



République Algérienne Démocratique et Populaire
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
Faculté Des Sciences de La Nature et de La Vie
Département de Biologie

UNIVERSITÉ
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de
MASTER EN SCIENCE BIOLOGIQUE

Spécialité : Microbiologie Appliquée
 Par
DEMBELE ZENABOU

Thème :

***Contrôle de qualité des produits alimentaires traditionnels
 d'origine bio et isolement des ferments lactiques***

Soutenu le 06/06/2024...
devant le jury composé de :

Président	SIDHOUM Warda	MC	Université de Mostaganem
Encadreur	BAHLOUL Halima	MCB	Université de Mostaganem
Examineur	BOUABSA Foufa	MAB	Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2023/2024

Remerciement

Je commence par exprimer ma plus profonde gratitude à Allah, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la force, la sagesse et les conseils nécessaires pour mener bien cette étude.

J'exprime ma sincère gratitude à mon estimé superviseur, Mme Bahloul pour ses précieux conseils et son soutien tout au long de ce travail.

Je voudrais également exprimer ma sincère gratitude aux estimés membres du jury pour leur temps, leur considération et leurs précieuses idées.

Je suis profondément reconnaissante envers mes professeurs de L3 pour leur enseignement et leur mentorat exceptionnels. Leur passion pour leurs matières et leur engagement à favoriser un environnement d'apprentissage stimulant qui ont éveillé ma curiosité et alimenté ma croissance académique.

Je tiens également à exprimer ma vive à notre technicien de laboratoire, Monsieur Ben Bouziane Djilali, pour son soutien et son dévouement sans faille. Sa volonté de partager ses vastes connaissances et son expertise a joué un rôle déterminant dans mon développement en tant que futur technicien de laboratoire. Je suis particulièrement reconnaissant pour sa confiance en mes capacités, sa gentillesse et sa volonté de faire le maximum pour assurer ma réussite.

J'exprime ma plus profonde gratitude à ma famille élargie, les familles Dembélé et Sackoné à Mopti, pour leur amour et leur soutien indéfectibles tout au long de mon voyage. Leurs encouragements et leurs prières ont été une source de force et d'inspiration.

Je tiens également à exprimer ma sincère gratitude à mes professeurs du lycée Mamadou SANOGO pour leurs contributions inestimables à ma fondation académique. Leur dévouement et leur passion pour l'enseignement m'ont inculqué un amour permanent pour l'apprentissage. Je remercie particulièrement Mamadou CISSE pour ses conseils avisés et Madou BALLO pour avoir attisé ma passion pour la biologie, sujet qui continue de me passionner aujourd'hui.

J'adresse ma profonde gratitude à mon beau-frère, Boubacar DIARRA, pour ses encouragements et son soutien indéfectibles. Ses mots d'encouragement ont été une source de motivation dans les moments difficiles.

J'exprime ma sincère gratitude à Abou Siddiq Dr Bilal Issa Touré pour Ses paroles de sagesse qui m'ont apporté force et inspiration tout au long de mon parcours.

Je tiens à remercier Adama Keita pour son aide précieux dans la rédaction de ce document.

Dédicace

À mon père, Abdoullah

Je dédie ce travail à mon père, Abdoullah, qui s'est battu avec acharnement pour me permettre de poursuivre mes études en Algérie. Son dévouement et ses sacrifices ont été la pierre angulaire de mon parcours, et je lui suis infiniment reconnaissante pour son soutien indéfectible.

À ma mère, Halima Sackoné

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à ma mère, Halima Sackoné, dont les prières et la présence constante, malgré la distance, ont été une source d'inspiration et de réconfort inestimables. Son amour inconditionnel et ses encouragements m'ont donné la force de persévérer dans les moments difficiles.

À mon professeur, Mamadou Sanogo

Je suis reconnaissante envers mon professeur, Mamadou Sanogo, pour sa motivation contagieuse et ses précieux conseils qui ont contribué à nourrir ma passion pour l'apprentissage. Son enseignement éclairé a joué un rôle déterminant dans mon épanouissement intellectuel.

À mon oncle, Abdoul Aziz

Je dédie également ce travail à mon oncle, Abdoul Aziz, un homme d'une grande sagesse et d'une bonté exceptionnelle. Sa présence constante à chaque étape de ma vie, ses conseils avisés et son écoute attentive ont été un guide précieux. Je lui suis infiniment reconnaissant pour son amour inconditionnel et sa protection indéfectible.

À ma grande sœur, Fatoumata DEMBELE et sa famille

J'adresse mes sincères remerciements à ma grande sœur, Fatoumata DEMBELE, et à sa famille pour leur soutien indéfectible tout au long de mon parcours. Leur présence bienveillante et leurs encouragements m'ont apporté beaucoup de réconfort et de motivation.

À mes sœurs et frères

Je suis également reconnaissante envers mes sœurs, Fatoumata, Aïssata et Dily, et mes frères, Amadou, Aboubacar et Mohamed, pour leur amour fraternel et leur soutien indéfectible. Leurs encouragements et leur présence dans ma vie ont été une source de joie et de motivation constantes.

À ma famille Dembélé et Sackoné

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à l'ensemble de ma famille Dembélé et Sackoné, tontons, tantes, cousins, cousines, neveux et nièces, pour leur amour inconditionnel et leur soutien indéfectible. Leurs encouragements et leur présence dans ma vie ont été une source de joie et de motivation constantes.

À ma grand-mère, Aminatou Cissé

Je dédie ce travail à ma grand-mère, Aminatou Cissé, qui a joué un rôle déterminant dans mon éducation et mon développement personnel. Sa sagesse, son amour inconditionnel et ses conseils avisés m'ont guidé tout au long de ma vie. Je suis infiniment reconnaissant pour son soutien indéfectible et sa présence constante dans ma vie.

À mon oustaz, Abou Moudjaddid Abd Rahman Afou Sylla

Je suis reconnaissante envers mon oustaz, Abou Moudjaddid Abd Rahman Afou Sylla, pour son mentorat précieux ses encouragements m'ont permis de persévérer et de réussir.

À ma "maman" Tchine

Je dédie ce travail à Tchine, une femme extraordinaire qui m'a appris le sens de l'amour maternel et du sacrifice.

Table de tableaux

Tableau 1 : Qualité physicochimique du lait de chèvre (KOURI,2019).....	7
Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques du Jben (GuetouacùMhe et <i>al.</i> , 2015)	16
Tableau 3 : Différent type de lactosérum. (Adrian et al., 1991, Tanguy,2018)	19
Tableau 4 : Composition moyenne du lactosérum ((Chatzipaschali et <i>al.</i> , 2012).....	20
Tableau 5 Différents genres de bactéries lactiques et leur caractéristique d'identification (Boubekeur,2018).....	28
Tableau 6 : Les Principales souches utilisées comme ferments lactiques et leurs produits	31
Tableau 7 : Matériel et produit	32
Tableau 8 : Germes de contamination et leur milieu sélectif	37
Tableau 9 : Type d'antibiotique utilisé pour l'antibiogramme.....	43
Tableau 10 : Résultats de l'analyse physico-chimique lait de chèvre	45
Tableau 11 : Résultats de l'analyse physicochimique du fromage	46
Tableau 12 : Résultats de l'analyse physicochimique du lactosérum	46
Tableau 13 : Résultats de l'analyse microbiologique du lait de chèvre	47
Tableau 14 : Résultats de l'analyse microbiologiques du lactosérum.....	47
Tableau 15 : Résultats de l'analyse physico-chimique lait de chèvre	47
Tableau 16 : Résultats d'antibiotique	57
Tableau 17 : Récapitulatif des tests	58
Tableau 18 : Espèce et genre des isolats	60

Tables des figures

Figure 1 : Fromage « Jben » (Khater et Ghefar, 2017)	12
Figure 2 : fromage traditionnel « Ighounane » (Tabèche., 2009).....	13
Figure 3 : Fromage traditionnel « Aghoughlou » (Tabèche., 2009).....	13
Figure 4 : Fromage « Klila frais	14
Figure 5 : Fromage « Bouhazza affiné »	14
Figure 6 : Méthode d'obtention de quelque fromage traditionnel en Algérie (Leksir,2019) ...	15
Figure 7 : Aspect d'un Jben artisanale Naâma. (Meghoufel ,2019).....	16
Figure 8 : fabrication du Jben (ZIANI et GATTOUT, 2008).	17
Figure 9 : Fabrication traditionnelle du jben	18
Figure 10 : Lactosérum.....	19
Figure 11 : Lactoscan SP Ultrasonic	33
Figure 12 : CDR FoodLab®.....	35
Figure 13 : Dessiccateur OHAUS MB27	36
Figure 14 : pH-mètre HI99161 de Hanna.....	36
Figure 15 : Equipement MIR de BRUKER.....	37
Figure 16 interprétation des résultats de contrôles de qualité	40
Figure 17 étapes de conservation des souches	44
Figure 18 : Aspect colonie sur M17	49
Figure 19 : Aspect des colonies sur MRS	50
Figure 20 : Observation microscopique	51
Figure 21 : Test d'oxydase	52
Figure 22 : Test de catalase	52
Figure 23 : Croissances à différentes températures.....	52
Figure 24 : Production acétoïne.....	53
Figure 25: Hydrolyse d'arginine	53
Figure 26 : Test du lait Sherman	54
Figure 27 : Type fermentaire	55
Figure 28 : Résultats à différentes % de NaCl	55
Figure 29 : Profil fermentaire	56
Figure 30 : Test d'antibiotique	57
Figure 31 : Schéma de différenciation entre les bactéries lactiques (Carr et <i>al.</i> ,2002).....	60

Liste des abréviations

ABS : Absence
ADH : Arginine dihydrolase
AFNOR : Association Française de la Normalisation
BCP : La gélose bromocrésol pourpre
CO₂ : Dioxyde de Carbone
D : Densité
D° : Degré Dornic
E. Coli : Escherichia coli
EPT : Eau peptonnée tamponnée
EST : Extrait Sec Total
F : Matière grasse
FAO : L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
FMP : produits laitiers fermentés
FP : Point de congélation
G+ C : Guanine+ Cytosine
GN : Gélose nutritive
H₂O₂ : Eau oxygénée
JORA : Journal Officiel de la République Algérienne
L : Lactose Méthode d'utilisation
LAB : bactérie lactique
Lb : Lactobacillus
Lc : Lactococcus
MG : Matière Grasse
MRS : Man-Rogosa et Sharp
NaCl : Chlorure de sodium
NaOH : Hydroxyde de sodium
NSLAB : bactéries lactiques non-starter
OGM : Organisme Génétiquement Modifié
OMS : l'Organisation Mondiale de la Santé.
P : Protéines ou Matière protéique
PCA : Plate Count Agar
PH : Potentiel d'hydrogène
CDR : Chemical Digital Reactor
RM : méthyl rouge
S : Matière sèche
S : Taux de matière minérale
Sp : Espèces
Ss : shigella, salmonella
Ssp : Sous espèces
T : Température
T° : Température
U.F.C: Unité formant colonie
VP : Voges proskauer
VRBG : Gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre)
VRBL : milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre)
XLD : Xylose-Lysine-Désoxycholate
µL : Microlitre

Résumé

Les produits laitiers biologiques traditionnels gagnent en popularité en raison de leurs bienfaits perçus pour la santé et de leur durabilité environnementale. Cependant, garantir la sécurité et la qualité de ces produits est crucial pour la protection des consommateurs. L'isolement de ferments lactiques, essentiels à la fermentation des produits laitiers et d'autres aliments traditionnels, joue un rôle clé dans ce processus.

Les études sur le contrôle de la qualité des produits bio et l'isolement de ferments lactiques s'appuient sur une variété de méthodes. Les analyses comprennent des tests microbiologiques pour garantir l'absence de contaminants et la conformité de nos échantillons selon la norme JORA 2017 et la mesure de paramètres physico-chimiques comme les teneurs en matières grasses, en matières protéiques, etc... dont les résultats ont été comparé aux normes AFNOR. L'isolement des ferments lactiques utilise des techniques telles que la dilution en série, l'isolement sur les milieux MRS et M17 ainsi l'observation microscopique, macroscopique et des tests physiologiques et biochimiques.

Cette étude visait à évaluer les caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des produits laitiers biologiques traditionnels, notamment le lait de chèvre, le fromage Jben et le lactosérum. Les résultats ont démontré que la plupart des échantillons répondaient aux normes établies pour les paramètres physico-chimiques et microbiologique, indiquant le respect des normes de qualité.

Cette conformité résulte des bonnes pratiques d'hygiène et de la présence naturelle de ferments lactiques, qui sont des micro-organismes indigènes réalisant la fermentation des aliments laitiers pour améliorer leur saveur, texture et conservation. Notre étude, impliquant des observations macroscopiques, microscopiques, ainsi que des tests physiologiques et biochimiques de nos isolats, nous a permis d'isoler 15 souches réparties entre 3 genres : *lactobacillus*, *Enterococcus* et *lactococcus*.

Mots clés : lait de chèvre, lactosérum, fromage Jben, produit bio, produits artisanaux, ferments lactiques.

ملخص

تكتسب منتجات الألبان العضوية التقليدية شعبية بسبب فوائدها الصحية المتصورة واستدامتها البيئية. ومع ذلك، فإن ضمان سلامة وجودة هذه المنتجات أمر بالغ الأهمية لحماية المستهلك. ويلعب عزل التخمرات اللبنية، الضرورية لتخمير منتجات الألبان وغيرها من الأطعمة التقليدية، دورًا رئيسيًا في هذه العملية.

تعتمد الدراسات المتعلقة بمراقبة جودة المنتجات العضوية وعزل التخمرات اللبنية على مجموعة متنوعة من الأساليب. وقياس JORA 2017 تشمل التحاليل اختبارات ميكروبيولوجية لضمان عدم وجود ملوثات ومطابقة عيناتنا طبقًا لمعيار AFNOR المعلمات الفيزيائية والكيميائية مثل محتوى الدهون ومحتوى البروتين وما إلى ذلك، والتي تمت مقارنة نتائجها بـ MRS وM17 المعايير. يستخدم عزل الخمائر اللبنية تقنيات مثل التخفيف المتسلسل والعزل على وسائط المراقبة المجهرية والعيانية والاختبارات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية.

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لمنتجات الألبان العضوية التقليدية، بما في ذلك حليب الماعز وجبن الجبين ومصل اللبن. وأظهرت النتائج أن معظم العينات استوفت المعايير المقررة للمعايير الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية، مما يشير إلى مطابقتها لمعايير الجودة.

وينتج هذا الامتثال عن ممارسات النظافة الجيدة والوجود الطبيعي للتخمرات اللبنية، وهي كائنات حية دقيقة تخمر منتجات الألبان لتحسين نكهتها ولمسها وحفظها. إن دراستنا التي شملت المشاهدات العيانية والمجهرية، وكذلك الاختبارات *lactococcus* الفسيولوجية والكيميائية الحيوية لعزلاتنا، أتاحت لنا عزل 15 سلالة موزعة بين 3 أجناس *Enterococcus* □□ *lactobacillus*.

تخمير اللبني؛ حليب الماعز، مصّل اللبن، جبن جبين، منتج عضوي، منتجات حرفية : المفاتيح الكلمات

Abstract

Traditional organic dairy products are gaining popularity due to their perceived health benefits and environmental sustainability. However, ensuring the safety and quality of these products is crucial for consumer protection. The isolation of lactic ferments, essential for the fermentation of dairy products and other traditional foods, plays a key role in this process.

Studies on the quality control of organic products and the isolation of lactic ferments rely on a variety of methods. The analyzes include microbiological tests to guarantee the absence of contaminants and the conformity of our samples according to the JORA 2017 standard and the measurement of physico-chemical parameters such as fat content, protein content, etc., the results of which were compared to AFNOR standards. The isolation of lactic ferments uses techniques such as serial dilution, isolation on MRS and M17 media as well as microscopic, macroscopic observation and physiological and biochemical tests.

This study aimed to evaluate the physicochemical and microbiological characteristics of traditional organic dairy products, including goat's milk, Jben cheese and whey. The results demonstrated that most of the samples met the established standards for physicochemical and microbiological parameters, indicating compliance with quality standards.

This compliance results from good hygiene practices and the natural presence of lactic ferments, which are indigenous microorganisms that ferment dairy foods to improve their flavor, texture and preservation. Our study, involving macroscopic and microscopic observations, as well as physiological and biochemical tests of our isolates, allowed us to isolate 15 strains distributed between 3 genera: *lactobacillus*, *Enterococcus* and *Lactococcus*

Keywords: goat's milk, whey, Jben cheese, organic product, artisanal products, lactic ferment .

Table de matière

<i>Remerciement</i>	<i>i</i>
<i>Dédicace</i>	<i>ii</i>
<i>Table de tableaux</i>	<i>iii</i>
<i>Tables des figures</i>	<i>iv</i>
<i>Liste des abréviations</i>	<i>v</i>
<i>Résumé</i>	<i>vi</i>
□ □ □ □	<i>vii</i>
<i>Abstract</i>	<i>viii</i>
<i>Table de matière</i>	<i>ix</i>
<i>Introduction générale</i>	<i>1</i>
<i>Chapitre I : contrôle de qualité des produits traditionnels d'origine bio</i>	<i>4</i>
1. <i>Produit traditionnel d'origine bio</i>	<i>4</i>
1.1. Définition de produit bio : (agence bio,2018)	<i>4</i>
1.2. Définition du lait bio	<i>4</i>
1.3. Définition de produits traditionnels	<i>5</i>
2. <i>Généralité sur le lait de chèvre</i>	<i>5</i>
2.1. Définition	<i>5</i>
2.2. Qualité organoleptique	<i>6</i>
2.3. Qualité physico-chimique	<i>6</i>
2.4. Qualités microbiologiques	<i>8</i>
2.5. Les substances indésirables dans le lait	<i>9</i>
3. <i>Fromage</i>	<i>9</i>
3.1. Définition	<i>9</i>
3.2. Du lait au fromage	<i>9</i>
3.3. Fromages traditionnels	<i>11</i>
3.4. Types de fromage en Algérie	<i>11</i>
3.5. Fromage frais du type Jben	<i>15</i>
4. <i>Lactosérum</i>	<i>18</i>
4.1. Définition	<i>18</i>
4.2. Différents types de lactosérum	<i>19</i>
4.3. Composition du lactosérum	<i>20</i>
4.4. Qualité microbiologique du lactosérum	<i>20</i>
5. <i>Contrôle de qualité</i>	<i>22</i>
5.1. Définition	<i>22</i>
5.2. Contrôle physicochimique	<i>22</i>
5.3. Contrôle microbiologique	<i>22</i>
5.4. Le germe recherché pour le contrôle de qualité	<i>23</i>
<i>Chapitre II : les ferments lactiques à partir des produits artisanaux d'origine bio</i>	<i>26</i>
1. <i>Bactéries lactiques</i>	<i>26</i>
1.1. Définition de ferments lactiques	<i>26</i>
1.2. Quelque genre de bactérie lactique utilisés comme ferment	<i>27</i>

1.3. Classification des ferments lactique	29
1.4. Critères de sélection des ferments lactiques	30
1.5. Rôle des ferments lactiques.....	30
<i>Matériel et méthodes</i>	32
1. <i>Matériels et produits utilisés</i>	32
1.1. Lieu d'échantillonnage	32
1.2. Lieu du stage :.....	32
2. <i>Contrôle de qualité</i>	33
2.1. Contrôle physico-chimique	33
3. <i>Contrôles microbiologiques</i>	37
3.1. Préparation des dilutions décimales	37
3.2. Recherche et dénombrement des germes de contamination	37
4. <i>Isolement des ferments lactiques</i>	40
4.1 Culture et Isolement de la flore lactique	40
4.2. Pré identification (test morphologiques).....	41
4.3. Critères physiologiques et biochimiques	41
<i>Résultats et discussion</i>	45
1. <i>Analyse physico-chimique</i>	45
1.1. Lait de chèvre.....	45
1.2. Fromage	45
1.3. Lactosérum.....	46
2. <i>Analyse microbiologique</i>	46
2.1. Lait de chèvre.....	46
2.2. Lactosérum.....	47
2.3. Fromage	47
3. <i>Isolement des ferments lactiques</i>	49
3.1. Observations macroscopiques	49
3.2. Observations microscopiques.....	50
3.3. Tests physiologiques et biochimiques.....	51
3.4. Identification de nos isolats	58
<i>Conclusion</i>	62
<i>Perspectives</i>	63
<i>Références bibliographiques</i>	64
<i>Annexe</i>	70

Introduction générale

Les produits laitiers constituent une part importante de l'alimentation dans de nombreuses régions du monde. Les produits laitiers servent souvent de base aux premiers aliments présentés aux nourrissons, car ils fournissent un bon équilibre de nutriments bio disponibles ainsi qu'une variété de vitamines et de minéraux essentiels. La consommation de produits laitiers, sous forme de lait liquide, de fromages, de yaourts et d'autres produits, se poursuit pendant l'enfance et tout au long de l'âge adulte. Environ 78,5 % de la population adulte américaine consomme du lait liquide au moins une fois par semaine (**Centers for Disease Control and Prevention, 2007**). En raison de ces taux de consommation élevés, il est essentiel, dans le cadre des efforts de santé publique, que les produits laitiers soient produits et distribués au consommateur d'une manière qui préserve l'intégrité nutritionnelle du produit tout en minimisant le risque de maladie d'origine alimentaire.

Les produits laitiers fermentés (FMP) sont un « super aliment » présentant de nombreux avantages pour la santé humaine. Les FMP artisanaux sont fabriqués selon des recettes traditionnelles conservées par des producteurs locaux depuis des siècles. Ces produits sont fermentés naturellement soit par un processus spontané, soit en utilisant des levains spécialement sélectionnés (**méthode « back-sloping »**) donnant lieu à des FMP variés en goût, texture, conservation, bienfaits pour la santé, etc. De ce fait, les FMP traditionnels sont habités par différentes communautés microbiennes, caractérisées notamment par leurs propriétés bénéfiques pour l'homme.

