



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN

جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Département de Biologie

Laboratoire de microbiologie appliquée à l'agroalimentaire, au biomédical et à l'environnement
«LAMAABE»

MEMOIRE

Présenté par

Melle OUASSINI Ghizlene

En vue de l'obtention du diplôme de

Master en Biologie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Microbiologie et Contrôle de Qualité

Intitulé

**« KLILA » un fromage du terroir. Etude et valorisation
des produits laitiers traditionnels Algériens**

Soutenue le 22 juin 2026, devant le jury composé de

Présidente	Dr CHERIF ANNTAR Asmaa	Maître de conférences A	Univ. Tlemcen
Examinatrice	Dr BOUMEDIENE Karima	Maître de conférences B	Univ. Tlemcen
Encadreur	Dr BENDIMERAD Nahida	Maître de conférences A	Univ. Tlemcen

Année Universitaire : 2025-2026.



Remerciements

Je voudrais profiter de cette occasion pour exprimer mes sincères remerciements et ma reconnaissance à :

***Dieu**, le tout puissant pour m'avoir donné la force, la santé et la patience pour accomplir ce modeste travail.*

*Ma promotrice, **Mme. BENDIMERAD Nahida**, non seulement pour avoir pris soin de moi, mais surtout pour m'avoir donné de précieux conseils, ainsi elle m'a dirigée tout au long de la préparation du mémoire de master.*

*Je tiens à remercier les membres de jury d'avoir accepté d'examiner mon travail : **Mme. CHERIF ANNTAR Asmaa** d'avoir accepté de présider le jury, et **Mme. BOUMEDIENE Karima** d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance et ma sincère gratitude à tous mes enseignants de la filière de biologie de l'université de Tlemcen, sans exceptions, pour les efforts qu'ils ont fournis durant ces cinq années de formation





Dédicaces

*Tout d'abord, merci à **Dieu** le Tout-Puissant qui m'a permis d'atteindre cette étape honorable de ma vie, et par sa grâce, j'écris aujourd'hui ces mots. Je dédie ce fruit de ma réussite :*

À mes parents, mon honneur et ma plus grande fierté

À ma tendre mère, Celle dont les précieux conseils ont balisé mon chemin, la lumière qui a éclairé mes moments de doute et la force tranquille qui m'a poussée vers l'avant. Maman, tes paroles bienveillantes ont été mon guide infailible. Je suis honorée d'être ta fille. Que Dieu te protège, préserve ta santé et perpétue ton amour infini.

À mon cher père,

Mon roc, mon soutien inébranlable et mon repère de toujours. Merci d'avoir été mon refuge quand la fatigue me pesait, et d'être ce repère de sagesse et de bonté. C'est grâce à ta présence à mes côtés que j'ai pu surmonter chaque défi je suis tellement fière d'être ta fille. Que Dieu te protège, préserve ta santé et perpétue ton amour infini.

À mes précieux frères et sœur :

Les battements de mon cœur, et ma source constante de joie. À travers ces lignes, je tiens à vous exprimer tout mon amour. Je vous aime infiniment.

À ma grande et chaleureuse famille,

Pour votre bienveillance et vos encouragements constants qui m'ont portée tout au long de mon parcours universitaire. Vous êtes mes racines et ma force.

À mes chères copines,

Les gardiennes de mes secrets et mes complices de chaque instant. Merci pour votre soutien moral, vos sourires et d'avoir partagé avec moi les joies et les défis de cette aventure académique.



Résumé :

Algérie possède une diversité impressionnante de produits laitiers traditionnels, chacun lié à une région, une culture et des techniques ancestrales. Malheureusement ces produits ne sont connus que par les régions qui les fabriquent. Ainsi et dans le but de valoriser ces produits laitiers avant leurs disparition, Klila a été choisis comme projet de notre étude. C'est un fromage à pâte dure fabriqués dans la région de l'Est Algérien. L'élaboration du fromage au laboratoire a été faite en suivant les méthodes artisanales de sa fabrication mais dans des conditions très strictes d'hygiène. Pour avoir une touche d'innovation le fromage a été aromatisé par du persil et du poivre. Après sa fabrication des analyses physico-chimiques soit la mesure du pH, de l'acidité, de l'humidité ainsi que de l'extrait sec total ont été réalisés.

Puis le fromage a subit des analyses microbiologiques à savoir la recherche et le dénombrement de la flore d'altération comme la flore totale mésophile, les entérobactéries, les levures moisissures et la flore pathogène comme la recherche de Salmonella et Staphylococcus aureus. Puis des analyses sensorielles ont été faites en appliquant le test hédonique.

Les résultats physico-chimiques ont montré que notre fromage qu'il soit nature ou avec persil, et poivre n'est pas acide et que le pH tend vers la neutralité alors que les teneurs d'extrait sec total (EST) sont de 49,89 % jusqu'à 86,65 %. Analyse microbiologique a révélé une bonne qualité du produit vu l'absence totale de Salmonella et le taux très faible de la flore d'altération pour les trois types de klila. L'étude sensorielle a montré que le fromage incorporé a un autre aliment a donné une bonne appréciation et acceptabilité du produit qu'il soit aux poivres, au persil ou nature. Klila est un fromage qui comble la richesse des produits du terroir, il doit être industrialisé pour sa valorisation et pour éviter sa disparition.

Mots clés : Klila, Fromage traditionnel algérien, analyses, Valorisation.

Abstract:

Algeria has an impressive diversity of traditional dairy products, each linked to a region, a culture, and ancestral techniques. Unfortunately, these products are only known in the regions that produce them. Thus, with the aim of promoting these dairy products before their disappearance, Klila was chosen as the project for our study. It is a hard cheese made in the eastern region of Algeria. The cheese was made in the laboratory following the artisanal methods of its production but under very strict hygiene conditions. To add a touch of innovation, the cheese was flavored with parsley and pepper. After its production, physicochemical analyzes, including the measurement of pH, acidity, moisture, and total dry extract, were conducted.

Then the cheese underwent microbiological analyzes, namely the search and enumeration of spoilage flora such as total mesophilic flora, enterobacteria, yeasts, molds, and pathogenic flora such as the search for Salmonella and Staphylococcus aureus. Then sensory analyzes were conducted using the hedonic test.

The physicochemical results showed that our cheese, whether plain or with parsley and pepper, is not acidic and that the pH tends toward neutrality, while the total dry extract (TDE) content ranges from 49.89% to 86.65%. Microbiological analysis revealed a good quality of the product given the complete absence of Salmonella and the very low rate of spoilage flora for the three types of klila. The sensory study showed that the cheese incorporated with another food received good appreciation and acceptability of the product, whether it was with peppers, parsley, or plain. Klila is a cheese that embodies the richness of local products; it must be industrialized for its valorization and to prevent its disappearance.

Keywords : Klila, Traditional Algerian Cheese, analyzes, Valorization.

ملخص:

تمتلك الجزائر تنوعاً مذهلاً من المنتجات الألبانية التقليدية، كل منها مرتبط بمنطقة وثقافة وتقنيات تقليدية. للأسف، هذه المنتجات معروفة فقط في المناطق التي تصنعها. وهكذا، ومن أجل إحياء هذه المنتجات الألبانية قبل اختفائها، تم اختيار كلية كمشروع لدراستنا. إنه جبن صلب يُصنع في منطقة الشرق الجزائري. تمت صناعة الجبنة في المختبر باتباع الطرق التقليدية في صنعها، ولكن في ظروف صحية صارمة للغاية. لإضفاء لمسة من الابتكار، تم تنبيل الجبنة بالبقدونس والفلفل. بعد تصنيعه، تم إجراء تحليلات فيزيائية وكيميائية مثل قياس الرقم الهيدروجيني، الحموضة، الرطوبة وكذلك المستخلص الجاف الكلي.

ثم خضع الجبن لتحليلات ميكروبيولوجية، بما في ذلك البحث وإحصاء فلورا التدهور مثل الفلورا الميسوفيلية الكلية، البكتيريا المعوية، الخمائر والعفن، والفلورا الممرضة مثل البحث عن السالمونيلا والمكورات العنقودية الذهبية. ثم تم إجراء تحليلات حسية باستخدام الاختبار الهيدروني.

أظهرت النتائج الفيزيائية والكيميائية أن جبناً، سواء كان طبيعياً أو مع البقدونس والفلفل، ليس حمضياً وأن درجة الحموضة تتراوح بين 49.89% و 86.65%. أظهرت التحاليل (EST) تميل نحو الحيادية، في حين أن محتويات المادة الجافة الكلية الميكروبيولوجية جودة للمنتج نظراً لغياب السالمونيلا تماماً وانخفاض معدل الفلورا المفسدة لأنواع الكلية الثلاثة. أظهرت الدراسة الحسية أن الجبنة المدمجة مع غذاء آخر قد نالت تقديراً وقبولاً جيدين للمنتج سواء كانت مع الفلفل أو البقدونس أو طبيعية. كلية هو جبن يجسد غنى المنتجات المحلية، يجب أن يتم تصنيعه بشكل صناعي لتقديره وتجنب اختفائه.

الكلمات المفتاحية: كلية، جبن تقليدي جزائري، تحليلات، تقييم

Table des matières

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 2

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Fromage

I.1. Historique	5
I.2. Définition de fromage	5
I.3. Procédés de fabrication du fromage	5
I.3.1. Coagulation du lait	6
I.3.1.1. Coagulation acide :.....	6
I.3.1.2. Coagulation enzymatique :.....	6
I.3.1.3. Coagulation mixte :.....	7
I.3.2. Egouttage :.....	7
I.3.3 Salage :	7
I.3.4. Affinage :.....	7

Chapitre II : Les fromages traditionnels algériens

II.1. Bouhezza :.....	9
II.2. Djben :.....	9
II.3. Takemmart :	10
II.4. Kemaria :.....	11

II.5. Michouna :	11
II.6. Ighounane :	11
II.7. Ioulsan ou Aoules :	12
II.8. Aghoughlou :	12
II.9. Madghissa :	13

Chapitre III : Klila

III.1. Définition	15
III.2. Origine de l'appellation « Klila » :	15
III.3. Procédés de fabrication du fromage Klila :	15
III.3.1. Fermentation :	15
III.3.2. Barattage :	15
III.3.3. Chauffage :	15
III.3.4. Egouttage :	16
III.3.5. Séchage :	16
III.4. Conservation du fromage Klila :	16
III.5. Mode de consommation :	17
III.5.1. Consommation du fromage Klila par nos ancêtres :	17
III.5.2. Incorporation du fromage Klila dans les préparations culinaires :	17
III.6. Composition chimique de Klila :	18

Partie 2 : Matériel et méthodes

I. Élaboration du fromage Klila	20
I.2. Analyses physico-chimiques :	21
I.2.1. Détermination du Poids :	21
I.2.2. Détermination du pH :	21
I.2.3. Détermination de l'acidité Dornic :	21
I.2.4. Détermination de l'humidité :	22
I.2.5. Détermination de l'extrait sec total (EST) :	22
I.3. Analyses Microbiologiques :	23
I.3.1. Préparation des dilutions décimales :	23

