



UNIVERSITÉ
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM



UNIVERSITÉ
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

Faculté Des Sciences de La Nature et de La Vie

Département de Biologie

Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCE BIOLOGIQUE

Spécialité : Microbiologie fondamentale

Par

**CHERIEF WIAM
&
HASSAOUI FATMA**

Thème :

*Etude microbiologique et physicochimique de quelques dérivés
laitiers « lait coaguler »*

Soutenu le 03/07/2023 devant le jury composé de :

Président	Sidhoum Warda	MCA	Université de Mostaganem
Encadreur	Chougrani Fadela	Professeur	Université de Mostaganem
Examineur	Bahloul Halima Aures	MCB	Université de Mostaganem
Co-encadreur	Bouchibane Malika	Docteur	Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le Tout-Puissant qui nous a éclairé sur le chemin de la réussite et nous a donné autant de courage, de volonté, de santé et de patience durant nos années d'études.

Nous adressons nos vifs remerciements à notre Encadreur **Mme CHOUGRANI Fadela**, Professeur à l'université Abdelhamid Ibn Badis -Mostaganem et notre Co-encadreur **Mlle BOUCHIBANE Malika**, Docteur à l'université Abdelhamid Ibn Badis -Mostaganem qui nous ont accepté d'assurer l'encadrement de ce mémoire et nous ont accordé beaucoup de leur temps. Nous les remercions pour leur aide, leurs conseils, pour la confiance qu'ils nous ont apportée tout au long de ce travail.

Mes remerciements sont adressés également aux membres du jury, pour l'intérêt qu'elles ont porté à cette étude en acceptant d'examiner et d'évaluer ce travail, et plus particulièrement **Mme Sidhoum Warda**, Président du jury et Professeur à l'université de Mostaganem ainsi que Mme **Bahloul Halima Aures MCB** à l'université de Mostaganem, qui a bien voulu examiner ce travail.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à M. CHERIGUENE Abdel Rahim d'avoir corrigé nos mémoire, et pour ses conseils et orientations tout au long de cette période. Madame HAFIDA, Monsieur BENBOUZIANE Djilali et le Professeur DAHOU Abdelkader El Amine qui nous ont ouvert leurs portes et qui ont mis à notre disposition le matériel et les produits nécessaires durant notre recherche scientifique.

Nous remercions également l'ensemble du personnel travaillant au laboratoire du département de biologie de l'Université de Mostaganem.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements à nos parents, notre famille et nos amis. Nous concluons en adressant nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Merci à tous.

Dédicace

Avant toute chose. Nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné le courage et la patience de terminer ce travail

Je dédie ce travail :

*Aux personnes les plus chères et les plus importantes de ma vie, mes parents, que Dieu les protège et prolonge leur vie.
À mon amie et mon binôme Wiam, qui a partagé avec moi la misère et stress et anxiété de ce travail.*

À mes amis Itab, Fatima, Safia, warda, Mahdjouba, Hoda, Aya et Ikram.

Je dédie ce travail à tous ceux qui ont contribué et aidé à ce travail, même si ce n'est qu'un peu.

Fatima



Dédicace

Avant toute chose, je tiens à remercier Dieu le plus puissant pour m'avoir donné la force afin de réaliser ce travail. Je dédie ce modeste travail tout d'abord aux personnes les plus chères à mon cœur sur cette terre :

Ma mère qui a su habilement guider mes premiers pas dans ce monde. Chère mère, j'avoue vraiment que tu es pour moi la lumière qui guide mes routes et qui m'emmène sur les chemins de la réussite. C'est grâce à toi que je dois toute ma réussite.

À mon cher père, dont le courage et l'éducation ont fait de moi ce que je suis, je me rappelle toujours de tous les moments où tu m'as poussée à travailler et à réussir.

J'avoue que ce que je suis devenue actuellement, c'est grâce à tes efforts, à tes conseils et à ta surveillance.

Que Dieu vous garde, tous les deux.

À mes chers frères : Mohammed et Moussa et le marié de ma sœur Ali, je leur exprime toute ma reconnaissance pour leur aide précieuse et leur soutien indéfectible.

À mes chères sœurs : Karima et Linda, pour leur encouragement, leur amour, ainsi que pour leur aide inestimable.

À mes chers et adorables neveux : Abdelkader et Ilyas. Que Dieu les garde et les bénisse.

À tous les membres de ma famille, petits et grands, qui n'ont cessé de me soutenir pendant tout mon parcours.

À mon binôme et chère amie Fatima, avec qui j'ai partagé des moments difficiles et des moments agréables tout au long de ce travail.

À mes chères amies : Safia, Itabe, Fatima, Warda, Houda, Mahjouba, Aya, Ikrame et Chaima, avec lesquelles j'ai passé des moments inoubliables.

À tous ceux qui m'ont soutenue et aidée pour la réalisation de ce modeste travail, ainsi qu'à tous ceux qui me sont chers.

Wiam

ملخص

تستخدم بكتيريا حمض اللاكتيك في تحضير العديد من منتجات الألبان، بما في ذلك الحليب المخمر والجبن والزبادي. كما أن لها دورًا فعالاً في تحسين الجودة الحسية.

الهدف من عملنا أولاً هو توصيف تحضير الحليب المخمر بناءً على سلالات اللاكتيك المعزولة محلياً وباستخدام نوعين من الحليب (الحليب منزوع الدسم وحليب الماعز)، ثم دراسة حركية التخمير أثناء التخمير، مادة التخثر.

نشاط السلالات والجودة الميكروبيولوجية للمنتج النهائي الذي تم الحصول عليه الحليب المتخثر تم اختبار ثماني سلالات من اللاكتيك (*Lactobacillus plantarum*)، *Lactobacillus fermentum*، *Enterococcus faecium*، *Lactococcus lactis ssp lactis*.

تم إجراء حركية التخمير من خلال مراقبة تطور الأس الهيدروجيني والحموضة. تم تحديد الجودة الميكروبيولوجية للمنتج النهائي من خلال البحث عن الجراثيم التالية: القولونيات الكلية والبرازية والجراثيم الكلية والخمائر والعفن. *Staphylococcus aureus*.

أظهرت النتائج أن غالبية السلالات المختبرة لديها القدرة على التخثر وتكوين الخثارة وتقدم إنتاج تدريجي جيد لحمض اللاكتيك في الحليب منزوع الدسم مقارنة بحليب الماعز بشكل عام تشير النتائج إلى أن سرعة التخمير في الكل سلالات متوسطة وتختلف من نوع إلى نوع.

المنتجات النهائية اللذان تم تحليلهما (الحليب المخمر على أساس الحليب منزوع الدسم والحليب المخمر على أساس حليب الماعز) يتمتعان بجودة ميكروبيولوجية جيدة ومرضية للغاية من وجهة نظر صحية، والقيم الموجودة لجميع الجراثيم التي تم حسابها أقل من المعايير المطلوبة.

الكلمات المفتاحية: سلالات اللاكتيك المحلية، الحليب المخمر، نشاط التخثر، نشاط التخمير.

Abstract

Lactic acid bacteria are used in the preparation of many dairy products, including fermented milk, L'ben and yogurt. They also have an effective role in improving organoleptic quality. The objective of our work is first to characterize the preparation of a fermented milk based on lactic

strains isolated locally and by the use of two types of milk (skimmed milk and goat; milk), then to study the kinetics of acidification during fermentation, the coagulant activity of the strains and the microbiological quality of the end product obtained; coagulated milk;. Eight lactic strains were tested (*Lactobacillus plantarum*, *lactobacillus fermentum*, *Enterococcus faecium*, *Lactococcus lactis ssp lactis*).

The kinetics of acidification was carried out by monitoring the evolution of pH and acidity. The microbiological quality of the finished product was determined by the search and enumeration of the following germs; total and faecal coliforms, total germs, yeasts and molds and *staphylococcus aureus*. The results show that the majority of the strains tested have the capacity for coagulation and the formation of curd and present a good progressive production of lactic acid in skimmed milk compared to Goat's milk. In general, the results indicate that the speed of acidification in all strains is average and varies from species to species.

The two finished products analyzed (fermented milk based on skimmed milk and fermented milk based on goat's milk) have good microbiological quality and are very satisfactory from a hygienic and sanitary point of view, the values found for all the germs counted are lower than the required standards.

Keywords: Local lactic strains, fermented milk, coagulant activity, acidifying activity.

Résumé

Les bactéries lactiques sont utilisées dans la préparation de nombreux produits laitiers, notamment le lait fermenté, J'ben et le yaourt. Elles ont également un rôle efficace dans l'amélioration de la qualité organoleptique.

L'objectif de notre travail consiste en premier lieu à caractériser la préparation d'un lait fermenté à base des souches lactiques isolées localement et par l'utilisation deux types du lait (lait écrémé et lait de chèvre), puis étudier la cinétique d'acidification au cours de la fermentation, l'activité coagulante des souches et la qualité microbiologique du produit fini obtenu « lait coagulé ». Huit souches lactiques ont été testées (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Enterococcus faecium*, *Lactococcus lactis ssp lactis*).

La cinétique d'acidification a été réalisée par le suivi de l'évolution du pH et l'acidité. La qualité microbiologique du produit fini a été déterminée par la recherche et le dénombrement des germes suivants « coliformes totaux et fécaux, germes totaux, levures et moisissures et *staphylococcus aureus* ».

Les résultats montrent que la majorité des souches testées ont la capacité à la coagulation et la formation du caillé et présentent une bonne production progressive en acide lactique dans le lait écrémé comparativement au lait de chèvre. En général, les résultats indiquent que la vitesse d'acidification chez toutes les souches est moyenne et est variée d'une espèce à une autre.

Les deux produits finis analysés (lait fermenté à base du lait écrémé et lait fermenté à base du lait de chèvre) présentent une bonne qualité microbiologique et sont très satisfaisants sur le plan hygiénique et sanitaire, les valeurs trouvées pour tous les germes dénombrés sont inférieures aux normes exigées.

Mots-clés : Souches lactiques locales, lait fermenté, l'activité coagulante, l'activité acidifiante.

Liste des abréviations	
AOC	Appellation d'origine contrôlée
ARN 16S	Acid Ribonucléique ribosomique 16s
C+G	Cystéine-guanine
CF	Coliformes fécaux
CT	Coliformes totaux
Ec	Escherichia coli
FAO	Food and Agriculture Organisation
GRAS	Generally Recognized As Safe
L	<i>Listeria</i>
BL	Bactéries lactiques
LB	<i>Lactobacillus</i>
Lc	<i>Lactococcus</i>
VRBL	Milieu lactosé bilié au cristal violet et au rouge Neutre
Ln	<i>Leuconostoc</i>
MRS	Man, rogosa et sharp
DLC	Date limite de consommation
OGA	Oxytétracycline glucose agar
OMC	Organisation Mondial du Commerce
P	<i>Pediococcus</i>
PCA	Plate count agar
S	<i>Streptococcus</i>
SHU	Le syndrome hémolytique et urémique
TCM	Triglycérides à chaîne moyenne
TGI	Tracteur gastro intestinal
TSE	Tryptone-sel-eau

Liste des tableaux

Tableau 1	Composition du lait de chèvre par rapport au lait de vache pour 100 grammes.	3
Tableau 2	Composition du lait de chèvre en minéraux (mg/100g).	5
Tableau 3	Composition en protéines du lait de chèvre.	6
Tableau 4	Composition en acides gras des lipides (g/100g) du lait de chèvre.	6
Tableau 5	Composition relative aux acides aminés essentiels dans le lait de chèvre et de vache	8
Tableau 6	Les groupes microbiens couramment dénombrés dans le lait cru de vache & de chèvre.	10
Tableau 7	Inventaire de la diversité (à l'échelle des genres) des bactéries et levures dans des laits crus de vache et de chèvre.	10
Tableau 8.	Les souches lactiques utilisées dans les différents aliments fermentés.	25
Tableau 9	Origine et identification des souches des bactéries lactiques.	26
Tableau 10	Echantillonnage.	27
Tableau 11	résultat de Teste catalase et exam microscopique.	33
Tableau 12	résultat de dénombrement des germes de contamination dans lait de écrémé.	46
Tableau 13	résultat de dénombrement des germes de contamination dans lait de chèvre.	46
Tableau 14	les résultats des paramètres physico-chimiques de lait de chèvre.	47

	Liste des figures	Page
Figure 1	<i>Lactobacillus</i> au microscope électronique	18
Figure2	<i>Streptococcus</i> au microscope électronique	19
Figure 3	<i>Lactococcus lactis</i> , au microscope électronique	19
Figure 4	<i>Leuconostoc</i> au microscope électronique	20
Figure 5	<i>Pediococcus</i> au microscope électronique.	21
Figure 6	<i>Bifidobacterium sp</i>	22
Figure 7	<i>Enterococcus</i> au microscope électronique	23
Figure 8	Revivification des bl sur bouillon mrs(les tubes)	32
Figure 9	L'aspect Macroscopique De La Souche Sur Milieu MRS	33
Figure 10	Courbes du suivi de l'évolution du pH et l'acidité de souches appartenant au <i>Lactobacillus</i> incorporées dans le lait de chèvre	38
Figure 11	courbes du suivi de l'évolution du pH et de l'acidité des souches appartenant aux genres <i>Lactococcus</i> et <i>Enterococcus</i> incorporées dans le Lait de chèvre	39
Figure12	Courbes du suivi de l'évolution du pH et de l'acidité des souches appartenant aux genres <i>Lactococcus</i> et <i>Enterococcus</i> incorporées dans le Lait écrémé	40
Figure 13	Courbes du suivi de l'évolution du pH et l'acidité de souches appartenant au <i>Lactobacillus</i> incorporées dans le lait écrémé	41
Figure 14	Résultat de coagulation de levain	42
Figure 15	Coagulation du lait écréméensemencé par les souches appartenant au genre <i>Lactobacillus</i>	43
Figure 16	Résultat de coagulation du lait écréméensemencé par les souches appartenant au genre <i>Enterococcus</i> et <i>Lactococcus</i>	43
Figure 17	Résultat de coagulation du lait de chèvreensemencé par les souches appartenant au genre <i>Enterococcus</i> et <i>Lactococcus</i>	44
Figure 18	Résultat de coagulation du lait de chèvreensemencé par les souches appartenant au genre <i>Lactobacillus</i>	44
Figure 19	L'aspect Macroscopique De <i>Staphylococcus Aureus</i> Sur Milieu Chapman	45

Table des matières

Introduction.....	1
Partie bibliographique	
I. Lait de chèvre.....	3
I.1.Définition du lait.....	3
I.2. Définition du lait de chèvre	3
I.3.Composition et Caractéristiques générales du lait de chèvre	3
I.3.1. Principaux constituants du lait de chèvre.....	4
I.4.Propriétés physico-chimiques des constituants du lait de chèvre	7
I.5.Importance diététique et médicale du lait de chèvre	8
I.6. Flores microbiennes associées au lait et les produits laitiers	8
II. Lait fermenté	12
II.1 Lait acidophile	12
II.2.Laits fermentés bifidobactéries.....	12
II.3. Yaourt	12
II.4.Fromage.....	13
II.5.Beurre.....	13
II.6.Crème	13
II.7.Coagulation.....	13
II.8.Coagulation par acidification lactique	14
III. Bactéries lactique	15
III.1. Définition et Caractéristiques des bactéries lactiques	15
III.2.Classification des bactéries lactique.....	16
Les principaux genres :	17
III.3. Applications des bactéries lactiques dans les fermentations alimentaires	24
<i>Partie expérimentale</i>	
II. Matériel et méthodes :	26
II.1. Lieu et objectif.....	26
II.2. Matériel	26
II.3. Méthodes.....	27
II.3.2. Conservation des souches.....	28
II.3.3.Etude physico-chimique de lait de chèvre	28
II.3.4. Activité acidifiante du lait écrémé et lait de chèvre	29
II.3.5. Activité coagulante du lait écrémé et lait de chèvre	29
II.3.6. Contrôle de la qualité microbiologique du lait coagulé.....	30
II.3.7.Recherche et dénombrement des germes de contamination dans le lait coagulé.....	30
Résultats et Discussion	
III.1. Revivification des souches lactiques et des souches pathogènes.....	32

III.2. Vérification de la pureté des souches.....	32
III.3. Test catalase.....	33
III.4. Résultats du potentiel acidifiant	36
III.5. Résultats du potentiel coagulant.....	41
III.6. Résultats du dénombrement des germes de contamination	44
III.7. Résultat d'étude physico-chimique de lait de chèvre	46
Conclusion	47
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

Le lait est un aliment liquide blanc mat, légèrement visqueux, dont la composition est différente selon les espèces animales et même les races. Cette composition varie également au cours de la période de lactation et de la traite. Les laits fermentés sont des produits laitiers qui subissent une transformation par fermentation lactique, aboutissant à une acidification et une gélification du lait. **(Béal et Sodini, 2012).**

La nature des produits laitiers est influencée par de nombreux facteurs, tels que le type de lait utilisé, le prétraitement du lait, les conditions de fermentation et le traitement ultérieur. **(Zamfir et al. 2006).**

Le lait est un milieu biologique très fragile face aux microbes, en raison de sa forte teneur en eau, de sa neutralité et de sa richesse en composants biodégradables (lactose, protéines et lipides). Le lait cru contient peu de germes au moment de la traite, environ 10^{-3} germes par ml, principalement des germes saprophytes tels que Streptocoques lactiques et les *Lactobacilles*. Toutefois, durant la traite et le stockage, le lait peut se contaminer par une flore variée de bactéries lactiques appartenant principalement aux genres *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Lactobacillus*. **(Bekhouche, 2006)**

Les bactéries sont des organismes microscopiques omniprésents dans l'environnement et dans l'organisme humain, jouant un rôle prépondérant dans l'hygiène. Elles occupent une place importante dans la biosphère en participant aux cycles élémentaires de la nature. Dans le contexte de la biotechnologie, parmi ces bactéries, les bactéries lactiques sont largement utilisées pour produire des aliments fermentés grâce à leur production d'acide lactique. En plus de leur production de polysaccharides et leur activité antimicrobienne, elles ont également un pouvoir coagulant, acidifiant, protéolytique et aromatisant. Par ailleurs, ces bactéries sont classées statut GRAS, ce qui signifie qu'elles sont considérées comme sûres pour la consommation humaine. **(Abhyankar et al. 2022).**

Pour atteindre notre objectif, nous sommes fixés des objectifs visant à ré-purifier et réactiver les bactéries dans un premier temps, puis à les identifier à l'aide de techniques de phénotypique et de microscopique (coloration de Gram). Dans un second temps, nous envisageons de préparer un lait fermenté en incorporant des souches lactiques isolées localement dans le lait écrémé et le lait de chèvre ensuite étudier leur cinétique d'acidification et déterminer la qualité microbiologique du produit fini.