Le J'ben est un produit laitier fermenté connu et consommé en Algérie depuis fort longtemps dans des zones steppiques et sahariennes aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain. Ce fromage est le produit d'une transformation des laits d'un cheptel diversifié et d'une fermentation par une flore lactique indigène. Ce fromage frais traditionnel regroupe des produits aux caractéristiques très variées issues de pratiques de fabrication différentes (**Nouani et al., 2009**). Il est un produit intéressant par ses teneurs en protéines riches en acides aminés indispensables (lysine et tryptophane), en lactose et par la présence de nombreuses vitamines du groupe B comme la thiamine et la riboflavine (**Veisseyre, 1975**). Il représente essentiellement une source d'énergie et de carbone de par sa teneur élevée (75% de la matière sèche) en lactose (**Kennedy et Cabral., 1985**). D'autres éléments de valeur s'y retrouvent, dont les protéines (10% de la matière sèche), le calcium (0,45% de la matière sèche), le phosphore (0,40% de la matière sèche), et les vitamines hydrosolubles, sont les plus importants (**Modler, 1988**). Il est

utilisé dans la fabrication de beaucoup de produits alimentaires pour les hommes (la glace ; sauces ...) et pour les animaux.

Les levains lactiques appelés aussi les ferments lactiques, sont des cellules vivantes, procaryotes hétérotrophes généralement des bacilles ou coques Gram + immobile non sporulé habituellement aéro-anaérobies et catalase négative (**Georges and François-Marie 2008**) ; la plupart de ces ferments sont utilisés comme probiotique. Grâce à la production de l'acide lactique, il joue le rôle de conservateur, de protection du lait contre les germes pathogènes en baissant le PH du milieu ; il permet de donner un certain goût et texture aux différents produits fermentés. il dirige la fermentation du lait vers des produits souhaités.

Problématique

Nombreux sont les gens qui réclament le retour aux produits d'origine bio et à la production artisanales de ces produits, ces produits peuvent-ils être une menace pour le consommateur, apportent-ils des bienfaits quelconques sur leur santé, contiennent-ils des microorganismes bénéfiques pour leur bien-être ?

Autant de questions qui nous ont motivées pour la réalisation de ce présent ouvrage afin d'offrir un éclairage nouveau sur ces sujets.

L'objectif de la présente étude contribue à la diffusion des connaissances sur la sécurité alimentaire et la qualité des fromages et lactosérum issu du lait de chèvre en production artisanale.

Cette étude comprend :

- l'évaluation physicochimique de nos différents échantillons ;
- l'analyse microbiologique des échantillons ;
- interprétation de la variabilité constatée entre les lots afin de juger de la conformité de ces produits selon le journal officiel (**JORA,2017**) ;
- l'isolement de quelques ferments lactiques issus de ces produits afin de juger de la biodiversité de ces produits en micro-organismes bénéfiques.

Chapitre I : contrôle de qualité des produits traditionnels d'origine bio

1. Produit traditionnel d'origine bio

1.1. Définition de produit bio : (agence bio,2018)

Une denrée alimentaire est considérée comme bio, uniquement s'il est un produit agricole issu de l'agriculture biologique et qu'il répond aux exigences de la législation européenne notamment :

- Aucune utilisation de produits chimiques de synthèse (pesticides, engrais, désherbants...)
- Aucune utilisation d'OGM
- Respect du bien-être animal (transport, conditions d'élevage, abattage...)
- Pour les produits transformés, une quantité de 95 % au moins des ingrédients issus de l'agriculture biologique.
- Dans le détail, les produits pouvant être concernés par la certification bio sont :
 - Les produits agricoles non transformés (ex : céréales, légumes, fruits, coton, lait, œufs, animaux)
 - Les produits agricoles transformés destinés à l'alimentation humaine (ex : pain, fromages, plats cuisinés)
 - Les aliments destinés aux animaux (ex : tourteaux de soja)
 - Les semences et matériels de reproduction végétative

1.2. Définition du lait bio

Le lait est un liquide opaque blanc mat, plus au moins jaunâtre selon la teneur en matière grasse et en bêta carotène, d'odeur peu marquée et au goût douceâtre, il est sécrété par les glandes mammaires des femelles mammifères après la naissance du jeune. Selon le congrès international de la répression des fraudes à Genève : « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (**Codex Alimentarius**)

Le lait bio se distingue par un mode de production et des conditions d'élevage des animaux qui respectent le cahier des charges de l'agriculture biologique et dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

- Les animaux laitiers doivent naître et être élevés dans des fermes bio.

- Si l'éleveur se voit obligé d'introduire des animaux non bio dans l'exploitation, ils doivent être élevés en bio pendant au moins 6 mois avant que le lait puisse être commercialisé en bio.
- Pour prévenir le tassement du sol, le surpâturage, la pollution et l'érosion, le nombre et la densité des animaux font l'objet de limitations.
- Les pâturages doivent être utilisés aussi souvent que possible : les animaux doivent pouvoir y brouter dès que les conditions météorologiques et l'état des sols le permettent.
- Les bergeries doivent être aménagées pour favoriser le bien-être animal (hygiène, aération, lumière...).
- L'alimentation des animaux doit être bio.
- Les petits d'animaux doivent être nourris de préférence au lait maternel durant au moins 3 mois.
- Les animaux ne peuvent pas être attachées ou isolées, sauf conditions exceptionnelles.
- Pour soigner les animaux laitiers, les antibiotiques sont strictement limités et les médecines alternatives sont privilégiées.

1.3. Définition de produits traditionnels

Les produits traditionnels sont une « représentation » d'un groupe. Les individus appartiennent à un espace précis, et partagent la même culture. Le lien territorial est nécessaire au produit traditionnel ce qui permet d'assurer la continuité. (**Gonzalez,2018**)

Les produits traditionnels sont des produits authentiques, avec un fort lien d'histoire, de culture et de territoire, et ils sont perçus comme moins nocifs pour l'environnement.

Le produit traditionnel alimentaire est fréquemment consommé ou associé avec des célébrations ou saisons spécifiques, normalement transmis d'une génération à une autre, fait avec précision, de manière spécifique selon le patrimoine gastronomique, avec peu ou pas de traitement/manipulation, distingué et connu en raison de ses propriétés sensorielles et associé à une certaine zone, région ou pays. (**Gonzalez,2018**)

2. Généralité sur le lait de chèvre

2.1. Définition

Le lait de chèvre est un aliment important sur le plan nutritionnel et dit très digeste. Ce lait contient une bonne quantité de lipides, de protéines assimilables et moins de lactose que le lait de vache. En plus de la faible quantité en lactose, la digestibilité de ce lait est due au petit diamètre des globules gras qui le composent, ainsi, qu'à la présence d'acides gras à courte et moyenne chaîne. Néanmoins, le lait de chèvre contient une faible quantité d'acide folique et de vitamine B12). (**Benkrizi,2019**)

En Algérie, le lait de chèvre a longtemps été marginalisé, développé à l'échelle familiale dans les régions montagneuses et consommé à l'état cru ou fermenté. (Boumendjel et al.,2017).

2.2. Qualité organoleptique

2.2.1. Couleur :

La couleur blanche opaque du lait est due à la dispersion des globules gras, micelles de caséine et le phosphate de calcium. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la taille et au nombre de ces particules. (Medjoudj,2018)

2.2.2. Odeur :

Le lait fixe les odeurs de l'animal grâce à la matière grasse qu'il contient, l'odeur caractéristique du lait est liée aussi à l'ambiance de la traite, à l'alimentation de l'animal, et à la conservation du lait. (Medjoudj,2018).

2.2.3. Saveur :

La saveur du lait est légèrement sucrée et d'odeur peu accentuée. Elle varie en fonction de la température de dégustation et de l'alimentation de l'animal. (Medjoudj,2018)

2.3. Qualité physico-chimique

2.3.1. Le pH :

Le PH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (HR 3ROP + P) et donc une diminution du pH. Le pH de lait de chèvre, se caractérise par des valeurs allant de 6,45 à 6,90 (Amiot et al., 2002)

2.3.2. L'acidité :

L'acidité Dornic est relative à la concentration d'acide lactique présent dans le lait issu de la fermentation du lactose par des bactéries (Amiot et al., 2002). L'acidité Dornic du lait de chèvre varie de 12,85 à 18,88. (Boumendjel et al., 2017).

2.3.3. La densité :

La densité varie de 1,028 à 1,035 (Amiot et al., 2002). Suivant deux facteurs à savoir les solides non gras et la matière grasse (Boumendjel et al., 2017). La densité du lait de chèvre se situe entre 1,0265 et 1,031 (Amroun et Zerrouki, 2014).

2.3.4. Point de congélation

Les valeurs fréquemment trouvées sont de l'ordre de $-0,580^{\circ}\text{C}$ pour le lait de chèvre et de $-0,540^{\circ}\text{C}$ pour le lait de vache. (**Jenness -1980**)

Il est important de noter que le mouillage du lait élève son point de congélation vers 0°C . Ceci constitue une technique pour le service des fraudes pour déceler les laits ayant été frauduleusement mouillés.

2.3.5. Matière grasse

Les globules gras du lait de chèvre sont similaires à ceux du lait de vache dans la composition et les propriétés des lipides, mais le lait de chèvre manque d'agglutinine. C'est pourquoi le lait de chèvre est considéré comme du lait "auto homogénéisé". En ce qui concerne les lipides libres, le lait de chèvre a des valeurs supérieures à celles du lait de vache. Le lait de chèvre contient trois acides gras supérieurs à celui du lait de vache (**Sachin et al., 2017**).

2.3.6. Protéines

Deux phases distinctes des protéines de lait sont une phase micellaire instable composée de caséine et une phase soluble composée de protéines de lactosérum. Le lait de chèvre contient moins de quantités de caséine α_s , des quantités plus élevées de fractions de caséine β et des quantités presque égales de fractions de caséine k par rapport au lait de vache. Le lait de chèvre contient un niveau significativement plus faible de caséine α_1 , un allergène majeur du lait bovin (**Sachin et al., 2017**).

Le lait de chèvre, comme tous les laits, est un mélange équilibré de macronutriments (lipides, protéines, glucides) et micronutriments (vitamines, enzymes, et minéraux), et est donc un aspect exceptionnel d'un quotidien alimentation humaine (**Levkov et al., 2017 ; Ozturan et Atasever, 2018**).

Tableau 1 : Qualité physicochimique du lait de chèvre (KOURI,2019)

Facteurs physicochimique	Lait de chèvre
Eau	87%
Matières grasses	3,8%
Protéines	2,9
Glucides	4,4%
Matières minérales	0,9%
Ph	6.45 à 6.90.
Point de congélation	$-0,580^{\circ}\text{C}$
Acidité	14 et 18°
Densité	1,026 à 1,042

2.4. Qualités microbiologiques

2.4.1. Bactéries

Divers micro-organismes de notre environnement (entérobactéries, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Corynébactéries*, *coliformes*, *Clostridium*, ...) pouvant contaminer le lait, et ceci est causé soit par une flore d'altération qui provoque des défauts sensoriels ou contribue à réduire le temps de conservation de lait, (Mami, 2013) soit par une flore pathogène ou même pour les bactéries pathogènes, qui sont d'origine externes et peuvent être dangereuses pour la santé publique, l'exemple de *Staphylococcus aureus*, *Salmonelles*, *Escherichia coli*... (Aissaoui et al., 2019).

2.4.2. Levures

Elles ont une taille de 10 à 40 fois plus grosse que celle de bactéries, elles sont présentées sous une forme arrondie ou ovale (Carole et al., 2002), aérobies facultatifs et forment un mycélium au cours de leur développement (Djoughri et al., 2015). Il y a des levures qui sont utiles en industrie laitière car ils peuvent contribuer à la formation d'arômes dans le lait. Par contre, il existe d'autres levures nuisibles (*Kluyveromyces lacfis*, *Kluveromyces fragilis*, *Saccharomyces fragilis*, *Saccharomyces lactis*) qui peuvent provoquer des altérations des produits (Chethouna, 2011).

2.4.3. Moisissures

Les moisissures se diffèrent à celles des levures par leur taille qui est 10 fois plus grosse. Il peut y avoir des moisissures utilisables dans le domaine industriel (fabrication de fromage) tels que le *Penicillium camemberti* et *Penicillium roqueforti*, en revanche il y a d'autres qui sont pathogènes dont la plupart sont toxinogènes tels que *Aspergillus flavus* (Chethouna, 2011), (Djoughri et al., 2015).

2.4.4. Virus

Le lait cru joue un rôle essentiel dans la transmission ou la dissémination des virus tels que Entérovirus, Adénovirus ..., ils peuvent résister au traitement thermique et donc ils ont sans doute la capacité de provoquer une contamination massive du lait (Baaziz et al., 2009).

2.4.5. Parasites

Ils peuvent être excrétés dans le lait puis véhiculés et transmis à l'homme, ce qui conduit à l'apparition des affections parasitaires. Parmi les parasites qui peuvent être présents dans le lait il y a *Toxoplasma gondii*, Kystes amibiens ... (Baaziz et al., 2009).

2.5. Les substances indésirables dans le lait

Les pesticides ou insecticides peuvent être dans le lait après un traitement antiparasitaire sur la peau de l'animal, ou après ingestion d'aliment contaminé (**Mami,2013**).

2.5.1. Les détergents et désinfectants :

La machine à traire, et l'équipement de stockage du lait peuvent être une source de contamination avec des traces de détergents et désinfectants utilisés pour le nettoyage.

NB : La transformation du lait en du fromage ou en yoghourt peut échouer complètement à cause de ce type de contamination

2.5.2. Les antibiotiques :

Les résidus d'antibiotiques, surtout si ces substances sont appliquées localement pour le traitement des mammites leurs présences dans le lait engendrent un double inconvénient. Ainsi, pour le consommateur, elle peut être responsable de phénomènes d'allergie et cancérigènes (**Mitchell, 2005**). Ceci pourrait favoriser le développement et la dissémination de résistance bactérienne chez l'homme pour de nombreux auteurs, les résidus d'antibiotiques entraînent une sélection des souches bactériennes résistantes dans le tractus gastro-intestinal des consommateurs. (**Cerniglia, Kotarshi, 2005**)

3. Fromage

3.1. Définition

Le fromage est le produit de la coagulation du lait de différentes espèces (vache, brebis, bufflonne ou chèvre). Cette coagulation peut se faire de manière complète, partielle ou à l'aide de techniques externes. Le lait peut avoir subi un premier traitement thermique (pasteurisation/thermisation) ou être utilisée tel quel (lait cru). C'est en modifiant les conditions physico-chimiques du lait qu'il est possible d'obtenir différentes textures, saveurs et structures de fromages. Il existe de nombreux types de fromages, qui diffèrent par les technologies de fabrication : des fromages frais ou affinés, à pâte pressée ou molle, à pâte cuite ou non, ou encore à pâte fleurie ou lavée. (**Kongo et al, 2016b ; FAO,2019**).

3.2. Du lait au fromage

A l'origine le lait, de vache, de chèvre ou de brebis, on l'utilise cru ou pasteurisé. Qu'elle soit artisanale ou industrielle, la transformation du lait en fromage est ponctuée d'étapes immuables, qui impliquent du temps, du savoir-faire, des instruments traditionnels ou sophistiqués. (**Bouton et al., 2005**).

La fabrication d'un fromage, selon les méthodes traditionnelles comprend trois étapes successives :

3.2.1. Coagulation du lait :

Formation du gel ou coagulum : formation d'un réseau protéique de caséine retenant la matière grasse et une partie de la phase aqueuse (le lactosérum). Cette coagulation se fait, pour la majorité des fromages, par voie enzymatique (chymosine contenue dans des présures animales, ou les préparations enzymatiques végétales ou microbiennes) (**Amimour ,2020**).

Coagulation par les enzymes d'origine animale

La présure : (mélange de chymosine et de pepsine) est un extrait liquide ou pâteux provenant de la macération de caillettes de jeunes ruminants dans une saumure à 10% de NaCl.

La chymosine est la principale enzyme de coagulation du lait présente dans la présure, c'est une protéase acide, sécrétée sous forme de pro enzyme inactive appelée prochymosine. L'activation de la pro enzyme en chymosine se fait spontanément dans la caquette au pH inférieurs à 5,0 par hydrolyse de l'extrémité N-terminale de la molécule (**Amimour ,2020**)

Pepsine de poulet : La pepsine de poulet hydrolyse la plupart des protéines naturelles telles que la caséine, la globuline, et certaines enzymes telles que la trypsine, la papaïne et les amylases. Elle attaque préférentiellement les peptides contenant de la L-phénylalanine ou de la trypsine et plus généralement des acides aminés à noyau aromatique (**Amimour ,2020**).

Coagulation par les extraits de plantes

La coagulation du lait peut venir, non pas par de l'acide lactique ou d'enzymes animales, mais d'extraits végétaux (**Froc, 2001**). Il existe, dans divers pays, des plantes susceptibles de fournir des enzymes ayant la propriété de coaguler le lait. En Algérie l'utilisation des fleurs de chardon, de l'extrait d'artichaut, des graines de citrouille, ou de la sève du figuier sont des pratiques connues pour la production du Jben traditionnel (**Amimour ,2020**).

3.2.2. Égouttage du gel :

Elle correspond à une évacuation progressive du lactosérum et l'obtention d'une masse de caillé dont l'extrait sec est plus ou moins concentré et qui correspond au fromage formé (**Ramet, 1997**). Selon deux phénomènes physiques principaux : le phénomène actif consiste à éliminer une grande partie des éléments solubles dans le lactosérum ; et un phénomène passif : c'est l'exsudation spontanée du sérum, liée à la perméabilité du coagulum (**Amimour ,2020**)

3.2.3. Affinage du caillé :

Le caillé subit des transformations (enzymatiques, fermentations) à l'issue desquelles, le fromage acquiert ses caractéristiques organoleptiques spécifiques (**Amimour ,2020**).

A chacune des trois étapes précédentes, des microorganismes sont impliqués. Les bactéries lactiques interviennent dès les premières étapes (coagulation, égouttage). De nombreux autres microorganismes (levures et moisissures par exemple) interviennent au cours de l'affinage et ce sont essentiellement les enzymes d'origine microbienne qui sont nécessaires pour le bon déroulement de cette dernière étape ((**Amimour ,2020**))

3.3. Fromages traditionnels

Dans la conception traditionnelle, le fromage est le résultat de la coagulation du lait par un ensemble d'enzymes coagulantes, appelé présure, suivi de l'élimination partielle du lactosérum (l'égouttage), ce qui laisse subsister un caillé, lequel est à l'origine du fromage (**Eck et Gillis, 1997**)

3.4. Types de fromage en Algérie

Le fromage est le groupe de produits laitiers le plus important et le plus diversifié, leur production artisanale est fortement liée au terroir. Les fromages traditionnels sont des biens culturels qui méritent d'être étudiés, caractérisés et protégés. Certains fromages sont connus, fabriqués et consommés jusqu'à nos jours, tandis que d'autres sont malheureusement menacés pour diverses raisons, à savoir l'indisponibilité du fourrage, l'exode rural et le changement des habitudes alimentaires. Les fromages traditionnels Algériens sont répartis en quatre catégories principales, à savoir les fromages frais, les fromages affinés, les fromages fondus et les fromages à pâte dure. Il existe plusieurs types de fromage traditionnel (**Leksir et al.,2019 ; Tabèche, 2009**)

3.4.1. Fromage « Jben »

Le fromage « Jben » est fabriqué avec du lait cru de brebis ou de chèvre, spontanément acidifié et coagulé par des enzymes coagulantes d'origine végétale à partir de fleurs de cardon, un sauvage épineux plante, artichaut ou graines de citrouille. Les fleurs entières sont macérées dans le lait. La plante est utilisée pour accélérer la coagulation et donner un goût au fromage. Le fromage obtenu dans d'autres pays arabes correspond au fromage nommé « **Jben Beida** ». Enfin, un troisième procédé technologique, utilisant de la présure animale, du lait de vache et des ferments acidifiants, est utilisé industriellement. Selon la région, le « Jben » peut être salé puis égoutté pendant 10 jours, ou non salé et égoutté pendant moins de 4 jours.



Figure 1 : Fromage « Jben » (Khater et Ghefar, 2017)

3.4.2. Fromage « Ighounane »

Le fromage « Ighounane » est un fromage fabriqué dans les hauteurs du Djurdjura en Kabylie à partir de colostrum (le premier lait de vache mettait bas) ; la préparation du fromage « Ighounane » est faite dans des ustensiles en terre cuite enduits d'huile d'olive dans lesquels une petite quantité d'eau salée est versée, puis le lait est chauffé et coagulé. Le caillé formé est coupé pour continuer à drainer et est ensuite consommé tel quel. (Lahsoui, 2009 ; Mahamedi, 2015).



Figure 2 : fromage traditionnel « Ighounane » (Tabèche., 2009).

3.4.3. Fromage « Aghoughlou »

Le fromage « Aghoughlou » est un fromage fabriqué en Kabylie, obtenu à partir de lait frais de vache ou de chèvre coagulé par le latex de figuier (**Ficus carica**). Le caillé obtenu est consommé frais. (Mahamedi, 2015).



Figure 3 : Fromage traditionnel « Aghoughlou » (Tabèche., 2009)

3.4.4. Fromage « Mechouna »

Le fromage « **Mechouna** » est un fromage traditionnellement préparé avec du lait de chèvre ou de vache. Il peut être considéré comme un fromage à pâte molle fraîche. Le processus commence par le traitement thermique du lait jusqu'à ébullition. Le fromage est récupéré et conservé dans des récipients en verre frais. La conservation de ce fromage ne doit pas dépasser six jours. (Lahsoui, 2009 ; Mahamedi, 2015).

3.4.5. Fromage « Kemariya » ou « Takemmarite »

C'est un fromage traditionnel fabriqué uniquement à partir de lait de chèvre, et il est fabriqué par les femmes selon des méthodes traditionnelles dans les régions de « M'zab » en particulier dans les wilayas de Ghardaïa et Naama. Le fromage « Kemariya » est un fromage qui est souvent consommé comme dessert pendant les saisons festives avec du miel, des

arachides, et servi avec du thé à la menthe. Il est coagulé par la présure végétale ou animale et il est également fabriqué à partir de lait de vache et de chamelle (McSweeney et al.,2017).

3.4.6. Fromage « Klila frais »

Le fromage traditionnel « Klila frais » est fabriqué à partir de « Lben ». Ce dernier est chauffé modérément(55–75°C) jusqu'à ce que le lactosérum soit séparé ; le coagulum obtenu, appelé « Klila », fabriqué dans plusieurs régions d'Algérie, est consommé comme fromage frais après égouttage naturel. (Meribaïet al., 2017).