I.3.2. Recherche et isolement des germes d'altérations :.....	24
I.3.3. Recherche et isolement des germes pathogènes :.....	24
I.3.4. Recherche et isolement des bactéries lactiques	25
I.3.5. Pré-identification des souches lactiques et <i>des Staphylococcus aureus</i> :.....	25
I.3.5.1. Coloration de Gram et examen microscopique :	25
I.3.5.2. Test de catalase :.....	26
I.4. Analyses sensorielles :.....	26

Partie 3 : Résultats et discussions

II.1. Obtention du fromage Klila	28
II.2. Analyses physico-chimiques	28
II.2.1. Détermination du poids du fromage.....	28
II.2.2. Détermination du pH	28
II.2.3. Détermination de l'acidité Dornic.....	29
II.2.4. Détermination de l'humidité	29
II.2.5. Détermination de l'extrait sec totale (EST) :.....	29
II.3. Analyses microbiologiques	29
II.3.2. Dénombrement des germes d'altérations.....	30
II.3.3 Dénombrement des germes pathogènes	31
II.3.4. Dénombrement des bactéries lactiques	31
II.3.5. Pré-identification des souches lactiques.....	31
II.3.5.1. Coloration de Gram et Examen microscopique :	31
II.3.5.2. Test de catalase :	32
II.4 Analyses sensorielles	32
Conclusion.....	34
Références bibliographiques	36

Annexe

Liste des abréviations

Aw : Activité d'eau

EST: extrait sec total

FAO: Food and Agriculture Organization

GN : Gélose nutritif

ISO : International Standardisation Organisation

MRS: Gélose De Man, Rogosa and Sharpe

PDA : Pomme de terre dextrose

SS : Gélose Salmonella Shigella

UFC : Unités Formant Colonie

μL : Microlitre

Liste des figures

Figure 1: Fromage Bouhezza	9
Figure 2 : Fomage Djben.....	10
Figure 3 : Takemmart après fabrication séché au soleil	10
Figure 4 : Fromage Kémaria	11
Figure 5 : Fromage Aghoughlou	12
Figure 6 : Illustration des principales étapes de fabrication traditionnelle du fromage Klila 1 Traite, 2 Filtration, 3 Coagulation, 4 Barattage, 5 Lben, 6 Beurre, 7 Cuisson, 8 Vidange, 9 Pressage, 10 Broyage, 11 Stockage, 12 Zrizri.....	16
Figure 7 : Diagramme de fabrication de fromage Klila.	20
Figure 8 : Mésure l'acidité par titration	22
Figure 9 : Déssicateur pour la mesure de l'humidité.	22
Figure 10 : Dilutions décimales préparées.	23
Figure 11: Ensemencement des germes recherchés.	24
Figure 12: Ensemencement des salmonelles recherchées.	25
Figure 13: Test des analyses sensorielles.	26
Figure 14: « Klila » sous l'aspect dure coupés en petits morceaux.	28
Figure 15: Les résultats du dénombrement des germes recherchés.	30
Figure 16: Profil sensoriel du fromage Klila.....	32

Liste des tableaux

Tableau N° 1 : Les conditions de culture et d'incubation pour l'isolement des germes recherchés.....	23
Tableau N° 2 : Les résultats des valeurs physico-chimiques des trois échantillons du Klila..	28

Introduction

INTRODUCTION

Les aliments traditionnels constituent une composante essentielle du patrimoine socio-culturel de chaque communauté. Quotidiennement, nous expérimentons des recettes, autrefois mises en place par nos ancêtres, enveloppées d'un savoir-faire ancestral et relayées de génération en génération (**Arvanitoyannis, 2009**).

Parmi ces aliments, les fromages traditionnels occupent une place importante grâce à leur valeur nutritionnelle, leur diversité et leur lien étroit avec les pratiques locales de transformation du lait (**Fox et Guinee, 2017**).

L'Algérie recèle une grande diversité de produits laitiers traditionnels tels que Bouhezza, J'ben, et Klila, qui demeurent malheureusement marginalisés face à l'invasion massive du marché par des variétés de fromages industriels importés ou standardisés. (**Bouzaouit et al, (2020)**).

C'est dans ce contexte que notre travail s'oriente vers l'étude d'un fromage traditionnel « Klila », à pâte dure, largement apprécié dans quelques régions de l'Est algérien.

L'objectif de cette étude est de valoriser les fromages traditionnels Algériens, les exploiter et les développer afin de les préserver et éviter leurs disparitions

Le manuscrit est articulé autour de trois parties :

- Dans la première partie, nous présentons une synthèse bibliographique sur les fromages, les fromages traditionnels Algériens et le fromage « Klila.
- Dans la deuxième partie, nous abordons la partie matériel et méthode par l'élaboration du fromage « Klila » puis ces analyses microbiologiques, physico-chimiques et sensorielles.
- Dans la troisième partie, nous exposons les résultats obtenus après analyses.

Partie 1
Synthèse
bibliographique

Chapitre I
Fromage

CHAPITRE I : Fromage

I.1. Historique :

Le mot « fromage » tire son origine de l'utilisation des faisselles servant à égoutter le lait caillé, appelées forma en latin et formos en grec (**Bargis, 2012**). Grâce à la découverte d'ustensiles en Égypte, en Mésopotamie et sur les bords du lac de Neuchâtel, où l'on a trouvé des moules vieux de 5 000 ans, on estime toutefois que la production débuta il y a quelque 8000 ans en Asie du Sud-Ouest, probablement par hasard. Le lait, conservé dans des récipients façonnés à partir d'estomacs de mammifères, aurait pu cailler sous l'action conjointe de la chaleur et des enzymes naturelles. Par la suite, l'emploi d'agents coagulants d'origine animale (de moutons et de bovins) ou végétale, est devenu courant. Finalement, l'expertise romaine, entre 60 ans avant J.-C. et 300 après J.-C., a joué un rôle crucial dans la diversification des techniques de production, laissant aussi une empreinte étymologique pérenne avec le terme latin caseus, d'où dérive le mot « caséine ». (**Gelais et al., 2002 ; Katz et Weaver, 2003**).

I.2. Définition de fromage :

Les fromages constituent une forme ancestrale de conservation des constituants du lait, et possèdent par ailleurs un haut intérêt nutritif. (**Alais et al., 2008**).

Selon le **CODEX STAN 283 (1978)**, Le fromage est le produit affiné ou non, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra-dure dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine ne dépasse pas celui du lait. Le fromage résulte de la coagulation, totale ou partielle, du lait ou de ses dérivés par la présure ou d'autres agents appropriés, suivie d'un égouttage partiel du lactosérum. Ce terme désigne ainsi tout produit fini dont les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques découlent de ce processus de transformation laitière. (**Eck et Gillis., 1997**).

I.3. Procédés de fabrication du fromage :

Pour presque toutes les sortes de fromages, les principes fondamentaux de leur fabrication demeurent identiques. Cette méthode implique l'élimination de l'eau contenue dans le lait, entraînant une concentration multipliée par six à dix de certaines protéines majoritairement la caséine, les lipides, les minéraux et les vitamines grâce à un processus d'agglomération qui accompagne l'expulsion du lactosérum. Les procédés impliqués

comprennent : la coagulation, l'égouttage, le salage et l'affinage (Abbas, 2012 ; Aissaoui, 2014).

I.3.1. Coagulation du lait :

La coagulation fait référence à la transformation du lait de sa forme liquide à une consistance semi-solide (Bennett et Johnston, 2004). Il s'agit d'un changement physico-chimique et d'une déstabilisation de l'état micellaire initial de la caséine contenue dans le lait, soit sous l'effet de bactéries génératrices d'acide lactique, soit par processus enzymatique, notamment via la présure. Toutes mènent à la formation du coagulum (gel ou caillé) (Ramet, 1985).

I.3.1.1. Coagulation acide :

Le processus de coagulation acide repose sur des phénomènes électrochimiques. Elle est induite par les bactéries lactiques ou par l'ajout d'un acide minéral ou organique tel que l'acide citrique. (Gelais et Tirard, 2002).

Les bactéries transforment le lactose en acide lactique. A un pH précis, correspondant au point isoélectrique de la caséine (environ pH 4,6), une solubilisation du phosphate et du calcium colloïdal intervient, constituant un facteur majeur dans la stabilité des micelles de caséine. Ces dernières interagissent entre elles pour constituer un gel fragile, très friable et présentant une élasticité réduite.

I.3.1.2. Coagulation enzymatique :

Le processus de coagulation enzymatique repose sur l'action d'enzymes protéolytiques d'origines diverses : animales (veau chevreau ou agneau et poulets), végétales (artichaut, chardon) ou microbiennes (*Kluyvermyces*, *Mucor miehi*, *Mucor pusillus* et *Endothia parasitica*) capables de déstabiliser le complexe caséique (Dalgeish, 1982 ; Ramet, 1985 ; Ramet, 1987 ; Alais et Linden, 1997).

La présure, obtenue à partir de la caillette de jeunes ruminants et constituée principalement de chymosine et de pepsine, reste le coagulant privilégié dans l'industrie des fromages. (Bennett et Johnston, 2004 ; Eck et Gillis, 2006). Elle se réalise en deux étapes : une première phase enzymatique où la chymosine dégrade spécifiquement la caséine, suivie d'une seconde phase de coagulation proprement dite, au cours de laquelle les micelles modifiées s'agrègent pour donner un gel élastique par un processus de floculation. (Ramet, 1985 ; FAO, 1995).

I.3.1.3. Coagulation mixte :

La coagulation mixte est le résultat d'une action conjointe entre la présure et les bactéries lactiques. En fonction du procédé appliqué, on obtient un caillé aux propriétés variées qui retient plus ou moins bien son eau et ses sels minéraux. C'est notamment le cas pour la majorité des fromages fermentés. Néanmoins, c'est principalement grâce à l'action de la présure que le coagulum se forme (FAO, 1995 ; Guiraud , 2003 ; Jeantet et al., 2007).

I.3.2. Egouttage :

Une fois le processus de coagulation terminé, le caillé subit une contraction appelée synérèse, qui provoque l'expulsion progressive du lactosérum et contribue à la formation du fromage. Ce phénomène permet également l'élimination de composés solubles tels que le lactose, les sels minéraux et les protéines sériques. L'égouttage qui en résulte joue un rôle déterminant dans la régulation de l'humidité et de la composition physico-chimique du fromage, influençant ainsi ses caractéristiques organoleptiques lors de l'affinage (Ramet, 1985 ; Tormo, 2010 ; Boutonnier, 2012 ; Bennett et Johnston, 2004).

