

Ensilage et contamination du lait par les spores butyriques

La présence de spores butyriques dans le lait entraîne des problèmes de fabrication fromagère. L'importance de la contamination par ces spores dépend surtout de la qualité de l'ensilage distribué et de l'hygiène de la traite.

Lorsque les vaches laitières reçoivent une ration à base d'ensilage, leur lait peut conduire à de sérieux déboires dans la fabrication de certains fromages à pâte pressée non cuite (Gouda, Saint-Nectaire, etc.) et surtout à pâte pressée cuite (gruyère, emmental...) par suite d'un gonflement tardif ou gonflement butyrique consécutif à une production de gaz (H_2 et CO_2) débutant quelques semaines après la fabrication. Ce gonflement entraîne :

- des défauts d'aspect : ouverture dans les fromages à pâte pressée, « cuites » et distension des yeux dans les fromages à pâte cuite

avec, dans les cas extrêmes, un gonflement pouvant aller jusqu'à l'éclatement du fromage ;

- un goût et une odeur désagréables, dus essentiellement à la présence d'acide butyrique. Le fromage perd une grande partie de sa valeur marchande.

L'agent responsable est *Clostridium tyrobutyricum*, espèce bactérienne anaérobie sporulée métabolisant le lactate en butyrate et H_2 . La spore, organe de résistance, est non pathogène donc sans risque pour le consommateur. Elle résiste très bien au chauffage en chaudière utilisé pour la fabrication des fromages à pâte cuite et trouve ensuite dans le fromage les conditions propices à sa germination (anaérobiose, température) et fermente alors le lactate de calcium avec production de gaz (gonflement), d'acide butyrique... (mauvais goût et odeur...) (Gouet 1963). Quand le lait contient de 500 à 1 000 spores butyriques par litre, il y a déjà des défauts d'ouverture des pâtes cuites et, à plus de 2 000 spores/litre, les accidents de fabrication atteignent la quasi totalité des fromages, les « cuites » sont nombreuses et le gonflement généralisé. Le préjudice économique est donc important.

C'est pour cette raison que l'ensilage est interdit dans les zones d'emmental et de gruyère de Comté de l'est de la France. Mais on fabrique du gruyère dans d'autres régions françaises et d'autres types de fromage peuvent être aussi affectés.

Résumé

Le lait des vaches recevant de l'ensilage peut entraîner de sérieux déboires dans la fabrication de certains fromages, notamment ceux à pâte pressée cuite : gonflement tardif, goût et odeur désagréables. L'agent responsable est une spore butyrique, *Clostridium butyricum*. La contamination du lait se fait lors de la traite, par des particules de bouse passant dans le lait. Son importance dépend d'une part des soins apportés à la traite et de la propreté des trayons, d'autre part du nombre de spores dans l'ensilage et, par là, dans les bouses. Il est nécessaire de jouer simultanément sur ces deux facteurs pour diminuer la contamination du lait. En ce qui concerne l'ensilage, il est impératif d'incorporer le moins possible de terre (à l'origine des spores) dans le fourrage lors de la récolte et du remplissage du silo. D'autre part il est nécessaire d'utiliser un conservateur efficace inhibant la multiplication des spores dans l'ensilage. Les conservateurs acides et (ou) ceux contenant des nitrates ou des nitrites sont de ce point de vue les plus efficaces.

Tableau 1. Teneur en matière sèche, pH et nombre de spores dans les ensilages (d'après Murphy et Palmer 1993).

