

CAHIER DE CONFÉRENCES



INNOVATION ET PROGRÈS EN AGROALIMENTAIRE AU CENTRE-DU-QUÉBEC

# PLANTES FOURRAGÈRES

**Mardi 21 février 2006**

Place 4213 inc.  
990, boul. Jutras Est, Victoriaville

De la planification à l'action!



Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation

Québec



Table filière  
plantes  
fourragères

---

## **MOT DU COMITÉ ORGANISATEUR**

---

Par le thème, *De la planification à l'action !*, nous voulions répondre à la demande des producteurs et intervenants. Ainsi divers aspects de la production des plantes fourragères seront abordés, de l'implantation d'une prairie à l'analyse des fourrages, en passant par les coûts de production, l'entreposage et le commerce du foin. Nous sommes convaincus que les producteurs de foin de commerce et les entreprises qui utilisent leurs propres fourrages tireront profit de cette journée de conférences.

La production de foin spécifiquement dédié au commerce ou de fourrages pour l'alimentation de son troupeau s'avèrent des opportunités intéressantes car les plantes fourragères sont bien adaptées à nos sols et à nos conditions climatiques. C'est aussi un bon choix agroenvironnemental car la culture des plantes vivaces contribue de façon significative à la conservation et à l'amélioration des sols. Nos conférenciers sauront certainement vous éclairer sur ces aspects reliés aux plantes fourragères.

En terminant, nous vous souhaitons un bon colloque. Par la même occasion, nous vous invitons à saisir cette opportunité d'échanger entre producteurs et intervenants. Profitez bien de cette journée!

Le comité organisateur

<p>Le Colloque INPACQ – Plantes fourragères s'inscrit dans le cadre de la toute première édition des Journées INPACQ (<b>IN</b>novation et <b>P</b>rogrès en <b>Ag</b>roalimentaire au <b>C</b>entre-du-<b>Q</b>uébec) qui regroupent l'ensemble des journées d'information organisées par le MAPAQ en collaboration avec différents partenaires du milieu.</p>
---

---

## **HORAIRE DE LA JOURNÉE**

---

**ANIMATRICE EN AVANT-MIDI :**    *Madeleine Bouffard*, agronome  
MAPAQ Centre-du-Québec  
Centre de services agricoles de Drummondville

**9 h            Accueil et inscription**

**9 h 40        Mot d'ouverture**  
*Luc Couture*, agronome, directeur régional, MAPAQ Centre-du-Québec

**9 h 50        Les mélanges fourragers : des choix s'imposent .....17**  
*Réal Michaud*, agronome et phytogénéticien  
Agriculture et Agroalimentaire Canada

**10 h 15      Des fourrages... à quel prix ? .....22**  
*Guy Beauregard*, agronome, M.Sc., MAPAQ Centre-du-Québec

**10 h 50      Le silo couloir : un choix intéressant... .....25**  
*Luc Dubreuil*, ingénieur, MAPAQ Chaudière-Appalaches

**11 h 25      Réussir un bon ensilage en silo couloir.....30**  
*Luc D'Amours*, chargé de projets, Agriculture et Agroalimentaire Canada

**12 h           Dîner**

**ANIMATEUR EN APRÈS-MIDI :**     *Louis Bergeron*, agronome  
MAPAQ Centre-du-Québec  
Centre de services agricoles de Victoriaville

- 13 h 30    Marchés, production et commercialisation du foin en 2006 et en 2016 .....35**  
*Philippe Savoie*, ingénieur & agronome, Ph.D.  
Agriculture et Agroalimentaire Canada
- 13 h 55    Foin de commerce : gérer les risques dans un marché ouvert .....39**  
*Pierre-Yves Germain*, agriculteur, Ferme Biocénose, Warwick
- 14 h 40    Un nouvel indice de la qualité des fourrages basé sur la  
digestibilité de la fibre .....44**  
*Gaëtan Tremblay*, Ph.D., Agriculture et Agroalimentaire Canada
- 15 h 10    Foin pour vaches taries, une solution québécoise .....50**  
*Guy Allard*, agronome et professeur, Ph.D., Université Laval
- 15 h 35    Mot de la fin**  
*Alain Fournier*, agronome, M.Sc., MAPAQ Centre-du-Québec

---

## ***LE COMITÉ ORGANISATEUR***

---

- ❖ Brigitte Duval, agronome, MAPAQ Nicolet
- ❖ Alain Fournier, agronome, M.Sc., MAPAQ Centre-du-Québec
- ❖ Pierre-Yves Germain, Table filière des plantes fourragères
- ❖ Guy Hayart, MAPAQ Québec
- ❖ Germain Lefebvre, agronome, président du CQPF
- ❖ Martin Marquis, Table filière des plantes fourragères
- ❖ Huguette Martel, agronome, MAPAQ Estrie
- ❖ Yves Trottier, président de la Table filière des plantes fourragères

---

---

## **Remerciements**

Le comité organisateur tient à remercier tous les collaborateurs et collaboratrices qui ont aidé à la préparation et à la tenue de cette journée.

## **Les mélanges fourragers : des choix s'imposent**

**Réal Michaud, agronome et phytogénéticien**  
Agriculture et Agroalimentaire Canada

### **Colloque INPACQ – Plantes fourragères**

Mardi le 21 février 2006  
Place 4213 inc., Victoriaville

## LES ASSOCIATIONS FOURRAGÈRES : DES CHOIX S'IMPOSENT

**Réal Michaud, agronome et phytogénéticien**  
Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sainte-foy

Il existe sur le marché plusieurs espèces de graminées et de légumineuses fourragères pour lesquelles on retrouve plusieurs cultivars. Le choix de l'espèce, du cultivar ou de l'association doit reposer sur un certain nombre de facteurs qu'il faut considérer avec attention. En raison de la nature pérenne des plantes fourragères, ce choix est extrêmement important puisqu'il affectera sur plusieurs années la productivité de la prairie ou du pâturage. Il faut accorder autant sinon plus d'importance au choix de l'espèce qu'à celui du cultivar à l'intérieur d'une espèce.

Chaque espèce présente des exigences et des caractéristiques spécifiques qu'il est bon de connaître afin de choisir l'espèce ou les espèces qui seront les plus appropriées pour répondre aux besoins du producteur. De plus, on devrait choisir celles qui seront les mieux adaptées non seulement aux conditions de la ferme mais également à celles du champ. Les caractéristiques des principales espèces fourragères retrouvées au Québec sont décrites en détail dans le guide « Les Plantes Fourragères » publié en 2005 par le CRAAQ.

Plusieurs critères doivent être pris en considération dans le choix des espèces à ensemer. On doit d'abord se demander quel est l'objectif visé : une prairie, un pâturage ou du foin de commerce. Dans ce dernier cas, la préférence des clients devrait être prise en compte. Il faut également considérer attentivement les conditions de sols sur lesquelles ces plantes seront cultivées. De même, il faut porter attention particulière à certaines caractéristiques des espèces et des cultivars telle la persistance, la maturité et l'appétence. Sans être exhaustif, nous nous bornerons ici à couvrir les principaux points.

### *LES CONDITIONS DE SOL*

#### **Exigences de drainage**

Le choix d'une espèce est souvent dicté par le drainage. La majorité des plantes fourragères ne tolèrent pas un mauvais drainage. Elles exigent un sol bien drainé en surface et en profondeur. Les légumineuses sont généralement plus sensibles que les graminées. Les dommages hivernaux sont généralement plus considérables sous des conditions de mauvais drainage suite à la formation de couches de glace en surface du sol. Les espèces qui possèdent un système racinaire profond telle la luzerne et les bromes sont très sensibles à un mauvais égouttement en profondeur contrairement à des espèces à racines peu profondes comme le trèfle Ladino ou encore la fléole des prés qui sont considérés moins sensibles. Ainsi la luzerne ne tolère pas un mauvais drainage et elle est beaucoup plus sensible à ces conditions que le trèfle rouge. De fait, les seules espèces recommandées qui tolèrent un mauvais égouttement de surface, et encore là uniquement lorsqu'elles seront bien établies, sont la fétuque élevée, l'alpiste roseau et le lotier.

D'autre part, des sols trop secs ou des excès de drainage peuvent considérablement limiter la croissance de certaines espèces. Ainsi pour les graminées, le degré d'adaptation aux conditions excessives de drainage est par ordre décroissant: alpiste roseau > fétuque élevée > dactyle > brome

inermes > fléole. La masse et la profondeur du système racinaire expliquent en grande partie les différences entre les espèces.

### **Exigences de pH**

Les espèces fourragères n'ont pas toutes les mêmes exigences quant au pH du sol. En général les légumineuses sont plus exigeantes que les graminées et tolèrent moins bien les sols acides. De plus les rhizobiums responsables de la fixation symbiotique chez les légumineuses survivent mal dans les sols acides. Il est donc important de choisir les espèces en fonction du niveau de pH du sol ou mieux encore, de corriger le pH avant l'ensemencement afin de satisfaire au besoin de la culture. Alors que la majorité des espèces fourniront de bons rendements dans des sols à pH 6,0 à 6,5, la luzerne n'offrira de bons rendements que dans des sols à pH de plus de 6,7, surtout dans les sols argileux. Les seules espèces recommandées qui tolèrent modérément bien les sols acides sont la fétuque élevée, l'alpiste roseau et le lotier.

Plusieurs autres conditions du sol dont le niveau de fertilité, la texture du sol (argile, sable, etc...), la profondeur du sol, la topographie (e.g. zone inondable) et l'homogénéité du champ peuvent influencer le choix des espèces ou des associations. Cependant, les échecs sont le plus souvent dus au mauvais drainage et à des niveaux inadéquats de pH et de fertilité.

## *L'UTILISATION DU FOURRAGE*

Dans le choix des espèces à semer, il faut tenir compte de l'objectif visé, soit l'établissement d'une prairie ou d'un pâturage et la durée de vie recherchée. De plus, que ce soit pour une prairie ou un pâturage, on doit prendre en considération le type d'animaux, soit des vaches en lactation, des vaches taries, des bovins de boucherie, des ovins ou des chevaux, qui seront alimentés par les fourrages produits.

### **Les types d'animaux**

Les animaux n'ont pas tous les mêmes goûts et besoins nutritionnels. Ainsi, les chevaux et les ovins n'apprécient pas nécessairement les mêmes espèces. De même, une vache en lactation aura besoin d'un fourrage de plus haute valeur nutritive qu'une vache tarie ou une vache de boucherie. Ces facteurs peuvent affecter le choix à faire. Une étude réalisée au Québec a démontré que la fléole des prés est l'espèce à privilégier pour l'alimentation des vaches taries alors que le dactyle serait l'espèce la moins appropriée. Il est également déconseillé de distribuer du trèfle d'Alsike, en foin ou en pâturage, aux chevaux car il peut causer la photosensibilité et des dommages au foie.

### **Prairies ou pâturages**

Lors de l'établissement d'une prairie, on favorisera l'utilisation de la luzerne, du trèfle rouge ou du lotier, selon les conditions de sol et de climat qui conviendront le mieux à la légumineuse qui sera ensemencée en association avec une ou deux graminées. La fléole, le brome inermes, le dactyle, la fétuque élevée et l'alpiste roseau sont alors les graminées recommandées. Pour un pâturage, le lotier ou le trèfle blanc sont les légumineuses de choix tandis que la fléole, le brome des prés, le dactyle et l'alpiste roseau sont les espèces recommandées. Les principales associations d'espèces fourragères

recommandées pour les prairies destinées à la fauche ou à la paissance sont décrites dans le guide « Les Plantes Fourragères » publié en 2005 par le CRAAQ.

## *COMPOSITION DES ASSOCIATIONS*

La productivité et la stabilité de la production reposent souvent sur la composition botanique des prairies et des pâturages. Les avantages des associations légumineuses-graminées ne sont plus à démontrer que ce soit au point de vue rendement, valeur nutritive, vitesse de séchage, compétition envers les mauvaises herbes, et durée de vie de la prairie ou du pâturage. Par contre, plusieurs points restent encore à préciser du moins en ce qui concerne le nombre et l'équilibre des constituants. En effet, la proportion de légumineuses et de graminées dans une association, qui peut varier selon les lieux, les années, les périodes de l'année et les modes d'exploitation, reste très difficilement prévisible. Faut-il recourir à des associations simples ou à des associations complexes ?

### **Associations simples ou associations complexes**

Les associations simples sont définies comme des associations qui contiennent une légumineuse et une ou deux graminées par opposition à des associations complexes qui peuvent comprendre entre cinq à huit espèces et parfois plus. Quel type d'associations est le meilleur ? La réponse n'est pas simple. Les résultats de recherches sont souvent contradictoires du fait que les études ont été effectuées sur différentes espèces, sous différentes conditions de sols et de climat et souvent sous différents types d'exploitation. D'autres causes peuvent également expliquer ces résultats. Ainsi, on peut avoir une réponse positive entre rendement et diversité des espèces si, par exemple, il existe une certaine synergie entre les graminées et les légumineuses utilisées causées soit par le transfert d'azote ou d'autres raisons. Par contre si une forte compétition existe entre les espèces, la diversité des espèces peut avoir des effets négatifs sur le rendement.

En dépit des résultats et des recherches limitées sur le sujet, il existe suffisamment d'évidence pour formuler certaines recommandations. Les associations simples sont plus faciles à gérer que les associations complexes et donnent généralement de meilleurs résultats en terme de rendement fourrager et de performance animale. Elles devraient toujours être utilisées pour les prairies et lorsque la régie du pâturage est intensive. Il est rarement avantageux de considérer plus de deux espèces pérennes de graminées fourragères dans une association avec une légumineuse sauf dans les cas où les sols sont très variables. Généralement, deux ou trois types d'associations simples semées dans différents champs sont suffisants pour répondre aux besoins de la majorité des exploitations et s'avèrent la meilleure option pour le producteur.

