

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Populations et des Organismes



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master

Option : Biologie et Physiologie de la Reproduction

Thème

L'effet des symbiotiques sur l'amélioration de la production laitière et leurs capacités de limiter les mammites subcliniques

Soutenu le 01 /10 /2020

Présenté par : M^{lle} OUAMARA Sonia

M^r MOUSSOUNI Bilal

Devant le Jury :

KALEM. A	MCB	ISV UB-1	Président
MIMOUNE. N	MCA	ENSV	Examineur
KHELEF. D	PR	ENSV	Promoteur
KAIDI. R	PR	ISV UB-1	Co-promoteur

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Populations et des Organismes



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master

Option : Biologie et Physiologie de la Reproduction

Thème

L'effet des symbiotiques sur l'amélioration de la production laitière et leurs capacités de limiter les mammites subcliniques

Soutenu le 01 /10 /2020

Présenté par : M^{lle} OUAMARA Sonia

M^r MOUSSOUNI Bilal

Devant le Jury :

KALEM. A	MCB	ISV UB-1	Président
MIMOUNE. N	MCA	ENSV	Examineur
KHELEF. D	PR	ENSV	Promoteur
KAIDI. R	PR	ISV UB-1	Co-promoteur

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont d'abord au Dieu tout puissant créateur de l'univers qui nous a doté d'intelligence, et nous a maintenu en santé pour mener à bien cette année d'étude.

- On tient dans un premier temps à remercier notre promoteur le professeur **KHELEF DJAMEL**, pour son aide, sa disponibilité, et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions. On vous remercie pour la confiance et le soutien que vous nous avez accordé, qui nous ont permis d'accumuler cette expérience professionnelle et personnelle marquantes.
- On désire aussi remercier le professeur **KAIDI RACHID**, notre co-promoteur pour son altruisme, sa grande sagesse, sa gentillesse et son amabilité, sa patience, sa disponibilité, sa souplesse d'esprit et son savoir encyclopédique. On salue son engagement dans l'enseignement et le développement de la médecine vétérinaire et de la recherche en Algérie. On vous remercie de nous avoir accordé votre précieux temps, de nous avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

Ce fut pour nous, un privilège et un grand honneur de travailler avec vous PROFESSEURS

On tient à témoigner toute notre reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire :

- Docteur **KALEM AMAR**, président du jury, pour tout le savoir que vous nous avez transmis pendant notre cursus vétérinaire, votre disponibilité, votre motivation et votre générosité. On vous remercie d'avoir consacré une partie de votre temps pour examiner notre travail.
- Docteur **MIMOUNE.N**, examinatrice, pour vos précieux cours que vous nous avez donnés pendant cette année d'étude, on vous remercie de l'intérêt que vous avez porté à notre mémoire.

On remercie aussi tous ceux, qui de près ou de loin, ont participé à la réalisation de ce projet de fin d'étude.

DEDICACE 1 :

Au nom de dieu le tout puissant, je dédie ce modeste travail :

- À mes parents, je voulais les remercier du fond du cœur pour m'avoir permis d'entreprendre ces études et d'avoir pu aller jusqu'au bout, que ce modeste travail soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières et que Dieu vous préserve santé et longue vie.
- À mes frères, mes sœurs et mes amis.
- À mon binôme OUAMARA Sonia, mon binôme de choc, merci pour toutes ces années à tes côtés aux cours, aux examens, aux TP. Merci d'avoir été une amie indispensable à mes côtés et je nous souhaite plein de bonheur pour notre vie future.

MOUSSOUNI Bilal

Dédicace 2 :

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

L'amour, le respect, la reconnaissance...

Je dédie cette thèse ...

À MES CHERS PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. **Yama Habou** et **Vava Azizen**, je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours. Que ce modeste travail soit le fruit de vos innombrables sacrifices et puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

À MES CHERS ET ADORABLE FRERES ET MON UNIQUE SŒUR

Ouisa, la prunelle de mes yeux, Chabane et Merzouk que j'aime profondément

En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous remercie pour tout l'amour que vous m'avez donné, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

À LA MEMOIRE DE MA GRAND-MERE

J'aurais tant aimé que tu sois présente encore une fois.

Que Dieu ait ton âme dans sa sainte miséricorde.

À MON CHER SOFIANE

Mon seul et unique. Je te suis profondément reconnaissante pour ce que tu as fait pour moi.

Une chose est sûre : je n'oublierais jamais.

À MON BINOME MOUSSOUNI BILAL

Merci pour toutes ces années d'études qu'on a passées ensemble.

OUAMARA SONIA

RESUME :

Les probiotiques sont des microorganismes vivants dont plusieurs souches ont été découvertes et sélectionnées. Administrés en quantités adéquates, les probiotiques ont des effets bénéfiques sur la santé de l'hôte et leurs performances.

Plusieurs mécanismes d'action ont été proposés pour expliquer le mode d'action de ces bactéries. En effet, elles peuvent augmenter la résistance aux agents pathogènes, produire des substances antimicrobiennes et agir sur le système immunitaire.

Dans ce présent travail, nous avons réalisé une synthèse des travaux menés par le professeur Khalef Djamel et le professeur Kaidi Rachid (au niveau du laboratoire LBRA). Ces travaux ont été réalisés au niveau de trois sites différents ayant pour point la mise en évidence de l'effet du symbiotique sur l'amélioration de la production laitière, la qualité du lait et la capacité à limiter les mammites succinique.

La première étude, réalisée dans la région de Mitidja sur un effectif de 30 vaches dont 20 vaches ayant reçu la levure *Saccharomyces cerevisiae* pendant 3 mois. Les résultats ont démontrés une augmentation de la matière protéique ($p > 0,05$) et une diminution du nombre de cellules somatiques.

La seconde étude, menée sur 30 vaches laitières de race Fleckvieh et Prim Holstein dont 20 vaches ayant reçu un symbiotique « SYMBIOVEBA ». Une diminution de la fréquence d'isolement de *Staphylococcus aureus*, une baisse significative ($P < 0,02$) de fréquence d'isolement d'*Escherichia coli*, une chute importante et significative ($P < 0,02$) de l'isolement de *Streptococcus ubéris* et une baisse graduelle de la concentration cellulaires somatiques ont été enregistrés à la fin de l'expérimentation.

La troisième et dernière étude a été faite sur 70 chèvre de race Arbya, elle consiste à additionner le symbiotique dans la ration à raison de 10 ml/ chèvre/ mois. Elle a démontré que l'utilisation de symbiotique améliore d'une façon significative la production laitière chez la chèvre d'environ 11%.

Mots clés : Les probiotiques, hôte, symbiotique, SYMBIOVEBA, agents pathogènes, substances antimicrobiennes, système immunitaire, vaches, production laitière, mammites succinique, levure, *Saccharomyces cerevisiae*, matière protéique, cellules somatiques, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus ubéris*, chèvres.

Abstract:

Probiotics are living microorganisms from which several strains have been discovered and selected. When administered in adequate amounts, probiotics have beneficial effects on host health and performance.

Several mechanisms of action have been proposed to explain the mode of action of these bacteria. This is because they can increase resistance to pathogens, produce antimicrobial substances and act on the immune system.

In this present work, we have produced a synthesis of the work carried out by Professor Khalef Djamel and Professor Kaidi Rachid (at the LBRA laboratory). This work was carried out at three different sites aimed at demonstrating the effect of the symbiotic on improving milk production, milk quality and the ability to limit succinic mastitis.

The first study, carried out in the Mitidja region on a number of 30 cows, including 20 cows have received the yeast *Saccharomyces cerevisiae* for 3 months. The results demonstrated an increase in protein matter ($p > 0.05$) and a decrease in the number of somatic cells.

The second study, carried out on 30 dairy cows of the Fleckvieh and Prim Holstein breed, including 20 cows having received a "SYMBIOVEBA" symbiotic. A decrease in the frequency of isolation of *Staphylococcus aureus*, a significant decrease ($P < 0.02$) in the frequency of isolation of *Escherichia coli*, a large and significant drop ($P < 0.02$) in the isolation of *Streptococcus ubéris* and a decrease in gradual somatic cell concentration were recorded at the end of the experiment.

The third and last study was carried out on 70 Arbya breed goats; it consists of adding the symbiotic to the ration at the rate of 10 ml / goat / month. She has shown that the use of a symbiotic significantly improves milk production in goats by approximately 11%.

Key words: Probiotics, host, symbiotic, SYMBIOVEBA, pathogens, antimicrobial substances, immune system, cows, milk production, succinic mastitis, yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, protein material, somatic cells, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus ubéris*, goats.

ملخص

البروبيوتيك هي كائنات دقيقة حية تم اكتشاف واختيار العديد من السلالات منها. عند تناولها بكميات كافية ، يكون للبروبيوتيك آثار مفيدة على صحة الكائن الحي وأدائه .

تم اقتراح العديد من آليات العمل لشرح طريقة عمل هذه البكتيريا. هذا لأنها تزيد من مقاومة الأمراض، وتنتج مواد مضادة للميكروبات وتعمل على تحسين جهاز المناعة.

في هذا العمل ، قمنا بتحصيل العمل الذي قام به البروفيسور خلاف جمال والبروفيسور قايد رشيد (في مختبر ل ب ر أ). تم تنفيذ هذا العمل في ثلاث مزارع مختلفة بهدف إظهار تأثير السمبيوتيك في تحسين إنتاج الحليب ونوعية الحليب والقدرة على الحد من التهاب الضرع الغير ظاهر.

أجريت الدراسة الأولى في منطقة متيجة على عدد 30 بقرة ، منها 20 بقرة تلقت خميرة "ساكروميس سيرفيسي" لمدة 3 أشهر. أظهرت النتائج زيادة في مادة البروتين وانخفاض في عدد الخلايا الجسدية .

الدراسة الثانية ، أجريت على 30 بقرة من سلالة " فليكفيه " و"بريم " هولشتاين" ، 20 بقرة تلقت سامبيوتيك ال "سيمبيوفيبا".

انخفاض في عدد ستافيلوكوكوس أوروس المعزولة و اشيريشيا كولي و ستريبتوكوكوس ابيريس بما فيه انخفاض تدريجي في عدد الخلايا الجسدية تم تسجيله في نهاية التجربة .

أما الدراسة الثالثة والأخيرة فقد أجريت على 70 معزة من سلالة "عربية" ، حيث تضمنت إضافة السمبيوتيك إلى العلائق بمعدل 10 مل / معزة / شهر. وقد أظهرت أن استخدام أحد المستحضرات الصيدلانية التكافلية يحسن بشكل ملحوظ إنتاج الحليب في الماعز بنسبة 11% تقريبًا .

الكلمات المفتاحية: البروبيوتيك ، ، السمبيوتيك ، سيمبيوفيبا ، الأمراض ، المواد المضادة للميكروبات ، جهاز المناعة ، الأبقار ، إنتاج الحليب ، التهاب الاثداء ، الخميرة ، السكريات الحمضية ، مادة البروتين ، الخلايا الجسدية .

Table des matières

Introduction :	1
1. Généralités :	2
1.1 Historique :	2
1.2 Définition :	2
1.2.1 Notions complémentaires	2
2. Propriétés et caractéristiques des probiotiques :	3
2.1 Identification phénotypique et génotypique	4
2.2 Stabilité au cours du temps	4
2.3 Résistance dans l'organisme :	4
2.4 Innocuité pour l'hôte :	5
2.5 Notion de dosage	5
3. REGLEMENTATION :	7
3.1. Médicaments probiotiques :	7
3.2. Aliments probiotiques :	7
3.2.1. Compléments alimentaires et aliments fonctionnels ;	7
3.2.2. Allégations	8
4. LES MICROORGANISMES PROBIOTIQUES :	9
4.1. Les bactéries lactiques :	9
4.1.1. Les lactobacilles	9
4.1.2. Les coques	10
4.1.3. Les bifidobactéries :	10
4.2. Les bactéries non lactiques	11
4.3. Les levures	11
5. Mode d'action des probiotiques :	12
6. Lien entre probiotiques et système immunitaire :	13
6.1 L'immunologie en résumé :	13
6.1.1 Réponse immunitaire innée et adaptative :	13

6.1.2 Réponse adaptative :.....	13
6.2 Intérêt des probiotiques en thérapeutique :.....	14
7. EFFETS INDESIRABLES POTENTIELS DES PROBIOTIQUES :.....	14
7.1 Infections :.....	14
7.2 Activités métaboliques délétères :.....	15
7.3 Immunomodulation excessive :	15
7.4 Transfert de gènes :.....	16
1. Objectif	17
2. Cadre d'étude	17
3. Protocole :	18
4. Résultats et discussion :	21
Discussion générale :.....	30
Conclusion générale	33

Liste des figures :

Figure 1: Vue au microscope de Lactobacillus casei. (FELIS G. E., DELLAGLIO F ; 2007)	9
Figure 2: Vue au microscope de Streptococcus thermophilus. (FELIS G. E., DELLAGLIO F ; 2007)	10
Figure 3: Vue au microscope de Bifidobacterium longum. (FELIS G. E., DELLAGLIO F ; 2007).....	10
Figure 4: Vue au microscope de Saccharomyces boulardii. (RAMPAL P ; 1996).....	11
Figure 5: Actions démontrées des probiotiques sur l'immunité intestinale. (Balard P ; 2014)	14
Figure 6: différentes étapes de la réalisation des analyses physicochimiques du lait et numération cellulaire.	18
Figure 7: Effet de symbiotique sur la production laitière chez la chèvre locale.	28

Liste des tableaux :

Tableau 1: Exemples de classification de deux bactéries probiotique : Bifidobacterium et Lactobacillus. (Liong M-T, 2011).	4
Tableau 2: Principaux critères de sélection des souches probiotiques. (Hubert. C ; 2009)	6
Tableau 3: Evolution des principales caractéristiques du lait au cours de l'étude des 2 lots de la ferme A.	21
Tableau 4: Evolution des principales caractéristiques du lait au cours de l'étude des 2 lots de la ferme B.	22

Les abréviations :

FAO: Food And Agriculture Organization

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

AGCC : acide gras à chaîne courte

Cel : cellules

E. Coli : Escherichia coli

J : jour

MI : millilitre

NK : Natural killer

PL : production laitière

PP : post partum

TB : taux butyreux

Th1 et Th2 : T helper (lymphocyte T auxiliaire)

TP : taux protéique

UFC : unité formant colonie

PARTIE 01 :

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction :

Le terme « probiotique » est apparu dans nos officines assez récemment, bien que son origine date de plus d'un demi-siècle.