	Teneur en MS (g/kg)	pH	Nombre de spores/g
Essai 1			
Coupe basse + 1,2 l acide sulfurique/t	153	4,9	83 000
Coupe haute + 1,2 l acide sulfurique/t	159	4,3	4 000
Coupe basse + préfanage 28 h	189	4,7	21 000
Essai 2			
Coupe directe sans conservateur	195	4,8	81 000
Coupe directe + 2,2 l acide sulfurique/t	187	4,0	2 500
Coupe directe + 2,4 l acide formique/t	197	3,9	600
Coupe directe + préfanage 48 h	416	4,7	3 550

Le nombre de spores par litre de lait rentre donc dans les critères retenus dans le paiement du lait par les laiteries. Actuellement, l'incidence financière retenue par le CRIEL (Centre Régional Interprofessionnel de l'Économie Laitière) d'Auvergne est la suivante :

< 500 spores/litre :	+ 2 centimes/litre
500 - 1 000 :	0
1 000 - 2 500 :	- 2
2 500 - 9 200 :	- 8
> 9 200 :	- 14

La contamination du lait en spores butyriques a lieu à l'étable, essentiellement par les particules de bouses passant dans le lait lors de la traite. Son importance dépend donc :

- des soins apportés à la traite et de la propreté des animaux, notamment des trayons ;
- du nombre de spores dans les bouses, lui-même fonction du nombre de spores dans l'alimentation. Les spores ne sont en effet pas détruites à l'intérieur du tube digestif et se retrouvent donc concentrées dans les bouses dans lesquelles leur nombre peut varier de moins de 1 000 à 1 000 000 par g.

A l'origine, les spores butyriques sont toujours présentes dans le sol et la contamination du fourrage se fait surtout lors de la récolte par l'incorporation de terre au fourrage. La contamination des foin est généralement faible, moins de 50 spores/g, et il s'agit surtout d'espèces autres que *Clostridium tyrobutyricum*. En revanche, l'ensilage peut contenir plus de 100 000 spores/g et l'espèce dominante est alors *Clostridium tyrobutyricum* si l'incorporation de terre au fourrage lors de la récolte et (ou) du remplissage du silo est importante et surtout si, par suite d'un pH de l'ensilage insuffisamment faible, les spores ont pu germer et se multiplier dans l'ensilage.

Murphy et Palmer (1993) ont étudié les deux possibilités de diminuer la contamination du lait par les spores, soit en diminuant le nombre de spores dans l'ensilage distribué aux vaches, soit en enlevant les spores des trayons avant la traite. Ils ont fait varier la qualité de conservation des ensilages :

- dans un premier essai en faisant varier la hauteur de coupe d'une même prairie : 2 cm (coupe basse) ou 10 cm (coupe haute) et en ensilant le fourrage soit en coupe directe avec addition de 1,2 l d'acide sulfurique à 40 % (ce qui est peu) par tonne, soit après un préfanage pendant 28 heures sans addition d'acide ;

- dans un deuxième essai, la même prairie (hauteur de coupe non précisée) a été ensilée soit en coupe directe sans conservateur, soit avec addition de 2,2 l d'acide sulfurique 40 % ou de 2,4 l d'acide formique, soit après un préfanage pendant 48 heures.

Les résultats obtenus montrent (tableau 1) qu'il faut éviter une coupe basse car elle augmente la contamination du fourrage par la terre, et que la qualité de conservation est augmentée par l'addition d'une quantité suffisante d'acide (l'acide formique étant plus efficace que l'acide sulfurique dilué) et par un préfanage à une teneur en matière sèche élevée.

Quant à l'hygiène de traite, elle a été étudiée en distribuant les ensilages des deux essais à des vaches laitières dont les trayons avant la traite ont été lavés avec une douchette, lavés puis essuyés avec une serviette en papier, ou non lavés.

Les résultats (tableau 2) montrent qu'une bonne hygiène de traite ne permet d'obtenir un lait correct (500 spores/l) que si l'ensilage ne contient pas trop de spores ; s'il en contient trop la contamination du lait reste trop importante.

Les études réalisées en France, initialement par l'INRA (J.L. Bergère et P. Gouet) dans les années 1965-70, puis ultérieurement par l'Institut Technique du gruyère arrivent à la même conclusion : quand les bouses sont très riches en spores, le lait sera contaminé même avec une hygiène de traite parfaite. Il est donc nécessaire, autant que faire se peut, de réduire le nombre de spores butyriques dans les ensilages.

