



Centre de référence en agriculture
et agroalimentaire du Québec

Comité bovins laitiers

31^e Symposium sur les bovins laitiers « *Repenser nos modèles* »

Jeudi 15 novembre 2007

Les ensilages butyriques – pas dans mon silo

Carole LAFRENIÈRE, Ph.D., agronome
Chercheure

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Rouyn-Noranda

Conférence préparée avec la collaboration de :

Pascal DROUIN, Hani ANTOUN et Robert BERTHIAUME

Note : Cette conférence a été présentée lors de l'événement et a été
publiée dans le cahier des conférences.

Pour commander le cahier des conférences, consultez
[le catalogue des publications du CRAAQ](#)



Les ensilages butyriques – pas dans mon silo

Introduction

La proportion des fourrages de la diète des vaches laitières peut varier facilement de 40 à 60 % de la ration. Ces fourrages sont, pour la plupart, conservés sous forme d'ensilage. Pour des raisons économiques, l'optimisation des diètes à base de fourrages est de toute première importance. Pour ce faire, il faut que l'ingestion soit prédite. À digestibilité comparable, les différences d'ingestion des ensilages sont reliées à leur état de conservation (Dulphy et Van Os, 1996). En pratique, les ensilages mal conservés sont principalement reliés aux ensilages butyriques bien qu'un manque de stabilité aérobie (ensilages qui chauffent) puisse aussi apporter des problèmes d'ingestion.

Si la qualité de conservation des fourrages est importante pour la productivité animale à la ferme, elle est aussi importante pour la qualité microbiologique du lait cru et pour la transformation de ce lait en fromage. Le développement de l'industrie des fromages fins a connu au cours des dernières années un essor important. Pourtant, chaque année, cette industrie enregistre des pertes importantes pour certains types de fromage à cause du gonflement tardif des fromages. Le problème origine de la contamination du lait cru par les spores de *Clostridium*. La pasteurisation du lait à l'usine ne permet pas l'élimination de ces spores et les autres techniques développées pour éliminer ces spores sont plus ou moins efficaces selon le degré de contamination du lait arrivant à la fromagerie. Toutefois, les clostridies impliquées dans les problèmes de gonflement des fromages sont généralement sans danger pour l'humain.

Plusieurs études ont démontré que la contamination du lait cru par les clostridies est en étroite relation avec l'utilisation de l'ensilage pour l'alimentation des troupeaux. L'amélioration microbiologique des ensilages est donc un enjeu majeur pour le lait destiné aux fromageries. Pour certains pays, l'enjeu est tellement important qu'une prime sur la qualité du lait cru selon le niveau de contamination par les spores butyriques est en vigueur. C'est le cas de la France (Demarquilly, 1998) et des Pays-Bas (Vissers *et al.*, 2006).

Cet exposé permettra de mieux connaître le cycle des clostridies à la ferme. Ces connaissances permettront de mieux cibler les interventions pour diminuer l'inoculum entrant au silo, de mettre en place une bonne régie pour diminuer leur prolifération dans le silo afin d'obtenir des meilleures performances animales et de limiter la contamination du lait cru.

1.0 Reconnaître les ensilages butyriques

La fermentation butyrique est une fermentation dite « secondaire » faite par les bactéries du genre *Clostridium*. Ce sont des bactéries anaérobies, c'est-à-dire que leur croissance se fait en absence d'oxygène. Ce sont aussi des bactéries qui forment des spores lorsque le milieu physique ou nutritionnel devient limitant, ce qui leur permet de survivre dans des milieux qui leur sont hostiles. Lorsqu'ils entrent dans les silos, ils sont sous forme de spores qu'on appelle aussi des clostridies. Pour qu'il y ait développement, cette spore doit germer pour donner naissance à un microorganisme qui, à son tour, se multiplie pour augmenter les populations. Lorsqu'il y a présence d'oxygène, leur croissance est arrêtée et les microorganismes sporulent pour assurer leur survie. C'est que ce qui peut être observé dans les silos non étanches. Lorsque le nombre de spores à la sortie du silo est supérieur à celui de l'entrée, c'est qu'il y a eu croissance. La majorité des clostridies dans les ensilages peuvent être séparées en trois principaux groupes (Pahlow *et al.*, 2003) :