Figure 4 : Fromage « Klila frais »

3.4.7. Fromage « Bouhazza affiné »

C'est un fromage traditionnel affiné à pâte molle des régions orientales de l'Algérie autrefois célèbre en raison d'une pratique importante de l'élevage extensif de chèvres et de moutons. À l'origine, le fromage « Bouhazza » était traditionnellement le produit de la transformation du lait de chèvre et des brebis, mais la tendance actuelle semble aller vers l'utilisation de lait de vache. Le drainage, le salage et l'affinage de la Bouhazza sont effectués simultanément dans la « Chekoua » pendant une période de 2 à 3 mois.



Figure 5 : Fromage « Bouhazza affiné »

3.4.8. Fromage fondu « Imdeghest » ou « Medghissa »

Le fromage « Imdeghest » ou « Medghissa » est un fromage fondu de la région de Chaouia (Nord-Est de l'Algérie), préparé en cuisant « Klila » demi-sec dans du lait entier de vache, de

chèvre ou de brebis, à feu doux. La « Medghissa » est consommée comme collation et appréciée pour son élasticité.

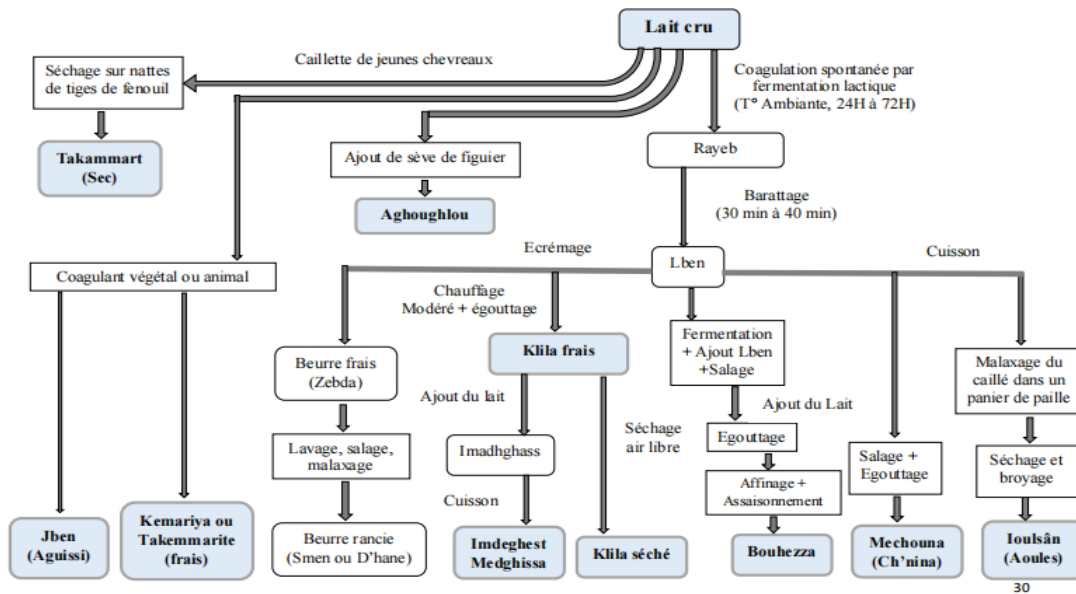


Figure 6 : Méthode d’obtention de quelque fromage traditionnel en Algérie (Leksir,2019)

3.5. Fromage frais du type Jben

3.5.1. Définition

Le Jben est un fromage frais traditionnel, fabriqué à partir de lait cru de ruminant caillé par une enzyme coagulante d’origine végétale ou animale après un stade d’acidification spontanée ; ainsi, il représente l’une des variétés traditionnelles les plus célèbres, dont la méthode de production est encore utilisée aujourd’hui, et sa consommation augmente en raison de ses propriétés sensorielles et nutritionnelles agréables (Tabet et al., 2023).



Figure 7 : Aspect d'un Jben artisanale Naâma. (Meghoufel ,2019)

3.5.2. Composition physicochimique

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques du Jben (GuétouacùMhe et al., 2015)

PH		Acidité D°	Matière sèche	Matière grasse	Teneur en protéine	NaCl	Lactose	Cendres
4,42		79,4	55g/l	16%	*15,8%	*0,5g/ 100g	4,1g/100g	28g

3.5.3. Microbiologie du Jben

L'analyse microbiologique est une étude quantitative de la flore microbienne cette microflore reflète la qualité sanitaire et la qualité marchande du produit. Les normes microbiologiques diffèrent d'un pays à un autre et d'un produit à un autre, pour le fromage, le dénombrement ou la recherche des différentes flores dépend du type de fromage. Les différentes normes sont données (**Gabi et Hamama,2020**)

La microflore du J'ben est dominée par les bactéries lactiques (10^8 à 10^9 ufc/ g). Parmi elles il y a *Lactococcus lactis biovar et diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroide lactis*, *Lactobacillus plantarum* et *brevis*, des *Enterococcus casei*. D'autre part une population moyenne en levures et moisissures a été décelée ; celles-ci représentent plus de 10^6 ufc g⁻¹, et bien qu'elle ne représente aucun risque sur la qualité hygiénique du produit ; une teneur élevée est la cause des différentes altérations du fromage (décoloration et odeur alcoolisé...) (**Benkerroum et Tammime, 2004**).

De plus Mme Ouadghiri.M, 2009 a affirmé dans sa recherche que les produits laitiers traditionnels dont le J'ben, sont caractérisés par une riche biodiversité en bactéries lactiques ; cependant cette diversité est fonction des fermes, de la région, des pratiques courantes des producteurs et du mode de production.

3.5.4. Fabrication traditionnelle du Jben

La transformation traditionnelle du lait cru en fromage J'ben est comme suit : Le lait cru collecté est filtré puis abandonné à lui-même dans les bidons de traite à la température ambiante se situant entre 22 et 26°C pendant 18 à 24 heures ; le rayeb obtenu tel qu'il subit un écrémage barattage dans une peau de chèvre ou de brebis (chekoua). Le beurre obtenu appelé semnah est retiré en une seule motte, le petit lait restant appelé l'ben est chauffé légèrement jusqu'à séparation du lactosérum, la phase aqueuse (lactosérum) est séparée dans une mousseline pendant 10 à 15 heures et le coagulum obtenu représente le fromage J'ben. (A. Dahou et al, 2015)



**Figure 8 : fabrication du Jben
(ZIANI et GATTOUT, 2008).**

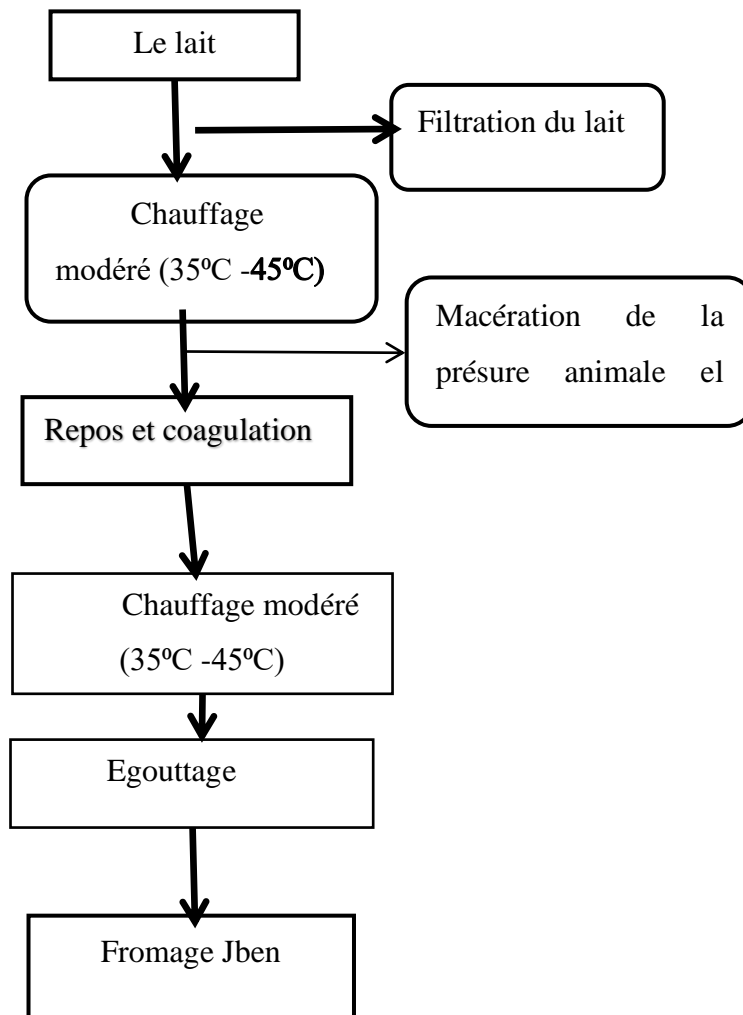


Figure 9 : Fabrication traditionnelle du jben

4. Lactosérum

4.1. Définition

Le lactosérum ou le petit lait de l'industrie laitière, est un liquide opaque, verdâtre ou jaune, et représente 90% du volume original de lait (**Lachebi et Yelles ,2018**).

Le lactosérum est un sous-produit liquide résultant de la coagulation du lait lors de la fabrication de certains produits laitiers tels que le fromage. Composé principalement d'eau, de lactose, de protéines de lactosérum et de minéraux, le lactosérum est souvent séparé du caillé par des procédés de filtration ou d'égouttage (**Huppertz,2021**) ; il fait référence au flux liquide issu de la transformation du lait en fromage (**Lappa et al., 2019**).



Figure 10 : Lactosérum

4.2. Différents types de lactosérum

Le lactosérum doit être considéré comme un produit dérivé plutôt qu'un sous-produit de la fabrication des fromages, ou de la caséine. On distingue deux types de lactosérums : celui résultant de la coagulation des laits non acides, par la présure, et qu'on appelle " lactosérum doux" et celui résultant, de la fabrication des fromages à pâtes fraîches, à pâtes molles ou de la caséine lactique appelle " lactosérum acide (**Linden et al., 1994 ; De La Fuente, 2002**)

Selon le type de fromage ou de caséine produit et donc la coagulation employée acide, présure ou mixte, on distingue deux types de lactosérum :

4.2.1. Lactosérum doux

Le lactosérum obtenu par coagulation du lait par la présure, et provenant de la fabrication des fromages à pâtes molles et à pâtes pressées (l'acidité est inférieure à 18°D), son pH est environ de 6,5 à 6,7 (**Sottiez, 1990**).

4.2.2. Lactosérum acide

Le lactosérum obtenu par coagulation lactique, et provenant soit de la fabrication des fromages des types pâtes molles (l'acidité est supérieure à 18°D), soit de la fabrication de caséines lactiques et acides,). PH environ de 4,5 à 5 (**Sottiez, 1990**)

Tableau 3 : Différent type de lactosérum. (Adrian et al., 1991, Tanguy,2018)

Degré d'acidité	Type	Ph	Production
<18° D	Lactosérum doux	6,5 ±6,7	-Fromagerie à pâte pressée - Fromagerie à pâte cuite - Caséinerie présure.

>18° D	Lactosérum acide	4,5 – 5,5	-Fromagerie à pâte fraîche - Fromagerie à pâte molle - Caséinerie acide
--------	------------------	-----------	---

4.3. Composition du lactosérum

Le lactosérum est un substrat constitué en majorité par une grande partie d'eau avec un contenu organique, et minéral très diversifié. Il se compose principalement de lactose qui représente environ 70% de la composition totale. Le lactose est un disaccharide réducteur, et fermentescible constitué par l'association d'une molécule de D-galactose, et d'une molécule de D-glucose. Il est considéré comme une source de carbone pour les bactéries lactiques (Carvalho et al., 2021). Les protéines de lactosérum sont un groupe des protéines globulaires, tel que (β -LG, α -AL, IG...) (Carvalho et al., 2021).

Le lactosérum contient également des sels minéraux, tels que le calcium, ainsi que, le sodium, et le potassium. Il peut contenir des faibles quantités d'acides lactique, et d'acide citrique (Jouan, 2002 ; Carvalho et al., 2021). Il est presque dépourvu de matière grasse, (retenue dans la masse du caillé),

Tableau 4 : Composition moyenne du lactosérum ((Chatzipaschali et al., 2012).

	Lactosérum doux	Lactosérum acide
PH*	6.8	4.6
Eau*	93	93,5
Lactate	02	6,4
Lactose	46-52	44-46
Protéines	6-10	6-8
MG	0.07	0.03
Solide total	63-70	63-70
Calcium	0.4-0,6	1,2-1,6
Sodium	0.5	0.5
Potassium	0.16	0.14
Phosphate	001-03	2-4,5

** (Benkerroum et Tamime, 2004)

4.4. Qualité microbiologique du lactosérum

La qualité microbiologique est un bon indice pour caractériser l'aptitude d'une denrée à la transformation et à la conservation. Ces germes peuvent être divisés en trois grands groupes (Casalis J., 1975) :

4.4.1. Germes bénéfiques

Il s'agit des germes, dont le métabolisme fermentaire, conduit à la production d'acide lactique à partir du lactose. Ce sont les bactéries lactiques utilisées comme levain en technologie laitière. Les fermentations, dont elles sont responsables, sont favorables à l'évolution de la composition du lactosérum. Cette flore joue un triple rôle, (**Adrian, 1987**) :

- Inhibition de la flore putride et d'altération par acidification.
- Accroissement de la qualité marchande par fermentation lactique aromatisant.
- Action antiseptique grâce à l'acide lactique produit (**Imbert et Pontaven, 1977**). Cette flore fermentative appartient généralement à deux familles, (**Alais C., 1984**) :

- Celle des streptococcacées, constituée par des streptocoques homofermentaires, qui sont à Gram positif, jouant un rôle conservateur dans le lait. Ils produisent des substances inhibitrices d'autres Germes. Les espèces *Streptococcus lactis* et *Streptococcus cremoris* élaborent respectivement de Nisine et de Diplococcine, bactériocines inhibant les bactéries à Gram positif comme les Streptocoques, les Staphylocoques, les Clostridies et les mycobactéries (**Alais C.,1984**). - Celle des Lactobacilliacées, agents de fermentation très utilisés en laiterie.

Les lactobacilles peuvent acidifier le lait jusqu'à un pH inférieur à 3,5 (**Dryer, 2001**). Cette flore présente un rôle très important sur le plan fonctionnel et technologique. Selon (**Lejaouen , 1990**), la flore du lait et de lactosérum exerce un rôle sur le pH final du milieu et sur la vitesse d'acidification. En effet, les levains fermiers dénommés lactosérums (sérum, petit lait) sont caractérisés par des flores variées dont l'origine, est la ferme, (**Spinnato et Tormo, 1994**)

4.4.2. Germes d'altération

Il s'agit des germes hétérofermentaires, dont le métabolisme fermentaire conduit à production d'autres composés que l'acide lactique, tels que l'acide acétique, l'alcool et surtout du gaz carbonique, entraînant une perte de valeur nutritive du lactosérum. Ils sont représentés par les bactéries et les levures. Souvent, ces fermentations se développent aisément dans les milieux neutres (lactosérum doux) et les composés formés sont pour la plupart responsables des mauvaises odeurs, (**Trystram, 1991**).

4.4.3. Germes pathogènes

Les plus dangereuses sont des bactéries et des virus qui peuvent se développer dans le lactosérum. La contamination du lactosérum par un agent pathogène peut être le fait, (**Imbert et Pontaven, 1977**) :

- De la contamination initiale du lait à la sortie de la mamelle (cas des animaux mammites), ou atteint d'autres agents des maladies générales susceptibles d'infester la mamelle.

- Ou de la contamination ultérieure du lait ou du lactosérum par des bactéries de l'environnement provenant de l'animal (fèces, peau), de l'homme, de l'atmosphère, du matériel de traite ou de l'atelier de fabrication (**Dryer, 2001**). La diversité et le nombre des agents susceptibles d'être rencontrés sont naturellement très dépendant de l'état de la santé du troupeau d'une part, et de la qualité hygiénique de la collecte et des ustensiles utilisés d'autre part.

5. Contrôle de qualité

5.1. Définition

Le contrôle qualité est une procédure réalisée au sein de l'entreprise ou sur un produit fini issu d'une fabrication artisanale dans le but de vérifier la conformité de ce produit ou service par rapport à des critères préalablement établis. Cette étape peut être incluse dans la démarche qualité.

En se référant à la norme **ISO**, le contrôle qualité peut se définir comme un processus par lequel le contrôleur de qualité examine, mesure et effectue des tests dans le but de détecter une éventuelle non-conformité des matières premières ou des produits.

5.2. Contrôle physicochimique.

Le contrôle physico-chimique aura pour rôle de vérifier la structure de la molécule et d'établir ses propriétés physiques et chimiques. Il a pour but de vérifier que dans un produit déterminé, il y a bien la substance annoncée (analyses qualitatives, réaction d'identification les plus sélectives possibles). Il faudra aussi s'assurer qu'elle est bien présentée en quantité conforme à celle annoncée (**Albert et al, 1971**). Le contrôle physicochimique est réalisé en mesurant les différents paramètres (température, humidité, teneur en matière grasse, pH...). Il a l'avantage de maîtriser les procédés de fabrication.

5.3. Contrôle microbiologique

Les contrôles microbiologiques doivent permettre de garantir une bonne qualité hygiénique et marchande du produit fabriqué. De plus, les contrôles doivent permettre de minimiser les pertes dues à de mauvaises conditions de fabrication et enfin un bon rendement.

L'analyse microbiologique des aliments répond à deux nécessités :

- S'il ne contient pas trop de bactéries susceptibles de l'altérer (qui par leur action peuvent lui donner mauvais goût, mauvaise odeur...) et s'il pourra être conservé selon certaines règles (réfrigération par exemple) ;

- S'il ne contient pas de micro-organismes toxigènes ou virulents.

5.4. Le germe recherché pour le contrôle de qualité

5.4.1. Germes Aérobie Mésophile Totaux

Appelés aussi "Flore totale" ou nombre très approximatif des germes qui se trouvent dans les produits alimentaires. Ces micro-organismes peuvent par leurs quantités dégrader la denrée, altérer sa qualité marchande et provoquent des troubles digestifs ou allergiques chez le consommateur. La flore peut être saprophyte ou pathogène, originale ou apportée lors des manipulations (**Bourgoie, 1996**).

5.4.2. Coliformes Totaux et Fécaux

Les coliformes totaux sont des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possèdent pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 h à une température comprise entre 36 et 37 °C. Les coliformes fécaux ont les mêmes caractères des coliformes totaux, mais ils sont capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 h à une température de l'ordre de 44 °C (**Bourgoie, 1996**).

5.4.3. Staphylococcus aureus

Les Staphylococcus aureus appartiennent à la famille de Micrococcaceae. Ce sont des Cocci à Gram positif, non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs, immobiles, halophiles, se divisent en plusieurs plans en formant des amas irréguliers, coagulase, protéase et catalase positives. (**BOURGEOIS, 1996**) Le lait est considéré comme un bon substrat pour les Staphylococcus (**Korpysa-Dzirba et Jaosek, 2011**) et il peut être contaminé par Staphylococcus aureus en cas d'infection de la glande mammaire ou pendant la traite par de mauvaises pratiques hygiéniques, comme un mauvais lavage des mains lors de la manipulation des équipements de stockage du lait et une toux ou des éternuements (**Regasa et al., 2019**).

5.4.4. Salmonella spp

Les Salmonella spp. sont des bactéries Gram - en forme de bâtonnets, anaérobies facultatifs, appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* (**Crump et al., 2017 ; Panthi et al., 2017 ; Holschbach et al., 2018**). Au sein de deux espèces, *Salmonella bongori* et *Salmonella enterica*, des centaines de sérotypes différents ont été découverts. Les bactéries du genre

Salmonella sont à l'origine de la salmonellose, une maladie se transmettant principalement par voie fécale au sein des ruminants et responsable de toxi-infections liées à la consommation d'aliments ou d'eau contaminés. Certaines souches de salmonelles causent des mammites et par conséquent, les micro-organismes pathogènes peuvent se retrouver dans le lait (**Crump et al., 2017 ; J. D'Amico et al., 2017 ; Holschbach et al., 2018 ; FAO, mars-19-2019**). Les personnes contaminées par ce micro-organisme pathogène peuvent présenter les symptômes suivants : diarrhée, forte fièvre accompagnée de frissons et maux de tête, douleurs abdominales, vomissements (**Santé Publique, 2018**).

5.4.5. Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des Streptocoques trouvés dans les matières fécales. Ils sont intégrés aujourd'hui dans le genre Enterococcus et constituent l'essentiel des Streptocoques D de la classification Lancefield (**Leyral et al., 1994**), ce sont des cocci gram positif, catalase négatif, anaérobies facultatifs, associés en diplocoques ou en chaîne (**Leyral et Joffin, 1998**). Les maladies provoquées par les streptocoques hémolytiques sont fréquemment transmises par les aliments, mais leur fréquence est faible. Il est peu courant que les streptocoques fécaux soient impliqués dans des maladies d'origine alimentaire. Les entérocoques sont des indicateurs de contamination fécale en particulier dans les aliments congelés où ils survivent plus longtemps et mieux que les coliformes (**Cuq, 2007**).

5.4.6. Listeria monocytogène

C'est une bactérie tellurique, très répandue et résistante dans le milieu extérieur : sols, eaux, végétation en décomposition. Elle résiste par exemple 200 jours dans la paille sèche, trois mois à un an dans l'eau, plus d'un an dans les bouses de vache, plus de deux ans sur les sols secs. (**Velez, 2017**). Le lait cru et d'autres produits laitiers sont les principales sources de *L. monocytogenes* et sont considéré également comme un risque pour l'alimentation humaine (**Beyza et kefyalw, 2019**). Après consommation de produits infectés, l'agent pathogène passe la barrière intestinale et se propage au sang et au système lymphatique pour atteindre le foie et la rate, où il peut se multiplier (**Beyza et kefyal, 2019**).

5.4.7. Clostridium

Clostridium sont des bacilles Gram+, sporulés, immobiles, se cultivent en anaérobiose et en général mésophiles (**Larpent, 1997**). Les cultures âgées peuvent apparaître Gram-. Ils se multiplient facilement sur les milieux ordinaires, très répandus dans la nature, en particulier dans le sol ; ils contaminent de nombreux produits : eau, lait, viande, poisson, conserves alimentaires (**Guiraud et Rose,2004**).Les populations de Clostridium dans le lait cru varient

selon les saisons ; dans les climats tempérés, les clostridies sont plus élevés dans le lait cru collecté en hiver que celles collectées en été, car en hiver, dans de nombreux pays, les vaches sont logées et reposent sur des matériaux de litière contaminés par les spores et sont plus susceptibles de consommer de l'ensilage chargé de spores (**Bramley et McKinnon, 1990**).