Les probiotiques sont définis selon la FAO (Food And Agriculture Organization of the United Nations) et l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), en 2002, comme des micro-organismes vivants (bactéries ou levures) qui, lorsqu'ils sont consommés en quantité adéquate, produisent un effet bénéfique pour la santé de l'hôte au-delà des effets nutritionnels traditionnels. **(FAO/WHO ; 2001)**

Ces probiotiques vont agir au niveau de la flore intestinale, qu'on connaît aussi sous le nom de microbiote intestinal, 10 puissance 14 c'est le nombre de micro-organismes qu'héberge l'intestin humain joue un rôle fondamental dans l'homéostasie de l'organisme. Cette dernière peut toutefois se voir dérégulée par de nombreux facteurs : alimentation inadaptée ou déséquilibrée, infections, traitements médicamenteux, stress, etc. Les bactéries perturbées ou trop peu nombreuses n'assurent plus leurs pleines fonctions. L'intestin souffre alors de dysbiose, à l'origine de pathologies à la fois intestinales et extra-intestinales ! Maladies inflammatoires, maladies auto-immunes, allergies, pathologies infectieuses et troubles du transit sont des exemples de manifestations du phénomène. **(Catherine P ; 2013)**

Dans une première partie nous allons rappeler quelques notions importantes sur les probiotiques en général. Un bref historique amènera à la définition actuelle des probiotiques, propriétés et caractéristiques des probiotiques, nous décrirons également les différents genres microbiens utilisés comme probiotiques, leur mode d'action avant d'aborder leurs effets thérapeutiques.

Une seconde partie, étude rétrospective sur des expérimentations faites dans le but de révéler l'effet d'une complémentation alimentaire en probiotique sur la production de lait chez la vache et la chèvre, ainsi sa capacité de limiter la prévalence des mammites subcliniques.

1. Généralités :

1.1 Historique :

Au début du XXe siècle, En 1907, dans son livre « La prolongation de la vie », le scientifique Elie Metchnikoff, », il met en évidence l'effet bénéfique des bactéries lactiques sur la santé. Il suggère qu'on peut modifier la flore intestinale et remplacer les bactéries nuisibles par des bactéries utiles à l'organisme.

En 1917, le Professeur allemand Alfred Nissle isole une souche non pathogène d'*Escherichia coli* à partir de selles d'un soldat de la première Guerre mondiale qui n'avait pas développé d'entérococolite lors d'une épidémie de shigellose. La souche isolée par Nissle est l'un des rares exemples de probiotique qui ne soit pas une bactérie lactique. **(Francisco Guarner, Aamir G.Khan; 2011)**

En 1965, le terme « probiotique » est utilisé pour la première fois par Lilly et Stilwell comme des substances sécrétées par un organisme qui stimulent la croissance d'un autre. Par la suite, Parker décrit les probiotiques comme des organismes et substances qui contribuent à l'équilibre intestinal.

En 1989, Roy Fuller met l'accent sur le fait important de la viabilité des probiotiques dans l'organisme. **(Anukam KC, Reid G. Probiotics ; 2007)**

1.2 Définition :

En 2002, la FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) a proposé comme définition des probiotiques « micro-organisme vivant qui lorsqu'il est administré en quantité adéquate exerce un effet bénéfique sur la santé de l'hôte ». **(Lile2 ; 2008)**

Les probiotiques concernent différentes espèces bactériennes, mais on rencontre le plus souvent des bactéries à gram positif qui sont les genres *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*. D'autres espèces peuvent être utilisées comme des souches appartenant aux streptocoques, entérocoques ou encore des bactéries à Gram négatif comme *Escherichia coli*, de même que des levures comme *Saccharomyces boulardii*. **(Butel M-J ; 2014)**

1.2.1 Notions complémentaires

1.2.1.1 Prébiotiques :

Le terme de prébiotiques a été introduit récemment, en 1995, par Gibson et Roberfroid. Bien que complémentaires, les prébiotiques sont à distinguer des probiotiques, car ce ne sont pas des microorganismes. Ils sont définis comme étant des « ingrédients alimentaires non digestibles qui stimulent de manière sélective au niveau du côlon la croissance et/ou l'activité d'une ou d'un nombre restreint d'espèces bactériennes susceptibles d'améliorer la physiologie et donc la santé de l'hôte ». Les groupes bactériens concernés sont essentiellement les bifidobactéries (effet bifidogène)

et les bactéries lactiques, car ils sont bénéfiques pour l'hôte. (**GIBSON G. R., ROBERFROID M. B ; 1995**)

Il existe de nombreux candidats à l'appellation de prébiotiques. La plupart sont des glucides d'origine végétale ou synthétique. Certains prébiotiques sont naturellement présents dans des aliments, et d'autres sont ajoutés dans des aliments à visée fonctionnelle ou dans des suppléments alimentaires.

Les prébiotiques sont non digestibles dans l'intestin grêle, les plus connus sont les fructanes, polymères de fructose (inuline), les fructo-oligosaccharides et les galacto-oligosaccharides. Le lactulose est un disaccharide de synthèse utilisé comme médicament dans le traitement de la constipation.

Ces prébiotiques ont pour fonction de moduler l'équilibre entre les populations bactériennes en modifiant leur activité métabolique, qui ont pour effet la prévention et le traitement des désordres gastro-intestinaux. (**lille2.article 2008**)

1.2.1.2. Les symbiotiques :

Est défini comme un « produit qui contient à la fois un (des) probiotique(s) et un (des) prébiotique(s) ». Cette définition indique que la démonstration d'un effet synergique des prébiotiques et probiotiques n'est pas requise, et chaque composant du symbiotique peut avoir des effets indépendants. (**AFSSA ; 2003**)

Toutefois, il est préférable et plus judicieux qu'un symbiotique soit une combinaison appropriée de probiotiques et de prébiotiques. En effet, l'association d'un probiotique à un substrat prébiotique qui lui est favorable permet de stimuler sélectivement le développement du probiotique, ce qui potentialise les effets bénéfiques de ce dernier sur la santé. Ces symbiotiques dits réels améliorent ainsi la survie, l'implantation et l'activité de compléments alimentaires microbiens vivants dans le tractus intestinal de l'hôte. Une telle action de synergie doit être démontrée scientifiquement. (**CLERC A.PINNA O, 2007**)

Malgré l'intérêt certain de l'utilisation des symbiotiques, les études cliniques sont encore insuffisantes pour se prononcer sur leurs effets chez l'Homme.

2. Propriétés et caractéristiques des probiotiques :

Les souches de probiotiques utilisées doivent avoir des caractéristiques précises pour atteindre l'intestin et pouvoir agir pleinement tout en étant sans risque pour l'hôte. Ces caractéristiques ont été établies par un groupe de travail rassemblant les experts de la FAO.

2.1 Identification phénotypique et génotypique

L'effet du probiotique repose sur la souche choisie : elle doit être parfaitement identifiée et caractérisée, et non sur l'espèce, ni sur l'ensemble du groupe.

La classification des bactéries repose sur une classification réglementée avec le domaine, phylum, classe, sous-classe, ordre, famille, genre et espèce, exemple le tableau 1. A chaque niveau taxonomique, on utilise un suffixe différent.

Taxon	Name	Name
Dormain	Bacteria	Bacteria
Phylum	<i>Actinobacteria</i>	<i>Firmicutes</i>
Class	<i>Actinobacteria</i>	<i>Bacilli</i>
Sub-class	<i>Actinobacteridae</i>	<i>Actinobacteridae</i>
Order	<i>Bifidobacterales</i>	<i>Lactobacillales</i>
Family	<i>Bifidobacteriaceae</i>	<i>Lactobacillaceae</i>
Genus	<i>Bifidobacterium</i>	<i>Lactobacillus/Paralactobacillus/Pediococcus</i>
Species	<i>Bifidobacterium animalis</i>	<i>Lactobacillus acidophilus/casei</i>

Tableau 1: Exemples de classification de deux bactéries probiotique : Bifidobacterium et Lactobacillus. (Liong M-T, 2011).

2.2 Stabilité au cours du temps

La souche de préférence d'origine humaine doit être stable au cours du procédé de fabrication et de sa conservation avant utilisation

Le but est de conserver des souches probiotiques viables et avec toujours des effets bénéfiques pour l'hôte.

Si les bactéries ne sont pas capables de s'implanter, elles doivent bien sur pouvoir rester vivantes durant leur passage au niveau intestinal pour exercer un effet sur l'hôte. La majorité de leurs enzymes doivent rester fonctionnelles et elles doivent de nouveau être capables de se multiplier dans un milieu favorable. (Lille 2 ; 2008)

2.3 Résistance dans l'organisme :

La souche doit résister aux stress physiologiques rencontrés lors de son ingestion (pH acide de l'environnement gastrique, résistance aux sels biliaires) et doit adhérer afin d'assurer un contact maximum avec la muqueuse intestinale. (Butel M-J. 2014)

Une des caractéristiques importantes est l'attachement de la bactérie probiotique à la muqueuse digestive. On observe deux mécanismes distincts pour cet attachement.

Des bactéries possèdent à leur surface des structures moléculaires qui vont reconnaître les cellules de la muqueuse digestive via des récepteurs spécifiques. D'autres possèdent un chimiotropisme pour le mucus digestif dont les sucres constituent pour elles une source d'énergie préférentielle. (Lille 2 ; 2008)

La méthode utilisée pour estimer la survie des probiotiques ingérés consiste à mesurer leur présence dans les selles. Cette survie dépend principalement de la souche en elle-même, de la dose ingérée et des facteurs liés à l'hôte et l'aliment vecteur.

Le critère principal va être la dose ingérée qui doit être suffisamment importante pour garantir des concentrations minimales utiles dans les différentes parties du tube digestif.

Il est admis que les concentrations doivent être supérieures ou égales à 10^6 UFC/ml dans l'intestin grêle et 10^8 UFC/ml dans le colon. (Flourié B, Nancey S ; 2008)

2.4 Innocuité pour l'hôte :

Les probiotiques doivent être dénués de pathogénicité, ne pas être porteurs ou en mesure d'acquérir facilement des gènes de résistances aux antibiotiques. (Butel M-J. 2014)

En effet, l'innocuité de ces microorganismes ressort de leur usage dans l'alimentation depuis de nombreuses décennies, sans qu'on n'ait jamais constaté d'effet néfaste sur les consommateurs de produits fermentés. (Lille 2 ; 2008)

2.5 Notion de dosage

La dose nécessaire à administrer pour une efficacité du produit diffère selon la souche. La plupart des produits vendus en pharmacie contiennent jusqu'à 10^9 UFC/dose. Il s'avère que certaines souches nécessitent des concentrations plus élevées alors que d'autres à doses plus basses étaient tout aussi efficaces. Il n'est pas possible d'établir une dose générale à administrer pour toutes les souches probiotiques. (Francisco Guarner, Aamir G.Khan ; 2011)

Le tableau 2, résume les critères essentiels de la sélection des souches probiotiques.

<p>Critères de sécurité</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identification taxonomique précise ▪ Souche caractérisée par des méthodes phénotypiques et génotypiques ▪ Souche déposée dans une collection de cultures reconnue internationalement ▪ Historique de non pathogénicité (statut QSP ou GRAS) ▪ Pas de transmission possible de gènes de résistance aux antibiotiques ▪ Pas de déconjugaison excessive des sels biliaires ▪ Souche d'origine humaine de préférence
<p>Critères fonctionnels</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tolérance à l'acidité gastrique, à la bile et aux enzymes digestives ▪ Adhésion aux cellules intestinales et/ou au mucus et persistance dans le tractus digestif ▪ Antagonisme vis-à-vis des pathogènes, production de substances antimicrobiennes et immunomodulation ▪ Aptitude à produire des effets bénéfiques sur la santé (efficacité documentée et prouvée dans des études <i>in vitro</i> et <i>in vivo</i> contrôlées chez l'Homme)
<p>Critères technologiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Viabilité et stabilité au cours des procédés de production et dans le produit fini ▪ Conservation des propriétés probiotiques après production ▪ Bonnes propriétés organoleptiques

Tableau 2: Principaux critères de sélection des souches probiotiques. (Hubert. C ; 2009)

3. REGLEMENTATION :

Les probiotiques sont présents dans certains aliments, notamment les produits laitiers, qu'ils participent à leur fabrication ou leur aient été ajoutés, des compléments alimentaires ou encore dans des médicaments.

En majorité, les probiotiques sont des aliments fonctionnels ou sont utilisés sous forme de compléments alimentaires. **(BOUDOUHI R.et al ; 2005)**

3.1. Médicaments probiotiques :

Ils ont été mis sur le marché après évaluation rigoureuse de leur sécurité, de leur efficacité et de leur qualité, sur la base des résultats d'essais pharmaceutiques, précliniques et cliniques.

Dans ce contexte de médicaments probiotiques, certains auteurs préfèrent employer le terme « d'agents biothérapeutiques » pour distinguer parmi les microorganismes probiotiques ceux qui sont utilisés pour prévenir ou traiter des maladies humaines. **(BUTS J.-P ; 2004).**

3.2. Aliments probiotiques :

Le marché mondial des aliments probiotiques est en forte croissance depuis le début des années 2000. Cette dynamique est notamment soutenue par le lien existant entre alimentation et bénéfices santé.

Les probiotiques utilisés comme compléments alimentaires, de même que les aliments fonctionnels, sont considérés comme des denrées alimentaires et sont régis par la législation y attachant. Ils se différencient des aliments diététiques qui sont destinés à une alimentation particulière et doivent faire l'objet d'une formulation ou d'un procédé de fabrication spécifique pour se différencier de l'aliment courant, et des médicaments, en particulier pour ce qui est des allégations. **(FAO/WHO ; 2001)**

3.2.1. Compléments alimentaires et aliments fonctionnels ;

Les compléments, ou suppléments, alimentaires sont clairement définis comme « des denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés ». Ils sont commercialisés sous forme

de doses (gélules, pastilles, comprimés, sachets de poudre, ampoules...). **(DERBRE S ; 2010).**

Les aliments fonctionnels, encore appelés alicaments ou nutraceutiques sont considérés comme des aliments courants destinés à être consommés dans le cadre d'une alimentation équilibrée et variée. Leur particularité réside dans le fait qu'ils contiennent des composés biologiquement actifs qui exercent un effet bénéfique sur une ou plusieurs fonctions cibles de l'organisme, au-delà des effets nutritionnels de base, de manière à améliorer la santé et le bien-être et/ou à réduire le risque de maladie. **(BOUDOUHI R.et al; 2005)**

Les produits laitiers, plus particulièrement les yaourts, sont les aliments probiotiques les plus nombreux, avec en tête de file les produits Activia® et Actimel® de Danone.