- 1- **Les clostridies protéolytiques.** La principale caractéristique métabolique de ce groupe est la fermentation des acides aminés et la faible capacité de fermenter les hydrates de carbone. Ces espèces sont généralement restreintes aux milieux ayant un pH supérieur à 5. Lorsqu'elles métabolisent les acides aminés, il s'agit d'une réaction de déamination ou encore d'une réaction d'oxydo-réduction (réaction de Stickland) résultant principalement en la production d'azote ammoniacal ($N-NH_3$) avec un mélange d'acides organiques. Il peut aussi s'agir de réaction de décarboxylation avec la production d'amines et de CO_2 . Ce sont principalement les amines qui sont associées à une diminution de la palatabilité chez l'animal (Dulphy et Van Os, 1996).
- 2- **Les clostridies saccharolytiques.** Ce groupe travaille à un pH similaire ou légèrement plus bas que celui du groupe des clostridies protéolytiques. Elles fermentent une variété d'hydrates de carbone. Les principaux produits de fermentation sont l'acide butyrique et l'acide acétique.
- 3- **Les clostridies saccharolytiques de l'espèce *C. tyrobutyricum*.** Cette espèce est la plus étudiée en raison de son impact sur la fabrication de certains fromages. Cette espèce ne peut fermenter qu'un nombre limité de sucres, mais elle possède la faculté de fermenter intensément l'acide lactique à des valeurs de pH aussi faibles que 4,2. Cette espèce transforme l'acide lactique en acide butyrique, en hydrogène et en gaz carbonique, ce qui engendre une augmentation du pH de l'ensilage.

1.1 Ensilages butyriques avec un effet sur la palatabilité

Les ensilages butyriques sont surtout associés à des fourrages de faible ensilabilité (Lafrenière, 2003). Dans ces conditions, l'ensilabilité des fourrages ne permet pas d'atteindre le pH d'inhibition des bactéries butyriques en relation avec la teneur en matière

sèche. Ce pH est aussi appelé pH de stabilité anaérobie (pHw). Un ensilage butyrique typique est caractérisé par un pH supérieur à 5,0. Les ensilages à risque sont principalement les ensilages avec une teneur en matière sèche inférieure à 35 % (ensilages hachés) ou 40 % (ensilages de balles rondes). Le contenu en acide butyrique de ces ensilages dépasse 5 g/kg MS et l'azote ammoniacal est supérieur à 10 % de l'azote total (Dulphy et Demarquilly, 1981). Des quantités plus ou moins importantes d'acides propionique, acétique et valérique sont aussi détectées dans ces ensilages. Il est probable que dans ces conditions, il y ait eu succession écologique des différentes espèces de *Clostridium*. La détection d'acide butyrique indique la présence des clostridies saccharolytiques qui, avec la remontée du pH, ont permis aux clostridies protéolytiques d'être actives et de fermenter les acides aminés. Sur les fermes commerciales, ces ensilages sont de plus en plus rares, bien que plus fréquents lorsque les conditions climatiques sont peu propices au préfanage ou encore que des matières résiduelles fertilisantes (MRF) ont été épandues.

1.2 Autres ensilages butyriques

Il n'est pas rare d'observer, surtout dans les ensilages de graminées, des teneurs en acide butyrique dépassant 5 g/kg MS alors que le pHw a été atteint et que les teneurs en azote ammoniacal sont inférieures à 8 % de l'azote total. L'effet de ces ensilages sur la palatabilité n'a, à notre connaissance, jamais été rapporté. Toutefois, ce sont des ensilages butyriques et la présence de ces spores pourraient avoir un impact majeur sur la contamination du lait cru. Il est probable que ces fermentations soient faites par des clostridies saccharolytiques des groupes 2 et 3 définis plus haut. C'est un indice que la fermentation lactique a été trop lente à s'établir pour différentes raisons mais que les fourrages avaient une bonne ensilabilité. Bien que les clostridies ne soient pas les seuls microorganismes dans les ensilages à produire de l'acide butyrique, cela devrait être un signal d'alarme. Il faut toutefois mentionner que les analyses des profils de fermentation des ensilages ne sont pas faites de façon routinière. Avec ces ensilages, les problèmes ne seront probablement pas ressentis à la ferme mais à l'usine de transformation du lait.

