

Nom de l'événement :
Colloque plantes fourragères

Titre de la conférence :
Qualité de l'ensilage et lutte biologique

Auteurs :
Pascal Drouin, Lallemand Inc., Nutrition Animale (courriel : pdrouin@lallemand.com)
Gisèle LaPointe, Université de Guelph (courriel : glapoint@uoguelph.ca)

FAITS SAILLANTS

- Description de la différence entre les communautés de bactéries lactiques présentes sur les plantes et le processus de sélection de souches pour les additifs microbiens.
- Le processus de sélection de souches de bactéries lactiques comporte plusieurs étapes permettant, entre autres, d'identifier des souches hautement compétitives ou ayant des propriétés spécifiques pour la fermentation des ensilages.
- Les bactéries lactiques impliquées dans la fermentation des ensilages synthétisent différentes molécules ayant des propriétés bioactives ou permettant la lutte biologique pour le contrôle des pathogènes et des contaminants alimentaires.

INTRODUCTION

La conservation des plantes fourragères selon la technique de leur ensilement s'effectue selon un processus naturel faisant appel à un groupe de microorganismes regroupé sous l'appellation « bactéries lactiques ». La surface des plantes ainsi que leurs organes en sénescence ou en décomposition constituent un des principaux environnements où il est possible de retrouver ce groupe de bactéries. Celles-ci profitent ainsi d'une source d'énergie importante et peuvent croître même en absence d'oxygène afin de fermenter les composés végétaux. Il est aussi possible de les retrouver dans le lait ou sur notre peau.

Historiquement nous avons développé une importante relation avec ce groupe de bactéries. Cette relation est basée sur leurs propriétés de fermentation et de coloniser divers environnements où l'oxygène est absent, telles que notre système digestif, des végétaux ou d'autres produits animaux. Sans être exhaustifs, la fermentation du lait, de la choucroute et du cacao dépendent de ces bactéries. Elles peuvent aussi produire plusieurs molécules bioactives ayant des propriétés bénéfiques pour la santé ou ayant un rôle en lutte biologique.

BACTÉRIES LACTIQUES ÉPIPHYTES ET INOCULÉES

La surface des plantes fourragères présente néanmoins une faible abondance de ces bactéries contrairement aux tissus en sénescence. Les microorganismes colonisant la surface des plantes sont nommés microorganismes épiphytes. Dans la littérature, il est généralement reconnu qu'en ce qui a trait aux bactéries lactiques, leur nombre varie entre 1000 et 1 million de cellules par gramme de plantes fourragères. Cette différence est importante et est due à l'état de la plante. Une plante ayant plusieurs zones de sénescence présentera un nombre plus important de bactéries lactiques. Il est évident que chaque type de plante fourragère présentera des communautés de microorganismes épiphytes différents.

Le succès d'un chantier d'ensilement des plantes fourragères, que ce soit des légumineuses, d'un mélange graminées-légumineuses ou de maïs, dépend de plusieurs facteurs, tels le taux de matière sèche et la présence de sucres fermentescibles. Par contre, plus que tout autres facteurs, assurer un environnement exempt d'oxygène est à considérer dès la mise en silo. Lorsque l'oxygène est retiré, il est possible d'observer un changement rapide de la diversité microbienne. Ceci est représenté par la différence des communautés bactériennes du matériel récolté et celles observées après 24 et 48 heures à la Figure 1. Ce type de changement en abondance des différents types de bactéries est similaire pour l'ensemble des plantes fourragères, que ce soit du maïs que de la luzerne, par exemple. Ce changement des communautés s'accompagne d'activités physiologiques spécifiques à la fermentation. Un premier groupe de bactéries lactiques se développe et représente alors près de 50% de la diversité. Les changements de la communauté des bactéries lactiques se poursuivent lors des jours subséquents. La dominance des bactéries lactiques est alors encore plus importante.

Parmi les changements du microbiote du maïs ensilé jusqu'à 64 jours, il est possible d'observer une différence importante entre un ensilage non inoculé et un ensilage inoculé (Figure 1). Dans les deux cas, les bactéries lactiques dominent ces ensilages, mais à un niveau de 50% plus élevé pour l'ensilage inoculé. Il est aussi intéressant de souligner que, de façon surprenante, l'ensilage de maïs inoculé comporte aussi une plus grande diversité de bactéries lactiques que l'ensilage non inoculé, ce qui est contre intuitif considérant qu'une souche précise a été inoculée.

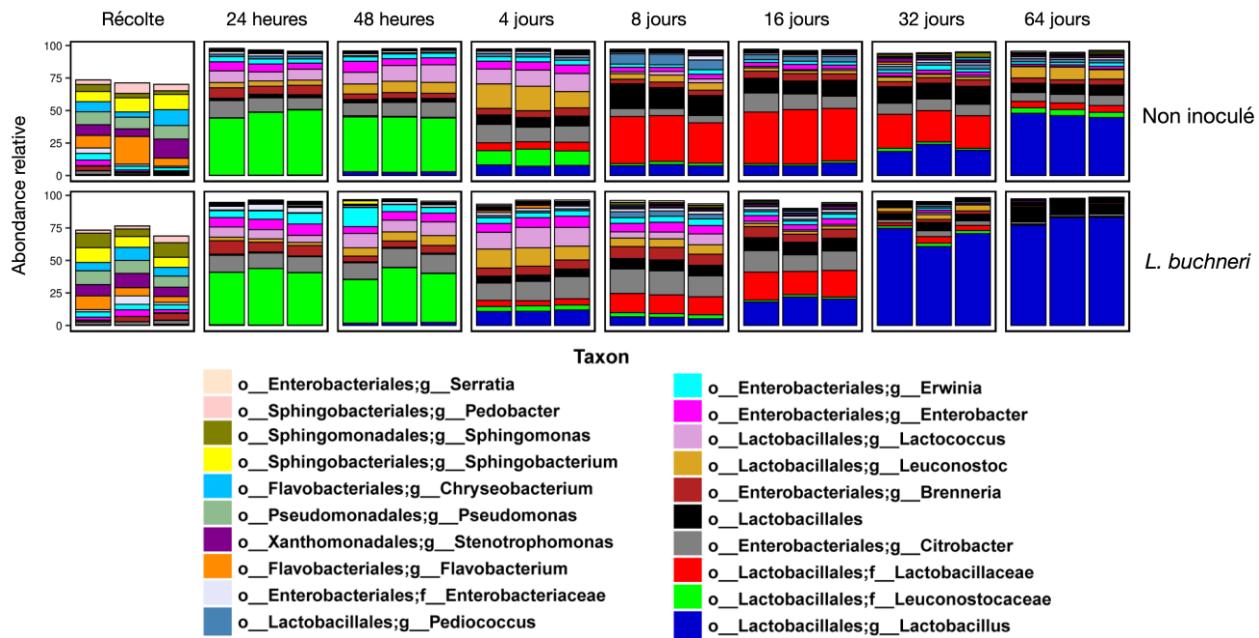


Figure 1. Changement de la communauté de bactéries entre la récolte jusqu'à 64 jours de fermentation (Drouin et coll. 2019)

La sélection de souches de bactéries lactiques utilisées en tant qu'additif bactérien pour ensilage est un processus requérant de nombreuses étapes réparties sur plusieurs années.