5.4.8. Escherichia coli

Une bactérie Gram-, anaérobie facultative et figurant dans la flore microbienne humaine, *E. coli*, est un indicateur de contamination fécale et de conditions hygiéniques pauvres (**Sugrue et al., 2019**). Tout comme pour *S. aureus*, toutes les souches d'*E. coli* ne sont pas pathogènes. Certaines souches d'*E. coli* sont capables de produire des Shiga-toxines (STEC), provoquant une grave maladie (**OMS, mai-27-2019**). Certaines souches peuvent résister à des températures de réfrigération. Par exemple, *E. coli* O157 :H7 peut croître à des températures proches de 7 °C dans le lait et est le sérotype le plus important d'un point de vue santé publique (**OMS, 2018a**). Les symptômes dus à l'infection par les STEC/VTEC sont des crampes abdominales, de diarrhées (parfois sanglantes), de la fièvre et des vomissements (**OMS, 2018a ; Santé Publique, 2018**). *E. coli* O157 :H7 se transmet à l'homme par des aliments contaminés, tels que le lait cru (**OMS, 2018a ; Santé Publique, 2018**).

5.4.9. Campylobacter

Un autre micro-organisme pathogène peut également être présent au sein des produits laitiers à base de lait cru : *Campylobacter* (**DiversiFerm, 2014**). Ce genre bactérien est à l'origine d'une gastroentérite qui touche l'Homme mondialement. Il s'agit d'une bactérie Gram-, de forme spiralée ou incurvée. Il comporte une vingtaine d'espèces (**Anses, 2011a**). L'espèce la plus répandue parmi les micro-organismes pathogènes est *Campylobacter jejuni* (**Ozturkoglu-Budak et al., 2017**). Cette dernière figure parmi une vingtaine du genre à avoir la capacité d'être thermotolérantes (T° optimale = 41,5 °C). La transmission à l'Homme est indirecte, suite à une consommation d'aliments contaminés (ex. : volaille, viande de bœuf ou de porc peu ou mal cuites, lait cru et eau contaminée) (**ANSES, 2011a ; Santé Publique, 2018**). Cette bactérie est à l'origine de la campylobactériose, responsable de diarrhées, de douleurs abdominales, de fièvres, de céphalées, et de nausées et/ou vomissements (**OMS, 2018b**).

Chapitre II : les ferments lactiques à partir

des produits artisanaux d'origine bio

1. Bactéries lactiques

1.1. Définition de ferments lactiques

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes, à gram +, généralement immobiles, non sporulées et micro-aérophiles. Elles sont catalase, nitrate réductase, oxydase négatives. Elles ont la particularité de produire de l'acide lactique (fermentation lactique) à partir du lactose sucre majoritairement contenu dans le lait, et c'est ce qui permet leur utilisation en industrie fromagère comme levains, depuis 1890. Elles ont des exigences complexes en nutrition et sont classifiées selon leur morphologie et leur type fermentaire ainsi que leur température de croissance optimale (**Addi,2017**)

Un ferment lactique est une préparation comprenant un grand nombre de micro-organismes (une ou plusieurs espèces de bactéries lactiques) qui est ajoutée au lait (ou autre produit) pour produire un aliment fermenté en accélérant et en orientant son processus de fermentation (Le rôle principal des ferments est d'initier et conduire le procédé de fermentation selon les Propriétés souhaitées dans le produit fini pour palier à l'insuffisance et l'imprévisibilité de la flore originale ainsi que de contribuer aux caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles et sensorielles des produits et à leur sûreté. L'impact sur la qualité du produit fermenté est fortement dépendant des souches utilisées et varie selon leurs activités et voies métaboliques. (**Meghoufel,2019**)

Les ferments lactiques également appelés ferments endogènes ou autochtones, sont constitués d'une microflore complexe, majoritairement des bactéries lactiques non-starter (**NSLAB**) ainsi que des levures/moisissures, pouvant provenir de diverses sources (environnement, matières premières, outils de transformation...). Ces micro-organismes forment des écosystèmes complexes où ils peuvent facilement s'associer les uns aux autres (**Demarigny, 2012**).

Les ferments naturels sont principalement liés au back-sloping, et peuvent également provenir d'une acidification naturelle par les bactéries lactiques autochtones présentes dans le lait cru de départ, c'est-à-dire par des fermentations spontanées. Progressivement, les espèces

les plus adaptées aux conditions environnementales de la matrice sont sélectionnées et constituent ainsi les ferments naturels.

1.2. Quelques genres de bactéries lactiques utilisés comme ferments

1.2.1. *Lactobacillus*

Découvert pour la première fois par Beijerinck en 1901, il comprend actuellement plus de 200 espèces reconnues (Diaz et al., 2020), qui présentent une diversité phylogénétique, phénotypique et écologique extrême (Zhang et al., 2014). Le genre *Lactobacillus* est le genre principal de la famille des *Lactobacillaceae*. Les *lactobacilles* représentent un genre important des bactéries lactiques et quantitativement le plus important des germes du groupe des bactéries lactiques. Leur morphologie microscopique varie d'une espèce à l'autre de coccobacilles aux bacilles fins et allongés (). On rencontre des *Lactobacilles* dans la flore intestinale et la flore vaginale (Zhang et Cai, 2014).

La plupart des *Lactobacillus* se développent à un optimum de température situé entre 30 et 40°C. Certaines souches de *lactobacilles* dites « thermophiles » restent viables à 55°C quand le pH optimum de croissance est de 5,5 (Cholet, 2006). Les *Lactobacilles* se subdivisent en trois sous-groupes (Salminen et al. 2004 ; Zhang et Cai, 2014).

- **Groupe N°1** : anciennement appelé *Thermobacterium*. Il regroupe les *lactobacilles* homofermentaires stricts et thermophiles. Ils sont incapables de fermenter les pentoses et le gluconate.

- **Groupe N°2** : anciennement appelé *Streptobacterium*. Il rassemble les *lactobacilles* hétéros fermentaires facultatifs et mésophiles qui se développent à 15°C. Leurs cellules sont courtes, souvent arrangées en filaments.

- **Groupe N°3** : anciennement appelé *Betabacterium*. Ces espèces ont un métabolisme strictement hétérofermentaire. La fermentation des hexoses produit de l'acide lactique, de l'acide acétique (ou de l'éthanol) et du CO₂.

Cette classification est la seule reconnue, bien qu'elle soit imparfaite car le séquençage de l'ADNr 16S et le contenu en GC % qui varie énormément d'une espèce à une autre (32 à 53%) et l'absence d'homologie ADN-ADN significative entre beaucoup d'espèces, sont aussi le reflet d'une parenté phylogénique éloignée (Hydersah, 2010).

1.2.2. Enterococcus :

Le genre *Enterococcus* se caractérise par leur développement à 10 et 45°C, leur aptitude à croître en présence de 6,5% NaCl, et leur grande résistance aux facteurs de l'environnement (Kumar, 2016). Il comprend un groupe omniprésent de bactéries à Gram positif qui présentent un grand intérêt pour la santé humaine en raison de leur rôle d'agents causaux majeurs dans les infections associées aux soins de santé. Les entérocoques sont des espèces résilientes et polyvalentes capables de survivre dans des conditions difficiles, (Monica, et Louis 2020)

1.2.3. Lactocoques :

C'est des bactéries lactiques non mobiles, non sporulées, à faible GC% et à Gram-positif. Ce sont des bactéries anaérobies facultatives homofermentaires ne produisant que de l'acide lactique L (+) à partir du glucose (Kim, 2014). Seul, *Lactococcus lactis ssp. lactis biovar et diacetylactis* produit le diacétyle (Teuber et Geis, 2006). Elles sont toutes mésophiles, la température optimale de croissance est proche de 30°C, capable de se développer à 10°C mais pas à 45°C (Mofredj et al., 2007 ; Kim, 2014 ; Yu et al., 2019). Elles sont utilisées comme culture starter dans la production d'une large gamme de produits laitiers fermentés où elle contribue à la conservation des aliments (Smid et Kleerebezem, 2014).

Tableau 5 Différents genres de bactéries lactiques et leur caractéristique d'identification (Boubekeur, 2018)

Genres	Forme	Fermentation	Caractéristique principale	Habitats principaux
<i>Lactobacillus</i>	Bacille	Homo ou hétérofermentaire	Thermophile ou mésophile	L'homme, produit laitier, carnés, végétaux ...
<i>Carnobacterium</i>	Bacille	Hétérofermentaire	Psychrotrophe peu Acidotolérants	Produit carnés, poissons, produit laitier
<i>Lactococcus</i>	Coque	Homofermentaire	Mésophile croissance à 10C et non 45C	Produit laitier, végétaux
<i>Streptococcus</i>	Coque	Homofermentaire	Thermophile	Produit laitier
<i>Enterococcus</i>	Coque	Homofermentaire	Mésophile croissance à 45C et non 10C	Intestin de l'homme et des animaux, produits laitiers
<i>Pediococcus</i>	Coque en tétrade	Homofermentaire	Mésophile halotolérant	Bières, produits végétaux, saucissons

<i>Tetragenococcus</i>	Coque en tétrade	Homofermentaire	Mésophile halophile	Saumures
<i>Leuconostoc</i>	Coque	Hétérofermentaire	Mésophile	Produits laitiers et végétaux
<i>oenococcus</i>	Coque	Hétérofermentaire	Mésophile	Vin
<i>bifidobacterium</i>	Irrégulière	Acide lactique et lactique	Mésophile	Intestin de l'homme et des animaux
<i>Vagococcus</i>	Coque mobile	Homofermentaire	Mésophiles	Intestin de l'homme et des animaux, produits laitiers

1.3. Classification des ferments lactique

Les ferments lactiques sont classés selon leurs :

Les ferments lactiques peuvent être classés en se basant sur leur fonction, leur température De croissance, ou leurs compositions). (Meghoufel,2019)

1.3.1. Selon la composition :

Selon la Fédération Internationale de Laiterie (1997), les ferments Lactiques peuvent être classés en 3 catégories :

Les ferments purs : constitués d'une souche d'une espèce bien caractérisée.

Les ferments mixtes : ils sont formés d'un mélange de souches en nombres et en proportions Indéfinis. Ils ont en général, une bonne activité acidifiante.

Les ferments mixtes sélectionnés : contiennent plusieurs souches bien définies selon le cahier des Charges de l'utilisateur.

1.3.2. Selon le type de croissance :

Les ferments lactiques sont, selon les productions industrielles Réaliser, des ferments mésophiles et des ferments thermophiles (Meghoufel,2019)

Ferments thermophiles

Ils comprennent certains *Lactobacilles*, les *Bifidobacterium* et l'espèce *Streptococcus* Thermophiles. Leur température optimale de croissance se situe entre 40 °C et 50 °C. Les ferments Thermophiles sont souvent utilisés pour la fabrication des yaourts, certains laits fermentés et Quelques fromages à pâte cuite tel que l'Emmental et le Gruyère (Meghoufel,2019)

Ferments mésophiles

Ils sont constitués essentiellement des espèces acidifiantes (*Lactococcus lactis subsp. Lactis*, *L. lactis subsp. Cremoris*) et des espèces aromatisants (*L. lactis subsp lactis biovar. Diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. Cremoris*). Les bactéries lactiques qui constituent ces ferments Ont une température optimale de croissance qui varie selon les souches entre 25 °C et 30 °C et Peuvent atteindre une température maximale de fermentation de 38 °C à 40 °C. Les ferments Mésophiles sont habituellement utilisés dans la fabrication de plusieurs variétés de fromages, en Particulier les fromages frais, de certains laits fermentés et du beurre (Meghoufel,2019)

1.4. Critères de sélection des ferments lactiques

La sélection des ferments lactiques s'appuie sur de nombreux critères afin de Répondre à la fois aux spécificités demandées par l'utilisateur et aux contraintes Imposées par le producteur. Ces critères relèvent éventuellement des fonctionnalités Technologiques des souches, de leur performance et de leur sécurité. Ils diffèrent Selon le type de produit désiré, les caractéristiques des matières premières à Transformer et la technologie appliquée (Dib,2015)

La sélection d'un ferment lactique doit prendre en compte des critères de performance, Les bactéries devront répondre à certaines des spécificités suivantes (Béal et al., 2008) :

- Résistance aux bactériophages et aux traitements mécaniques.
- Tolérance aux inhibiteurs de croissance (antibiotiques, chlorure de sodium, L'acidité, l'éthanol et la température élevée).
- Aptitude à la congélation ou à la lyophilisation et à la conservation ;
- Comportement en présence d'oxygène et Croissance à des températures non optimales ;
- Compatibilité avec d'autres souches ; facilité d'emploi.

1.5. Rôle des ferments lactiques

Les ferments lactiques interviennent dans la sécurité, la texture, le gout et la qualité organoleptiques de nombreux produits alimentaires. Les bactéries qui constituent ces ferments sont généralement des espèces connues qui sont sélectionnées pour leur activité globale technologique : l'acidification, la protéolyse, la production des bactériocines...et (DeRoissart et Luquet.,1994). Plusieurs lactobacilles sont utilisés en tant que ferments lactiques (*Lb. sakei*, *Lb. plauntarum* et *Lb pentosus*) protecteurs dans les produits carnés. Ils assurent un rôle inhibiteur de la croissance de bactéries indésirables, responsable de l'altération des aliments ou

potentiellement pathogènes, ce rôle inhibiteur est attribué aux acides organiques et bactériocines produits par ces microorganismes (De Roissart et Luquet.,1985).

Tableau 6 : Les Principales souches utilisées comme ferments lactiques et leurs produits

Noms	Caractéristiques	Pays	Ferments utilisés
Yaourt	Produit ferme ou brassé, arôme caractéristique.	Asie, Balkans	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
Lait à acidophile	Produit ferme, brasseur liquide, faible arôme.	Etats-Unis	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Kéfir	Boisson brassée consistante crémeuse, arôme et goût caractéristique (co ₂).	Caucase	<i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Lactobacillus Cremoris</i> , <i>Lactobacillus kéfir</i> , <i>Lb. Casei</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Leuconostoc ssp.</i> , levures
Koumis.	Boisson pétillante, acide, goût rafraichissant et arôme caractéristique	Mongolie	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , Levures
Lassi	Boisson laitière aigre diluée avec de l'eau, Consommée sale, épicée ou sucrée.	Inde	<i>Lactococcus ssp.</i> , <i>Lactobacillus ssp.</i> , <i>Leuconostoc ssp.</i> , levures
Dahi	Produit ferme ou brassé, ou boisson liquide, saveur agréable, acide ou faiblement acide	Inde	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Leuconostoc diacetylactis</i> , <i>Leuconostoc ssp</i>
L'ben.	Produit ferme ou brassé, goût et arôme agréable	Moyen orient	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactococcus Lactis</i> , levures
Filmjolk	Boisson brassée, visqueuse, saveur acidulée	Suède	<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactococcus cremoris</i> , <i>Lactococcus diacetylactis</i> , <i>Leuconostoc Cremoris</i>
Villi	Produit brassé visqueux, acidulé et goût agréable.	Finlande	<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactococcus cremoris</i> , <i>Lactococcus diacétylactis</i>

Matériel et méthodes

1. Matériels et produits utilisés

1.1. Lieu d'échantillonnage

Trois échantillons de lait de chèvres ; lactosérum et le fromage frais ont été prélevé en provenance de la région Sfisifa wilaya de **Naama** région steppique de l'Ouest d'Algérie. Le fromage et le lactosérum sont issu du lait de chèvre fait par un fromager artisan et le lait de vache pour isolement ont été prélevé au Mali dans la région de Mopti au centre du Mali.

La collecte a été réalisée selon les règles d'hygiène recommandées en microbiologie. Les échantillons ont été recueilli dans des flacons et des boîtes stériles, transportés dans une glacière à 4°C et acheminé directement au laboratoire pour analyse.

1.2. Lieu du stage :

La présente étude déroulée au sein de la Faculté des Sciences et de la Vie, se divise en deux parties. La partie microbiologique a été réalisée au sein du Laboratoire de Microbiologie 3 et la partie physico-chimique a été menée au Laboratoire de Recherche "Sciences et Techniques de Production Animale".

Tableau 7 : Matériel et produit

Appareillage	Milieux de cultures et réactifs	Verreries	Autres
Etuves	MRS et M17 (liquide et solide)	Béchers	Anse de platine
Bain marie		Eprouvettes	Seringue
Agitateur	PCA	Tube à essai	Spatule
Balance électrique	VRBL	Boîte de pétri	Bec de bunsen
Réfrigérateur	VRBG	Flacons	Boîte de pétri
Ph mètre	Les colorant de Gram	Lames	Pince
Autoclave	Bleu de méthylène	Pipette pasteur	Portoir
Microscope optique	BCP	Entonnoirs	Pissette
Loupe binoculaire	L'huile à immersion	Cloche de durham	Eau distillée
Centrifugeuse	Eau peptone		Plaque d'Elisa
Lactoscan	tamponnée		
CDR FoodLab	Sélénite cystéine		
Dessiccateur	Eau physiologique		
Ph mètre HI99161	Rouge de méthyl		
Equipement MIR de BRUKER	NaOH		
	Acide lactique		
	Chapman		

	L'huile de paraffine		
--	----------------------	--	--

2. Contrôle de qualité

2.1. Contrôle physico-chimique

2.1.1. Analyses physico-chimiques du lait par Lactoscan.

Le Lactoscan SP Ultrasonic est un analyseur moderne utilisé pour le dosage en % des constituants du lait. Cet équipement fonctionne grâce à la technologie à ultrasons qu'il utilise, C'est un analyseur automatiquement calibré. Pour faire une analyse physico-chimique : la sonde du Lactoscan prélève 10 ml de prise de l'échantillon du lait à analyser.



Figure 11 : Lactoscan SP Ultrasonic

Expression des résultats

Les résultats de l'analyse sont affichés dans les 60 secondes sur l'écran, mais peuvent être imprimés sur papier à l'aide d'une imprimante intégrée.

2.1.2. Analyses physico-chimiques du fromage et du lactosérum

2.1.2.1. *Matière grasse par méthode Gerber*

Principe :

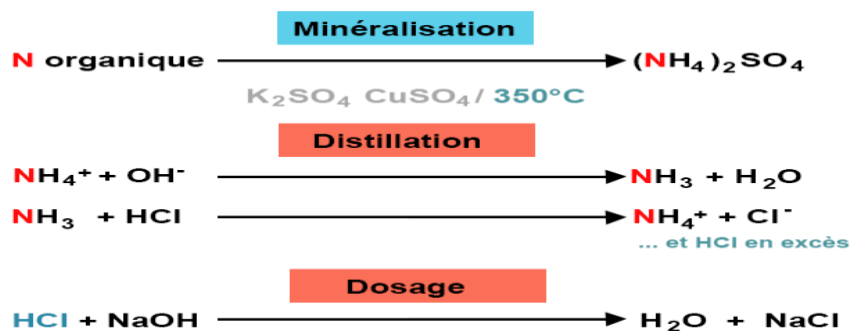
La méthode acido butyrométrique Gerber est largement pratiquée dans l'ensemble des laboratoires laitiers pour le dosage, en routine, de la matière grasse du lait et d'autres substrats laitiers tel que les fromages, les dérivés laitiers et sous-produits laitiers. L'un des réactifs qu'elle

utilise est l'alcool amylique associé à un deuxième réactif, l'acide sulfurique, un mélange de deux isomères avec l'échantillon laitier à analyser dans un butyromètre de séparation de phase qui va déterminer par centrifugation (à 1200 tours pendant 3 minutes) la teneur en % de la matière grasse laitière. (Selon IDF « International Dairy Federation » ;2018).

2.1.2.2. *Matière protéique des produits laitiers par dosage de l'azote total par méthode de Kjeldahl*

Principe :

La teneur en protéines totales d'un bioproduit tel que les produits laitiers peut être déterminée par la méthode de Kjeldahl. Les composés organiques contenant de l'azote (protéines) sont décomposés à chaud, sous l'action d'acide sulfurique et d'un catalyseur. Ce catalyseur contient du sulfate de potassium (K_2SO_4), qui permet d'augmenter la température d'ébullition de l'acide sulfurique, et du sulfate de cuivre ($CuSO_4$) qui agit comme catalyseur de la réaction. L'azote va donner quantitativement du sulfate d'ammonium : **c'est l'étape de minéralisation**. L'ammoniac est ensuite déplacé de son sel par la soude, distillé par entraînement à la vapeur d'eau et recueilli dans une quantité connue d'acide chlorhydrique en excès. C'est l'étape de **distillation**. La quantité d'acide chlorhydrique n'ayant pas réagi est dosée en retour par de la soude. C'est l'étape de dosage.



Calcul de la teneur en matière protéique (protéines) dans le produit laitier :

Deux échantillons seront préparés :

Le calcul suivant est appliqué, en considérant un facteur de conversion de 6,25 après détermination de la masse d'azote totale titrée. Soit 1g d'azote total contient 6,25 g de protéine

2.1.2.3. *Dosage du lactose des produits laitiers : par CDR FoodLab®*

qui permet d'effectuer l'analyse du lactose dans le lait et ses dérivés en 10 minutes seulement et avec une préparation de l'échantillon très simple.

Traitement des échantillons et principe de l'analyse :

Traitement de l'échantillon

Lait et lactosérum : Faire une dilution de 1+10 du lait à analyser. Ex. Prélever 100 L de lait bien homogénéisé et diluer l'échantillon en 1 μ L d'eau distillée.

Fromage : Prélever 10 g de fromage, ajouter 100 g d'eau distillée et homogénéiser pendant 3 minutes environ dans un Stomacher. Prélever la solution ainsi diluée pour effectuer l'analyse. Le lactose est un sucre réducteur présent dans le lait avec une concentration comprise entre 4,5 et 5 g/100 gr. La molécule de lactose est constituée par du glucose et du galactose ; c'est une substance indispensable pour bon nombre de fermentations qui se développent dans le lait. La diminution de la production de l'enzyme lactase chez les individus est associée à l'intolérance au lactose et, par conséquent, au lait et à ses dérivés.

Le lactose est scindé en glucose et galactose. Le glucose réagit, par voie enzymatique, avec un dérivé phénolique en présence de peroxydase et induit la formation d'un complexe de couleur rose dont l'intensité, mesurée à 505 nm, est directement proportionnelle à la concentration de lactose dans l'échantillon.