Si l'ensilage contient trop de spores, la contamination du lait est élevée même avec une bonne hygiène de traite.

Tableau 2. Nombre de spores par litre de lait suivant les modalités de nettoyage des trayons (d'après Murphy et Palmer 1993).

	Pas de nettoyage	Douchette	Douchette + papier toilette
Ensilage			
Coupe directe sans conservateur 81 000 spores/g	11 200	8 100	4 500
Coupe haute + 1,2 l acide sulfurique/t 4 000 spores/g	1 700	900	□ 500

Incidence de l'épandage - des lisiers et des fumiers sur les prairies

Dans de nombreuses régions herbagères sans culture de printemps, les lisiers ou les fumiers sont épandus sur les prairies en fin d'hiver puis après la fauche du premier cycle de végétation. Cet épandage est bénéfique pour les prairies par suite du recyclage des minéraux (N, P, K...) dont les plantes ont besoin, mais augmente les risques de contamination du fourrage avec des microorganismes défavorables à la réussite de l'ensilage.

Rammer *et al* (1994), en Suède, ont pendant quatre années étudié si l'épandage de lisier ou du fumier affecte la qualité des ensilages par comparaison à une fertilisation uniquement minérale. La composition des lisiers et fumiers utilisés ainsi que le nombre de spores de *Clostridium* dans les ensilages (année 1988) sont présentés dans les tableaux 3 et 4. Le nombre de spores de *Clostridium* dans l'ensilage est plus élevé quand il y a eu épandage de lisier ou, surtout, de fumier. Il diminue quand il y a préfanage ou addition d'acide formique, mais il faut combiner les deux pour obtenir des ensilages peu contaminés. A la mise en silos, tous les fourrages contenaient moins de 100 spores de *Clostridium* par gramme. Il y a donc eu multiplication des spores dans l'ensilage, multiplication d'autant plus importante que les fourrages étaient pauvres en matière sèche (son influence sur la multiplication des spores butyrique est bien connue) et qu'ils avaient reçu du lisier ou du fumier. D'autres microorganismes que les clostridies doivent donc intervenir sur la qualité des ensilages. Ostling et Lindgren (1991) ont dénombré des bactéries sur le fourrage sur pied et après récolte avec une ensileuse à coupe fine d'une repousse d'une prairie ayant reçu une semaine après la fauche du premier cycle 20 t/ha de lisier ou une fertilisation minérale. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 5. Une semaine après l'épandage du lisier, celui-ci entraîne une nette augmentation des spores de *Bacillus* et de *Clostridium* ainsi que des coliformes. En revanche, sept semaines après l'épandage, les teneurs en spores de *Clostridium* et en coli-

formes ne sont guère différentes de celles trouvées sur le fourrage n'ayant reçu qu'une fertilisation minérale, mais il n'en est pas de même pour les spores de *Bacillus* dont le nombre reste élevé sur le fourrage ayant reçu du lisier. La récolte du fourrage avec une ensileuse augmente le nombre de coliformes et de spores de *Clostridium* par suite d'une contamination par la terre.

La fertilisation organique augmente ponctuellement la contamination du fourrage.

Intérêt de l'addition de certains conservateurs

Pendant longtemps l'intérêt de l'addition d'un conservateur a été jugée à travers la qualité de la fermentation : pH, N-NH₃ en %

Tableau 3. Composition des lisiers et fumiers utilisés par Rammer *et al* (1994).

	Lisiers	Fumiers
Teneur en MS (g/kg)	60	200
Teneur en éléments fertilisants (kg/t frais)		
N	1,5	2,0
P	0,5	1,5
K	3,0	5,0
Nombre de microorganismes (par g frais)		
Entérobactéries	10 ⁵ à 10 ⁶	
Spores de <i>Bacillus</i>	10 ⁵	
Spores de <i>Clostridium</i>	10 ³ à 10 ⁴	

Tableau 4. Nombre de spores de *Clostridium* (par g d'ensilage frais) dans les ensilages préparés en 1988 (en coupe directe ou après 24 heures de préfanage), ayant reçu 50 jours avant la récolte (en coupe fine) une fertilisation minérale (N, P, K) ou organique sous forme de lisier ou de fumier et préparés sans ou avec addition d'acide formique (d'après Rammer *et al* 1994).