Voici les principales étapes permettant le développement d'un additif microbien :

1. Isolement de nouvelles souches
2. Évaluation des principales propriétés biochimiques
3. Procéder à un premier essai en silos expérimentaux afin de retenir les souches compétitives
4. Procéder à un second essai de sélection sur un nombre restreint de souches
5. Analyser d'autres propriétés biochimiques et la croissance en conditions industrielles
6. Analyser le génome et certains gènes (éviter des gènes de production d'antibiotiques)
7. Procéder à des essais en conditions de production sur des fermes
8. Obtenir les droits de production et de vente

LUTTE BIOLOGIQUE ET INOCULANTS POUR ENSILAGES

Un ensilage de qualité contient généralement peu de microorganismes pathogènes ou d'agents de contamination des aliments. Par contre, les zones en contact avec de l'oxygène, tels les côtés des silos-couloirs ou sous une déchirure du plastique d'un silo-boudin peuvent présenter des risques biologiques importants. La présence d'une carcasse dans le silo, celle d'un rongeur par exemple, introduit aussi un risque de contamination.

De façon générale, chacune des zones caractérisées par la présence de moisissures présente un risque important de contamination par des agents pathogènes, car la dégradation de la matière végétale fournit des substrats et les conditions à leur croissance. Pour la santé d'un troupeau, un pathogène important est le *Clostridium botulinum*. Il agit en produisant une variété de toxines neurotoxiques responsables de paralysie musculaire. Cette bactérie peut se développer en absence d'oxygène, mais à des niveaux de pH plus élevé que 5,3. Un ensilage de qualité ne sera pas à risque. La qualité de l'ensilage est aussi un facteur important en ce qui concerne la présence de listeria, des producteurs de toxine shiga (*E. coli* et *Salmonella*), de *Bacillus cereus*, de moisissures pouvant être la source de mycotoxines, ou de spores butyriques causant des défauts lors de la fabrication des fromages (Drouin & Lafrenière, 2012).

Les bactéries lactiques permettent un contrôle direct de ces pathogènes par la réduction du pH durant la fermentation. De nombreuses souches peuvent aussi sécréter dans l'ensilage des molécules ayant des propriétés bactéricides. Plusieurs de ces molécules permettront d'inhiber des staphylocoques responsables de mammites, des listeria ou d'autres pathogènes alimentaires.

En caractérisant le potentiel de lutte biologique de souches de bactéries lactiques isolées d'ensilage de maïs, l'équipe du Dr. Jin (Li et coll. 2015) a pu démontrer un potentiel d'inhiber la croissance de *Salmonella*, de *Micrococcus* et d'*Escherichia coli*. Cette propriété des bactéries lactiques de synthétiser ces molécules bactéricides n'est pas fréquemment utilisée lors de la sélection des souches. Par contre, les souches très compétitives contribuant positivement à la qualité des ensilages possèdent fréquemment cette propriété. L'apport des bactéries lactiques à la réduction du pH constitue le principal facteur afin d'inhiber les microorganismes indésirables dans un ensilage. Les cellules des organismes n'ayant pas de mécanismes d'adaptation envers les acides en mourront ou seront fortement inhibées. Ceci facilite l'impact des molécules bioactives synthétisées.

En fonction du profil fermentaire de l'ensilage, différents microorganismes ayant survécu aux conditions acides pourront reprendre leur croissance à l'ouverture du silo. La dynamique microbienne qui en découle est mal connue, mais clairement dépendante de celle lors de la fermentation. Les deux sont associés. La présence de certaines espèces de levures, principalement des espèces ne dégradant pas l'acide lactique tels les saccharomycètes, contribuera à leur façon au maintien de la qualité hygiénique de l'ensilage. En effet, certaines de ces espèces produisent aussi des molécules ayant des propriétés antimicrobiennes. C'est le cas de la levure *Saccharomyces*. Ces molécules sont variées et peuvent être des facteurs antimicrobiens, des acides volatils, ou du peroxyde d'hydrogène (Hatoum et coll. 2012).

CONCLUSION

La qualité microbienne du lait peut être utilisée comme indicateur de la santé de la vache et la qualité microbienne de son environnement. Ainsi, une bonne gestion sanitaire des systèmes fournissant l'eau, les aliments et les systèmes de traite est primordiale pour réduire la contamination du lait (Rasolofa et coll. 2010), et ainsi réduisent les pénalités pour un lait de qualité inférieure. Pour les productions bovines, l'état de santé et le rendement des animaux seront les indicateurs à surveiller. La qualité de l'ensilage représente ainsi un des premiers niveaux de contrôle afin de bien gérer les aspects sanitaires sur l'entreprise (LaPointe, 2017).

Références

- Drouin & Lafrenière. 2012. Clostridial spores in animal feeds and milk. Chaiyaburn, N. éditeur. Milk production – an up-to-date overview of animal nutrition, management and health. Intech. pp 375-394.
- Drouin et coll. 2019. Dynamic succession of microbiota during ensiling of whole plant corn following inoculation with *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus hilgardii* alone or in combination. Microorganisms. 7:5 <https://doi.org/10.3390/microorganisms7120595>

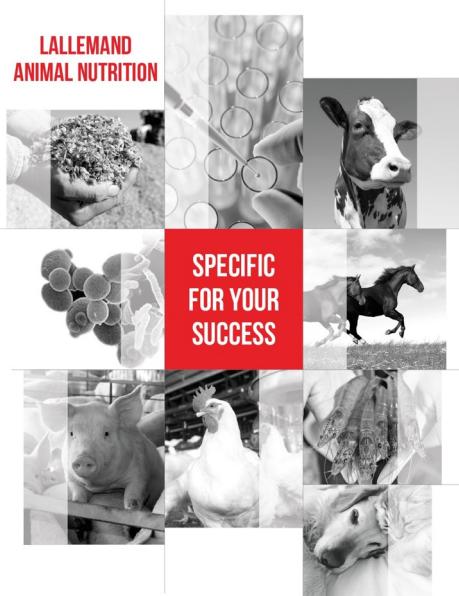
Hatoum et coll. 2012. Antimicrobial and probiotic properties of yeasts: from fundamental to novel applications. *Frontiers in Microbiology*.3:421 <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00421>

LaPointe, G. 2017. Understanding and preventing spoilage of cow's milk. Nico van Belzen (ed.) Achieving sustainable production of cow's milk, Vol 1., Safety and Quality. Burleigh Dodds Science Publishing Ltd. pp 145-157. <https://doi.org/10.4324/9781351114165>

Li et coll. 2015. Identification and antimicrobial activity detection in lactic acid bacteria isolated from corn stover silage. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 28: 620-631.

Rasolofo et coll. 2010. Molecular analysis of bacterial population structure and dynamics during cold storage of untreated and treated milk. *Int. J. Food Microbiol.* 138:108-118. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.008>

LALLEMAND
ANIMAL NUTRITION



LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

UNIVERSITY
of GUELPH



Qualité de l'ensilage et lutte biologique

Gisèle LaPointe
Université de Guelph

Pascal Drouin
Lallemand Nutrition Animale

LALLEMAND

Points à couvrir

- Facteurs contribuant à la variation dans la qualité de l'ensilage
- Retour sur la fermentation
- Dynamique du microbiote des plantes: avant et après l'ensilement
- Qu'est-ce qu'il arrive après l'ouverture?
- Microorganismes pouvant causer des problèmes
- Lutte biologique

