesquelles ils bénéficient à l'entreprise laitière.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Aseltine M. 1991. Certains fungal additives lead to increased ruminant production. *Feedstuffs* January 28 : 18.

Baillargeon S. 1992. La période de tarissement : La fin d'une lactation ; le début d'une autre.... Conseil des productions animales du Québec. Symposium sur les bovins laitiers. p. 53-88.

Beauchemin, K.A. *et al.* 1997. Feeding enzymes shows promise. *Cattlemen Fall* : 36-38.

Beauchemin, K.A. 1999. Augmenter la production de lait avec une nouvelle technologie d'enzymes. Journée laitière provinciale Purina.

Bieber-Wlaschny M. 1988. Vitamin requirements of the dairy cow. Reprinted from *Nutrition and lactation in the dairy cow*. Edited by Garnsworthy Philip C. Butterworths p. 135-156.

Girard C. *et al.* 1997. L'acide folique : Doit-on incorporer cette vitamine dans la ration des vaches laitières ? Conseil des productions animales du Québec. Symposium sur les bovins laitiers 1997. p. 61-67.

Grumer R. 1996. Close-up dry period : Feeding management for a smooth transition. Advance in dairy technology. p. 23-38.

Hutjens, M.F. 1999. How and when feed additives may or may not pay. Hoard's Dairyman, September 25 : 646-647.

Kennelly J.J. et K.A. Lien, 1997. Effects of ionophore supplementation on milk components from lactating cows. Proceedings of a symposium on Usefulness of ionopores in lactating dairy cattle. Ontario veterinary college. p. 40-49.

Léonard M. *et al.* 1996. Concepts et stratégies alimentaires pour la vache laitière haute productrice. Conseil des productions animales du Québec. Symposium sur les bovins laitiers. p. 16-56.

Lefebvre D. *et al.* 1999. L'alimentation en période de transition : La clé d'une lactation profitable. Conseil des productions animales du Québec. Symposium sur les bovins laitiers 1999. p. 23-68.

Linn J.G., 1990. Feeds additives in dairy rations. National dairy database.

McCullough M.E. 1995. Additives ... feeding's gray area. Hoard's Dairyman. March 25 : 213.

Morneau L. 1996. Conférences sur les additifs alimentaires pour la vache laitière. Communication personnelle.

Rode, L.M. et K.A. Beauchemin. 1998. Enzymes to enhance utilisation of feed in dairy cows.  
<http://www.afns.ualberta.ca/wcds/wcd98/ch15.htm>

Seoane R.J. 1997. Physiologie et nutrition des ruminants. Notes de cours. Département des sciences animales. Université Laval.

Seymour M. S. 1999. Supplemental biotin for dairy cattle. Proceedings of Tri-State Dairy Nutrition Conference. p. 43-49.

Vincenzi E. 1995. Protected choline may have advantage in milk cows. Feedstuffs December 11 : 12-14.

Weiss B. *et al.* 1995. Vitamin and mineral supplements may boost milk and profit. Hoard's Dairyman. October 25 : 716.

Wilks D. 1997. Feed Additive. A look at how feed additives can be beneficial.

<http://www.moormans.com/feedfacts/dairy/dairyjun97/additive.htm>