Figure 12 : CDR FoodLab®

2.1.2.4. *Matière sèche et teneur en eau par méthode rapide de dessiccation IR Infra-Rouge*

Principe :

Un dessiccateur IR est un appareil qui détermine la teneur en eau et celle de la matière sèche avec la méthode de perte au séchage et se compose d'une unité de pesage et de chauffage Infra-Rouge IR. C'est un appareil à infrarouge équipé d'une lampe de chauffage halogène et un dispositif qui détermine la teneur en eau et la matière sèche selon une méthode

thermogravimétrique. Leur rapidité et leur précision en font des instruments idéaux pour l'analyse des ingrédients et des produits finis alimentaires dont les produits laitiers et sous-produits en laboratoire et en production.



Figure 13 : Dessiccateur OHAUS MB27

2.1.2.5. *PH*

Mesure du pH (potentiel hydrogène de tout métabolisme sur les substrats laitiers) à l'aide d'un pH-mètre HI99161 de Hanna conçu pour l'analyse du pH des produits laitiers et sous-produits. Sa sonde spécialisée en pointe conique et d'une jonction ouverte, ce qui la rend idéale pour la mesure directe des fromages semi-solides- solides et les produits liquides ou visqueux.



Figure 14 : pH-mètre HI99161 de Hanna

2.1.2.6. *Matière minérale*

La spectrométrie dans le moyen infrarouge (MIR) est une technique analytique basée sur l'absorption de la lumière par la matière organique des échantillons. Les longueurs d'onde dans le moyen infrarouge du spectre lumineux (800-2500 nm) interagissent avec les liaisons chimiques entre les atomes des molécules organiques (carbone, azote, hydrogène...).

L'absorption de la lumière est donc liée à la quantité de liaisons chimiques dans l'échantillon et à leurs interactions – donc in fine à la composition chimique. Celle-ci peut donc être estimée par la simple mesure de l'absorption de lumière infrarouge

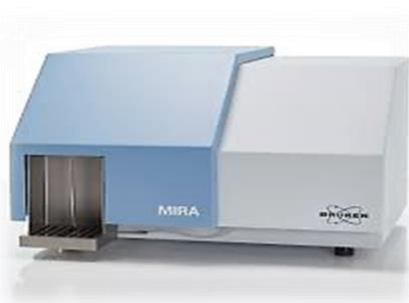


Figure 15 : Equipement MIR de BRUKER

Le spectre d'un échantillon peut être obtenu en quelques secondes, ce qui permet une prédiction immédiate de la composition minérale de l'échantillon laitier analysé.

3. Contrôles microbiologiques

3.1. Préparation des dilutions décimales

L'isolement des différents germes a été effectué à partir de 1 ml (lait et lactosérum) ; 1g(fromage) de chaque échantillon mis dans 9 ml d'eau physiologique saline dans un tube à essai stérile pour préparer la dilution initiale (1/10). Après avoir fortement homogénéiser par vortex la dilution précédente, des dilutions décimales appropriées (allant jusqu'à 10⁻³) ont été effectuées en transférant 1 ml de la dilution initiale dans 9 ml d'eau physiologique ((Medjahed,2021).

3.2. Recherche et dénombrement des germes de contamination

Tableau 8 : Germes de contamination et leur milieu sélectif

types d'ensemencements	Germe recherchés	Milieu de cultures	Température	Temps d'incubation
Lait cru				
En masse (1ml)	Germes aérobies	PCA	30°C	24H
En surface (0,1ml)	Staphylocoques coagulasse +	Chapman	37°C	48H
En masse (1ml)	Coliformes thermo tolérants	VRBL	44°C	48H
	Salmonella	EPT Sélénite cystine Salmonella shigella	37°C	24h

Fromage au lait cru				
Milieu liquide	Escherichia coli	Désoxycholate Milieu exempt d'indole	44°C 37°C	48H 24H
En surface	Staphylocoques à coagulasse +	Chapman	37°C	48H
En surface	Salmonella	SS	37°C	24H
Lactosérum				
En surface	Staphylocoques à coagulasse +	Chapman	37°C	
En surface	Salmonella	EPT Sélénite cystine SS	37°C	24h 24H 24h
En masse	Enterobacteriaceae	VRBG	37°C	48h

3.2.1. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FTAM)

La flore totale aérobie mésophile nous donne des renseignements sur la qualité générale et de la stabilité des produits ainsi que l'état de propreté des installations. La flore aérobie mésophile totale se présente sous forme de colonies blanchâtres de tailles et de formes différentes.

3.2.2. Recherche de coliformes

Le dénombrement des coliformes totaux par comptage des colonies est réalisé selon la Norme NF V 08-017, relative au dénombrement des coliformes totaux. Les coliformes totaux sont isolés et dénombrés sur un milieu gélosé sélectif le VRBL (milieu lactosé biliée au cristal violet et au rouge neutre). Pour les coliformes thermo -tolérants, les boîtes sont incubées couvercles en bas ; à 44°C. La flore est dénombrée après 24 à 48 heures d'incubation. Les coliformes apparaissent sous forme de colonies de forme lenticulaires, violet avec un anneau rosâtre.

3.2.3. Staphylococcus aureus

Cette recherche a été effectuée selon la norme NF-V08-014-1. On utilise comme milieu de culture le Chapman l'ensemencement se fait en surface avec 0,1ml des dilutions à l'aide d'un râteau sur du Chapman préalablement coulé dans la boîte de pétri et incubé à l'étuve à 37°C pendant 24 heures (**Sartori et al., 2017**). Les staphylocoques á coagulasse + se manifestent par des colonies jaune dorée (**Zhang et al. 2022**).

3.2.4. Recherche et dénombrement des Salmonelles. (J.O.R.A n° 42 - 2005)

La recherche des Salmonelles nécessite une prise d'essai à part. Nous avons commencé par un pré-enrichissement non sélectif qui consiste à prélever 25 ml ou 25 g de produit à analyser et additionnée de 225 ml d'eau peptone tamponnée. L'incubation se fait à 37°C durant 16h à 20h. L'enrichissement doit s'effectuer sur un milieu sélectif bouillon sélénite cystéine (SFB) de la façon suivante : 1ml du milieu pré enrichi est ajouté 10ml du milieu SFB puis incubé à 37°C durant 18 à 24h.

L'isolement sur milieu sélectif solide : Ensemencer en stries l'inoculum, à partir du milieu d'enrichissement à la surface du la gélose SS (*salmonelle-Shigella*) et incubé à 37°C pendant 24h. Les Salmonelles se présentes sur le milieu SS comme Colonies opaque, translucide ou transparentes à centre noir.

3.2.5. Recherche et dénombrement des entérobactéries (NA 6813)

A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement 1 ml d'échantillon dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage et numérotée. Compléter ensuite avec environ 20 ml du milieu VRBG. (Gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre) Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » et Laisser solidifier sur paillasse, et Incuber à 37 °C pendant 24 heures ± 2 heures. Les entérobactéries présentent des colonies violettes, entourées ou non d'un halo violet de sels biliars précipités.

3.2.6. Recherche d'Escherichia colis

Du fait que E. coli fait partir des coliformes thermorésistants, on est passé par une méthode intermédiaire qui est la recherche des coliformes fécaux, après l'apparition des colonies, on utilise un milieu exempt d'indole après inoculation ; on incube à 37°C pendant 24H après on ajoute (quelques gouttes du réactif de Kovacs). Le résultat positif est indiqué par la formation d'un halo rouge ou rouge violet après agitation.

NB : pour chaque dilution nous avons utilisé trois boîtes de pétri, trois répétitions par dilutions pour chaque germe recherché.

Expression des résultats

$$N = \frac{\sum C}{v(n_1 + 0,1n_2)d}$$

N = nombres de colonies ;

ΣC : somme totale de colonies comptées sur les boîtes retenues ;

V = volume de dilution ;

1/d F Plus fort facteur de dilution comptable

n1 : nombre de boîtes à la plus faible dilution comptable

n2 : nombre de boîtes à la plus forte dilution comptable

Interprétation des résultats

Plan d'échantillonnage à 3 classes

Classification des échantillons selon 3 classes. Il y a rejet du lot dans le cas où il y a un seul résultat non satisfaisant ou dans le cas où le nombre d'échantillons acceptables dépasse la valeur c. Dans le cas d'un procédé, il faut mettre en place des mesures correctives.

« m » représente la valeur limite de concentration de micro-organismes correspondant à une hygiène satisfaisante. « c » nombre maximal de résultats pouvant être au-dessus de la limite « m » dans le cas d'un plan à 2 classes, ou de résultats dits « acceptables » compris entre m et M dans le cas d'un plan à 3 classes. Si le nombre d'échantillons de qualité acceptable ou insatisfaisant est supérieur à c, le lot d'où proviennent les échantillons est inacceptable.

« M », valable dans le cas d'un plan à 3 classes, limite de concentration dénotant d'une hygiène insatisfaisante. (19 du règlement (CE) n°178/2002),

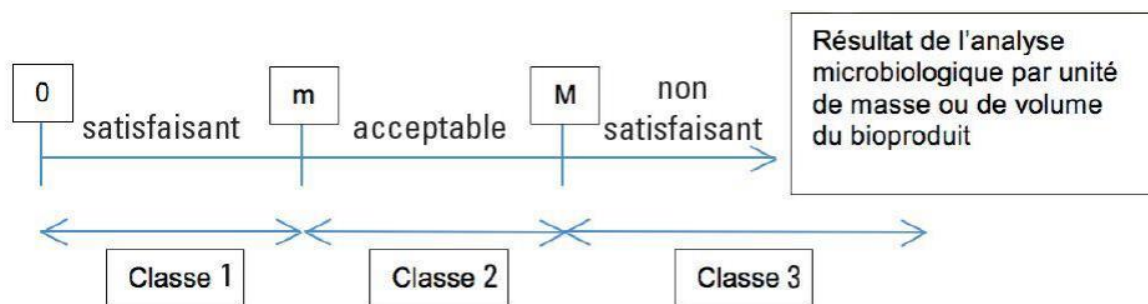


Figure 16 interprétation des résultats de contrôles de qualité

4. Isolement des ferments lactiques

4.1. Culture et Isolement de la flore lactique

Enfin d'augmenter la flore lactique, on effectue une éventuelle coagulation des échantillons (lait de chèvre, lactosérum, fromage et lait de vache) pendant 24H à 37°C après fermentation, on effectue des dilutions décimales (10^{-1} , 10^{-6}) de la suspension mère dans des tubes contenant de l'eau physiologique ; 1 ml des deux dernières dilutions retenues sont

ensemencées en masse sur des milieux gélosés MRS et M17. L'incubation se fait à 37°C pendant 24H en anaérobiose pour le Mrs et aérobie pour M17.

4.2. Pré identification (test morphologiques)

4.2.1. Observation macroscopique

Cette étude est basée sur l'observation des isolats cultivés sur gélose MRS/M17 cela permettra de caractériser la taille, la forme et la couleur des colonies.

4.2.2. Observation microscopique (Coloration de gram)

C'est une coloration double qui permet de déterminer la forme, la pureté et l'arrangement cellulaire. Elle permet aussi de classer les bactéries selon leur capacité à fixer le violet de Gentiane en bactéries à Gram positif ou à Gram négatif. L'observation se fait à l'immersion en utilisant l'objectif (x100) (Astier-Théfenne et al., 2014).

4.3. Critères physiologiques et biochimiques

4.3.1. Test de catalase

Ce test consiste à mettre une fraction de la colonie prélevée à l'aide d'une pipette Pasteur en suspension avec une ou deux gouttes de solution de peroxyde d'hydrogène sur une lame. La réaction positive se traduit par un dégagement immédiat de bulles de gaz (O₂). Les bactéries lactiques sont en effet dépourvues de cette activité (Lairini et al., 2014).

4.3.2. Test d'oxydase

Ce test consiste à prélever une colonie bactérienne et la mettre sur un disque à oxydase, le virage de couleur vers le violet indique une oxydase positive et le contraire celle négative.

4.3.3. Purification et conservation des souches

Seules les bactéries à Gram positif et catalase négative ont été retenues. Pour chaque échantillon 5 à 10 colonies sont prélevées sur milieu MRS ou M17 et repiquées sur bouillons MRS ou M17. Cette procédure est répétée jusqu'à obtention d'une souche pure de la même forme.

4.3.4. Croissance à différentes températures

Ce test permet de distinguer les thermophiles des mésophiles. Les bouillons MRS ou M17 ensemencés par les isolats sont incubés à différentes températures : 4°C, 30°C et 45°C. Tout tube présentant un trouble et parfois accompagné d'un précipât au fond du tube est considéré comme un tube positif (Medjahed,2021). L'aptitude à la culture est testée à :

- 37° et 45°C(*lactobacilles*) sur milieu MRS (Man et al.,1960)

- 30°C (*Leuconostoc*) sur milieu MRS

- 45°C (*streptocoques*, *lactocoques*, et *entérocoques*) sur milieu M17 (**Terzaghi et Sandine,1975**). La croissance est appréciée par l'apparition de trouble.

4.3.5. Croissance à différentes concentrations de NaCl : 4 % et 6,5%

Un milieu MRS et M17 alcalisé à ph 6,8 hyper salé à différentes concentrations de NaCl (4%, 6,5 %) et estensemencé par nos différentes souches. L'utilisation de ce milieu permet de mettre en évidence la capacité de certaines bactéries à résister à une concentration 6,5% de NaCl, la résistance se caractérise par la formation d'un trouble après 24h d'incubation à 37°C indiquant la croissance de la souche testée (**Asurmendi et al., 2015**).

4.3.6. Production de l'acétoïne

La recherche de l'acétoïne est testée par la réaction de Voges proskauer (VP). Les souches sélectionnées sontensemencées dans des tubes contenant chacun 5ml du milieu Clark et Clubs à l'aide d'une anse, on incube à 37°C pendant 18h/48h. Après incubation on rajoute cinq gouttes du réactif RM (rouge de méthyl). On agite soigneusement les tubes et on attend au moins 10mn pour observer les résultats ; vu la rupture des réactifs de VP1 et VP2 au sein de notre laboratoire et que la plupart des micro-organismes qui sont RM-, sont VP+.

4.3.7. Dégradation d'arginine (ADH)

La recherche de cette enzyme est intéressante pour la caractérisation des bactéries lactiques. Cette enzyme libère l'ammoniac et la citrulline à partir de l'arginine. Pour réaliser ce test, le bouillon Mueller à arginine a étéensemencé par la culture à tester. Après une incubation à 37°C pendant 24h, la culture dans le milieu de base se manifeste par le virage du milieu au jaune dû au métabolisme du glucose. La dégradation de l'arginine et la libération de l'ammoniac empêchent le virage au jaune. (**Larpen-Gourgaud et al., 1997 ; Carr et al., 2002**).

4.3.8. Test au lait de Sherman

Les souches testées sontensemencées dans du lait de Sherman à une concentration de 0.1% et 0.3% de bleu de méthylène puis incubées à 37°C pendant 24 à 48h. Les résultats positifs se traduiraient par une coagulation du lait et une réduction de la couleur (**Medjahed,2021**). C'est un test différentiel entre les *lactocoques* qui réduit le bleu de méthylène avec coagulation, et les *streptocoques* thermophiles qui sont sensibles à ce colorant (**Guiraud, 1998**)

4.3.9. Type fermentaire

Ce test différencie les bactéries hétérofermentaires productrices de gaz des homofermentaires qui n'en produisent pas. Des tubes contenant des bouillons MRS ou M17

munis d'une cloche de Durham ont été ensemencés par des suspensions pures et incubés à 37°C pendant 24 à 48h. Les résultats positifs se traduiraient par le dégagement du gaz à l'intérieur de la cloche (**Medjahed,2021**).

4.3.10. Profils fermentaires

La fermentation des carbohydrates a été menée sur milieu MRS-Cys sans extrait de viande et additionné au pourpre de bromocrésol (BCP) comme indicateur de pH.

Nos souches sont testées par ces différents sucres : cellulose, saccharose, fructose, glucose, raffinose, sorbitol, xylose, mannitol, glucose et lactose Les solutions de sucres sont préparées à 20 % et stérilisées dans le bain Mari pendant 20 min 110°C (Sigma, France)

Une plaque d'Elisa est utilisée pour ses puits. Les puits de chaque ligne contiendront une source de carbone qui sera utilisée par différentes souches. (**Bahloul,2019**)

4.3.11. Résistance des souches aux antibiotiques

L'antibiogramme de nos souches lactiques a été évalué par la méthode de diffusion en milieu solide. Le milieu utilisé est celui de la gélose nutritive. A partir d'une culture jeune en milieu liquide et à l'aide d'un écouvillon stérile, nous avons ensemencé toute la surface du milieu après séchage, nous avons déposé les disques d'Antibiotique sur la boîte et incubé à 37°C (Les antibiotiques utilisés sont en disque). (**Adjoudj,2020**)

Tableau 9 : Type d'antibiotique utilisé pour l'antibiogramme

Antibiotiques	
SPC 100	Ciprofloxacine
PI 20	Acide Pipémidique
OFX 5	Ofloxacine
TE 30	Tétracycline
NA 30	Acide Nalydixique
OX 1	Oxacilline
AX 10	Amoxicilline
E 15	Erythromycine
SXT 25	Triméthoprim Sulfametaxasol
CX 30	Cefoxitine

4.3.12. Conservation des souches

- Conservation à courte durée : Des tubes contenant 5 ml de bouillon MRS ou M17 ont été ensemencés par des souches isolées pures puis incubés à 37°C pendant 16 à 18h (over night). Les cultures sont conservées à 4°C et repiquées toutes les deux semaines. (**Medjahed,2021**)

• Conservation à longue durée : Les cellules sont récupérées à partir des cultures jeunes par centrifugation à 4000 t/min pendant 10 min dans des tubes Eppendorf. Au culot, on ajoute le milieu MRS ou M17 additionné à 20% de glycérol. Les tubes sont conservés à -20°C. (Medjahed,2021)

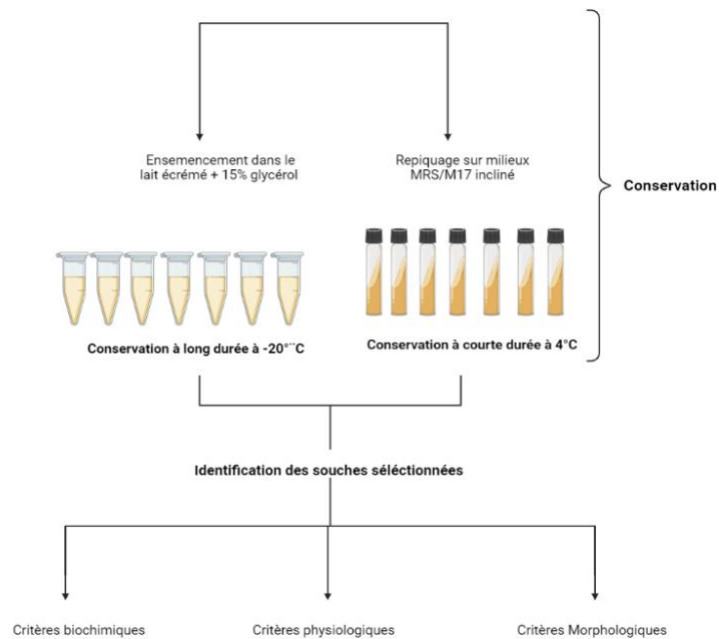


Figure 17 étapes de conservation des souches

Résultats et discussion

1. Analyse physico-chimique

Il paraît évident que l'analyse des laits avant leur transformation et leur caractérisation sur le plan physico-chimique peuvent aider à mieux orienter l'industriel sur les possibilités de leur exploitation et leur valorisation efficaces.

1.1. Lait de chèvre

Les résultats de l'analyse physico-chimique (tableau 10) des trois échantillons de lait de chèvre sont conformes aux normes AFNOR pour tous les paramètres analysés à l'exception de la matière protéique qui est légèrement supérieure à la norme pour les trois échantillons.

Cela signifie que les trois échantillons de lait de chèvre sont de bonne qualité et peuvent être utilisés pour la fabrication de produits laitiers.

Tableau 10 : Résultats de l'analyse physico-chimique lait de chèvre

Lait de chèvre	E1	E2	E3	Norme
Matière grasse	4,2%	3,8%	3,5%	3,5 à 6
Matière protéique	3,6%	3,4%	3,2%	2,9 à 3,8
Lactose	5,6%	5,1%	4,8%	4,1 à 4,7
Extrait sec total	13,8%	12,6%	11,9%	11 à 14
Matières minérales	0,85%	0,74%	0,68%	0,8 à 0,9
Point de congélation	-0,585	-0,532	-0,512	-0,55 à -0,58
PH	6,84	6,75	6,68	6,4 à 6,8
Température	4	8	4	

1.2. Fromage

Il n'y a pas beaucoup d'études ayant porté sur l'étude du Jben de chèvre, il est donc difficile de comparer nos résultats à d'autres.

Les variations observées dans les paramètres physico-chimiques (tableau 11) de cette étude s'inscrivent dans la nature même du Jben, un fromage frais traditionnel aux caractéristiques variables et non standardisées. Ce phénomène s'explique par les méthodes artisanales de sa fabrication. (Salmeron et al., 2002)

En effet, les propriétés physico-chimiques des fromages dépendent de celles du lait cru utilisé, lui-même influencé par l'espèce, la race et l'alimentation des animaux. (Poznanski et al., 2004)

Tableau 11 : Résultats de l'analyse physicochimique du fromage

Fromage	E1	E2	E3
PH	4,58	4,74	4,62
Teneur en eau	72,80%	77,50%	69,98%
Matière sèche	27,20%	22,50%	30,02%
Matière grasse	7,10%	6,25%	7,38%
Matière protéique	8,15%	6,78%	9,05%
Lactose	8,25%	7,12%	8,38%
Gras sur sec	26,10%	27,78%	24,58%
Matière minérale	3,65%	1,82%	4,41%

1.3. Lactosérum

Il existe des écarts entre nos résultats (tableau 12) et ceux rapportés par l'AFNOR. Il est important de souligner que ces valeurs représentent des moyennes et que les valeurs réelles peuvent fluctuer considérablement en fonction de plusieurs facteurs, notamment le type de lait utilisé, le procédé de fabrication, l'alimentation animale, la transformation et conditions de stockage.