I.3.3| Salage :

Le salage, réalisé après l'obtention du niveau d'humidité et de pH souhaité, constitue une étape essentielle de la fabrication fromagère (Mahaut et al, 2000 ; Hardy, 1997). Effectué à sec, en saumure ou par incorporation directe, il favorise l'égouttage final, participe à la formation de la croûte et réduit l'activité de l'eau (A_w), limitant ainsi le développement des micro-organismes indésirables tout en favorisant la flore d'affinage. Il contribue également à la maîtrise de l'acidification et à la conservation du fromage. Sur le plan sensoriel, le sel améliore la saveur, renforce les arômes, réduit l'amertume et influence la texture du produit final (Fox et al., 2000 ; Abbas, 2012 ; Mahaut et al, 2000 ; Hardy, 1997).

I.3.4. Affinage :

L'affinage est la phase finale durant laquelle le fromage acquiert son caractère distinctif grâce à l'action d'enzymes qui décomposent le lactose, les protéines et les lipides. Conservé dans des haloirs ou des chambres à température et humidité contrôlées, le caillé subit une transformation profonde. Ce processus biochimique transforme la consistance du fromage et révèle toute son intensité, de son parfum et de sa saveur (Abbas, 2012 ; Vignola, 2010).

Chapitre II
Fromages traditionnels
algériens

Chapitre II : Fromages traditionnels Algériens

Le fromage se distingue par une diversité unique au monde entier, façonnée par des techniques artisanales profondément ancrées dans l'identité de leur région d'origine. Ces produits traditionnels ne sont pas seulement des aliments, ils représentent un héritage culturel important qui mérite d'être étudié, valorisé et protégé (**Leksir et Chemmam, 2015**).

L'illustration parfaite de cela peut être trouvée dans le paysage culinaire Algérien.

Parmi les fromages traditionnels algériens :

II.1. Bouhezza :

Le fromage Bouhezza est à pâte molle. Il est originaire de la région Est de l'Algérie, spécifiquement d'Oum El Bouaghi, Khenchella, Batna, Souk Ahras (**Soukehal, 2011 ; Medjoudj, 2018**). Il est affiné pendant une période de trois à quatre mois dans une Chekoua pour un égouttage et du Lben salé est ajouté tous les deux jours ou du lait. Le Bouhezza est ensuite aromatisé avec de la poudre de piment rouge piquante et peut être mangé tel quel ou intégré à des recettes traditionnelles. Selon Aissaoui Zitoun et al. (2012), ce fromage présente un goût légèrement plus salé que d'autres variétés.



Figure 1: Fromage Bouhezza (**Aissaoui et Zidoune, 2006**)

II.2. Djben :

Le fromage traditionnel « Djben », généralement élaboré à partir du lait cru provenant de vaches, brebis ou chèvres ayant été naturellement acidifiées et coagulées grâce à des enzymes coagulantes en présence de présure végétale, ou animale (**Ouadghiri et al., 2005**) ; (**Hayaloglu, 2017**), ou en utilisant la fleur de la plante du cardon (*Cynara cardunculus L.*), une plante épineuse sauvage (*Cynara humilis*), un artichaut (*Cynara scolymus*) ou des graines de courge. Ou de présure animale. (**Leksir et al., 2019 ; Ouadghiri et al., 2005**).

Par ailleurs, la fabrication du « Djben » peut se faire sans recours aux enzymes (Tadjine et al., 2021 ; Benkerroum et Tamime, 2004).



Figure 2 : Fromage Djben (Khater et Ghfar, 2017)

II.3. Takemmart :

Le Takammart, véritablement « fromage » en Tamahaq (Touareg), est un produit typique de la région désertique du Hoggar (Tamanrasset). Il est fabriqué en incorporant un morceau de caillette provenant de jeunes chevreaux dans le lait de chèvre. On utilise une louche pour extraire le caillé obtenu, qui est ensuite disposé en petites portions sur une natte (Djoughri et Madani, 2015). Il est ensuite pétri pour éliminer le sérum avant d'être placé sur un tapis fait de tiges de fenouil qui lui procure une saveur spécifique. Par la suite, les nattes sont mises au soleil pendant deux jours avant d'être mises à l'abri jusqu'à ce que le fromage soit ferme. Ce dernier peut être affiné pendant un mois (Bousnane et Djadi, 2009).



Figure 3 : Takemmart après fabrication séché au soleil (Mahamedi, 2015)

II.4. Kemaria :

C'est un type de fromage traditionnel qui représente un produit de consommation d'une valeur notable dans la Wilaya de Ghardaia, C'est un fromage à pâte molle. (**Harrouz et Oulad Hadj, 2007**). Ce fromage est produit à partir du lait cru de vache, chèvre ou chamelle qui a été chauffé jusqu'à 37°C. Ensuite, il est emprésuré avec le gésier du poulet, la caillette du chevreau ou la fleur du cardon. Après une coagulation de 30 minutes, le caillé est découpé et placé dans un chèche pour être égoutté, pendant une durée variant de 30 minutes à 24 heures. La kémaria est façonnée en galette et dégustée avec du thé et du pain lors d'événements religieux, d'invitations spéciales et de réunions familiales (**McSweeney et al., 2017**).



Figure 4 : Fromage Kémaria (Benderouiche, 2009)

II.5. Michouna :

Le fromage « Michouna » est un fromage frais à pâte molle, largement apprécié dans la région de Tébessa, notamment en milieu rural. Il est produit à partir du lait de chèvre ou de vache. Sa fabrication implique de chauffer du lait cru, puis d'ajouter du lait fermenté tel que le Lben ou Rayeb et du sel pour favoriser la coagulation. Le mélange est ensuite filtré à travers un tissu qui laisse passer les particules fines. Le fromage peut être aromatisé selon les goûts et il est généralement consommé frais ou accompagné d'une galette (**Lemouchi, 2008**).

II.6. Ighounane :

Le fromage d'Ighounan est une spécialité traditionnelle unique de la région de Kabylie, plus précisément des hautes montagnes du Djurdjura. Selon Lahsaoui (2009) ce fromage se différencie grâce à l'utilisation d'une matière première exceptionnelle : le colostrum (le premier lait produit après la naissance).

Il est préparé de façon authentique et traditionnelle : on utilise de pots en terre préalablement huilés à l'huile d'olive. On y introduit une petite quantité d'eau salée avant d'ajouter le lait, que l'on fait chauffer jusqu'à ce qu'il coagule. Après la coagulation, le caillé est découpé pour faciliter l'égouttage et la séparation du petit-lait, ce qui permet de déguster le fromage frais tout en maintenant sa saveur riche et ses valeurs nutritives. (Lahsaoui, 2009).

II.7. Ioulsan ou Aoules :

Le fromage Aoules, aussi connu sous le nom d'Ioulsan, est l'un des fromages secs traditionnels les plus essentiels et reconnus de la région du Hoggar, à Tamanrasset, au sein du territoire touareg. Il est fabriqué à partir de lait de chèvre fortement acide, qui passe par un processus intensif d'auto-coagulation. Ce procédé produit une pâte particulièrement dure (matière sèche représente 92%). Il implique le filtrage du caillé à l'aide de paille, suivi du façonnage en boules aplaties qui sont par la suite exposées au soleil pour sécher. Ce fromage est souvent consommé avec des dattes, pour un équilibre idéal entre son acidité et la sucrerie du fruit. (Abdelaziz et Ait Kaci, 1992).

II.8. Aghoughlou :

Le fromage Aghoughlou est un produit berbère traditionnel, particulièrement apprécié en Grande et Petite Kabylie. Ce fromage frais semi-affiné, affiné pendant 5 jours, se caractérise par son processus de caillage singulier qui utilise du lait frais de vache ou de chèvre caillé grâce à la sève du figuier. Ce procédé lui donne un goût unique et une texture spécifique, alliant les produits laitiers à la nature montagnarde de la région. (Mahamedi, 2015).



Figure 5 : Fromage Aghoughlou (Mahamedi, 2015)

II.9. Madghissa :

La région de Chaouia, dans l'est de l'Algérie, est réputée pour un fromage traditionnel unique, la « Madghissa », est célèbre pour son caractère unique et sa fabrication réalisée en suivant des rituels hérités de génération en génération. Selon une recherche menée par Aissaoui (2003), sa préparation implique de combiner du Raib salé avec du lait frais. Le mélange est ensuite mijoté à feu doux jusqu'à l'ébullition, ce qui permet la séparation du caillé et du lactosérum. Suite à un refroidissement, la casserole est inclinée pour retirer le surplus de liquide, ce qui donne lieu à un fromage caractéristique : une pâte jaune, douce et salée, reflet de l'habileté avec laquelle les produits laitiers sont intégrés au patrimoine culinaire de la région des Aurès. (Aissaoui, 2003).

Chapitre III :
Klila

Chapitre III : Klila

III.1. Définition :

Le Klila est un fromage artisanal traditionnel issu du l'est algérien. Les tribus nomades la fabriquent en utilisant du lait de chèvre, de brebis ou de vache. Le « lben », un produit dérivé du lait caillé aigre et dépourvu de matières grasses, est soumis à une chaleur modérée pour produire un fromage frais qui peut être consommé après égouttage naturel. Dans le cas contraire, il est découpé puis séché pour donner naissance au klila, un fromage à pâte dure. (Ben Danou, 1929).

III.2. Origine de l'appellation « Klila » :

Le nom « Klila » puise son origine dans l'histoire ancienne berbère de l'Algérie et dérive sans doute du terme berbère « lkil », qui signifie lait caillé. Cette provenance est confirmée dans les dialectes locaux. Pour les Chaouias vivant dans les monts Aurès, ils désignent le lait caillé par le terme « T'kellal ». En revanche, en Kabylie, lorsqu'il est caillé naturellement grâce à la chaleur, on l'appelle « tiklitt ». Ainsi, ce terme devient un équivalent historique et linguistique du processus traditionnel algérien de caillage du lait. (Leksir, 2018).

III.3. Procédés de fabrication du fromage Klila :

III.3.1. Fermentation :

Klila est principalement élaboré à partir de lait cru qui est laissé à fermenter naturellement. La température de fermentation peut fluctuer selon la saison, entre 20°C et 35°C, pendant une durée de 24 à 48 heures pour produire le lait coagulé connu sous le nom de « Raib ». (Gast, 1991).

III.3.2. Barattage :

Le Raib passe par un processus de barattage mécanique dans une baratte appelée 'Chekoua' et se transforme en Lben (Gast, 1991).

III.3.3. Chauffage :

Le « Lben » est chauffé à une température de 55 à 60°C pendant 10 minutes. Pendant le chauffage, il y a apparition d'un liquide jaune verdâtre clair le lactosérum et une masse blanche, le caillé, il se regroupe et se sépare du lactosérum. (Gast, 1991).