Notre manuscrit est structurée trois parties. La première est consacrée à une synthèse bibliographique articulée. Autour de trois grandes parties qui vont traiter les caractéristiques

du lait de chèvre et les dérivés laitiers, ainsi que les principales caractéristiques des bactéries lactiques et leurs applications, Caractéristiques des bactéries lactiques, Classification des LAB et Applications des LAB dans les fermentations alimentaires. Dans la seconde partie du manuscrit, nous abordons la partie matérielle et méthodes. Pour la dernière partie du manuscrit, les résultats obtenus sont interprétés et discutés. Finalement, une conclusion générale avec les principales perspectives envisagées.

Partie bibliographique

I. Lait de chèvre

I.1. Définition du lait

Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien nourrie, non surmenée et bien Portante. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum (Medjoudj, 2018).

I.2. Définition du lait de chèvre

Le lait de chèvre est de couleur blanc mat, ne contient pas de caroténoïdes, constitué de lipides en émulsions sous forme de globules, de caséine en suspensions colloïdales, de protéines sériques en solutions colloïdales, de lactose et de composition minérale.

Il est propre, sans grumeaux, lorsqu'il est bien récolté, son odeur est peu prononcée, et le goût est doux et légèrement sucré et, d'autre part, assez neutre, il a une odeur caprine caractéristique (Medjoudj, 2018).

I.3. Composition et Caractéristiques générales du lait de chèvre

La composition du lait de chèvre variée selon l'alimentation, l'individu, la race. Les saisons, la nourriture, les conditions environnementales, le stade de lactation (Bhattarai, 2012) (Tableau 1)

La densité du lait de chèvre et du lait de vache est comparable alors qu'il a plus de gravité, d'acidité titrable, de la viscosité, mais l'indice de réfraction et point de congélation plus bas que le lait de vache. Le point de congélation du lait de chèvre est d'environ $-0,580^{\circ}\text{C}$, viscosité 13,4 MP à 27°C , l'acidité titrable en acide lactique variée de 0,11 à 0,18%. Le pH moyen varie de 6,5 à 6,9 (Bhattarai, 2012).

Tableau 1 : Composition du lait de chèvre par rapport au lait de vache pour 100 grammes (Bhattarai, 2012).

particularités (détails)	Chèvre	Vache
Total solide(%)	12.97	12.01
Energie kilo calorie	69	61
Protéine (%)	3.56	3.29
Lipide (%)	4.14	3.34
Carbohydrates (%)	4.45	4.6
Cendres (%)	0.82	0.72
Calcium (mg)	134	119

Fer (mg)	0.05	0.05
Magnésium (mg)	14	13
Phosphore (mg)	111	93
Potassium (mg)	204	152
Sodium(mg)	50	49
Zinc (mg)	0.3	0.38
Ascorbic acid (mg)	1.29	0.49
Thiamine (mg)	40	40
Riboflavine (mg)	0.138	0.162
Niacine (mg)	0.277	0.084
Acide pantothénique (mg)	0.13	0.314
Vitamin B6(mcg)	60	60
Focalin (mcg)	1	6
Vitamine B12 (mg)	0.065	0.0357
Vitamine A RE (mg)	44	52
Vitamine D (mg)	0.11	0.03
Vitamine E (mg)	0.03	0.09
Vitamine C (mg)	1	1

I.3.1. Principaux constituants du lait de chèvre

I.3.1.1.L'eau

L'eau est le constituant le plus important et représente plus de 80%. Elle permet l'homogénéisation des autres composants solubles en les gardant ainsi en solution. L'eau a un rôle technologique intéressant dans la production des produits laitiers glaciers. Une fois le point de congélation atteint elle se transforme en cristaux en augmentant le volume du produit (**Amiot et al. 2002**).

Plusieurs valeurs ont été attribuées à la proportion en eau du lait de chèvre ; elle est estimée de 83,63% à 86,3% (**Mukhekar et al. 2017 ; Boumendjel et al. 2017**). En somme, elle est située dans un intervalle allant de 83,7 à 88,1% (**Claeys et al. 2014**).

I.3.1.2. Minéraux :

Le lait de chèvre est une source riche avec des proportions élevées de calcium et de phosphore. Les recherches de Silanikov et al, (2010) indique que la teneur en minéraux peut varier de 0,7 à 0,85 %. Cependant, **Mukhekar et al. (2017)** ont constaté que la fraction restait stable à 0,75 %. Les différentes quantités de minéraux présents peuvent être trouvées dans le tableau 2. Par rapport au lait de vache, le lait de chèvre contient des niveaux sensiblement plus élevés de sélénium (**Ednie et al., 2015**).

Tableau 2 : Composition du lait de chèvre en minéraux (mg/100g) (**Park et al. 2007**)

Minéraux (mg)	Ca (mg)	P (mg)	Mg (mg)	K (mg)	Na (mg)	Cl (mg)	S (mg)	Fe (mg)	Cu (mg)	Mn (mg)	Zn (mg)	I (mg)	Se (µg)
Lait de chèvre	134	121	16	181	41	150	28	0,07	0,05	0,032	0,56	0,022	1,33

I.3.1.3. Lactose

Le lactose est le sucre spécifique du lait, Contenant du galactose et du glucose liés par une liaison osidique β (1-4). Comme le glucose contenu dans le lactose agit comme un prébiotique, cela ouvre la voie à la croissance de micro-organismes vitaux comme les *Lactobacilles* ainsi que les *Bifidobacteria* (**Roberfroid, 2001**).

Le lait de chèvre contient des oligosaccharides à un taux allant de 250 à 300 mg/l (**Martinez Ferez et al, 2006**), ce qui peut contribuer à ses propriétés anti-inflammatoires (**Martinez Ferez et al, 2004 ; Daddaoua et al, 2006**). Selon **Amroun et Zerrouki (2014)**, l'estimation de la fraction de lactose varie à environ 2,63 %. Pendant ce temps, **Mukhekar et al. (2017)** rapportent une estimation distincte de 4,07 %.

I.3.1.4. Vitamines

Le lait de chèvre plus riche en vitamines B1, B2, B3, B6 et B8, et très riche en vitamine B3 par rapport au lait de vache, ce qui le rend particulièrement adapté aux carences en vitamines C, D, pyridoxine, B12 et acide folique. Les carences en ces deux dernières vitamines entraînent une anémie chez les nourrissons nourris au lait de chèvre (détailles est mentionné dans le Tableau1) (**Amiot et al, 2002**).

I.3.1.5. Protéines

Le tableau 3 montre les protéines les plus importantes retrouvées dans le lait de chèvre.

Tableau 3 : Composition en protéines du lait de chèvre (Mora-Gutierrez et al, 1991 ; Barth et Behnke, 1997 ; Park et al, 2007)

Protéines totales (g/kg)	Caséines totales (g/kg)	caséine α -s1 (% des caséines totales)	caséine α -s2 (% des caséines totales)	β -caséine (% des caséines totales)	Caséine kappa (% des caséines)	Protéines du lactosérum (g/kg)	α Lactalbumine (% des protéines du)	β Lactoglobuline (% des protéines du)	Protéines secondaires du
37,20	24	5,60	19,20	54,80	20,40	7,40	24	53,70	22,30

I.3.1.6. Matière grasse

Le lait de chèvre peut être utilisé chez les enfants souffrant de malabsorption Matière grasse du lait (Hachlaf et al., 1993). Cela se résume essentiellement à la taille des globules gras La composition de ce lait) (Chandan et al., 1992 ; Jandal, 1996 ; Boza et Sanz-Sampelayo, 1997 et de ses triglycérides à chaîne moyenne (Lopez-Aliaga et al., 2010). Le lait de chèvre est riche en acides gras saturés à chaîne courte et à chaîne moyenne et Acides gras polyinsaturés (Park, 2006). Ceux-ci sont utilisés directement tels quels, Très intéressant dans les cas cliniques liés au transport digestif (Haenlein, 2004) (Tableau 4).

Tableau 4 : Composition en acides gras des lipides (g/100g) du lait de chèvre (Haenlein, 2004 ; Nunez-Sanchez et al., 2016)

Acides gras	Lait de chèvre
Acide butyrique (C4 :0)	0,13
Acide caproïque (C6 :0)	0,09
Acide caprylique (C8 :0)	0,1
Acide caprique (C10 :0)	0,26
Acide laurique (C12 :0)	0,12
Acide myristique (C14 :0)	0,32
Acide palmitique (C16 :0)	0,91
Acide stéarique (C18 :0)	0,44
Total triglycérides à moyenne chaîne	0,89

Total des acides gras saturés	2,67
Acide palmitoleique (C16 :1)	0,08
Acide oléique (C18 :1)	0,98
Total des acides gras mono-insaturés	1,11
Acide linoléique (C18 :2)	0,11
Acide linoléique (C18 :3)	0,04
Total des acides gras polyinsaturés	0,15

I.4. Propriétés physico-chimiques des constituants du lait de chèvre

Le lait de chèvre a des propriétés physiques lipidiques plus élevées que le lait de vache. Les lipides du lait de chèvre ont généralement des propriétés physiques supérieures par rapport au lait de vache (**Bhattarai, 2012**).

Il n'y avait pas de différence dans la teneur en insaponifiables de matières grasses et d'acides du lait entre le lait de vache et de chèvre. A un indice d'iode plus faible, ce qui reflète sa teneur plus élevée en acides gras insaturés. Le lait de vache a une valeur de saponification plus élevée et un indice de réfraction légèrement plus élevé que le lait de chèvre. Les proportions des principaux composants de la caséine dans le lait de chèvre sont très différentes de celles du lait de vache. Le lait de chèvre contient moins d'as-caséine et généralement plus d'as₂ que d'as₁-caséine. Cette dernière teneur est acceptable selon l'état de chaque chèvre (**Bhattarai, 2012**).

La proportion de K - caséine et surtout de b- caséine chez la chèvre est plus élevée que dans le lait de vache, la teneur en caséine du lait de chèvre varie de 16 à 26 g/l, avec des teneurs en calcium ionisé comprises entre 0,07 et 0,19 g/L. Le phosphore inorganique total est compris entre 0,45 et 1 g/l. La composition relative des acides aminés essentiels est indiquée dans le tableau 5, et les vitamines du lait de chèvre sont comparables au lait de vache. Le lait de chèvre contient plus de calcium, de phosphore et de potassium que le lait de vache (**Bhattarai, 2012**).

Tableau5 : Composition relative aux acides aminés essentiels dans le lait de chèvre et de vache (**Bhatarai, 2012**).

Les amines acides	Arginine	Histidine	Isoleucine	Leucine	Lysine	Méthionine	Phénylalanine	Thréonine	Tryptophane	Valine
Chèvre	277	387	370	330	426	381	337	354	259	381
Vache	277	387	355	339	384	395	346	324	270	349

I.5.Importance diététique et médicale du lait de chèvre

Le lait de chèvre peut être un avantage pour les adultes humains souffrant de troubles gastro-intestinaux et d'ulcères (**Bhatarai, 2012**).

Le lait de chèvre a été recommandé comme substitut pour les patients allergiques au lait de vache, De 40 à 100 % des patients allergiques aux protéines du lait de vache tolèrent le lait de chèvre. Le lait de chèvre diffère du lait de vache en ayant une meilleure digestibilité et certaines valeurs thérapeutiques en médecine et en nutrition humaine.

Acide gras à chaîne moyenne ou triglycérides à chaîne moyenne (TCM) qui sont plus dans le lait de chèvre ont été reconnus comme lipide unique avec des avantages uniques pour la santé dans les syndromes de mauvaise absorption, cholurie, stéatorrhée,

L'hyperprotéïnémie, et en cas de résection intestinale, pontage coronarien, alimentation prématurée du nourrisson, épilepsie infantile, mucoviscidose et calculs biliaires. Inhibe ou limite le dépôt de cholestérol, dissout le cholestérol calculs biliaires et contribue à la croissance normale des nourrissons (**Bhatarai, 2012**).

I.6. Flores microbiennes associées au lait et les produits laitiers

La flore microbienne "totale" quantifiée lors des analyses de lait sous le terme "germes totaux"représente une image de tous les micro-organismes vivants présents dans l'échantillon du lait (**Desmaures et Beuvier., 2011**).

Des micro-organismes d'origine animale ou de leur environnement nocif pour la santé des consommateurs peuvent contaminer le lait et certains produits laitiers, Parmi les espèces ou les genres les plus cités incluent *Campylobacter jejuni*, certains *Escherichia Coli*,

Listeria Monocytogenes, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*. Autres espèces, moins fréquemment citées ou émergentes, comme *Yersinia enterocolitica*, *Coxiella burnetti*, ou *Mycobacterium avium ssp paratuberculosis* (Desmasures et Beuvier., 2011).

Le risque de cette maladie dépend généralement des souches présentes. Ainsi, parmi les espèces de *Staphylococcus aureus* qui hébergent la peau et les muqueuses des mammifères, Certaines souches peuvent produire des entérotoxines dont l'ingestion entraîne des diarrhées souvent accompagnées de vomissements, De même, seules certaines souches d'*E. Coli* ou de *L. monocytogenes* peuvent provoquer des maladies d'origine alimentaire telles que le syndrome hémolytique et urémique (SHU) ou la listériose (fausse couche, septicémie, méningite), respectivement (Desmasures et Beuvier., 2011).

Parmi les principaux types de flore microbienne couramment dénombrés dans le lait cru il y'a *staphylocoques* et corynébactéries (Desmasures et Beuvier., 2011). Dans le lait de vache détecté des *Pseudomonas*, des levures et des entérobactéries. Les bactéries lactiques sont présentes, en plus grande quantité dans le lait de chèvre (Desmasures et Beuvier., 2011) (Tableau 6).

Très peu de travaux récents ont été consacrés à l'inventaire de la diversité microbienne du lait cru. Pour le lait de chèvre, les travaux de *Callon et al. (2007)* se sont concentrés sur une exploitation (six prélèvements) située en région Rhône-Alpes et ont mis en évidence près de quarante genres microbiens différents (Desmasures et Deuvier., 2011). Les Détails sont mentionnés dans le **tableau 7**.

Dans le lait de vache de la commune AOC Comte, *Bouton et al* ont trouvé en 2006 six espèces de *Lactobacillus*, trois espèces d'*Enterococcus* et trois espèces de *Propionibacterium* les travaux de *Normand et al. (2007)* et de *Bouton et al. (2007)* ont mis en évidence quarante-neuf (49) espèces bactériennes environnementales différentes dans les laits analyses (Desmasures et Beuvier., 2011).

Dalmasso et al. (2008) ont étudié l'évolution des populations de bactéries lactiques (*Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et *Enterococcus*) dans le lait cru fermier, prélevé sur 12 jours consécutifs, Si un nombre plus limité d'espèces à l'échelle mondiale ont été mises en évidence dans ce travail (7 espèces), la diversité interspécifique de *Lc lactis* a été étudiée. Révèle onze groupes de souches différentes, dont deux sont des représentants permanents (Desmasures et Beuvier., 2011).

Tableau 6. Les groupes microbiens couramment dénombrés dans le lait cru de vache et de chèvre (Desmasures et Beuvier., 2011).

Groupes microbiens Dénombrés (UFC/ml)	Lait de vache	Lait de chèvre
Staphylocoques et bactéries corynéformes	100-1 000	1 000
<i>Lactocoques</i>	10-100	100-1 000
<i>Lactobacilles</i>	10-100	100
<i>Leuconostocs</i>	10-100	100-1 000
Entérocoques	10-100	100-1 000
Bactéries propioniques	10	
Bactéries à Gram négatif dont Entérobactéries dont <i>Pseudomonas</i> sp	100-1 000 10 100-1 000	10-100
Levures	10-100	10-100
Moisissures	<10	<10
Spoires aérobies	<10	
Bactéries coliformes	<10	100

Tableau 7. Inventaire de la diversité (à l'échelle des genres) des bactéries et levures dans des laits crus de vache et de chèvre (Desmasures et Beuvier., 2011).