	Sans conservateur	+ 4 l acide formique/t
Ensilage coupe directe (≈ 20 % MS)		
- fertilisation N, P, K	10 000	4 000
- lisier (20 t/ha)	20 000	16 000
- fumier (25 t/ha)	125 000	80 000
Ensilage préfané (≈ 30 % MS)		
- fertilisation N, P, K	3 000	200
- lisier (20 t/ha)	12 500	1 200
- fumier (25 t/ha)	25 000	1 000

Tableau 5. Nombre de bactéries sur les fourrages ayant reçu une fertilisation minérale (M) ou sous forme de lisier (L) (d'après Ostling et Lindgren 1991).

	Spores de <i>Bacillus</i>		Spores de <i>Clostridium</i>		Coliformes	
	M	L	M	L	M	L
Fourrage sur pied						
1 semaine après fertilisation	250	5 000	< 50	315	< 10	1 250
5 semaines après fertilisation	125	4 000	< 50	125	< 10	50
7 semaines après fertilisation	80	5 000	< 50	50	< 10	30
Fourrage récolté à l'ensileuse (7 sem.)						
sans préfanage	2 500	3 200	50	50	150	125
avec préfanage à 30 % MS	1 600	2 000	50	50	100	125

N total, teneurs en acides gras volatils qui influent sur la valeur azotée réelle et l'ingestibilité de l'ensilage. Depuis quelques années, deux actions supplémentaires sont recherchées : l'amélioration de la stabilité à l'air de l'ensilage après l'ouverture des silos et la réduction des risques hygiéniques.

Mannerkorpi et Rauramaa (1993) ont cherché à optimiser les conservateurs à base d'acide formique en y ajoutant des acides propionique et benzoïque qui sont connus pour inhiber plus efficacement que l'acide formique les microorganismes indésirables. Les résultats obtenus (tableau 6) montrent que le mélange AIV10 (53,5 % d'acide formique, 33 % d'acide propionique, 9 % d'acide benzoïque, 4,5 % d'eau) est plus efficace que l'AIV2 (80 % d'acide formique, 2 % d'acide orthophosphorique) pour éliminer les coliformes, les levures (elles sont responsables de l'échauffement de l'ensilage après ouverture du silo) et les moisissures.

En Allemagne, Kwella *et al* (1993) ont étudié après 6 mois de conservation en silos de 2 l à 25 °C la qualité de conservation et le nombre de spores des ensilages préparés à partir d'un fourrage vert volontairement contaminés avec 10^5 spores de *Clostridium* par gramme et ensilé soit sans conservateur, soit avec addition d'acide formique (4 l/t) ou de Kofasil (solution de nitrite de sodium et d'hexamine, à la dose de 3 l/t). Les résultats obtenus (tableau 7) montrent une nette diminution du nombre de spores dans les ensilages avec conservateur, le Kofasil s'avérant même plus efficace que l'acide formique parce qu'il contient du nitrite.

Tableau 6. Caractéristiques fermentaires et microbiologiques de l'herbe et des ensilages additionnés de 5 l/t des conservateurs AIV10 et AIV2 (voir texte) après 155 jours de conservation dans des silos de 500 kg (d'après Mannerkorpi et Rauramaa 1993).

	Herbe	AIV10	AIV2
pH		4,03	4,16
N-NH ₃ (% N total)		2,1	3,4
Acide acétique (g/kg MS)		19,1	18
Nombre par g de produits frais :			
Coliformes	1,15.10 ⁶	100	320
Levures	2,34.10 ⁵	100	10200
Moisissures	1,1.10 ⁶	100	20
Spores de <i>Clostridium</i>	< 1000	100	2

Tableau 7. Qualité de conservation et nombre de spores de *Clostridium* dans les ensilages (d'après Kwella *et al* 1993).

