

 <p>INSTITUT DE L'ÉLEVAGE</p>	<p>Comité National des Coproduits</p>	 <p>ADEME Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie</p>
 <p>LaSalle Beauvais - Institut Polytechnique Sciences de la Terre, du Vivant et de l'Environnement</p>	<p>« Fiches Sanitaires Coproduits »</p> <p>~~~~~</p> <p>SPORES BUTYRIQUES</p>	<p>Mai 2012</p>

1 - Nature du danger sanitaire : Biologique

Les *Clostridium tyrobutyricum* et *butyricum* sont des espèces de *Clostridium*, bactéries Gram positives anaérobies non pathogènes. Elles ne peuvent donc pas se développer en présence d'oxygène. Les bactéries sont naturellement présentes dans le sol et l'eau. De même, les bactéries résistent à des températures allant de 10 à 50°C avec un optimum de 37°C.

Lorsque leur environnement n'est pas favorable, elles ont la capacité de former des spores qui leur permettent de survivre durant le processus d'acidification de l'ensilage mais également dans le tube digestif des ruminants (KNICKY, 2005). Par la suite, lorsque l'environnement redevient favorable, les spores germes et les bactéries redeviennent actives. Ces spores butyriques peuvent également survivre à des pH allant de 4,6 à 7,5 avec un optimum de 5,8 (BARATON, 1985) et la germination peut intervenir en l'absence d'oxygène, à partir d'un pH à 4,5. Ces spores sont cependant capables de résister à la chaleur aux agents chimiques. Elles ont également une durée de vie quasiment illimitée dans le temps. Il est possible de retrouver de 500 à 87 000 spores par gramme de matière.

Une fois les spores germées, ces bactéries fermentent le lactate en présence d'acétate, généralement dans les produits de l'agroalimentaire comme les fromages à pâte cuite (CERF, 1968).

Les principales conditions de croissance de ces bactéries sont présentées ci-dessous :

	Optimum de croissance	intervalle favorable de croissance
Température	37°C	10 à 50°C
pH	7	4.6 à 5.5

Les principales limites de pH pour les spores butyriques sont présentées ci-dessous :

	Optimum de croissance :	intervalle favorable de croissance :
pH	5.8	4.6 à 7.5

2 - Analyse de risque de contamination des coproduits avec des spores butyriques

Nous avons obtenu une note de risque à partir de la méthode HACCP effectué sur chaque coproduit en partant du danger Spores Butyriques. Ces cotations de risques sont représentées dans le tableau 1.

Concernant l'échelle de notation de risque pour la contamination par les spores butyriques :

Gravité (G) est de niveau 1. En effet, ces spores ne présentent aucun risque pour les animaux car ils ne sont pas absorbés lors du passage dans le tube digestif. Ces spores présentent uniquement un risque pour la fabrication des fromages. Il s'agit donc d'une gravité mineure.

Fréquence (F) de contamination, que ce soit durant le transport, le stockage ou lors de la distribution, elle est de niveau 2 (possible, pouvant intervenir une à plusieurs fois par ans). Cependant, lorsque le coproduit est ensilé, cette fréquence augmente et est de niveau (3). En effet, ces bactéries étant anaérobies, la contamination intervient le plus souvent en absence d'oxygène.

Délectabilité (D) des spores est de niveau 3, il s'agit d'un danger apparent ne faisant pas l'objet de contrôles car il n'y a aucun risque pour la santé des animaux ni pour la santé humaine.

Tableau 1 : Cotation du risque « Spore Butyriques » pour chaque processus des différents type de Coproduits

	Matière première				Process				Transport				Stockage à la ferme				Distribution			
	G	F	D	R	G	F	D	R	G	F	D	R	G	F	D	R	G	F	D	R
Coproduits Lignocellulosiques																				
Pailles de céréales	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6
Cannes de maïs ou spathes	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6	1	3	3	9	1	2	3	6
Coproduits de l'industrie sucrière																				
Vinasses et mélasses				0				0				0				0	1	2	3	6
Pulpes surpressées				0				0	1	2	3	6	1	3	3	9	1	2	3	6
Coproduits de la transformation des céréales, oléagineux et protéagineux																				
Corn gluten feed				0				0	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6
Drêches de blé				0				0	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6
Tourteaux de colza				0				0	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6
Tourteaux de tournesol				0				0	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6
Tourteaux de Soja				0				0	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6
Coproduits de la filière fruits et légumes																				
Les fruits et légumes	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6
Coproduits de la filière lait																				
Lactosérums acide	1	3	1	3				0								0	1	2	3	6
Coproduits de la pomme de terre																				
Pulpe de féculerie				0				0	1	2	3	6	1	3	3	9	1	2	3	6
Les coproduits crus	1	3	3	9				0	1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6
Les coproduits cuits				0				0				0				0	1	2	3	6

G : Gravité ; F : Fréquence ; D : Détectabilité ; R : Risques

3 - Origines possibles de la contamination des coproduits par les spores butyriques