Groupes microbiens	Lait de vache	Lait de chèvre
Bactéries lactiques	<i>Aerococcus, Enterococcus, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Streptococcus</i>	<i>Enterococcus, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Streptococcus</i>
Staphylocoques et bactéries corynéformes	<i>Arthrobacter, Clavibacter, Corynebacterium, Kocuria,</i>	<i>Arthrobacter, Brachybacterium, Brevibacterium, Corynebacterium, Dietza, Jeotgalicoccus, Kocuria,</i>

	<i>Macrococcus,</i> <i>Microbacterium,</i> <i>Leucobacter, Leifsonia,</i> <i>Rothia, Renibacterium,</i> <i>Staphylococcus</i>	<i>Macrococcus,</i> <i>Microbacterium,</i> <i>Micrococcus,</i> <i>Ornithinococcus,</i> <i>Rothia, Salinicoccus,</i> <i>Staphylococcus</i>
Levures	<i>Candida, Cryptococcus,</i> <i>Geotrichum, Issatchenkia,</i> <i>Kazachstania,</i> <i>Kluyveromyces,</i> <i>Pichia, Rhodotorula,</i> <i>Trichoderma, Trichosporon</i>	<i>Candida, Cryptococcus,</i> <i>Debaryomyces,</i> <i>Kluyveromyces,</i> <i>Trichosporon</i>
Bactéries sporulantes (dont butyriques)	<i>Bacillus,</i> <i>Brevibacillus</i>	<i>Bacillus,</i> <i>Clostridium</i>
Entérobactéries (dont coliformes)	<i>Enterobacter, Hafnia,</i> <i>Klebsiella, Serratia,</i> <i>Yersinia</i>	<i>Citrobacter, Enterobacter,</i> <i>Klebsiella, Pantoea</i>
Autres bactéries à Gram négatif (dont psychrotrophes)	<i>Acinetobacter,</i> <i>Brevundimonas,</i> <i>Chryseobacterium,</i> <i>Comamonas,</i> <i>Pseudomonas,</i> <i>Psychrobacter,</i> <i>Shingobacterium,</i> <i>Stenotrophomonas,</i> <i>Xanthomonas</i>	<i>Acinetobacter,</i> <i>Chryseobacterium, Delftia,</i> <i>Exigobacterium, Hahella,</i> <i>Pseudomonas,</i> <i>Stenotrophomonas</i>

II. Lait fermenté

Les laits fermentés sont des produits obtenus par fermentation du lait par des bactéries lactiques. La fermentation modifie les composants du lait et les caractéristiques organoleptiques du produit final. Les laits fermentés peuvent varier en termes d'état final, d'origine du lait, de la composition en matière grasse et matière sèche, de la flore lactique et éventuelle d'accompagnement, de la température d'incubation, de traitements technologiques et d'additifs (Barthel, et al, 1909)

II.1 Lait acidophile

Le lait acidophile est un lait fermenté obtenu par l'ajout de *Lactobacillus acidophilus*, une bactérie lactique qui produit de l'acide lactique. Le lait est traité thermiquement avant d'êtreensemencé avec la culture de *Lactobacillus acidophilus*. Il est alors maintenu à une température optimale de 36-37°C pendant 20 à 24 heures jusqu'à ce qu'une acidification suffisante se produise pour donner un coagulum ou une crème légèrement ferme. La texture et le goût du lait acidophile sont différents de ceux du yaourt, bien que les deux produits soient souvent groupés sous le terme de « lait fermenté ». Le lait acidophile a généralement une texture crémeuse et une saveur acidulée légèrement sucrée. Il est vendu en bouteilles et doit être consommé rapidement pour éviter une acidification excessive (Barthel, et al, 1909)

II.2.Laits fermentés bifidobactéries

Les laits fermentés contenant **des bifidobactéries** sont obtenus par fermentation avec des bactéries et bifidobactéries, soit d'origine animale soit d'origine humaine. Les produits fabriqués avec des bifidobactéries animales sont les plus courants et leur technologie est similaire à celle du yaourt. Cependant, pour les bifidobactéries d'origine humaine, telles que *Bifidobacterium longum*, la technologie doit être modifiée avec une acidification lente et modérée, une fermentation et un conditionnement en anaérobiose relative, et une sélection de souches microbiennes pour obtenir un bon goût et une texture agréable ainsi qu'une bonne survie de la bifidobactérie. Cette fabrication nécessite une grande maîtrise du processus (Barthel, et al, 1909)

II.3. Yaourt

Le yaourt est un lait fermenté obtenu par l'activation de deux bactéries lactiques thermophiles : *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Cette fermentation résulte en la prise en masse du lait, donnant un coagulum ferme. Le yaourt peut être consommé tel quel ou brassé pour obtenir une consistance crémeuse ou liquide, ou même congelé comme une glace. Les normes relatives au yaourt ont été publiées par le code

des principes FAO/OMS, et celle-ci exige que les bactéries du yaourt soient présentes et abondantes dans le produit final. Certaines législations autorisent cependant le traitement thermique pour prolonger la durée de conservation, bien que cela modifie les propriétés du yaourt (**Barthel, et al, 1909**)

II.4.Fromage

Le fromage est un produit obtenu à partir de la caséine du lait, débarrassée des autres constituants et plus ou moins transformée. Il peut être solide ou semi-solide, frais ou affiné. Il est fabriqué par coagulation du lait grâce à des agents coagulants, ou par l'emploi de différentes techniques. Le fromage affiné est maintenu à température pour subir des changements biochimiques et physiques tandis que le fromage affiné aux moisissures est caractérisé par la prolifération de moisissures. Le fromage frais ou non affiné est celui qui peut être consommé peu de temps après la fabrication (**Barthel, et al, 1909**)

II.5.Beurre

Le beurre est un mélange de graisses spécialement obtenu Après agitation ou acidification, de la crème de lait, issue des runes et d'autres substances et suffisamment d'eau et de lactosérum pour les éliminer. Le beurre ne doit pas contenir plus de 18% d'eau ni plus de 20% pour le non-beurre (**FAO, 1995**).

II.6.Crème

Une définition de la crème est la portion du lait qui contient une concentration élevée de globules butyreux, obtenue soit par le repos du lait, soit par centrifugation. La crème peut être pasteurisée et diluée avec du lait. Si la crème est destinée à la fabrication de beurre, des ferments peuvent être ajoutés pour ensemercer les cultures. Des opérations facultatives telles que le fouettage et l'ajout de sucre et de produits aromatiques peuvent également être effectuées pour améliorer le goût et l'odeur de la crème (**FAO, 1995**).

II.7.Coagulation

La coagulation du lait correspond à une déstabilisation de l'état micellaire Source de caséine. La stabilité des micelles de caséine est attribuée à deux facteurs :

- La Charge de surface : la caséine est très acide au pH normal du Lait, ils ont un large excès de charges négatives. Micelles la répulsion électrostatique également chargée et forte empêche chercher leur réconciliation.
- Le degré d'Hydratation : eau à haute fixation micellaire (3,7 g de protéine) ; cette portion d'eau se forme autour de chaque Enveloppe micellaire protectrice d'hydratation. Dans les

produits laitiers fromagers, la déstabilisation se produit soit par fermentation utiliser des bactéries lactiques ou utiliser des enzymes enzymatiques Coagulants, en particulier la présure) Barthel, et al, 1909).

II.8.Coagulation par acidification lactique

Lorsqu'on ajoute des bactéries lactiques dans le lait, celles-ci produisent de l'acide qui va acidifier le lait progressivement. Cette acidification va permettre de neutraliser les charges négatives portées par les caséines du lait et de déminéraliser les micelles, qui se désintègrent en sous-unités. Lorsque le pH du lait atteint environ 5, les submicelles chargées à faible niveau précipitent et forment des flocons. A pH 4,6, la neutralisation des charges des sous-unités est complète et les micelles se soudent pour former un gel homogène qui emprisonne le lactosérum et occupe entièrement le volume du lait. Le calcium colloïdal, qui était auparavant complexé avec la caséine, migre alors dans le lactosérum (Barthel, et al, 1909).

III. Bactéries lactique

III.1. Définition et Caractéristiques des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques(LAB) sont Gram-positives, catalase et oxydase négatif ne produisent pas de spores et sont de nature micro aérophile ou anaérobie. Sont immobile sous forme coccoïde ou bâtonnet.

L'acide lactique est le produit principal ultime produit après la fermentation du glucose. Pour la plupart, les (LAB) (sont constitués d'organismes non pathogènes, à l'exception d'une poignée d'espèces Comme rapporté par **Reddy et al. (2008)** et **Papadimitriou et al. (2016)**, il a été jugé sans danger pour la consommation et étiqueté « GRAS ». Les recherches de Metchnikoff ont suggéré que la durée de vie plus longue des peuples des Balkans pourrait être attribuée à une variété de facteurs. Une habitude de consommer des produits à base de lait fermenté étaient moins sujettes aux maladies gastro-intestinales. Cette présomption était basée sur l'observation que ces personnes avaient un nombre plus élevé de bactéries bénéfiques dans leur micro biome intestinal, ce qui favorisait la santé digestive globale.

L'utilisation de LAB dans les TGI est efficace pour prévenir l'impact négatif des microorganismes putréfiant. Diverses bactéries lactiques sont utilisées dans de nombreux pays depuis des milliers d'années pour produire du lait fermenté. Aujourd'hui, ils ont pris une importance industrielle et sont utilisés dans la production de divers aliments fermentés tels que le fromage, le yaourt et la beurre. Les LAB sont également impliqués dans de nombreux processus de transformation et de conservation des aliments (**Reddy et al. 2008 ; Evivie et al. 2017**)

Les LAB sont généralement associés à des matières végétales et animales, et Aliments fermentés correspondants, y compris les produits laitiers, la viande, les légumes Et les céréales peuvent être fermentés. Certaines espèces existent également dans Voies respiratoire, intestinale et reproductive des humains et des animaux (**Reddy et al, 2008 ; Girafe, 2014**).

Ainsi, la plupart des espèces de *Lactobacillus* ont été isolées à partir d'humains et de TGI humains et animal. Une grande partie provient des légumes et de leurs produits fermentés. *Leuconostoc* isole principalement de la viande réfrigérée ou des sources cliniques, bien qu'ils puissent également être obtenus à partir de matériel Légumes, produits laitiers fermentés et alcool.

Des espèces du genre *Pediococcus* ont été impliquées dans la détérioration de boissons fermentées, Surtout la bière. Bien que *Lactococcus* ait été isolé des matérielles légumes, qui

sont plus riches en produits laitiers comme le lait fermenté. Il est à noter que la capacité à coloniser ces habitats est grande La diversité métabolique de ce groupe de bactéries (**Liu et al. 2014 ; Mokoena, 2017**)

III.2. Classification des bactéries lactique

Les bactéries lactiques sont divisées en différents genres principalement selon morphologie, méthode de fermentation du glucose, croissance à différentes températures, Modèles de production de lactate et tolérance aux fortes concentrations de sel et acide ou basique. Les marqueurs chimio taxonomiques, tels que la composition en acides gras et les composants de la paroi cellulaire sont également utilisés pour la classification (**Axelsson, 2004**).

Des caractéristiques phénotypiques et biochimiques supplémentaires sont utilisées pour identifier les espèces LAB, ce sont : gamme de glucides fermentescibles, hydrolyse de l'arginine, Production d'acétoïne (test de Voges-Proskauer), tolérance aux sels biliaries, type hémolyse, production de polysaccharides extracellulaires, la croissance, la présence de certaines enzymes (par exemple, la ;"B-Galactosidase et la ;"B-glucuronidase), caractéristiques de croissance et sérotypage du lait (**Axelsson, 2004**).

Dans les années 1990, les progrès de la technologie moléculaire ont permis de décrire Laboratoires plus avancés. Ces bactéries ont généralement une faible teneur en GC, Alors que certains lactobacilles ont été signalés comme étant aussi élevés que 57% en moles (**Papadimitriou et al, 2016**)

Les bactéries lactiques appartiennent aux Firmicutes, catégorie : Bacillus, ordre : L'ordre des *Lactobacillus* comprend 6 familles : *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Carnobacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Leuconostocaceae* et *Aerococcaceae*. Ces familles Se compose de 38 genres, dont 10 sont considérés comme les plus pertinents pour l'alimentation : *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Tetralococcus*, *Carnobacterium* et *Welchella* (**Vandamme et al. 2014 ; Papadimitriou et al. 2016**).

Actuellement, il existe plus de 400 espèces de bactéries lactiques, dont le genre *Lactobacillus* est considéré comme le plus grand genre avec plus de 100 espèces (**Papadimitriou et al. 2016 ; Mokoena, 2017**).

Les principaux genres :

III.2.1. Genre *Lactobacillus*

Les bactéries du genre *Lactobacillus* présentent une grande variété de formes, allant du bacille long et fin au coccobacille, en passant par le bâtonnet court ou légèrement flexueux. Elles sont Gram-positives, non sporulées, souvent associées en chaînettes et habituellement immobiles. Les Lactobacilles sont généralement plus résistants au stress acide que les Lactocoques (Siegumfeldt et al., 2000) (Figure 1).

La classification de Kandler et Weiss (1986) divise les lactobacilles en trois groupes en fonction de leur profil de fermentation.

Le groupe I : comprend environ 25 espèces homofermentaires obligatoires produisant exclusivement de l'acide lactique à partir du glucose, principalement des bactéries thermophiles (croissance à 45°C) telles que *Lb. delbrueckii*, *Lb. acidophilus* et *Lb. helveticus*, présentes dans le lait et les produits laitiers.

Le groupe II : est composé d'une vingtaine d'espèces hétérofermentaires facultatives capables d'utiliser la voie hétérofermentaire dans certaines conditions, telles qu'une concentration limitante en glucose. Il inclut des bactéries majoritairement mésophiles telles que *Lb. casei*, *Lb. curvatus*, *Lb. sake* et *Lb. Plantarum* (Laurent et al, 1998)

Le groupe III : est composé d'espèces hétérofermentaires obligatoires qui utilisent la voie des pentoses phosphates pour fermenter les hexoses et les pentoses. Ce groupe est assez hétérogène et principalement composé de bactéries mésophiles telles que *Lb. brevis*, *Lb. kefir* et *Lb. San Francisco*. Ces bactéries lactiques sont couramment trouvées dans les produits laitiers et carnés, mais certaines espèces peuvent également se développer dans le tube digestif humain, où elles contribuent à maintenir l'équilibre de la flore intestinale (Laurent et al, 1998).

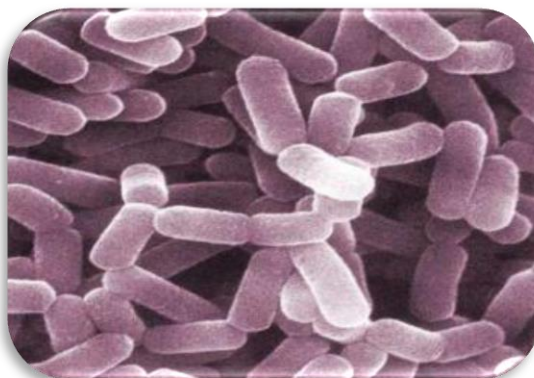


Figure 1 : *Lactobacillus* au microscope électronique (Corrieu & Luquet, 2008).

III.2.2. Genre *Streptococcus*

Tout à fait, les *Streptococcus* sont des bactéries de forme ovoïde ou sphérique, souvent regroupées en paires, en tétrades ou en chaînes (**figure 2**). Cependant, leur apparence physique peut être similaire à celle d'autres genres tels que *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Lactococcus*, ce qui rend leur identification difficile sur la base de la morphologie seule. Des tests génétiques et biochimiques sont souvent nécessaires pour une identification précise (**Wijtzes et al, 1997**).

En général, les *Streptococcus* ont une température optimale de croissance d'environ 37°C, mais cela peut varier entre les différentes espèces. Ils peuvent également avoir des températures minimales et maximales de croissance différentes selon l'espèce (**Whiley et al, 2009**).

Les *Streptococcus* ont été identifiés très tôt comme étant impliqués dans de nombreuses maladies chez l'homme et les animaux, ce qui leur a valu une grande attention de la part des microbiologistes (**Wijtzes et al, 1997**).

Les *Streptococcus* sont souvent des bactéries commensales chez l'homme et les animaux (**Brown, 1919 ; Schottmuller, 1903**).

Le genre *Streptococcus* est sujet à une classification instable et généralement divisé en trois groupes : les streptocoques pyogènes (majoritairement pathogènes et hémolytiques), les streptocoques oraux (tels que *S. salivarius* et *S. bovis*), et les autres espèces de streptocoques (**Scheilfer, 1987**).

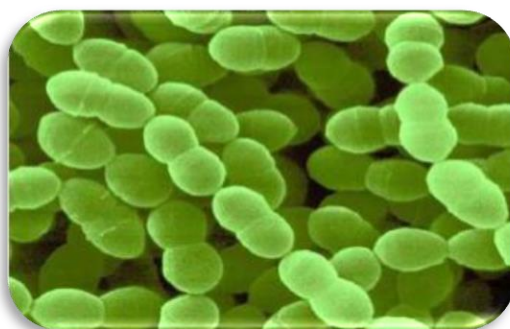


Figure 2 : *Streptococcus* au microscope électronique (**Corrieu et Luquet, 2008**).

III.2.3 Genre *Lactococcus*

Le genre *Lactococcus* correspond à des bactéries qui se présentent sous forme de coques en paire ou en chaînes de longueur variable. Elles sont anaérobies facultatives homofermentaires et ne produisent que de l'acide lactique, à l'exception de *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis biovar. diacetylactis* qui produit du diacétyle. Ces bactéries ont une température de croissance proche de 30°C. Certaines espèces sont également capables de produire des exo polysaccharides et des bactériocines (**Tamime, 2002**).