III.3.4. L'égouttage :

Après coagulation, le caillé est filtré et égoutté à travers un tissu propre., parfois un léger pressage manuel (avec l'aide d'une pierre lourde) est nécessaire jusqu'à obtenir une pâte ferme et granuleuse. (Gast, 1991).

III.3.5. Séchage :

Cette pâte peut être découpée en cubes, puis exposée au soleil et à l'air libre pendant plusieurs jours jusqu'à ce qu'elle soit complètement déshydratée et solide. Le séchage est interrompu dès que les cubes ont atteint une bonne dureté (Gast, 1991).



Figure 6 : Illustration des principales étapes de fabrication traditionnelle du fromage Klila 1 Traite, 2 Filtration, 3 Coagulation, 4 Barattage, 5 Lben, 6 Beurre, 7 Cuisson, 8 Vidange, 9 Pressage, 10 Broyage, 11 Stockage, 12 Zrizri (Benamara et al, 2022).

III.4. Conservation du fromage Klila :

Le séchage (déshydratation) c'est l'étape qui assure la conservation sur une longue durée (de plusieurs mois, voire des années), et ils peuvent être réduits en poudre au moment de leur utilisation ou bien conservés dans leur forme initiale. Klila fraîche est maintenue dans

des récipients en argile pendant une durée qui n'excède pas une semaine (**Khater et Ghefar, 2017**)

III.5. Mode de consommation :

III.5.1. Consommation du fromage Klila par nos ancêtres :

Le fromage « klila » est un élément essentiel de l'alimentation c'est pour cela il est conservé longtemps après une déshydratation. Selon des recherches nutritionnelles réalisées dans la région des Aurès entre 1937 et 1963, les produits laitiers et le fromage sec étaient la source de protéines principal, compensant le manque de viande qui était réservée pour des occasions particulières. (**Camps ; 1984**).

Ce fromage avait aussi une importance stratégique pour les Bédouins en tant que nomades. Bellakhdar (2008) explique comment les nomades et les cavaliers optaient pour des aliments peu lourds mais riches en calories, comme la poudre de fromage séché, qu'ils broyaient à l'aide d'un mortier et d'un pilon avant de la conserver dans des sacs souples capables de résister à la chaleur extrême du désert. (**Bellakhdar ; 2008**).

Grâce à la créativité des Berbères qui ont tiré parti du séchage naturel causé par le climat chaud (**Duval ; 1855**), Klila était un aliment parfait pour les caravanes. Il fournit une grande quantité d'énergie dans un volume réduit sans nécessiter de cuisson complexe, ce qui en fait une réponse astucieuse aux défis de l'existence et des déplacements.

III.5.2. Incorporation du fromage Klila dans les préparations culinaires :

Le fromage Klila est considéré comme un ingrédient clé des plats préparés. Il participe à l'amélioration de la texture, du goût et de la valeur nutritive des aliments (**Lucey ; 2008**), (**Guinee et Kilcawley ; 2004**).

Les morceaux durs et secs sont broyés pour aromatiser les bouillons et les plats à base de céréales, ou laissé tremper toute une nuit dans l'eau pour retrouver leur adaptabilité avant la cuisson. Il est aussi combiné à des dattes, du beurre et de la farine d'orge pour créer des plats riches (**Ben Danou 1929**). klila frais apporte une saveur incomparable au couscous et est un ingrédient primordial dans des délices traditionnelles comme le « M'laoui » et le « Kessra Rekhssisse ». Il est ajouté à la pâte lors du malaxage manuel, ce qui en fait un amplificateur de goût naturel combinant authenticité et saveur unique. (**Leksir et al ; 2019**).

III.6. Composition chimique de Klila :

La composition chimique du fromage « Klila » présente des variations importantes selon les régions géographiques et les conditions de production. C'est un aliment concentré, très riche en protéines et en matières grasses. Le Klila présente une variation de son contenu en eau en fonction du processus de fabrication et du niveau de séchage, mais son pH reste toujours très bas, ce qui est la raison de sa forte acidité. Ce trait lui donne un goût acide et lui assure une longue durée de conservation. (Mennane et al ; 2007).

Partie 2
Matériel et
méthodes

I. Élaboration du fromage Klila :

Les étapes de fabrication du fromage Klila sont indiquées dans le diagramme suivant :

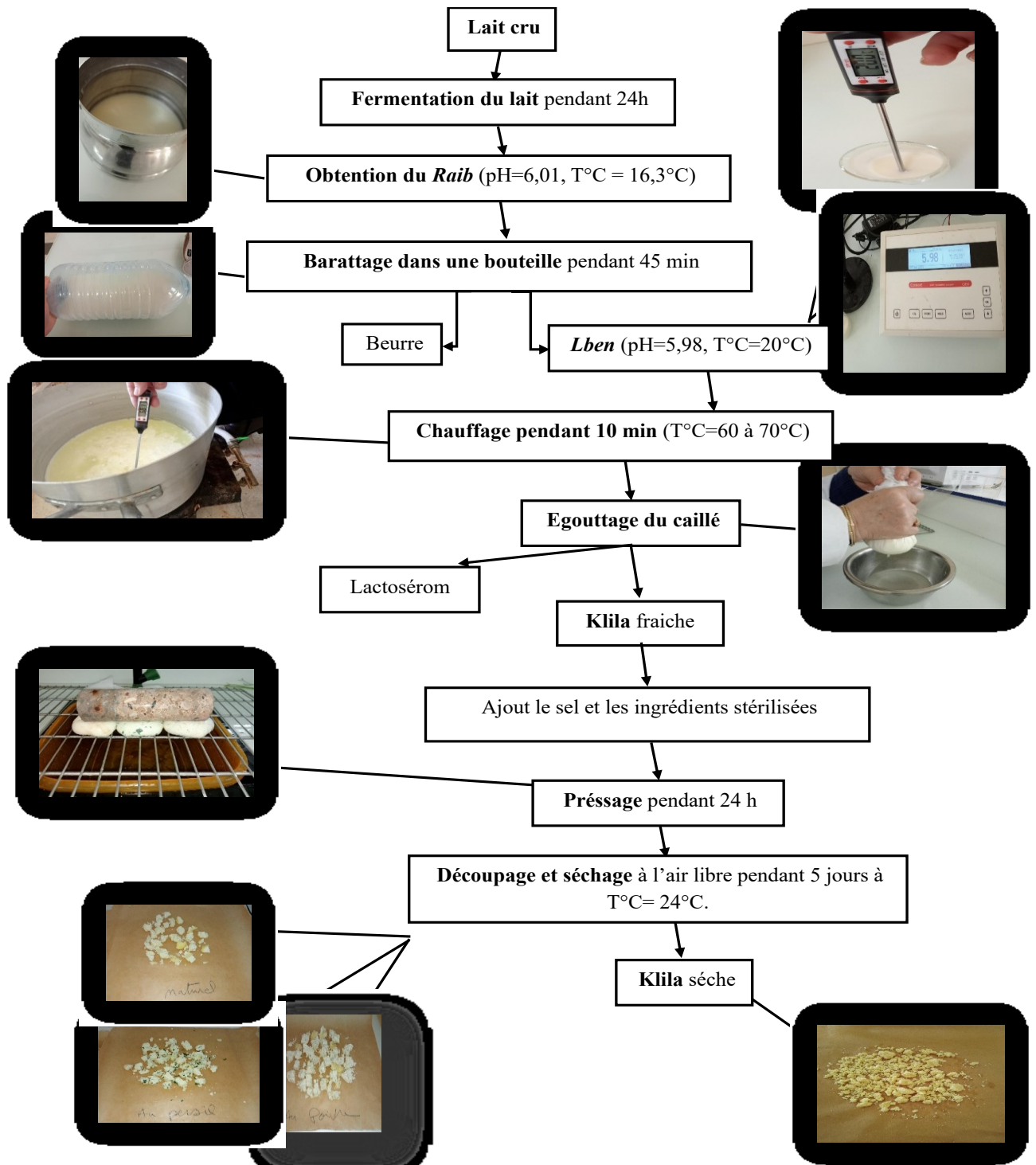


Figure 7 : Diagramme de fabrication de fromage Klila.

Deux essais ont été réalisés, un premier essai avec du lait de vache industriel et un deuxième essai avec du lait cru de vache

Fermentation du lait : Une fermentation spontanée du lait a été réalisée pendant 24h à 48h.

Barattage : Après fermentation, le lait a subi un barattage pendant 35 à 45min.

Chauffage : Après barattage, le Leben formé a été libéré du beurre puis chauffé à 70°C pendant une dizaine de minutes ce qui a permis la séparation caillé du lactosérum.

Egouttage et pressage : le caillé a été égoutté dans un tissu très fin.

Ajout des ingrédients : Le fromage obtenu a été divisé en trois. Dans une partie on a mis du sel et du poivre, dans la deuxième du sel et du persil et la troisième partie le sel seulement.

Avant leur incorporation, le persil et le poivre noir ont été décontaminés et désinfecté dans une eau bouillie puis filtrés et ajoutés au fromage à raison de 5g par échantillon de Klila.

Puis les fromages ont été laissés pendant 24h sous une pierre pour un bon égouttage et pressage

Séchage : Enfin, les fromages ont été coupé en petits morceaux, puis laisser à température ambiante pour le séchage.

I.2. Analyses physico-chimiques :

I .2.1. Détermination du Poids :

Le fromage a été pesé à l'aide d'une balance électronique.

I.2.2. Détermination du pH :

Le pH des échantillons est déterminé en utilisant un pH-mètre. (AFNOR, 1985)

I.2.3. Détermination de l'acidité Dornic :

Dans un bécher, 5 g de fromage ont été titrés par la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à N/9 en présence de phénolphtaléine à 1% (3 à 5 gouttes) comme indicateur coloré indiquant la limite de la neutralisation par changement de couleur (rose pâle). Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) (1 ml de soude correspondant à 10°D).



Figure 8 : Mesure l'acidité par titration

I.2.4. Détermination de l'humidité :

La mesure de l'humidité a été réalisée à l'aide d'un dessiccateur halogène. La méthode a consisté à introduire une quantité entre 4 et 5 g de fromage dans une capsule d'étuvage (coupelle) qui a été placée par la suite dans l'appareil dont la température se réglé automatiquement à 105°C ; Le taux d'humidité a été mentionné en pourcentage sur l'écran de l'appareil après une durée de 3 heures à peu près.



Figure 9 : Dessiccateur pour la mesure de l'humidité.

I.2.5. Détermination de l'extrait sec total (EST) :

L'extrait sec total (EST) représente la fraction massique restante du fromage après élimination complète de son eau libre. Selon **la norme ISO 5534, 2004**, il a été déterminé par déduction à partir du taux d'humidité obtenu, en appliquant la formule suivante :

$$\text{EST (\%)} = 100 - \text{Humidité}$$

I.3. Analyses Microbiologiques :

Le tableau 1 résume les conditions de cultures pour la recherche des bactéries d'altérations, pathogènes et lactiques

Tableau N° 1 : Les conditions de cultures et d'incubations pour l'isolement des germes recherchés.