Tableau 2 : Origines possibles de contamination des coproduits par des spores butyriques en fonction du risque et de la gravité

	Matiere premiere	Process	Transport	Stockage à la ferme	Distribution
Coproduits Lignocellulosiques					
Pailles de céréales	+	+	+	+	+
Cannes de maïs ou spathes	+	+	+	+	+
Coproduits de l'industrie sucrière					
Vinasses et mélasses					+
Pulpes surpressées			+	+	+
Coproduits de la transformation des céréales, oléagineux et protéagineux					
Corn gluten feed			+	+	+
Drêches de blé			+	+	+
Tourteaux de colza			+	+	+
Tourteaux de tournesol			+	+	+
Tourteaux de Soja			+	+	+
Coproduits de la filière fruits et légumes					
Les fruits et légumes	+	+	+	+	+
Coproduits de la filière lait					
Lactosérums acide	+				+
Coproduits de la pomme de terre					
Pulpe de féculerie			+	+	+
Les coproduits crus	+		+	+	+
Les coproduits cuits					+

Les cases vides n'ont pas de CCP

	Risque		Gravité
Risque faible	0 à 10	G=1	+
Risque modéré	10 à 20	G=2	++
Risque élevé	20 à 30	G=3	+++
Risque très élevé	>30	G=4	++++

Selon Carlin (2010), les contaminations dépendent de facteurs tels que l'écologie microbienne, le type d'alimentation des animaux les pratiques d'élevage, le climat ou encore les pratiques hygiéniques durant le process industriel. Les aliments grossiers sont bien évidemment les plus importantes sources de contamination car on retrouve les butyriques partout dans le sol et notamment dans les fourrages. La contamination des aliments se fait lors de la récolte, lorsque la fauche est réalisée trop près du sol et lorsque des mottes de terres sont ramassées. De plus, épandages de lisier ont un

effet cumulatif sur la concentration des bactéries et donc des spores (CARLIN, 2010).

Parmi les sources d'aliment les plus à risque, les ensilages dont l'acidification est trop lente pour inhiber le développement des butyriques, sont à surveiller. La contamination par les spores allant de quelques spores par gramme à plusieurs millions et il y a une bonne corrélation entre la concentration dans la ration et la concentration dans les bouses. Elles ne sont pas éliminées dans le tube digestif et se retrouvent donc concentrées dans les bouses, leur nombre allant de 1000 à 1 000 000 par gramme. Le lait est donc contaminé par les particules de bouses passant dans le lait lors de la traite. De même, les terres argileuses constituent un milieu imperméable anaérobie qui favorise les butyriques.

4 - Diagnostic épidémiologique

4.1. Les différentes formes cliniques.

Les *Clostridium tyrobutyricum* et *butyricum* sont connus pour leur aptitude à se développer dans les fromages et les faire gonfler. *Cl. butyricum* fermente beaucoup de glucides dont le lactose alors que *Cl. tyrobutyricum* ne fermente que peu de glucides; en particulier il ne fermente pas le lactose mais le lactate.

Ce sont ces deux espèces, et principalement *Cl. tyrobutyricum*, que l'on retrouve presque uniquement dans les fromages. Celui-ci induisant une rancidité ou un gonflement (Cheddar et Gruyère) lorsque le lactate est transformé en butyrate et en H₂, CO₂ (DEMARQUILLY, 1998).

Tous les *Clostridium*s sont capables de se développer dans un milieu contenant au moins un glucide, cependant, dans des conditions normales de fabrication du fromage, ceux-ci ne peuvent se développer et y provoquer des altérations. Lorsque la source de carbone du milieu est constituée par un mélange lactate-acétate de sodium, à l'exclusion de tout glucide, seuls les *Clostridium*s capables de fermenter le lactate peuvent s'y développer et notamment *CL. tyrobutyricum*. Ceux-ci par leur croissance vont provoquer l'apparition de gaz et faire gonfler les fromages.

Les spores résistent bien au chauffage réalisé lors de la fabrication des fromages à pâte cuite et se retrouve ensuite dans des conditions favorables à sa germination (anaérobiose et température). Elle produira donc du gaz et de l'acide butyrique, faisant ainsi gonfler les fromages et produisant une mauvaise odeur.

4.2. Diagnostic et traitement

Selon Demarquilly (1998), lorsque le lait contient entre 500 et 1000 spores butyriques, on peut apercevoir des défauts lors de la formation des fromages. Lorsque celui-ci en contient plus de 2000 spores, la quasi-totalité des produits ne peuvent plus être commercialisables. Il n'existe pas de traitement contre les produits contaminés par les spores butyriques à part la centrifugation du lait (bactofugation). Celle-ci élimine 60% des bactéries lorsqu'elles sont soumises à 3000g. Cependant cette solution reste chère et donne des résultats limités. (YI-CHENG, 2000). D'autres solutions existent dont le fait d'ajouter des nitrates dans les aliments, cela a pour

effet d'inhiber la croissance des bactéries (WALSTRA, 1999). Une addition est également possible dans les fromages pour empêcher le phénomène de gonflement. La solution finale reste également de séparer le lait contaminé de la chaîne industrielle.