III.2.4 .Genre *Vagococcus*

Le genre *Vagococcus* est un genre récemment identifié, dont les espèces sont souvent confondues avec celles du genre *Lactococcus*. En fait, ce genre ne se distingue du genre *Lactococcus* que par la mobilité de ses espèces et leur profil d'acides gras (Collins *et al.* 1989 ; Axelsson, 2004). (Figure 3)

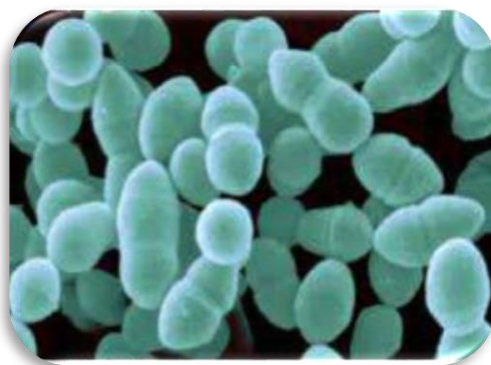


Figure 3 : *Lactococcus* au microscope électronique (Corrieu et Luquet, 2008).

III.2.5. Genre *Leuconostoc*

Leuconostoc est un genre bactérien défini en 1878 par Van Thieghem. Il regroupe des coques hétérofermentaires ne produisant que de l'acide lactique et ne dégageant pas d'ammoniaque à partir de l'arginine. Ces bactéries ont une température optimale de croissance comprise entre 25°C et 30°C et un contenu en G+C assez proche, allant de 37% à 45% (Garvie, 1986).

Ces bactéries ont une croissance toujours lente et ne sont ni hémolytiques ni pathogènes. Elles se caractérisent par la production de d'acétyle à partir du citrate de lait et peuvent également synthétiser des dextrans et des lévanes extracellulaires en présence de saccharose (Novel, 1993).

Leuconostoc peut être divisé en trois espèces distinctes grâce à la différence de leur pourcentage de G+C. Ces espèces sont *Leuconostoc mesenteroides* avec ses trois sous-espèces (*subsp. mesenteroides*, *subsp. dextranicum* et *subsp. cremoris*), *Leuconostoc lactis*, *Leuconostoc paramesenteroides* et *Leuconostoc enos* (Leveau et al.1993).

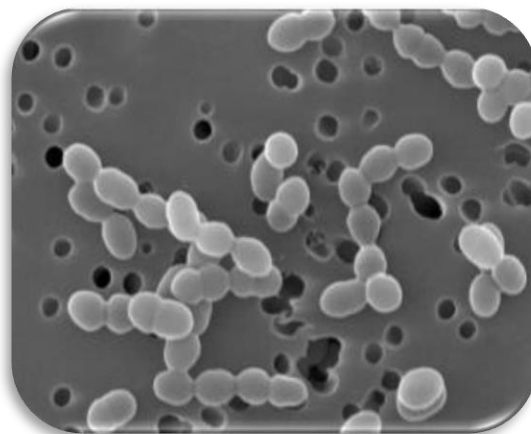


Figure 4 : *Leuconostoc* au microscope électronique (Wallace et al, 2003)

III.2.6. Genre *Pediocoques*

Les *Pediocoques* sont des bactéries à Gram positif qui se regroupent en paires ou en tétrades, contrairement aux autres genres de coques qui forment des chaînes. Leur forme est uniformément sphérique ou ovoïde, jamais allongée (figure 5). Certains types sont connus pour leur capacité à se développer en milieu très salin, comme *Tetragenococcus halophilus* et *Tetragenococcus muriaticus*, qui peuvent tolérer jusqu'à 18% de NaCl (Pilet et al, 2005).

Les bactéries du genre *Pediococcus* sont des organismes mésophiles qui se caractérisent par leur immobilité et leur incapacité à produire du CO₂ à partir du glucose, Elles sont oxydase négative et catalase négative, et ne sont généralement pas capables d'utiliser le lactose. Leur croissance nécessite la présence de facteurs de croissance variés et leur développement optimal se produit à un pH de 5, mais pas à 9. Ils ont une température optimale de croissance allant de 25°C à 35°C et ne peuvent pas réduire le nitrate (Holzapfel et al, 2006 ; Holzapfel et al ,2009 ; Lahtinem et al ,2012).

Le genre *Pediococcus* est composé de onze espèces différentes. Parmi celles-ci, on trouve *P. acidilactici*, *P. argentinus*, *P. cellicola*, *P. claussenii*, *P. damnosus*, *P. pentosaceus*, *P. ethanolidurans*, *P. inopinatus*, *P. parvulus*, *P. siamensis* et *P. stilesii*. . (Zhang et al., 2014).

Les espèces *P. acidilactici*, *P. pentosaceus*, *P. parvulus* et *P. inopinatus* sont des cultures starters couramment utilisées dans l'industrie alimentaire pour la production de divers produits (Franz et al, 2014).

P. pentosaceus est associé à la fermentation et à la maturation de certaines variétés de fromages, ce qui en fait une bactérie utile dans l'industrie fromagère (Callon et al.2004).

Plusieurs bactériocines (appelées pediocines) ont été découvertes chez *P. acidilactici* et *P. pentosaceus* (Todorov et al, 2005)

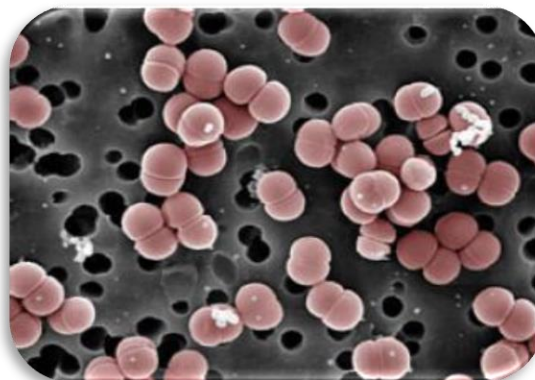


Figure 5 : *Pediococcus* au microscope électronique (Wallace et al, 2003)

III.2.7. Genre *bifidobactéries*

Les *bifidobactéries* sont des bactéries à gram positif, non mobiles et qui ne produisent pas de spores ni de gaz. Elles sont anaérobies, mais certaines espèces tolèrent l'oxygène en présence ou non de gaz carbonique et sont dépourvues de la catalase. Enfin, elles ont un contenu en G + C de 61% (Mattarell et al, 2014).

C'est exact, les bifidobactéries ont une forme irrégulière qui ressemble à un V ou à une morphologie bifide en forme de Y (figure 6). Elles sont hétérofermentaires, c'est-à-dire qu'elles dégradent les hexoses pour produire de l'acide lactique et de l'acétique (Gomez et al. 1999 ; Leahy et al.2005). Selon Hadadji (2017), Tout à fait, les bifidobactéries ont besoin de températures comprises entre 37°C et 41°C et d'un pH entre 6,5 et 7 pour une croissance optimale. On les retrouve naturellement dans l'intestin humain et chez de nombreuses espèces animales. Elles sont souvent utilisées dans la fabrication de yaourts et de produits laitiers probiotiques. Les bifidobactéries sont également connues pour leur impact positif sur la santé en réduisant les risques d'infections intestinales grâce à leur effet bifidogène.

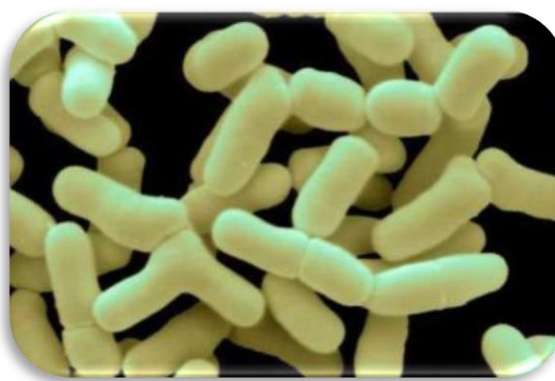


Figure 6 : *Bifidobacterium sp* (Wallace et al, 2003)

III.2.8. Genre *Entérocoques*

Les entérocoques sont des bactéries Gram positif qui sont en forme de coques ovales, et qui souvent se trouvent ensemble, soit en paires, soit en chaînes courtes. Elles ne sont pas capables de former des spores et ne sont généralement pas mobiles (figure 7), à l'exception de deux espèces, *Enterococcus gallinarum* et *Enterococcus casseliflavus*. En termes de fermentation, ces bactéries produisent principalement de l'acide lactique à partir des glucides.

Les entérocoques sont importants pour l'industrie car ils sont utilisés comme cultures de départ pour la production d'aliments fermentés et de probiotiques, qui sont bénéfiques pour la santé humaine et animale.

Les entérocoques probiotiques tels que *E. faecium* (SF68, Cerbo-Pharma, Suisse) et *E. faecalis* (Symbioflor, Symbio -Pharma, Allemagne) sont vendus en tant que compléments alimentaires et préparations pharmaceutiques. Ils sont étudiés pour leurs propriétés bénéfiques pour la santé, notamment pour le traitement des diarrhées aiguës et associées à l'antibiothérapie, le traitement du côlon irritable et la réduction du taux de cholestérol sérique. Ces deux espèces sont les plus connues, étudiées et commercialisées dans le domaine des probiotiques.

L'efficacité et l'innocuité de l'utilisation des entérocoques chez l'homme font l'objet de nombreuses controverses et sont encore en cours d'étude. Les entérocoques sont souvent associés à la contamination fécale, aux infections nosocomiales et portent des gènes de résistance aux antibiotiques, ainsi que des facteurs de virulence pouvant causer des maladies chez l'homme.

La sélection rigoureuse et la totale innocuité des entérocoques sont indispensables pour éviter les risques de contamination et d'infection chez l'être humain.

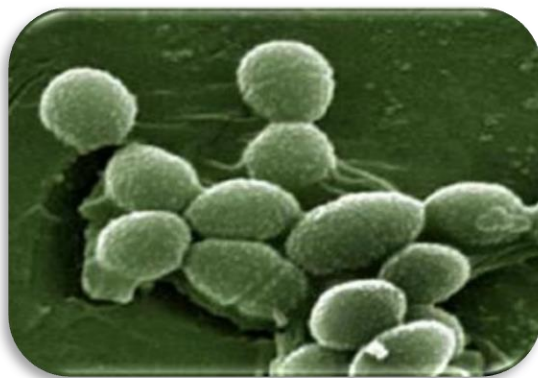


Figure 7 : *Enterococcus* au microscope électronique (Wallace et al, 2003).

III.2.9. Genre *Weissella*

Le genre de la forme bactérienne est spécifique ; les bactéries peuvent adopter deux formes principales : des cocci, qui sont des bactéries sphériques, et des bacilles, qui sont des bactéries en forme de bâtonnet (Collins et al. 1993 ; Ho et al2007).

Les bactéries cocci et bacilles sont généralement des hétérofermentaires comme les *Leuconostoc*. Cependant, il existe des critères de différenciation entre ces deux genres, tels que l'hydrolyse de l'esculine, la production de dextrine, les conditions de croissance et l'utilisation du citrate (Pilet et al.,1998 ;Ho et al2007).

III.2.10.Genre *Carnobacterium*

Le genre *Carnobacterium* est souvent confondu morphologiquement avec les lactobacilles, mais il présente des différences physiologiques et biochimiques. En effet, il a une tendance à croître à des températures relativement basses et produit principalement de l'acide lactique (Axelsson, 2004).

Une autre différence majeure entre les deux genres est la composition chimique du peptidoglycane de leur paroi cellulaire. Les lactobacilles ont un dipeptide Lys-Asp dans leur structure, tandis que les *Carnobacterium* ont de l'acide méso-diaminopimélique (Hammes et Hertel, 2006).

III.2.11.Genre *Aerococcus*

Le genre *Aerococcus* présente de fortes similitudes morphologiques avec le genre *Pediococcus*, bien qu'il possède certaines caractéristiques biochimiques et physiologiques distinctes. Ce genre comprend cinq espèces, dont *P. urinae*, qui a récemment été transférée dans le genre

Aerococcus en raison d'une forte homologie de la séquence de l'ARN 16S avec l'espèce *Aerococcus viridans*. Cette découverte a permis de mieux comprendre les relations phylogénétiques entre ces deux genres bactériens (POT, 2008).

III.3. Applications des bactéries lactiques dans les fermentations alimentaires

Jusqu'à présent, les bactéries lactiques ont été largement utilisées comme agents de fermentation dans diverses fermentations alimentaires, telles que les produits laitiers, les boissons, les légumes, les haricots, la viande, le poisson, etc. (Chen et Hang, 2019). Ils améliorent les propriétés des aliments fermentés en renforçant leurs valeurs nutritionnelles, technologiques et sensorielles. Par conséquent, en raison des acides organiques et des vitamines sécrétées, la valeur nutritionnelle des produits fermentés est supérieure à celle des aliments crus cultivés par culture starter.

Les bactéries lactiques peuvent également affecter les propriétés sensorielles d'un produit, y compris le développement du goût. Les composés aromatiques sont formés par divers processus tels que la conversion du lactose et du citrate (métabolisme de la glycolyse et du pyruvate), des lipides (lipolyse) et des protéines (protéolyse) (Giraffa, 2014). Les bactéries lactiques contribuent (LAB) à la qualité du lait fermenté, notamment sa texture, son goût et sa viscosité. Ces molécules permettent de maintenir une certaine onctuosité et un bon goût du lait fermenté tout en réduisant l'utilisation d'additifs alimentaires (Chun-lei et al. 2014).

LAB convertit principalement le lactose en acide lactique, qui joue un rôle fonctionnel important dans la fermentation de nombreux produits, en particulier les produits laitiers à texture Corps idéal et caractéristique. Ils aident également à conserver les aliments. (Collins et al. 2019).

De plus, les ferments lactiques peuvent sécréter des conservateurs tels que les bactériocines, qui préservent et prolongent la durée de conservation des produits. la fermentation et sa sécurité. (Ameen et Caruso, 2017 ; Chen et Hang, 2019).

Les souches de bactéries lactiques couramment utilisées dans divers aliments fermentés, détaillées dans le tableau 8 (Chen et Hang, 2019).

Tableau 8. Les souches lactiques utilisées dans les différents aliments fermentés (**Chen et Hang, 2019**).

Matériel	Aliments	LAB
Produits laitiers	Yaourt	<i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>
	Yaourt probiotique	<i>Lb. casei</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. rhamnosus</i> , <i>Lb. johnsonii</i> , <i>B. lactis</i> , <i>B. bifidum</i> , <i>B. breve</i>
	Kéfir	<i>Lb. kefir</i> , <i>Lb. kefiranofacies</i> , <i>Lb. brevis</i>
	Beurre et babeurre	<i>Lc. lactis subsp. lactis</i> , <i>Lc. lactis subsp. lactis var. diacetylactis</i> <i>Lc. lactis subsp. cremoris</i> , <i>Ln. mesenteroides subsp. cremoris</i>
	Fromages	<i>Lc. lactis subsp. lactis</i> , <i>Lc. lactis subsp. cremoris</i>

Partie expérimentale

II. Matériel et méthodes :

II.1. Lieu et objectif

L'intégralité de ce travail a été réalisée au sein du laboratoire (microbiologie), laboratoire pédagogique de l'université Abdelhamid Ibn Badis –Mostaganem-, durant la période allant de Mars à Juin de l'année 2023. Notre objectif consiste à étudier la cinétique d'acidification et la qualité microbiologique d'un lait coagulé par les souches lactiques isolées localement.

II.2. Matériel

II.2.1 Matériel biologique

Lors de ce travail, 08 souches de bactéries lactiques (Tableau 9) ont été utilisées pour préparer un lait coagulé et étudier la cinétique d'acidification et sa qualité microbiologique et physico-chimique qui ont été isolées, purifiées et identifiées par une technique moléculaire (Spectrométrie de masse MALDI-TOF MS) par Docteur BOUCHIBANE Malika (Bouchibane *et al.*, 2022).

Tableau 9 : Origine et identification des souches des bactéries lactiques

Code des souches	Origine	Région	Score d'identification MALDI-TOF MS	Identification
SL102	J'ben	Blida	2.18	<i>Lactobacillus plantarum</i>
SL105		Naâma	2.012	<i>Lactobacillus plantarum</i>
SL106			2.186	<i>Lactobacillus plantarum</i>
SL9		Bechar	2.276	<i>Enterococcus faecium</i>
SL15		Khenchela	2.267	<i>Lactococcus lactis ssp lactis</i>
SL21			2.260	<i>Enterococcus faecium</i>
SL107				1.859

				<i>fermentum</i>
SL14			2.384	<i>Enterococcus</i>
	Zebda	Khenchela		<i>faecium</i>

II.2.2. Echantillonnage du lait de chèvre

Les échantillons de lait proviennent d'une espèce d'Alpine de petit ruminant (caprin).

L'échantillonnage a été effectué pendant le printemps auprès des éleveurs localisés dans la wilaya de Mostaganem « ACHACHA » (**tableau10**). Les échantillons de lait ont été prélevés à partir des chèvres saines, ils sont acheminés dans une glacière au laboratoire.

Tableau10 : Echantillonnage.

Échantillon	Date de prélèvement	Région
Lait de chèvre	28 Mai 2023	ACHACHA

II.2.3. Matériel non biologique

Milieux de culture et Appareillage (Annexe).

II.3. Méthodes

II.3.1. Revivification et vérification de la pureté des souches

Les souches qui ont été conservées auparavant dans le glycérol sont revivifiées par deux repiquages sur les bouillons MRS à 37°C pendant 24h. La vérification de la pureté des souches est réalisée par un ensemencement en strie sur les géloses MRS et incubation à 37°C pendant 24 à 48h. Cette opération est répétée deux fois, puis un test de catalase et un examen macroscopique et microscopique ont été effectués pour valider leur Purification.