Les effets bénéfiques sur la santé pour lesquels les aliments probiotiques peuvent être appliqués comprennent les infections gastro-intestinales, certains troubles intestinaux, l'allergie et les infections génito-urinaires.

3.2.2. Allégations

Le terme « allégation » est défini à l'échelon international par le Codex Alimentarius comme « tout message ou toute représentation, y compris une représentation sous la forme d'images, d'éléments graphiques ou de symboles, quelle qu'en soit la forme qui affirme, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des caractéristiques particulières ».

L'utilisation d'allégations repose sur deux principes généraux : d'une part, aucun aliment ne doit être décrit ou présenté de façon fautive, trompeuse, mensongère ou susceptible de créer une impression erronée au sujet de sa nature ; et d'autre part, l'industrie qui commercialise l'aliment doit être en mesure de justifier les allégations avancées.

Différentes allégations, basées sur des profils nutritionnels peuvent être utilisées pour les denrées alimentaires. Ainsi, on distingue :

- Les allégations nutritionnelles, qui indiquent la présence, l'absence ou le niveau d'un nutriment dans un aliment, ou sa valeur par rapport à des produits alimentaires analogues (exemples : « riche en...», « pauvre...», « source de...»).

- Les allégations de santé, selon lesquelles la consommation d'un aliment donné ou d'un de ses ingrédients peut avoir des bienfaits pour la santé. (EFSA Dossier ; 2013)

4. LES MICROORGANISMES PROBIOTIQUES :

Les probiotiques sont des bactéries ou des levures ingérées vivantes, présentes ou non dans le microbiote intestinal résident. Ils se répartissent en trois principaux groupes. Les souches les plus utilisées sont des bactéries lactiques qui appartiennent aux genres *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*.

4.1. Les bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques sont utilisées depuis des siècles pour la conservation et la fabrication d'aliments, notamment des produits laitiers.

Elles constituent un groupe hétérogène réunissant plusieurs genres caractérisés par leur capacité à fermenter les glucides en produisant de l'acide lactique. La fermentation est dite homolactique lorsque l'acide lactique est le seul métabolite formé ; elle est qualifiée d'hétérolactique lorsque d'autres composés.

Les bactéries lactiques incluent les genres *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* et *Pediococcus*. Selon leur morphologie, les bactéries lactiques peuvent être divisées en trois catégories : les lactobacilles, les coques et les bifidobactéries.

4.1.1. Les lactobacilles

Les lactobacilles font partie du phylum des Firmicutes, de la classe des Bacilli, de l'ordre des Lactobacillales et de la famille des Lactobacillaceae. Ces bactéries ont une forme de bâtonnets qui sont souvent groupés en chaînettes (**Figure 1**).

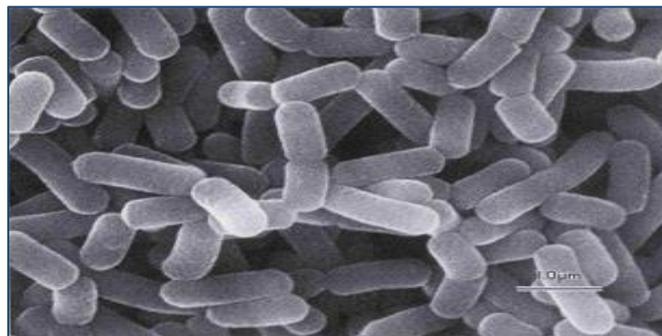


Figure 1: Vue au microscope de *Lactobacillus casei*. (FELIS G. E., DELLAGLIO F ; 2007)

Les lactobacilles sont les bactéries majoritairement utilisées comme probiotiques, en particulier *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei* et *L. rhamnosus*, car ces trois espèces offrent une bonne résistance

à l'acidité gastrique et présentent une forte capacité d'adhérence aux cellules intestinales. (L'AFMO ; 2007).

4.1.2. Les coques

Seuls les Streptococcus, les Enterococcus et éventuellement les Lactococcus sont utilisés comme probiotiques. Ces trois genres appartiennent au phylum des Firmicutes, à la classe des Bacilli, à l'ordre des Lactobacillales et à la famille des Streptococcaceae

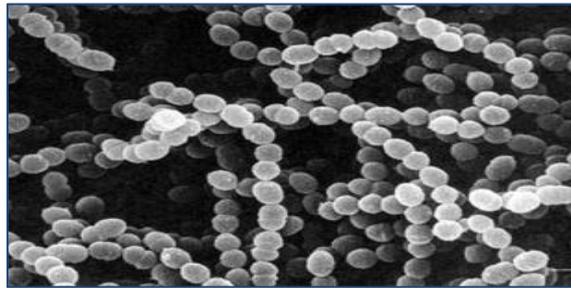


Figure 2: Vue au microscope de Streptococcus thermophilus. (FELIS G. E., DELLAGLIO F ; 2007)

Les streptocoques appartiennent en majorité au genre Streptococcus, certaines sont pathogènes et ne sont donc pas utilisées comme probiotiques, mais d'autres sont saprophytes de la cavité orale ou de l'intestin de l'Homme. L'espèce Streptococcus thermophilus (**figure 2**), largement présente dans le lait et les produits laitiers comme agent d'acidification, possède le statut GRAS et est utilisée dans certains produits probiotiques. Les espèces du genre Enterococcus se caractérisent par leur grande résistance aux facteurs environnementaux. Les espèces du genre Lactococcus ne possèdent aucun caractère pathogène. Elles sont largement présentes dans le lait et les produits laitiers, mais les produits végétaux constituent leur réservoir principal. (FELIS G. E., DELLAGLIO F ; 2007)(SUTRA L.et al ; 1998)(GUIRAUD J.-P ; 2003).

4.1.3. Les bifidobactéries :

le genre Bifidobacterium se différencie des autres bactéries lactiques par la présence d'une enzyme, la fructose-6- phosphate, qui leur permet de fermenter les glucides en produisant plus d'acide acétique que d'acide lactique (rapport 3 : 2) et de faibles quantités d'acides organiques et d'éthanol.

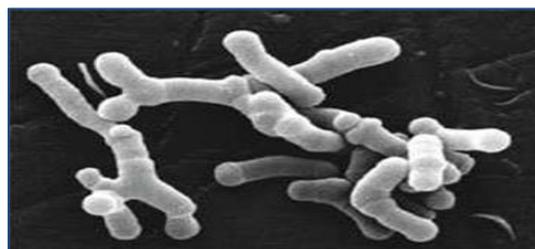


Figure 3: Vue au microscope de Bifidobacterium longum. (FELIS G. E., DELLAGLIO F ; 2007)

Les espèces de *Bifidobacterium* varient également selon l'âge : le côlon des enfants présente essentiellement les espèces *B. infantis*, *B. breve*, *B. bifidum* et *B. longum* (figure 3) ; alors que les espèces qui dominent chez les adultes sont *B. longum* et *B. adolescentis* (**GOURNIER-CHATEA N et al ; 1994**). De par leurs caractéristiques chimiques et leurs propriétés, de nombreuses espèces de *Bifidobacterium* sont employées comme probiotiques.

4.2. Les bactéries non lactiques

D'autres bactéries, dont le métabolisme est différent des précédentes, font également preuve d'intérêt en tant que probiotiques. Il s'agit notamment de la souche *Escherichia coli* Nissle 1917 et de bactéries sporulées dont *Bacillus subtilis* et *B. cereus*.

4.3. Les levures

Les levures, champignons chez lesquels la forme unicellulaire prédomine, sont utilisées depuis des siècles par l'Homme en panification et pour la fermentation de boissons alcooliques. Depuis de nombreuses années, elles sont également utilisées comme additifs alimentaires chez les animaux pour améliorer les performances zootechniques et comme régulateur du microbiote intestinal chez l'Homme.

Les levures utilisées comme probiotiques sont des souches de *Saccharomyces cerevisiae*, et en particulier une souche bien déterminée dénommée *Saccharomyces boulardii* (Figure 4). (**RAMPAL P ; 1996**)

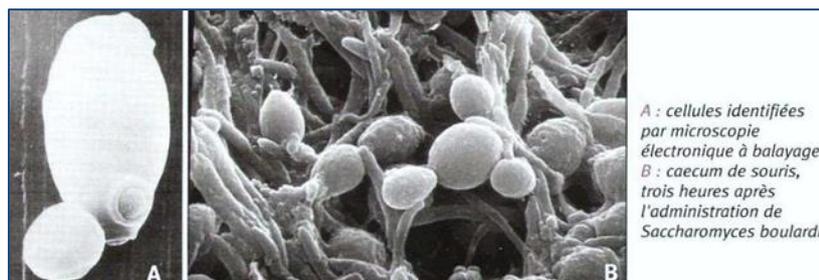


Figure 4: Vue au microscope de *Saccharomyces boulardii*. (**RAMPAL P ; 1996**)

Depuis les années 1970, de nombreux travaux de recherche ont été effectués sur *S. boulardii*. Ils ont permis à cette levure d'évoluer d'une observation clinique à la démonstration de ses multiples propriétés biologiques et de ses mécanismes d'action. Ceux-ci mettent en jeu :

- des effets trophiques, anti-sécrétoires et anti-inflammatoires sur la muqueuse intestinale ;

- une stimulation du système immunitaire de l'hôte, notamment la stimulation de la production d'IgAs et la modulation de la signalisation cellulaire de l'hôte ;
- des effets spécifiques sur les bactéries entéropathogènes, en particulier par son activité protéolytique et par l'inhibition de l'adhérence bactérienne aux cellules épithéliales.

En plus de ses effets, cette levure se caractérise par sa capacité de résistance à la température et au pH acide de l'estomac. Le concept de microorganisme probiotique s'applique ainsi parfaitement à *S. boulardii*.

5. Mode d'action des probiotiques :

Les probiotiques arrivés sur leur site d'action, ont des effets directs sur le microbiote et les cellules immunitaires. Les mécanismes d'action sont souvent complexes, multiples, et varient d'un probiotique à un autre.

Voici ci-dessous la liste non exhaustive des fonctions envisagées des probiotiques dans l'organisme :

- Immunomodulation (stimulation et inhibition) : en effet, la sécrétion de cytokines pro-inflammatoires peut être dépendante de la viabilité des souches probiotiques et l'intensité de la réponse cytokinique peut être dépendante de la souche et de la dose.

En premier lieu, des probiotiques peuvent transloquer au niveau des plaques de Peyer pour migrer vers les ganglions mésentériques et permettre l'activation d'une immunité plus forte vis-à-vis d'agents pathogènes. Les probiotiques vont pouvoir orienter la réponse immunitaire via l'intermédiaire des cellules dendritiques.

- Diminution de l'inflammation par des cytokines anti-inflammatoires notamment dans les maladies inflammatoires chroniques.

- Renforcement de la barrière épithéliale : augmentation de l'expression des gènes de mucines et donc par conséquent une inhibition de l'adhésion des pathogènes aux cellules épithéliales.

- Production de bactériocines pour inhiber les bactéries pathogènes.

- Diminution de la perméabilité intestinale grâce à un maintien du cytosquelette des cellules épithéliales.

- Réduction du pH pour créer un environnement défavorable inhibant le développement d'*E. coli* et des salmonelles.

- Rééquilibrage de la flore intestinale et uro-génitale.

- Utilisation comme adjuvant dans la vaccination ou comme véhicule d'antigènes vaccinaux
- Production et stimulation d'enzymes pour une meilleure digestibilité alimentaire, augmentation de l'absorption des vitamines et minéraux. (Heyman M ; 2008)(Liong M-T ; 2011).

6. Lien entre probiotiques et système immunitaire :

6.1 L'immunologie en résumé :

Le système immunitaire est un ensemble de réactions assez complexes destiné à prévenir et éradiquer les infections. Un bref rappel est exposé ci-après pour permettre de mieux comprendre le rôle de certaines souches de probiotiques sur ce système immunitaire.

6.1.1 Réponse immunitaire innée et adaptative :

Les mécanismes de défense de l'hôte se composent d'une immunité innée, qui correspond à la première ligne de défense contre les infections, et d'une immunité acquise (encore appelée adaptative), qui se développe plus lentement mettant en œuvre une défense plus efficace contre les infections.

Ces deux mécanismes de défense diffèrent en de nombreux points, que ce soit par le type de cellules qu'ils font intervenir que par la durée nécessaire pour la mise en place du mécanisme.

6.1.2 Réponse adaptative :

L'immunité adaptative s'ajoute à l'immunité innée afin d'activer conjointement, avec les antigènes, les lymphocytes T et B.

Les cellules de la réponse innée (cellules dendritiques, macrophages, et NK) activées expriment à leur surface des molécules de co-stimulation qui se lient à des récepteurs présents sur les lymphocytes T naïfs simultanément à la reconnaissance de l'antigène pour activer ces derniers ; c'est ce qu'on appelle l'immunité adaptative cellulaire. (A. K. Abbas, A. H. Lichtman ; 2009)

Les agents pathogènes transportés par le sang activent une voie appelée système du complément (non détaillé dans cette thèse), qui a pour conséquence la reconnaissance simultanée par les lymphocytes B de l'antigène et d'une molécule du complément. Le processus de différenciation en cellules sécrétrices d'anticorps est activé ; c'est ce que l'on appelle l'immunité humorale. (A. K. Abbas, A. H. Lichtman ; 2009)

6.2 Intérêt des probiotiques en thérapeutique :

Le déséquilibre de microbiote dans sa composition, encore appelé dysbiose, entraîne certaines pathologies. Les probiotiques auront dans ces cas tous leurs intérêts. La Figure 5 résume brièvement l'action des probiotiques sur le système immunitaire.