Un autre type de fermentation butyrique a été observé très récemment dans les ensilages de maïs (Vissers *et al.*, 2007). Il s'agit de clostridies se développant dans les ensilages de maïs en association avec la détérioration aérobie. Les microorganismes responsables de la détérioration aérobie (levures et moisissures) utilisent l'oxygène créant ainsi des niches anaérobies à l'arrière de ces fronts permettant ainsi aux clostridies de se développer. L'étude de Vissers *et al.* (2007) n'a pas caractérisé les profils de fermentation. Toutefois, sur deux entreprises laitières québécoises, des dénombrements élevés de spores ont été observés dans les ensilages de maïs dans le cadre d'un projet sur la biodiversité des *Clostridium* dans la chaîne de production du lait. Dans ces ensilages, les profils fermentaires ont été réalisés. Ces profils fermentaires sont caractérisés par des pH d'ensilage inférieurs au pHw, par l'absence d'acide butyrique ou presque, et des teneurs en azote ammoniacal

inférieures à 7,3 % de l'azote total. Pourtant, les dénombrements de spores ont varié de 933 à 22,387 spores/g ensilage (tableau 1). Ces observations sont importantes dans la mesure où une équipe italienne a observé que 40 % des fromages Grana expérimentaux fait à partir d'ensilage de luzerne ont donné des gonflements. La majorité de ces fromages avaient été réalisés avec du lait provenant des deux premières semaines d'expérimentation où des problèmes de stabilité aérobie des ensilages avaient été notés (Colombari *et al.*, 2001).

Tableau 1. Profils fermentaires partiels de fermentation des ensilages sur des fermes commerciales et dénombrements des clostridies dans ces ensilages.

Année	Type ensilage	Producteur	N ¹	MS (%)	pH	Clostridies à la sortie des silos (clostridies/g ensilage)	N-NH ₃ (% N-total)	Acide iso-butyrique (g/kg MS)	Acide n-butyrique (g/kg MS)
2003	Herbe	A	23	36,7	4,78	n.d. ²	6,37	n.d.	n.d.
		B	20	60,8	5,46	n.d.	4,62	n.d.	n.d.
		D	14	54,7	5,37	100	6,23	0,05	2,12
	Mais	A	22	20,6	4,14	1 000	4,82	n.d.	0,03
		B	23	36,3	4,19	1 000	6,85	0,02	n.d.
2004	Herbe	A	24	38,6	4,56	n.d.	5,33	n.d.	n.d.
		B	24	57,3	4,98	100	8,43	n.d.	0,24
		C	16	34,2	4,45	n.d.	6,31	0,14	1,12
		D	24	45,2	5,20	100	5,86	0,02	2,14
	Mais	A	16	38,4	4,12	10 000	4,52	n.d.	n.d.
		B	24	42,9	4,06	10 000	4,97	n.d.	n.d.
		C	8	29,0	4,11	n.d.	3,38	0,02	0,09

¹ N= Nombre d'échantillons

² n.d. : non détecté (< 100 clostridies/g)

Source : Mémoire de maîtrise de Marie-Claude Julien (en rédaction)

2.0 Cycle de contamination du lait avec des spores de *Clostridium* à la ferme

La figure 1 illustre bien le cycle de contamination du lait avec des spores de *Clostridium* sur les fermes laitières. (Julien, 2005; Pahlow *et al.*, 2003; Vissers *et al.*, 2006).