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

LALLEMAND



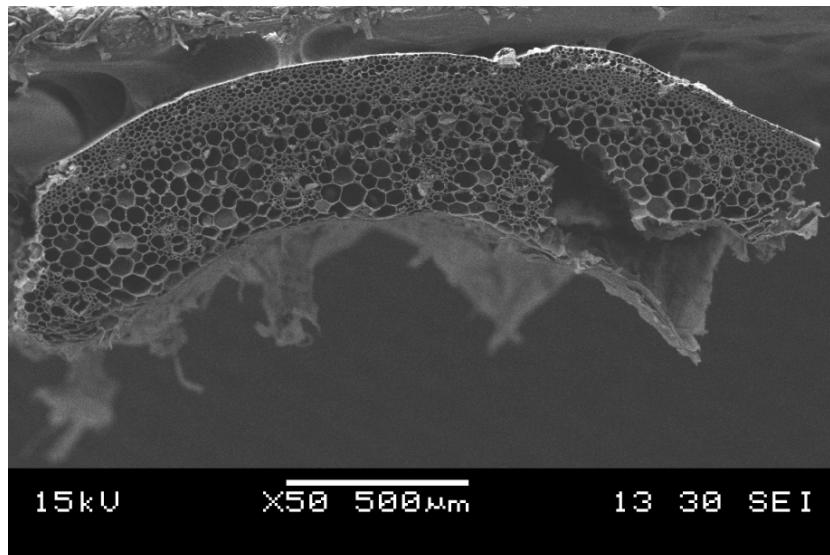
À ce niveau, rien de nouveau



LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

LALLEMAND

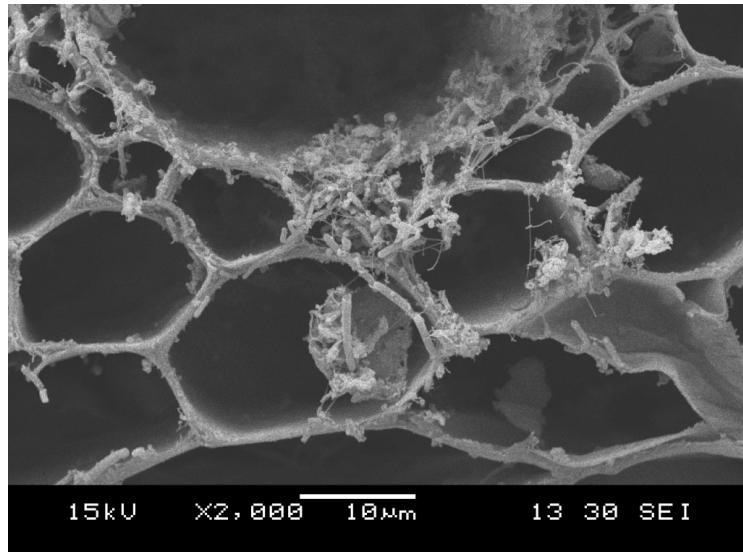
Mais si on changeait de point de vue?



LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

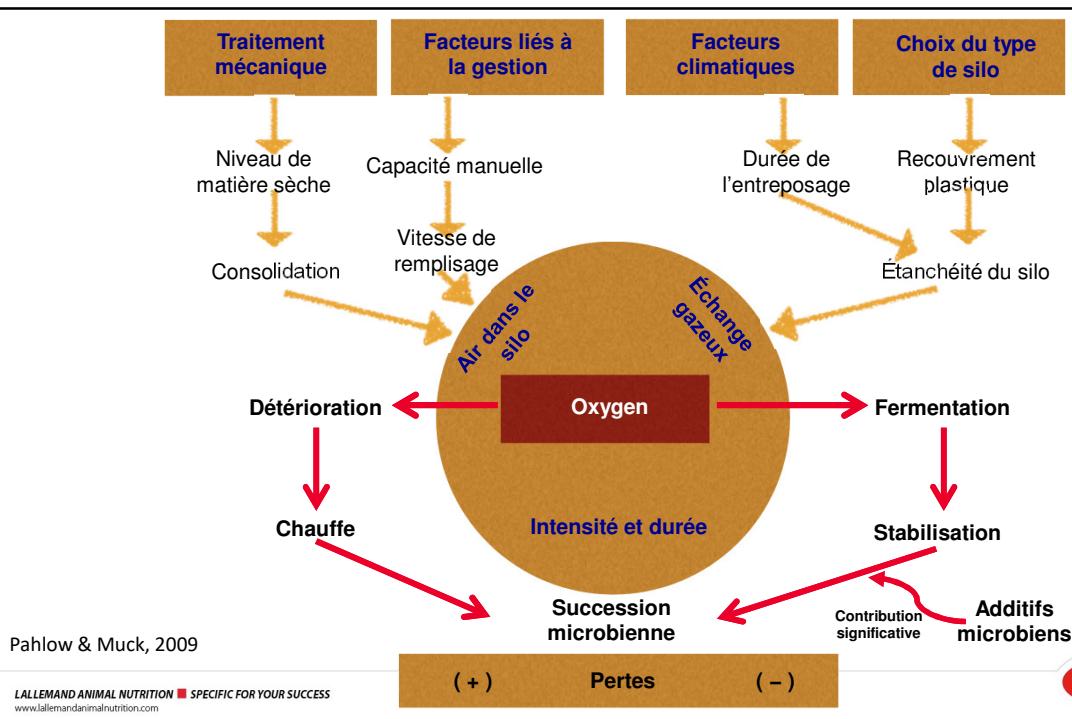
LALLEMAND

Vers celui des microorganismes



LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

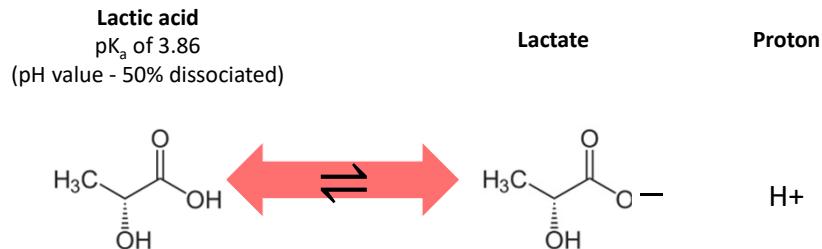
LALLEMAND



LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

LALLEMAND

Rôle des acides organiques au niveau de la fermentation

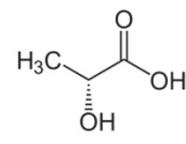


LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

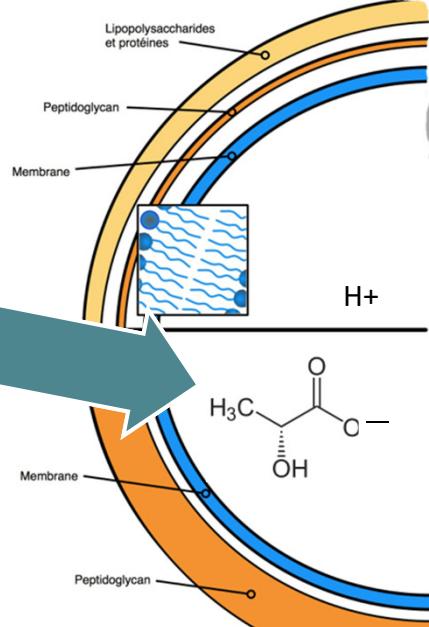


Effects of organic acids on microbial cells

Acide lactique
 pK_a de 3.86
 (valeur de pH - 50% dissociée)