II.3.1.1. Test de catalase

La catalase est une enzyme qui a la propriété de décomposer l'eau oxygénée (H_2O_2) avec dégagement d'oxygène selon la réaction suivante : $2 H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$

La mise en évidence de cette enzyme est réalisée sur une colonie bactérienne mise en présence d'eau oxygénée à 10 V. L'apparition de l'effervescence traduit la présence de cette

enzyme Seules les bactéries Gram positives et catalase négatives sont retenues et conservées (TAHLAITI, 2019)

II.3.1.2.Examen microscopique (coloration du Gram)

Examen microscopique permet de déterminer la forme et le mode d'association des cellules des espèces lactiques utilisées à l'aide d'observation au microscope optique des frottis colorés avec la coloration de Gram.

La coloration de Gram a été faite selon la technique suivante :

- sur une lame, fixer à la chaleur une culture bactérienne jeune ;
- Recouvrir la lame avec le colorant le violet de gentiane pendant 1 minute ;
- Laver à l'eau ;
- Ajouter du Lugol pendant 1 minute ;
- Décolorer avec l'alcool à 95° pendant 30 seconde ; puis rincer à l'eau ;
- réaliser une contre coloration en utilisant la Fuchsine et laisser agir 1 minute ; laver à l'eau ;
- Après séchage sous mettre la lame sous une observation microscopique (×100). Les bactéries à Gram positif apparaissent en violet et les bactéries à Gram négatif apparaissent en rose (Larpen et al, 1990).

II.3.2. Conservation des souches

- **La conservation à longue durée** a été réalisée, chaque espèce a été conservée à -20 C° en tube Eppendorf en utilisant le bouillon MRS d'une culture de 18 h additionné de 30% du glycérol. (Samelis et al., 1994).

II.3.3.Etude physico-chimique de lait de chèvre

Les analyses physico-chimiques de lait de chèvre ont été effectuée en utilisant un lactodensimètre « lactoscan (ultrasonic,N° :16161) », qui détermine la quantité de lactose, matière minérale, matière grasse, taux de cendre, matière sèche ,et mesure le Ph ,densité et pointe de congélation afin de savoir la qualité du lait.

II.3.4. Activité acidifiante du lait écrémé et lait de chèvre

L'activité coagulante et acidifiante a été déterminée dans le lait écrémé préparé à 10%. Après pasteurisation du lait par la technique de la tyndallisation (72C° pendant 30min, refroidissement à 50C° puis pasteurisation à 95C° pendant 15secondes), et dans le lait de chèvre pasteurisé (60C° pendant 30min). Les espèces lactiques ont été cultivées dans 7ml de bouillon MRS et incubées à 37oC pendant 18h puis chaque souche a été inoculée dans deux tubes contenant 10ml du lait écrémé et incubé à 37oC jusqu'à la coagulation du lait. Après l'incubation chaque tube a été homogénéisé et transféré dans un flacon contenant 100ml du lait écrémé, ensuite les flacons ont été incubés à 37oC pendant 24 h à 48h. Pour chaque souche deux flacons ont étéensemencés dont un à utiliser pour déterminer le potentiel coagulant et l'autre pour suivre la cinétique d'acidification par la mesure de pH et dosage de l'acidité titrable, à un intervalle du temps 2h, 4h,6h et 24 h. (Bouchibane, 2023).

II.3.4.1. Mesure du pH de lait coagulé

Le pH a été mesuré directement en utilisant un pH-mètre (HANNA Instruments) préalablement étalonné, en plongeant l'électrode dans le lait (Ghislaine, 2018).

II.3.4.2. Mesure de l'acidité de lait coagulé (ISO 6092, 2011).

L'évolution de l'acidité dans le lait en fonction du temps a été déterminée en dosant la quantité d'acide lactique produite dans le lait coagulé par titration. 3 à 5 gouttes d'un indicateur coloré (phénophtaléine) ont été ajoutées à 10mL d'échantillon du lait à analyser. Le titrage est réalisé avec une solution de soude (N/9) jusqu'au virage de la couleur blanche au rose pâle. A ce moment, le volume de la soude écoulé a été noté et les résultats ont été exprimés en degrés Doronic (°D).

$$(D^{\circ}) : \text{Acidité} = V \text{ NaOH} \times 10$$

V NaOH : volume de soude écoulé pour titrer 10mL de lait

1°D = 0,1 g/L d'acide lactique

II.3.5. Activité coagulante du lait écrémé et lait de chèvre

L'activité coagulante a été réalisé sur le lait écrémé 10%, le lait a été préparé et inoculé par les espèces lactiques selon la même technique décrite précédemment en partie II.3.4, Le même pour le lait de chèvre. Pour chaque flacon du lait coagulé, cette activité a été évaluée selon l'aspect de coagulum obtenu avec temps de la coagulation et par la mesure de la synérèse, temps de la coagulation. La synérèse a été mesurée en collectant à l'aide d'une

seringue le lactosérum à la surface du coagulum puis la synérèse collectée a été exprimée en pourcentage (V/V) du lait coagulé. (Bouchibane, 2023).

II.3.6. Contrôle de la qualité microbiologique du lait coagulé

La qualité microbiologique est déterminée en étudiant et en énumérant certaines des bactéries qui causent la contamination et altèrent la qualité hygiénique du produit. Pour toutes les analyses microbiologiques, une dilution décimale est préparée en pesant 25 g de chaque échantillon à analyser dans un flacon stérile contenant 225 ml de diluant (TSE). Puis à partir de la suspension constituant la dilution mère et correspondant à la dilution 10^{-1} , 1 ml a été transféré dans 9 ml de TSE pour obtenir la dilution 10^{-2} , et la même procédure a été répétée pour obtenir la dilution 10^{-5} (NA 15174, ISO 6887-4, 2017).

II.3.7. Recherche et dénombrement des germes de contamination dans le lait coagulé

Après la préparation des dilutions décimales selon la technique décrite précédemment en partie II.3.6, Pour tous les germes recherchés, les dilutions (10^{-3} , 10^{-4} ; 10^{-5}) ont été réalisées et ensemencées en masse, ainsi que la même formule citée ci-dessous a été appliquée pour le dénombrement. Les résultats sont exprimés en UFC/g.

$$N = \frac{\sum c}{1,1d}$$

Σc : la somme des colonies comptées sur les boîtes retenues.

D : taux de la dilution correspond à la première dilution retenue.

II.3.7.1. Recherche des coliformes totaux et fécaux

La recherche des coliformes totaux et fécaux a été effectuée sur gélose VRBL, l'incubation des boîtes ensemencées a été faite à 44°C pendant 24 à 48h pour les coliformes fécaux et à 37°C pour les coliformes totaux (Bouchibane, 2023).

II.3.7.2. Recherche des levures et moisissures

Le dénombrement a été fait sur la gélose OGA, par ensemencement en masse de 1ml des dilutions de chaque échantillon suivi d'une incubation à 25°C pendant 5 jours (Bouchibane, 2023).

II.3.7.3. Recherche de *Staphylococcus aureus*

Pour mettre en évidence la présence de ce germe, à partir des dilutions allant de 10^{-3} à 10^{-5} , ensemencé avec un anse platine dans un tube contenant 5 ml du milieu de GIOLITTI CANTONI additionnés par tellurite de potassium suivi d'une incubation à 37°C pendant 24

à 48h. Après cette période d'incubation seulement les tubes virés en noire ont été ensemencés en surface sur la gélose Chapman, puis les boites ont été incubées à 37C° pendant 24H à 48h (**Bouchibane, 2023**).

II.3.7.4. Flore mésophile totale

Chaque dilution a été ensemencée en profondeur (en masse) en milieu PCA à raison d'1 ml. Les boites ont été incubées à 30°C durant 72h. Après incubation, les boites prends-en Considération pour le dénombrement contenaient entre 30 et 300 colonies (**Benkrizi, 2019**).

Résultats et Discussion

III.1. Revivification des souches lactiques

Les résultats de la revivification des 8 souches lactiques appartenant aux espèces (*Lactobacillus plantarum*, *Entérocoques faecium*, *Lactococcus lactis ssp lactis*, *Lactobacillus fermentum*,) montrent l'apparition d'un trouble dans le bouillon MRS (Figure 8).

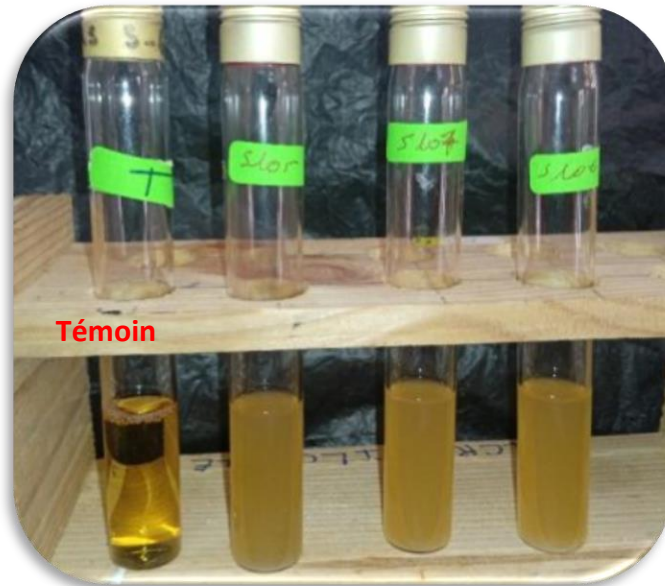


Figure 8 : Revivification des BL sur bouillon MRS

III.2. Vérification de la pureté des souches

III.2.1. Observation macroscopique

Les résultats de l'examen macroscopique pour les 8 souches lactiques sur gélose MRS montrent des colonies circulaires bombées, couleur blanchâtre et crémeuse (Figure 9).



Figure 9 : L'aspect macroscopique de la souche sur gélose MRS



III.2.2. Observation microscopique


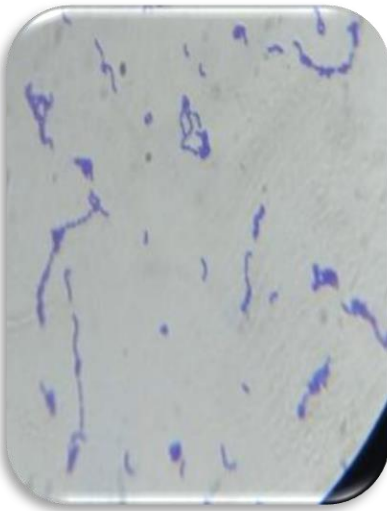

L'observation microscopique a révélé que toutes les souches testées sont à Gram positif sous les formes coques et bacilles (**Tableau 11**)

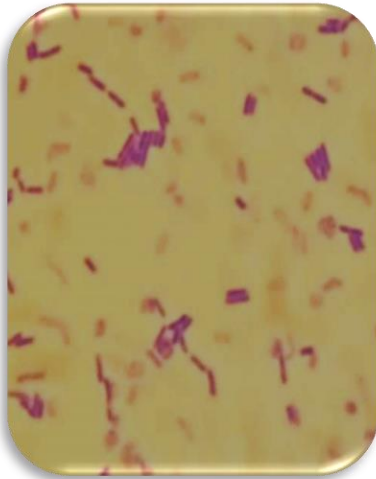
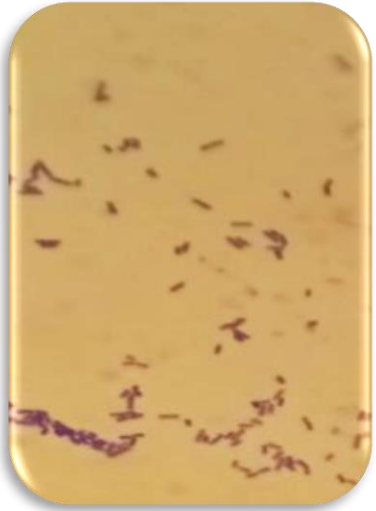

III.3. Test catalase

Les résultats de ce test indiquent que toutes les souches sont catalase négative.

Tableau 11 : résultat du Test de catalase et exam microscopique

Les souches	Gram	Teste catalase	Observation microscopique (X 1000)	L'aspect
SL9 (<i>Enterococcus faecium</i>)	+	-		Coque en tétrade
SL14 (<i>Enterococcus faecium</i>)	+	-		Coque en chaînette

<p>SL21 (<i>Enterococcus faecium</i>)</p>	<p>+</p>	<p>-</p>		<p>Diplocoque et Coque en chainette</p>
<p>SL15 (<i>Lactococcus lactis ssp lactis</i>)</p>	<p>+</p>	<p>-</p>		<p>Diplocoque et Coque en chainette</p>
<p>SL102 (<i>Lactobacillus plantarum</i>)</p>	<p>+</p>	<p>-</p>		<p>Petits Bacilles isolés et en amas</p>

<p>SL105 (<i>Lactobacillus plantarum</i>)</p>	<p>+</p>	<p>-</p>		<p>Petits Bacilles Isolés</p>
<p>SL106 (<i>Lactobacillus plantarum</i>)</p>	<p>+</p>	<p>-</p>		<p>Bacilles Isolés</p>
<p>SL107 (<i>Lactobacillus fermentum</i>)</p>	<p>+</p>	<p>-</p>		<p>Petits bacilles Isolés</p>

III.4. Résultats du potentiel acidifiant

Les résultats obtenus pour ce potentiel sont mentionnés en **Annexe** et les courbes sont représentées dans les **figures 12 a19**.

- Les résultats du lait écrémé sont représentés dans les Figures **numérotées du 16a19**
Les espèces *Lactobacillus plantarum* codée (SL105), *Enterococcus faecium* (SL9) ont une faible activité acidifiante comparativement aux espèces *Enterococcus faecium* (SL14) et *Lactobacillus plantarum* (SL106). Nous avons constaté que la capacité des souches à l'acidification diffère d'une espèce à une autre, même au sein des souches qui appartiennent à la même espèce. En effet, au bout de 4h les deux espèces *Enterococcus faecium*(SL21) et *Lactococcus lactis ssp lactis*(SL15) ont pu diminuer le pH à des valeurs 5.55 et 5.5 et leur acidité atteinte des valeurs 34 et 30°D, respectivement.

- Les résultats du lait de chèvre sont illustrés dans les Figures numérotées **12a15**
Les résultats indiquent que les souches *Lactobacillus plantarum*(SL106), *Lactococcus lactis ssp lactis* (SL15), *Lactobacillus fermentum* (SL107), *Enterococcus faecium* (sL14/21) ont une faible activité acidifiante comparativement aux espèces *Enterococcus faecium* (SL9) et *Lactobacillus plantarum*(sL105) . Nous avons constaté que la capacité des souches à l'acidification diffère d'une souche à une autre. En effet, parmi les souches testées, nous avons trouvé deux souches appartenant à l'espèce *Lactobacillus plantarum* (SL102) et (SL105) qui ont pu diminuer le pH au bout de 6h, leur pH était de l'ordre 5.47 et 5.23 et leur acidité atteinte des valeurs 35 et 37, respectivement.

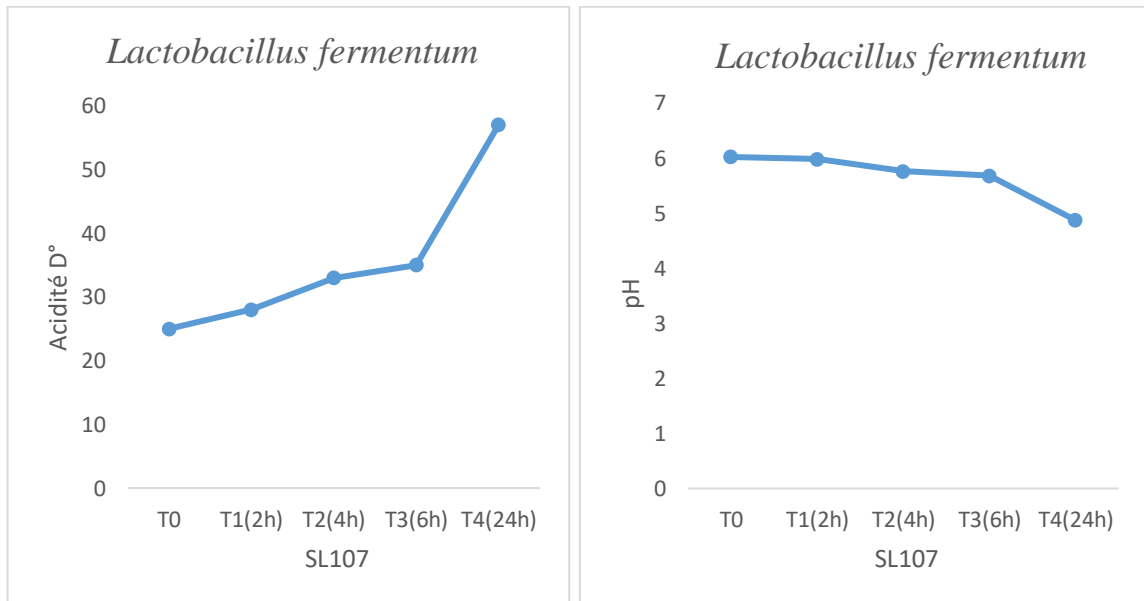
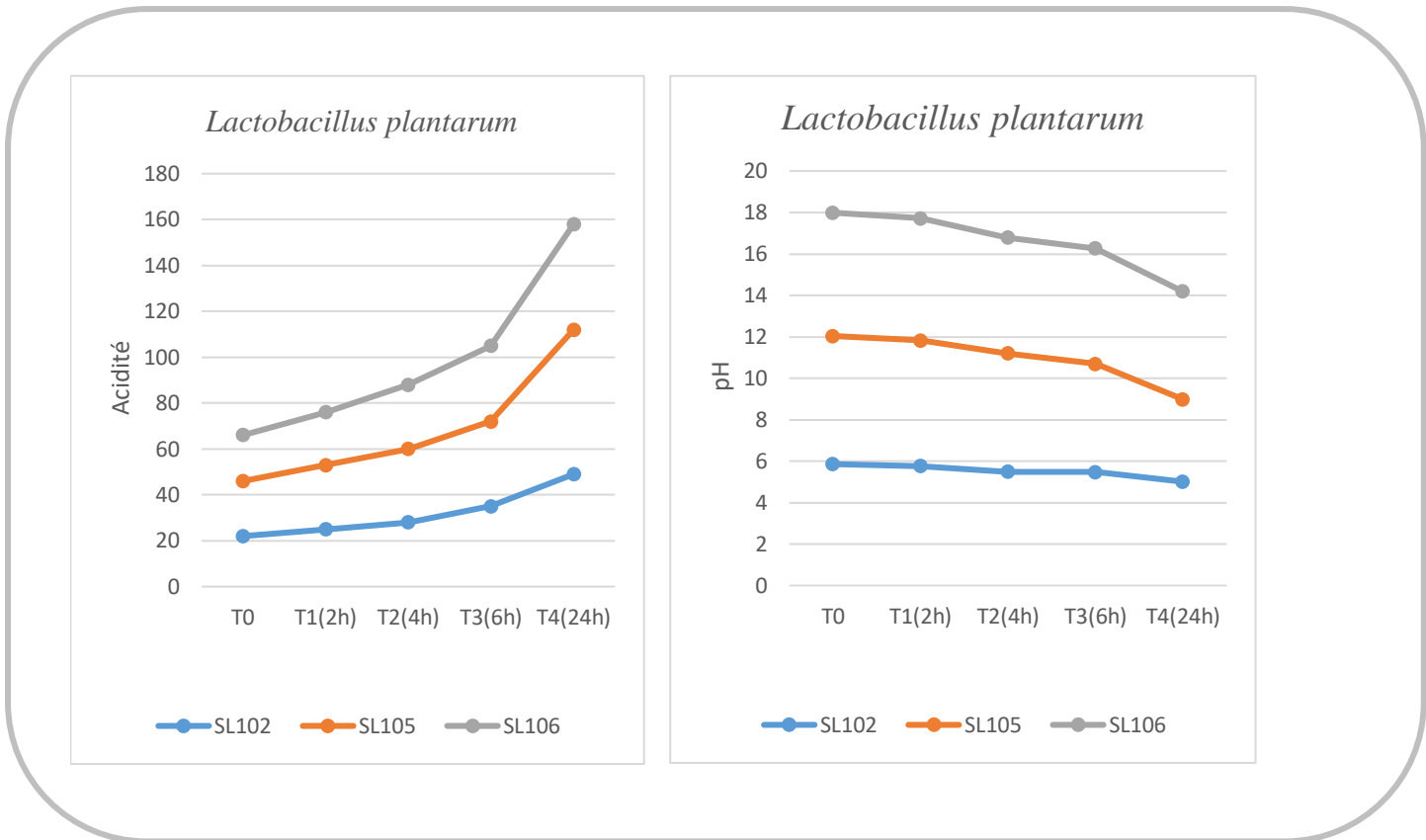