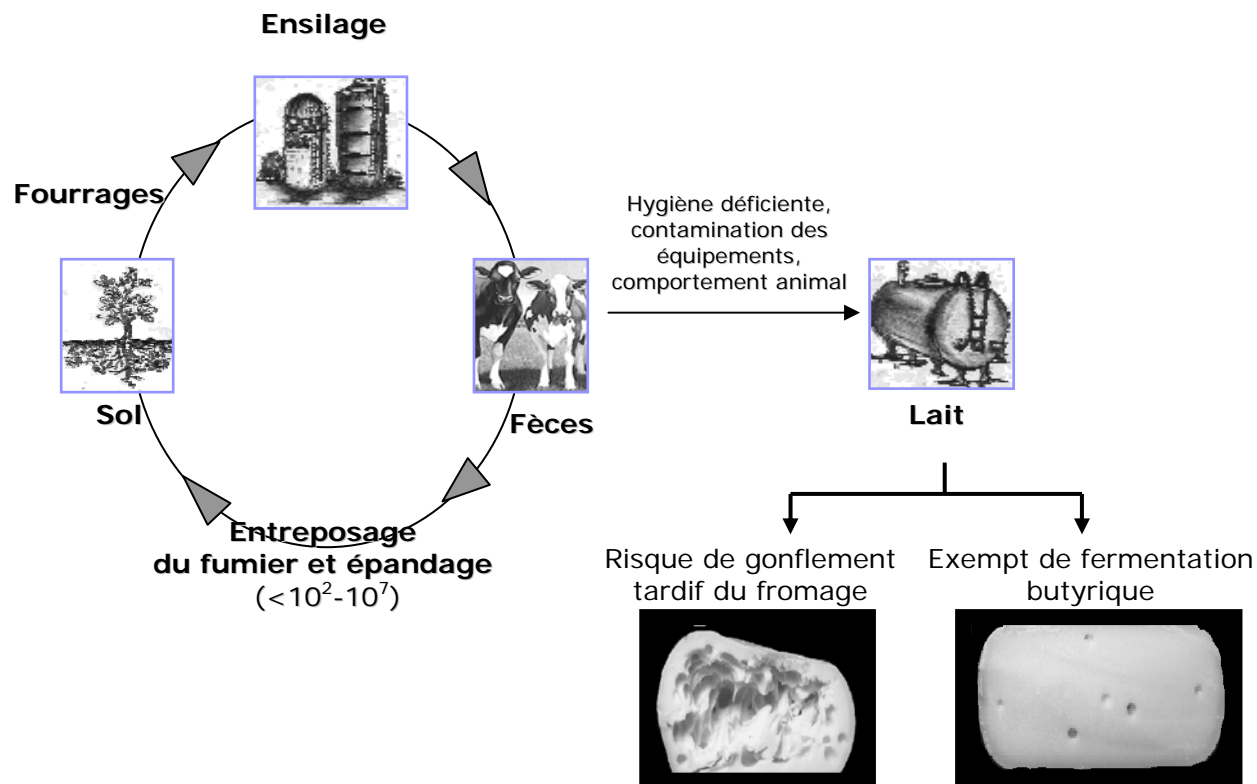


Figure 1. Cycle de contamination du lait par des spores butyriques.

2.1 Le sol et les plantes

Le sol est un bon réservoir de clostridies. Sur les quatre entreprises qui ont participé à l'étude, les dénombrements des échantillons de sol ont varié en moyenne de 832 à 22,387 spores/g. Deux fermes étaient localisées en Montérégie et deux autres en Abitibi-Témiscamingue. Il y a eu peu de variation entre les sols de l'Abitibi-Témiscamingue et ceux de la Montérégie, à l'exception du mois de juin où les dénombrements ont été plus faibles en Abitibi-Témiscamingue, probablement en raison des températures qui y sont plus fraîches. Les populations de clostridies dans le sol semblent donc suivre une dynamique similaire à celles d'une majorité de microorganismes en étant sensibles aux conditions de température.

Historiquement, le sol a toujours été identifié comme la principale source de contamination des plantes par les spores butyriques (Pahlow *et al.*, 2003). Les dénombrements effectués

sur la plante durant leur croissance sur les fermes commerciales (à tous les mois de juin à septembre) ont toujours été sous le seuil de détection de 100 spores/g FF (fourrage frais). Ces résultats semblent donc indiquer que c'est lors de la fauche et de la récolte que les clostridies en provenance du sol peuvent être introduites dans le silo. Pourtant, des dénombrements réalisés sur deux fermes commerciales de l'Abitibi-Témiscamingue lors des coupes avec des faucheuses rotatives ont démontré que la quantité de spores entrant au silo est faible en autant que la hauteur de coupe soit supérieure à 6-7 cm (Sylvestre, 2006).