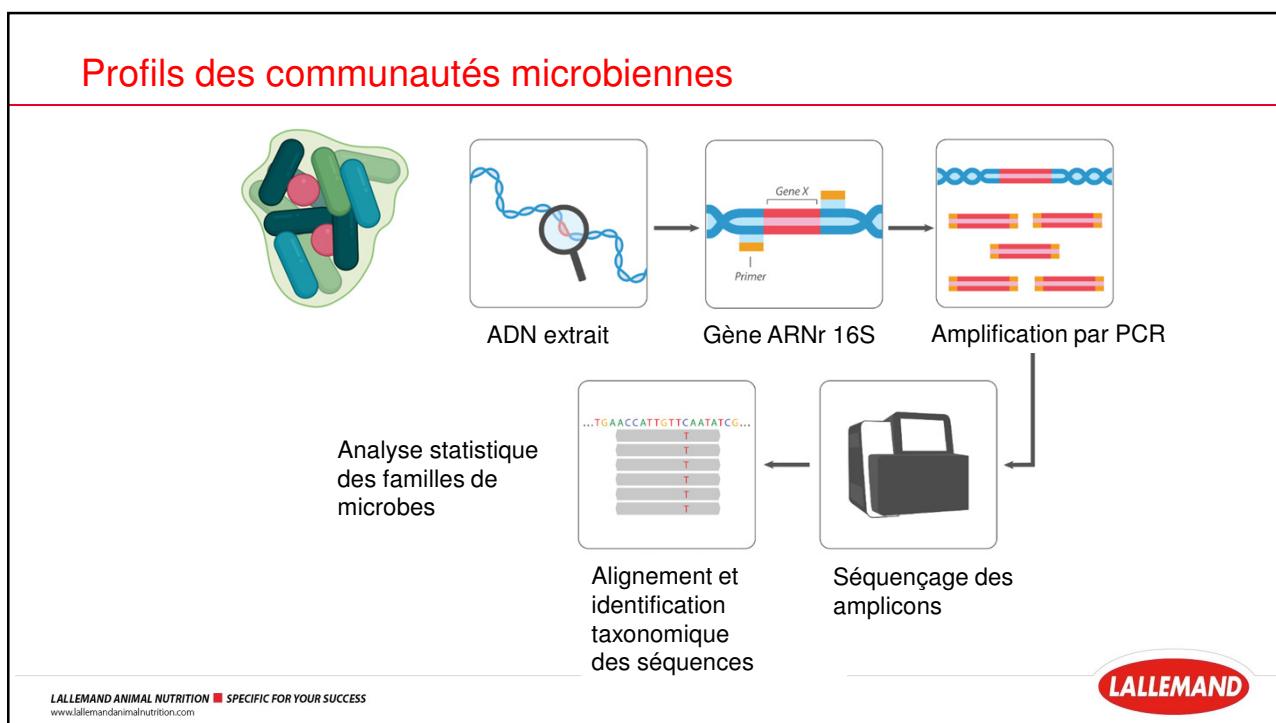
Acetic acid 4.76
Propionic acid 4.86
Butyric acid 4.82



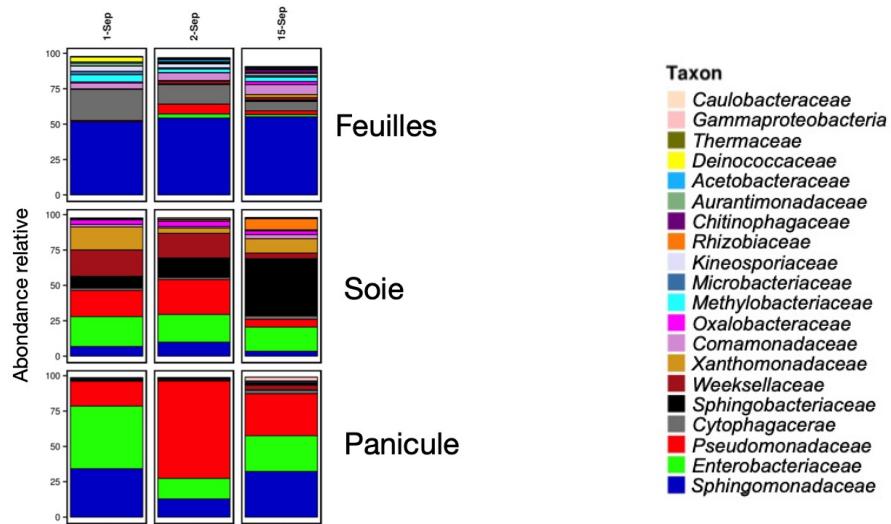
LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com