Figure10 : Courbes du suivi de l'évolution du pH et l'acidité de souches appartenant au *Lactobacillus* incorporées dans le lait de chèvre.

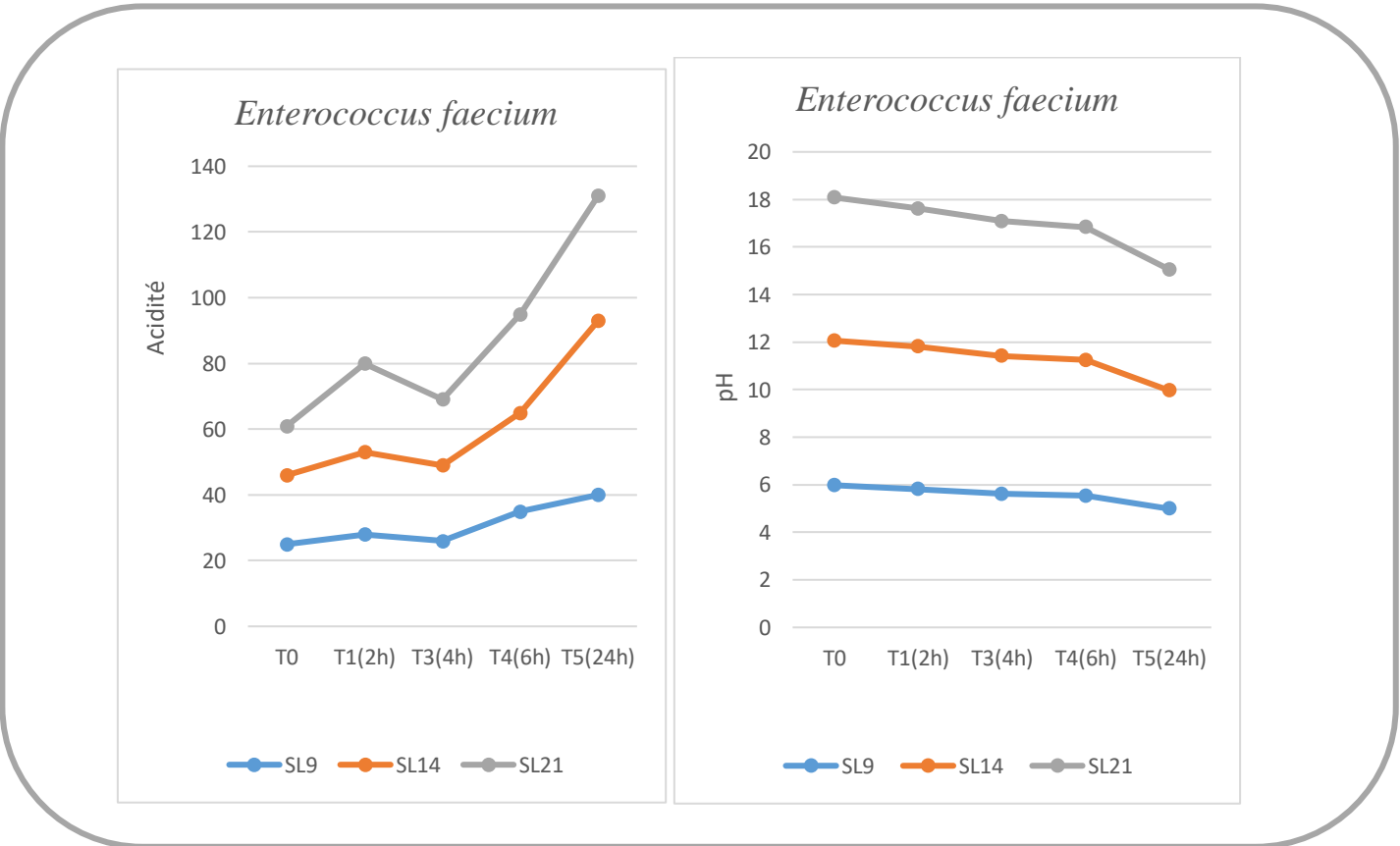
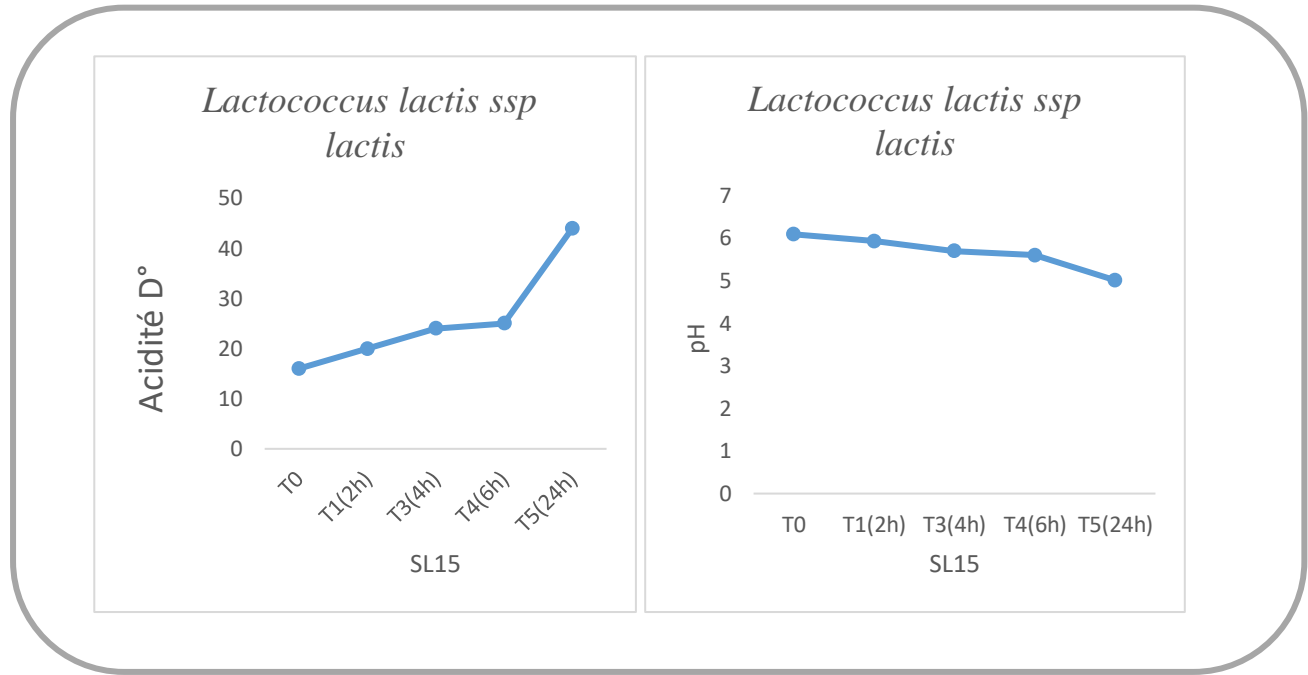


Figure 11 : courbes du suivi de l'évolution du pH et de l'acidité des souches appartenant aux genres *Lactococcus* et *Enterococcus* incorporées dans le Lait de chèvre

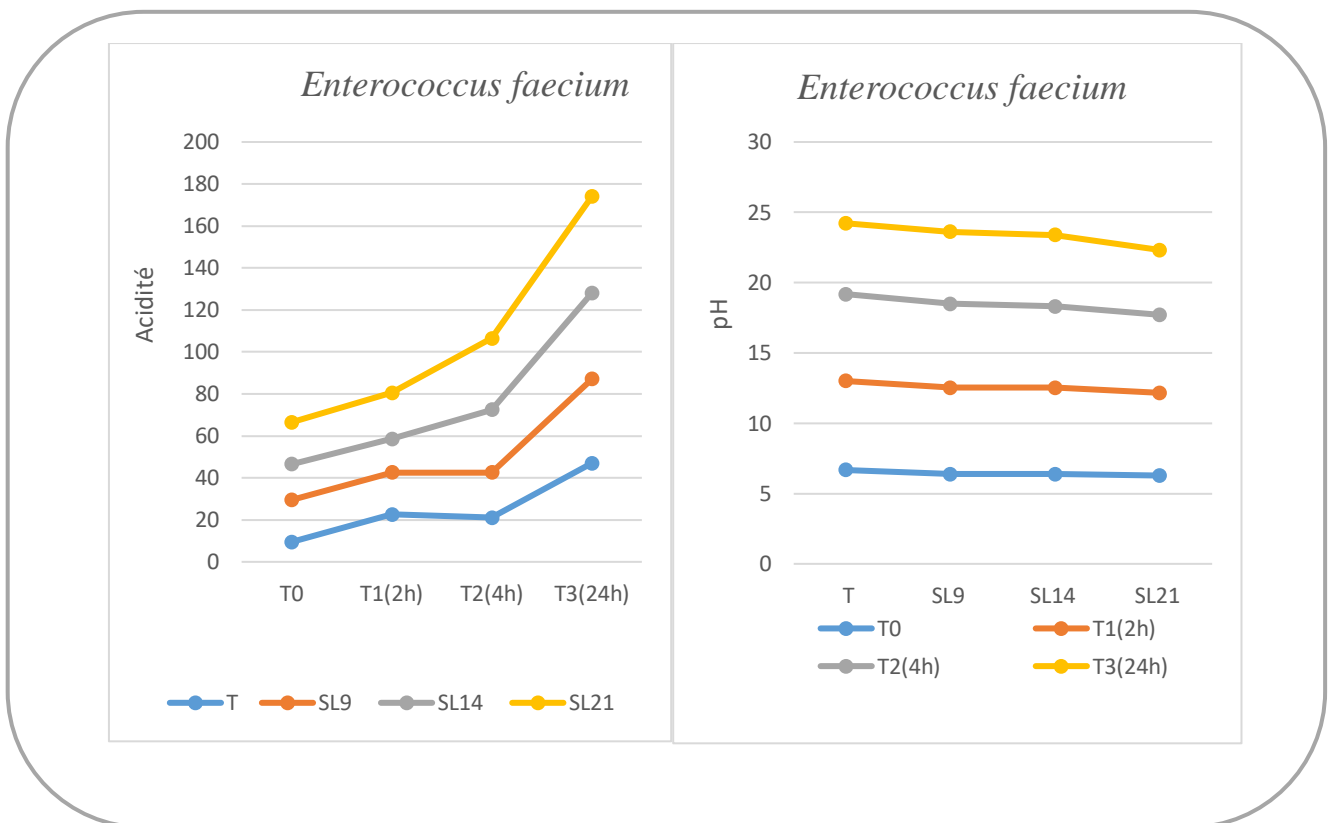
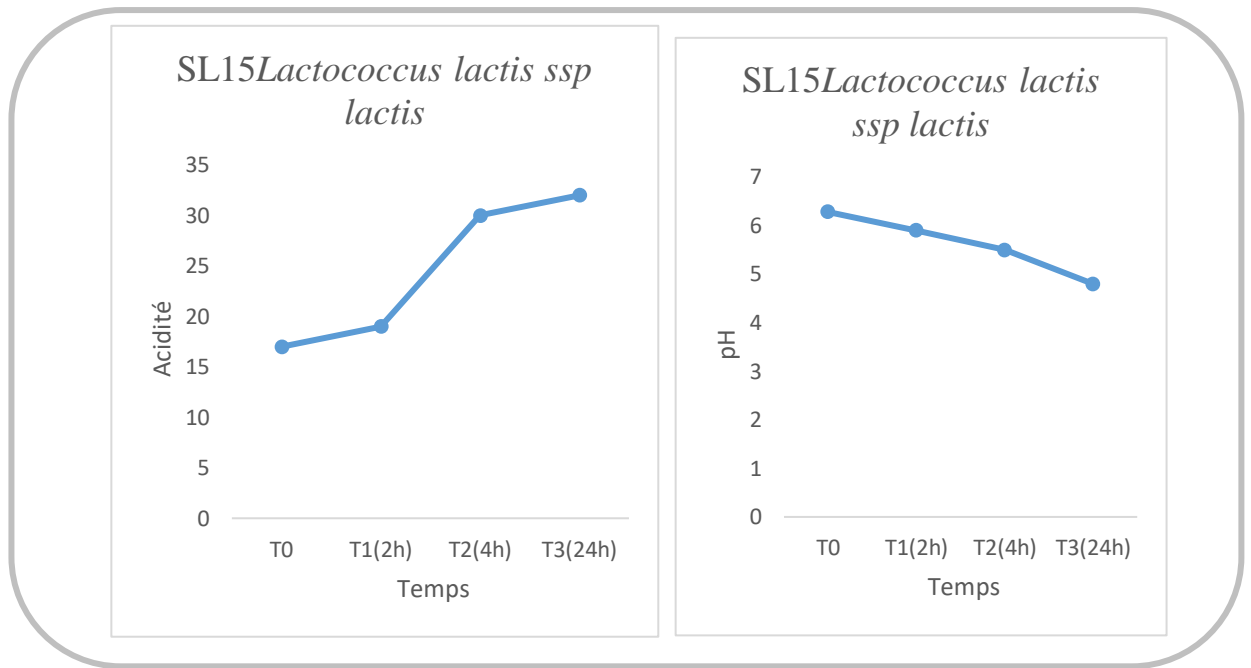


Figure12 : Courbes du suivi de l'évolution du pH et de l'acidité des souches appartenant aux genres *Lactococcus* et *Enterococcus* incorporées dans le Lait écrémé.