2.2 Prolifération des spores de *Clostridium* dans le silo

Les dénombrements sur les plantes lors de la croissance et à l'entrée du silo tendent à démontrer que l'inoculum qui entre au silo est faible. Ces observations sont dans le même sens que Pahlow *et al.* (2003). Selon ces auteurs, l'inoculum de spores butyriques semble avoir peu d'impact sur le niveau final de spores butyriques contenus dans l'ensilage lorsque comparé à l'effet des caractéristiques de la plante ensilée et de la technique utilisée. Si la fermentation est idéale, la quantité de clostridies dans l'ensilage sera similaire à celle du fourrage correspondant, soit négligeable. Par contre, s'il y a des problèmes de fermentation, la prolifération sera plus importante.

L'ensilabilité est reliée à la teneur en sucres solubles, au pouvoir tampon et à la teneur en matière sèche des plantes (Weissbach, 1996). Ces caractéristiques biochimiques ne peuvent être déterminées rapidement à la ferme. Toutefois, l'ensilabilité des plantes est généralement bonne lorsque la teneur en matière sèche est supérieure à 35 % pour les ensilages hachés et 40 % pour les ensilages de balles rondes. Il est donc de toute première importance d'avoir une bonne technique d'ensilage qui puisse permettre le démarrage rapide de la fermentation lactique, maintenir l'étanchéité du silo et une bonne technique lors la reprise pour assurer une bonne stabilité aérobie.

Durant la réalisation de l'étude sur les spores butyriques, une nouvelle stratégie pour inhiber la germination des spores butyriques dans les ensilages a été testée. Plusieurs bactéries lactiques peuvent produire des substances appelées bactériocines qui peuvent inhiber des microorganismes. Il semble que certaines bactéries lactiques épiphytes (BLACE) possèdent des propriétés bactériocinogènes. Ott *et al.* (2001) ont démontré que des populations d'entérocoques présentes sur les plantes fourragères étaient capables de produire des bactériocines. Aussi, certains additifs à ensilage commerciaux posséderaient aussi des propriétés bactériocinogènes (Gollop *et al.*, 2005). Il serait donc intéressant d'avoir un inoculant lactique dont la bactérie pourrait produire une substance active contre le développement des spores butyriques.

Lactococcus lactis ATCC 11454 produit une bactériocine appelée nisine, laquelle est capable d'inhiber le développement de *C. tyrobutyricum*. Toutefois, en compétition avec d'autres bactéries, dans des silos expérimentaux de fléole des prés ou un mélange luzerne/fléole des

prés, il n'a pas été possible de détecter la production de nisine (Champagne, 2007). La stratégie est intéressante mais beaucoup de travail sera nécessaire pour développer de tels inoculants. Il faudra d'abord trouver une bactérie lactique qui puisse être efficace pour descendre le pH et qui soit capable de produire la substance désirée.

Traditionnellement, un niveau de contamination élevé des ensilages par les spores butyriques était associé aux ensilages d'herbe (graminées, légumineuses ou mélanges). Il est maintenant connu que l'ensilage de maïs peut également permettre le développement des spores butyriques malgré une bonne ensilabilité des plantes (Vissers *et al.*, 2007). L'étude réalisée sur les quatre fermes laitières a permis d'observer des résultats similaires. Les dénombrements de spores butyriques dans les ensilages d'herbe ont été plus faibles en comparaison des ensilages de maïs (tableau 1). Selon Vissers *et al.* (2007), c'est la détérioration aérobie de l'ensilage qui expliquerait ces résultats.

2.3 Matières résiduelles fertilisantes (MRF), vecteurs de contamination potentiels des sols et des plantes

Les spores de *Clostridium* se retrouvent en quantité élevée dans les fèces et leur épandage au champ avant le labour ou après une récolte est une source de contamination. Leur nombre peut varier entre 1000 et 10 000 000 spores/g (Demarquilly, 1998; Pahlow *et al.*, 2003; Giffel *et al.*, 2002). Dans l'essai réalisé avec trois types de MRF (fumier, lisier et boues de papetière), les quantités de spores ont été similaires pour le fumier et le lisier avec en moyenne 53 083 clostridies/g, alors que pour les boues de papetière elles ont été en moyenne de 14 125 clostridies/g. Ces nombres ont été similaires pendant les deux années de l'expérimentation. L'application de ces MRF a été faite soit le lendemain de la récolte ou encore 5 jours plus tard. Deux semaines après l'application des traitements, les clostridies sur les plantes étaient sous le seuil de détection. Lorsque des silos expérimentaux ont été réalisés à partir de ces parcelles, la contamination à l'entrée au silo a été plus importante avec le peuplement de fléole des prés en 2003, probablement en raison de la hauteur de coupe trop basse, soit en moyenne 5 cm. Lorsque la hauteur a été ajustée pour couper à 7 cm (les autres parcelles en 2003 et 2004), les dénombrements au silo ont été sous le seuil de détection (tableau 2). Ces résultats démontrent qu'il est possible de limiter la contamination des plantes en faisant une application des MRF le plus rapidement possible après la récolte évitant ainsi de contaminer le feuillage des plantes. Cette opération doit toutefois être jumelée avec une fauche où la hauteur de coupe est de plus de 6-7 cm pour éviter l'entrée de particules dans le silo.