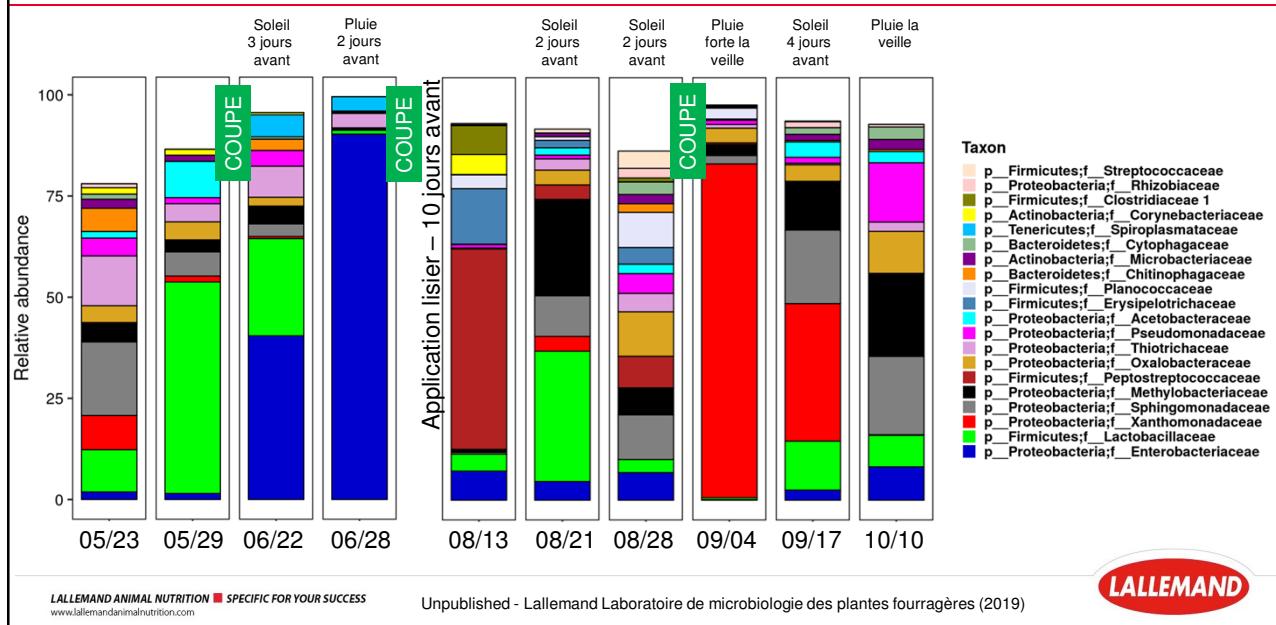
Profils des communautés microbiennes



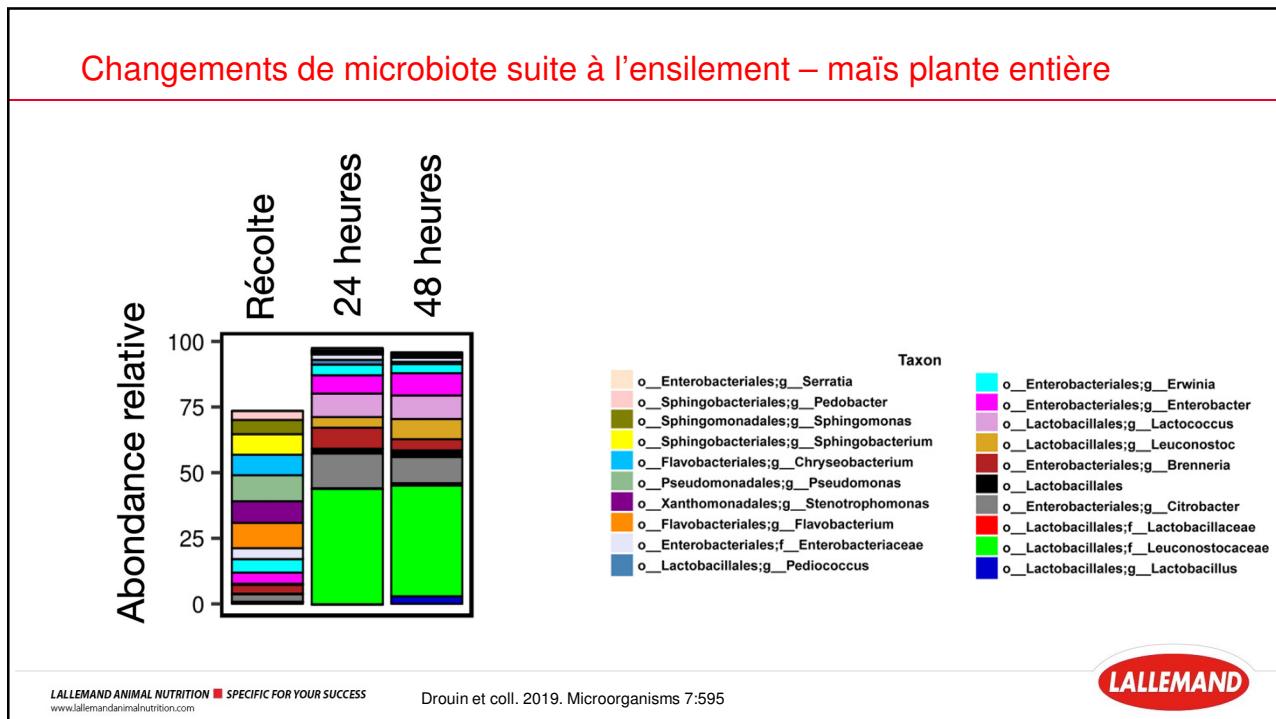
Microbiote du maïs – avant ensilage



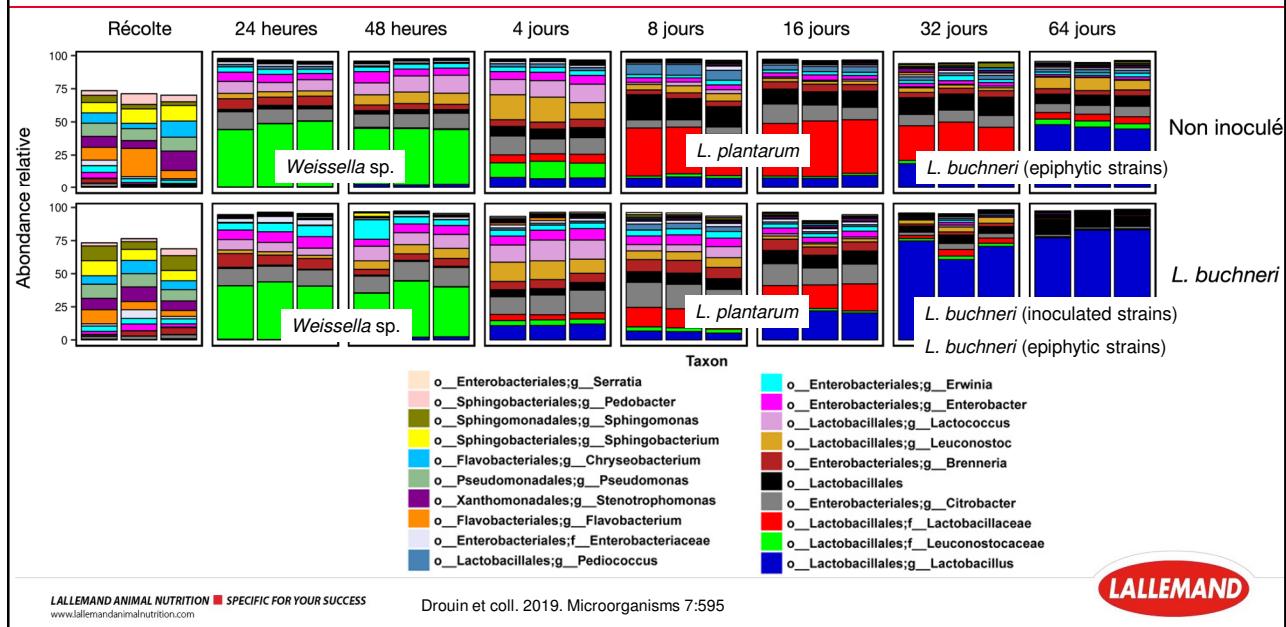
Changements du microbiote de la luzerne au champs (même parcelle)



Changements de microbiote suite à l'ensilement – maïs plante entière



Changements de microbiote suite à l'ensilement – maïs plante entière

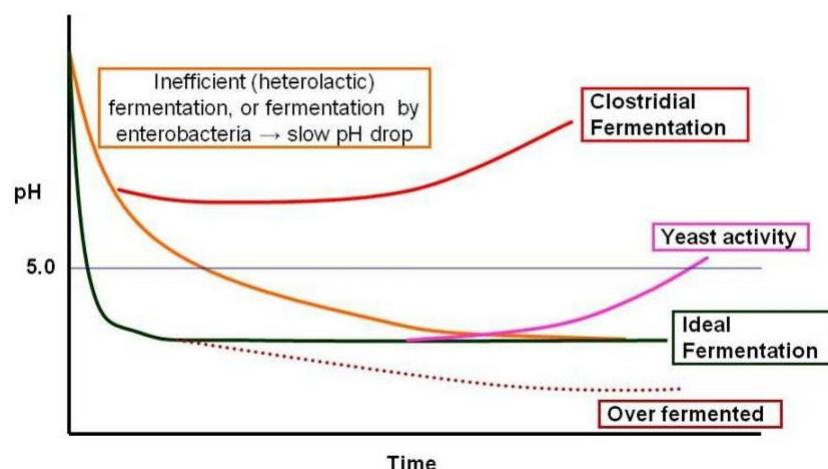


Microorganismes non souhaités dans les ensilages

- Toxi-infections alimentaires:
 - *Clostridium*
 - *Bacillus*
 - *Listeria*
 - *Escherichia coli* produisant les toxines Shiga
 - *Staphylococcus aureus*
- Agents causant la mammite bovine: *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Streptococcus uberis* et *Streptococcus dysgalactiae*
- *Mycobacterium bovis* (tuberculose bovine) et autres mycobactéries
- Moisissures (mycotoxines)

Facteur de risques pour l'innocuité des ensilages

- Réduction du pH lente
 - Fermentation lente
 - Manque de sucre fermentescible
 - Matière sèche trop élevé ou variable
- Présence d'oxygène
 - Mauvaise compaction
 - Problème d'étanchéité du silo
 - Longue période avant de recouvrir ou sceller



LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

LALLEMAND

Impact de la fermentation sur certains microorganismes non souhaités

Table 1. Microbiological analysis of the fresh whole-plant corn and 30 days silage

Sample	Counts (CFU/g of FM) of viable microorganisms						
	Lactic acid bacteria	Bacilli	Coliform bacteria	Aerobic bacteria	Molds	Yeast	Clostridia
Fresh whole-plant corn	1.4×10^5	8.6×10^2	1.2×10^3	3.3×10^5	5.8×10^3	2.3×10^5	9.0×10^3
30 days corn stover silage	2.4×10^6	4.2×10^2	1.1×10^3	2.0×10^3	ND	2.0×10^2	ND

CFU, colony forming unit; FM, fresh matter; ND, not detected.