Conditions Germe	Milieux de culture	Température °C	Temps d'incubation	Dilutions
FAMT	GN	30°C	48 h	10^{-1} à 10^{-3}
Levures et moisissures	PDA	25°C	5 jours	10^{-1} à 10^{-3}
Entérobactéries	MAC	37°C	48 h	10^{-1} à 10^{-3}
Salmonelles	Eau peptonée, Bouillon sélénite, SS	37°C	24 h	10^{-1} à 10^{-3}
Staphylocoques	Chapman	37°C	48 h	10^{-1} à 10^{-2}
Bactéries lactiques	MRS	30°C	48 h	10^{-1} à 10^{-3}

I.3.1. Préparation des dilutions décimales :

Des tubes à essais contenant chacun 18 ml d'eau physiologique stérile ont été préparé et stérilisés. Une quantité de 2g de l'échantillon a été transféré dans le premier tube d'eau physiologique puis homogénéisé à l'aide d'un vortex. Il s'agit de la dilution 10^{-1} . Puis 2 ml de la première dilution a été transféré dans le deuxième tube d'eau physiologique pour avoir la dilution 10^{-2} ainsi de suite pour la dilution 10^{-3} .



Figure 10 : Dilutions décimales préparées.

I.3.2. Recherche et isolement des germes d'altérations :

La recherche et l'isolement des germes d'altération ont été réalisés par ensemencement en masse d'un inoculum de 1ml de la dilution voulue, puis les milieux de culture ont été ajoutés après liquéfaction de la gélose. Après homogénéisation par des mouvements circulaires, les boîtes ont été laissées au repos afin de permettre la solidification et le séchage du milieu. Ensuite, les boîtes destinées à la recherche de la flore totale ont été incubées à 30°C pendant 48 heures, celles destinées à la recherche des entérobactéries à 37°C pendant 48 heures, alors que les levures et moisissures ont été recherchés en incubant les boites dans une étuve réglée à 25°C pendant 5 jours.



Figure 11: Ensemencement des germes recherchés.

I.3.3. Recherche et isolement des germes pathogènes :

-La recherche des *Staphylococcus aureus* a été réalisée en déposant un inoculum de 1 mL de chaque dilution 10^{-1} ou 10^{-2} à la surface de la gélose qui a été liquéfiée et coulée auparavant dans des boîtes de pétri. Puis l'inoculum a été étalé par ensemencement en surface à l'aide d'un râteau. Ensuite les boîtes ont été incubées à 37°C pendant 48 heures. La lecture des résultats a été effectuée par l'observation de colonies dorées accompagnées d'un changement de couleur du milieu.

-Concernant la recherche des salmonelles, un pré-enrichissement a d'abord été réalisé en introduisant 25 g de fromage dans 225 mL d'eau peptonée tamponnée stérile, suivi d'une homogénéisation au vortex. Par la suite les flacons ont été incubés à 37°C pendant 18 à 24 heures. Après cette étape, un enrichissement a été effectué dans 10 mL de bouillon au sélénite en ajoutant 1 mL du liquide pré-enrichi, puis les tubes ont été incubés à 37°C pendant 24 heures. L'isolement des salmonelles a été réalisé sur gélose SS (Salmonella-Shigella) par ensemencement en surface de 0,1 mL de la solution enrichie du bouillon au sélénite puis étalé à la surface du milieu à l'aide d'un râteau. Par la suite les boîtes ont été incubées à 37°C pendant 24 heures.



Figure 12: Ensemencement des salmonelles recherchées.

I.3.4. Recherche et isolement des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques du genre *Lactobacillus* et *Leuconostoc* ont été recherché sur milieu de culture MRS après un ensemencement en masse de 1ml de la dilution 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} puis incubation à 30°C pendant 48h.

I.3.5. Pré-identification des souches lactiques et des *Staphylococcus aureus* :

Les bactéries lactiques isolée sur milieu Mrs ont subi une pré-identification à savoir une coloration de Gram et examen microscopique puis le test de la catalase.

I.3.5.1. Coloration de Gram et examen microscopique :

La double coloration ou coloration de Gram des bactéries a été réalisé selon le protocole en annexe. Après coloration, les cellules ont été examinées au microscope optique au Gross x100 à immersion, Il s'agit d'observer la morphologie cellulaire et le mode d'association.

Ce procédé a été appliquée sur deux groupes distincts de microorganismes : les bactéries lactiques et les Staphylocoques.

I.3.5.2. Test de catalase :

Ce test enzymatique a pour but de rechercher la présence de l'enzyme catalase chez les souches étudiées. Cette enzyme est capable de dégrader le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) selon la réaction suivante : $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$

Sur une lame à microscope une goutte d'eau oxygénée a été déposée, puis une colonie bactérienne a été étalée légèrement sur la goutte. L'apparition de bulles gazeuses permet de confirmer la présence de l'enzyme catalase qui a dégradé l'eau oxygénée en eau et oxygène

I.4. Analyses sensorielles :

L'analyse sensorielle de la Klila a été confiée à un jury de dégustation composé de 16 membres (enseignants et étudiants), hommes et femmes, dont la tranche d'âge varie entre 19 et 35 ans. Ce test s'est déroulé au sein de l'Institut des Sciences et Techniques Appliquées (ISTA).

Conformément à **la norme ISO 4121 (2003)**, chaque dégustateur a reçu un bulletin de notation pour évaluer le produit. Le test consistait à observer, goûter et décrire les échantillons selon quatre critères principaux : la saveur, le goût, l'acidité et l'odeur.

Pour chaque critère, les participants ont exprimé leur degré d'appréciation sur une échelle allant de 1 à 5. La dégustation du fromage Klila a été faite en le mélangeant après broyage à une soupe fabriquée auparavant de façon artisanale.



Figure 13: Test des analyses sensorielles.

Partie 3
Résultats et
discussions

II.1. Obtention du fromage Klila :

Après un séchage de 5 à 6 jours à température ambiante du laboratoire, le fromage « Klila » obtenu se présente en petit morceaux durs de couleur jaunâtre.



Figure 14: « Klila » sous l'aspect dur coupés en petits morceaux.

II.2. Analyses physico-chimiques :

Le tableau ci-dessous résume les résultats des valeurs physico-chimiques trouvées après les analyses des trois échantillons :

Tableau N° 2 : Résultats des valeurs physico-chimiques trouvées

Paramètres Échantillon	Poids (g)	pH	Acidité(°D)	Humidité (%)	EST (%)
Klila naturelle	56,50 g	5,78	16 °D	50 ,11 %	49,89 %
Klila au Persil	82,63 g	5,58	18 °D	47,07 %	52,93 %
Klila au Poivre	94,45 g	6,01	15 °D	13,35 %	86,65 %

II.2.1. Détermination du poids du fromage :

A partir de 2 litres de lait de vache le fromage obtenu pèse 233,58 g, comme indiqué par une balance électronique.

II.2.2. Détermination du pH :

Les valeurs de pH obtenues, qui oscillent entre 5,58 et 6,01. La Klila au Persil affiche le pH le plus bas (5,58), alors que la Klila au Poivre enregistre le pH le plus haut (6,01), tandis que la Klila naturelle présente une valeur de 5,78. Probablement l'acidité du fromage a augmenté avec le persil mais diminué avec le poivre noir. En comparant nos résultats avec

d'autres travaux on remarque qu'ils sont supérieurs à ceux publiés par **Benamara et al (2016)** **Lahssaoui (2009)**, et **Guetache et Guessas (2015)**.

II.2.3. Détermination du l'acidité Dornic :

Les valeurs de l'acidité Dornic de nos échantillons varie entre 15°D de Klila au Poivre et 18°D de Klila au Persil, tandis que la klila naturel affiche une valeur intermédiaire de 16°D. Nos résultats s'avèrent nettement inférieures à celle rapportée par **Leksir Coubaila (2018)**. Elles sont également très éloignées des fortes acidités observées par **Guetouache et Guessas (2015)**.

II.2.4. Détermination de l'humidité :

Klila naturelle présente une teneur d'humidité de 50,11 %. Au persil l'humidité est de 47,07%, des valeurs largement supérieures à celles rapportées par **Leksir, (2018)**. Alors qu'au poivre Klila l'humidité est de 13,35 %. On peut dire que le persil et le poivre ont participé à l'élimination de l'eau du fromage.

II.2.5. Détermination de l'extrait sec totale (EST) :

L'EST du fromage naturel est de 49,89 %, du fromage au persil il est de 52,93 % et au poivre il est de 86,65 %. Le poivre noir favorise la richesse du fromage en Extrait sec. Comparant à d'autres travaux nos valeurs sont plus bas que ceux de **Benamara et al (2016)** et de **Leksir Choubaila (2018)**.

II.3. Analyses microbiologiques :

La figure ci-dessous résume les résultats du dénombrement des germes recherchés.

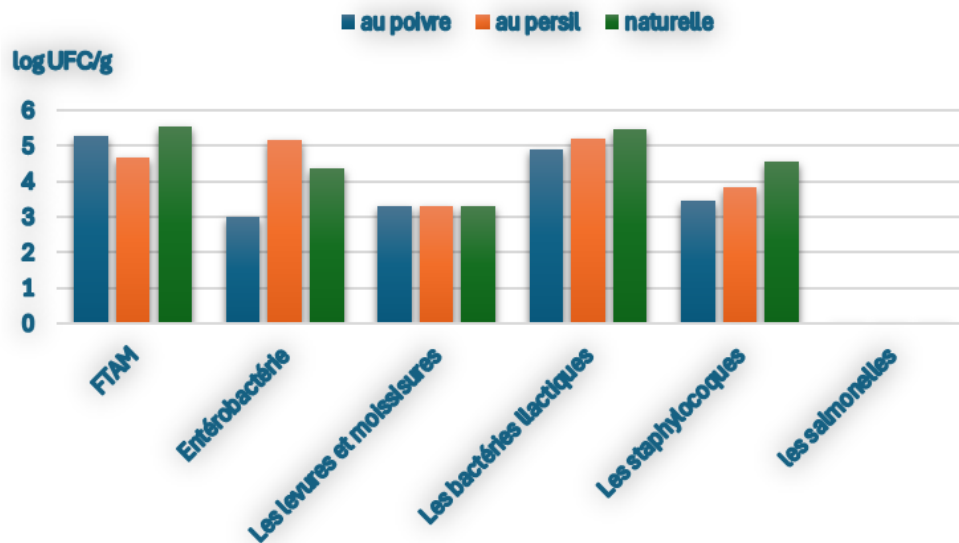


Figure 15: Résultats du dénombrement des germes recherchés.