Toutefois, toutes ces précautions ne peuvent prévenir le développement des spores butyriques dans le silo en toutes circonstances comme le démontrent les résultats au tableau 2. Les résultats entre les graminées et le mélange de luzerne/fléole des prés ont été très différents autant pour les spores de *Clostridium* que pour la conservation (tableau 2).

Tableau 2. Dénombrement en clostridies et indice de conservation pour des ensilages de fléole des prés et un mélange de luzerne et de fléole des prés avec épandage de matière résiduelle fertilisante.

Année	Plante	Type de fertilisant	Matière sèche (%)	Clostridies lors de la mise en silo (clostridies/g FF)	Clostridies lors ouverture silo (clostridies/g ensilage)	Indice de qualité de conservation ²		
2003	Fléole des prés	Fumier ¹	44,7	1 622	457 088	×	-	-
	Fléole des prés	Lisier	35,9	295	645 654	-	-	-
	Fléole des prés	Boues de papetière	43,2	n.d. ³	269 153	×	-	×
	Fléole des prés	Minéral	43,3	n.d.	11 220	×	×	×
	Fléole des prés/ luzerne	Fumier	38,5	n.d.	n.d.	×	×	-
	Fléole des prés/ luzerne	Lisier	35,7	n.d.	186	×	×	-
	Fléole des prés/ luzerne	Boues de papetière	36,9	n.d.	nd	×	×	-
	Fléole des prés/ luzerne	Minéral	34,6	n.d.	n.d.	×	×	-
2004	Fléole des prés	Fumier	28,1	n.d.	741 310	-	-	-
	Fléole des prés	Lisier	30,5	n.d.	44 668	-	-	×
	Fléole des prés	Boues de papetière	33,8	n.d.	9 332	×	-	×
	Fléole des prés	Minéral	32,8	n.d.	n.d.	×	×	×
	Fléole des prés/ luzerne	Fumier	36,1	n.d.	n.d.	×	-	×
	Fléole des prés/ luzerne	Lisier	33,2	n.d.	n.d.	×	×	-
	Fléole des prés/ luzerne	Boues de papetière	35,0	n.d.	n.d.	×	×	×
	Fléole des prés/ luzerne	Minéral	31,8	n.d.	n.d.	×	×	-

¹ Moyenne de cinq silos.

² L'indice de qualité de conservation représente trois conditions calculées ou mesurées à partir du matériel ensilé. La première colonne indique si le pH de stabilité anaérobie (pHw) a été atteint; la seconde indique si la concentration en acide n-butyrique est inférieure ou égale à 5 g/kg MS ; la troisième indique si N-NH₃ est inférieur à 10 % de l'azote total.

³ n.d. = non détecté (< 100 clostridies/g).

2.4 Contamination du lait par les spores butyriques

La contamination du lait cru par les spores butyriques origine de l'environnement de la vache. L'hygiène dans l'étable et lors de la traite sont donc de première importance. Il est cependant impossible d'avoir un lait exempt de spores butyriques. Le niveau de contamination toléré pour le lait cru dépend du type de fromage. De façon générale, la littérature rapporte que 1000 spores/L est la norme maximale (Demarquilly, 1998; Vissers *et al.*, 2006), mais elle peut aussi être aussi basse que 10–100 spores/L pour les fromages de type Gouda (Klijjn *et al.*, 1995).