Li et coll. 2015. Asian Australas. J. Anim. Sci. 28:620-631

Table 5. pH values, concentrations of undissociated (Und.) acids (g/kgDM) and listeria counts in contaminated silages after 30 days. MIC values for *L. monocytogenes* are given for comparison.

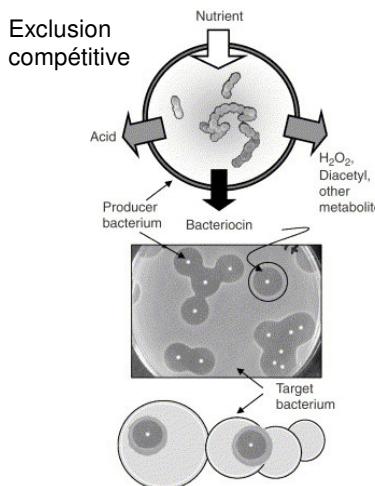
	Silages treated with:			MIC values (g/kgDM) after Östling & Lindgren (1993)	
	No additive	Formic acid	Lactic acid bacteria	Anaerobic conditions	Aerobic conditions
Low DM level (200 g/kg)					
pH	4.9	4.3	3.9	4.5 to 5.1	4.8 to 5.1
Und. lactic	5.8	20.7	61.3	0.36	1.44
Und. acetic	3.3	8.1	8.7	0.96	1.44
Und. formic	<0.1	0.7	<0.1	-	-
Sum of undissociated acids	9.1	29.5	70.1	-	-
<i>L. monocytogenes</i> (log cfu/g)	2.3	nd	nd	-	-
Medium DM level (430 g/kg)					
pH	5.8	5.5	4.1	4.5 to 5.1	4.8 to 5.1
Und. lactic	0.3	0.2	30.9	0.12	0.48
Und. acetic	0.3	0.3	4.1	0.32	0.48
Und. formic	0	<0.1	0	-	-
Sum of undissociated acids	0.7	0.5	35.0	-	-
<i>L. monocytogenes</i> (log cfu/g)	7.9	4.2	nd	-	-

Pauly & Tham. 2003. Acta Vet. Scand. 44:73-86

*nd = not detected.

LALLEMAND

Potentiel de lutte biologique envers les microorganismes non souhaités



Exclusion compétitive

Nutrient

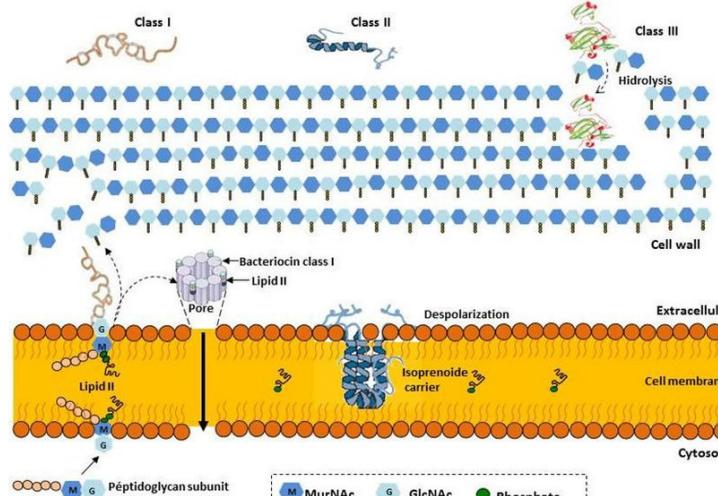
Acid

Producer bacterium

Bacteriocin

H_2O_2 , Diacetyl, other metabolites

Target bacterium



Class I

Class II

Class III

Hidrolysis

Cell wall

Bacteriocin class I

Lipid II

Pore

Despolarization

Isoprenoide carrier

Extracellular

Cell membrane

Cytosol

Peptidoglycan subunit

M MurNAc G GlcNAc Phosphate

Deegan et coll. 2019. Int. Dairy J. 16:1058-1071

Yusuf & Hamid . 2013. IOSR Journal of Pharmacy 3:44-50

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

LALLEMAND

Lutte biologique – bactéries lactiques

- Production d'acides organiques
 - Contribution à l'abaissement du pH
- Synthèse de peptide ayant des propriétés antimicrobiennes
 - Bactériocines spécifiques – les lantibiotiques
 - Type A – action rapide en créant des pores dans les parois (i.e. nisine, gallidermin)
 - Type B – inhibe la synthèse de parois (i.e. cinnamycin, duramycin)
 - Active à faible concentration
- Chacune peut-être spécifique envers des espèces spécifiques

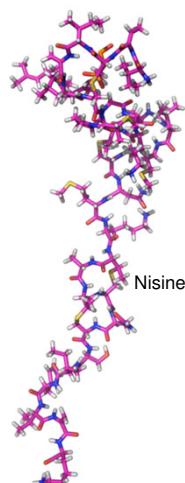


Table 4. Antimicrobial activity of the representative strains

Strain number	Antimicrobial activity		
	<i>Salmonella enterica</i> ATCC 43971 ^T	<i>Escherichia coli</i> ATCC 11775 ^T	<i>Micrococcus luteus</i> ATCC 4698 ^T
ZZU 50	++	+++	+++
ZZU 64	+	+	++
ZZU 170	+	+	+
ZZU 203	+++	+++	+++
ZZU 204	++	+++	+++
ZZU 205	+	++	+
ZZU 223	+	+++	+
ZZU 273	++	+++	+++
ZZU 274	+++	++	+++
ZZU 278	+++	+++	+++
ZZU 283	+++	+	+++
ZZU 299	+++	+	+++