Tableau 12 : Résultats de l'analyse physicochimique du lactosérum

Lactosérum	E1	E2	E3	Référence
PH	3,85	3,96	4,06	4,4 à 4,8
Extrait sec total	5,12%	4,83%	4,77%	10 à 20
Matière grasse	0,98%	0,61%	0,73%	<1
Matière protéique	1,45%	1,28%	1,34%	3% à 5%
Lactose	1,89%	1,83%	1,68%	4 % à 5%
Matière minérale	0,49%	0,32%	0,37%	0,7 à 1

2. Analyse microbiologique

2.1. Lait de chèvre

Des analyses effectuées sur du lait de chèvre ont révélé des anomalies lors de l'essai 3, tandis que les autres étaient conformes aux normes.

Tableau 13 : Résultats de l'analyse microbiologique du lait de chèvre

Germe	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Norme JORA 2017	
				m	M
Germe à 30°	3.10 ²	2.10 ²	>3.10 ⁶	3.10 ⁵	3.10 ⁶
Staphylocoque à coagulase+	4	2	10 ²	10 ²	10 ³
Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence	5.10 ²	5.10 ³
Salmonelle	Absence	Absence	Absence	Absence dans 25g	

2.2. Lactosérum

Tableau 14 : Résultats de l'analyse microbiologiques du lactosérum

Germe	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Norme JORA 2017	
				m	M
Enterobacteriaceae	Absence	Absence	Absence	3.10 ⁵	3.10 ⁶
Staphylocoque coagulase +	Absence	1	2	10	10 ²
Salmonelle	Absence	Absence	Absence	Absence dans 25g	

2.3. Fromage

Tableau 15 : Résultats de l'analyse physico-chimique lait de chèvre

Germe	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Norme JORA 2017	
				m	M
Escherichia coli	Absence	Absence	Absence	10 ⁴	10 ⁵
Staphylocoque à coagulase +	10	Absence	12	10 ³	10 ⁴
Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence	5.10 ²	5.10 ³
Salmonelle	Absence	Absence	Absence	Absence dans 25g	

Flore aérobie mésophile totale

Le dénombrement de la FTAM permet de quantifier les micro-organismes totaux, offrant ainsi une évaluation de la qualité microbiologique d'un produit naturel et le suivi de son évolution. Le nombre total de germes peut refléter l'état de fraîcheur ou de dégradation du produit. (Guiraud et Rosec, 2004)

D'après le journal officiel 2017, les résultats de nos essais 1 et 2 (tableau 13) sont satisfaisants, alors que ceux de l'essai 3 du lait ne le sont pas, suggérant une altération ou une contamination. Pour réduire la charge microbienne, il serait bénéfique d'améliorer l'hygiène lors de la traite et de la collecte, ainsi que de conserver rapidement les produits au froid. (FAO, 2004)

Recherche des coliformes

Les coliformes sont un groupe de bactéries fréquemment retrouvées dans les intestins des animaux et des humains. Leur présence dans le lait et les produits laitiers indique une contamination fécale. Dans notre étude, l'absence de coliformes dans les échantillons de lait est un résultat satisfaisant selon les normes établies par le journal officiel 2017.

Recherche des salmonelles

D'après nos résultats mentionnés les tableaux 13 ;14,15, nous constatons une absence totale des salmonelles dans nos échantillons analysés, ce qui est rassurant. car les salmonelles sont des bactéries pathogènes responsables de salmonelloses, des infections intestinales graves. Elles sont sensibles à un pH acide et ne survivent généralement pas dans le lait et les produits laitiers fermentés.

Recherche des staphylocoques

Les staphylocoques sont des bactéries présentes dans l'environnement et sur la peau humaine. Certaines souches de *staphylocoques* peuvent produire des toxines responsables d'intoxications alimentaires. La recherche des *staphylocoques* dans le lait et les produits laitiers permet d'évaluer le risque de contamination par ces bactéries.

Dans notre cas, des colonies de *staphylocoques* ont été détectées dans certains échantillons (tableaux 13, 14 ; 15), mais leur nombre reste dans la norme acceptable pour la plupart des échantillons. L'essai 3 du lait présente un nombre de *staphylocoques* légèrement supérieur à la norme, mais reste acceptable.

Le test à l'oxydase permet de différencier les bactéries selon leur capacité à produire une enzyme appelée oxydase ; le test à l'oxydase effectué sur les colonies de fromage a révélé la présence de colonies à oxydase positives et négatives. Les colonies à oxydase négatives pourraient correspondre au *Staphylococcus xylosus*, une bactérie utilisée dans le processus de raffinage du fromage et généralement inoffensive et le contraire correspond au *Staphylococcus aureus*.

L'analyse microbiologique des échantillons de lait et de produits laitiers a permis de conclure à leur qualité satisfaisante, à l'exception de l'essai 3 du lait qui présente un nombre légèrement élevé de *staphylocoques*. L'absence de coliformes et de salmonelles, ainsi que la présence de *Staphylococcus xylosus* dans le fromage.

Entérobactéries

L'analyse des échantillons de lactosérum a révélé une absence remarquable d'entérobactéries (tableau 14), un groupe de bactéries couramment associées à la contamination fécale. Cette découverte encourageante suggère que les échantillons de lactosérum respectent des normes d'hygiène strictes tout au long des processus de production et de manipulation. (Jeantet et al. 2008)

Escherichia coli

La présence d'*Escherichia colis* (*E. coli*) dans les produits alimentaires constitue un indicateur critique de contamination fécale et de pratiques d'hygiène compromises pendant la production. Cette contamination pose un risque important de maladies d'origine alimentaire, soulignant l'importance des tests *E. coli* pour garantir la sécurité du produit final. Nous avons l'absence totale d'*E. coli* dans les trois essais du fromage (tableau 15) qui pourra être expliqué par le chauffage lors de la préparation puisque la plupart des germes pathogènes ne résistent pas à la forte température ou par les conditions hygiéniques rigoureuses de la traçabilité du produit fini.

3. Isolement des ferments lactiques

3.1. Observations macroscopiques

Du point de vue macroscopique (figure 18) nous avons obtenu des colonies moyennes régulières au fond marron, des colonies petites translucides régulières, des colonies moyennes régulières blanchâtre bombées, et des colonies lisse brillante.

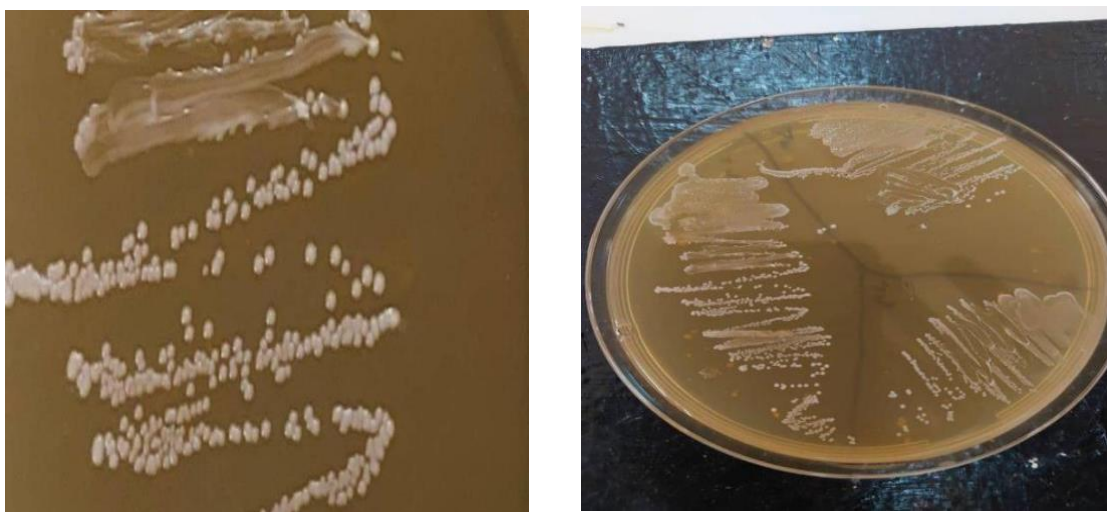


Figure 18 : Aspect colonie sur M17



Figure 19 : Aspect des colonies sur MRS

3.2. Observations microscopiques

L'observation microscopique de nos différents (figure 19) isolats nous a orienté vers des Cocci en diplocoque ou en courte chaîne et des bacilles en amas ou isolées.

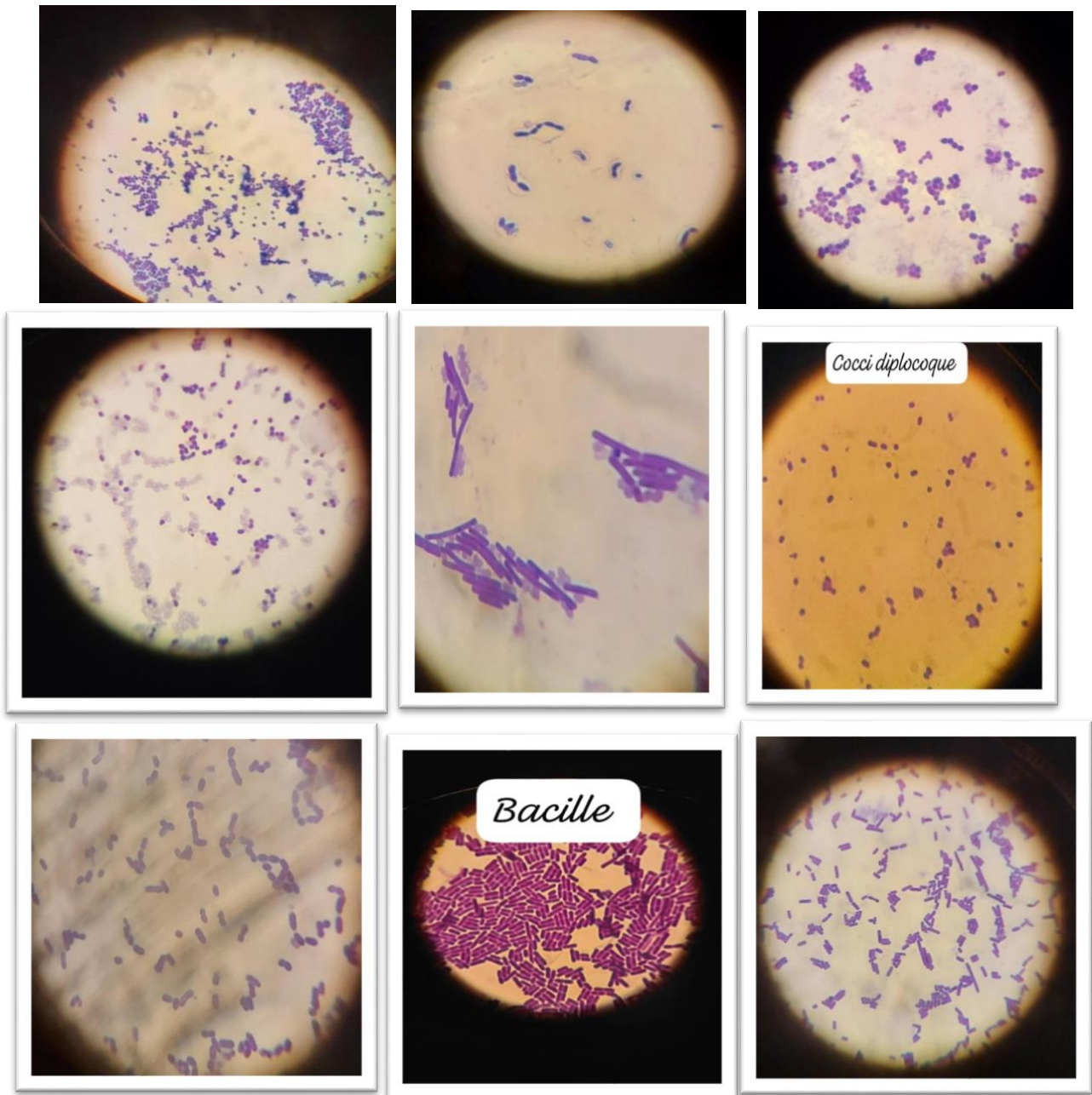


Figure 20 : Observation microscopique

3.3. Tests physiologiques et biochimiques

3.3.1. Test d'oxydase

Comme le test de catalase, nos différents isolats se sont montrés négatifs à ce test. (figure 20)



Figure 21 : Test d'oxydase

3.3.1. Test de catalase

Toutes les colonies retenues se sont montrées négatives au test de catalase (figure 21)

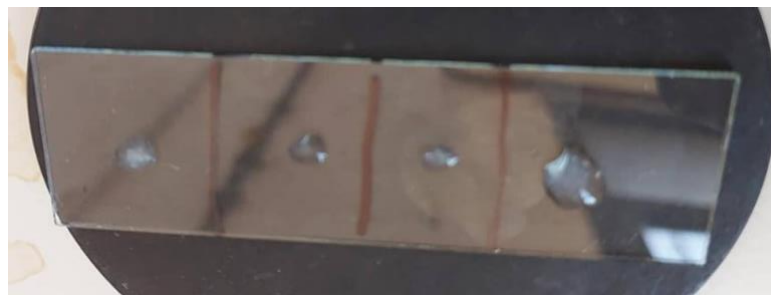


Figure 22 : Test de catalase

3.3.2. Croissance à différentes températures

Toutes les souches ont eu un résultat positif à 30°C, et à 45°C seules les souches sur M17 se sont proliférées à 4°C, contrairement aux souches de MRS.

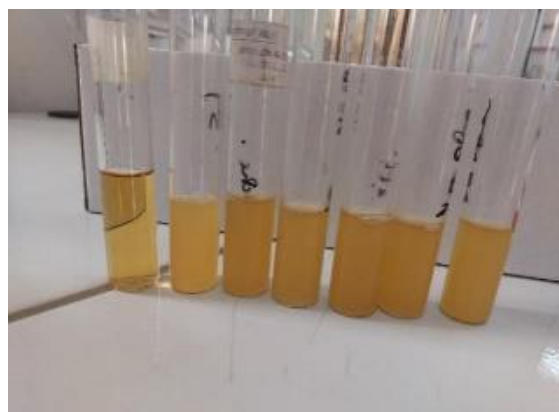
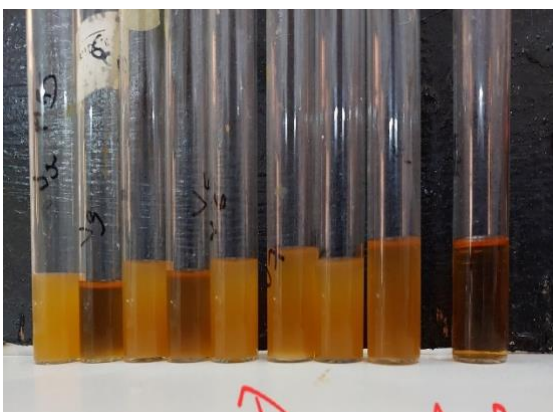


Figure 23 : Croissances à différentes températures

3.3.3. Test d'acétoïne :

Certains de nos isolats sont RM- et d'autres RM+(figure 23) ; puisque la plupart des micro-organismes qui sont de RM- sont de VP+, c'est par cette hypothèse qu'on a déduit le VP de nos différentes souches.

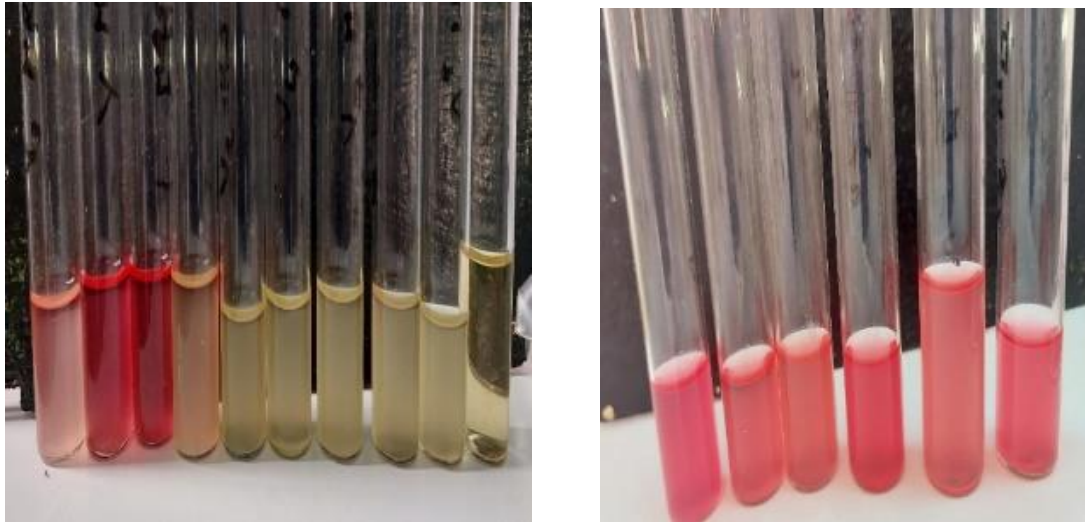


Figure 24 : Production acétoïne

3.3.4. Test ADH

Toutes nos souches se sont montrées ADH positive par l'alcalinisation du milieu d'où la coloration violette après l'incubation et la croissance de nos différentes souches.

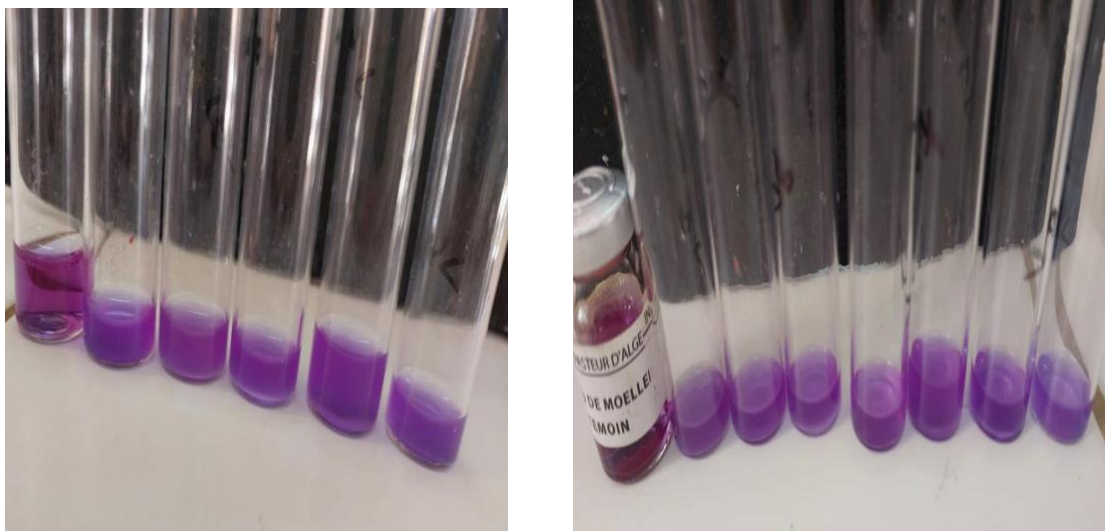


Figure 25: Hydrolyse d'arginine

3.3.5. Croissance sur le lait Sherman

La décoloration du lait ajouté au bleu de méthylène après 24h d'incubation pourra être due à l'appartenance de certaines de nos souches au genre *lactococcus* et le contraire pourrait nous faire déduire l'appartenance au genre *streptococcus*.

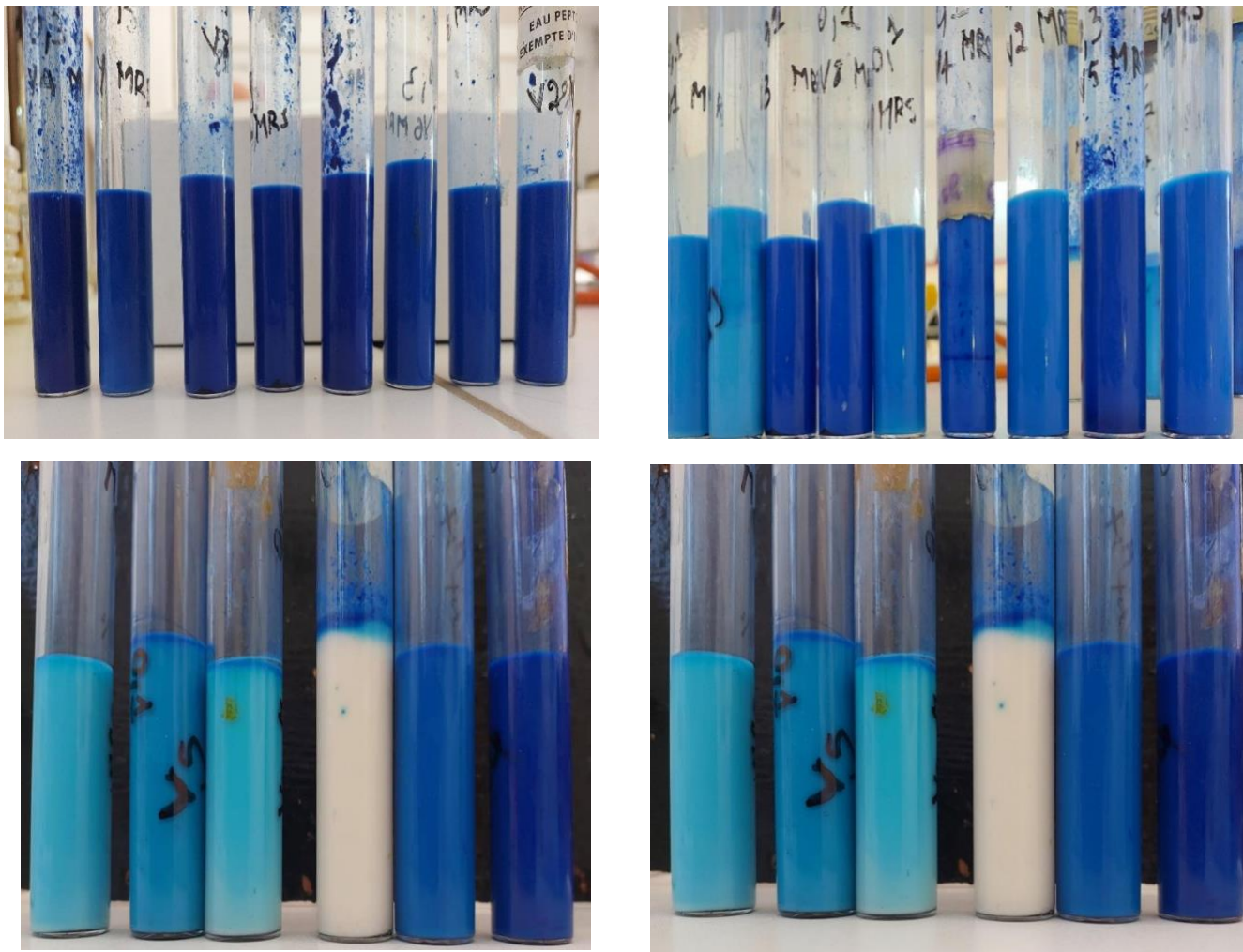


Figure 26 : Test du lait Sherman

3.3.6. Type fermentaire

Ce test nous a permis de classer nos différentes souches en deux ou trois groupes ; le groupe des hétérofermentaires par la présence du gaz dans la cloche, le groupe des hétérofermentaires ou homofermentaires facultatifs par la présence d'un volume très réduit de gaz dans la cloche et le groupe des homofermentaires qui se traduit par absence total de gaz dans les tubes.