II.3.2. Dénombrement des germes d'altérations :

- La flore totale aérobie mésophile a présenté des valeurs de 5,29 log UFC/g pour Klila au poivre noir, 4,69 log UFC/g pour Klila au persil et 5,56 log UFC/g Klila naturelle. Des valeurs qui se rapprochent mais qui sont supérieures à ceux cités par **(Leksir, (2018))** et **(Guetouache et Guessas (2015))**,

-La charge des entérobactéries est plus élevée dans le fromage au persil (5,15 log UFC/g) que celui au poivre noir (3 log UFC/g) et naturel (4,36 log UFC/g). Les résultats de **Benamara et al. (2016)**, ont rapporté des valeurs plus élevées.

-Pour les levures et moisissures, une charge de 3,30 log UFC/g a été observée dans tous les échantillons. Cette valeur est inférieure à celle rapportée par **Benamara et al. (2016)**, mais supérieure à celle trouvée par **Guetouache et Guessas (2015)**.

II.3.3 Dénombrement des germes pathogènes :

Les staphylocoques ont été dénombrés à 3,47 log UFC/g dans le fromage au poivre noir, 3,84 log UFC/g dans fromage au persil et 4,56 log UFC/g naturel. On ne peut pas déduire qu'il s'agit de l'espèce pathogène *Staphylococcus aureus* car le test de la coagulase n'a pas été effectué par manque du plasma de lapin ou un autre plasma. **Leksir (2018)** et **Guetouache et Guessas (2015)**, ont signalé une absence de staphylocoques dans leurs échantillons.

Une absence totale de Salmonella dans les trois échantillons analysés a été détectée. Il en est de même pour les travaux de **Leksir, (2018)**

II.3.4. Dénombrement des bactéries lactiques :

Les valeurs obtenues varient entre 4,89 log UFC/g pour fromage au poivre noir, 5,21 log UFC/g au persil et 5,46 log UFC/g pour klila naturel. Ces résultats sont inférieurs à ceux rapportés par **Benamara et al. (2016)**, Ils sont légèrement supérieurs aux valeurs rapportées par **Guetache et Guessas (2015)**.

II.3.5. Pré-identification des souches lactiques :

II.3.5.1. Coloration de Gram et Examen microscopique :

Après coloration de Gram, l'observation microscopique a révélé la présence des bacilles Gram positifs, de couleur violette. Cette observation suggère la présence de bactéries lactiques appartenant probablement au genre *Lactobacillus*, Par ailleurs, certaines colonies se sont présentées en forme de coques, Gram positives, qui peuvent appartenir au genre *Leuconostoc*, (figure en annexes)

Concernant les colonies isolées sur le milieu Chapman, l'observation a mis en évidence, la présence des coques Gram positives de couleur violette disposées en amas. Cette morphologie est compatible avec des bactéries appartenant au genres *Micrococcus* et au *Staphylococcus spp.*

II.3.5.2. Test de catalase :

-Les colonies observées ont présenté une réaction catalase positive, caractérisée par l'apparition de bulles après l'ajout du peroxyde d'hydrogène. Cette réaction oriente l'identification vers des bactéries appartenant au genre *Micrococcus* ou *Staphylococcus spp.*

-En revanche, les bactéries lactiques présumées appartenir aux genres *Lactobacillus* et *Leuconostoc*, ont présenté une réaction catalase négative, ce qui confirme leur appartenance au groupe des bactéries lactiques qui sont catalase (-) (figure en annexes) .

II.4 Analyses sensorielles :

L'analyse sensorielle a consisté à appliquer le test hédonique dont les résultats sont schématisés sur un profil sensoriel (Figure 16). Ce dernier détermine la moyenne des différents paramètres évalués : « Saveur, Odeur, Acidité, Goût » évalué par jury.

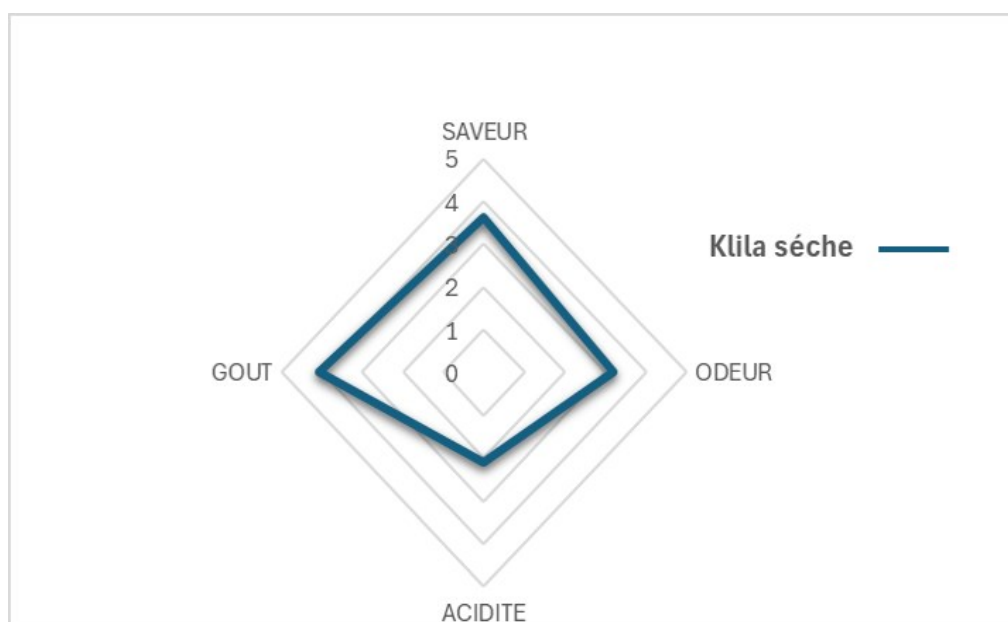


Figure 16: Profil sensoriel du fromage Klila.

Les résultats de l'analyse sensorielle ont montré que le fromage Klila a été accepté et apprécié par les dégustateurs pour sa saveur, son goût et son odeur. Concernant le critère acidité, il a été considéré comme faible par rapport aux autres critères.

Conclusion

CONCLUSION

Au terme de cette étude consacrée au fromage traditionnel Algérien « Klila », nous avons pu mettre en évidence les principales caractéristiques physicochimiques, microbiologiques et sensorielles de ce produit obtenu selon un procédé de fabrication artisanal.

Les résultats physicochimiques ont montré que le fromage n'est pas acide pour les trois goûts utilisés, poivre noir, persil et nature et que le fromage au poivre est plus riche en Extrait sec que les autres.

L'analyse microbiologique a révélé une présence très faible de la flore d'altération et une absence totale de la flore pathogène alors que les bactéries lactiques du genre *Leuconostoc* et *Lactobacille* existent d'où leurs importances dans les produits laitiers.

Enfin l'étude sensorielle nous révèle l'acceptabilité du produit une fois incorporé comme ingrédient à l'aliment.

Ce travail nous encourage à la valorisation du fromage « Klila » et tous les fromages traditionnels Algérien qui font partie du patrimoine national. La préservation de ce type de produit représente une étape importante pour assurer sa transmission aux générations futures et favoriser son développement à plus grande échelle pour éviter sa disparition.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

Abbas K., (2012). Effet de traitements thermiques sur les propriétés fonctionnelles de fromages traditionnels : le cas des pâtes persillées. Pp : 5. Sciences agricoles. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, Français.246p.

Abdelaziz S. et Ait Kaci F., 1992. Contribution à l'étude physico-chimique et microbiologique d'un fromage traditionnel algérien fabriqué à partir du lait de chèvre le "Djben". Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Institut national agronomique d'El Harrach, Alger. 67 p.

AFNOR (Association Française de Normalisation) (1980). Lait. Détermination de la matière sèche. Recueil de normes françaises. Laits et Produits Laitiers. AFNOR : NF V04 207.

AFNOR (1985). Contrôle de la qualité des produits laitiers -Analyses physiques et chimiques, 3ème édition.

Aissaoui Zitoune O. (2003). Fabrication et caractéristique d'un fromage traditionnel algérien bouhezza. Thèse de magisters. INATAA. Constantine. Algérie, p138.

Aissaoui Zitoune O. (2014). Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel Algérien « Bouhezza ». Thèse de doctorat en Sciences alimentaires, INATAA Constantine. Université de Constantine 1.174p.

Alais C. & Linden G. (1997). Abrégé de Biochimie Alimentaire. 4èmed., Masson, Paris.

Alais Charles ; Guy Linden ; Laurent Miclo, (2008). Biochimie alimentaire 6è édition de l'abrégé, IUT. Licence. Ecoles d'ingénieurs, Dunod, Paris, p 260.

Arvanitoyannis, I. S. (2009). HACCP and ISO 22000: Applications to foods of animal origin (1st ed.). United Kingdom.

http://www.bogmisailac.org/web_documents/haccp_and_iso_22000_application_to_foods_of_animal_origin-arvanitoyannis_-_2009.pdf

B

Bargis P. (2012). Le grand livre des aliments santé. Groupe Eyrolles, Paris : Eyrolles. 824 p.

Bellakhdar. J. (2008) Hommes et plantes au Maghreb : éléments pour une méthode en ethnobotanique. Maroc. Plurimondes. 386 p.

Ben Danou C. (1929) Quelques notes de laiterie sur l'Algérie. Le lait : INRA Editions 9 (82), pp161-163. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00894939/document>.

Benamara, RN., Gemelas, L., Ibri, K., Moussa Boudjemaa, B., Demarigny, Y. (2016). Sensory, microbiological and physico-chemical characterization of Klila, a traditional cheese made in the south-west of Algeria. African Journal of Microbiology Research, 10 (41), 172838.

Benamara, R. N., Benahmed, M., Ibri, K., Boudjemaa, B. M., & Demarigny, Y. (2022). Algerian extra hard cheese of Klila: A review on the production method, and microbial, organoleptic, and nutritional properties. Journal of Ethnic Foods, 9, Article number: 41. <https://doi.org/10.1186/s42779-022-00153-6>

Bendimerad N. (2013). Caractérisation phénotypique technologique et moléculaire d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans les régions de l'Ouest Algérien. Essai de fabrication de fromage frais type « Jben ». Thèse de Doctorat en Microbiologie alimentaire, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, 162P.

Benderouich, B. (2009). La kémariya: un produit du terroir à valoriser. Mémoire d'ingénieure, université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie. 82 p.

Benkerroum N. (2010). Antimicrobial peptides generated from milk proteins: a survey and prospects for application in the food industry. A review. International Journal of Dairy Technology, 63(3), 320-338.

Benkerroum N. and Tamime A.Y. (2004) Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Lben, Jben and Smen) to small industrial scale. Food Microbiol. 21(4): pp 399-413.

Bennett R-J and Johnston K-A (2004) General Aspects of Cheese Technology. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Third edition - Volume 2: Major Cheese Groups, pp 23-50.

Boutonnier J-L. (2012) Fabrication du fromage fondu, Techniques de l'Ingénieur, f6310, Paris-France, 14 p.