	Sans conservateur	Acide formique (4 l/t)	Kofasil (3 l/t)
Acide butyrique (% ensilage frais)	1,49	0,77	0,23
Fréquence des ensilages sans acide butyrique	15 %	47 %	84 %
Nombre de spores de <i>Clostridium</i> par g	160 000	4 700	400

Influence du nitrate sur les fermentations dans l'ensilage

Dans les tout premiers jours de l'ensilage, le nitrate (NO₃) de la plante ou le nitrate ajouté lors de la mise en silo est réduit en nitrite (NO₂) et en monoxyde d'azote (NO) qui empêchent toute croissance des clostridies (Spoelstra 1983) alors que les bactéries lactiques y sont peu sensibles, d'autant que certaines espèces peuvent le réduire. Cette réduction s'arrête lorsque le pH descend, grâce à la fermentation lactique ou à l'addition d'acide, en dessous du pH de stabilité. L'ensilage est alors stable, ne contient pas d'acide butyrique et, par là, contient peu de spores. En outre, en présence de nitrate, la fermentation hétéro-lactique produit de l'acide acétique à la place de l'éthanol (Weissbach *et al* 1993).

En revanche, si l'acidification est trop lente (préfanage important ou teneur en MS élevée) ou insuffisante (faible teneur en glucides solubles) et si la teneur en nitrate est faible (< 1 g NO₃/kg MS) (Weissbach 1996), la totalité du NO₃ va être très rapidement réduite jusqu'au stade de NH₃ ; les clostridies vont alors germer, se multiplier et transformer l'acide lactique déjà formé en acide butyrique. L'ensilage est instable.

Un exemple de l'intérêt de l'addition de nitrate ou de nitrite à de l'orge plante entière, fourrage riche en MS et en glucides solubles donc facile à ensiler, mais pauvre en nitrate, est montré au tableau 8. La fermentation butyrique se produit dans les premiers jours de la mise en silo, quand le pH est encore élevé. Elle peut être évitée par l'addition de nitrate ou de nitrite et aussi (exemple non montré) par l'addition de ferments lactiques parce qu'ils accélèrent la descente du pH. Cependant, même avec un développement limité des clostridies au début de fermentation, donc avec une formation limitée d'acide butyrique, dans les ensilages de fourrages très pauvres en nitrate, le nombre de spores peut être très élevé (tableau 9). Il est donc nécessaire d'empêcher le développement, même limité, des clostridies (Weissbach 1996).

Relation entre la teneur en acide butyrique et le nombre de spores de clostridies

L'absence d'acide butyrique dans un ensilage ne garantit pas toujours un faible nombre de spores (tableau 10), mais la fréquence des ensilages contenant plus de 1 000 spores augmente avec la teneur en acide butyrique. En outre, les clostridies peuvent se multiplier et former des spores durant la détérioration aérobie de l'ensilage, sans formation d'acide butyrique.

Il en résulte que le nombre de spores dans l'ensilage est très élevé dans les endroits où

l'air a pu pénétrer dans la masse, comme le montre la figure 1 (ITEB 1985). Cette contamination pourra cependant être réduite en descendant jusqu'au sol les films plastiques à l'intérieur du silo contre les murs, et avant de les rabattre sur le dessus du silo, d'appliquer par m² de surface en privilégiant un peu le long des murs : de l'acide formique (1,5 l dilués dans 9,5 l d'eau, de l'acide sulfurique (1,2 l dans 9,8 l d'eau) ou du sel (3 kg dissous dans 8 l d'eau).

Cette technique se montre très efficace (tableau 11) si la fermeture du silo est bonne. Il faut pour cela que les 2 films plastiques latéraux se recouvrent sur au moins 1 m dans l'axe du silo et qu'un troisième film plastique recouvre ensuite la totalité de la surface du silo et qu'il soit légèrement chargé de sciures ou de sable. L'emploi de pneus empêche certes le film plastique de s'envoler mais s'avère insuffisant.