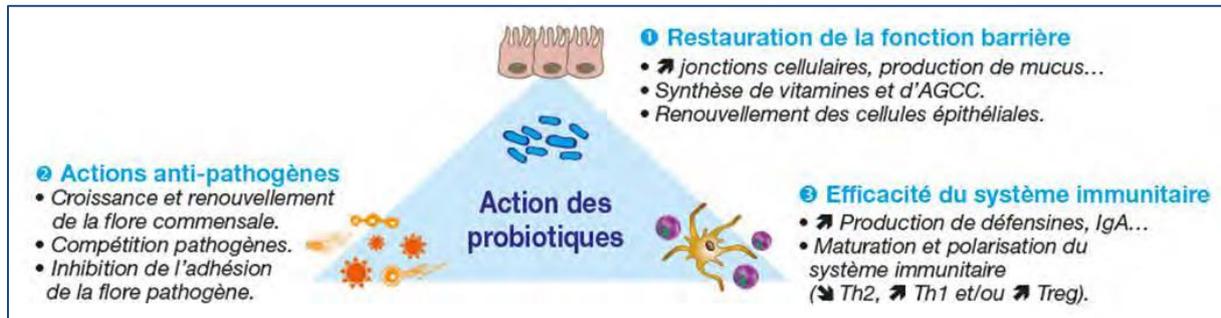


Figure 5: Actions démontrées des probiotiques sur l'immunité intestinale. (Balard P ; 2014)

Les probiotiques n'auraient pas le même effet en fonction du profil immunologique de l'hôte ; en effet, d'après des études menées par Heyman et al. (M. Heyman et al ; 2006) :

- chez l'homme sain, ils stimulent la réponse innée en diminuant l'évolution d'épisodes infectieux ou augmentent la quantité d'anticorps protecteurs lors d'une vaccination.
- chez l'hôte malade, les probiotiques auraient un effet anti-inflammatoire dans certaines maladies.

De plus, comme dit précédemment, les effets des probiotiques sont « souches-dépendants », c'est-à-dire que toutes les souches (même appartenant à un même genre bactérien) n'ont pas les mêmes pouvoirs immunomodulant d'où l'intérêt de combiner plusieurs souches dans un même complément alimentaire ou un médicament.

7. EFFETS INDESIRABLES POTENTIELS DES PROBIOTIQUES :

La sécurité d'emploi des probiotiques développés jusqu'ici est excellente. Cependant, quatre types d'effets indésirables potentiels méritent d'être envisagés : infections, activités métaboliques délétères, immunomodulation excessive et transfert de gènes.

7.1 Infections :

Les probiotiques ne sont pas sélectionnés parmi des pathogènes, le risque d'infection est donc particulièrement bas. Cependant, de rares cas d'infections locales ou systémiques incluant des septicémies ou des endocardites, dues à des lactobacilles, des bifidobactéries ou d'autres bactéries lactiques, ont été rapportés.

Dans la plupart des cas, les infections sont apparues comme étant d'origine endogène, c'est-à-dire provenant du microbiote résident du sujet. Toutefois, dans quelques cas, la consommation récente de probiotiques a été incriminée comme cause potentielle aux infections.

une trentaine de cas de fongémie ont été rapportés chez des malades traités par *Saccharomyces boulardii* due à sa large utilisation dans le monde, notamment en milieu hospitalier, et à son statut de médicament qui s'accompagne d'une utilisation chez des patients souvent fragilisés et présentant un large éventail de facteurs de risque.

Concernant les infections à *L. rhamnosus*, il est fort probable qu'elles aient été la conséquence d'une translocation. La translocation est définie comme le passage de microorganismes ou de leurs produits, endotoxines et exotoxines, à partir du tractus gastro-intestinal jusqu'à des sites extra-intestinaux comme les ganglions mésentériques, le foie, la rate ou le sang. Les bactéries endogènes transloquent de manière continue en très faible quantité, y compris chez des sujets immunocompétents, mais ces bactéries sont très rapidement détruites dans les organes lymphoïdes.

Les données sont encore insuffisantes sur les risques d'infections des probiotiques en cas de déficit immunitaire. Au contraire, *S. boulardii* a démontré un effet protecteur contre des pathogènes intestinaux chez des souris immunodéprimés. **(MARTEAU P ; 2004)**

7.2 Activités métaboliques délétères :

Une étude a attiré l'attention sur un risque potentiel d'une déconjugaison excessive et d'une déshydroxylation des acides biliaires dans l'intestin grêle par des probiotiques. En effet, elle montrait chez des sujets porteurs d'une iléostomie qui ingéraient *Lactobacillus acidophilum* et un *Bifidobacterium*, que ces deux bactéries transformaient significativement les acides biliaires primaires dans l'intestin grêle en acides biliaires secondaires libres responsables de diarrhées et de lésions intestinales, comme lors d'une colonisation bactérienne chronique du grêle.

Une dégradation excessive du mucus intestinal pourrait également être un effet indésirable de certains probiotiques. **(MARTEAU P., SHANAHAN F ; 2003)**

7.3 Immunomodulation excessive :

L'administration parentérale de composants de parois bactériennes tels que les peptidoglycanes peut induire de la fièvre, des arthrites et des maladies auto-immunes. Ces effets secondaires sont médiés par les cytokines et il est désormais bien établi que la sécrétion de cytokines est induite par de nombreux probiotiques.

D'après les connaissances actuelles, un seul effet immunologique indésirable a été observé chez l'Homme, sous la forme d'une observation anecdotique et non détaillée d'hépatite auto-immune qui aurait été aggravée par l'ingestion de très fortes quantités de yaourt.

La modulation potentielle de maladies auto-immunes par ingestion de probiotiques mériterait des travaux plus approfondis. **(MARTEAU P., SEKSIK P ; 2005)**

7.4 Transfert de gènes :

Certains gènes microbiens, particulièrement des gènes de résistance aux antibiotiques codés par des plasmides, peuvent être transférés entre microorganismes. La probabilité de transfert de gènes dépend de la nature du matériel génétique à transférer (plasmides, transposons...), de la nature des souches donneuses et receveuses, de leurs concentrations respectives et de la pression de sélection dans le milieu (tout particulièrement la présence d'antibiotiques) favorisant la pousse des transconjugants. Il est difficile de mesurer in vitro ou in vivo le risque de transfert de gènes, et encore plus difficile de choisir quel niveau de probabilité est acceptable.

La résistance des probiotiques aux antibiotiques n'est pas en elle-même un risque, sauf si elle rend le probiotique intraitable en cas d'infection systémique par celui-ci ou si elle peut être transmise à des pathogènes chez lesquels la résistance thérapeutique pourrait avoir des conséquences cliniques néfastes.

Les infections causées par des entérocoques résistants à la vancomycine posent un problème clinique grave. Par conséquent, la sécurité des souches d'*Enterococcus faecium* et d'*E. faecalis* doit faire l'objet de travaux extrêmement attentifs. **(MARTEAU P ; 2004)**

Partie 2 :

Partie expérimentale

1. Objectif :

Mise en évidence de l'effet des symbiotiques sur :

- ❖ L'amélioration de la production laitière.
- ❖ La qualité de lait.
- ❖ La capacité à limiter les mammites subcliniques.

2. Cadre d'étude : Vu les conditions exceptionnelles de la pandémie du covid-19 nous avons réalisé une synthèse des travaux menés par le professeur Khalef Djamel et le professeur Kaidi Rachid (au niveau du laboratoire LBRA). Ces travaux ont été réalisés au niveau de trois sites différents, ayant pour points :

Etude 01: L'effet de la complémentation alimentaire en *Saccharomyces cerevisiae* sur la qualité du lait des vaches laitières dans la région de Mitidja (MOUZAIA, W.Blida et KOLEA, W.Tipaza) en 2017.

Etude 02 : Etude de l'effet d'un symbiotique (mélange de levures *saccharomyces cerevisiae* et des sucres prébiotiques « SYMBIOVEBA») dans la prévention des mammites subcliniques et sur la quantité et la qualité physicochimique du lait, faites sur des vaches laitières de race Fleckvieh et Prim Holstein.

Etude 03 : Etude de l'effet d'une supplémentation en symbiotique sur la production laitière sur des chèvres locales de la race Arbya élevées en mode extensif.

3. Protocole :

Etude 1 : Un suivi de deux exploitations bovines laitières dans la Mitidja sur un effectif de 30 vaches pour chaque ferme. Ce travail a été réalisé sur une durée de 3 mois, allant de Mars à Mai 2017. Le travail a été réalisé sur deux lots, l'un constitué de 20 vaches qui ont reçu la levure *Saccharomyces cerevisiae* et l'autre témoin n'a rien reçu : constitué de 10 vaches

La méthodologie a été la suivante (**Figure 6**) :

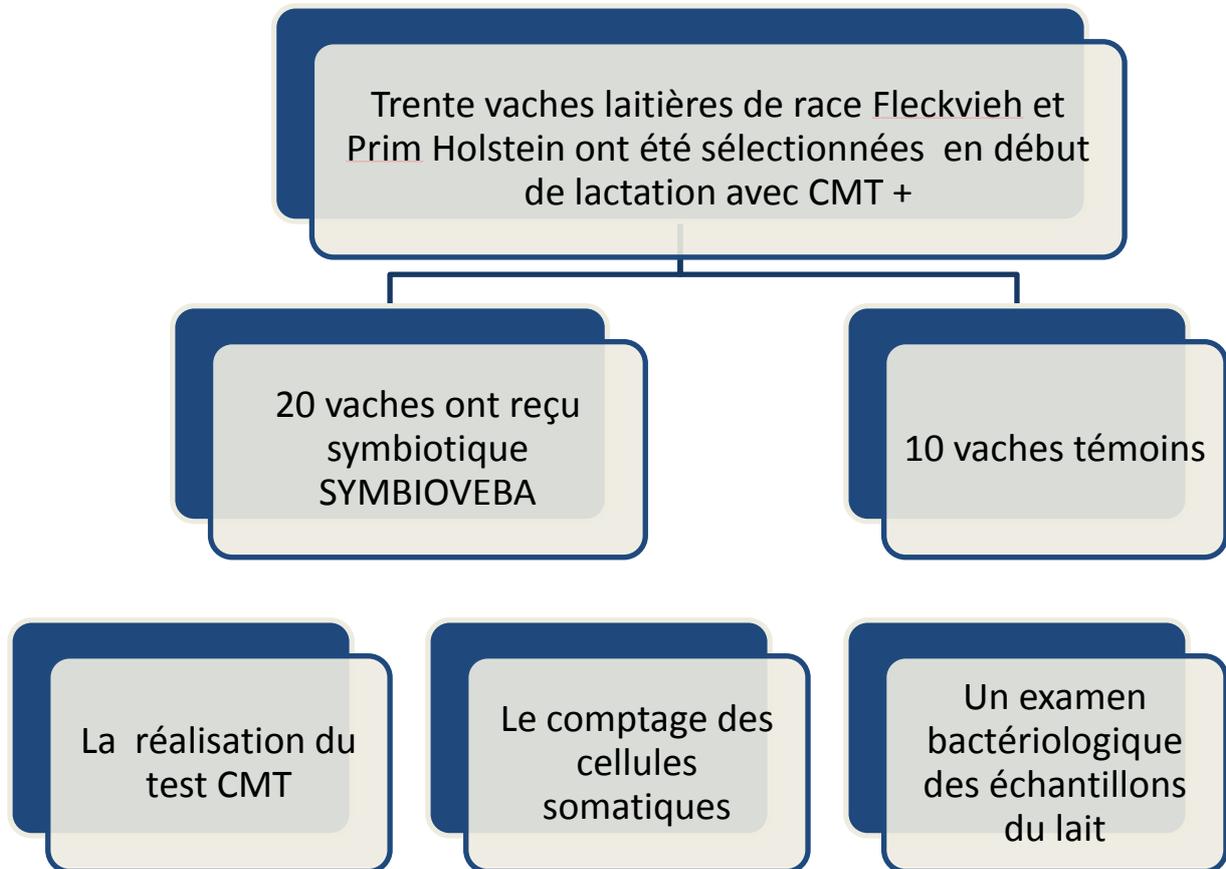
1. prélèvement du lait : Lait prélevé avant la traite matinale, chaque mois, conservé dans des flacons identifiés.
2. Contrôle laitier : Déterminer le taux protéique et le taux butyreux du lait des vaches à l'aide d'un appareil EKOMILK.
3. Le comptage cellulaire : Le principe consiste à compter les noyaux des cellules du lait à l'aide d'un appareil de mesure est le Fossomatic®



Figure 6: différentes étapes de la réalisation des analyses physicochimiques du lait et numération cellulaire.

ETUDE 2 :

Premier essai :



- La réalisation du test CMT pour rechercher les quartiers malades mettant en évidence la prévalence des germes responsables des mammites subcliniques.
- Le comptage des cellules somatiques a été réalisé sur des échantillons individuels du lait total, Ces mesures ont été effectuées en utilisant un compteur de type « Fossomatic[®] ».
- Un examen bactériologique des échantillons de lait permet de confirmer ou non le diagnostic d'infection mammaire : Les prélèvements sont isolés sur des différents milieux de culture selon la nature de micro-organisme recherché. Pour l'identification des germes, les galeries API permettant l'identification de micro-organismes par la réalisation des tests biochimiques miniaturisés.

Deuxième essai :

20 vaches ont reçu un mélange de levures *saccharomyces cerevisiae* et des sucres prébiotiques « SYMBIOVEBA ».

La traite des vaches en production se fait deux fois par jours

analyser la matière grasse, les protéines et la matière sèche

La mesure de l'acidité Dornic

- La traite des vaches en production se fait deux fois par jours et les productions individuelles sont enregistrées quotidiennement.
- Pour l'analyse physico- chimique, nous avons utilisé un analyseur- EKOMILK®- qui peut analyser la matière grasse, les protéines et la matière sèche.
- Pour la mesure de l'acidité Dornic, nous avons adopté la méthode classique, à l'aide d'hydroxyde de sodium NaOH (N/9) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

ETUDE 3 :

L'étude a été réalisée sur 70 chèvres locales de la race Arbya élevées, elles pesaient $34,3 \pm 0,84$ kg, en mode extensif, après la mise bas

L'addition de symbiotique se fait à raison de 10 ml/ chèvre/ mois à une ration du foin de luzerne ad-libitum et 600 g de concentré par chèvre et par jour



La collecte du lait a été faite manuellement à l'aide d'un ustensile gradué et cela deux fois par jour, le matin avant la sortie de la chèvrerie et le soir après la fin du pâturage

4. Résultats et discussion :

ETUDE 01 :

Les deux tableaux ci-dessous représentent l'évolution des principales caractéristiques du lait au cours de l'étude des 2 lots de la ferme A. et B

Ferme MOUZAIA :

Mesure g/l	Lot exp	Témoin	P	Valeur P
Taux protéique %				
J 0	$2,94 \pm 0,18$	$2,92 \pm 0,08$	/	/
J 30	$2,90 \pm 0,17$	$2,92 \pm 0,08$	0,87 7	> 0,05
J 60	$3,03 \pm 0,17$	$2,84 \pm 0,15$	0,006	<i>P < 0,05</i>
Taux butyreux %				
J 0	$2,30 \pm 1,32$	$2,58 \pm 1,28$	/	/
J 30	$2,64 \pm 1,33$	$2,58 \pm 1$	0,90 3	> 0,05
J 60	$2,21 \pm 0,77$	$2,60 \pm 0,95$	0,24 2	> 0,05
Numération cellulaire *10³ cell/ml				
J 0	$37,39 \pm 10,24$	$41,03 \pm 9,86$	/	/
J 30	$540,05 \pm 920,04$	$895,10 \pm 1491,07$	0,42 6	> 0,05
J 60	$207,95 \pm 313,35$	$555,50 \pm 722,15$	0,32 6	> 0,05

Tableau 3: Evolution des principales caractéristiques du lait au cours de l'étude des 2 lots de la ferme

Ferme KOLEA :

Mesure g/l	Lot exp	Témoin	P	Valeur P
Taux protéique %				
J 0	2,91 ± 0,10	2,93 ± 0,09	/	/
J 30	2,88 ± 0,08	2,86 ± 0,09	0,534	> 0,05
J 60	2,94 ± 0,17	2,79 ± 0,36	0,245	> 0,05
Taux butyreux %				
J 0	2,51 ± 0,72	3,20 ± 1	/	/
J 30	2,43 ± 0,68	2,21 ± 0,84	0,540	> 0,05
J 60	3,10 ± 1,03	3,42 ± 0,87	0,412	> 0,05
Numérat cellulaire *10³ cell/ml				
J 0	882,25 ± 1523	782,10 ± 1477	/	/
J 30	429,80 ± 960,87	256 ± 434,93	0,495	> 0,05
J 60	201,45 ± 268,17	287,7 ± 620,48	0,422	> 0,05

Tableau 4: Evolution des principales caractéristiques du lait au cours de l'étude des 2 lots de la ferme B.