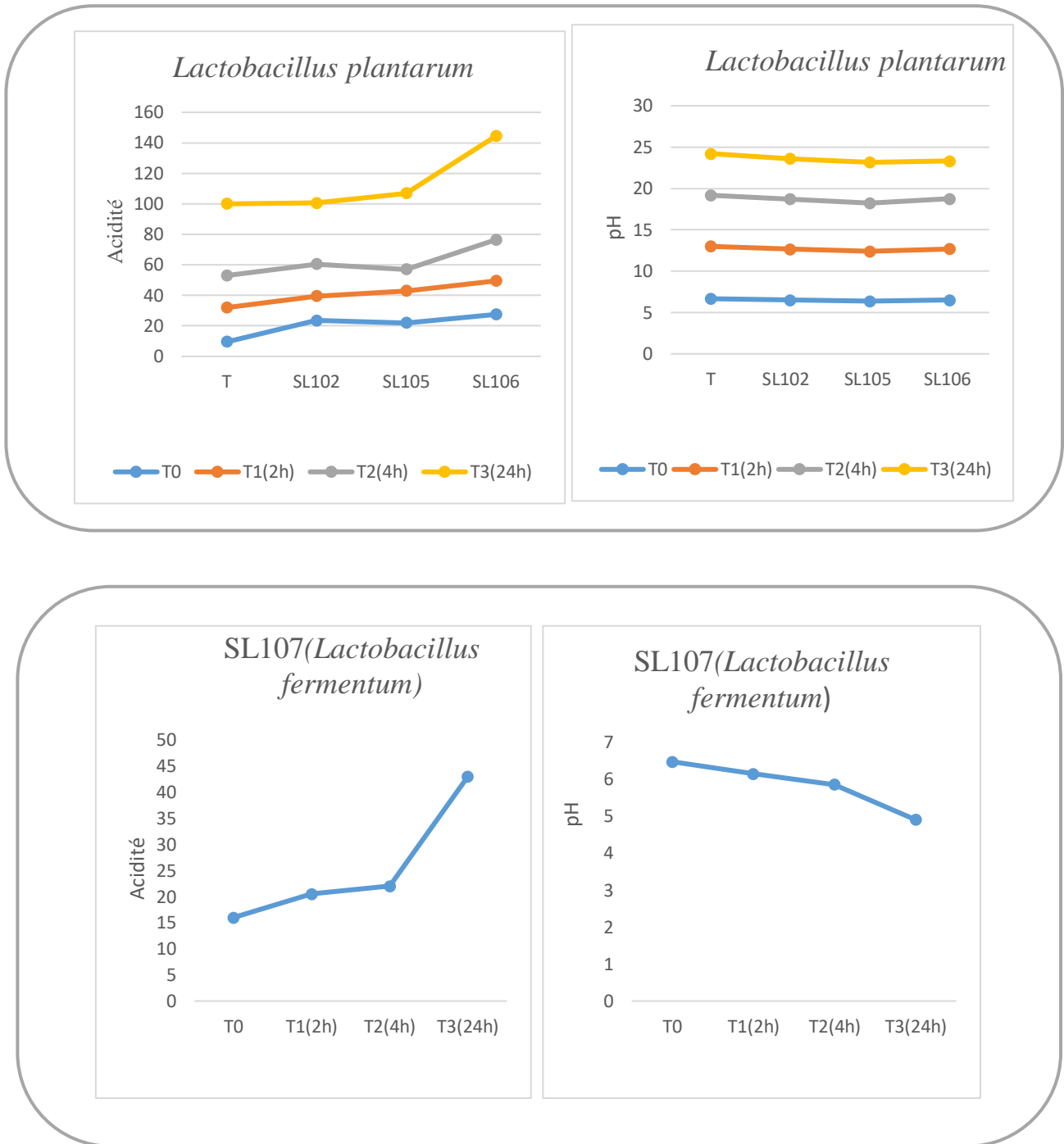


Figure 13 : Courbes du suivi de l'évolution du pH et l'acidité de souches appartenant au *Lactobacillus* incorporées dans le lait écrémé

III.5. Résultats du potentiel coagulant

Ce potentiel est essentiel pour la sélection de la bonne souche pour obtenir les propriétés souhaitées dans la production de dérivés laitiers.

D'après la mesure le taux du lactosérum et le temps de coagulation, on a constaté que la coagulation du lait écrémé (10%) par les souches qui appartiennent aux espèces : *Lactococcus lactis ssp lactis* (SL15) , *Lactobacillus plantarum* (SL106) et *Lactobacillus fermentum* (S107) (Sdonne une quantité importante de la synérèse avec des valeurs 50 %, 44% et 75% respectivement plus élevées de celles trouvées chez les autres souches qui appartiennent à l'espèces *Enterococcus faecium* (SL9) dont la valeur la plus élevée est 10%.

Et pour lait de chèvre, on a constaté que la coagulation par les souches qui appartiennent aux espèces :*Lactococcus lactis ssp lactis* (SL15)et *Lactobacillus fermentum* (SL106/S107)donne une quantité importante de la synérèse avec des valeurs, 46% et 20% respectivement plus élevées de celles trouvées chez les souches des autres espèces *Enterococcus faecium* (SL9)et *Lactobacillus plantarum* (SL105)donne une quantité de la synérèse avec des valeurs 12%et 5% respectivement .

Ainsi Nous avons noté que les souches qui ont un taux de la synérèse plus de 15%, L'aspect de leur caillé est différent de ceux obtenus avec les souches qui ont un taux plus faible et qui ont un aspect ferme et très visqueux. **Madhubasani et al. (2020)** ont rapportés que la quantité élevée de la synérèse est un signe de défaut de la qualité du produit laitier, réduit la DLC de ce produit laitier et le rend indésirable par le consommateur.

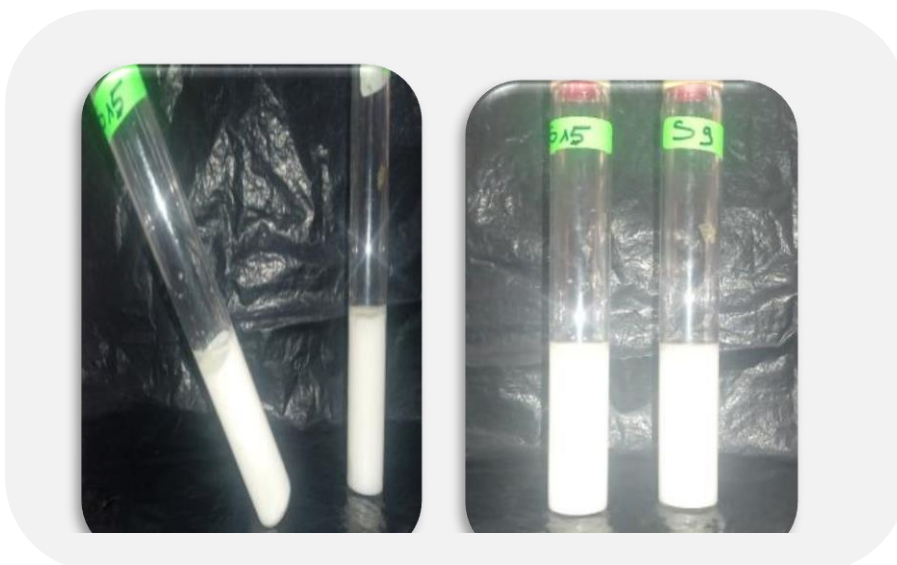


Figure 14 : résultat coagulation du lait dans les tubes de levain



Figure 15 : Coagulation du lait écrémé ensemencé par les souches appartenant au genre *Lactobacillus*



Figure16 : Résultat de coagulation du lait écrémé ensemencé par les souches appartenant au genre *Enterococcus* et *Lactococcus*



Figure17 : Résultat de coagulation du lait de chèvre ensemencé par les souches appartenant au genre *Enterococcus* et *Lactococcus*



Figure18 : Résultat de coagulation du lait de chèvre ensemencé par les souches appartenant au genre *Lactobacillus*

III.6. Résultats du dénombrement des germes de contamination

D'après les résultats du contrôle microbiologique du produit fini obtenu (lait coagulé), on constate une absence totale la charge microbienne pour tous les germes recherchés pour le laitensemencé par certaines souches. Et dans certaines autres, nous avons constaté dans certains cas, et dans d'autre cas, il y des germes la présence des germes mais leur nombre est inférieur aux normes. Ces résultats reflètent la bonne qualité hygiénique et révèlent l'efficacité du traitement thermique, la bonne qualité de la matière première et que la préparation du lait coagulé a été faite dans des conditions hygiéniques. Les résultats obtenus sont mentionnés en **Tableau 12et13**.

III.6.1. *Staphylococcus aureus*

Les résultats de l'examen macroscopique pour *Staphylococcus aureus* sur gélose Chapman montrent l'absence de *Staphylococcus aureus* (figure 25).



Figure 19 : L'aspect macroscopique de *Staphylococcus aureus* sur milieu Chapman.

Tableau 12 : Résultat de dénombrement des germes recherchés et dénombrés de contamination dans le produit fini ‘‘ lait fermenté préparé à base du lait écrémé « lait écrémé ».

Les espèces	Cod	coliformes totaux	Coliformes fécaux	levures et moisissures	<i>Staphylococcus aureus</i>	Flore mésophile totale
<i>Enterococcus faecium</i>	SL9	5 .10 ²	5x10 ²	6.5x10 ³	10 ³	8.4x10 ³
<i>Enterococcus faecium</i>	SL14	4,5x10 ²	4,5x10 ²	4.5x10 ¹	Abs	5.9x10 ²
<i>Enterococcus faecium</i>	SL21	Abs	Abs	6x10 ²	Abs	6x10 ¹
<i>Lactococcus lactis ssp lactis</i>	SL15	Abs	Abs	6x10 ²	Abs	4.9x10 ³
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL 102	10 ⁴	2x10 ⁴	Abs	Abs	Abs
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL 105	3x10 ²	2x10 ³	1.1x10 ¹	Abs	10 ²
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL 106	1,5x10 ²	1,5x10 ³	Abs	Abs	Abs
<i>Lactobacillus fermentum</i>	SL 107	2.7x10 ³	10 ⁴	10 ¹	Abs	2.5x10 ²

Tableau 13 : résultat des germes recherchés et dénombrés dans le produit fini ‘‘ lait fermenté préparé à base du lait de chèvre.

L'espèce	Cod	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	levures et moisissures	<i>Staphylococcus aureus</i>	Flore mésophile totale
<i>Enterococcus faecium</i>	SL9	Abs	Abs	2. 10 ²	Abs	7x10 ³
<i>Enterococcus faecium</i>	SL14	Abs	2x10 ²	2x10 ²	Abs	10 ²
<i>Enterococcus faecium</i>	SL21	Abs	Abs	4x10 ²	Abs	4x10 ²
<i>Lactococcus lactis ssp lactis</i>	SL15	Abs	Abs	3x10 ²	Abs	4x10 ²
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL102	Abs	3x10 ³	2x10 ²	Abs	4x10 ²
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL105	4x10 ²	Abs	3x10 ²	Abs	6x10 ²
<i>Lactobacillus plantarum</i>	SL106	2x10 ¹	3x10 ³	2x10 ²	Abs	9x10 ³
<i>Lactobacillus fermentum</i>	SL107	5x10 ¹	2x10 ³	6x10 ²	Abs	4x10 ¹

III.7. Résultat d'étude physico-chimique de lait de chèvre

Pour confirmer la bonne qualité du lait de chèvre, avant d'ensemencer les souches dans le lait. Nous avons analysé deux échantillons de lait de chèvre deux répétitions ont été faite pour chaque échantillon et calculer la moyenne des résultats (**Tableau14**).

Tableau14 : les résultats des paramètres physico-chimiques de lait de chèvre par 100 ml.

Les paramètres	Echantillon 1	Echantillon 2
Lactose	4.55	3.73
pH	6.44	6.86
Point de congélation	0.530	0.429
Matière minérale	9.48	7.145
Matière grasse	3.41	4.12
Densité %	1029.5	1019.14
Taux de cendre	5.29	3.43
Matière sèche	0.66	0.55
Protéine	2.9	2.15

Conclusion

Depuis plusieurs siècles, les bactéries lactiques sont empiriquement utilisées dans la fabrication de nombreux aliments fermentés tels que les produits laitiers. Leur utilisation industrielle a un intérêt particulier car elles permettent ; améliorer les caractéristiques organoleptiques de différents produits alimentaires tels que le goût, la saveur, la texture et arôme. Parmi les produits qui bénéficient de leur action, on peut citer le lait fermenté, le yaourt, le fromage, lait coagulé, le pain et les produits carnés.

L'objectif de notre travail consiste en premier lieu à caractériser la préparation d'un lait fermenté à base des souches lactiques isolées localement et par l'utilisation deux types du lait (lait écrémé et lait de chèvre), puis étudier la cinétique d'acidification au cours de la fermentation, l'activité coagulante des souches et la qualité microbiologique du produit fini obtenu « lait coagulé ». Huit souches lactiques ont été testées (*Lactobacillus plantarum*, *lactobacillus fermentum*, *Enterococcus faecium*, *Lactococcus lactis ssp lactis*).

En perspectives, nous envisageons :

L'utilisation du lait de chèvre dans l'industrie avec le lait de vache, en raison de ses avantages.
Introduire les *Lactobacillus* à la préparation des produits laitiers tels que yaourt.

Références bibliographiques

A

- **Abhyankar, P. S., Gunjal, A. B., Kapadnis, B. P., and Ambade, S. V. (2022).** Potential of Lactic Acid Bacteria in Plant Growth Promotion. *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika*, 36(4), 326-329. <https://arccjournals.com/journal/bhartiya-krishi-anusandhan-patrika/>.
- **Ameen, S.M., Caruso, G. (2017).** Lactic Acid and Lactic Acid Bacteria: Current Use and Perspectives in the Food and Beverage Industry. In: Ameen, S.M., Caruso, G. (Eds.). *Lactic Acid in the Food Industry*. Springer International Publishing AG, Switzerland, pp. 33-41.
- **Amiot J, Fournier S, Lebœuf Y, Paquin P, Simpson R, Turgeon H (2002)** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait. In : Vignola CL Fondation de technologie laitière du Quebec Inc. *Science et technologie du lait, Transformation du lait*. Chapitre 1, pp 173.
- **Amroun TT, Zerrouki N (2014)** Caractérisation de la composition biochimique du lait de chèvres kabyles élevées en région montagneuse en Algérie. *Rencontres Recherche Ruminants* 21: 293.
- **Axelsson, L. (2004).** Lactic Acid Bacteria: classification and physiology. In: Salminen, S., von Wright, A., Ouwehand, A. (Eds.). *Lactic Acid Bacteria: microbiology and functional aspects*. Marcel Dekker, Inc., New York, pp.1-66

B

- **Barth CA, Behnke U (1997)** Nutritional significance of whey and whey components. *Nahrung* 41: 212.
- **Béal et Sodini, 2012.** fabrication des yaourts et des laits fermentés, techniques de l'ingénieur, paris France
- **Bekhouche, F, 2006,** bactéries lactique du lait cru de vache et microorganismes pectinolytiques des olives noires et vertes : 1, isolement et identification biochimique, 2, évaluation et optimisation de la production d'enzyme polygalacturonase, thèse de doctorat. Université de Mentouri Constantine institut de la nutrition de l'alimentation et de technologies agro-alimentaires ,149p
- **Benkrizi . N, 2019 .**Caractérisation biochimique et microbiologique des laits de chèvre : variabilité saisonnière et aptitudes technologiques. Thèse doctorat .MOSTAGANEM.
- **BHATTARAI R.R (2012).**importance of goat milk. *Journal of food science and technology*, vol.7 (107-109).

- **BOUCHIBANE .M**, 2023. Identification des bactéries lactiques isolées des produits laitiers artisanaux : Aptitudes technologiques et essais de fabrication d'un lait fermenté. Thèse doctorat, UNIVERSITÉ ABDELHAMID IBN BADIS. MOSTAGANEM.pdf, 128p.
- **BOUCHIBANE.M, BENAIIA Y., CHERIGUENE, A., Fadela, C., and Djamel, A. S. (2022)**. *Evaluation of the physico-chemical and microbiological parameters of a yogurt prepared from goat and sheep milk during storage*. 4.
- **Boumendjel M, Feknoun N, Mekideche F, Dalichaouche N, Feknous I, Touafchia L, Metlaoui N, Zenki R (2017)** Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du nord-est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. Algerian Journal of Natural Products 5 (2) :492506.
- **Bouton Y, Guyot P, Beuvier E. 2007**. Diversité génomique et temporelle des flores lactobacilles, bactéries propioniques et entérocoques isolées de laits crus. Colloque SFM, 7 novembre, Paris.
- **Boza J, SanzSampelayo MR (1997)** Nutritional aspect of goat milk, Ann. Acad. Cienc. Vet. Andal. Orient. 10 :109139.

C

- **Callon C, Duthoit F, Delbes C, Ferrand M, Lefrileux Y, De Cremoux R, Montel MC. 2007**. Stability of microbial communities in goat milk during a lactation year : Molecular approaches. Syst. Appl. Microbiol. 30, 547-560.
- **Callon C., Millet L., Montel M.C. 2004**. Diversity of lactic acid bacteria isolated from AOC Salers Cheese. J.Dairy Res. 71(2) : 231-44.
- **Chandan RC, Attaie R, Sahani KM (1992)** Nutritional aspects of goat's milk and its products. In: Proceedings of 5 th International Conference on Goats, New Delhi, India 2 (2): 399420.
- **Chen, W., Hang, F. (2019)**. Lactic Acid Bacteria Starter. In: Chen Jiangnan, W. Lactic Acid Bacteria Bioengineering and Industrial Applications. Springer Nature Singapore Pte Ltd. and Science Press. pp. 93-144.
- **Chun-lei, Z., Jia-qi, L., Hai-tao, G., Jie, W., Ri-hua, X. (2014)**. Selection of exopolysaccharide-producing lactic acid bacteria isolates from Inner Mongolian traditional yoghurt. *Mljekarstvo*, 64(4), 254–260.
- **Collins et al. 1993**
- **Claeys LW, Verraes C, Cardoen S, De Block J, Huyghebaert A, Raes K, Dewettinck K, Herman L (2014)** Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of The nutritional and potential health benefits. Food Control 42: 188201.

- **COLLINS M. D., ASH C., FARROW J. A. E., WALLBRANKS S. and WILLIAMS M. (1989).** 16S ribosomal ribonucleic acid sequence analyses of lactococci and related taxa. Description of *Vagococcus fluvialis* gen nov.sp. nov. *Appl. Bacteriol.*, **67**,453-460.
- **Collins, F.W. J., Rea, M.C., Hill, C., Ross, R. P. (2019).** Antimicrobials from Lactic Acid Bacteria and Their Potential Applications. In: Vinderola, G., Ouwehand, A.C., Salminen, S. von Wright, A. Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects Fifth Edition. Taylor & Francis Group, LLC pp. 151-174.
- **Corrieu, G. & Luquet, F. M. (2008)** Bactéries lactiques : De la génétique au ferment. Paris : Édition Tec et Doc p. 849.