Plusieurs associations très complexes et comprenant entre six à huit espèces de différentes maturités et d'adaptation sont souvent utilisées dans le but d'assurer une production d'herbe de façon régulière et uniforme sur toute la saison. Cependant, considérant qu'il est à peu près impossible de bien gérer ces associations de façon à obtenir le maximum de productivité d'une espèce sans en affecter les autres, cette approche n'est pas tellement judicieuse. Toutefois, ces associations complexes peuvent être appropriées pour des pâturages si les conditions du champ sont très variables et qu'une charge moindre de paissance est acceptable. C'est une combinaison appropriée de graminées et de légumineuses qui fait la différence et non le nombre d'espèces dans l'association.

Un mélange préensaché et contenant une association de 5 à 10 différentes espèces fourragères n'est pas la meilleure solution pour répondre aux besoins du producteur. Ces associations, ne donnent pas l'opportunité au producteur d'associer les graminées et les légumineuses dans les rapports désirés pour satisfaire aux conditions ou aux types de sol de sa ferme. Certaines espèces peuvent même ne pas être adaptées aux conditions de l'environnement. Les pourcentages sur les étiquettes de semences sont basés sur le poids; or le même nombre de semence au kilogramme varie beaucoup d'une espèce à l'autre. Avec le temps, seulement deux ou trois espèces prédominantes vont survivre à cause du type de sol, de la régie de coupe ou de la fertilisation. Le producteur a tout intérêt à s'informer et choisir les espèces qui correspondent le mieux à ses besoins.

## **La maturité**

Peu importe le type d'association, les espèces de graminées et de légumineuses utilisées devraient être de maturité similaire. Le nombre d'espèces dans une association ajoute à la difficulté de rencontrer cette exigence. Dans les pâturages, l'utilisation de cultivars et d'espèces de maturité différente encourage le surpâturage des plantes jeunes, tandis que les plantes de maturité très hâtive ou très tardive seront sous pâturées. Ainsi, la qualité sera optimale pour certaines composantes de l'association et non pour d'autres.

Chez les graminées, la maturité est probablement le facteur le plus important affectant la qualité. En général, l'ordre moyen d'épiaison des espèces au printemps s'établit comme suit : dactyle > alpeste roseau = brome inerme = fétuque élevée > fléole. De plus, on retrouve chez certaines espèces dont la fléole, toute une gamme de précocité. L'utilisation d'espèces ou de cultivars de maturités différentes doit être considérée dans les prairies afin d'étaler les dates d'épiaison au printemps et permettre une plus grande flexibilité d'exploitation.

Le choix d'une espèce, d'un cultivar ou d'une association ne doit pas être laissé au hasard. Pour atteindre des rendements compétitifs de la façon la plus économique, le producteur a tout intérêt à exiger de son fournisseur des semences certifiées de cultivars recommandés.

## **CONCLUSIONS**

Le choix des espèces doit d'abord être basé sur les conditions de sol et également sur la finalité de l'utilisation soit l'établissement d'une prairie ou d'un pâturage.

Le succès d'une association fourragère repose sur le choix des composantes légumineuses et graminées. Les deux groupes doivent être adaptés aux conditions sous lesquelles sera semée l'association.

C'est une combinaison appropriée de graminées et de légumineuses qui fait la différence et non le nombre d'espèces dans l'association.

Peu importe le type d'association utilisé, les espèces de graminées et de légumineuses devraient être de maturité similaire.

## **Des fourrages... à quel prix ?**

**Guy Beauregard, agronome, M.Sc**  
MAPAQ Centre-du-Québec

### **Colloque INPACQ – Plantes fourragères**

Mardi le 21 février 2006  
Place 4213 inc., Victoriaville

Tableau comparatif des systèmes de récolte

La tonne de M.S. servie	FOIN DE COMMERCE		ENSILAGE D'HERBE		Balles rondes enrubannées	Tube conformateur	
	Petites balles	Grosses balles	Silo-tour	Silo-couloir			
<b>Investissements</b>							
	100	1 902 \$	3 530 \$	2 289 \$	2 071 \$	1 887 \$	1 873 \$
	200	1 422 \$	2 052 \$	1 507 \$	1 238 \$	1 069 \$	1 064 \$
	300	1 258 \$	1 570 \$	1 239 \$	1 053 \$	742 \$	856 \$
	400	1 124 \$	1 419 \$	1 114 \$	930 \$	690 \$	743 \$
	500			1 126 \$	876 \$	552 \$	700 \$
<b>Frais variables</b>							
(A)	100	44,66 \$	62,51 \$	50,47 \$	88,97 \$	83,36 \$	80,02 \$
	200	42,15 \$	59,66 \$	66,49 \$	76,30 \$	57,33 \$	74,74 \$
	300	41,32 \$	58,72 \$	58,92 \$	70,62 \$	52,91 \$	67,48 \$
	400	40,93 \$	58,19 \$	57,69 \$	68,07 \$	49,51 \$	65,52 \$
	500			59,97 \$	65,42 \$	47,16 \$	66,03 \$
<b>Frais fixes déboursés</b>							
(B)	100	23,82 \$	37,83 \$	26,03 \$	22,50 \$	17,59 \$	17,47 \$
	200	19,50 \$	24,53 \$	18,69 \$	14,09 \$	9,93 \$	9,88 \$
	300	18,02 \$	20,19 \$	15,50 \$	12,39 \$	6,88 \$	7,91 \$
	400	16,82 \$	18,83 \$	14,44 \$	11,24 \$	6,36 \$	6,84 \$
	500			14,75 \$	10,59 \$	5,09 \$	6,42 \$
<b>Frais monétaires</b>							
(A + B)	100	68,48 \$	100,34 \$	76,50 \$	111,47 \$	100,95 \$	97,49 \$
	200	61,65 \$	84,19 \$	85,18 \$	90,39 \$	67,26 \$	84,61 \$
	300	59,34 \$	78,91 \$	74,41 \$	83,01 \$	59,79 \$	75,39 \$
	400	57,75 \$	77,02 \$	72,13 \$	79,32 \$	55,87 \$	72,37 \$
	500			74,73 \$	76,02 \$	52,24 \$	72,72 \$
<b>Amortissements</b>							
(C)	100	138,92 \$	276,03 \$	176,66 \$	163,15 \$	158,11 \$	157,34 \$
	200	98,43 \$	152,03 \$	112,02 \$	95,30 \$	89,55 \$	89,38 \$
	300	84,53 \$	111,59 \$	91,16 \$	79,45 \$	62,14 \$	71,85 \$
	400	73,31 \$	98,86 \$	83,78 \$	69,01 \$	57,86 \$	62,31 \$
	500			80,57 \$	64,86 \$	46,29 \$	58,61 \$
<b>Frais d'exploitation</b>							
(A + B + C)	100	207,40 \$	376,37 \$	253,16 \$	274,62 \$	259,06 \$	254,83 \$
	200	160,08 \$	236,22 \$	197,19 \$	185,69 \$	156,81 \$	173,99 \$
	300	143,87 \$	190,50 \$	165,58 \$	162,46 \$	121,93 \$	147,24 \$
	400	131,06 \$	175,88 \$	155,91 \$	148,32 \$	113,73 \$	134,68 \$
	500			155,30 \$	140,88 \$	98,53 \$	131,33 \$

### Explications

Nous avons analysé six systèmes de récolte, de conservation et de reprise des fourrages au niveau des investissements et des frais d'exploitation. Les quantités de matière sèche servies sont de 100, 200, 300, 400 et 500 tonnes. On a tenu compte des pertes de matière sèche au champ, à l'entreposage

et à la reprise. Il s'agit de quantités de matière sèche réellement distribuées aux animaux. Quant au foin de commerce, il s'agit de quantités vraiment vendues. Les fourrages sont récoltés en foin et en ensilage à différents taux de matière sèche. Les foins ont été récoltés en petites et grosses balles rectangulaires. Les ensilages ont été récoltés soit avec une fourragère et entreposés dans des silos tour et couloir ou en tube conformateur, soit avec une presse de balles rondes et enrubannées.

**Investissements :** C'est le système de récolte et d'entreposage des balles rondes enrubannées de plastique qui requiert le moins d'investissement à presque toutes les quantités servies, soit 100 tonnes (1 887 \$), 200 (1 069 \$), 300 (742 \$), 400 (690 \$) et 500 (552 \$ la tonne). À l'opposé, c'est le système de récolte en grosses balles rectangulaires qui en exige le plus. L'investissement varie de 3 530 \$ la tonne à 100 tonnes à 1 419 \$ la tonne à 400 tonnes.

Les **frais d'exploitation** comprennent les frais variables, les frais fixes déboursés et les amortissements. Les **frais variables** se décomposent en coûts de la main-d'œuvre, les coûts d'entretien de machines aratoires et des tracteurs ainsi que les frais d'opération des tracteurs. Les coûts de la main-d'oeuvre ont été fixés à 13 \$ l'heure. Quant au prix du carburant diesel retenu, il est de 0,70 \$ le litre. On estime le coût des lubrifiants à 15 % des coûts des carburants.

Pour un niveau de consommation ou de vente de 300 tonnes de matière sèche (20 000 petites balles de foin), le système le moins dispendieux au niveau des frais variables est le foin de commerce en petites balles. Suivent le système de balles rondes enrubannées (52,91 \$), les grosses balles (58,72 \$), le silo-tour (58,92 \$), le tube conformateur (67,48 \$) et le silo-couloir (70,62 \$ la tonne servie). La corde, les plastiques, l'électricité des séchoirs et des débouleurs ainsi que les frais d'entretien des équipements font partie des frais variables.

Si on rajoute les **frais fixes monétaires**, soit les taxes foncières, les assurances et l'entretien des bâtisses, le foin de commerce demeure au premier rang au niveau des frais monétaires (59,34 \$ la tonne servie). Et le silo couloir demeure au dernier rang à 83,01 \$ la tonne. Le silo-tour occupe le troisième rang (74,41 \$) et le tube conformateur, le quatrième rang (75,39 \$). Les grosses balles sont au cinquième rang (78,91 \$ la tonne).

Les **amortissements** sont une charge importante. Ils varient de 62,14 \$ la tonne (balles rondes enrubannées) à 111,59 \$ la tonne (grosses balles) au niveau de 300 tonnes. Les biens ont été amortis à raison de 10 ans pour les équipements, 12 ans pour les machineries et 30 ans pour les bâtisses.

**Frais d'exploitation :** Si on additionne les amortissements aux frais monétaires, le système le moins dispendieux pour le moment au niveau de 300 tonnes est celui des balles rondes enrubannées en tube (121,93 \$ la tonne). Le second est le foin de commerce en petites balles (143,87 \$). Le système tube conformateur arrive au troisième rang (147,24 \$). Le silo couloir (162,46 \$) bat de justesse le silo-tour (165,58 \$). Le système le plus cher est celui des grosses balles à 190,50 \$ la tonne. Les systèmes qui utilisent des plastiques comme moyen de conservation sont toutefois moins respectueux de l'environnement que ceux qui use des structures permanentes.

Guy Beauregard, agr., M.Sc., MAPAQ  
Nicolet, 3 février 2006

## **Le silo couloir : un choix intéressant ...**

**Luc Dubreuil, ingénieur**  
MAPAQ Chaudière-Appalaches

## **Colloque INPACQ – Plantes fourragères**

Mardi le 21 février 2006  
Place 4213 inc., Victoriaville

## SILO COULOIR : UN CHOIX INTÉRESSANT ...

**Luc Dubreuil, ingénieur**  
MAPAQ Chaudière-Appalaches

### INTRODUCTION

L'ensilage est un procédé de conservation des fourrages obtenu par l'exclusion rapide de l'air et l'acidification de la masse. Les fourrages peuvent être entreposés de différentes manières : dans des silos (verticaux ou horizontaux), en balles rondes ou en meules. Les silos horizontaux se différencient cependant des autres méthodes d'entreposage par la manière dont ils sont remplis, compactés et vidés. Tout se fait à l'aide de machineries agricoles.

Les fourrages ensilés sont maintenus en place soit par des murs rigides (silos couloirs et silos fosses) soit par une enveloppe de polyéthylène (silos meules).

#### Types de silos horizontaux

Silo couloir	Construction horizontale hors sol formée de différents types de murs rigides.
Silo fosse	Construction horizontale enfouie partiellement ou totalement dans le sol et dont les murs sont façonnés à même le sol.
Silo meule	Aménagement où une meule d'ensilage repose sur une dalle de béton et est recouverte d'une pellicule plastique étanche (voir le feuillet technique M-7651 sur le site Internet du Service de plans Canada <a href="http://www.cps.gov.on.ca/french/gs7000/g7651.htm">http://www.cps.gov.on.ca/french/gs7000/g7651.htm</a> ).

Dans le présent document, il est question exclusivement des silos couloirs.

### AVANTAGES

- Pour des troupeaux comptant plus de 100 vaches laitières ou de boucherie, les silos couloirs constituent la solution de stockage la plus économique en termes absolus.
- Ils présentent peu de risque d'intoxication par les gaz.
- Le remplissage et la reprise de l'ensilage se font rapidement.

### INCONVÉNIENTS

- Les fourrages doivent être bien compactés, sinon les pertes risquent d'être importantes.
- Afin de rendre le silo étanche à l'air, il faut le couvrir d'un film de plastique que l'on aura soin de maintenir en place, généralement à l'aide de pneus ou de demi-pneus. Cela demande passablement de temps.
- L'hiver, il faut déneiger la voie d'accès et enlever la neige accumulée dans le silo.

- L'été, les prélèvements quotidiens d'ensilage doivent être au moins de 150 mm, sinon il se produit des pertes.
- Les silos couloirs, étant horizontaux, nécessitent plus d'espace que les silos verticaux.
- Pour limiter les pertes lors de la reprise, il est nécessaire de recourir à des équipements adéquats.

## **EMPLACEMENT**

Le sol du site choisi doit être ferme, bien drainé et d'une capacité portante estimée d'au moins 106 kPa (2 200 lb/pi<sup>2</sup>) afin de pouvoir recevoir la dalle du plancher et les empattements des murs. Le silo doit être construit sur un terrain surélevé, éloigné de la maison de ferme, de la laiterie et d'autres endroits où pourraient nuire les odeurs. L'extrémité ouverte du silo sera préférablement orientée vers le sud, pour réduire le gel. Elle ne doit pas être orientée face aux vents dominants. La voie d'accès sera suffisamment grande pour faciliter le remplissage et le déchargement de l'ensilage.