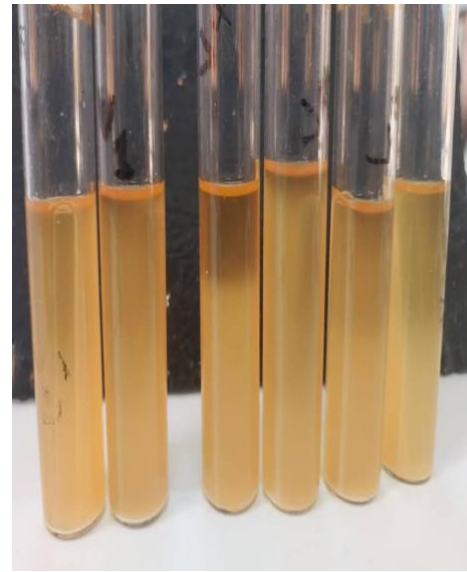


Figure 27 : Type fermentaire

3.3.7. croissance à différentes concentrations de NaCl

toutes les souches se sont montrées positives a 4% de NaCl sauf quelques-unes à 6,5% de NaCl (figure 29)

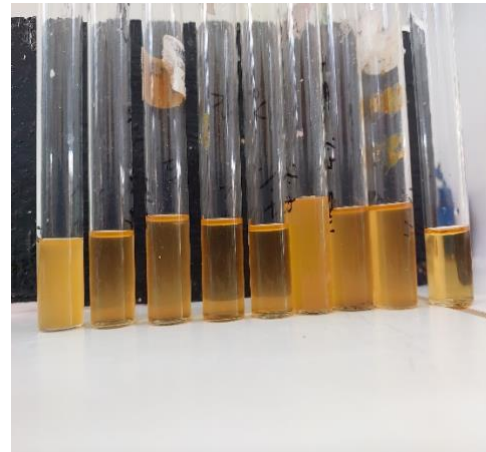
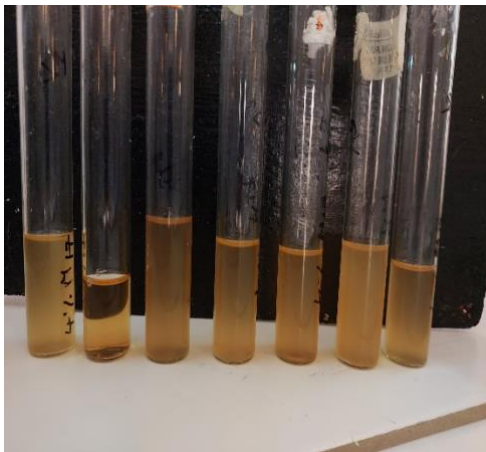


Figure 28 : Résultats à différentes % de NaCl

3.3.8. Test aux différents sucres

Les souches ayant fermenté un sucre se manifestent par le changement de couleur au jaune d'où on déduit que la souche est positive à ce sucre.

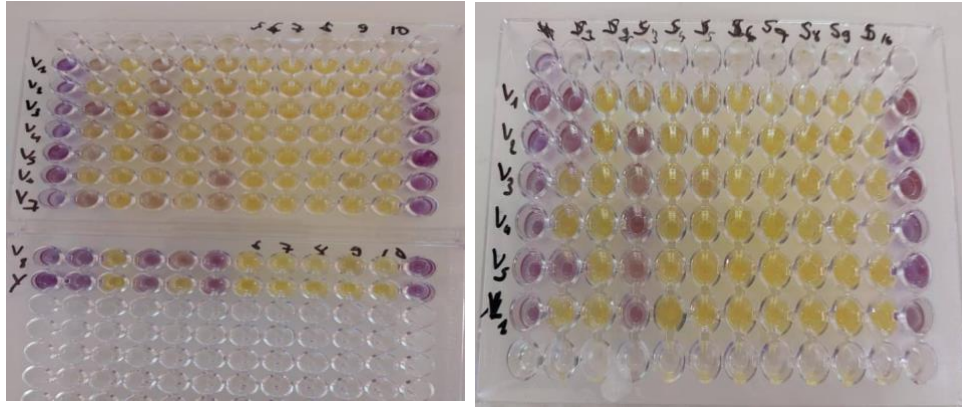


Figure 29 : Profil fermentaire

3.3.9. Test d'antibiotique

Toutes les souches étaient résistantes aux différents antibiotiques utilisés (figure 28 et tableau 16). La résistance aux antibiotiques permet aux ferments de survivre dans l'intestin même pendant une thérapie antibiotique, aidant ainsi à maintenir l'équilibre microbien. Les probiotiques résistants peuvent aider à prévenir les infections opportunistes en occupant les niches écologiques et en produisant des substances antimicrobiennes.

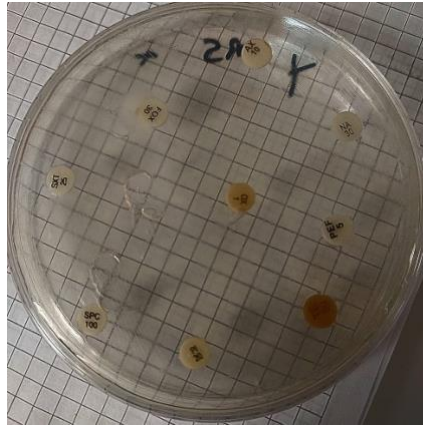


Figure 30 : Test d'antibiotique

Tableau 16 : Résultats d'antibiotique

Souche ATB	M17						MRS							
	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	L ₁	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	Y
SPC 100	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
RPI 20	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
OFX 5	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
TE 30	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
NA 30	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
OX 1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
AX 10	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
E 15	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
SXT 25	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CX 30	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

Tableau 17 : Récapitulatif des tests

Caractéristiques Souches	M17						MRS								
	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	L ₁	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	Y
Morphologie	Cocci						Cocci			Bacille de différente taille					
Gram	+														
Mode de regroupement	Diplocoque						diplocoque								
Catalase	-														
Production CO ₂	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Lait Sherman 0,3BM	+/-	-	+/-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lait Sherman 0,1 BM	+/-	-	+/-	-	+/-	-	+/-	-	-	-	+/-	-	-	-	+/-
ADH	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
VP	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-
RM	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+
T°C à 44°C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
T°C 4°C	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T°C 30°C	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+
NaCl 6,5%	-	-	-	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
NaCl à 4%	+	+	+	+	+	+	+	+/-	-	+/-	+	+	-	+/-	+
Test de sucres															
Raffinose	-	-	+/-	+	-	+	+/-	+	-	+	+	+	+/-	-	-
Maltose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sorbitol	+	-	-	-	-	-	+/-	+/-	-	+/-	+/-	+	+/-	-	-
Mannitol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+/-	+
Xylose	+	+	+/-	+	+	+	+	+	+	++	+	-	+/-	+/-	+/-
Saccharose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glucose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lactose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fructose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cellulose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3.4. Identification de nos isolats

Une analyse complète de nos échantillons a révélé la présence de quinze souches distinctes de bactéries lactiques (LAB). Ces souches ont été méticuleusement cultivées et identifiées à l'aide de divers milieux de culture, dont MRS et M17. Compte tenu des besoins nutritionnels spécifiques du LAB, les milieux de culture utilisés ont été enrichis en sucres, en

composés azotés et en facteurs de croissance pour faciliter une croissance et une identification optimales.

L'observation microscopique des isolats a permis de distinguer les genres en fonction de leurs caractéristiques morphologiques. *Lactobacillus*, *Carnobacterium* et certaines espèces de *Weissella* présentaient une morphologie en forme de bâtonnet (bacille), tandis que d'autres genres présentaient des formes distinctes. Les Cocci, en revanche, apparaissaient sous forme de diplocoques ou de chaînes courtes, à l'exclusion des genres *Pediococcus*, *Oenococcus* et *Tetragenococcus*, qui forment généralement des tétrades.

L'identification des isolats a révélé une prédominance remarquable des coques (9 souches) sur les bâtonnets (6 souches). Cette découverte concorde avec les observations rapportées par (**Franciosi et al, 2009**), (**Cheriguene , 2008**), (**Bekhouche et Boulahrouf, 2005**), et (**Kacem et coll, 2002**).

Parmi les souches identifiées, le genre *Lactobacillus* n'était représenté que par six souches. Notamment, la souche V6 présentait des caractéristiques ressemblant beaucoup à l'espèce *Lactobacillus plantarum*. Cette souche a fermenté du glucose sans production de gaz (CO₂), le classant comme homofermentaire (**Hammes et Hertel,2006**), et fermenté une large gamme de sucres, sauf la xylose (**Larpent,1996a**).

Au sein du genre *Lactococcus*, souches V1, V2, et V3 ont été identifiés comme *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* var. *Diacetylactis* basée sur des méthodes physiologiques et biochimiques. L'examen macroscopique a révélé que les *Lactocoques* se développaient sur gélose M17 et étaient petits, blancs, lisses, et colonies légèrement convexes aux contours réguliers. Au microscope ils apparaissaient comme Gram-positifs, coques sphériques disposées en paires ou en chaînes courtes à longues. (**Teuber et Geis,2006**)

De façon intéressante, certains de nos isolats présentaient des caractéristiques atypiques qui s'écartaient des descriptions fournies par (**Teuber et Geis ,2006**) ; **Stiles et Holzapfel, 1997**. Selon ces auteurs, Les *lactocoques* sont homofermentaires, ne poussent pas à 45°C, et sont incapables de grandir en présence de 6.5% de NaCl. Cependant, notre étude a révélé des souches atypiques pouvant se développer à 45°C, une découverte également rapportée par (**Franciosi et al, 2009**), et en présence de 6.5% de NaCl. Des résultats similaires ont été rapportés par (**Kacem et coll,2002**) ; (**Zadi Karam et coll, 2006**). Ces *Lactocoques* atypiques présentent un double avantage : croissance dans des environnements à forte salinité et survie dans des conditions difficiles à des températures élevées. (**Bensalah,2006**)

L'identification des espèces d'*Enterococcus* et des isolats restants s'est appuyée sur des profils de fermentation et des tests plus spécifiques tels que la galerie API. Cependant, les sucres utilisés dans notre étude n'ont pas permis une identification précise au niveau de l'espèce. Selon (Franz C.M. UN.P. et coll,2004), l'identification phénotypique traditionnelle pour caractériser les espèces devient de plus en plus difficile.

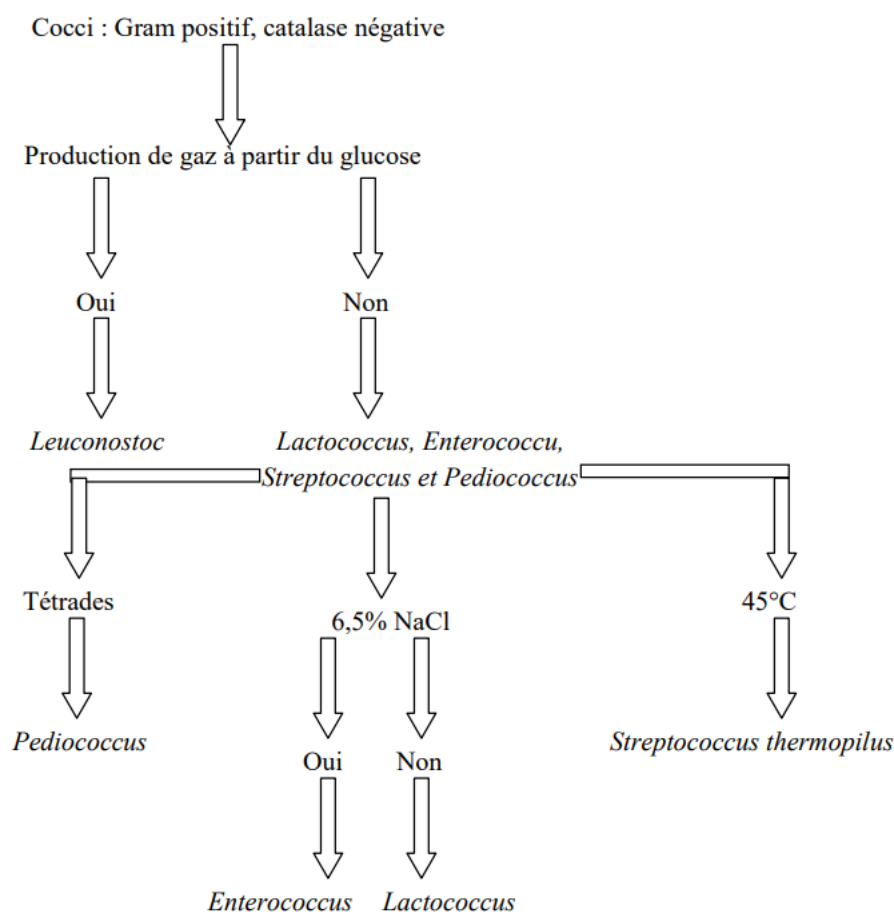


Figure 31 : Schéma de différenciation entre les bactéries lactiques (Carr et al.,2002)

Tableau 18 : Espèce et genre des isolats

Isolats	Formes	Genres	Espèces
Sur Mrs			
V ₁	Diplocoque chaîne courte	<i>Enterococcus</i>	<i>Enterococcus ssp</i>
V ₂	Diplocoque chaîne courte	<i>Enterococcus</i>	<i>Enterococcus ssp</i>
V ₃	Diplocoque chaîne courte	<i>Enterococcus</i>	<i>Enterococcus ssp</i>
V ₄	Bacille	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lactococcus ssp</i>
V ₅	Bacille	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lactobacillus ssp</i>

V ₆	Bacille	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>
V ₇	Bacille	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lactococcus ssp</i>
V ₈	Bacille	<i>Lactobacillus</i>	
Y	Bacille	<i>Lactobacillus</i>	
Sur m17			
V ₁	Diplocoque chaîne courte	<i>Lactococcus</i>	<i>Lactococcus lactis ssp lactis var diacetylactis</i>
V ₂	Diplocoque Chaîne courte	<i>Lactococcus</i>	<i>Lactococcus lactis ssp lactis var diacetylactis</i>
V ₃	Diplocoque chaîne courte	<i>Lactococcus</i>	<i>Lactococcus lactis ssp lactis var diacetylactis</i>
V ₄	Diplocoque chaîne courte	<i>Enterococcus</i>	<i>Enterococcus ssp</i>
V ₅	Diplocoque chaîne courte	<i>Enterococcus</i>	<i>Enterococcus ssp</i>
L ₁	Diplocoque chaîne courte	<i>Lactococcus</i>	<i>Lactococcus ssp</i>

Conclusion

L'analyse physico-chimique et microbiologique de nos différents échantillons traditionnels d'origine bio nous a permis de juger de la richesse nutritionnelle de nos échantillons fromage ;lactosérum et lait de chèvre ainsi que de leur conformité à la norme du JORA 2017 avec une absence ou une faible présence des germes pathogènes ce qui nous fait conclure que nos échantillons sont conformes et ne présentent aucun risque pour la santé des consommateurs sauf pour l'échantillon 3 du lait qui représente une flore mésophile aérophile supérieure à la norme , et une charge de *staphylococcus* non satisfaisante d'où une crainte pour ce produit même si la charge élevée des FTMA ne signifie pas forcément un risque pour le consommateur , c'est rassurant d'un côté car les produits bio artisanale sont beaucoup sollicités par la population il est important de connaître sa qualité physicochimique et microbiologique.

L'isolement des ferments lactiques à partir de nos échantillons lait de chèvre, lait de vache, fromage et lactosérum nous a mené à une flore très diversifiée de bactéries lactiques autochtones, qui sont très bénéfiques pour notre bien-être ; nous avons eu beaucoup de genres même si la plupart ont été perdu suite à des contaminations dans le laboratoire ou la mauvaise pratique lors de la manipulation, malgré cela nous avons pu garder une quinzaine de souches dont nous avons effectué des tests.

L'observation microscopique , macroscopique , les tests physiologiques et biochimiques nous orientent vers au moins trois genres qui sont les *lactococcus* , les *Enterococcus* (Cocci en double ou en chaîne courte) et les *lactobacillus* qui ont la forme bacillaire de taille différente d'une espèce à une autre, vu le manque de moyens pour effectuer des tests clés comme la galerie API (50H ; API Streep) ou des tests moléculaires pour pouvoir définir les espèces avec précision, malgré toutes ces conditions désagréables nous avons pu définir quelques espèces en se référant aux études précédentes ; nous avons eu comme espèce *les lactococcus lactis subsp lactis biovar diacetylactis* , *Enterococcus spp* et *lactobacillus plantarum*

Perspectives

Ce qui nous incite à avoir comme perspectives :

- ✓ De faire la galerie API pour les bactéries lactiques. Ou de l'automate Vitek 2 compact
- ✓ Identification moléculaire par PCR ou séquençage
- ✓ Surtout de faire la métagénomique qui est un procédé méthodologique qui vise à étudier le microbiome. Le microbiome est l'ensemble des micro-organismes (bactéries, virus, champignons, levures, plancton...) vivants dans un environnement spécifique (lait et ses dérivés).

Références bibliographiques

Abdi R., Sheikh-Zeinoddin M. et Soleimanian-Zad S., 2006. Identification of Lactic Acid Bacteria Isolated from Traditional Iranian Lighvan Cheese, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(1): 99-103

Adjouj fatma (2020) caractérisation phénotypique et génotypique des bactéries *Lactobacillus* isolées des produits laitiers fermentés traditionnels, thèse de doctorat université d'Oran 1 Ahmed ben Bella, Oran.

Adrian J., Legrand G et Frangne R., (1991). Dictionnaire de biochimie alimentaire et de nutrition. Tec et doc. Lavoisier. 3ème édition : 116p.

Aissaoui O., Zitoun M., Zidoune N. (2006). Traditional Algerian cheese "BOUHEZZA". Regional Animation Seminar. Soft technologies and separation processes for quality and food safety. INSAT – Tunis, Tunisie / 27-28-29 November.

Aissaoui, M., Deghrouche, K., Bedjaoui, H., & Boukhalfa, H. H. (2019). Caractérisation morphologique des caprins d'une région aride du Sud-Est de l'Algérie. *Rev. Méd. Vêt*, 170(7), 149-163.

Amiot J, Fourniers, Lebeuf. Y, Paquin P, Simsoud.R.2002.Chapitre 1 : composition. Propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyses du lait dans *Science et technologie du lait*, Edition : école polytechnique de Montréal.

Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., & Simpson, R. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. *Science et technologie du lait*, 1-74.

Amroun, T. T., & Zerrouki, N. (2014). Caractérisation de la composition biochimique du lait de chèvres Kabyles élevées en région montagneuse en Algérie. *Rencontres Recherche Ruminants*, 21, 293.

Astier-Théfenne, H., Wolf, A., Darles, C., and Garnotel, É. (2014). Vérification des performances d'une méthode selon le SH FORM 44 : application à la coloration de Gram. *Revue Francophone Lairini, S., Beqqali, N., Bouslamti, R., Belkhou, R., and Zerrouq, F. (2014). Isolement des bactéries lactiques à partir des produits laitiers traditionnels Marocains et formulation d'un lait fermenté proche du Kéfir. Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie 10, 267-277. des Laboratoires 2014, 37-46.*

Asurmendi, P., García, M. J., Pascual, L., and Barberis, L. (2015). Biocontrol of *Listeria monocytogenes* by lactic acid bacteria isolated from brewer's grains used as feedstuff in Argentina. *Journal of Stored Products Research* 61, 27-31.

Bacteria. B.J.B. Wood, and W.H. Holzapfel Eds., Vol 2., Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.

Bahloul, H. (2019). Caractérisation technologique des bifidobactéries isolées des différents écosystèmes. Thèse de doctorat, université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella, Faculté SNV, Oran. 140p.

Bekhouche F. et Boulahrouf A., 2005. Etudes quantitative et qualitative des bactéries lactiques de lait cru produits par des vaches locales appartenant à six stations d'élevage de Constantine. *Sciences & Technologie.*, 23 : 38-45

Benkrizi N,2019, Caractérisation biochimique et microbiologique des laits de chèvre : variabilité saisonnière et aptitudes technologiques, thèse de doctorat, université Abdelhamid ben Badis de Mostaganem, 173p

Bensaleh Farid, 2006. Identification et caractérisation moléculaire des bactéries lactiques basées sur les techniques d'amplification de séquences spécifiques d'ADN par la méthode PCR. Thèse de Doctorat en Biologie Moléculaire et Génétique. Université d'Oran Esseina

Beyza H Ulusoy, Kefyalew Chirkena. (2019). Two perspectives of *Listeria monocytogenes* hazards in dairy products: the prevalence and the antibiotic resistance, *Food Quality and Safety*, 3, Issue 4, 233-241.

Bouaguel, R., Bouguedah, L., & Medjoudj, H. (2020). Caractérisation microbiologique des fromages traditionnels « Mechouna et Adghess » préparés à partir du lait de chèvre

Boubekri Karima, Ohta Yoshiyuki, 1995. Identification of Lactic Acid Bacteria from Algerian Traditional Cheese, *El-Klila, J. Sci Food Agric*, 70: 501-505

Boumendjel, M ; Feknous, N ; Mekideche, F ; Dalichaouche, N ; Feknous, I ; Aoufchia, 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

Bouton Y., Tessier L., Guyot P., Beuvier E., 2005. *Renc. Rech. Ruminants*, 2005, 12, 403

Carr Frank J., Chill Don, and Maida Nino, 2002. The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey. *Critical Reviews in Microbiology*, 28(4) : 281–370

Cheriguene Abderrahim, 2008. Caractérisation et Etude du Potentiel Technologique des Bactéries Lactiques isolées à Partir du Lait de Chèvre de l'Ouest Algérien. Thèse de Doctorat en Microbiologie Alimentaire et Industrielle. Université d'Oran Es-Senia

Chethouna F. (2011). Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologique de lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru, Mémoire de magister en biologie. option microbiologie appliquée. Université Kasdi Merbah Ouargla.102p

Crump J.A. & Wain J., 2017. *Salmonella*. *Int. Encycl. Public Heal.* 6, 425-433. Delcenserie V., Gavini F., China B. & Daube G., 2011. *Bifidobacterium pseudolongum* are efficient indicators of animal fecal contamination in raw milk cheese industry. *BMC Microbiol.*11(1), 178.