5 - Risques pour la santé humaine

5.1. Sources d'exposition pour l'homme

La principale source d'exposition à l'homme intervient lors de la consommation de fromages contaminés ou par le contact avec les aliments contaminés mais les spores ne traversent pas la paroi de l'intestin et se retrouvent dans des fèces. Les sources d'expositions de cette bactérie à l'homme ne constituent donc pas un danger pour la santé humaine.

5.2. Signes cliniques d'une infection par les spores butyriques

La spore, organe de résistance, est non pathogène donc sans risque pour le consommateur. Il n'y a donc pas de signes cliniques d'ingestion de spores butyriques et donc aucun signe d'infection n'intervient. Les seuls risques pour la qualité du produit interviennent lors de la fabrication des fromages. Lors d'une concentration trop élevée, ils gonflent et perdent une grande partie de leur valeur (DEMARQUILLY, 1998).

6 - Recherche des causes en cas de contamination avérée

Cette contamination des équipements par les spores peut résister aux opérations de nettoyage grâce à des capacités d'adhérence notamment par la formation de biofilms (CARLIN, 2010). La cause peut également provenir des aliments du bétail contaminés par la terre qui se retrouve dans les récoltes.

7 - Moyens de prévention et de maîtrise

Le principal moyen de prévention est de diminuer l'introduction de terre dans les fourrages lors de la récolte ou du remplissage des silos. Pour cela, il est important de ne pas faucher trop bas et de lutter contre les taupes pour éviter de récolter les mottes de terre. De plus, le fait de limiter la manipulation des andains et en ne roulant pas dessus réduit les chances de contamination par les butyriques.

Le lisier étant un facteur aggravant de contamination, il est important de ne pas épandre au printemps sur les parcelles qui sont à ensiler afin de ne pas augmenter la concentration en butyriques de la parcelle. Enfin, lors de la récolte, une aire bétonnée devant le silo limite la contamination lors de la constitution des réserves.

Une autre solution pour éviter la contamination serait d'inhiber la croissance et la multiplication de ces spores dans le silo. Il est, en effet possible d'incorporer un conservateur mais assurer une bonne étanchéité du silo est également une solution efficace.

Enfin pour maîtriser la contamination par les butyriques, un chauffage à 80°C pendant 10 min à un pH de 6,5 suffit à éliminer ces bactéries car leur thermo-résistance est relativement faible. (CERF, 2010).

Tableau 3 : moyens de prévention et de maîtrise des risques pour. Clostridium tyrobutyricum et butyricum

	Moyens de prévention et mesures de surveillance	Mesures correctives
Matière première	Ramassage par temps sec (pommes de terre et betteraves) Eviter les épandages sur les zones de récoltes, lutte contre les taupes (légumes) Respect des mesures d'hygiène (lait)	
Réception industrie	Nettoyage des lieux de réception, éviter tout résidu de terre ou de déjections (légumes)	
Process	Eviter de ramasser de la terre (Pailles) Nettoyage des outils de transformation (canalisation pour lutter contre les biofilms. (légumes))	Nettoyage des moyens de Stockage (légumes)
Transport	Nettoyage des remorques (terre et effluent) et sensibilisation du transporteur (tous des coproduits sauf liquides : cuve).	
Stockage à la ferme	Nettoyage des silos et des locaux (terres et effluents), sensibilisation des agriculteurs, respect des mesures d'hygiène, lutte contre les volatiles, dératisation. Contrôle régulier par l'agriculteur du lieu de stockage (tous les coproduits)	Rejet des zones souillées par de la terre ou des effluents d'élevage. Maintenance curative Isolement du lot et des animaux malades
	Ensilages : étanchéité du silo, bâche, tassage (roues propres), utilisation de conservateurs envisageable, limiter les contacts avec de l'eau souillées ou des effluents d'élevage	
	Tourteaux : Stockage au sec	
	Silos : couverture du silo	
	Pressés : contrôle visuel (température, humidité), stockage à l'écart des effluents d'élevage, à l'abri de la pluie, nettoyage des silos	
Distribution	Sensibilisation des agriculteurs. Nettoyage régulier des auges et du matériel de distribution. Eviter les risques de défécation dans les auges. Lutte contre les nuisibles. Suivi de la consommation du coproduit (pour tous les coproduits)	Rejet des zones souillées par de la terre ou des effluents d'élevage. Isolement du lot et des animaux malades

**Pour en savoir plus
Comité National des Coproduits**

**Institut de l'Elevage
Benoît Rouillé
benoit.rouille@idele.fr**

**Ademe
Julien Thual
julien.thual@ademe.fr**

***Avec la participation active de
Laurent Bouton
et
Jérôme Caudrillier
Enseignants chercheurs à LaSalle Beauvais***