Dans une étude de modélisation du processus de contamination du lait, la contamination des ensilages a été le facteur le plus important. Les résultats ont démontré que pour avoir un niveau de contamination maximal de 1000 spores/L dans le lait cru, le nombre de spores de *Clostridium* dans les ensilages ne devrait pas dépasser 1000 spores/g d'ensilage. Avec de tels ensilages, il faudrait que la méthode utilisée pour nettoyer le pis lors de la traite ait une efficacité de 75 % (Vissers *et al.*, 2006). Dans une étude sur les techniques de nettoyage des pis, l'utilisation d'une serviette de papier humide imprégnée d'une solution de 10 % iso-propanol avec un lavage pendant 10 secondes a permis d'atteindre cette efficacité. D'autres traitements combinant serviette humide avec ou sans savon suivie d'une serviette sèche où chacune est utilisée pendant 10 secondes ont donné de meilleurs résultats (Magnusson *et al.*, 2006).

Lorsque les ensilages contiennent entre 1000 et 100 000 spores/g ensilages, il faut des mesures supplémentaires pour atteindre l'objectif de 1000 spores/L dans le lait cru. Le retrait de la traite des animaux fortement contaminés est suggéré ce qui, en pratique, n'est pas évident. Les vaches fortement contaminées sont une caractéristique de comportement des animaux. L'hygiène de l'étable n'est pas en cause à moins que tout le troupeau soit dans cet état. Ceci ne dépend pas du type d'étable. Lorsque les ensilages dépassent 100 000 spores/g, ces ensilages ne devraient pas être utilisés pour nourrir des vaches dont le lait est utilisé pour la fabrication des fromages sensibles au gonflement tardif (Vissers *et al.*, 2006).

3.0 Stratégies pour obtenir des ensilages bien conservés et une bonne qualité microbiologique du lait cru

La production d'ensilage avec une bonne conservation et une qualité microbiologique exige un travail rigoureux à tous les niveaux sur l'entreprise à partir du sol jusqu'au réservoir à lait. Le tableau 3 résume les principales stratégies et les moyens pour y arriver.

Tableau 3. Les différentes stratégies et moyens pour produire des ensilages peu contaminés (<1000 spores butyriques/g ensilage).

Stratégies	Moyens
Optimiser l'ensilabilité des plantes	L'atteinte d'une matière sèche de 30 % pour les graminées et le maïs ensilage et de 35 % pour les légumineuses est un niveau minimal pour l'ensilabilité lorsque le fourrage est haché. Lorsque le fourrage est ensilé en balles rondes, il faut augmenter la teneur minimale en matière sèche de 5 %. Toutefois, c'est la structure d'entreposage qui déterminera la teneur en matière sèche nécessaire.
Diminuer l'inoculum de spores butyriques entrant au silo	Il faut minimiser l'apport de sol et tout autre résidu contenant un nombre élevé de <i>Clostridium</i> . L'ajustement de la faucheuse pour obtenir une hauteur de coupe de 6-7 cm est recommandé. Les autres opérations devraient aussi tenir compte de ces observations. Cela est d'autant plus important si une application de MRF a été faite. Dans des conditions suboptimales de fermentation, un additif à ensilage pourrait être utilisé.
Favoriser l'établissement rapide de la fermentation lactique	Effectuer un préfanage, un remplissage et une fermeture rapide du silo. Hacher les fourrages pour libérer les sucres. Ensiler à la teneur en matière sèche recommandée. L'utilisation d'un inoculant pourrait aider au démarrage rapide de la fermentation.
Assurer une bonne stabilité aérobie	Effectuer un préfanage, un remplissage et une fermeture rapide du silo. Fermentation lactique rapide et efficace. Maintenir de bonnes conditions d'étanchéité. Bonne compaction lors de la mise en silo. Éviter les teneurs en matières sèches supérieures à 50 %. Avec une matière sèche supérieure à 45 %, utiliser un agent de conservation ayant un effet sur les levures et les moisissures. Avoir un silo adapté à la grosseur du troupeau pour assurer une reprise adéquate. Avoir une méthode de reprise qui limite l'infiltration d'air dans la masse d'ensilage. Éliminer les ensilages avec la présence de moisissures.
Avoir une bonne hygiène dans l'étable	De bonnes mesures d'hygiène dans l'étable sont souhaitables même si elles ne contribuent que marginalement à la contamination du lait. Avoir une bonne technique de nettoyage du pis lors de la traite.