## **CONSTRUCTION**

Les facteurs qui influent directement sur la durabilité et la fonctionnalité d'un silo couloir sont : une bonne planification, des matériaux de qualité et une construction réalisée suivant les règles de l'art.

### **Types de planchers :**

Les principaux matériaux servant à fabriquer le plancher du silo couloir sont le béton, l'asphalte et le béton compacté roulé (BCR).

### **Types de murs :**

Les murs du silo devraient idéalement être inclinés de 1 : 8, pour faciliter la compaction du matériel. Vu la difficulté de réalisation, ils sont habituellement érigés à la verticale. La semelle des murs diffèrera pour un mur mitoyen et un mur de pourtour. S'il est prévu de modifier les dimensions d'un silo, le choix du type de mur est un facteur primordial à considérer.

- Murs en bois
- Murs de béton à sections modulaires autoportantes préfabriquées en usine
- Murs à panneaux modulaires en béton armé
- Murs en béton armé coulé sur place

## **CIRCULATION DE LA MACHINERIE**

À une extrémité des silos, il est préférable de construire un accès bétonné d'environ 9 m (30 pi) de largeur pour que la machinerie puisse bien circuler. Une bordure de béton armé de 300 mm (1 pi) ceinture l'accès bétonné. De plus, il faut aménager un « chemin de ferme » donnant accès au silo. La construction du chemin dépend du type de sol.

Une fois la largeur du silo et la hauteur des murs déterminées, il est bon de prévoir une longueur supplémentaire de 10 % à 15 % pour les surplus ou les forts rendements à la récolte. Pour assurer la reprise d'une bonne tranche d'ensilage en été (plus de 150 mm), un mur amovible d'une longueur prédéterminée peut être installé avant le début du chantier d'ensilage. Sa position est déterminée selon les besoins de reprise estival.

## **SEMELLES ET MURS DE BÉTON**

Les semelles et les murs forment un tout qui résiste aux pressions exercées par l'ensilage et le compactage. La semelle se prolonge suffisamment sous l'ensilage pour que le poids de celui-ci exerce une poussée verticale qui empêche les murs de basculer vers l'extérieur. Ce type de construction simple utilise le principe classique des murs de soutènement. Les poussées de renversement que l'ensilage exerce sur les murs déplacent la résultante verticale des forces vers le côté extérieur de la semelle. Il ne faut pas construire ce genre de structure si le sol n'a pas une capacité portante suffisante.

## **ÉVACUATION DES LIQUIDES DE L'ENSILAGE**

La dalle du silo doit avoir une pente suffisante pour assurer l'écoulement du lixiviat « jus d'ensilage » vers la rigole collectrice transversale située à l'entrée du silo. La rigole dirige les liquides par gravité vers un ouvrage de stockage de fumier ou un puits de récupération.

## **MÉTHODE DE REMPLISSAGE**

Remplir le silo aussi rapidement que possible. Entasser les fourrages par couches successives de 150 à 300 mm (6 à 12 po) d'épaisseur avec le tracteur ou un autre équipement approprié pour éliminer l'air et réduire la détérioration. À la fin de chaque jour de remplissage, couvrir l'ensilage d'un film de polyéthylène 150 µm (6 mil) pour réduire l'introduction d'oxygène et, par le fait même, les pertes d'ensilage.

## **COMPACTAGE**

Le but du compactage est de réduire initialement la quantité d'oxygène dans la masse d'ensilage et ultérieurement l'infiltration d'air. Plus la densité de l'ensilage est haute, moins il y a de perte et meilleure est la stabilité aérobique du fourrage.

## **REPRISE DE L'ENSILAGE**

La reprise d'ensilage peut se faire à l'aide de déchargeurs mécaniques spécialement conçus pour les silos horizontaux. Ils permettent d'enlever l'ensilage sans difficulté, de bien l'émietter et le mélanger.

Un tracteur muni d'un chargeur frontal permet certes plus d'opérations mais exige de garder une façade d'ensilage lisse pour ne pas que l'air s'infilte.

## **ÉCOULEMENT**

Pour diminuer les pertes par infiltration et réduire au maximum les risques de gel, il faut récolter l'ensilage à moins de 70 % d'humidité en le laissant flétrir au champ après la coupe.

## **HAUTEUR DES SILOS COULOIRS**

La hauteur minimale préconisée est 1,8 m (6 pi), car il est difficile de réaliser une densité de 235 kg M.S./m<sup>3</sup> en deçà de cette hauteur. La hauteur maximale est limitée par le coût et la portée verticale maximale de l'équipement de reprise. La plupart des silos couloirs ont des hauteurs variant de 2,4 à 4,8 m (8 à 16 pi).

## **LARGEUR**

La largeur minimale correspond à deux fois la largeur du tracteur qui compacte, et varie donc de 4,8 à 6 m (16 à 20 pi).

## **RAPPORT LARGEUR/HAUTEUR**

Le rapport largeur-hauteur (l/H) fournit une mesure relative du rapport entre l'aire de surface et le volume de fourrage dans le silo-couloir. Si l'aire de surface supérieure de l'ensilage est importante relativement au volume total, l'ensilage est exposé à une plus grande quantité d'oxygène et d'humidité durant les périodes de remplissage et de stockage. Des rapports l/H de 5 et moins sont à conseiller dans la majorité des cas. Les rapports l/H trop faibles se traduisent par des coûts de silo plus élevés en raison du prix plus considérable des murs de côté.

## **CAPACITÉ DU SILO COULOIR**

La quantité d'ensilage servi chaque jour détermine la largeur du silo. La longueur du silo est déterminée par la durée d'utilisation de l'ensilage et par la rapidité de remplissage. La longueur de silo doit permettre le remplissage en moins de 9 jours selon un estimé réaliste de la vitesse de remplissage (tonne de matière humide/jour).

## **Réussir un bon ensilage en silo couloir**

**Luc D'Amours, chargé de projets**  
Agriculture et Agroalimentaire Canada

## **Colloque INPACQ – Plantes fourragères**

Mardi le 21 février 2006  
Place 4213 inc., Victoriaville

## RÉUSSIR UN BON ENSILAGE EN SILO COULOIR

**Luc D'Amours, chargé de projets**  
Agriculture et Agroalimentaire Canada

Les silos couloir sont d'abord apparus sur de grandes exploitations laitières et de bovins d'engraissement. Au cours des dernières années, les constructeurs ont adapté ces silos aux fermes de plus petite taille. Ainsi, un silo couloir peut être construit en plusieurs cellules de dimensions adaptées à l'entreprise laitière. Il permet une expansion facile si l'emplacement a été bien planifié. Les silos couloir ont certains avantages par rapport aux silos tour, notamment au niveau du coût d'investissement et de la rapidité de remplissage et de reprise. Les silos couloir ne posent pas de problèmes de gaz toxiques dans les aires fermées. Toutefois, ils requièrent une gestion attentive pour atteindre une bonne densité, minimiser les pertes et obtenir un ensilage d'aussi bonne qualité qu'en silo tour.

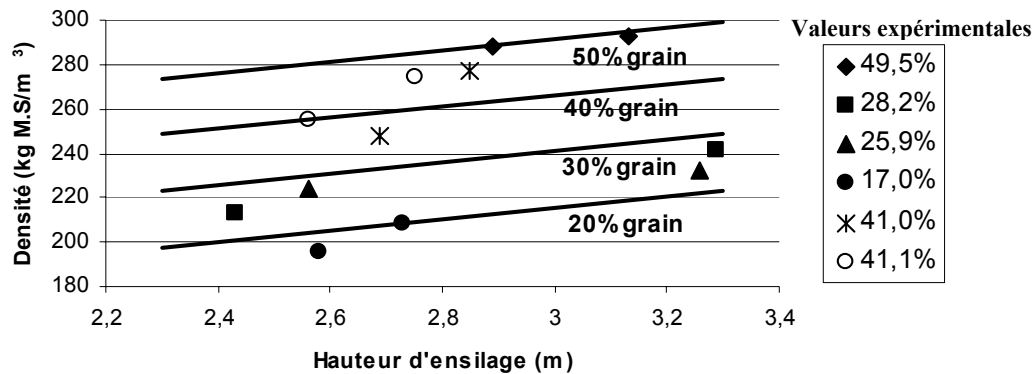
### Étude sur la densité de l'ensilage d'herbe et de maïs en silo couloir

De 2003 à 2005, une étude sur le profil de densité d'ensilages de maïs et d'herbe dans les silos couloir a été menée sur neuf fermes laitières commerciales, quatre dans la région de Nicolet, quatre dans la région de Chaudière-Appalaches et une dans la région de Lotbinière (total de 13 silos couloir, sept pour l'herbe et six pour le maïs).

Lors du remplissage des silos, plusieurs facteurs ont été mesurés : la masse des tracteurs de compactage, la masse des wagons, les dimensions et la pression des pneus, le temps de compactage et d'étalement, le taux de récolte et les caractéristiques des plantes (longueur de hachage, teneur en eau et pourcentage de grain). Les fermes ont ensuite été visitées deux fois chacune lors de la reprise hivernale. L'ensilage était échantillonné sur la face de reprise selon une grille de 24 trous : trois lignes verticales près d'un mur et trois lignes verticales près du centre, avec quatre hauteurs échantillonnées (à 0,5 m du plancher, à 0,5 m du sommet et à deux autres points intermédiaires). Deux échantillons étaient pris par trou, l'un en surface de 0 à 180 mm de la face, l'autre en profondeur de 180 à 360 mm de la face. Les 48 échantillons étaient prélevés avec une tarière manuelle ou au gaz de 73 mm de diamètre.

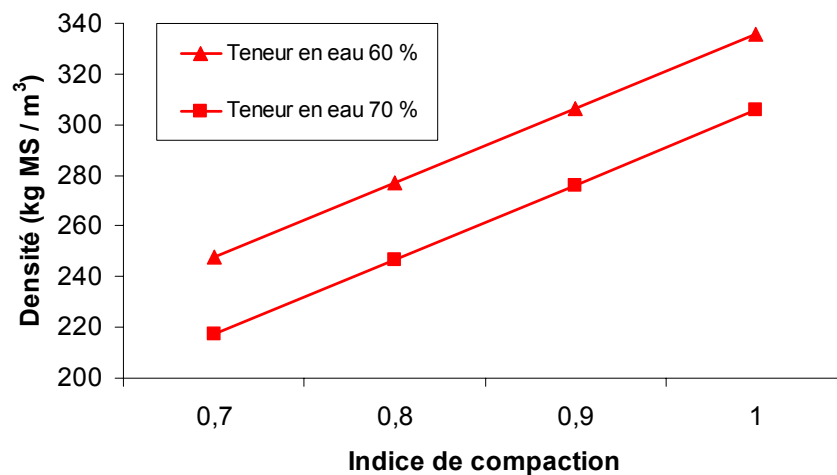
Sur un total de 552 échantillons de maïs ensilage et 591 échantillons d'herbe, la densité a varié de 115 à 361 kg MS/m<sup>3</sup>, avec une moyenne de 234 kg MS/m<sup>3</sup> pour le maïs et de 61 à 470 kg MS/m<sup>3</sup>, avec une moyenne de 241 kg MS/m<sup>3</sup> pour l'herbe. Les échantillons prélevés en profondeur étaient toujours plus denses que les échantillons en surface, de 9% en moyenne pour le maïs et de 15% pour l'herbe. La densité en profondeur était considérée plus représentative de la masse entreposée que la densité en surface à cause des perturbations dues à la reprise. En tenant compte seulement des échantillons en profondeur, on a observé que la densité de l'ensilage près du sommet était toujours moins grande que la densité près du plancher, de 23% et 58% en moyenne respectivement pour le maïs et l'herbe. De plus, les échantillons au centre étaient généralement plus denses que les échantillons près du mur, de 7% en moyenne pour le maïs et de 9% pour l'ensilage d'herbe. On a analysé la densité moyenne de chaque silo à chaque date de suivi par rapport à cinq facteurs : un facteur de compactage proportionnel à la masse du tracteur et inversement proportionnel au taux de récolte, la hauteur de l'ensilage, la teneur en eau, la longueur de hachage et le pourcentage de grain. Pour le maïs, seulement deux facteurs, le pourcentage de grain et la hauteur de l'ensilage,

représentaient très bien ( $R^2 = 0,945$ ) la variation de densité moyenne. Les plages expérimentales étaient entre 196 et 293 kg MS/m<sup>3</sup> pour la densité moyenne, entre 17 et 50% pour le pourcentage de grain et entre 2,4 et 3,3 m pour la hauteur d'ensilage. La figure 1 illustre la variation expérimentale et théorique selon le modèle.



**Figure 1.** Densité d'ensilage selon le pourcentage de grain et la hauteur. Les points sont une moyenne de 24 échantillons en profondeur pour un pourcentage de grain à la récolte (entre 17 et 49,5%).

Pour l'ensilage d'herbe, les deux facteurs qui ont été retenus suite à l'analyse étaient la teneur en eau (variant de 57,9 % à 74,1 %) et l'indice de compaction (de 0,66 à 1,01  $t_{\text{tracteur}}/t_{\text{herbe-MS/h}}$ ). La figure 2 permet de prédire la densité moyenne compactée ( $R^2 = 0,916$ ) selon la teneur en eau et l'indice de compaction dans la plage de 206 à 354 kg MS/m<sup>3</sup>.