D

- **Daddaoua A, Puerta V, Requena P, MartinezFerez A, Guadix E, de Medina FS, Zarzuelo A, Suarez MD, Boza JJ, MartinezAugustin O (2006)** Goat milk oligosaccharides are anti-inflammatory in rats with hapten induced colitis. *J Nutr* 136: 672676.
- **Dalmasso M, Prestoz S, Rigobello V, Demarigny Y. 2008.** Evolution of raw cow milk microflora, especially lactococci, enterococci, leuconostocs and lactobacilli over a successive 12-day milking regime. *Int. J. Dairy Sci.* 3, 117-130.
- **DESMASURES, N et BEUVIER, E(2011),** Ce qu'il faut savoir avant d'intervenir sur les microflore des laits, In réseau fromages de terroirs,(15-26).2011.

F

- **FAO. (1990).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO/Alimentation et nutrition, 23p.
Firmicutes, cyanobacteria. 3eme Ed., Springer, New York, USA.
- **Franciosi, E., Settanni, L., Cavazza, A., and Poznanski, E. (2009).** Biodiversity and technological potential of wild lactic acid bacteria from raw cows' milk. *International Dairy Journal*, 19(1), 3-11. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.07.008>.

G

- **Garvie, E.I.(1984).** Separatio of species of the genus leuconostoc and differentiation of the *Leuconostocs* from other lactic and bacteria.Dans *Methods in Microbiology* NY, USA: T.Bergan, p.149-178.

- **Ghislaine, A.**, 2018. Caractérisation physicochimique, microbiologique et immunochimique des laits camelin et bovin d’Algérie. Activités antioxydante et antitoxique de la fermentation. Thèse doctorat. UNIVERSITE DJILLALI LIABES FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE, SIDI BEL ABBES.pdf.156p
- **Giraffa, G. (2014).** Overview of the ecology and biodiversity of the LAB. In: Holzapfel, W.H., Wood, B.J.B. (Eds.). Lactic acid bacteria: biodiversity and taxonomy. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, United Kingdom. pp. 45–54.
- **Gomez, A.M.P.and Malcata, F.X.** (1999). “Bifidobacterium sp and Lactobacillus acidophilus: biological, technological, biochemical and therapeutical properties relevant for use as probiotics” Trends in Food Science&Technology 10: 139-157.

H

- **Hachelaf W, Boulchrelda M, Benbouabdellah M, Coquin P, Desjeux J F, Boudraa G, Touhami M (1993)** Digestibilité des graisses du lait de chèvre chez des enfants présentant une malnutrition d’origine digestive. Comparaison avec le lait de vache, Lait 73:593599.
- **Haenlein GFW (2004)** Goat milk in human nutrition. Small Ruminant Research 51: 155163.
- **HAMMES P.W and HERTEL C. (2006).** The genera *Lactobacillus* and *Carnobacterium*; in: “Prokaryotes”, 4, Bacteria, Firmicutes, cyanobacteria. 3eme Ed.,Springer, New York, USA.
- Handbook of Milk of Nonbovine Mammals. Blackwell Publishing, Oxford, UK, pp. 34-58
- **Ho TNT, Tuan N, Deschamps A, Caubet R (2007)** Isolation and identification of lactic acid bacteria (LAB) of the Nem Chua fermented meat product of Vietnam. International
- **HOLZAPFEL W.H., FRANZ C.M.A., LUDWIG W., BACK W. and DICKS L.M. T. (2006).**The genera *Pediococcus* and *Tetragenococcus*; in : “Prokaryotes”, 4, Bacteria, firmicutes, cyanobacteria. 3eme Ed., Springer, New York, USA.
- **Holzapfel, W. H., Björkroth, J., Dicks, L. M. T. (2009).** Genus I. *Leuconostoc*. In : De Vos, P., Garrity, G. M., Jones, D., Krieg, N. R., Ludwig, W., Rainey, F. A., Schleifer, K-H., Whitman, W. B. (eds.). *Bergey's manual of Systematic Bacteriology* 2 ed., Vol. 3, Springer, pp. 624-634.

L

- **L´opezAliaga I, D´iazCastro J, Alf´erez M, Barrionuevo M, Campos M S A (2010)** Review of the nutritional and health aspects of goat milk in cases of intestinal resection. *Dairy science & technology* 90: 661.
- **LARPENT J.1991.** Microbiologie alimentaire, techniques de laboratoire. Edition : LAVOISIER, Paris.
- **Laurent S, Federigui M, Jouve JL (1998)** Manuel de bactériologie alimentaire. Polytechnica Paris pp. 307.
- **Leahy S. C., Higgins D. G., Fitzgerald G. F. and Van Sinderen D. (2005).** Getting better with bifidobacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 98 pp: 1303-1315. Leatherhead Food Research, 2009.
- **Leveau, J.Y. et Bouix, M. (1993).** Les levures. Dans : Microbiologie industrielle, les micro- organismes d´intérêt industriel. Eds.Tech. et Doc. Lavoisier. Paris, pp : 2-39.
- **Liu, W., Pang, H., Zhang, H., Cai, Y. (2014).** Biodiversity of Lactic Acid Bacteria. In: Zhang, H., Cai, Y. (eds.), *Lactic Acid Bacteria: Fundamentals and Practice*. Springer Dordrecht Heidelberg New York London. pp. 103-204.

M

- **MartinezFerez A, Rudloff S, Guadix A., Henkel G A, Pohlentz G, Boza, J J, Guadix E M, Kunz C (2006)** Goat´s milk as a natural source of lactosederived oligosaccharides: Isolation by membrane technology. *Int. Dairy J.* 16: 173181.
- **Mattarelli Paola et Biavati Bruno. (2014).** the genera *Bifidobacterium*, *Parascardovia* and *Scardovia*. *Lactic acid bacteria, Biodiversity and taxonomy*. John Wiley ET Sons, LTd: 509-541. UK.
- **MEDJOUJ, H(2018).** Contribution à l´étude pour la caractérisation du fromage traditionnel « Bouhezza » au lait de chèvre. Thèse de Doctorat, institut de la nutrition, de l´alimentation et des technologies agro-alimentaires, Constantine, 148p.
- **MM.Chr.Barthel.c,Besana .W,Conn.N,Gerber, 1909** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. *Revue*,volume VIII, 153-177p
- **Mokoena, M. P. (2017).** Lactic Acid Bacteria and Their Bacteriocins: Classification, Biosynthesis and Applications against Uropathogens: A Mini-Review. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 22(8), 1255.

- **MoraGutierrez A, Kumosinski TF, Farrell HM (1991)** Quantification of α 1casein in goat milk from FrenchAlpine and AngloNubian breeds using reversedphase high performance liquid chromatography. *Journal of Dairy Science* 74: 33033307.

N

- **NA 15174, ISO 6887-4, 2017) NA 15174 : ISO 6887-4. (2017).** Microbiologie de la chaîne alimentaire, Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique—. NORME INTERNATIONALE ISO.
- Nunez Sanchez N, Martinez Marin AL, Polvillo O, FernandezCabanas VM, Carrizosa J, Urrutia B, Serradilla JM (2016) Near infrared spectroscopy (NIRS) for determination of milk fat fatty acid profile of g.

P

- **Papadimitriou, K., Alegría, Á., Bron, P. A., Angelis, M. De, Gobbetti, M., Kleerebezem, M., ... Kok, J. (2016).** Stress physiology of lactic acid bacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 80 (3), 837–890.
- **Park YW (2006)** Goat milkchemistry and nutrition. In: Park YW, Haenlein GFW (Eds).
- **Park YW, Juarez M, Ramos M, Haenlein GFW (2007)** physicochemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 68: 88113.
- **Pilet M F, Magras C, Federighi M (2005)** Bactéries lactique. In : Federighi M (2ème Ed). Bactériologie alimentaire. Economica. 219240. Polysis. Agric.biol. chem. 9 (11) : 21152122.
- **PILET M. F., MAGRAS C. et PEDERIGHI M. (1998).** Bactéries lactiques ; in : « Manuel de Bactériologie Alimentaire ». Ed. POLYTECHNICA
- **POT B. (2008).** The taxonomy of lactic acid Bactéria ; in : « Bactéris lactiques, de la génétique aux ferments ». Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.

R

- **Reddy, G., Altaf, M., Naveena, B. J., Venkateshwar, M., Kumar, E. V. (2008).** Amylolytic bacterial lactic acid fermentation - a review. *Biotechnology advances*, 26(1), 22–34.
- **Roberfroid M (2001)** Prebiotics: preferential substrates for specific germs. *American Journal of Clinical Nutrition* 73 (suppl): 406S409S.

S

- **Samelis, J., Maurogenakis, and F., Metaxopoulos, J. (1994).** Characterisation of lactic acid bacteria isolated from naturally fermented Greek dry salami. *International Journal of Food Microbiology*, 23(2), 179-196. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(94\)90051-5](https://doi.org/10.1016/0168-1605(94)90051-5)
- **Schleifer K.H., (1987).** Recent changes in the taxonomy of lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Letters*. 46: 201-203.
- **Siegmund H, Rechinger KB, Jakobsen M (2000)** Dynamic changes of intracellular pH in individual lactic acid bacterium cells in response to a rapid drop in extracellular pH. *Appl Environ Microbiol* 66: 2330-2335
- **Siegmund, H., Rechinger, KB. Jakobsen, M., (2000).** Dynamic changes of intracellular pH in individual lactic acid bacterium cells, in response to a rapid drop in extracellular pH. *Appl Environ Microbiol* 14 P

T

- **Tahlaiti, H. 2019.** Etude des propriétés technologiques et inhibitrices de bactéries lactiques isolées à partir de blé fermenté. Thèse doctorat MOSTAGANEM.
- **Tamime AY (2002)** Microbiology of starter cultures. In: Robinson RK (3eEd). *Dairy microbiology handbook*. John Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 261-366.
- **Todorov S.V., et Diks L.M.T. (2005).** Production of bacteriocin ST33LD, produced by *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *Mesenteroides*, as recorded in the presence of different medium components. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 21 : 1585-1590.

V

- **Vandamme, P., De Bruyne, K., Pot, B. (2014).** Phylogenetics and systematics. In: Holzappel, W.H., Wood, B.J.B. (Eds). *Lactic acid bacteria: biodiversity and taxonomy*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, United Kingdom. pp. 31-44.

W

- **Wallace, T. D., Bradley, S., Buckley, N. D. & Green-Johnson, J. H. (2003).** Interactions of lactic acid bacteria with human intestinal epithelial cells: Effects on cytokine production. *Journal of Food Protection* 2003. Vol. 66 (3) : 466-472
- **Whiley R.A ET Hardie J.M. (2009).** Genus *Streptococcus* Rosenbach 1884, 22AL. In: De Vos, P; Garrity G., Jones D *et al.* (eds), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd edn, Vol3. New York : Springer. 655-711.

- **Wijtzes, T., Bruggeman, M., Nout, M., Zwwierering, M.**(1997). A computerized system for the identification of lactic acid bacteria. *J.Food.Microbiol*, vvol, 38n°1, p, 65-70 Workshop on Food Safety and Processing Technology pp.134142

Z

- **Zamfir et al. 2006.** Zamfir M, Vananneyt M, Makras L, Vaningelgem F, Lefebvre K, Pot B, Swings J, Devuyst L. 2006. Biodiversity of lactic acid bacteria in Romanin dairy products. *Syst.Appl.Microbiol.*, 29;487-495.
- **Zhang H. et Cai Y..2014.** Lactic Acid Bacteria Fundamentals and Practice. Springer Dordrecht Heidelberg New York London P: 535

Annexes

I. Milieux de culture

I.1. Gélose MRS (Quantité en g)

- Peptone 10
- Extrait de viande 8,0
- Extrait de levure 4,0
- D(+)-Glucose 20
- Dipotassium hydrogen phosphate 2,0
- Acétate de sodium trihydraté 5,0
- Citrate triammonique 2,0
- Sulfate de magnésium heptahydraté 0,2
- Sulfate de manganèse tetrahydraté 0,05
- Agar 15
- Tween 80 : 1 mL
- Eau distillée qsp 1L
- pH 6.5 +/- 0.2 à 37 °C. Autoclavage à 121 °C pendant 15min

I.2. Milieu PCA

- Tryptone 5g
- Extrait de levure 2.5g
- Glucose 1g
- Agar 15g
- Pendant 15min.
- L'eau distillé 1L

I.3. Milieu OGA

- Extrait de levure 5g
- Glucose 20g
- Agar 15g
- Ph : 6.9 + -à25C°

I.4. Milieu VRBL Pour 1 litre

- Peptone 7g
- Extrait de levure 3 g
- Lactose 10g
- Sels biliaires 1,5 g
- Chlorure de sodium 5 g
- Rouge neutre 0.03 g
- Cristal violet 0.002g
- Agar Agar 15g pH du milieu 25°C : 7,4 ± 0,2.

I.5. Phénolphtaléine :

- Phénolphtaléine 1g
- Ethanol 10ml

I.6.TSE (tryptone-sel-eau)

- Chlorure de sodium (NaCl) 9g
- Tryptone 1g
- L'eau distillé 1L
- Stérilisé par autoclavage a 120C° pendant 15 min

I.7.Milieu Chapman :

- Peptone 10g
- Extrait de bouf 1g
- D.Mannitol 10g
- Rouge de phénol 25mg
- Agar Agar 15g
- Ph =7

Tableau15 : les résultats du pH et de l'acidité du lait de chèvre ensemencé par les souches lactiques appartenant au genre *Lactobacillus*.

	lait de chèvre							
	SL102 (<i>Lactobacillus plantarum</i>)		SL105 (<i>Lactobacillus plantarum</i>)		SL106 (<i>Lactobacillus plantarum</i>)		SL107 (<i>Lactobacillus fermentum</i>)	
	pH	Acidité	pH	Acidité	pH	Acidité	pH	Acidité
T0	5,86	22	6,18	24	5,95	20	6,02	25
T1 (2h)	5,76	25	6,06	28	5,9	23	5,98	28
T2 (4h)	5,49	28	5,71	32	5,59	28	5,76	33
T3 (6h)	5,47	35	5,23	37	5,57	33	5,68	35
T4 (24h)	5,01	49	3,98	63	5,2	46	4,87	57

Tableau 16 : les résultats de pH et acidité de lait de chèvreensemencé par les souches lactiques appartenant aux genres *Lactococcus* et *Enterococcus* .

	lait de chèvre							
	SL9 (<i>Enterococcus faecium</i>)		SL14 (<i>Enterococcus faecium</i>)		SL15 (<i>Lactococcus lactis ssp lactis</i>)		SL21 (<i>Enterococcus faecium</i>)	
	pH	Acidité	pH	Acidité	pH	Acidité	pH	Acidité
T0	5,98	25	6,08	21	6,09	16	6,02	15
T1 (2h)	5,82	28	6	25	5,93	20	5,8	27
T3 (4h)	5,62	26	5,8	23	5,7	24	5,67	20,1
T4 (6h)	5,54	35	5,7	30	5,6	25	5,6	30
T5 (24h)	4,99	40	4,97	53	5,01	44	5,09	38

Tableau17 : les résultats de pH et acidité de lait écréméensemencé par les souches lactiques appartenant au genre *Lactobacillus*.

	Lait écrémé									
	T		SL102 (<i>Lactobacillus plantarum</i>)		SL105 (<i>Lactobacillus plantarum</i>)		SL106 (<i>Lactobacillus plantarum</i>)		SL107 (<i>Lactobacillus fermentum</i>)	
	Ph	acidité	Ph	acidité	Ph	acidité	Ph	acidité	Ph	acidité
T0	6,67	9,5	6,5	23,5	6,38	22	6,5	27,5	6,47	16
T1 (2h)	6,33	22,5	6,17	16	6,03	21	6,18	22	6,14	20,5
T2 (4h)	6,18	21	6,04	21	5,82	14	6,07	27	5,85	22

T3 (24h)	5,04	47	4,9	40	4,93	50	4,56	68	4,9	43
-------------	------	----	-----	----	------	----	------	----	-----	----

Tableau 18 : les résultats de ph et acidité de lait de écrémé ensemencé par les souches lactiques appartenant aux genres *Lactococcus* et *Enterococcus*.

T	les Coques (lait écrémé)									
	SL9 (<i>Enterococcus faecium</i>)		SL14 (<i>Enterococcus faecium</i>)		SL15 (<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>lactis</i>)		SL21 (<i>Enterococcus faecium</i>)			
	Ph	acidité	Ph	acidité	Ph	acidité	Ph	acidité	Ph	acidité
T0	6,67	9,5	6,38	20	6,37	17	6,28	17	6,28	20
T1 (2h)	6,33	22,5	6,14	20	6,15	16	5,9	19	5,88	22
T2 (4h)	6,18	21	5,97	21,5	5,79	30	5,5	30	5,55	34
T3 (24h)	5,04	47	5,12	40	5,07	41	4,8	32	4,61	46

Tableau19 : les résultats de pré enrochement de staphylococcus aureus (lait de chèvre)

Les dilutions	les souches coques				les souches bacille				
	SL9	SL14	SL15	SL21	SL102	SL105	SL106	SL107	
10-3	+	+	+	+	-	+	+	-	
10-4	+	+	+	-	-	-	-	-	
10-5	+	+	+	+	-	-	-	-	



Figure 20 : l'appareil de vortex (stuart)



Figure21 : Mesure de l'acidité titrable



Figure 30 : l'appareille lactodensimètre « lactoscan (ultrasonic,N° :16161) ».



Figure 31 : l'appareil pH-mètre (HANNA Instruments)