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

Li et coll. 2015. Asian Australas. J. Anim. Sci. 28:620-631

LALLEMAND

Incidence dans l'ensilage des molécules de lutte biologiques des BAL

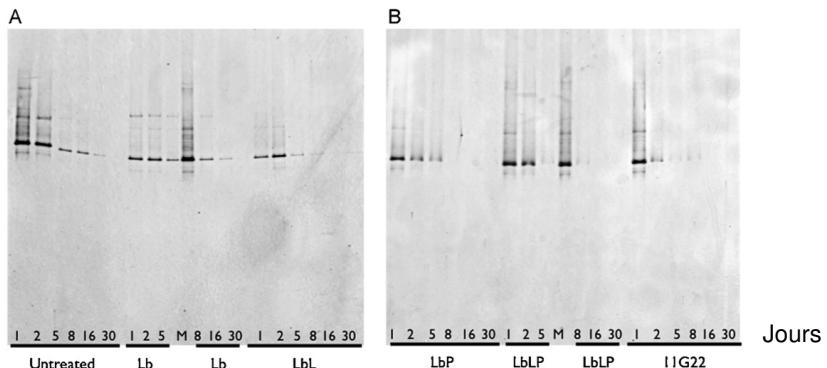


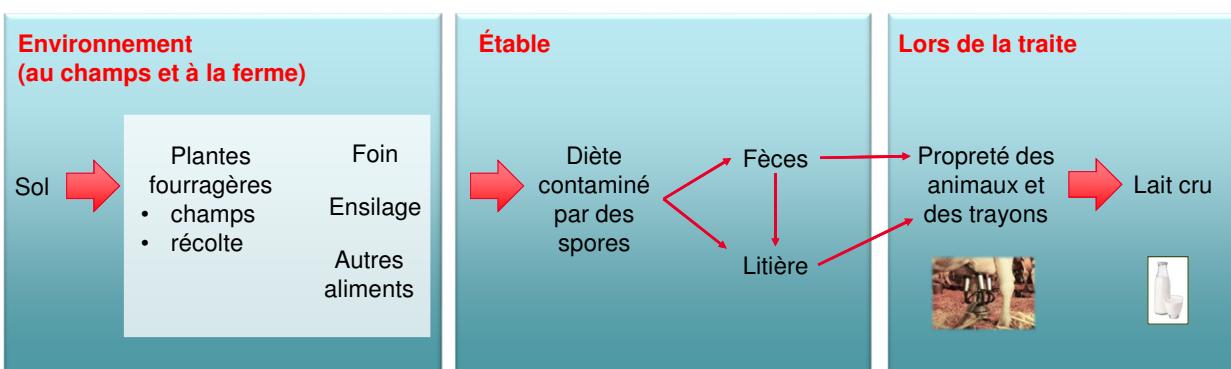
Fig. 3. DGGE profiles of the PCR products from DNA extracted from ryegrass silage samples under different treatments and sampling times: 1, 2, 5, 8, 16 and 30 days of fermentation. Amplification was performed using *Listeria monocytogenes* specific primers, List-univ.1 and List-univ.2. Figure A shows Untreated (ultrapure water), Lb (*Lactobacillus plantarum* CECT 220) and LbL (*Lactobacillus plantarum* CECT 220 + *Lactococcus lactis* CECT 539) treated silages, while Figure B corresponds to LbP (*Lactobacillus plantarum* CECT 220 + *Pediococcus acidilactici* NRRL B-5627), LbLP = *Lactobacillus plantarum* CECT 220 + *Lactococcus lactis* CECT 539 + *Pediococcus acidilactici* NRRL B-5627 and commercial inoculant 11G22 treated silages. M corresponds to a marker obtained from a pure culture of *Listeria monocytogenes* (Lm 1.03).

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

Amado et coll. 2012. Anim. Feed Sci & Technol. 175:137-149



Sources de contamination du lait



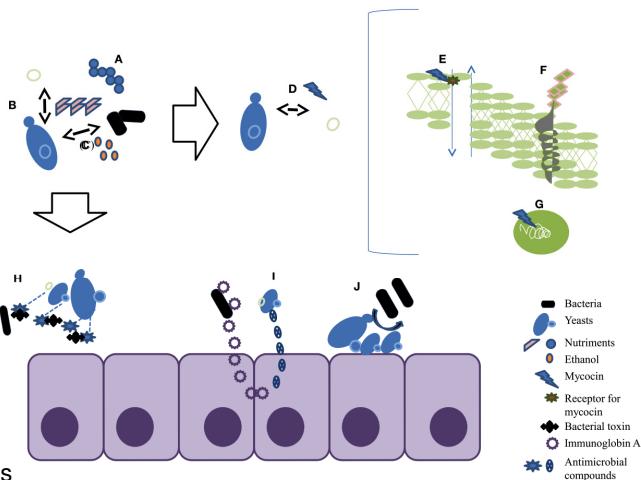
LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

Driehuis. 2013. Agriculture and food science. 22:16-34



Lutte biologique – levure de la famille des *Saccharomycetaceae*

A-Compétition pour nutriments
Exclusion compétitive



B-Changement de pH

C-Production d'éthanol

D-Mycoccines

- E-Formation de pores
- F-Inhibe synthèse de parois
- G-Bloque division cellulaire

H-Inhibition de toxines bactériennes

FIGURE 1 | Summary of the different aspects of antagonistic properties of yeasts. (A) Competition for nutrients; (B) pH changes; (C) production of high concentrations of ethanol; (D) killer toxins or mycotoxins; (E) mycotoxin causes ion leakage by the formation of channels on the cytoplasmic membrane; (F) mycotoxin inhibits the synthesis of cell wall component β -1,3-glucan; (G) mycotoxin interrupts cell division by blocking the DNA synthesis; (H) proteases degrade bacterial toxins; (I) stimulate the immune response; (J) yeasts inhibit attachment to intestinal cells.

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

Hatoum et coll. 2012. Frontiers in Microbiology. 3:article 421



Importance pour la production laitière

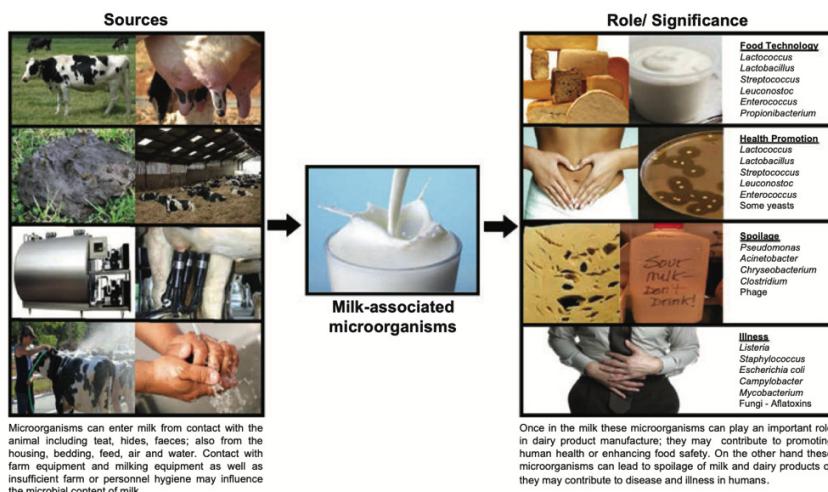


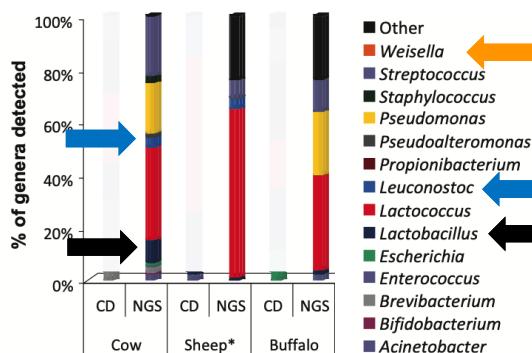
Fig. 1. The potential sources of the microorganisms that are present in raw milk and the role/significance that some of these have when present in milk.

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

Quigley et coll. 2013. The complex microbiota of milk. FEMS Microbiol. Rev. 37:664-698



Importance pour la production laitière



Analyse du profil microbien du lait par séquençage des amplicons du gène ARNr 16S

- Primordial pour la productivité des animaux
- Maintenir le troupeau en santé
 - Important autant pour les animaux en lactation que pour les taureaux
- Ensilage de qualité
 - Permet de réduire la charge de cellules somatiques
 - Contribue les risques de transfert de bactéries sporulées dans le lait

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

Quigley et coll. 2013. The complex microbiota of milk. FEMS Microbiol. Rev. 37:664-698



Listérioze entérique des bovins en Argentine

- Deux jours après la consommation de l'ensilage moisi
- 20% du troupeau affecté (40 animaux)
- Perte de 13 animaux sur une période de 10 jours
- *Listeria monocytogenes* isolé de l'ensilage, de la vésicule biliaire et détecté dans les ganglions lymphatiques mesentériques et la paroi intestinale.