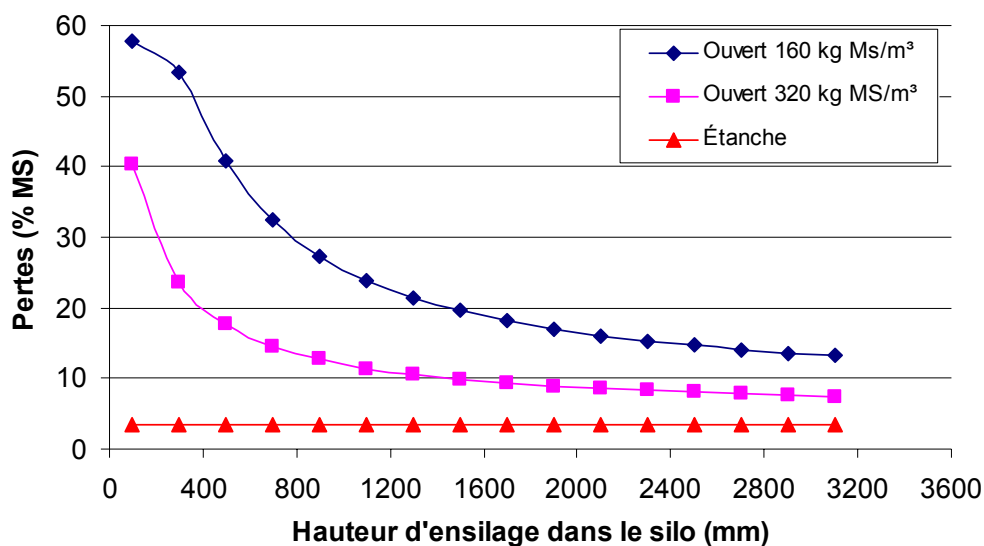
**Figure 2.** Prédiction de la densité moyenne de l'ensilage d'herbe dans les silos couloir en fonction de l'indice de compaction ( $I = m_T / Q_r$ ,  $I$  est l'indice de compaction [ $t_{\text{tracteur}} / (t_{\text{herbe MS/h}})$ ],  $m_T$  est la masse du tracteur ( $t_{\text{tracteur}}$ ) et  $Q_r$  est le taux de récolte ( $t_{\text{herbe MS/h}}$ ).

### Étude sur les pertes en minis silos

En octobre 2004 à l'IRDA de Deschambault, une autre étude a été menée pour quantifier l'effet de la couverture, la densité, la profondeur et le temps sur les pertes de matière sèche (MS) de l'ensilage de

maïs dans un silo couloir. Cinquante-quatre mini-silos avec un diamètre intérieur de 100 mm et une hauteur de 660 mm ont été remplis en trois segments de 200 mm chacun avec du maïs fourrager haché à une longueur de coupe théorique de 9 mm. Trois facteurs ont été considérés : la densité à trois niveaux (160, 240 et 320 kg MS/m<sup>3</sup>), le temps de reprise à trois moments (après un mois, deux mois et six mois) et la couverture selon deux options (silo fermé avec un couvercle en PVC vissé ou silo ouvert à l'air).

L'analyse des pertes avec couverture étanche a démontré qu'il n'y avait pas de différence significative selon les trois autres facteurs (densité, profondeur du segment et période d'entreposage). Ainsi dans un silo très étanche, les pertes sont relativement faibles (0-3% dans le premiers 600 mm) et peu influencées par le niveau de densité, la profondeur ou même le temps d'entreposage, du moins jusqu'à six mois. Dans un silo sans aucune couverture, les pertes étaient très élevées et atteignant dans certains cas environ 60% près de la surface après six mois. Un modèle de prédiction des pertes a été développé et utilisé pour simuler les pertes en silos couloir en fonction de la profondeur. La figure 3 montre que les pertes moyennes dans un silo couloir étanche sont d'environ 3% après six mois d'entreposage, indépendamment de la densité entre 160 et 320 kg MS/m<sup>3</sup>. Si le silo est ouvert, alors les pertes sont très élevées et plus variables selon la densité et la profondeur totale du silo. Par exemple, pour un silo de 1,5 m de profondeur, les pertes sont de 10% dans un silo très dense (320 kg MS/m<sup>3</sup>) et 20% dans un silo peu dense (160 kg MS/m<sup>3</sup>). De cette expérience, on doit d'abord retenir qu'il est très important de recouvrir rapidement et de façon étanche l'ensilage. Une densité élevée est utile pour accroître la capacité du silo mais elle n'empêche pas des pertes importantes si le silo est mal scellé.



**Figure 3.** Pertes (% de MS) en fonction de la hauteur d'ensilage après 6 mois d'entreposage.

### Recommandations pour la régie de confection des silos couloir

Voici les principales recommandations pour la régie des silos couloir tirées d'un site de références sur les fourrages de l'Université du Wisconsin (<http://www.uwex.edu/ces/crops/>):

- Récolter au bon stade et à la bonne teneur en eau (60 à 70 %).
- Longueur de hachage de 9 mm (3/8") ou 13 à 19 mm (1/2 à 3/4") avec des rouleaux broyeur pour le maïs.

- Remplir le silo rapidement (en 3 jours).
- Remplir le silo selon la technique de la pente progressive avec des couches d'au plus 150 mm (6'') d'épaisseur.
- Couvrir le silo le plus rapidement possible ou à mesure avec une toile d'épaisseur de 150 microns (6 mils ou 0,006'').
- Reprendre l'ensilage à un rythme minimal de 150 mm (6'') par jour en été.
- Découvrir le silo pour l'équivalent d'un maximum de 3 jours de reprise.

La section suivante présente des recommandations recueillies lors des suivis chez les producteurs québécois:

- Bien répartir les pesées rajoutées sur le tracteur, rajouter du calcium aux 4 roues.
- Élargir les roues avant du tracteur plus que celles d'en arrière.
- Décharger le plus près possible du silo, réduire les opérations de manutention.
- Couler une dalle suffisamment grande et éviter les chemins d'accès boueux.
- Laisser un jeu à la toile pour qu'elle reste en contact avec la masse d'ensilage lorsque celle-ci s'abaisse.
- Utiliser une toile blanche au lieu d'une toile noire.

Finalement, l'étude a montré que pour le maïs ensilage, le pourcentage de grain était le facteur le plus important pour augmenter la densité. L'étude sur l'ensilage d'herbe a montré que les deux facteurs importants pour augmenter la densité étaient l'indice de compaction et la teneur en eau. L'indice de compaction pourrait être augmenté en augmentant la masse du tracteur de compaction, en minimisant les temps d'arrêt du tracteur de compactage et évitant un taux de récolte disproportionné par rapport aux tracteurs de compactage disponibles. Si on veut conserver une densité élevée sur la face, il faut reprendre l'ensilage avec un minimum de perturbations et maintenir une face lisse surtout en été. Pour obtenir une densité plus uniforme entre les murs et le centre du silo, l'opérateur du tracteur devrait rouler fréquemment près des murs. Pour accroître la densité près du sommet, l'opérateur devrait continuer à compacter quelques heures supplémentaires après la fin de la récolte. Finalement, il est très important que la couverture soit présente et la plus étanche possible sur le silo puisque les pertes sont fortement influencées par ce paramètre.

# **Marchés, production et commercialisation du foin en 2006 et en 2016**

**Philippe Savoie, ingénieur & agronome, Ph.D**  
Agriculture et Agroalimentaire Canada

## **Colloque INPACQ – Plantes fourragères**

Mardi le 21 février 2006  
Place 4213 inc., Victoriaville

## MARCHÉS, PRODUCTION ET COMMERCIALISATION DU FOIN

**Philippe Savoie, agr., ing., Ph.D.**

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, 2560 boul. Hochelaga, Sainte-Foy (Québec) G1V 2J3

### Introduction

Existe-t-il des marchés pour le foin de commerce? Le Québec peut-il produire du foin pour ces marchés? Le texte qui suit essaiera de répondre à ces questions. Tour à tour, on abordera les marchés actuels et prévisibles au cours des dix prochaines années, les technologies disponibles pour produire un foin de qualité et certains aspects reliés à la commercialisation, en particulier s'il est préférable de la faire soi-même, en coopérative ou par l'intermédiaire d'un courtier.

### Marchés pour le foin

Les deux principales utilisations du foin sont pour l'alimentation de chevaux et des vaches laitières. D'autres marchés existent comme ceux des bovins de boucherie, les chèvres, les moutons, les lapins. De même, des foins de moindre qualité peuvent servir de paillis. Toutefois ces autres marchés sont parfois marginaux et offrent souvent des prix plus faibles que les marchés pour les chevaux et les vaches laitières.

Au Canada, le nombre de chevaux est d'environ 900 000 dont 7% au Québec (63 000) et 21% en Ontario (189 000). Aux États-Unis, il y a environ 6 millions de chevaux dont au moins 20% sont sur la côte est, facilement accessible par camion du Québec. Un cheval adulte consomme jusqu'à 10 kg de foin par jour, soit plus de 3 tonnes par année. Plusieurs éleveurs de chevaux produisent leur propre foin, mais la plupart en achètent. En supposant 50% d'achat, le marché annuel est de près de 400 000 tonnes dans l'est du Canada et 1,8 million de tonnes dans l'est des États-Unis.

Selon le Département d'agriculture des États-Unis, le prix payé pour le foin de chevaux en hiver 2004 a varié entre 75 et 280 \$ U.S. la tonne courte à 12% de teneur en eau. Ceci équivaut à entre 118 et 438 \$ CDN la tonne métrique sèche. Les prix les plus élevés sont à l'unité (10 \$ U.S. par balle de 65 lb). Généralement, les producteurs n'ont pas le temps de s'occuper du transport, du dédouanement et de la vente au détail. Une bonne alliance avec un courtier ou un grossiste devrait rapporter à la ferme au moins 150 \$ CDN la tonne métrique sèche. Pour développer ce marché, il faut fournir un produit recherché par les éleveurs : soit de la fléole en petites balles (environ 30 kg), exemptes de poussière et d'un beau vert. Un approvisionnement régulier est essentiel pour maintenir ce marché les années subséquentes.

Au Canada en 2001, il y avait 1,06 million vaches laitières dont 38% au Québec (407 000) et 34% en Ontario (364 000). Quand on inclut les animaux de remplacement, il faut environ 5 tonnes de fourrage par vache par année. Le fourrage provient principalement de l'ensilage, mais environ 20% est encore sous forme de foin sec. Traditionnellement, les fermes laitières produisaient tout leur fourrage. Toutefois, les plus grosses fermes achètent de plus en plus d'ingrédients alimentaires, y compris le foin s'il est disponible à un prix et à une qualité acceptables. Selon le Département d'agriculture des États-Unis, le prix payé pour le foin de vaches laitières en hiver 2004 a varié entre

60 et 165 \$ U.S. la tonne courte à 15% de teneur en eau. Ceci équivaut à entre 97 et 267 \$ CDN la tonne métrique sèche. Un contrat direct avec une grosse ferme laitière devrait rapporter au producteur au moins 140 \$ CDN la tonne métrique sèche.

Le foin pour les éleveurs laitiers peut se récolter en petites balles, en grosses balles ou même en grosses balles enrubannées. Ces dernières seront destinées au marché local tandis que le foin sec peut s'exporter à des fermes plus éloignées. D'ici dix ans, un tiers des vaches laitières dans l'est du Canada pourraient être nourries d'une demi-tonne de foin acheté, soit 125 000 tonnes par année. Près de nous, les états du Vermont, de New York et de la Pennsylvanie (1,3 million de vaches laitières) pourraient être acheteurs de plus de 300 000 tonnes de foin d'ici dix ans à cause d'un plus grand nombre de grosses fermes. Voilà donc une belle opportunité de développement du foin de commerce.

### **Production de foin de commerce**

Pour produire du foin de commerce répondant aux besoins des éleveurs de chevaux et de vaches laitières, il faut choisir des techniques aptes à accroître la proportion de foin d'excellente et de bonne qualité. Au niveau des espèces fourragères, la fléole des prés est préférée pour les chevaux tandis que la luzerne convient très bien pour les vaches laitières. Un foin mélangé bien conservé peut aussi convenir aux deux marchés. Le format désiré est plus souvent la petite balle pour les chevaux et la grosse balle rectangulaire pour les vaches. L'enrubannage est une option à considérer pour les vaches laitières, surtout lorsque la production dépasse 1000 tonnes par année. En effet, il faut s'attendre à ce qu'un tiers de l'herbe fauchée ne puisse pas être récoltée en foin de qualité à cause de la pluie ou du temps trop humide. Il vaut mieux alors enrubanner le foin humide et l'utiliser à la ferme ou le vendre localement à des éleveurs laitiers ou de bovins de boucherie.

Pour accroître la proportion de foin d'excellente qualité, il faut envisager une forme de séchage artificiel. La méthode traditionnelle consiste à placer des balles de foin à faible densité dans le fenil et de les ventiler à l'air ambiant pendant deux à quatre semaines. Cette méthode fonctionne bien pour la consommation à la ferme mais elle est trop lente pour produire des volumes importants de foin. De plus, les balles ainsi séchées sont légères et ne permettent pas de bien charger un camion. Certains séchoirs industriels ont été développés pour sécher des balles denses avec de l'air chauffé. Ils requièrent un investissement élevé et l'utilisation d'énergie généralement de source fossile (gaz naturel, propane). Un type de séchoir peu utilisé au Québec est le séchoir à foin en vrac. L'herbe est hachée grossièrement (150 à 300 mm), déposée dans des cellules profondes (5 à 7 m) et aérée avec de l'air légèrement chauffée de 2 à 4°C pendant 5 à 7 jours. L'air peut être chauffé à l'aide de panneaux solaires le long des murs, donc ce système requiert peu d'énergie de source fossile. Il faut se munir d'une griffe pour manipuler le foin en vrac et une presse à foin stationnaire pour former les balles après le séchage. Ce système est utilisé sur des fermes laitières en France qui nourrissent les vaches uniquement au foin sec. Il mériterait sans doute d'être étudié dans le contexte de production de foin de commerce à la ferme (500 à 1000 t par an) conjointement à la production laitière.

Quand on pense s'équiper de nouvelles machines pour produire le foin de commerce, on doit être prudent face aux coûts d'investissement. On peut dépenser des centaines de milliers de dollars pour des nouveaux tracteurs, une presse à grosses balles rectangulaires, une enrubanneuse, un séchoir industriel, un entrepôt et autres matériels utiles pour la production de foin de commerce. Il faut donc tenir compte de la capacité financière de l'entreprise et du potentiel de revenus d'une nouvelle production de foin de commerce.