Une augmentation significative des matières protéiques ($P > 0,05$) chez les vaches complémentées



S'explique par une **meilleure digestion** des aliments et une augmentation des apports nutritifs qui aident à la biosynthèse des protéines du foie ainsi la production de lait de qualité plus riche en protéines.

Une diminution de nombre des cellules somatiques du lait des vaches complémentées « non significative sur le plan statistique. »

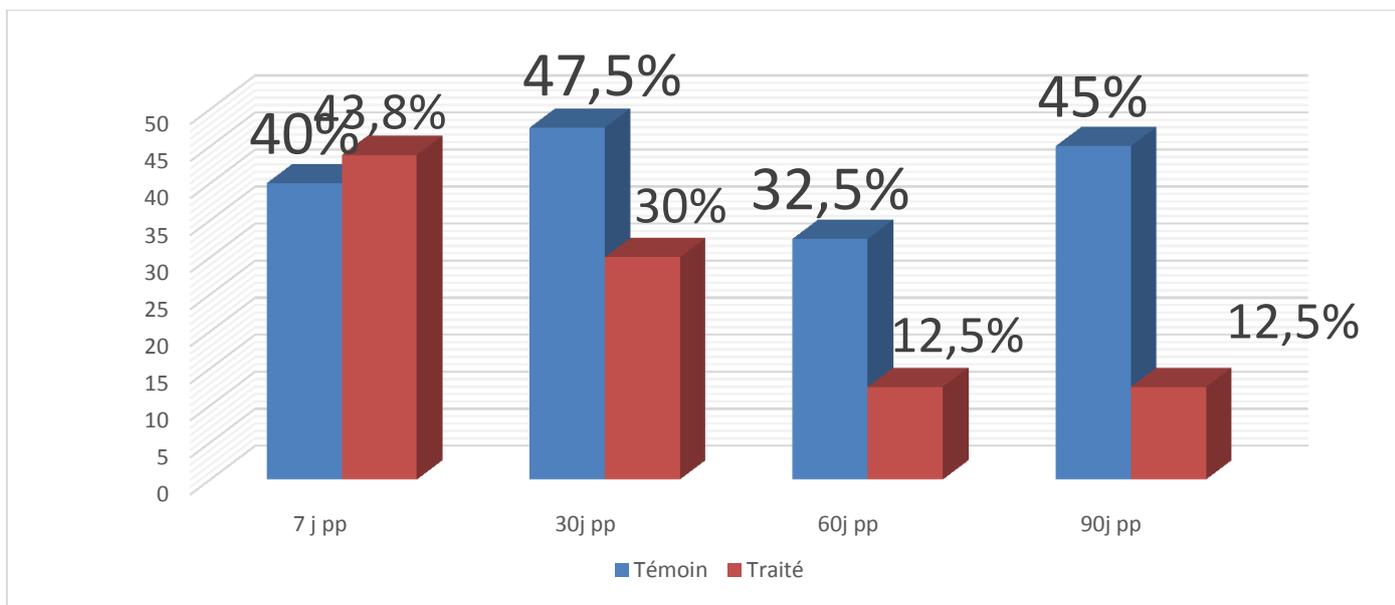


Les **levures** s'attaquent aussi aux fibres donc aide à la digestion de la partie fibreuse de la ration donc une meilleure absorption des nutriments et moins de déchets dans le milieu qui peuvent favoriser l'apparition de mammites ce qu'est constaté ; une diminution de nombre des cellules somatiques du lait des vaches complémentées mais cette diminution n'était pas significative sur le plan statistique

ETUDE 02 :

Premier essai :

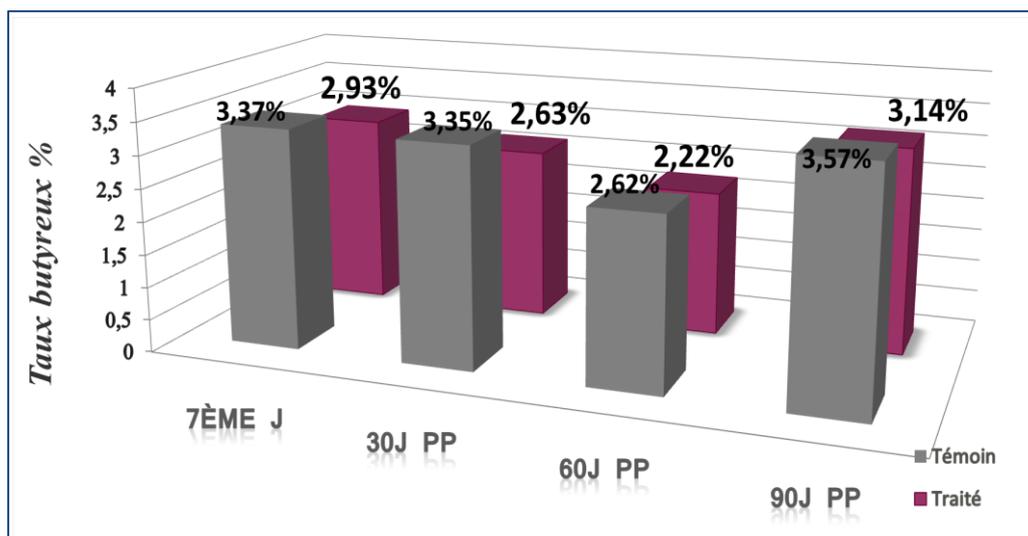
- Le premier histogramme représente la fréquence d'isolement de *Staphylococcus aureus* dans les 2 lots.



Histogramme 01 : Fréquence d'isolement de *Staphylococcus aureus* dans les deux lots durant la période d'essai.

Pour ce qui est de la fréquence d'isolement de *Staphylococcus aureus* dans les deux lots durant la période d'essai, une diminution de la fréquence d'isolement de *S. aureus* a été constaté, juste après un mois de l'administration du symbiotique, A j60 une baisse importante et significative de la prévalence des Staphylocoques dorés a été d'emblée mise en évidence dans le lot expérimental. Ces résultats se concordent avec ceux **de Beecher et al.,(2009), Bouchard D, (2013) et Even, Sergine, (2017).**

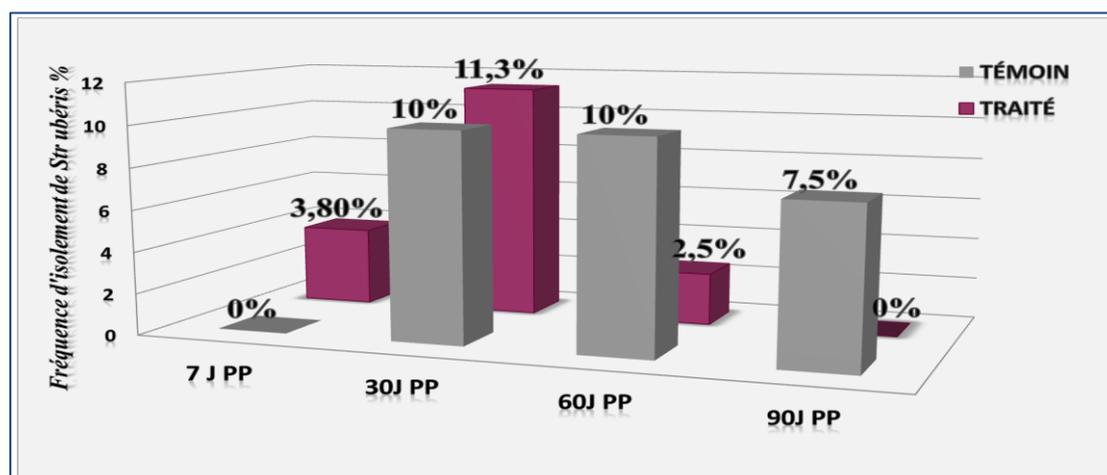
- L'histogramme deux représente la fréquence d'isolement d'Escherichia coli dans les 2 lots.



Histogramme 02 : Fréquence d'isolement d'Escherichia coli dans les deux lots durant la période d'essai.

Cette figure montre les fréquences d'isolement d'Escherichia coli dans les deux lots pendant la période de l'expérimentation. Pour le lot traité, une baisse significative ($P < 0.02$) a été observée 1 mois après le début du traitement, suivi par une diminution graduelle jusqu'à la fin du traitement. Ces résultats concordent avec ceux de **Yves Le Loir, et al. (2017)**

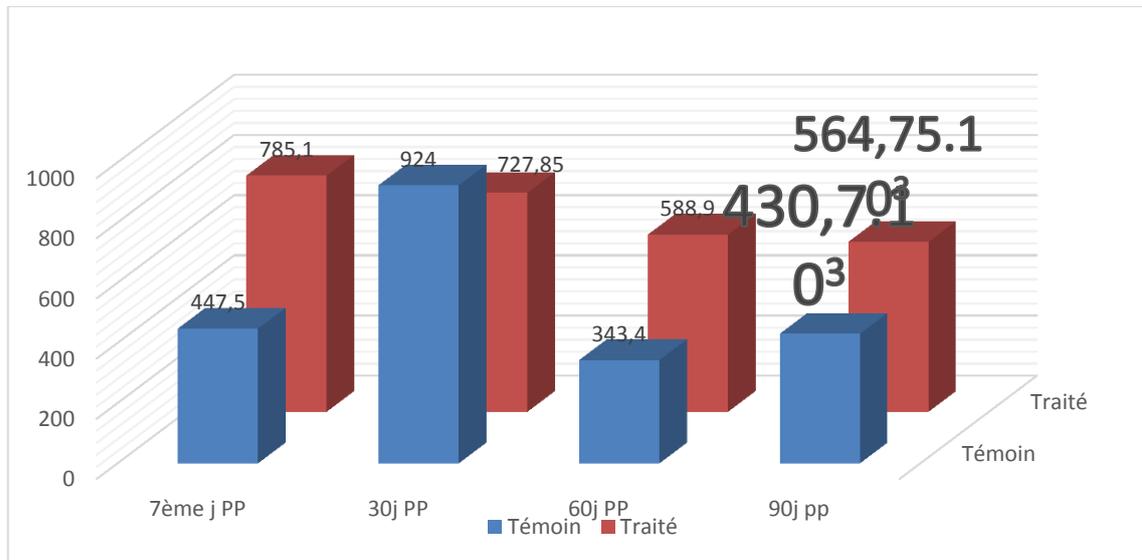
- L'histogramme trois montres la fréquence d'isolement de Streptococcus ubéris dans les 2 lots d'essai.



Histogramme 03 : Fréquence d'isolement Streptococcus ubéris dans les deux lots durant la période d'essai.

La fréquence d'isolement de Streptococcus ubéris obtenue chez le lot traité a subi une chute importante et significative ($P < 0.02$) à j 60 du traitement et cette fréquence ne cesse pas de diminuer jusqu'à sa disparition totale à la fin de l'expérimentation. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par **Bianca Seridan et al, 2015**.

- L'histogramme quatre nous informe sur l'évolution temporelle du nombre de cellules somatiques dans le lait.



Histogramme 04: Evolution temporelle du nombre de cellules somatiques individuelles (nbr x103cell/ml).

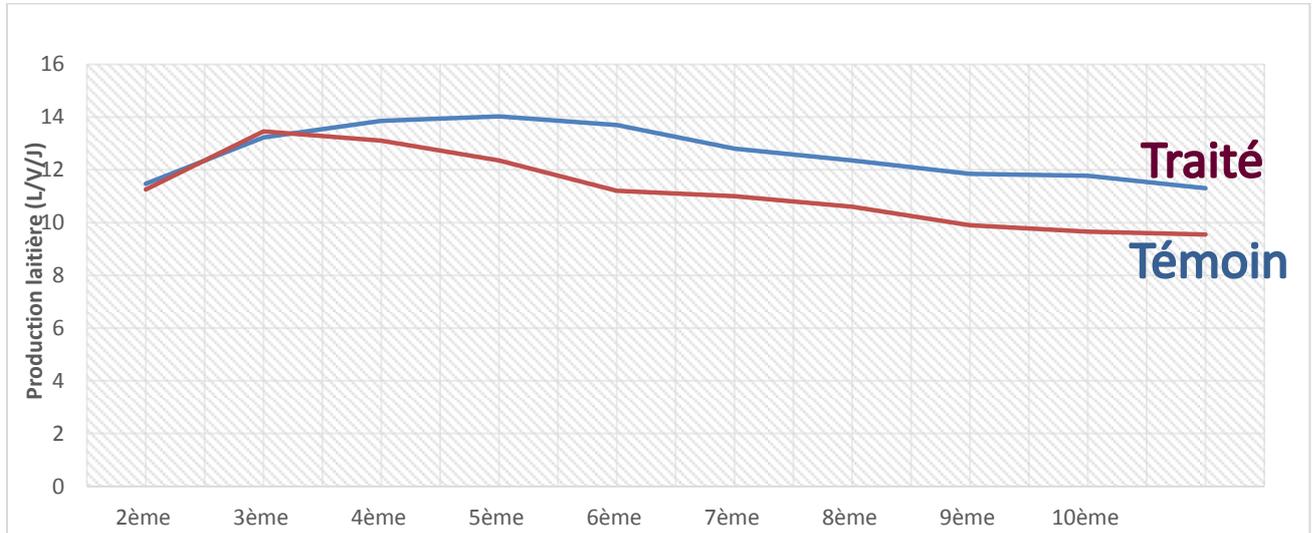
Les concentrations cellulaires somatiques individuelles obtenues du lot traité au symbiotique ont subi une baisse graduelle et non significative tout au long de l'expérimentation. Il est à noter qu'aucune différence significative n'a été décelée entre les valeurs obtenues pour les deux lots. et que ces dernières ont été supérieures au seuil des valeurs usuelles rapportées par **Risco et Melendez, 2011**.