Brief Communication

AVLD

Enteric listeriosis in grazing steers supplemented with spoiled silage

Journal of Veterinary Diagnostic Investigation
2016, Vol. 28(1) 65-69
© 2015 The Author(s)
Reprints and permission:
sagepub.com/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/1040638715616658
jvdi.sagepub.com

Juan A. García,¹ Juan F. Micheloud, Carlos M. Campero,
Eleonora L. Morrell, Ernesto R. Odriozola, Ana R. Moreira

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com



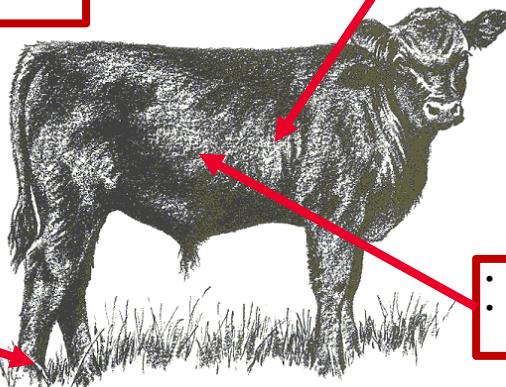
Certains impacts des mycotoxicoses

- Chaleurs irrégulières
- Problèmes de conception
- Kystes ovariens
- Pertes d'embryons

- Contamination du lait
- Mammites
- Réduction de la production de lait pour le veau

- Pododermatite (laminitis)

- Gastroentérites
- Hémorragies intestinales
- Fonctions ruminales anormales
- Diarrhées
- CétoSES

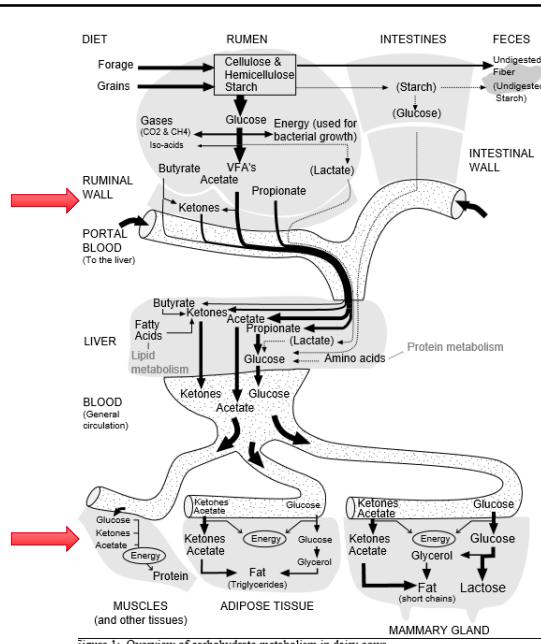


- Réduction prise alimentaire
- Réduction efficacité alimentaire

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

<https://www.bovmycotox.co.uk/the-problem/mycotoxicosis/>

LALLEMAND



L'acide butyrique en excès provenant d'ensilage contaminé avec spores butyriques:

- taux élevés de cétones dans le plasma sanguin (acidose).

Effets négatifs sur la production laitière, la fertilité et la santé (maladie métabolique)

<https://www.wynnstayagriculture.co.uk/blog/butyric-silage.html>

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

LALLEMAND

Effets des inoculants bactériens pour ensilages envers l'établissement de microorganismes non souhaités

Effets sur les ensilages	Exemple d'additifs bactériens	Effets microbiens ou physico-chimiques	Métabolismes microbiens impliqués
Limite l'établissement des microorganismes pathogènes	<i>Enterococcus faecium</i> <i>Lactobacillus</i> sp.	Augmente la concentration en acide lactique. Réduction de <i>E. coli</i> , entérobactéries, staphylocoques, <i>Bacillus</i> et <i>Listeria</i>	Synthèse d'acides organiques (acide lactique). Action directe suite à la synthèse de molécules antibiotiques.
Limite la production de mycotoxines	<i>Lactobacillus</i> sp. <i>Enterococcus</i> sp. <i>Streptococcus</i> sp.	Réduit concentration en mycotoxines (zéaralénone et fumonisines)	Biotransformation de certaines toxines. Attachement aux parois microbiennes pour d'autres.
Réduit la charge en amines biogènes	<i>Lactobacillus plantarum</i> seul ou en combinaison avec <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , et <i>Pediococcus pentosaceus</i>	Réduit la concentration en tyramine, cadavérine, ou putrescine	Inhibition de microorganismes impliqués dans la production des amines biogènes. Réduction de la dégradation des peptides par une acidification rapide et induction de l'environnement anaérobre.

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

Adapté de:
Dunière et coll. 2013. Animal Feed Sci. Technol. 182: 1-15

LALLEMAND

Réduction d'*E. coli* O157:H7 dans l'ensilage de luzerne

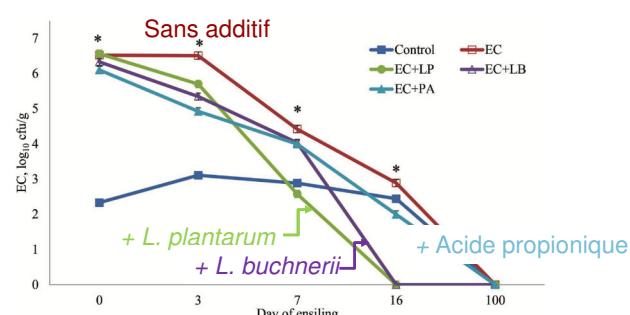


Figure 4. *Escherichia coli* O157:H7 (EC) of alfalfa forage treated without (control) or with *Escherichia coli* O157:H7 (EC) alone, or EC and either of 2 bacterial inoculants or propionic acid during ensiling. Control = distilled water; EC = 1×10^6 cfu/g of *E. coli* O157:H7; LP = 1×10^6 cfu/g of *Lactobacillus plantarum*; LB = 1×10^6 cfu/g of *Lactobacillus buchneri*; PA = 2.2 g/kg of propionic acid. Treatment \times day *P*-value = 0.001; an asterisk (*) indicates that concentrations differed at the day of ensiling specified ($P < 0.05$). Error bars represent SE. Color version available online.

Journal of Dairy Science Vol. 99 No. 6, 2016

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com

LALLEMAND

Conclusions et Questions

- Joindre des stratégies de lutte biologique aux bonnes pratiques de gestion
- Les bactéries lactiques, dont les *Lactobacillus* couramment utilisées en tant qu'additif microbien pour ensilage, possèdent des propriétés de lutte biologique permettant d'assurer un ensilage de qualité:
 - Production d'acides organiques permettant de réduire le pH
 - Capacité d'exclusion compétitives envers souches épiphytes et aussi envers des pathogènes
 - Production de molécules ayant un effet sur la survie de microorganismes non-souhaités dans les ensilages
- Ces particularités peuvent réduire de façon importante la « charge » en microorganismes pathogènes
- Une bonne gestion du chantier d'ensilage, le maintien de l'absence d'oxygène ainsi que d'assurer de retirer assez d'ensilage du silo lors de la reprise permet d'assurer la qualité de l'ensilage et d'éviter le développement de bactéries sporulées, dont:
 - *Bacillus cereus* (contamination du lait)
 - *Clostridium perfringens* (santé animale)
 - *Clostridium botulinum* (santé animale)
- Un ensilage de qualité permet aussi d'éviter des contaminations microbiennes pour les produits de l'entreprise, dont le lait et la viande.

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com



NOTICE: This presentation and its contents including any research data is, unless otherwise specifically attributed, the intellectual property of Lallemand Animal Nutrition, a trading division of Lallemand Inc ("Lallemand") and may not be copied or reproduced or distributed, in whole or in part, without the prior consent of Lallemand.

DISCLAIMER: Although reasonable care has been taken to ensure that any facts stated in this presentation are accurate and that any opinions or advice expressed are fair and reasonable, no warranty is given as to the accuracy, completeness or correctness of the information. To the extent permitted by law, Lallemand, its officers, employees and agents shall not be liable for any loss suffered, howsoever arising, from the use by a third party of the information, advice or opinions contained within this presentation. This presentation does not constitute an offer, invitation, solicitation or recommendation with respect to the purchase of Lallemand products and information within, including the specifications of products, may be amended or withdrawn without prior notice. This presentation may contain information on products which are not available for sale nor are approved for use within certain jurisdictions.

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS
www.lallemandanimalnutrition.com