## **Commercialisation du foin**

Les options les plus souvent considérées pour la commercialisation sont de la faire soi-même, de former un regroupement coopératif ou de faire affaire avec un courtier. La commercialisation par le producteur lui-même permet de retenir tous les revenus associés à la mise en marché. Cela peut avoir du sens quand le foin est vendu sur un marché local, à faible distance du lieu de production. Le producteur devra s'occuper personnellement de contacter les clients, assurer la livraison au bon moment, faire la facturation et la perception des paiements. Lorsqu'on veut exporter vers les États-Unis, la vente directe peut devenir un casse-tête. Le producteur doit alors compléter les documents de douanes et s'assurer d'être conforme aux règles d'importation américaines qui ont changé considérablement depuis quelques années. À moins de transiger des volumes importants, le producteur trouvera qu'il passe beaucoup de temps à ces aspects administratifs par rapport au bénéfice qu'il peut en tirer.

Une deuxième approche est la coopérative de vente de foin. Celle-ci permet de regrouper des volumes plus importants venant de plusieurs producteurs. On peut alors diversifier les marchés et les clients. L'approche coopérative requiert d'établir un système équitable de prix versés aux producteurs. Il faut aussi prévoir un partage des risques, des charges d'investissements et éventuellement des profits.

Une troisième approche consiste à confier le foin à un courtier, un commerçant ou un camionneur qui prend la livraison du foin à la ferme et s'occupe du reste. Le producteur est payé directement au chargement et il n'a pas à s'occuper du transport, de la vente au client, du dédouanement et d'autres aspects administratifs. C'est le système le plus simple, mais le producteur renonce à une partie des profits au bénéfice du courtier. Il faut donc établir un bon lien de confiance entre le producteur et le courtier afin que chacun y trouve sa juste part.

Le Québec peut-il produire plus de foin pour le commerce? Au niveau provincial, la production fourragère était d'environ 4,5 millions de tonnes (matière sèche) d'herbages sur 890 000 hectares en 1990. En 2003, la production n'était plus que de 4 millions de tonnes sur 750 000 hectares. À cause de la stabilité du cheptel et de légères augmentations de rendement, on s'attend à une autre décroissance de l'ordre de 60 000 ha d'ici 2016 si on ne développe pas de nouveaux débouchés pour les fourrages. Certaines superficies fourragères libérées pourraient être converties en d'autres cultures comme les céréales et le maïs. Dans plusieurs régions, les fourrages demeurent la culture la mieux adaptée aux sols, au climat et à l'écologie (rotation, résistance aux maladies, etc.). Il serait donc dommage de ne pas saisir l'opportunité d'y développer le foin de commerce.

## **Conclusions**

Des marchés importants existent ou se développent pour le foin de commerce : près de 2 millions de tonnes pour les chevaux et 400 000 t pour les vaches laitières au Québec et à proximité. Les prix peuvent être intéressants (140 à 150 \$/t MS) à condition de bien contrôler ses coûts de production, en évitant des investissements extravagants. La commercialisation peut être faite de diverses façon : par le producteur lui-même, en coopérative ou par un courtier. Il faut trouver un système qui procure une part équitable pour le producteur. La production du foin de commerce devrait se faire graduellement sur une entreprise, en maîtrisant les techniques et en développant des marchés diversifiés qui offrent des prix intéressants pour le producteur.

## **Foin de commerce : gérer les risques dans un marché ouvert**

**Pierre-Yves Germain, agriculteur  
Ferme Biocénose, Warwick**

### **Colloque INPACQ – Plantes fourragères**

Mardi le 21 février 2006  
Place 4213 inc., Victoriaville

## FOIN DE COMMERCE : GERER LES RISQUES DANS UN MARCHÉ OUVERT

**Pierre-Yves Germain**

Ferme Biocénose inc., Warwick (fermebiocenose.com)

Le 21 février 2006, lors du Colloque INPACQ – Plantes fourragères, sera présentée une conférence sur le foin de commerce et la gestion des risques intrinsèques d'un marché ouvert. La gestion des risques demande une vision périphérique de plusieurs éléments distincts et qui doivent être pris en considération lors du commerce du foin. Ces composantes peuvent être le marché, la technique de production, la mise en marché, les perspectives d'avenir et les différents enjeux. Mais tout d'abord, en me basant sur ma propre expérience, je vais vous faire le portrait de mon entreprise.

### **Présentation de la ferme Biocénose : bref profil de l'entreprise**

« Biocénose », terme signifiant l'équilibre et l'harmonie scientifique parfaite entre les végétaux et les animaux, permet de bien situer à la fois les valeurs de notre entreprise mais aussi sa vision et sa raison d'être. En effet, aujourd'hui à sa troisième génération, la Ferme Biocénose exploite la production porcine et les céréales mais surtout le foin de commerce, sur une superficie de 900 acres (une spécialisation depuis 1997). Cette superficie permet de produire annuellement plus de 2 000 tonnes de foin sec, vendues à travers un réseau qui va des États-Unis à un peu partout au Québec.

### **Connaître le marché et mise en marché : questions et constats**

Avant d'aborder directement le marché, laissez-moi tout d'abord vous faire part de cette anecdote : Un jour, un conseiller en gestion disait ceci : *Il est toujours risqué d'investir dans une nouvelle production, surtout si celle-ci est déficiente au niveau de son suivi et de son encadrement technique. Refaire les mêmes erreurs que les autres producteurs est certainement une façon d'augmenter ses risques et de ne pas les diminuer. Comment cerner ceux-ci et les éviter?*

La production de foin de commerce est une production qui a ses propres spécificités en termes de productivité et de mise en marché. À l'heure actuelle, il n'y a pas de fédération spécialisée, d'entreprises ou de coopération dans le domaine de la mise en marché pour le foin de commerce. Conséquemment, il est très difficile en tant que producteur de se faire une idée du marché : à quoi il ressemble, comment l'atteindre et quelles sont ses besoins?

À priori, il faut savoir que c'est un marché extrêmement ouvert, c'est-à-dire accessible à tous. Il existe certains principes de bases qui permettent de mieux comprendre le marché, tout en diminuant les risques, ainsi que d'avoir des opportunités d'affaire en contrôlant les divers aspects de sa production. Prenons l'exemple d'un certain format de balle mis sur le marché. Pour des fins de comparaison, il s'agira ici d'une balle de petite dimension (petite balle carrée). Le premier critère exigé d'un acheteur sera un foin sec, d'une longueur de 32 pouces, d'une largeur de 14 pouces et d'une hauteur de 18 pouces ainsi que les normes spécifiques tel que de la couleur verdâtre, sans poussière, dont le poids varie entre 48 et 55 lbs.

La plage d'acheteur est très grande et s'adresse d'abord aux éleveurs de chevaux et potentiellement aux éleveurs de vaches laitières et de toute production animale (boucherie, moutons, etc.).

La première question que l'on doit se poser avant même de produire une balle se situe au niveau des acheteurs : qui sont-ils? Et surtout, quels sont leurs besoins en termes de qualité et de volume, quels prix sont-ils prêts à payer et finalement, quels genre de services s'attendent-ils des producteurs?

Un jour, un professeur d'économie m'a dit ceci : *«Il est impensable pour une manufacture de chaussure de produire une seule paire de chaussure si celle-ci n'est pas vendue au préalable.»* Ce principe s'applique selon moi à tous les secteurs de productions. Pour mieux saisir la mise en marché, laissez moi vous faire part d'une expérience personnelle que la Ferme Biocénose a vécu à ses débuts de sa production de foin de commerce, en 1997. Une sécheresse a sévit cette été-là, le prix du foin a alors pris une envolée. Le foin dans toutes ses déclinaisons (sèches et humides) se vend rapidement et les acheteurs se bousculent aux encans de ferme. Aussitôt, notre entreprise entrevoit l'opportunité d'un débouché pour écouler les surplus de production de foin de balles rondes qui sont produites à la ferme. Nous privilégions tout d'abord le format suivant : balle ronde sec. Un an plus tard, en 1998, la production atteint 3 000 balles, d'une qualité variant de moyenne à passable. Malgré le fait que cette année fut remarquable au niveau du foin de commerce, au printemps 1999, aucune balle ronde ne s'est vendue et les pertes d'argent ont été importantes mais notre faiblesse a été que nous n'avions pas fait d'étude de marché. Cette expérience est suffisante pour vous démontrer les éléments de risques que peuvent représenter ce type d'entreprise, au niveau de l'aspect très aléatoire de son marché.

### **Technique : production et entreposage**

Connaître la capacité de sa machinerie, utiliser les indices d'assèchement, bien évaluer l'humidité du foin et sa mise en balle, utiliser des additifs selon la charte, l'entreposage et l'accessibilité du foin pour les transporteurs été comme hiver, transférer un certain risque d'entreposage chez les acheteurs, voilà quelques-uns des éléments dont on doit absolument tenir compte lorsque l'on parle de foin de commerce.

La température est aussi un élément essentiel à prendre en considération, une variable qui nous oblige toujours à bouleverser nos plans de départ. Les opérations dues à la récolte de foin doivent être très bien maîtrisées. Il n'y a pas de place à l'improvisation, il n'y a que de la place pour des changements de plan : plan A, plan B, plan C. Un général de l'armée disait *«qu'il valait mieux un mauvais plan que pas de plan du tout, car le mauvais plan pouvait au moins être amélioré.»*

Pour bien maîtriser les opérations, il faut notamment connaître la capacité de sa machinerie afin de correspondre adéquatement aux variables du temps ainsi que de bien contrôler l'utilisation d'indices d'assèchement, comme outil indispensable pour prévoir le temps de séchage dans les champs. Il faut obligatoirement l'équipement suivant : le testeur d'humidité qui permet de mesurer l'humidité du foin avant la mise en balle. Ce testeur doit être le plus précis possible. De plus, il faut mettre des additifs dans le foin afin d'améliorer sa conservation et l'appliquer en tenant compte de sa charte et sans réserve si l'humidité dépasse le 15 %.

### **Techniques de mise en marché : identification et moyens**

Tout d'abord, si nous ne possédons pas d'aptitudes particulières pour la mise en marché, il vaut alors peut-être mieux s'abstenir de la faire et même éliminer l'idée de se lancer dans une telle production. Par contre, il existe de très bons commerçants de foin que l'on peut facilement identifier, notamment dans la *Terre de chez nous* ou par le bouche à oreilles des gens qui font déjà du foin de commerce.

En outre, ces gens se déplacent seulement si vous possédez déjà le foin dans votre grange. Ce sont aussi de très bons négociateurs et ils connaissent par conséquent leurs propres besoins en termes de qualité et de formats. Nécessaires à la mise en marché, ce sont de bons intermédiaires entre le producteur et les éleveurs de chevaux ou autre production avec qui il faut savoir négocier en connaissant leurs besoins et comment les satisfaire.

Pour ce faire, il y a un outil à privilégier, c'est celui de connaître ses propres coûts de production. Monsieur Péladeau, homme d'affaire bien connu, disait qu'il est très facile de faire de l'argent, si on connaît le coût d'achat d'un produit que l'on vend ensuite plus cher afin de faire des bénéfices. Il faut donc connaître ses coûts de productions et chiffrer les risques inhérents à cette production, telles que l'évaluation de la perte aux champs et la perte due à la mauvaise qualité de l'entreposage. Il coûte toujours plus cher de produire de la mauvaise qualité car il faut souvent payer pour s'en débarrasser. Conséquemment, il vaut mieux éviter, le plus possible, de produire une qualité médiocre car cela engendre une augmentation de coût qui s'englobe à votre production de bonne qualité.

La mesure privilégiée dans le commerce du foin est une mesure de volume en terme de tonne anglaise. Mesure standard, elle permet de normaliser le coût de production. Lorsque ses coûts sont connus, on peut savoir dans quelle mesure on peut faire concurrence et quelles en sont nos avantages. Par exemple, la distance est un élément à ne pas négliger, car il couvre entre 30 et 40 % du coût direct chez l'acheteur de foin. Il faut donc en tenir compte lorsque l'on souhaite faire sa propre mise en marché.

Il existe deux variables que vous devez bien identifier sur les aspects économiques. Tout d'abord, par exemple, vous avez dans votre entrepôt un foin de belle qualité, qui se manifeste notamment par sa couleur et du fait qu'il est sans poussière. Par contre, son poids varie entre 32 et 35 lbs. Automatiquement, il devient moins intéressant pour les acheteurs potentiels qui couvrent une grande distance. En effet, on considère que le foin d'une van de 48 pieds doit peser au moins 16 à 17 tonnes alors qu'une van de 53 pieds jouera entre 18 et 20 tonnes. Un foin d'un tel poids (32 à 35 lbs) aura une pesée qui jouera de 12 à 13 tonnes. Le prix du transport, qui est réparti sur l'ensemble des tonnages, augmente nécessairement le coût de production. La densité du foin est donc une des données les plus importantes à ne pas négliger dans les coûts de production de la mise en marché.

De plus, il faut aussi vérifier certaines pratiques agricoles dans les coûts de production. Plus spécifiquement, il est parfois plus avantageux de ne faire qu'une seule coupe de foin au lieu de deux. Si les rendements de la première permettent la production de la deuxième, la troisième devient inutile. Il faut donc absolument vérifier la rentabilité de faire chaque coupe de foin. Par exemple, nous avons souvent remarqué qu'une troisième coupe prédispose à une baisse de la première coupe de foin pour la prochaine saison. En effet, ce que vous récoltez dans la troisième coupe se perd nécessairement dans la première coupe suivante. De plus, si vous laissez pousser votre troisième coupe, il se produit alors un couvert qui permet de diminuer les risques de gelées. Bien évaluer une telle décision permet conséquemment d'améliorer les coûts de production.

### **Perspectives d'avenir**

Selon moi, l'enjeu des prochaines années sera l'eau. Discutée déjà dans les médias, cet élément vital devient de plus en plus un produit commercialisé. Le foin en demande beaucoup et le foin de graminée plus particulièrement, ce qui place nos besoins en eau dans une grande échelle de demande et dans une position délicate face à l'environnement. Certaines fois la deuxième récolte de foin, tel

que l'on observe dans le foin de mil qui est très en demande chez les éleveurs de chevaux, peut s'avérer un mauvais choix car ce type de foin a tendance à subir un manque d'eau. C'est donc un élément à ne pas négliger et qui deviendra dans l'avenir un enjeu important, particulièrement en Amérique du Nord.