D'après les analyses statistiques et l'interprétation des résultats obtenus durant notre étude, nous avons constaté que le symbiotique a un impact primordiale à limiter les prévalences des germes responsables des mammites subcliniques et sa forte contribution se traduit comme suit :

- Diminution significative de la prévalence des *Staphylococcus aureus* et de la prévalence d'*Escherichia coli* un mois après le début du traitement.
- Une prévalence pratiquement nulle des *Streptococcus ubéris* à la fin du traitement.
- Le symbiotique limite la prolifération des germes responsables des mammites subcliniques car son addition à la flore intestinale stimule l'immunité et module la flore ainsi la mamelle acquiert des moyens de défenses contre les micro-organismes pathogène qui seront transmis par la suite aux veaux par le colostrum.

Deuxième essai :

- L'histogramme cinq donne une représentation sur l'effet de symbiotique sur la PL entre 2-13 ème semaine.

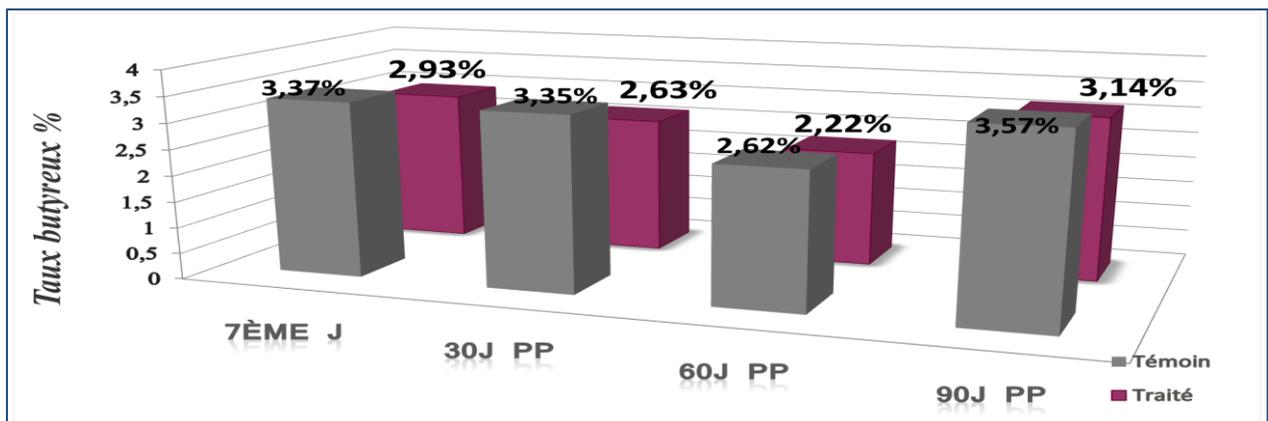


Histogramme 05 : Effet de l'incorporation du symbiotique sur la production laitière mesurée entre la 2ème semaine et la 13ème semaine postpartum.

La production laitière des deux lots évolue selon une courbe classique de lactation avec un pic qui s'étale du 3ème à 5ème Semaine de lactation pour les vaches témoins alors qu'il s'étend jusqu'à la 6ème semaine de lactation chez les vaches traitées par le symbiotique. Ce résultat concorde avec celui de **Wohlt et al (1991)** et de **Temim, S et al (2009)**

La quantité de lait produite par les vaches traitées au symbiotique est supérieure à celle des témoins, en particulier entre (5ème) et (8ème) semaine pp avec 1,5litres supplémentaires en moyenne : ces augmentations sont statistiquement significatives à la 5ème et 13ème semaine de lactation. Ces résultats obtenus sont proches à ceux rapportées par **Jacquette et al. (1988)**

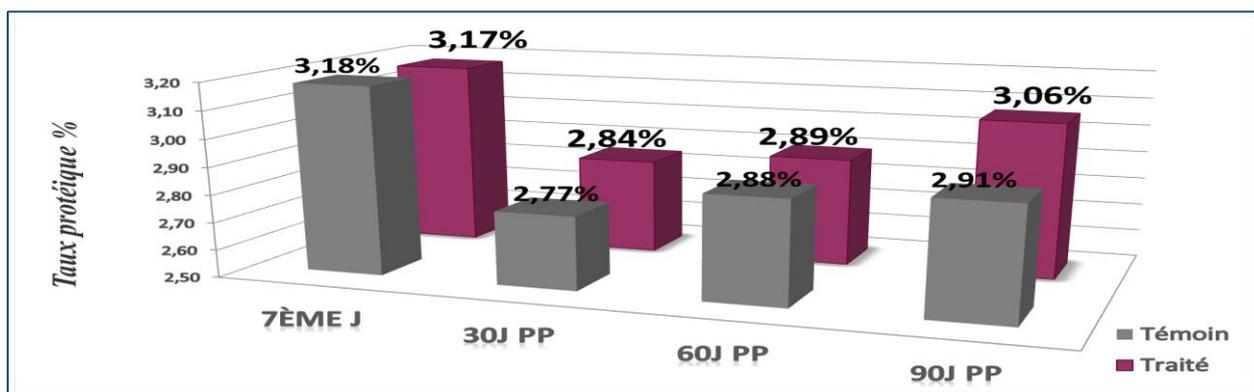
- L'histogramme six nous montre l'effet de l'apport du symbiotique sur le taux butyreux du lait.



Histogramme 06 : Effet de l'apport du Symbiotique sur le taux butyreux du lait.

Effet de l'apport du Symbiotique sur le taux butyreux du lait, montre que le taux butyreux du lait produit par les vaches des 2 lots diminue d'une manière constante et non significative, les valeurs moyennes des taux butyreux de deux lots sont faibles. Hormis, les valeurs mesurées au 3ème mois de lactation où ils ont constaté une hausse significative ($P < 0,03$) de TB passée de 2,22% à 3,14% pour le lot traité au symbiotique.

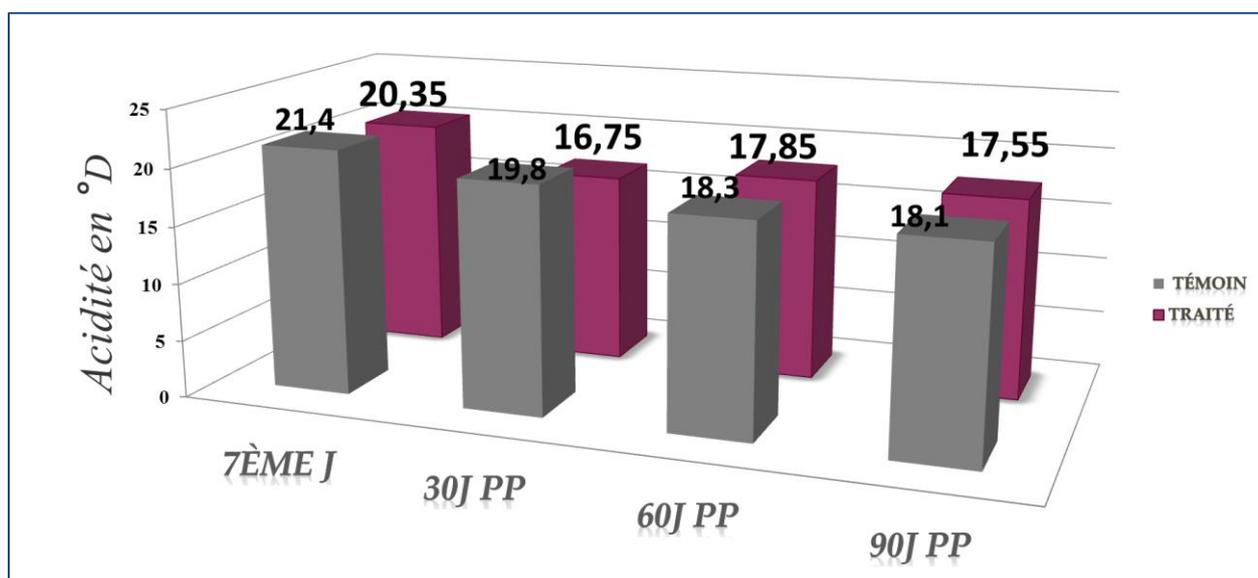
- L'histogramme 7 nous donne une information sur l'effet de ce symbiotique sur le TP du lait.



Histogramme 07 : Effet de l'apport du Symbiotique sur le taux protéique du lait.

Effet de l'apport du Symbiotique sur le taux protéique du lait, montre que les taux protéiques du lait des vaches du lot « Traité » sont similaires à ceux mesurés chez les témoins. Quelle que soit la semaine de lactation considérée, sauf au 3ème mois de lactation où un plus faible TP est mesuré dans le lot « Témoin » (0,15 % par rapport au traité, mais cette différence de taux reste non significative.

- L'évolution de l'acidité du lait est représentée par l'histogramme huit ci-dessous.



Histogramme 08 : Evolution temporelle de l'acidité Dornic

L'acidité titrable a diminué 1mois après le début du traitement chez toutes les vaches ayant reçu le symbiotique par rapport à celui obtenu chez le lot témoin avec une différence très significative ($p < 0,002$) entre les deux lots, ce résultat concorde avec celui de Mathieu. (1998).

Conclusion :

D'après les analyses statistiques et l'interprétation des résultats obtenus durant l'étude, le symbiotique a un impact primordiale à limiter la prévalence des germes responsables des mammites subcliniques et sa forte contribution se traduit comme suit :

- Hausse de la production laitière environ 1,5l/j et prolongement du pic de lactation.
- Une hausse significative du taux butyreux et le taux protéique à la fin du traitement.
- Une diminution de l'acidité Dornic dans le lait un mois suivant le début du traitement.
-

ETUDE 03 :

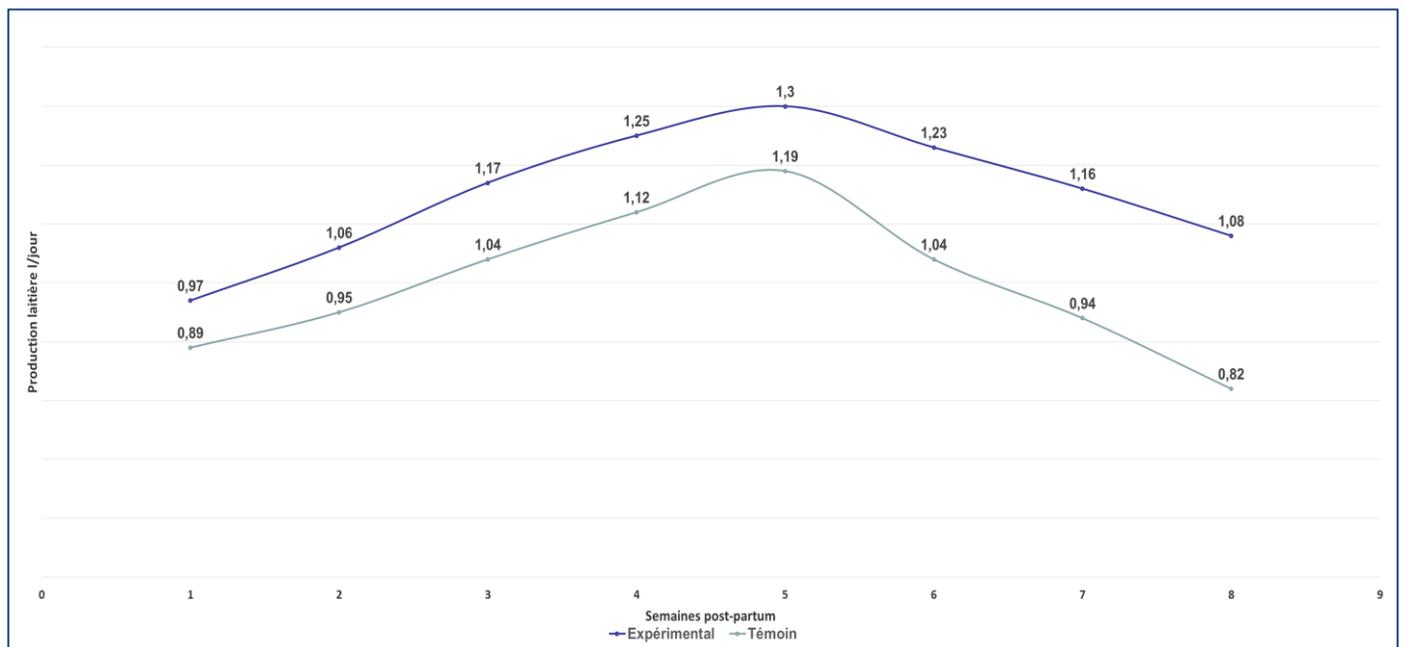


Figure 7: Effet de symbiotique sur la production laitière chez la chèvre locale.

Les résultats obtenues, représentées par la figure 7, indiquent que les chèvres ayant reçue de symbiotique produisent plus de lait par rapport aux chèvres du lot témoin qui n'ont pas reçue de complémentation en symbiotique. Durant la première semaine post partum, le lot expérimental produit en moyenne 0,97 l/jour contre 0,89l/jour pour le lot témoin, soit un écart de 11%. Arrivant à la 4ème semaine de lactation, l'écart de la production est toujours observé entre les deux lots

(expérimental et témoin), avec une production moyenne de 1,25 l/jour pour le lot expérimental, et 1,12 l/jour pour le lot témoin. Un écart de 9% a été enregistré dans cette période.

L'utilisation de symbiotique améliore d'une façon significative la production laitière chez la chèvre locale durant les quatre premières semaines en lactation.

Discussion générale :

Les problématiques qualité de lait et quantité de production laitière attirent l'attention et occupent le temps de plusieurs milliers de chercheurs et d'experts à travers le monde.

Sachant que le premier but de l'élevage des vaches laitières est la production de gros volume de lait, l'apport d'un symbiotique dans le régime alimentaire du bovins laitier vise à améliorer la quantité et la qualité de lait, et à limiter l'apparition de mammites subcliniques tout en baissant les paramètres négatifs tels que le taux de cellules somatiques, le taux d'urée et la quantité de corps cétonique dans le lait.