Bousnane M. et Djadi O. (2009) Caractérisation d'un fromage traditionnel algérien «Takammarite» de la région de Ghardaïa. Mémoire d'Ingénieur. Aissaoui Zitoun O. Université Mentouri-Constantine. Algérie. 48p.

Bouzaouit, A., et al. (2020). Inventaire et caractérisation des technologies de fabrication des fromages traditionnels en Algérie. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, 8(2), 145-152.

C

Camps G. (1984) Encyclopédie berbère, Volume IV Alger - Amzouar. Ouvrage publié avec le concours et sur la recommandation du Conseil International de la Philosophie et des sciences humaines UNESCO. ISBN 2-85744-201-7 & 2-85744-282-3. Editions EDISUD, France PP447-629.

CODEX STAN 283 (1978) Codex Standard 283-1978, Norme générale Codex pour le fromage, 8p.

D

Dagleish D G. (1982). The enzymatic coagulation of milk; in developments in dairy chemistry - 1- Proteins (FOX P.F.). Applied Science Publishers, UK/USA.

Djoughri, F., & Madani, A. (2015). Caractérisation physico-chimique et microbiologique du fromage traditionnel "Takemmart" de la région du Hoggar (Tamanrasset). Journal algérien des régions arides (JARA), 12(2), 45-58.

Duval J. (1855) ministère de la Guerre-Direction des affaires de l'Algérie : Catalogue explicatif et raisonné des produits Algériens (guide pour l'exposition permanente de l'Algérie Rue de Grenelle Saint-Germain, 107). Librairie de Firmin Didot Frères, imprimeurs de l'Institut. Paris, Rue Jakob, 56.

E

Eck A, Gillis JC. (1997). Les agents de transformation du lait. Le fromage. 3ème éd: Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris. 189 p.

Eck André, Gillis Jean Claude (2006), Le fromage de la science à l'assurance qualité. Paris 3ème édition TEC et DOC Lavoisier, 891p.

F

FAO (1995) Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO : Alimentation et nutrition n° 28. Rome, 271p.

Fox, P.F., T.P. Guinee, T.M. Cogan et McSweeney, P.L.H. (2000). Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD. 587p.

Fox, P. F., & Guinee, T. P. (2017). Fundamentals of cheese science (2nd ed.). Springer, New York.

G

Gast. M; (1991). Encyclopédie berbère, Volume I Baal – Ben Yasla (Baratte). Ouvrage publié avec le concours et sur la recommandation du Conseil International de la Philosophie et des sciences humaines UNESCO. ISBN 2-85744-509-1 et 978-2-85744-509-8. Editions EDISUD. Pp 1289-1449.

GELAIS ST-D. TIRRARD-COLLER P., BELANGER G., DRAPEAU R., COUTURE R., (2002). Le fromage In Science et technologies du lait transformation du lait par Vignola Carole L. presse internationale polytechnique. 349-413pp.

Guinee T-P et Kilcawley K-N (2004) Cheese as an ingredient. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology Volume 2, pp 395-428.

Guiraud J-P et Rosec J-P. (2004) Pratique des normes en microbiologie alimentaire, Association Française de Normalisation AFNOR, France. 304 p.

Guetouache M. and Guessas B. (2015) Characterisation and identification of lactic acid bacteria isolated from traditional cheese (Klila) prepared from cow's milk. African Journal of Microbiology Research Vol. 9(2), pp 71-77.

H

Hardy. J; (1997). L'activité de l'eau et le salage. In le fromage. Paris, Lavoisier Tec & Doc : 62-84.

Harrouz, W., Oueldhadj, Y. (2007). La filière de lait : vers une nouvelle dimension de développement dans la vallée du M8Zab et Metlili. Mémoire Ing, ITAS, Ouargla.87p.

I

ISO 4121 (2003). Analyse sensorielle — Directives pour l'utilisation d'échelles de notation quantitatives.

ISO 5534 (2004). Cheese and processed cheese products — Determination of the total solids content.

J

Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., Brulé, G. (2007). Les produits laitiers. Editions Tec & Doc Lavoisier, (184).

K

KatzH., Weaver WW. (2003). Encyclopedia of food and culture. Volume 1: Acceptance to food politics. Charles Scribner's Sons. New York, 718p.

Khater. I; et Ghedar. M ; (2017). Dénombrement et caractérisation de la flore lactique et la flore de contamination du « jben » traditionnel fabriqué par des coagulants de nature végétale. Mémoire de MASTER, UNIV. Abou Beker Belkaid, Tlemcen, 15p.

L

Lahsaoui. S ; (2009) Étude du procédé de fabrication d'un produit laitier traditionnel algérien "Klila". Mémoire d'ingénieur d'état, Université El Hadj Lakhdar-Batna, 72p.

Leksir. C ; (2018). Caractérisation, fabrication et consommation du dérivé laitier traditionnel « Klila » dans l'Est algérien. Thèse de Doctorat en sciences biologiques. Faculté des Sciences de La Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Département de Biologie. Université 8 mai 1945 Guelma. 156.

Leksir. C et Chemmam. M ; (2015) Contribution à la caractérisation du Klila, un fromage traditionnel de l'Est de l'Algérie. Livestock Research for Rural Development. Volume 27, Article #83.

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

Lemouchi. L ; (2007) Le fromage traditionnel Bouhezza : enquête dans la wilaya de Tébessa et suivi de l'évolution des caractéristiques physicochimiques de deux fabrications. Mémoire d'ingénieur en Nutrition et Technologies Agro-Alimentaires. Université de Constantine 1. Algérie.

Lucey J-A. (2008). Some perspectives on the use of cheese as a food ingredient. *Dairy Science & Technology* 88. Pp 573–594.

M

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., Schuck, P. et Brule G. (2000). Les produits industriels laitiers Ed Tec et Doc. – Lavoisier : pp. 26-40.

McSweeneyP. L. H. & Fox P. F. (2017). Metabolism of residual lactose and of lactate and citrate; in: « Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology (MCSWEENEY P.F., FOX P. & EVERETT D.C.) ». Academic Press, London, UK.

Medjoudj, H., Aouar, L., Zidoune, MN., Hayaloglu, A A. (2018). Proteolysis, microbiology, volatiles and sensory evaluation of Algerian traditional cheese Bouhezza made using goat's raw milk. *International Journal of Food Properties*, éd.Taylor& Francis.20 sup3, 3246-3265.

Mennane Z., Khedid K., Zinedine A., Lagzouli M., Ouhssine M. and Elyachioui M (2007) Microbial Characteristics of Klila and Jben Traditionnal Moroccan Cheese from Raw Cow 's Milk. *World Journal of Dairy & Food Sciences*. 2 (1): 23-27.

O

Ouadghiri, M., Amar, M., Vancanneyt, M., & Swings, J. (2005). Biodiversity of lactic acid bacteria in Moroccan soft white cheese (Jben). *FEMS Microbiology Letters*, 251(2), 267–271. Doi: 10.1016/j.femsle.2005.08.012.

R

Ramet. J-P ;(1985) La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen. Etude FAO Production et Sante Animales 48. Rome, Italie. 222p.
<http://www.fao.org/docrep/004/X6551F/X6551F00.HTM>

Ramet. J P; (1987). Use of bovine calf rennet to coagulate raw camel milk. *World Animal*.

S

Soukehal. D ;(2011). Pour votre culture générale : produits laitiers fabriqués en Algérie Over blog.

T

Tadjine, A., Boudalia, S., & Chemmam, M. (2021). Traditional Algerian cheeses: A review on manufacture, physico-chemical characteristics, and microbiology. *Journal of Ethnic Foods*, 8(1), 1-12.

Tormo H, (2010). Diversité des flores microbiennes des laits crus de chèvre et facteurs de variabilité. Thèse de doctorat en Pathologie, Toxicologie, Génétique et Nutrition, Université Toulouse III - Paul Sabatier.258p.

V

Vignola, C. L. (2010). Science et technologie du lait : Transformation du lait. 2e édition, Presses Internationales Polytechnique, Montréal, pp. 425-440

Annexes

Annexe 1 :

Tableau 1 : Résultats des analyses microbiologiques.

Echantillon Milieu de culture	Au poivre			Au persil			Naturelle		
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
MacConkey	IND	27	1	4	49	142	IND	16	23
GN	IND	IND	196	198	112	50	IND	IND	364
MRS	IND	296	78	IND	IND	164	IND	IND	292
Chapman	22	3		134	7		142	37	
SS	Absence			Absence			Absence		
PDA	4	4	2	5	4	2	1	7	2

Les résultats des analyses microbiologique :

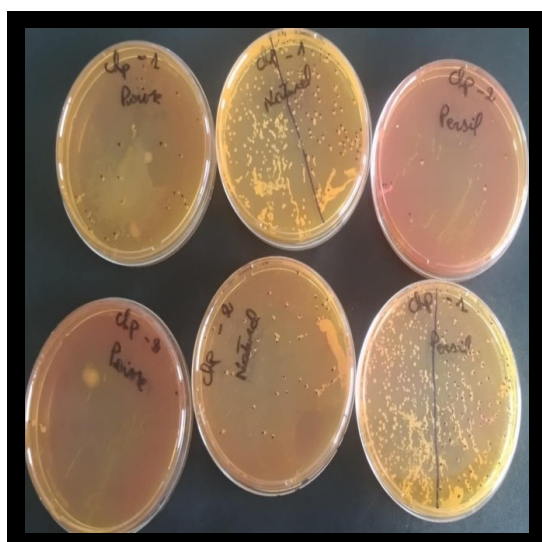


Figure N°1 : Résultat du dénombrement des staphylocoques.

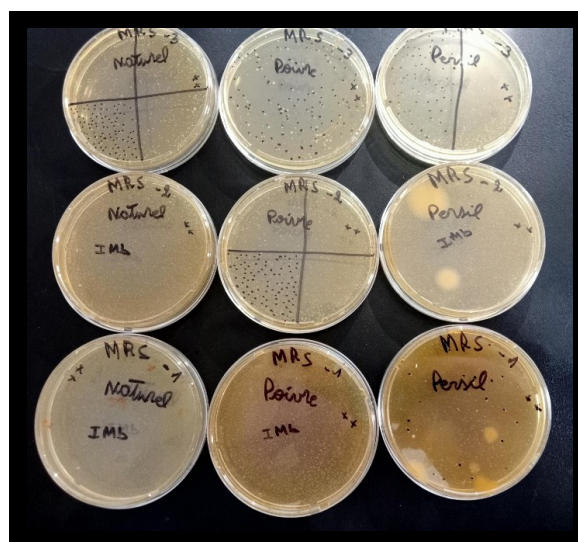


Figure N°2 : Résultat du dénombrement des bactéries lactiques.