## **Enjeux**

Le plus grand défi de cette production est de répondre à nos marchés naturels que sont le Québec et la côte est américaine, qui entre en compétition avec la distance à parcourir. Le nord-est des États-Unis et l'extrême sud sont un marché disponible. Par contre, nos voisins de l'Ontario et l'Ouest Canadien essaient de se l'approprier. Il faudra développer une mise en marché pour les acheteurs de grande quantité tel que de dix mille tonnes et plus afin d'être en mesure de répondre à ce marché-là. Il faudra alors peut-être à court terme se doter de moyens d'organisation afin de regrouper l'offre. Il m'est arrivé à quelques reprises d'être sollicité afin de combler des demandes de dix mille tonnes et plus. Il est évident que seul je ne peux répondre à une telle requête. Si nous étions capables de répondre à une telle demande, nous pourrions prendre une position qui nous permettrait de remettre en culture des terres qui ne peuvent produire autre chose que du foin.

Je terminerai en soulignant qu'il y aura de grands développements à faire afin de mieux développer ce commerce, tels que des centres de tri et la création d'organisations structurées dans la mise en marché pouvant répondre à de grandes demandes. Les enjeux sont énormes face à la production de foin et il faut donner des outils adéquats aux producteurs afin de les aider à se développer. Il faudra aussi utiliser cette production pour répondre aux enjeux environnementaux. La production de foin en rotation avec une légumineuse et une céréale répond à cette dimension. Le foin peut être considéré comme un puits de carbone. Le foin de commerce semble alors être une belle occasion de crédit de carbone. Finalement, beaucoup d'enjeux sont présents et il est grand temps que les décideurs et les producteurs du Québec mettent en commun leurs expertises propres afin de développer plus avant cette production.

Merci et bon colloque!

# **Un nouvel indice de la qualité des fourrages basé sur la digestibilité de la fibre**

**Gaëtan Tremblay, Ph.D.**  
Agriculture et Agroalimentaire Canada

## **Colloque INPACQ – Plantes fourragères**

Mardi le 21 février 2006  
Place 4213 inc., Victoriaville

## UN NOUVEL INDICE DE LA QUALITÉ DES FOURRAGES BASÉ SUR LA DIGESTIBILITÉ DE LA FIBRE

**Gaëtan Tremblay, Ph.D.**

Chercheur en valeur nutritive des aliments pour ruminants,  
Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sainte-Foy, QC.

La valeur alimentaire relative est un indice utilisé pour classer divers lots de fourrages et il est basé sur les concentrations en fibres insolubles dans un détergent acide (ADF) et celles insolubles dans un détergent neutre (NDF). En utilisant des équations empiriques, la digestibilité et la valeur énergétique d'un fourrage est estimé à partir de sa concentration en ADF alors que la consommation est calculée à partir de sa concentration en NDF. Depuis la publication du guide des « *Besoins nutritifs des bovins laitiers* » (NRC, 2001), l'énergie des aliments est maintenant estimée en additionnant les fractions organiques digestibles de l'aliment et la digestibilité des fibres NDF est le facteur qui influence le plus la valeur énergétique des fourrages. Un nouvel indice basé sur la digestibilité de la fibre NDF a donc été développé; c'est l'indice de qualité relative du fourrage.

### LA VALEUR ALIMENTAIRE RELATIVE (VAR)

Lors de la commercialisation des fourrages et afin de comparer rapidement plusieurs fourrages entre eux, on peut calculer leur valeur alimentaire relative (*Relative Feed Value* ou *RFV* en anglais). La VAR est un indice combinant la digestibilité et la consommation volontaire des fourrages (Rohweder *et al.*, 1978). Elle est calculée comme suit :

$$\text{VAR} = (\text{DMS} \times \text{CMS}) / 1,29$$

où la digestibilité de la matière sèche (DMS, % MS) est calculée à partir de la concentration en fibres ADF (% MS) du fourrage :

$$\text{DMS} = 88,9 - (0,779 \times \text{ADF})$$

et la consommation de matière sèche (CMS, kg MS/100 kg de poids vif/jour) est calculée à partir de la concentration en fibres NDF (% MS) :

$$\text{CMS} = 120 / \text{NDF}.$$

Lors de l'établissement de la formule de calcul de la VAR, la constance de 1,29 a été fixée afin qu'un fourrage de luzerne récolté à pleine floraison et ayant une concentration en fibres ADF de 41 % et en fibres NDF de 53 % ait un indice de 100. La digestibilité de ce foin de luzerne est en effet estimée à 57 % [ $88,9 - (0,779 \times 41)$ ] alors que sa consommation est estimée à 2,26 kg MS/100 kg de poids vif/jour ( $120 / 53$ ) de sorte que son indice de valeur alimentaire relative est de 100 [ $(57 \times 2,26) / 1,29$ ]. Le résultat du calcul de la VAR n'a pas d'unité et il est un indice de la qualité relative des foin et des ensilages de graminées, de légumineuses et de leurs associations. Des fourrages de luzerne d'excellente qualité ont une VAR supérieure à 130, pouvant même atteindre 160. La VAR permet de classer des foin d'une même espèce et de valeur nutritive différente.

Le calcul de la valeur alimentaire relative ne tient pas compte de la concentration en protéines brutes (PB) du fourrage. La concentration en PB doit par contre être considérée lors de l'attribution d'une classe de qualité au fourrage (Tableau 1). D'autres critères d'ordre qualitatif comme la couleur, l'absence de moisissures, de mauvaises herbes et de corps étrangers sont aussi recherchés.

**Tableau 1.** Classes de qualité basées sur la valeur alimentaire relative d'un fourrage de graminées, de légumineuses ou de leurs associations

Classe <sup>1</sup>	PB	ADF	NDF	DMS <sup>2</sup>	CMS <sup>3</sup>	VAR <sup>4</sup>
	(% de la MS)				(kg MS/100 kg de poids vif/jour )	
Excellent	> 19	< 31	< 40	> 65	> 3,0	> 151
1	17-19	31-35	40-46	62-65	2,6-3,0	125-151
2	14-16	36-40	47-53	58-61	2,3-2,5	103-124
3	11-13	41-42	54-60	56-57	2,0-2,2	87-102
4	8-10	43-45	61-65	53-55	1,8-1,9	75-86
5	< 8	> 45	> 65	< 53	< 1,8	< 75

<sup>1</sup>Standard assigné par « *The Hay Marketing Task Force of the American Forage and Grassland Council* »

<sup>2</sup>DMS : digestibilité de la MS =  $88,9 - (0,779 \times \text{ADF})$

<sup>3</sup>CMS : consommation de MS =  $120/\text{NDF}$

<sup>4</sup>VAR : valeur alimentaire relative =  $(\text{DMS} \times \text{CMS})/1,29$

Source : Baylor, 1991

### ESTIMATION DE L'ÉNERGIE BASÉE SUR LA DIGESTIBILITÉ DE LA FIBRE

L'idée de créer un nouvel indice a germé suite à la publication de la septième édition du guide des « *Besoins nutritifs des bovins laitiers* » (NRC, 2001) qui a adopté l'approche dite « sommative » pour évaluer la valeur énergétique des aliments plutôt que d'utiliser la concentration en ADF. Comme son nom l'indique, cette approche consiste à additionner la contribution énergétique de toutes les fractions organiques digestibles de l'aliment, soit les glucides fibreux et non fibreux, les lipides et les protides. Les unités nutritives totales (UNT), à un niveau de consommation d'un animal à la maintenance, sont donc calculées comme suit :

$$\text{UNT (\% MS)} = \text{GNFd} + \text{PBd} + (\text{AGd} \times 2,25) + \text{NDFd} - 7$$

Les glucides non fibreux sont calculés par différence et leur digestibilité est établie à 98%, de sorte que les glucides non fibreux digestibles (GNFd) sont évalués comme suit :

$$\text{GNFd (\% MS)} = 0,98 \times [100 - \text{PB} - (\text{NDF} - \text{PBNDF}) - \text{EE} - \text{cendres}]$$

où PB : protéines brutes (% MS)

PBNDF : protéines brutes liées aux fibres insolubles dans un détergent neutre (% MS)

EE : extrait étheré (% MS)

Les protéines digestibles (PBd) des fourrages sont une fonction des protéines brutes (PB, % MS) et des protéines brutes liées aux fibres ADF (PBADF, % MS) selon l'équation suivante :

$$\text{PBd (\% MS)} = \text{PB} \times e^{(-1,2 \times \text{PBADF} / \text{PB})}$$

Les acides gras sont considérés comme étant 100% digestibles et les acides gras digestibles (AGd) sont estimée par  $(\text{EE} - 1)$ . Si  $\text{EE} < 1$ , la concentration en AGd est alors égale à zéro.

La digestibilité des fibres NDF (DNDF) constitue sans contredit le facteur ayant le plus d'influence sur la valeur énergétique d'un fourrage (Oba et Allen, 2005). La teneur d'un aliment en NDF digestible ( $\text{NDFd} = \text{NDF} \times \text{DNDF}$ ) peut être déterminée à partir des teneurs en NDF, PBNDF et lignine (ADL) par l'équation suivante :

$$\text{NDFd (\% MS)} = 0,75 \times (\text{NDF} - \text{PBNDF} - \text{ADL}) \times [1 - (\text{ADL}/(\text{NDF} - \text{PBNDF}))^{0,667}]$$

Enfin, les UNT sont basées sur la digestibilité apparente; les UNT métaboliques fécales, qui sont en moyenne égales à 7, doivent donc être soustraites de la somme des fractions digestibles.

Le NRC (2001) utilise donc les concentrations en lignine, en fibres NDF, et en PB liées aux fibres NDF afin d'estimer la teneur d'un aliment en NDF digestible. Cette dernière peut aussi être calculée en multipliant la concentration en NDF par la digestibilité du NDF mesurée avec une méthode *in vitro*. La digestibilité de la fibre NDF mesurée *in vitro* est estimée en incubant une quantité connue de fourrage sec, moulu à 1 mm, dans une solution tampon et du liquide ruminal prélevé chez une vache munie d'une fistule au niveau du rumen. Ce mélange est incubé en condition anaérobie, sous atmosphère de CO<sub>2</sub>, à 39 °C pendant 48 heures. L'échantillon est ensuite porté à ébullition dans une solution de détergent neutre pendant une heure. Le résidu non soluble est ensuite séché et pesé. La quantité originale de fibres avant incubation moins la quantité de fibres NDF non digérées après incubation est divisée par la quantité originale de fibres, et le résultat est multiplié par 100 afin d'estimer le pourcentage de digestibilité de la fibre exprimé en pourcentage du NDF. Par exemple, lorsqu'on incube 1 g de MS d'un fourrage dont la concentration en fibres NDF est de 40 % de la MS, la quantité initiale de fibres NDF avant incubation est de 0,40 g. Dans cet exemple, si la quantité de fibres NDF non digérées qui reste à la fin de l'incubation est de 0,17 g, la digestibilité de la fibre NDF de ce fourrage est alors de 58 % du NDF  $[(0,40 - 0,17)/0,40 \times 100]$ . La mesure *in vitro* de la digestibilité de la fibre NDF est plus dispendieuse, plus complexe et plus longue que la prédiction de l'énergie basée sur les concentrations en lignine, en fibres NDF, et en PB liées aux fibres NDF. L'utilisation de la spectroscopie dans le proche infrarouge (*NIRS* en anglais) peut par contre permettre d'estimer rapidement et à moindre coût les valeurs *in vitro* de la digestibilité de la fibre NDF.

La valeur énergétique d'un fourrage est principalement déterminée par la quantité et la digestibilité de ses fibres. La digestibilité est souvent considérée comme étant le meilleur paramètre pour estimer la valeur nutritive du fourrage, puisqu'elle est étroitement reliée à la performance animale. En augmentant la digestibilité du fourrage, on augmente la proportion d'énergie disponible pour l'animal. Les fourrages coupés tôt ont une meilleure digestibilité et fournissent ainsi davantage d'énergie à l'animal; ceci permet donc de diminuer la quantité de grain à distribuer. De plus, une meilleure digestibilité favorise une meilleure consommation. Un jeune fourrage peut être aussi bien consommé qu'un concentré. Pour chaque kilogramme de concentré ajouté à une ration, on observe une diminution de l'ingestion de fourrage qui varie en fonction de sa valeur nutritive; c'est ce qu'on appelle le facteur de substitution. Il n'y a donc pas grand intérêt à donner des quantités trop élevées de concentrés lorsqu'on a des fourrages très digestibles, car on diminue alors la consommation de ces fourrages.

### LA QUALITÉ RELATIVE DU FOURRAGE (QRF)

Dans le calcul de la VAR, la concentration en ADF est utilisée pour estimer l'énergie ou la concentration en MS digestible du fourrage. Or, l'ADF ne tient pas compte du fait que certaines fibres sont plus digestibles que d'autres. Pour remédier à cette lacune, un nouvel indice a été proposé en 2001 suite à la parution de la septième édition du guide des *Besoins nutritifs des bovins laitiers* (NRC, 2001) : l'indice de qualité relative du fourrage (*Relative Forage Quality* ou *RFQ* en anglais). Cet indice est calculé comme suit :

$$\text{QRF} = (\text{UNT} \times \text{CMS}) / 1,23$$

Cette équation est très similaire à celle du calcul de la VAR dans laquelle la digestibilité de la MS (DMS) est remplacée par les unités nutritives totales (UNT, % MS). Tel que mentionné plus haut, le calcul des UNT tient compte de la digestibilité des fibres NDF. De plus, pour le QRF, il y a deux séries de formules de calcul des UNT et de la consommation de MS (CMS, kg MS/100 kg de poids vif/jour), une pour les légumineuses et les associations graminées-légumineuses, et une autre pour les graminées (Undersander et Moore, 2004). Ces diverses formules sont décrites plus bas. Enfin, le facteur de 1,23 corrige l'équation du QRF afin d'avoir une gamme de valeurs semblables à celle de la VAR, de sorte que les classes décrites au tableau 1 peuvent toujours être utilisées. Tout comme la VAR, le QRF ne peut être utilisé pour l'ensilage de maïs.