Dahou, A., Homrani, A., Bensaleh, F., & Medjahed, M. (2015). La microflore lactique d'un fromage traditionnel Algérien « type j'ben » : connaissance des écosystèmes microbiens laitiers locaux et de leurs rôles dans la fabrication des fromages. *Afrique Science*, 11(6), 1-13.

De Man, J., Rogosa, M. et Sharpe, M.E., 1960. A medium for the cultivation of *Lactobacilli*, *J. Appl. Bacteriol.*, 23:130-135

Diaz, M., Del Rio, B., Sanchez-Llana, E., Ladero, V., Redruello, B., Fernández, M., Martin, M. C. & Alvarez, M. A. 2016. Histamine-producing *Lactobacillus parabuchneri* strains isolated from grated cheese can form biofilms on stainless steel. *Food microbiology*, 59, 85-9

DiversiFerm, 2014. À Propos Du Lait Cru

Dworkin MM and Falkow S. *Proteobacteria : Gamma subclass*. Ed. Springer, New York, NY, 2006, p. 1248.

Eck et Gillis, (2006) : Le fromage. 3ème Edition Tec et Doc Lavoisier 2006.Pp : 891 Carole L. Vignola ,2002 Science et technologie du lait. Transformation du lait. 3ème édition. Canada

FAO, 2019. Gateway to dairy production and products. <http://www.fao.org/dairy-production/products/products/milk-composition/en/>

Franciosi Elena, Settanni Luca, Cavazza Agostino, Poznanski Elisa, 2009. Biodiversity and technological potential of wild lactic acid bacteria from raw cows' milk. *International Dairy Journal.*, 19 : 3-11

Franz Charles M.A.P. et Holzapfel Wilhelm. H., 2004. The Genus *Enterococcus*: Biotechnological and Safety Issues in Lactic Acid Bacteria Microbiological and Functional Aspects. Salminen S., Wright A.v., Ouwehand A. 3 e Ed., Marcel Dekker, pp: 199-230

Froc J. (2001). Des jus de fruits ou de plantes pour faire du fromage. *INRA mensuel*, 110 : 41 42.

Guetouache M., 2015. Characterization and identification of lactic acid bacteria isolated from traditional cheese (Klila). Conference Paper · November 2015. Oran.

Guetouache M., Guessas B. & Medjkal S., 2015. Technological and Biochemical characterization of Lactic Acid Bacteria isolated from Algerian Traditional Dairy Products. *World Applied Sciences Journal* 33 (2) : 234-241

Guiraud, J.P (1998). *Microbiologie des principaux produits alimentaires*, Microbiologie alimentaire. Ed ©Dunod, Paris.

Hammes W.P., Hertel C., 2006. The Genera *Lactobacillus* and *Carnobacterium*. *Prokaryotes.*, 4: 320-403

Hardie J.M., Whiley R.A., 1995. The genus *Streptococcus* in The Genera of Lactic acid
Harrigan W.F., McCance M.E., 1976. Eds., *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*. Academic Press, Orlando.

Holschbach C.L. & Peek S.F., 2018. *Salmonella* in Dairy Cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 34(1), 133-154.

Holzappel W.H., 2002. Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. *Int. J. Food Microbiology.*, 75: 197-212

Huppertz, T. (2021). Whey Protein. In *Encyclopedia of Dairy Sciences* (3rd Edition) (pp. 685-690). Academic Press

J. D'Amico D. & Donnelly C.W., 2017. Growth and Survival of Microbial Pathogens in Cheese. In : *Cheese*. Elsevier, 573-594.

Kacem M., Zadi-Karam H., Karam N-E., 2002. Bactéries lactiques isolées de lait de vaches, de brebis et de chèvre de l'Ouest Algérien. *Renc. Rech. Ruminants*, 9: 375

Kumar, D., Chatli, M. K., Singh, R., Mehta, N. & Kumar, P. 2016. Antioxidant and antimicrobial activity of camel milk casein hydrolysates and its fractions. *Small Ruminant Research*, 139,20-25.

Lachebi S. & YellesF. (2018). Valorisation du lactosérum par technique membranaire. *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*, 4(3).

Lahsaoui, S. (2009). Etude du Procédé de Fabrication du Fromage Traditionnel Klila. *Mémoire d'Ingénieur en Agronomie*. Fahloul, D. Université de Batna. Algérie.

Lappa IK, Papadaki A., Kachrimanidou V., Terpou A., Koulougliotis D., Eriotou E., Kopsahelis N. (2019) Transformation du lactosérum de fromage : concepts de bioraffinerie intégrés et applications alimentaires émergentes. *Aliments* 8(8) : 347.

Larbier M., Leclerc B., 1992, *Nutrition et alimentation des volailles*. INRA Editions, 168 pp.

Larpent JP, (1997). *Microbiologie alimentaire, technique de laboratoire*, 470p.

Larpent J-P., 1996a. Les bactéries lactiques In *Microbiologie alimentaire : Aliments*

Larpent J-P., Copin M-P., Germonville A., Jaquet M., Thétas J-L. (1997). *Microbiologie du lait et des produits laitiers* In *Microbiologie alimentaire Techniques de laboratoire*. Larpent J-P. Tec&Doc, Lavoisier, pp : 704-805

Larpent-Gourgand Monique, Michaux odile, Lrpent J.P, Desmasures Nathalie, Desmazeaud Michel, Mangin Irène, Masson Florence, Montel M.C. et Tailliez

Leksir, C., Boudalia, S., Moujahed, N., & Chemmam, M. (2019). Traditional dairy products in Algeria: case of Klila cheese. *Journal of Ethnic Foods*, 6(1), 1-14.

Levkov, V., Stafilov T., Pacinovski N., Bačceva K., Mateva N., Gjorgovska N., (2017). Content of major and trace elements in raw ewes' milk used for production of traditional white brined cheese. *Slovak Journal of Animal Science*. 1 :7–14.

Linden G. et Lorient D., (1994). *biochimie agro industrielle ; valorisation alimentaire de la Production agricole*. Masson Paris Milan Barcelone.1994.

Mahamedi, A. E. (2015). Etude des qualités : hygiénique, physicochimique et microbiologique des ferments et des beurres traditionnels destinés à la consommation dans différentes régions d'Algérie. *Mémoire de Magister en Biologie*. Benlahcen K. Université d'Oran. Algérie.111p.

Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G & Schuck, P. (2000). Les produits industriels laitiers Edition Tec & Doc Lavoisier – Paris.

Meghoufel Naïma Leïla (2019) Etude de la diversité taxinomique et technologique des bactéries lactiques isolées au cours de la production de Jben et approche moléculaire de leurs interactions au microcosme fromager. Thèse de doctorat Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem 151p.

Mme Amimour Meryem, (2019) essai d'optimisation des procédés de fabrication des fromages traditionnels de qualité Jben, thèse de doctorat, université Abdel Hamid ibn Badis, Mostaganem ,174P

OMS, 2012. The global view of campylobacteriosis: report of an expert consultation.,9-11.

OMS, 2018a. Escherichia coli (E. coli). <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

OMS, 2018b. Campylobacter. sheets/detail/campylobacter, (29/05/2019).

OMS, mai-27-2019. Escherichia coli (E. coli). sheets/detail/e-coli, (27/05/2019)

Ozturkoglu-Budak S. & De Vries R.P., 2017. Mold-ripened and raw milk cheeses: Production, risks, and benefits to human health, Dairy in Human Health and Disease across the Lifespan, Elsevier Inc., 353-361.

Panthi R.R., Jordan K.N., Kelly A.L. & Sheehan J.J. (Diarmuid), 2017. Selection and Treatment of Milk for Cheesemaking. In: Cheese. Elsevier, 23-50.

Patrick., 1997. Les ferments lactiques et bactéries apparentées In Microbiologie alimentaire Techniques de laboratoire. Larpent J-P. Tec & Doc, Lavoisier, pp : 199-255

Santé Publique, 2018. Toxi-Infections Alimentaires Collectives 1-49

Selon Guiraud et Rosec, (2004), La présence des coliformes est souvent associée à des entérobactéries pathogènes comme : Salmonella, Shigella, Yersinia et certains biotypes d'E.coli.

Sugrue I., Tobin C., Ross R.P., Stanton C. & Hill C., 2019. Foodborne Pathogens and Zoonotic Diseases. In: Raw Milk. Elsevier, 259-272.

Teuber Michael, Geis Arnold, 2006. The Genus Lactococcus. Prokaryotes 4 : 205-228

Velez A.S. (2017). Etude bibliographique du rapport bénéfices-risques de la consommation de lait cru de vache ; école nationale vétérinaire d'Alfort, 69p.

Zadi Karam H., Karam N-E., 2006. Bactéries lactiques du lait de chamelle d'Algérie : mise en évidence de souches de Lactococcus résistantes au sel. Tropicultura., 24(3) : 153-156

Mami Anas, (2013) recherche des bactéries productrice de bactériocines à large spectre d'action vis-à-vis des germes impliqués dans les toxiinfections alimentaires en Algérie, thèse de doctorat, université d'Oran p.

Fernane Boumediene Habiba, (2017) études des bactéries thermorésistantes dans le lait thèse de doctorat, université MUSTAPHA Stambouli de Mascara p.

Boumendjel Mahieddine. Feknous Nesrine. Mekidèche Farah. Dalichaouche Nabila. Feknous Ines. Touafchia Lynda. Metlaoui Nadia. Zenki Redouane (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 Volume 5, Numéro 2, Pages 492-506

McSweeney PLH, Ottogalli G, Fox PF. Chapter 31 - Diversity and classification of cheese varieties: an overview. In: McSweeney PLH, Fox PF, Cotter PD, Everett DW, editors. Cheese. Fourth ed. San Diego: Academic Press; 2017. p. 781–808. Kongo, J.M., Malcata, F.X. (2016). Cheese: Processing and Sensory Properties. In encyclopedia of food and health. Elsevier, 748-754.

Meribai, A., Jenidi, R., Hammouche, Y., and Bensoltane, A. (2017). Physico-chemical characterization and microbiological quality evaluation of Klila, an artisanal hard dried cheese from Algerian's arid areas: Preliminary study Characterisation physicochimique et qualité

microbiology du Klila: un fromage traditionnel sec des regions amrides d'Algerie. Journal of New Sciences 40, 2169-2174.

Mitchell M., 2005. Détection des résidus d'antibiotiques dans le lait de chèvre.

Mo, L., Jin, H., Pan, L., Hou, Q., Li, C., Darima, I., Zhang, H. & Yu, J. 2019. Biodiversity of lactic acid bacteria isolated from fermented milk products in Xinjiang, China. Food Biotechnology,33, 174-192

Nouani a., belhamiche n., slamani r., fazouane f., belbraouet, bellal m.-m., 2009. Purification et caractérisation électrophorétique d'une protéase coagulant le lait de mucorpusillus : comparaison de méthodes. European journal of scientific Research, 35 (4) :512-52.

Jeness, R. (1980) Composition and Characteristics of Goat Milk Review 1968-1979. Journal of Dairy Science, 63, 1605-1630

Ouadghiri.M M. (2009). Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés « Lben » et « Jben » d'origine marocaine, thèse de doctorat en Microbiologie et Biologie Moléculaire. Université Mohammed Vagdal Faculté des sciences Rabat, Maroc. 132 p

Ozturan K et Atasever M., (2018). Mineral elements and heavy metals in milk and dairy products [Sut ve Urunlerinde Mineral Meddler ve Ağır Metaller]. Atatürk universitesi Veteriner Bilimleri Dergisi. 13(2) :229–241.

Pilet M-F., Magras Catherine et Michel Federighi, 2005. Bactéries lactiques In Bactériologie alimentaire “compendium d'hygiène des aliments”. Federighi M.Economica, pp: 219-242

Salminen, M. K., Rautelin, H., Tynkkynen, S., Poussa, T., Saxelin, M., Valtonen, V. & Järvinen, A. 2004. Lactobacillus bacteremia, clinical significance, and patient outcome, with special focus on probiotic Lactobacillus rhamnosus GG. Clinical infectious diseases, 38, 62-69.

Salminen, M. K., Rautelin, H., Tynkkynen, S., Poussa, T., Saxelin, M., Valtonen, V. & Järvinen, A. 2004. Lactobacillus bacteremia, clinical significance, and patient outcome, with special focus on probiotic Lactobacillus rhamnosus GG. Clinical infectious diseases, 38, 62-69.

Sartori, C., Boss, R., Ivanovic, I., and Graber, H. U. (2017). Development of a new real-time quantitative PCR assay for the detection of Staphylococcus aureus genotype B in cow milk, targeting the new gene adlb. Journal of Dairy Science 100, 7834-7845.

Sottiez P. (1990). Produits dérivés des fabrications fromagères in : lait et produits laités ; vache, brebis, chèvre. Edition Lavoisier, Paris. pp.633.

Stiles Michael E., Holzappel Wilhelm H., 1997. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. Inter. J. Food Microbiol, 36 : 1-29

Tabèche .M 2009 : La tomme noir de Kabylie.

Tabet, R., Mechai, A., Branes, Z., & Chenchouni, H. (2023). Effect of vegetable coagulant and lamb rennet on physicochemical composition, fatty acid profile and lipid quality indices of a traditional fresh cheese (Jben). Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 102609.

Tadjine ,D., Boudalia,S.,Bousbia,A., Gueroui,Y.,Symeon,G ., Merirouk Boudechiche ,L....et chemman,M(2020) Milk heat treatment affects microbial characteristics of cors and goats « Jben » traditional fresh cheeses .Food science and technology .41,136-143 .

Teuber Michael, Geis Arnold, 2006. The Genus Lactococcus. Prokaryotes 4: 205-228
Twomey D., Ryan M., Meaney B., Hill C., 2002. Antibiotics produced by lactic acid bacteria: structure, function and applications. Antonie van Leeuwenhoek, 82: 165-185

Tormo .H., Ali haimoud-Lekehal.D., Laithier.C., 2006. Les microflores utiles des laits crus de vache et de chèvre : principaux réservoirs et impact de certaines pratiques d'élevage. 13ème Rencontre Recherche Ruminants. Institut de l'Élevage-INRA, 305-308.

Zadi Karam H., Karam N-E., 2006. Bactéries lactiques du lait de chamelle d'Algérie : mise en évidence de souches de Lactococcus résistantes au sel. Tropicultura., 24(3) : 153-156

Zhang, J., J. Wang, J. Jin, X. Li, H. Zhang & C. Zhao (2022) Prevalence, antibiotic resistance, and enterotoxin genes of *Staphylococcus aureus* isolated from milk and dairy products worldwide: A systematic review and meta-analysis. *Food Research International*, 111969

Zhang, S., Zhang, L., Jiao, Y., Luo, X., Li, H., Xin, L., Xue, C., Zhang, Y., Yi, H. & Han, X. 2014. Technological characterization of lactic acid bacteria protease isolated from traditional Chinese fermented milk. *Journal of Food Quality*, 37, 395-402.

<https://www.fil-idf.org/2018/03/FIL-238-I-ISO-19662>

/ <https://www.fil-idf.org/2018/03/FIL-238-I-ISO-19662>

<https://www.agencebio.org/decouvrir-le-bio/les-apports-de-lagriculture-biologique/ses-produits/>

<https://www.who.int/fr/news-room/fact>

<https://doi.org/10.17094/ataunivbd.317822>.

<https://www.who.int/fr/news-room/fact>

Annexe

Annexe 1 : milieu de cultures

Milieu de CHAPMAN

Peptone	10g
Extrait de viande	1 g
NaCl	75 g
Mannitol	10g
Rouge de phénol.....	25 g
Gélose.....	15 g
Eau D	1000 ml

Ph=6,8, autoclavage 121°C pendant 15 minutes.

Milieu eau peptone tamponnée

Extrait de viande.....	10g
Peptone.....	20 g
NaCl.....	6 g
KH ₂ HPO ₄	1,5 g
NaHPO ₄	9 g
Eau D	1000 ml

Ph=6,9, autoclavage 121 °C pendant 20 minutes.

Milieu SS (Salmonella, shigella)

Peptone	5g
Extrait de viande	5g
Sels biliaires	8,5g
Citrate de sodium.....	10g
Na ₂ S ₂ O ₃	8,5 g
Citrate de fer	1 g
Lactose	10g
Rouge neutre.....	25g
Vert brillant	0,33g
Gélose	15g
Eau Distillée.....	1000ml

Ph=7. NE PAS AUTOCLAVER, Incubation à 37°C pendant 48h

Bouillon MRS (Man Rogosa et Sharpe, 1960)

Peptone	10g
Extrait de viande.....	10g
Extrait de levure	5g
Glucose	20g

Tween 80 1mL
 Phosphate dipotassique2g
 Acétate de sodium5g
 Citrate de sodium 2 g
 Sulfate de magnésium..... 0,2g
 Sulfate de manganèse 0,05g
 Eau distillée.....1000 ml
PH 6,5. Autoclaver à 120 °C/20mn

M17 (Terzaghi et Sandine, 1975)

Tryptone.....2,50 g
 Peptone pepsique de viande 2,50 g
 Peptone papainique de soja..... 5,00 g
 Extrait autolytique de levure2,50 g
 Extrait de viande..... 5,00 g
 Lactose..... 5,00 g
 Glycérophosphate de sodium..... 19,00 g
 Sulfate de magnésium..... 0,25 g
 Acide ascorbique 0,50 g
 Agar bactériologique15,00 g
PH : 7,1 ± 0,2, Autoclavage 110°C pendant 10min

MRS BCP

MRS (milieux liquide) 1000 ml
 Bromocrésol pourpre 0.025g
PH 7,0, Autoclaver 120°C pendant 20 min

Eau physiologique :

Chlorure de sodium 8,5g
 Eau distillée..... 950ml
 PH=7. Autoclavage 120°C pendant 20min
 Gélose nutritive :
 Extrait de viande.....1g
 Extrait de levure2g
 Peptone5g
 Chlorure de sodium5g
 Eau distillée..... 1000ml
 Agar15g
PH=7,4. Autoclavage 120°C pendant 20min

Le lait de Sherman (Bourgeois et Levreau, 1991) :

Lait écrémé en poudre100g

Extrait de levure0,5 g

Eau distillée.....1000 ml

PH=6,8

Pour obtenir un lait à 0,1% de bleu de méthylène, on ajoute au moment de l'emploi

0,1ml de bleu de méthylène à 0,1% déjà stérilisé à 120°C pendant 20min. Et Pour avoir un lait à 0,3% de bleu de méthylène, on ajoute au moment de l'emploi 1ml de bleu de méthylène à 0,3%

Coloration de Gram

- Réaliser un frottis bactérien et le fixer à la chaleur ;
- colorer au violet de gentiane phénol durant environ 1 min ;
- laver à l'eau distillée (ou du robinet) ;
- faire agir la solution de Lugol durant environ 1min ;
- 2eme lavage avec l'eau ;
- faire agir l'éthanol à 0.95 durant 10 secondes ou faire couler l'éthanol sur la lame jusqu'à la décoloration ;
- laver à l'eau distillée (ou du robinet) ;
- colorer à la fuchsine phénoléé de quelques secondes à 1 min selon sa concentration
- laver à l'eau distillée (ou du robinet) ;
- observer après séchage à l'immersion (objectif x100) et à pleine lumière.

Les bactéries à Gram+ absorbent la couleur du cristal violet et demeurent bleues violettes en apparence, contrairement celles à Gram- qui apparaissent distinctement rosâtres.

XLD (Xylose-Lysine Désoxycholate)

Extrait de levure.....3 g

L-Lysine5 g

Xylose3,75 g

Lactose..... 7,5 g

Saccharose7,5 g

Désoxycholate de sodium2,5g

Citrate de fer-ammonium0,8 g

Thiosulfate de sodium6,8 g

Chlorure de sodium5 g
 Agar15 g
 Rouge de phénol0,08g
 Eau distillée1 litre
pH : 7,4 ± 0,2

PCA (Plate Count Agar) •

Tryptone6,0 g
 Extrait de levure2,5 g
 Glucose.....1,0 g
 Agar5,0 g
 pH : 7

VRBL (milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre)

Peptone7g
 Extrait de levure.....3g
 Lactose10g
 Chlorure de sodium5g
 Mélange sel biliaire1,5g
 Cristal violet0,002g
 Rouge neutre 0,03 g
 Agar-agar15 g
 Eau distillée1 000 ml
pH : 7,4 ± 0,2.

VRBG (Gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre)

Extrait de levure3,0g
 Peptone 7,0g
 Chlorure de sodium5,0g
 Sels biliaires1,5g
 Glucose10,0g
 Rouge neutre0,03g
 Cristal violet 0,002g
 Agar12,0g
pH 7,4 ± 0,2

bouillon Sélénite Cystine

Tryptone.....5,00
 Lactose4,00
 Sélénite acide de sodium.....4,00
 Phosphate disodique10,00
 L-cystine.....0,01

Journal officiel d'Algérie 2017 :

ANNEXE I

Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires

1- Lait et produits laitiers

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc (1)g ou ufc/ml)	
		n	c	m	M
Lait cru	Germes aérobies à 30 °C	5	2	3.10 ⁵	3.10 ⁶
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	Coliformes thermotolérants	5	2	5.10 ²	5.10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
	Antibiotiques	1	—	Absence dans 1 ml	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Enterobacteriaceae	5	0	10	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
Lait UHT et lait stérilisé	Germes aérobies à 30 °C	5	0	100.1ml	
Lait en poudre et lactosérum en poudre	Enterobacteriaceae	5	2	10	10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Fromages au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ³	10 ⁴
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
	Fromages à base de lait ayant subi un traitement thermique moins fort que la pasteurisation et fromages affinés à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Fromages à pâte molle non affinés (fromages frais) à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Crème au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ³	10 ⁴
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	