4.0 Références

- Champagne, A. 2007. Potentiel antagoniste des bactéries lactiques épiphytes de plantes fourragères contre le développement des clostridies dans l'ensilage. Mémoire de maîtrise. Université Laval, Québec.
- Colombari, G., G. Borreani et G.M. Crovett. 2001. Effect of ensiling alfalfa at low and high dry matter on production of milk used to make grana cheese. *J. Dairy Sci.* 84: 2494-2502.
- Demarquilly, C. 1998. Ensilage et contamination du lait par les spores butyriques. *INRA Productions animales* : 359-364.
- Dulphy, J.P. et C. Demarquilly. 1981. Problèmes particuliers aux ensilages. Pages 81-104 dans Publication INRA (éds). Précision de la valeur nutritive des aliments des ruminants.
- Dulphy, J.P. et M. Van Os. 1996. Control of voluntary intake of precision-chopped silages by ruminants : a review. *Reprod. Nutr. Dev.* 36:113-135.
- Giffel, M.C.T., A. Wagendorp, A. Herrewegh et F. Driehuis. 2002. Bacterial spores in silage and raw milk. *Antonie Van Leeuwenhoek* 81:625-630.
- Gollop, N., V. Zakin et Z.G. Weinberg. 2005. Antibacterial activity of lactic acid bacteria included in inoculants for silage and silages treated with these inoculants. *J. Appl. Microbiol.* 98:662-666.
- Klijn, N., F.F. Nieuwenhof, J.D. Hoolwerf, C.B. van des Waals et A.H. Weerkamp. 1995. Identification of *Clostridium tyrobutyricum* as the causative agent of late blowing in cheese by species-specific PCR amplification. *Appl. Environ. Microbiol.* 66:1328-1333.
- Julien, M.-C., P. Dion, H. Antoun, C. Lafrenière et P. Drouin. 2005. Development of a PCR-DGGE approach to assess diversity of Cluster 1 clostridia involved in the late blowing of cheese. 55^e Réunion annuelle, Soc. Can. Microbiol. Halifax, Canada.
- Lafrenière, C. 2002. Étude de l'ensilabilité et des bactéries lactiques épiphytes des graminées et leurs effets sur la fermentation et la conservation des ensilages entreposés en silo-meule. Thèse de doctorat. Université Laval, Québec.
- Magnusson, M., A. Christiansson, B. Svensson et C. Kolstrup. 2006. Effet of different premilking manual teat-cleaning methods on bacterial spores in milk. *J. Dairy Sci.* 89: 3866-3875.

- Ott, E.-M., T. Müller, M. Müller, C.M.A.P. Franz, A. Ulrich, M. Gabel et W. Seyfarth. 2001. Population dynamics and antagonistic potential of enterococci colonizing the phyllosphere of grasses. *J. Appl. Microbiol.* 91:54-66.
- Pahlow, G., R.E. Muck, F. Driehuis, et S.J.W.H.O. Elferink. 2003. Microbiology of ensiling. Pages 31-93 dans *Silage Science and Technology*. Buxton, D.R., R.E. Muck et J.H. Harrison (éds.). Madison, WI. USA.
- Sylvestre, M.-A. 2006. Effet de la hauteur de coupe, l'âge des prairies, le type de plante sur le nombre de spores de *Clostridium* entrant au silo. Rapport de stage. Université de Montréal, Montréal, Québec.
- Vissers, M.M.M., F. Driehuis, M.C.T. Giffel, P.D. Jong et J.M. Lankveld. 2006. Improving farm management by modeling the contamination of farm tank milk with butyric acid bacteria. *J. Dairy Sci.* 89: 850-858.
- Vissers, M.M.M., F. Driehuis, M.C.T. Giffel, P.D. Jong et J.M. Lankveld. 2007. Concentration of butyric acid bacteria spores in silage and relationships with aerobic deterioration. *J. Dairy Sci.*, 90:928-936.
- Weissbach, F. 1996. New developments in crop conservation. Pages 11-25 dans *Proceedings of the XIth International Silage conference*, University of Wales, UK. Stapeldon Library, Aberystwyth, UK.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent à Novalait, au Fonds de recherche sur la nature et les technologies (FQRNT), à Agriculture et Agroalimentaire Canada et au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec qui ont rendu possibles les essais dont certains résultats ont été présentés lors de cette conférence.