#### **Dans le cas des légumineuses et des associations graminées-légumineuses :**

$$\text{QRF}_{\text{légumineuses}} = (\text{UNT}_{\text{légumineuses}} \times \text{CMS}_{\text{légumineuses}}) / 1,23$$

$$\text{UNT}_{\text{légumineuses}} = (\text{GNF} \times 0,98) + (\text{PB} \times 0,93) + (\text{AG} \times 0,97 \times 2,25) + (\text{NDFn} \times \text{DNDF}/100) - 7$$

(NRC, 2001)

$$\text{CMS}_{\text{légumineuses}} = (120/\text{NDF}) + [(\text{DNDF} - 45) \times 0,374/1350 \times 100]$$

(Mertens, 1987; Oba et Allen, 1999)

où GNF : glucides non fibreux (% MS) = 100 - (NDFn + PB + EE + cendres)

PB : protéines brutes (% MS)

AG : acides gras (% MS) = extrait étheré (% MS) - 1

NDF : fibres insolubles dans un détergent neutre (% MS)

NDFn : NDF sans azote = NDF - PBNDF, ou estimé par NDFn = NDF  $\times$  0,93

PBNDF : PB liée aux fibres NDF (% MS)

DNDF : digestibilité du NDF mesurée après une incubation *in vitro* de 48 h (% du NDF)

Dans l'équation de la CMS<sub>légumineuses</sub>, la valeur de 45 est une moyenne de la digestibilité de la fibre NDF de la luzerne et des associations graminées-luzerne.

#### **Dans le cas des graminées :**

$$\text{QRF}_{\text{graminées}} = (\text{UNT}_{\text{graminées}} \times \text{CMS}_{\text{graminées}}) / 1,23$$

$$\text{UNT}_{\text{graminées}} = (\text{GNF} \times 0,98) + (\text{PB} \times 0,87) + (\text{AG} \times 0,97 \times 2,25) + (\text{NDFn} \times \text{DNDFa}/100) - 10$$

(Moore et Undersander, 2002)

$$\begin{aligned} \text{CMS}_{\text{graminées}} = & -2,318 + (0,442 \times \text{PB}) - (0,01 \times \text{PB}^2) - (0,0638 \times \text{UNT}) + (0,000922 \times \text{UNT}^2) \\ & + (0,18 \times \text{ADF}) - (0,00196 \times \text{ADF}^2) - (0,00529 \times \text{PB} \times \text{ADF}) \end{aligned}$$

(Moore et Kunkle, 1999).

où DNDFa : digestibilité du NDF ajustée pour la relation *in vivo* / *in vitro* (% du NDF)

$$\text{DNDFa} = 22,7 + (0,664 \times \text{DNDF})$$

## **CONCLUSION**

La valeur alimentaire relative est encore utilisée comme indice pour évaluer la valeur alimentaire des fourrages, pour comparer plusieurs lots de fourrages entre eux et pour fixer le prix de vente des fourrages. Cet indice est basé exclusivement sur les concentrations en fibres ADF et NDF. Des échantillons de fourrages ayant des concentrations semblables en fibres ont donc un indice de valeur alimentaire relative identique, et ce, même si la digestibilité de leurs fibres est différente.

L'indice de qualité relative des fourrages est basé sur l'estimation des unités nutritives totales qui tiennent compte de la digestibilité de la fibre et des autres nutriments. Il a donc l'avantage de

permettre de distinguer des fourrages de concentration en fibres similaires mais dont la digestibilité de leurs fibres est différente. Des équations distinctes sont de plus utilisées pour calculer l'indice de qualité relative des graminées et des légumineuses. Ce nouvel indice serait donc plus précis pour estimer la valeur alimentaire des fourrages, prédire les performances animales et, ainsi, la valeur économique des fourrages. Des efforts de normalisation de la mesure de la digestibilité *in vitro* de la fibre NDF (p. ex. temps d'incubation de 30 ou 48 heures, ration standard de la vache donneuse de liquide ruminal) et l'utilisation de la spectroscopie dans le proche infra-rouge pourront permettre de continuer d'améliorer la précision de ce nouvel indice. Le calcul de ce nouvel indice peut paraître un peu compliqué, mais les organismes offrant le services d'analyse d'échantillons de fourrage pourraient vous fournir cet indice au même titre qu'ils offrent présentement le calcul de l'indice de la valeur alimentaire relative.

## RÉFÉRENCES :

- Baylor, J.E. 1991. Hay management in North America. Pages 13-32 *Dans* Field guide for hay and silage management in North America.
- Mertens, D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal of Animal Science* 64: 1548- 1558.
- Moore, J.E. et W.E. Kunkle. 1999. Evaluation of equations for estimating voluntary intake of forages and forage-based diets. *Journal of Animal Science* (Suppl. 1): 204.
- Moore, J.E. et D.J. Undersander. 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. *Dans* Proceedings, 2002 NFTA Workshop. Des Moines, IA, 11 juillet. [En ligne] [http://www.foragetesting.org/proceedings/2002/2002proc\\_moore.pdf](http://www.foragetesting.org/proceedings/2002/2002proc_moore.pdf) [16 janvier 2006].
- National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7<sup>e</sup> édition révisée. National Academy of Sciences. National Academy Press. Washington, DC.
- Oba, M. et M.S. Allen. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 82: 589-596.
- Oba, M. et M.S. Allen. 2005. In vitro digestibility of forages. Pages 81-91 *Dans* Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2 et 3 mai. [En ligne] <http://tristatedairy.osu.edu/proceedings.htm> [16 janvier 2006].
- Rohweder, D.A., R.F. Barnes et N. Jorgensen. 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science* 47: 747-759.
- Tremblay, Gaëtan, Daniel Lefebvre, Hélène Petit et Carole Lafrenière. 2005. La valeur nutritive des fourrages. Pages 172-190 dans G. Bélanger, L. Couture et G. Tremblay (éditeurs scientifiques), Les plantes fourragères. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ).
- Undersander, D.J. et J.E. Moore. 2002. Relative Forage Quality (RFQ). Indexing legumes and grasses for forage quality. University of Wisconsin – Extension. Cooperative extension. [En ligne] <http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/rfq.htm> [16 janvier 2006].
- Undersander, D. et J. E. Moore. 2004. Relative forage quality (RFQ) – Indexing legumes and grasses for forage quality. *Dans* Compte-rendu du National Alfalfa Symposium, 13-15 décembre, San Diego, CA. [En ligne] [http://ucanr.org/alf\\_symp/2004/04-193.pdf](http://ucanr.org/alf_symp/2004/04-193.pdf) [16 janvier 2006].

## **Foin pour vaches taries, une solution québécoise**

**Guy Allard, agronome et professeur, Ph.D.**  
Université Laval

### **Colloque INPACQ – Plantes fourragères**

Mardi le 21 février 2006  
Place 4213 inc., Victoriaville

## FOIN POUR VACHES TARIES, UNE SOLUTION QUÉBÉCOISE!

**Guy Allard, agr. et Doris Pellerin, agr.**

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation (FSAA), Université Laval

### INTRODUCTION

L'hypocalcémie est un problème majeur en production laitière qui affecte principalement les vaches en début de lactation. Lorsque l'hypocalcémie est sévère, elle peut donner lieu à la forme clinique de la maladie qui se nomme fièvre vitulaire ou fièvre de lait. Selon Lefebvre et coll. (1999), elle affecterait jusqu'à 6% des vaches laitières. Au niveau sous clinique, c'est-à-dire lorsque les symptômes sont non apparents, l'hypocalcémie est beaucoup plus fréquente et près des deux tiers des vaches multipares en début de lactation seraient affectées (Lefebvre et coll., 1999). Les vaches affectées deviennent prédisposées à une multitude de problèmes de santé tels que faible appétit, rétention placentaire, retournement de caillette, acétonémie, diminution rapide de l'état de chair et faible taux de conception. Ces problèmes entraînent une baisse de production et une augmentation des coûts de production. Au Québec, les pertes se chiffrent à plusieurs millions de dollars annuellement.

Pour prévenir l'hypocalcémie, il est recommandé de servir une ration à faible DACA (différence alimentaire cations - anions) durant une période de trois à quatre semaines avant le vêlage. La DACA est calculée en milliÉquivalents par kg de matière sèche (mÉq/kg MS) en utilisant l'équation suivante :  $DACA (mÉq/kg MS) = (Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^{2-})$  (Ender et al., 1971). La DACA cible de la ration est d'environ -50 mÉq/kg MS (Goff et Horst, 2003).

Ce texte rapporte les résultats d'un projet de recherche qui visait à produire et à utiliser un foin à faible DACA qui est adapté aux besoins spécifiques des vaches taries afin de réduire les risques d'hypocalcémie après le vêlage.

### PRODUCTION D'UN FOURRAGE POUR VACHES TARIES

L'objectif était de produire un fourrage avec la plus faible DACA possible. Plusieurs aspects ont été considérés pour produire un tel fourrage. Parmi ceux-ci, on retrouvait l'espèce fourragère et les cultivars, le numéro de coupe (première ou deuxième), le stade de développement de la plante à la récolte et les fertilisations azotée et chlorée. Les résultats concernant les espèces et les coupes sont présentées au tableau 1. Les résultats concernant les autres aspects de régie sont synthétisés ici.

À la lumière de nos résultats, il apparaît tout à fait possible de produire un foin pour vaches taries au Québec.

- La fléole des prés est l'espèce fourragère à utiliser. Il n'est pas nécessaire d'avoir un champ contenant uniquement de la fléole, cependant plus la proportion de fléole sera importante, meilleures seront les chances d'atteindre le but visé. Il faut surtout éviter d'utiliser des associations d'espèces incluant du dactyle.
- Le cultivar importe peu et celui ou ceux utilisés sur la ferme présentement feront très bien l'affaire.
- Les différences de DACA entre la première et la deuxième coupe ne sont pas suffisantes pour favoriser une coupe plutôt qu'une autre. Toutefois, considérant le faible regain de la fléole, mieux vaut récolter la première coupe pour faire du foin pour vaches taries en quantité suffisante.

- Retarder la coupe permet de récolter un fourrage avec une DACA légèrement plus faible mais comme la valeur nutritive et l'appétence du fourrage de fléole diminue rapidement après le stade début épiaison, il vaudrait mieux récolter à la mi-épiaison au plus tard.
- La fertilisation azotée est importante pour assurer un bon rendement et une concentration en protéines brutes adéquate et cette fertilisation n'affecte pas la DACA.
- Les teneurs en K des sols affectent la DACA des plantes. Ainsi, il est préférable de choisir un champ dont la teneur en K du sol est de moyenne à faible, soit inférieure à 150 kg K/ha.
- Lorsque la fléole est produite sur des sols dont la teneur en K est moyenne ou faible, une fertilisation chlorée à une dose annuelle de 160 kg Cl/ha (100 kg au printemps et 60 kg après la 1<sup>ère</sup> coupe) est suffisante pour permettre de réduire la DACA du foin à des valeurs inférieures à 50 mEq/kg MS.

Tableau 1. Différence alimentaire cations - anions (DACA), concentrations en minéraux et rendements de cinq graminées fourragères récoltées en première et deuxième coupes (moyennes pour 2002 et 2003 à trois sites)

	DACA (mEq/kg MS)	Na % MS	K	Cl	S	Rendement (t MS/ha)
<i>Première coupe</i>						
Dactyle pelotonné	656a*	0,005a	3,76a	0,51a	0,25ab	2,56c
Brome des prés	540b	0,003ab	3,26b	0,50a	0,24ab	3,23bc
Fétuque élevée	510b	0,004a	3,29b	0,53a	0,28a	3,21bc
Brome inerme	490b	0,002ab	3,03b	0,49a	0,23ab	3,78ab
Fléole des prés	384c	0,002b	2,43c	0,40b	0,19b	4,35a
<i>Deuxième coupe</i>						
Dactyle pelotonné	633a	0,004a	3,62a	0,45a	0,25ab	2,43abc
Brome des prés	569ab	0,003a	3,42a	0,51a	0,25ab	2,28bc
Fétuque élevée	496bc	0,002a	3,34a	0,56a	0,29a	2,53ab
Brome inerme	447c	0,002a	2,87b	0,49a	0,23b	3,23a
Fléole des prés	332d	0,002a	2,29c	0,39b	0,22b	1,80c

\* Dans une même colonne, pour une même coupe, les chiffres suivis d'une lettre différente sont significativement différents ( $P < 0,05$ ).

## UTILISATION DE FOURRAGES POUR VACHES TARIÉES

Dans notre expérience, les vaches étaient nourries avec des rations totales mélangées (RTM) à base de foin de fléole. Les densités énergétique ( $EN_L$  : 1,42 Mcal/kg) et protéique (PB : 14,4%) des rations étaient celles habituellement utilisées en période pré-vêlage. Trois traitements ont été comparés : une RTM à base de foin de fléole à DACA élevée (RTM – Foin DACA élevée), une RTM à base de foin de fléole à faible DACA (RTM – Foin DACA faible) et une RTM à base de foin de fléole à DACA élevée à laquelle on a ajouté de l'acide chlorhydrique (HCl) afin de réduire la DACA de la ration (RTM – Foin DACA élevée + HCl) (tableau 2). Les ingrédients des rations étaient tous identiques sauf pour le foin de fléole à DACA élevée ou faible et l'ajout de HCl. Même s'il n'est pas utilisé directement sur les fermes, le HCl est de plus en plus utilisé pour diminuer la DACA des rations en prépartum par l'entremise de suppléments commerciaux qui en contiennent (p. ex. SoyChlor). Le foin de fléole à faible DACA a été produit dans un champ dont la teneur en K du sol était faible, 101 kg K/ha, alors que celui à DACA élevée a été récolté dans un champ dont la teneur en K du sol était riche, 289 kg K/ha. Le champ de fléole à faible DACA a reçu au printemps

une fertilisation de 140 kg Cl/ha sous forme de  $\text{CaCl}_2$ . Les deux champs ont reçu au printemps une fertilisation azotée de 80 kg N/ha. La fléole des deux champs a été récoltée au stade début épiaison.