En Algérie, le problème se pose aussi et plusieurs études ont vu le jour, dont cette étude réalisée par nos encadreurs où l'addition de mélange, levures *saccharomyces cerevisiae* et des sucres prébiotiques « SYMBIOVEBA » a permis en premier lieu, d'augmenter la quantité de lait en influençant l'efficacité de l'utilisation de la ration ainsi que la digestibilité de la matière organique et le transit intestinal. **DesnoyersM et al. (2009).**

Ces résultats s'associent à l'étude publiée par **Jacquette et al. (1988)** et **Ware et al. (1988)** qui ont observé chez des vaches ayant reçu dans leur alimentation *Lactobacillus acidophilus* une production laitière accrue (1,8 kg/jour).

Gomez-Basauri et al. (2001) ont aussi observé une augmentation de la production laitière (0,73 kg/jour) chez des vaches recevant un mélange de *L. acidophilus*, de *L. casei* et d'*Enterococcus faecium* dans leur ration.

Stein et al. (2006) ont également fait état d'une hausse de 8,5 % du lait chez des vaches recevant du *Propionibacterium*.

Dans l'étude de **DesnoyersM et al. (2009)**, la supplémentation en levure augmente le rendement laitier (+1,2 g).

Contrairement à **Raeth-Knight et al. (2007)**, n'ont observé aucun effet sur la production laitière de vaches recevant une combinaison de *Lactobacillus acidophilus* et *Propionibacterium freudenreichii*

On a aussi remarqué un prolongement du pic de lactation une semaine de plus (3ème-6ème semaine). Même résultat obtenu par **Wohlt et al (1991)** et de **Temim, S et al (2009)**.

Cette augmentation dans la quantité de lait, peut s'associer ou pas à une variation du taux butyreux et du taux protéique du lait.

Dans cette étude le taux butyreux (TB) a été aussi améliorée par le mélange *Saccharomyces cerevisiae* et le sucre SYMBIOVEBA. Les valeurs mesurées au 3ème mois de lactation où ils ont constaté une hausse significative de TB passée de 2,22% à 3,14% pour le lot traité au symbiotique.

Conformément aux résultats de **Chiquette et al (2008)**, les symbiotiques ont entraîné une nette progression du taux de la matière grasse dans le lait produit.

Tandis que les variations en taux protéique ne sont pas significatives. Le taux protéique a montré une augmentation significative, lorsque les levures *S.cerevisiae* sont incorporé seul dans la 1ère essaie ($p < 0.05$), et cela par l'apport plus important des nutritifs qui aident à la biosynthèse des protéines du foie ainsi la production de lait de qualité plus riche en protéines.

Mais d'après **Desnoyers et al. (2009)** les levures avaient tendance à augmenter la teneur en matière grasse du lait mais n'avait aucune influence sur la teneur en protéines du lait.

L'étude a montré des taux d'acidité titrable chez les vaches traitées inférieure par rapport aux vaches témoins mais presque supérieures à la normale qui se situe entre 15 et 18°D (**Hamama, 2002**). Une baisse progressive significative ($p < 0.002$) et un retour à la normale à la fin des travaux, ce qui confirme les résultats de **chiquette et al. (2008)**, et que la présence de bactéries lactiques dans la composition du symbiotique permet une dégradation moins rapide de la caséine et les groupes phosphates, ce qui confère une durée de conservation plus longue au lait frais. Chez les vaches témoins, l'acidité était proche de la limite supérieure de la normale.

Cependant la qualité et la quantité de lait peuvent être affectées par les mammites qui engendrent des grosses pertes économiques. L'étude faite a inclus ce côté important. Les 20 vaches CMT+ qui ont reçues le symbiotique SYMBIOVEBA (10 vaches CMT+ sont témoins) montrent plus de résistance vis-à-vis des agents de mammites. Une diminution significative de la prévalence des *Staphylococcus aureus*, qui d'après **Novick et Yarwood et Shlievert (2003)** est lié à la capacité à sécréter un bio-surfactant qui joue un rôle d'un détergent qui dilue et élimine les *S.aureus* ; une chute de la prévalence d'*Escherichia coli* un mois après le début du traitement et une prévalence pratiquement nulle des *Streptococcus uberis* à la fin du traitement. Ce qui confirme la capacité du probiotique à stimuler le système immunitaire soit par phagocytose (**Perdigôn et al, 1998**) ou par la production des lymphocytes T (**Kail.M et al, 1992**)

Ces résultats sont proches de ceux enregistrés par **Sandholm et al, (1990)**.

Mais cela n'empêche pas à remarquer la prédominance des *Staphylocoques aureus* (47,50 % en 60 j PP), ce qui s'explique par le grand pourcentage d'isolement de ces germes dans les pays en voie de développement, et leur rôle pathogène connu dans les mammites subcliniques (**Achache, 1982**). Le symbiotique limite la prolifération des germes responsables des mammites

subcliniques car son addition à la flore intestinale stimule l'immunité et module la flore, en créant un milieu défavorable pour le développement de ces agents ainsi la mamelle acquiert des moyens de défense contre les micro-organismes pathogènes qui seront transmis par la suite aux veaux par le colostrum. **(Rodríguez et al; 2011).**

Chez la chèvre aussi, le probiotique a permis d'enregistrer un écart de 11% dans la production laitière entre la chèvre traité et la chèvre témoin à la 4ème semaine PP, obtenu aussi par **Jacquette et al. (1988).**

Il est à noter que, la plupart de ces études ont été diffusées sous forme de résumés dans lesquels ne figurait aucun détail quant à l'état physiologique des vaches. Il ressort de ces études que l'augmentation de la production de lait est très variable en fonction du probiotique utilisé, de la dose, de la période de supplémentation et du statut animal.

Conclusion générale :

Les probiotiques sont utilisés dans toutes les phases de la production : reproductrices, post-sevrage et engraissement. En général, leur utilisation vise à établir un microbiote sain, à améliorer la santé, le bien-être et la productivité des animaux. Toutefois, si nous sommes plus précis, l'application pratique (ou le résultat) de l'utilisation des probiotiques peut être différente dans chaque contexte.

Principales applications des probiotiques dans la reproduction animale :

- Réduction des signes cliniques de pathologies utérines / mammaires.
- Augmentation de la consommation alimentaire pendant les dernières étapes de la gestation ou de la lactation.
- Amélioration de la condition physique en fin de lactation.
- Réduction de l'intervalle sevrage-chaueur dû à la mobilisation de l'énergie.
- Amélioration de la qualité du colostrum et de la qualité et de la quantité du lait.
- Réduction des agents pathogènes intestinaux.
- Modulation de l'immunité de la portée.
- Amélioration de la taille de la portée.
- Amélioration du taux de croissance des veaux.
- Réduction des signes cliniques de diarrhée chez les veaux.
- Transfert de probiotiques de la mère à son petit.
- Modulation de la réponse au stress.

Recommandations :

Il est possible de suggérer des actions à entreprendre pour mieux gérer la santé de nos élevages laitiers, afin d'optimiser la production et la rentabilité de ce dernier. Pour cela nous avons adopté les recommandations suivantes :

- Encourager les éleveurs à utiliser les symbiotiques dans les élevages bovins laitiers.
- La mise en place de mesures d'hygiène adéquate dans les élevages, en particulier l'environnement et la traite
- Inciter à l'utilisation du test CMT au niveau de chaque exploitation

- Utiliser les comptages cellulaires périodiquement pour un dépistage précoce des mammites, et un bon suivi des élevages.
- Instaurer un traitement alternatif contre les mammites subcliniques à la place du traitement habituel par les antibiotiques onéreux et présentant beaucoup d'effets indésirables.

Références :

- « EFSA Dossier : Allégations nutritionnelles et de santé ». [s.l.] : [s.n.], [s.d.]. Disponible sur : < <http://www.efsa.europa.e/fr/topics/topic/nutrition.htm> > (consulté le 5 août 2013)
- « Prébiotiques et probiotiques : facteurs clé de l'équilibre intestinal ». *Les infos de l'AFMO (Association Française de Médecine Orthomoléculaire)*. janvier 2007. n°9,
- A. K. Abbas, A. H. Lichtman. *Les bases de l'immunologie fondamentale et clinique*. Traduction de la 3ème édition anglaise. Éditions Elsevier. 2009
- Achache S., 1982, choix de l'antibiotique dans le traitement des mammites bovines. Etude bibliographique du sujet, suivi d'une étude pratique de quelques prélèvements de lait mammitieux dans la région d'Alger. Thèse pour l'obtention du diplôme de Docteur Vétérinaire. 131p.
- Anukam KC, Reid G. Probiotics: 100 years (1907-2007) after Elie Metchnikoff's observation. *Commun Curr Res Educ Top Trends Appl Microbiol*. 2007;1:466–474.
- Balard P. *La nutrition cellulaire active®*. Laboratoire Nutergia. Septembre 2014
- BOUDOUHI R., FERREIRA C., MOREL E., SZYMANSKI A., TIZAOUI S. *Aliments fonctionnels : « réalité et/ou allégation »*. Lille : Université Lille 1 Sciences et Technologies, 2005. 202 p.
- Butel M-J. Les probiotiques et leur place en médecine humaine. *J Anti-Infect*. juin 2014;16(2):33-43.
- Butel M-J. Les probiotiques et leur place en médecine humaine. *J Anti-Infect*. juin 2014;16(2):33-43.
- BUTS J.-P. « Exemple d'un médicament probiotique : Saccharomyces boulardii lyophilisé ». In : *Flore microbienne intestinale : physiologie et pathologie digestive*. Montrouge : John Libbey Eurotext, 2004. p. 221-244.
- Catherine PIQUEPAILLE, 2013, Place des probiotiques dans le traitement des diverses pathologies intestinales.
- Chiquette J., Allison, And Rasmussenm.A.,2008, Effects On Ruminant Fermentation Characteristics, Milk Production, And Milk Composition. *J. Dairy Sci* 91 (9) :3536-3543. Colleau J.J, Bihan Duval E., 1995. Simulation Study Of Selection Methods To Improve Mastitis Resistance Of Dairy Cows. *J. Dairy Sci*.78, 659-671.
- CLERC A., PINNA O. *Prébiotiques, probiotiques, symbiotiques : que se cache-t-il derrière ces mots?* Genève : Haute école de santé - Filière Diététique, 2007. 7 p.
- DERBRE S. « Médicaments, compléments alimentaires, alicaments ou nutraceutiques, comment y voir clair ? » *Actualités Pharmaceutiques*. mai 2010. n°496, p. 14-19.

- Desnoyers M ,Giger –Reverdin S ,Bertin G , Duvaux –Ponter C , sauvant D ,2009:Metaanalysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants .*J.DairySci.*92:1620-1632
- Desnoyers, M. (2009). *Low-impact operating system tracing* (Doctoral dissertation, École Polytechnique de Montréal).
- FELIS G. E., DELLAGLIO F. « Taxonomy of Lactobacilli and Bifidobacteria ». *Current issues in intestinal microbiology*. septembre 2007. Vol. 8, n°2, p. 44-61.
- FELIS G. E., DELLAGLIO F. « Taxonomy of Lactobacilli and Bifidobacteria ». *Current issues in intestinal microbiology*. septembre 2007. Vol. 8, n°2, p. 44-61.
- Flourié B, Nancey S. PROPRIÉTÉS FONCTIONNELLES DES PROBIOTIQUES. [Httpwwwem-Premiumcomdoc-Distantuniv-Lille2frdatarevues0007996000420HS238](http://www.em-premium.com/doc-Distantuniv-Lille2frdatarevues0007996000420HS238) [Internet]. 16 févr 2008 [cité 9 mars 2016]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com.doc-distant.univ-lille2.fr/article/79240/resultatrecherche/1>
- Francisco Guarner, Aamir G.Khan. Probiotiques et Prébiotiques [Internet]. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines; 2011. Disponible sur: <http://www.worldgastroenterology.org>
- Francisco Guarner, Aamir G.Khan. Probiotiques et Prébiotiques [Internet]. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines; 2011. Disponible sur: <http://www.worldgastroenterology.org>
- GIBSON G. R., ROBERFROID M. B. « Dietary modulation of the human colonic microbiota : introducing the concept of prebiotics ». *J. Nutr.* juin 1995. Vol. 125, n°6, p. 1401-1412
- Gomez-Basauri,J., M.B. de Ordanza et J.Siciliano-Jones. 2001. Inkate and milk production of dairy cows fed lactic acid bacteria and mannanoligosaccharide. *J. Dairy Sci.* 84(Suppl. 1) 283 (Abstract).
- GOURNIER-CHATEA N., LARPENT J.-P., CASTELLANOS M.-A., LARPENT J.-L. *Les probiotiques en alimentation animale et humaine*. Paris : Tec & Doc - Lavoisier, 1994. 192 p.
- GUIRAUD J.-P. *Microbiologie alimentaire*. Paris : Dunod, 2003. 651 p.
- Hamama A, 2002 : « Hygiène Et Prophylaxie Dans Les Etables Laitières .Cours DeFormation Des Techniciens De L'office Régionale De Mis En Valeur Agricole L'haouz.Marrkech. »Pp 10- 25, 62-71,80-110
- Heyman M. EFFETS DES PROBIOTIQUES SUR LE SYSTÈME IMMUNITAIRE : MÉCANISMES D'ACTION POTENTIELS. [Httpwwwem-Premiumcomdoc-Distantuniv- Lille2frdatarevues0007996000420HS269](http://www.em-premium.com/doc-Distantuniv-Lille2frdatarevues0007996000420HS269) [Internet]. 16 févr 2008 [cité 9 mars 2016]; Disponible sur:

<http://www.em-premium.com.doc-distant.univ-lille2.fr/article/79245/resultatrecherche/1>

- *International Dairy Journal*. juillet 2008. Vol. 18, n°7, p. 714-728.
- IZQUIERDO ALEGRE E. *Les protéines bactériennes en tant que biomarqueurs de l'activité probiotique*. Strasbourg : Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien, 2009. 230p.
- Jacquette, R.D., R.J. Dennis, J.A. Coalson, D.R. Ware, E.T. Manfredi et P.L. Read. 1988. Effect of feeding viable lactobacillus acidophilus (BT1386) on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71 (Suppl. 1) 219 (Abstract).
- Kaila, M., Isolauri, E., Soppi, E., Virtanen, E., Laine, S., and Arvilommi, H. 1992. Enhancement of the circulating antibody secreting cell response in human diarrhea by a human Lactobacillus strain. *Pediatr Res* 32, 141-144.
- Le concept de probiotique : historique, définition et principales caractéristiques. [Httpwwwem-Premiumcomdoc-Distantuniv-Lille2frdata/revues/1294550100040004234](http://www.em-premium.com.doc-distant.univ-lille2.fr/data/revues/1294550100040004234) [Internet]. 16 févr 2008 [cité 17 juin 2016]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com.doc-distant.univ-lille2.fr/article/77554/resultatrecherche/7>
- Liong M-T, éditeur. *Probiotics* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011 [cité 21 mars 2016]. (Microbiology Monographs; vol. 21). Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-20838-6>
- Liong M-T, éditeur. *Probiotics* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011 [cité 21 mars 2016]. (Microbiology Monographs; vol. 21). Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-20838-6>
- M. Heyman, E. Heuvelin. *Micro-organismes probiotiques et regulation immunologique: le paradoxe*. Nutrition clinique et métabolique, 2006. 20, p85-94
- MARTEAU P. « Facteurs de contrôle de la flore. Définitions et mode d'action des probiotiques et prébiotiques ». In : *Flore microbienne intestinale : physiologie et pathologie digestive*. Montrouge : John Libbey Eurotext, 2004. p. 37-58.
- MARTEAU P., SEKSIK P. « Probiotiques et alicaments ». In : *Bactéries lactiques et probiotiques*. Paris : Lavoisier, 2005. p. 255-289
- MARTEAU P., SHANAHAN F. « Basic aspects and pharmacology of probiotics : an overview of pharmacokinetics, mechanisms of action and side-effects ». *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*. octobre 2003. Vol. 17, n°5, p. 725-740.
- NINANE V., MUKANDAYAMBAJE R., BERBEN G. « Probiotiques, aliments fonctionnels et kéfir : le point sur la situation réglementaire en Belgique et sur les avancées scientifiques en matière d'évaluation des effets santé du kéfir ». *Biotechnologie, Agronomie, Société*

et Environnement. 7 septembre 2009. Vol. 13, n°3, p. 8.