Conclusion

Même avec une très bonne hygiène de traite, la contamination du lait en spores butyriques est importante si l'ensilage distribué aux vaches est riche en spores. Il faut donc limiter le nombre de spores dans les ensilages. Pour cela il faut :

1 / diminuer l'introduction de terre dans le fourrage lors de la récolte ou du remplissage des silos :

- en ne fauchant pas trop bas et, dans certaines régions, en luttant contre les taupes ou les rats taupiers ;

- en ne manipulant pas les andains et en ne roulant pas dessus (remorques et tracteurs) lors du ramassage si la récolte se fait en deux

Tableau 9. Spores de Clostridium dans les ensilages d'orge plante entière (Kalzendorf 1992 cité par Weissbach 1996).

	Acide butyrique g/kg matière fraîche	Spores nombre/g MF
Témoin	5,8	> 11 000
Inoculant	0,5	930
Inoculant + 3 kg/t de formate de sodium	0 □	43

Tableau 10. Relation entre la teneur en acide butyrique et le nombre de spores de Clostridium (Kwella et Weissbach 1991).

	Fréquence des ensilages avec	
	< 1 000 spores/g	>= 1 000 spores/g
Acide butyrique (g/kg matière fraîche)		
≤ 2	80 %	20 %
2 - 10	35 %	65 %
10 - 20	37 %	63 %
> 20	14 %	86 %

Tableau 8. Caractéristiques fermentaires (en % MS) des ensilages d'orge plante entière (37 % MS) ensilée sans et avec addition de KNO₃ ou NaNO₂.

	pH	Acide lactique	Acide acétique	Acide butyrique	Ethanol
Témoin	4,4	2,5	0,3	1,7	1,4
+ 0,15 % KNO ₃	4,1	3,6	1,4	0	0,5
+ 0,10 % NaNO ₂	4,1	3,7	1,5	0	0,2

temps : fauche puis ramassage avec le pick-up de l'ensileuse ;

- en évitant d'épandre au printemps les lisiers sur les parcelles à ensiler ;

- en prévoyant une aire bétonnée devant les silos, servant de plateforme pour le déchargement des remorques ;

2 / inhiber la croissance et la multiplication des spores de Clostridium dans l'ensilage :

- en incorporant à la masse du fourrage un conservateur efficace. Des essais sont actuellement en cours à l'INRA pour étudier si l'addition d'un peu de nitrate à l'acide formique (l'addition de nitrite est exclue car il est décomposé en monoxyde d'azote en présence d'acide) peut renforcer son action ;

- en appliquant en surface sur le dessus du silo de l'acide ou du sel ;

- en assurant une très bonne étanchéité du silo (murs et couverture).

Figure 1. Répartition de la contamination butyrique en nombre de spores/g à l'intérieur d'un silo (moyenne de 4 silos d'ensilage de maïs). D'après ITEB 1985.