Tableau 2. Composition chimique des foins une fois conservés et des RTM servies aux vaches

Echantillon	DACA (mEq/kg)	ADF (% MS)	NDF	PB <sup>z</sup>	Ca	Na	K	Cl	S
Fourrage									
Foin DACA élevée	526	35,9	63,2	12,6	0,38	0,004	2,81	0,28	0,19
Foin DACA faible	8	35,9	64,6	13,5	0,49	0,014	2,16	1,48	0,21
Ration									
RTM Foin DACA élevée	296	31,0	57,3	14,3	0,46	0,104	2,31	0,74	0,21
RTM Foin DACA faible	-19	31,2	56,5	15,1	0,50	0,076	1,88	1,38	0,24
RTM Foin DACA él. +HCl	-24	30,0	53,8	14,3	0,44	0,100	2,24	1,77	0,22

<sup>z</sup> PB : protéines brutes.

Par l'ajout de chlore sous forme de HCl dans la RTM, il a été possible d'obtenir une RTM avec une DACA légèrement négative similaire à la RTM constituée de foin ayant une DACA faible. La DACA de la RTM avec le foin à DACA élevée était beaucoup plus élevée, 296 mEq/kg MS. Les valeurs nutritives des rations étaient similaires comme en font foi les valeurs d'ADF, de NDF et de PB (tableau 2).

Par rapport à la RTM à DACA élevée, l'utilisation d'une RTM à DACA faible utilisant un foin négatif en DACA a diminué le pH urinaire au même niveau qu'avec la RTM à DACA faible utilisant du HCl (Tableau 3). Ces niveaux étaient même inférieurs au pH urinaire recommandé par le NRC (2001) qui devrait être entre 6,2 et 6,8. Les vaches n'étant pas en stress calcique comme cela peut se produire lors du vêlage, aucune variation de calcium sanguin n'a été observée entre les traitements. Toutefois, lors de la simulation d'un stress calcique par infusion d'un agent qui chélate le Ca sanguin, les deux RTM à DACA faible ont permis de diminuer de moitié le temps nécessaire aux animaux pour retrouver un niveau de Ca sanguin normal. Aucune variation entre les traitements n'a été observée pour la consommation volontaire de matière sèche (CVMS), ainsi que pour la digestibilité de la matière sèche.

Tableau 3. Résultats pour des vaches nourries avec des RTM à base de foin de fléole avec des DACA différentes

	RTM – Foin DACA élevée	RTM – Foin DACA faible	RTM – Foin DACA élevée + HCl	Diff. <sup>z</sup> Foin	Diff. faible DACA
DACA ration (mEq/kg MS)	296	-24	-19	<0,01	N.S.
pH urinaire	8,21	5,89	5,78	<0,01	N.S.
Ca ionique sanguin (mg/dL)	5,05	5,15	5,25	N.S.	N.S.
Récupération stress calcique (min)	703	343	340	<0,01	N.S.
CVMS (kg/jour)	12,0	11,5	9,8	N.S.	N.S.
Digestibilité Matière sèche	72	71	72	N.S.	N.S.

<sup>z</sup> Niveau de probabilité ; Diff. Foin = Différences entre RTM – Foin DACA élevée et RTM – Foin DACA faible ; Diff. faible DACA = Différences entre RTM – Foin DACA faible et RTM – Foin DACA élevée + HCl.

N.S.: non significatif à  $P < 0,10$ .

Ainsi, une ration à faible DACA permet à l'animal de récupérer plus rapidement suite à un stress calcique, stress qui se produit en début de lactation suite au vêlage. Le résultat au niveau métabolique est le même et ce, que la réduction de la DACA de la ration soit obtenue en y ajoutant un produit comme le HCl ou en y incorporant un foin à faible DACA. L'introduction de foin de fléole à faible DACA dans la ration des vaches tarées est un moyen efficace pour prévenir les problèmes d'hypocalcémie sous clinique et clinique (fièvre vitulaire) des vaches laitières en début de lactation.

## **PRODUIRE OU ACHETER SON FOURRAGE POUR VACHES TARIÉES**

Puisqu'il est intéressant d'utiliser un fourrage spécifiquement adapté pour les vaches tarées, une des premières questions qui nous vient à l'esprit est : Comment puis-je m'en procurer? Puisque la grande majorité des fermes laitières québécoises produisent leur propre fourrage et qu'on y retrouve presque toujours de la fléole des prés, il est donc envisageable de produire ce type de fourrage sur sa propre ferme.

### **QUANTITÉ DE FOURRAGES À PRODUIRE**

Un exemple de calcul est fourni pour évaluer la superficie nécessaire pour produire un fourrage pour vaches tarées pour un troupeau de 100 vaches. Les rendements annuels de fléole des prés sont estimés à 6,0 t MS/ha.

$$\text{Superficie (ha)} = \frac{21 \text{ jours par année} \times \text{nombre de vaches tarées par année} \times \text{quantité par vache}}{\text{rendement en t MS/ha}}$$

où :

- 21 jours est la période pendant laquelle les vaches en tarissement reçoivent une ration à faible DACA;
- nombre de vaches tarées par année est estimé en prenant en compte l'intervalle vêlage, le taux de réforme et d'autres facteurs; Martin et al. (2000) ont estimé un niveau de tarissement par vache par année de 1,0 donc pour un troupeau de 100 vaches, il y aura 100 tarissements annuellement;
- quantité par vache = quantité de fourrages ingérée par vache par jour = 1,6% du poids au vêlage qui est de 619 kg selon le PATLQ, ce qui donne approximativement 10 kg par vache par jour donc,
- Quantité nécessaire (T) : 21 jours  $\times$  100 vaches tarées  $\times$  10 kg = 21 000 kg ou 21 T
- Superficie nécessaire (ha) avec 6 T fléole /ha : 21 / 6 = 3,5 hectares

Ainsi, un producteur possédant un troupeau de 100 vaches en production pourrait conserver un champ ou une partie de champ de 3,5 ha afin de produire les quelques 21 tonnes de MS fourrages nécessaires pour les vaches tarées de son entreprise. Bien entendu, les fourrages produits devront être entreposés séparément et bien identifiés (p. ex. corde de balle de couleur différente) afin d'assurer leur disponibilité tout au long de l'année. Considérant les petites quantités nécessaires annuellement et même quotidiennement, la production de foin en petites balles rectangulaires présente certains avantages.

## **COÛT DE PRODUCTION D'UN FOURRAGE À FAIBLE DACA**

Qu'en est-il des coûts de production reliés à la production d'un fourrage de fléole des prés à faible DACA? Plusieurs facteurs peuvent entrer en ligne de compte. Toutefois, un calcul rapide peut être réalisé en ne considérant que l'ajout d'un fertilisant chloré.

Avec un coût de 1 000\$ par tonne de  $\text{CaCl}_2$  (achat d'engrais plus épandage) et une fertilisation annuelle de 160 kg de Cl/ha (ou 250 kg de  $\text{CaCl}_2$ /ha dont 150 kg à la 1<sup>ère</sup> coupe et 100 kg à la 2<sup>e</sup> coupe), le coût est de 250\$ par ha. Avec un rendement de 6 T/ha, ceci représente un coût de 41,67 \$ par tonne de fourrage.

## **PRIX RAISONNABLE D'UN FOURRAGE À FAIBLE DACA**

S'il n'est pas possible de produire un fourrage à faible DACA sur la ferme, à quel prix est-il raisonnable de l'acheter? Pour répondre à cette question, nous avons considéré l'économie liée à l'arrêt de l'utilisation d'un produit alternatif pour réduire la DACA de la ration, le Bio-Chlor®. Nous avons considéré que 1,1 kg de Bio-Chlor® (apport recommandé) permettait de diminuer la DACA à un niveau équivalent à celui d'une ration utilisant un fourrage ayant reçu une fertilisation chlorée. La période de transition au cours de laquelle le fourrage à faible DACA est servi était de 21 jours.

Le retrait du Bio-Chlor® de la ration représente une économie de 1,1 kg par jour par vache et ce pour 21 jours, le coût du Bio-Chlor® est de 788 \$/T :  $1,1 \times 21 \times 0,788 = 18,21$  \$ par vache pour une période de 21 jours. Par contre, le Bio-Chlor® contient des concentrés qui devront être remplacés par d'autres dans la ration de la vache tarie, donc il faudra ajouter 0,8 kg par jour de tourteau de soya (et quelques minéraux) à 350 \$/T :  $0,8 \times 21 \times 0,350 = 5,88$  \$ par vache. Donc le fait de ne plus utiliser de Bio-Chlor® dans les rations permet de faire une économie de  $18,21 - 5,88 = 12,33$  \$ par vache. Pendant cette même période, la vache qui ne recevra pas de Bio-Chlor® avec sa ration de fourrage régulier devra plutôt recevoir du fourrage pour vaches taries. Telle que déterminée précédemment cette quantité est de 10 kg par jour pour 21 jours donc de 210 kg par vache. Ainsi près de cinq vaches taries pourront être nourries à partir d'une tonne de fourrage ( $1\ 000 / 210$ ). Puisque l'économie par vache est de 12,33 \$ et que cinq vaches seront nourries par tonne de fourrages, un producteur pourrait payer une prime maximale de 61,65 \$ par tonne de foin avant que l'utilisation de foin pour vaches taries ne devienne moins économique que l'utilisation d'un produit commercial.

Avec un coût de production d'un foin pour vaches taries supérieur de 42 \$ la tonne et une économie liée à l'utilisation d'un tel fourrage équivalente à 62 \$ par tonne, la production d'un foin pour vaches taries est une solution économique pour les fermes laitières québécoises. Toutefois la disponibilité de champs ou de parties de champ dont la teneur en K du sol est faible est à considérer, puisque si de tels champs ne sont pas disponibles, même une fertilisation chlorée importante ne permettra pas de réduire suffisamment la DACA des fourrages pour en faire un bon foin pour vaches taries. Avec un sol de teneur moyenne en K, la fertilisation chlorée devient une alternative économiquement intéressante à l'utilisation de sels ou de produits ajoutés directement dans la ration afin de réduire la DACA. Dans le cas où tous les sols sont riches en K, il pourrait être plus économique d'acheter un fourrage à faible DACA s'il est disponible sur le marché, sinon l'utilisation de sels ou de produits dans les rations pour vaches taries devra être envisagée.

## CONCLUSION

Il est possible au Québec de produire et d'utiliser un fourrage à faible DACA afin de réduire les problèmes d'hypocalcémie et de fièvre vitulaire sur les fermes laitières. Ces problèmes de santé et de productivité des troupeaux sont appelés à augmenter au cours des prochaines années à cause de l'augmentation de la production laitière par vache et de l'enrichissement des sols en K suite à une meilleure gestion des engrais de ferme. La production de foin pour vaches taries à base de fléole des prés représente une alternative économique à l'addition de sels ou d'autres produits permettant de réduire la DACA de la ration. Au niveau métabolique, les vaches répondent de la même manière. Différentes règles de production des fourrages sont à respecter pour obtenir des fourrages à faible DACA mais les plus importantes demeurent le choix de l'espèce fourragère et de la richesse des sols en K; il faut utiliser de la fléole des prés et la cultivée sur un champ avec des teneurs faibles en K. L'utilisation d'une fertilisation chlorée est intéressante mais elle ne pourra pas palier aux choix de l'espèce et de la richesse des sols en K. Le choix de produire ou d'acheter un tel foin dépend de plusieurs facteurs comme par exemple la quantité de fourrage nécessaire, les superficies disponibles, le coût des fertilisants chlorés et celui des suppléments permettant de réduire la DACA des rations et bien entendu, la disponibilité d'un tel foin sur le marché.

## REMERCIEMENTS

Le présent projet de recherche a été rendu possible grâce au financement de l'Action concertée FQRNT – Novalait – MAPAQ en collaboration avec Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les auteurs en sont grandement reconnaissants. La version originale et complète de ce texte est disponible dans le recueil du Symposium sur les Bovins laitiers du 25 octobre 2005.

Les personnes suivantes ont travaillé à la réalisation de ce projet de recherche : Gilles Bélanger, Hélène Brassard, Annie Brégar, Édith Charbonneau, Yvan Chouinard, Raynald Drapeau, Alain Fournier, Daniel Lefebvre, Réal Michaud, Sophie Pelletier, Philippe Seguin, Gaëtan Tremblay.

## BIBLIOGRAPHIE

- Ender, F., I.W. Dishington, et A. Helgebostad. 1971. Calcium balance studies in dairy cows under experimental induction and prevention of hypocalcaemic paresis puerperalis. The solution of the aetiology and the prevention of milk fever by dietary means. *Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde.* 28: 233-256.
- Goff, J.P., et R.L. Horst. 2003. Role of acid-base physiology on the pathogenesis of parturient hypocalcaemia (Milk fever) – the DCAD theory in principal and practice. *Acta Vet. Scand. Suppl.* 97: 51-56.
- Lefebvre, D., B. Allard, E. Block, et W.K. Sanchez. 1999. L'alimentation en période de transition: la clé d'une lactation profitable. Symposium sur les bovins laitiers. Conseil des Productions Animales du Québec. Saint-Hyacinthe le 21 octobre. Pages 23-68.
- Martin, L., R. Martin, D. Pellerin, A. Fournier et J. Bigué. 2000. Prédiction du taux de vêlage des troupeaux laitiers québécois. Journées de recherche en production animales. CPAQ, Ste-Foy, 31 mai et 1<sup>er</sup> juin 2000.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh Revised Edition. 381 pages.

---

---

Nous apportons beaucoup de soin à la réalisation de cette publication.  
Cependant, le comité organisateur décline toute responsabilité  
concernant le contenu ou les erreurs dans les textes fournis par les conférenciers.

De plus, veuillez noter que l'emploi du genre masculin pour désigner des personnes,  
des titres et des fonctions se fait sans discrimination et n'a pour but  
que de faciliter la lecture du texte.