- Novick, R. P. 2003. Mobile genetic elements and bacterial toxins: the superantigen encoding pathogenicity islands of *Staphylococcus aureus*. *Plasmid* 49(2):93-105.
 - p. 6.
- Perdigon, G., S. Alvarez, M. Rachid, G. Aguero, and N. Gobatto. 1995. Immune system stimulation by probiotics. *J. Dairy Sci.* 78(7):1597-1606.
- Prébiotiques et fonctions gastro-intestinales : revue des effets et des perspectives. [Httpwwwem-Premiumcomdoc-Distantuniv-Lille2/fr/data/revues/0007996000380006346](http://www.em-premium.com/doc-Distantuniv-Lille2/fr/data/revues/0007996000380006346) [Internet]. 16 févr 2008 [cité 3 juin 2016]; Disponible sur: [http://www.em-premium.com.doc-distant.univ-lille2.fr/article/79027/resultatrecherche/1](http://www.em-premium.com/doc-distant.univ-lille2.fr/article/79027/resultatrecherche/1)
- Raeth- Knight, M.L., J.G.Linn et H.G. Jung. 2007. Effect of direct-fed microbials on performance, diet digestibility, and rumen characteristics of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:1802-1809
- RAMPAL P. « Les levures : classification, propriétés, utilisations technologiques et thérapeutiques ». *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*. 1996. Vol. 9, n°3, p. 185-186.
- *Rapport du groupe de travail « Alimentation infantile et modification de la flore intestinale »*. [s.l.] : AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), 2003.
- *Report of a joint FAO/WHO expert consultation on evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria*. Cordoba (Argentina) : FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization), 2001.
- Rodrigues, A. P. O.; Gominho-Rosa, M. D. C.; Cargin-Ferreira, E.; Francisco, A. De; Fracalossi, D. M., 2011. Different utilization of plant sources by the omnivores jundiá catfish (*Rhamdia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition*, 18 (1): 65-72.
- Sandholm M., Kaartinen L., Pyorala S., 1990, Bovine mastitis- why does antibiotic therapy not always work ? An overview *J. Vet. Pharmacol. Ther.* 13, 248-260.
- Stein, D.R., D.T. Allen, E.B. Perry, J.C. Bruner, K.W. Gates, T.G. Rehberger, K. Mertz, D. Jones et L.J. Spicer. 2006. Effects of feeding probionibacteria to dairy cows on milk yield, milk components, and reproduction. *J. Dairy Sci.* 89:111-125.
- SUTRA L., FEDERIGHI M., JOUVE J.-L. *Manuel de bactériologie alimentaire*. Paris : Polytechnica, 1998. 308 p.
- Temim, S., et al. "Effet de la complémentation alimentaire en levure *Saccharomyces cerevisiae* sur les performances zootechniques et les paramètres sanguins de la vache laitière en peripartum." *Livestock Research for Rural Development* 21.11 (2009).

- VASILJEVIC T., SHAH N. P. « Probiotics - From Metchnikoff to bioactives ».
- Ware,D.R.,P.L.Read et E.T. Manfredi. 1988. Lactation performance of two large dairy herds fed Lactobacillus acidophilus strain BT138 in a switchback experiment. J. Dairy Sci. 71(Suppl. 1) 219.
- Wohlt, J. E., Finkelstein, A. D., & Chung, C. H. (1991). Yeast culture to improve intake, nutrient digestibility, and performance by dairy cattle during early lactation. Journal of Dairy Science, 74(4), 1395-1400.

Annexes :

Annexe 01 :

- les caractéristiques du symbiotique : Est un additif alimentaire purement biologique à usage vétérinaire .Symbioveba produit biologique permet à l'animal après l'administration par voie orale de rééquilibrer le PH de rumen, d'améliorer ses performances zootechniques (augmentation de la production laitière, de prévenir les troubles digestif, aussi de renforcer son système immunitaire et de maintenir de bon état générale de l'animal.
- Composition : Symbioveba, produit biologique composé de plantes médicinales (TARAXACUM OFFICINALIS, ZINGIBER OFFICINALIS), de probiotiques lactobacillus et saccharomyces Cervicie), d'enzymes, d'extrait végétaux et de l'eau, obtenu avec exclusif MESEN patented.
- Indication : Symbioveba c'est un produit biologique indiqué pour : - Favoriser l'appétit - Rééquilibrer le PH du rumen - Renforcer la flore intestinale par les bons microorganismes afin d'améliorer la digestion des aliments et augmenter les apports nutritifs pour une production de lait de qualité. - Augmenter de la production laitière - La prévention des troubles digestifs chez l'animale (constipation, diarrhée, météorisation, acidose, alcalose) - Effet énergisant en cas de fatigue.
- Posologie et voie d'administration : Symbioveba c'est une solution liquide, à administrer par voie orale. Agiter le flacon de Symbioveba avant la dilution. Il est important de diluer le produit dans de l'eau minérale bien agité avant chaque administration à l'animal. Bovins : 50ml de symbioveba dans 50ml de l'eau minérale administré une fois par mois Délai d'attente : Aucun délai d'attente n'est préconisé, le symbioveba c'est un additif biologique. Conservation : Flacon non ouvert : 2ans Après La Date De Fabrication Flacon Ouvert : 3mois Après L'ouverture De Flacon A conserver dans un endroit a température, a l'abri du soleil, de l'humidité et de la lumière.



Annexe 02 : Le CMT (California Mastitis Test)

- **PRINCIPES DU CMT**

Ce test consiste à mélanger, dans des quantités identiques, du lait et un réactif, le Teepol.

Le Teepol est un détergent auquel est associé un indicateur de pH coloré. Le Teepol fait éclater les cellules et réagit avec leur ADN en formant un gel dont la viscosité est d'autant plus élevée que la teneur en cellules est importante.

Ainsi, c'est l'appréciation visuelle de la viscosité du précipité obtenu qui vous permettra d'apprécier le niveau d'inflammation de la mamelle. Chez la chèvre, il semble préférable de ne pas se fier aux changements de couleur liés aux modifications de pH.

- **COMMENT RÉALISER UN CMT ?**

Photo 1



Photo 2



Photo 3



Photo 1 : Tirez du lait d'une demi-mamelle directement dans une coupelle

Photo 2 : Le trait vous indique la quantité de lait nécessaire à la réalisation du test

Photo 3 : Ajoutez au lait une quantité identique de Teepol.

- **Noter les résultats :**

Aspect du gel	Note
Pas de précipité	0
Précipité trouble, qui disparaît	1
Léger gel persistant avec filaments grumeleux	2
Epaississement immédiat Gel de type « blanc d'œuf », se détachant du fond en filament lors des rotations du plateau	3

Gel bombé, glissant en masse sur le fond du plateau lors de ses rotations	4
--	---

Attention : le Teepol étant un détergent, une mauvaise utilisation peut le faire mousser ; dans ce cas, recommencez la mesure car votre lecture en serait faussée.

COMMENT DÉFINIR LE STATUT INFECTIEUX DE LA MAMELLE ?

Les règles de décision sont les mêmes que pour les numérations cellulaires individuelles, mais les seuils de 7500 000 cel./ml et 2000000 cel./ml sont respectivement remplacés par les notes suivantes :

■ CMT = 2

- Note utilisée pour repérer les chèvres présumées infectées avec une faible inflammation

■ CMT = 3

- Note utilisée pour repérer les chèvres présumées infectées avec une forte inflammation
- Note utilisée pour repérer les chèvres présumées infectées par un germe pathogène majeur tel que *Staphylococcus aureus*

Reference : V. David, R. de Crémoux, P. Roussel (Institut de l'Élevage)

B. Lamoureux (GDMA 36) P. Mercier - T. Vidard (AFSSA Niort)

Année 2000

Annexe 3 :

EKOMILK :

EKOMILK est un Analyseur rapide du lait à ultrason avec des performances remarquables pour le lait cru et traité, il mesure les paramètres de qualité, tel que ; matière grasse, protéine, extrait sec, sucres, densité et mouillage en quelques secondes.

Ekomilk Ultra

Rapide et portable,
compact



Ekomilk Ultra est un instrument abordable (car sur mesure et personnalisé), **pour déterminer la composition du lait** (donc les constituants, ingrédients, paramètres, composants, propriétés du lait).

Caractéristiques:

- 2 canaux de mesure à choisir: lait de vache, chèvre, brebis ou buffle (bufflonne). Lait cru ou lait pasteurisé et homogénéisé.
- 6 paramètres (composants du lait) de base: MG, MP, densité, eau ajoutée, point de congélation.
- A choisir des autres paramètres (propriétés du lait), optionnels: conductivité, pH/temp, lactose
- Prêt à utiliser, mesure rapide, facile et précise des paramètres
- Une garantie sur la précision pour la majorité des échantillons peut être obtenue sur demande, pour lait de tank après réglage fin du calibrage; veuillez nous contacter pour plus de détails
- Design compact; léger et portable

Sept 2015
Analyse de lait à la ferme
8

Ekomilk Ultra: Composants | Plage de mesure et précision pour lait de tank, exemple

<ul style="list-style-type: none"> • Matière grasse (MG, TB) Milk fat (butterfat), contenido de grasas, Milchfett 	0,5% to 12% avec précision $\pm 0,1\%$
<ul style="list-style-type: none"> • Extrait sec dégraissé (matière sèche sans les matières grasses) Solids-Non-Fat (SNF), solidos sin grasas, fettfreie Trockenmasse 	6% - 12% avec précision $\pm 0,2\%$
<ul style="list-style-type: none"> • Densité Density, densidad, Dichte 	1,0260 g/cm ³ - 1,0330 g/cm ³ $\pm 0,0005$ g/cm ³
<ul style="list-style-type: none"> • Protéines (TP, MP) Proteins, proteínas, Proteine Gehalt 	2% - 6% avec précision $\pm 0,2\%$
<ul style="list-style-type: none"> • Lactose Lactose, lactosa, Laktose Gehalt 	0,5% to 7% avec précision $\pm 0,2\%$
<ul style="list-style-type: none"> • Point de congélation Freezing point 	0 to -1.000 °C avec précision $\pm 0,015$ °C
<ul style="list-style-type: none"> • Eau ajoutée Added water 	0% - 60% avec précision $\pm 5\%$
<ul style="list-style-type: none"> • pH (acidity/alkalinity)+Titratable Acidity conv. 	0,00 – 14 pH avec précision $\pm 0,02$
<ul style="list-style-type: none"> • Température 	0 - 50 °C avec précision $\pm 0,1$ °C
<ul style="list-style-type: none"> • Conductivité 	2 - 20 mS/cm avec précision ± 1 % (18°C)

Légende:
Vert = paramètre optionnel

10

Ekomilk Bond Total

Système intégré pour le pH et la température avec solutions d'étalonnage



Mesure en 35 secondes les composants (ingrédients) et des propriétés du lait

Caractéristiques:

- Prêt à utiliser, mesure rapide, facile et précise des paramètres (10 paramètres)

Pour la version Bond 2:

- 4 canaux à choisir: lait de vache, chèvre, brebis ou buffle
- Connexion pour imprimante et ordinateur, avec logiciel pour ordinateur, porte USB
- Adaptateur d'allume-cigarette pour alimentation sur 12V

- Le volume nécessaire pour l'échantillon est réduit (25ml)
- Mémoire interne et option de mémoire externe
- Solutions de rinçage, menu pour étalonnage digital

- Certifié CE - EC, ISO 9001:2000

la ferme

11

Ekomilk Scan+ : spécifications pour lait bovin

Rapide, fiable et robuste



Mesure du taux de cellules somatiques endéans environ 75 secondes.

Caractéristiques:

- Mesure entre 90.000 et 2 200 000 cellules/ml, extension à 8 200 000 cellules/ml
- Prêt à utiliser, mesure rapide, facile et précise du taux de cellules
- Design compact; léger, portable et robuste

- Connexion pour imprimante et ordinateur, avec logiciel pour ordinateur/smartphone/tablette pour visualiser, analyser et partager les résultats des mesures
- Adaptateur d'allume-cigarette pour alimentation sur 12VDC

- Mémoire interne pour 250 mesures

- Certifié CE/EC, ISO 9001:2008, TUV, UKAS Quality Management, SGS
- Spécifications pour lait ovine/caprine/bufflonne sur demande; la plage de mesure et la répétabilité peut varier.

Sept 2015

Analyse de lait à la ferme

13

<https://fr.slideshare.net/TAPservices/les-analyseurs-de-lait-ekomilk-pour-fromageries-et-eleveurs-laitiers-presentation-15juillet2011>.