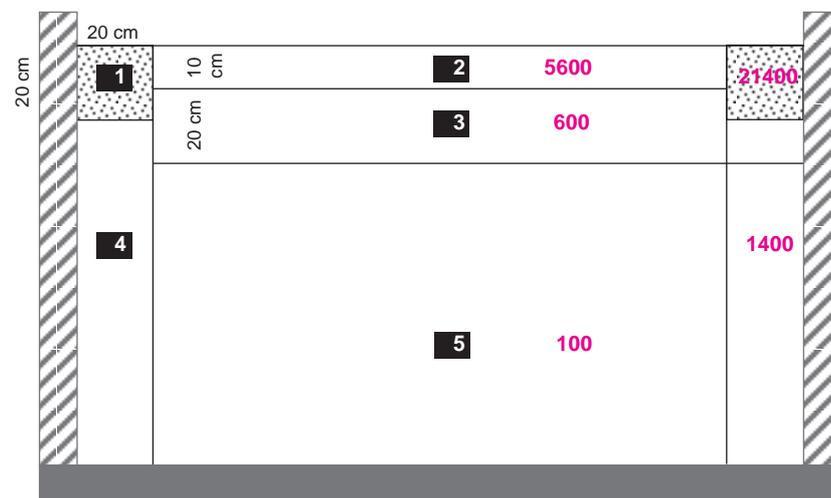


Tableau 11. Comparaison du nombre de spores/g d'ensilage suivant les zones du silo (cf. figure 1) et les traitements en surface (source ITEB/GIAL52).

Zone	Témoin	Acide formique	Acide sulfurique	Sel
1	13490	200	4	760
2	2040	150	7	190
3	680	155	210	340
4	3020	290	90	1 700
5	150	80	90	150

Dans ces essais, on peut supposer que les murs n'étaient pas doublés d'un film plastique compte tenu du nombre de spores dans la zone □4.

Références

- Gouet P., 1963. L'ensilage et les produits laitiers. *Fourrages*, 14, 50-69.
- ITEB, 1985. Le point sur la contamination du lait par les spores butyriques. ITEB, Paris, 32 p.
- ITEB-GIAL 52 n° 86012. Incorporation de conservateur dans la zone superficielle des ensilages. ITEB, Paris, 18 p.
- Kwella M., Weissbach F., 1991. Clostridial spore content of silages and influence of air contact. In : G. Pahlow and H. Honing (eds), *Forage conservation towards 2000*, 447-450.
- Kwella M., Haacker K., Reuter B., 1993. About investigations on the efficiency of silage additives. *Silage Research 1993. Proc. 10th Intl. Conf. on silage research*, 99-101.
- Mannerkorpi S., Rauramaa, 1993. Effect of different formic acid based additives on chemical and microbiological composition of low dry matter silage. *Silage research 1993. Proc. 10th Intl. Conf. on silage Research*, 102-103.
- Murphy J.J., Palmer J.M., 1993. The effect of cutting height and additive use on clostridial spores in silage and milk. *Silage Research 1993. Proc. 10th Intl. Conf. on silage Research*, 196-197.
- Ostling C.E., Lindgren S.E., 1991. Bacteria in manure and manured NPK fertilised silage crops. *J. Sci. Food Agric.*, 55, 579-589.
- Rammer C., Ostling C., Lingwall P., Lindgren S., 1994. Ensiling of manured crops-effects on fermentation. *Grass Forage Sci.*, 49, 343-351.
- Spoelstra S.F., 1983. Inhibition of clostridial growth by nitrate during the early phase of silage fermentation. *J. Sci. Food Agric.*, 34, 145-152.
- Weissbach F., 1996. New developments in crop conservation. *Proc 11th Intl Silage Conference*. 11-25.
- Weissbach F., Honing H., Kaiser E., 1993. The effet of nitrate on the silage fermentation. *Silage Research 1993. Proc 10th Intl Conf. on silage Research*, 122-123.

Abstract

Milk contamination by clostridial spores.

Milk from cows receiving silage may cause serious difficulties in the fabrication of certain type of cheeses, especially those which are pressed and cooked : late swelling, taste and unpleasant odors. The clostridial spore, *Clostridium butyricum*, is responsible. Contamination occurs during milking by faecal particles that go into the milk. Their importance depends upon the care used while milking and the cleanliness of the teats, and the number of spores in the silage and in the dung. It is necessary to keep in mind these

two factors in order to decrease milk contamination. It is important not to incorporate any soil particle (which passes on the spores) in the forage during harvesting and ensilage. It is also necessary to use an efficient preservative which inhibits the multiplication of the spores during ensilage. Acidic preservative and (or) those containing nitrates or nitrites are the most efficient.

Demarquilly C., 1998. Ensilage et contamination du lait par les spores butyriques. *INRA Prod. Anim.*, 11, 359-364.