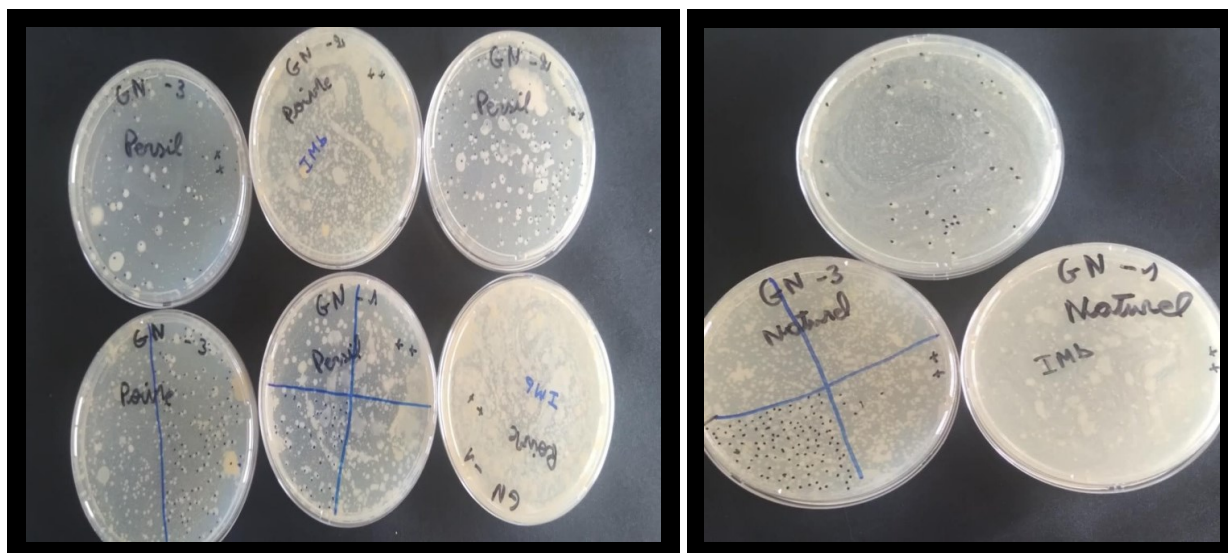


Figure N°3 : Résultat de dénombrement de FAMT.

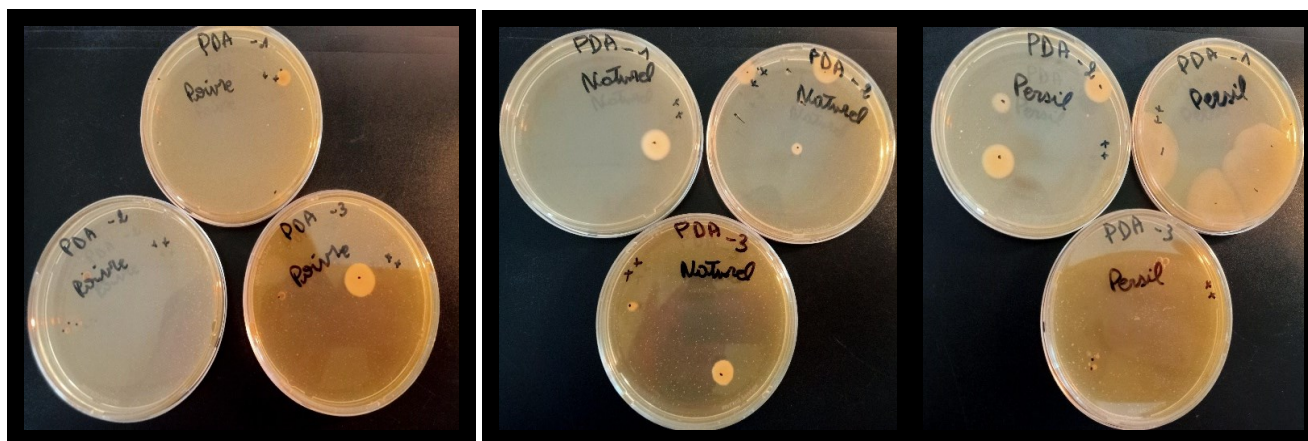


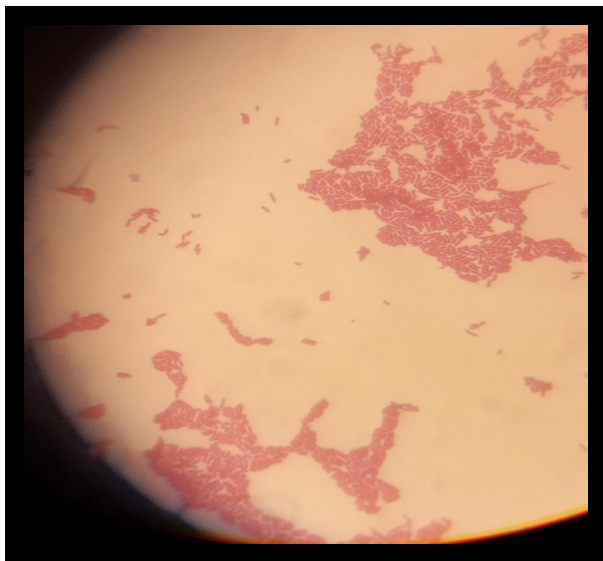
Figure N°4 : Résultat de dénombrement des levures et moisissures.

Annexe 2 : Coloration de Gram :

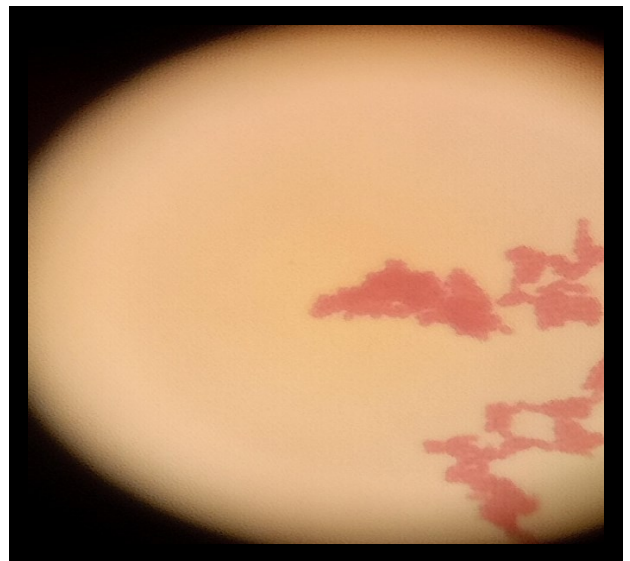
- 1- Poser une goutte d'eau distillée stérile sur une lame bien nettoyée ;
- 2- Prendre un échantillon de colonie et l'incorporer à la goutte d'eau, strier puis assécher en le passant brièvement dans la flamme d'un bec de benzène ;
- 3- Recouvrir le frottis avec le Violet de gentiane pour une minute ;
- 4- Éliminer l'excès de teinture en rinçant à l'eau distillée ;
- 5- Appliquer le lugol pendant une minute ;
- 6- Rincer à l'eau distillée ;
- 7- Appliquer de l'alcool pour trente secondes ;
- 8- Passer à l'eau distillée en un éclair ;
- 9- Mettre de la fuschine pour une minute ;
- 10- Rincer à l'eau distillée ;
- 11- Assécher la lame par passage au bec de benzène ;
- 12- Mettre une goutte d'huile pour immersion sur le frottis puis examiner sous un microscope à fort grossissement (X100) .

Annexe 3 : Pré-identification des souches lactiques :

Coloration de Gram :

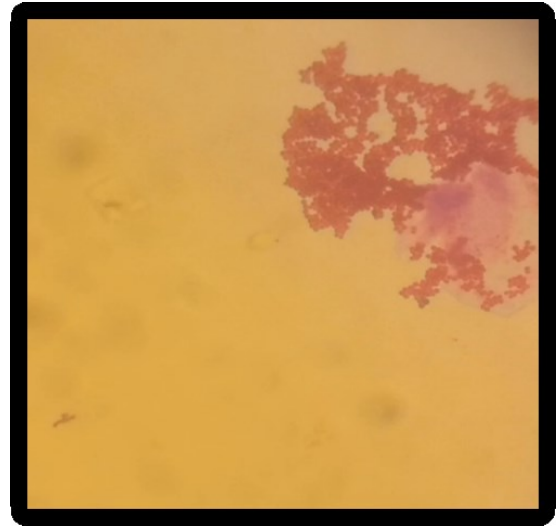
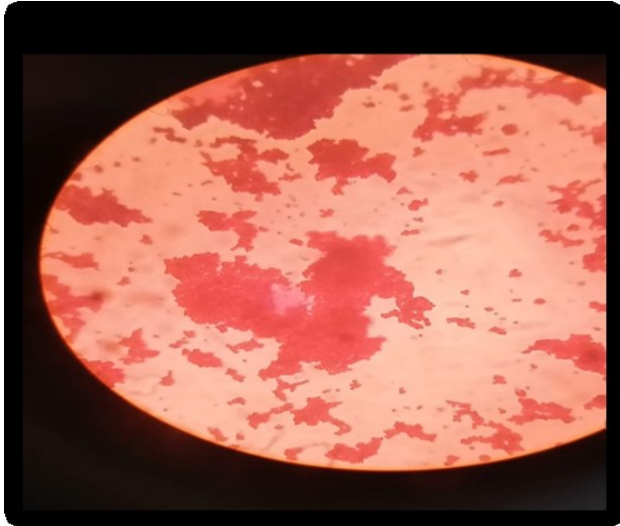


(a)



(b)

Figure N°5 : Observation microscopique des bactéries lactiques Gram positives après coloration de Gram à G×100 : (a) *Lactobacilles* ; (b) *Leuconostoc*.



FigureN°6 : Observations microscopique des coques Gram positives après coloration de gram à G×100

Test de catalase :



Figure N°7 : Résultat positif du test de catalase.



FigureN°8 : Résultat négatif du test de catalase.

Annexe 4 :

Tableau 2 : Analyses sensorielles du fromage klila.

Caractère Dégustateur	Saveur	Gout	Acidité	Odeur
D1	3	4	2	3
D2	4	4	1	3
D3	4	5	2	4
D4	3	4	4	3
D5	4	4	2	2
D6	5	3	2	3
D7	3	4	2	4
D8	3	4	3	3
D9	4	4	2	3
D10	2	5	1	2
D11	3	4	2	4
D12	4	4	3	3
D13	2	4	3	3
D14	4	5	2	4
D15	5	3	3	3
D16	3	4	1	3
Totale	58	65	33.6	50.88
Moyenne	3.62	4.05	2.10	3.18

Fiche d'analyses sensorielles du fromage klila :

DATE

SEXE

AGE

Veuillez goûter le produit et cocher votre appréciation sur une échelle de 1 à 5

Appréciation	1	2	3	4	5
Caractères					
Saveur					
Goût					
Acidité					
odeur					

1 : Très peu

2 : Moyen

3 : Bon

4 : Très bon

5 : *Excellente*