

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et
de l'Univers
Département de biologie



MÉMOIRE

Présenté par

Melle MEGHELLI Nafissa yasmine
Melle KALAI Romaisaa

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En microbiologie et contrôle de qualité

Thème

**Contribution à l'évaluation de la qualité microbiologique du
fromage traditionnel fabriquée en Algérie**

Soutenu le, devant le jury composé de :

Président	KHADIR Abdel-Mounain	MCA	Université Oran
Encadrant	CHERIF ANNTAR Asmaa	MCB	Université Tlemcen
Examineur	BENAMAR Ibrahim	MAA	Université Laghouat

Année universitaire 2020/2021

ملخص

يعتبر استهلاك منتجات الألبان في الجزائر تقليدًا قديمًا مرتبطًا بتربية الحيوانات، بحيث يتم تصنيع منتجات الألبان وفقًا لعمليات حرفية قديمة، من الحليب أو خليط من مختلف أنواع الحليب. هناك مجموعة كبيرة ومتنوعة من منتجات الألبان المصنوعة يدويًا. تعتبر الأجبان المجموعة الأكثر أهمية والأكثر تنوعًا. كما يرتبط إنتاجهم الحرفي ارتباطًا وثيقًا بـ "الأرض" و/ أو "المنطقة"، حيث تختلف تسميتهم وكذلك طريقة التحضير الخاصة بهم من منطقة إلى أخرى.

في هذا السياق، كان الهدف الرئيسي لعملنا هو تقييم الجودة الميكروبيولوجية للجبن التقليدي المصنوع في الجزائر.

للأسف، نظرًا للحالة الصحية التي يعيشها بلدنا والعالم بأسره ولإكمال دراستنا، قمنا بتحليل مقاليتين حول نفس

الموضوع.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن كليلة هي جبن صلبة جدًا بدرجة حموضة والنشاط المائي (القيمة AW) منخفضة جدًا وأن هذه الخصائص الفيزيائية والكيميائية لا تساعد على نمو الميكروبات. مع العلم أن الدراسات الميكروبيولوجية قد كشفت أن هذا المنتج المحلي ذو مستوى صحي مقبول حيث أنها تميزت بغياب الأنواع المسببة للأمراض و/ أو السامة.

وفقًا للاختبارات الحسية، يمكن التمييز بين أنواع الجبن المختلفة على أساس لونها ورائحتها دون أدنى شك، وكذلك، بدرجة أقل، نكهتها ومظهرها.

الكلمات المفتاحية: الجبن التقليدي، كليلة، الجزائر.

Résumé

En Algérie, la consommation de produits laitiers est une tradition ancienne liée à l'élevage, puisque les produits laitiers sont fabriqués selon des procédés artisanaux anciens, à partir de lait ou de mélanges de lait de différentes espèces. Il existe une grande variété de produits laitiers artisanaux. Les fromages constituent le groupe le plus important et le plus diversifié. Leur production artisanale est fortement liée au "terroir", leur dénomination ainsi que leur processus de fabrication différant d'une région à l'autre.

Dans ce contexte, l'objectif principal de notre travail était d'évaluer la qualité microbiologique du fromage traditionnel fabriquée en Algérie.

Malheureusement, vu l'état sanitaire qu'a connu notre pays et le monde entier et pour compléter notre étude, nous avons analysé deux articles portant sur la même thématique.

Les résultats obtenus ont montré que le Klila est un fromage extra dur avec un pH et une Aw trop faibles et que ces caractéristiques physico-chimiques ne sont pas propices à la croissance microbienne. Sachant que les études microbiologiques ont révélé que ce produit du terroir est d'un niveau hygiénique acceptable comme ils ont marqué l'absence d'espèce pathogène et/ou toxigènes.

D'après les tests sensoriels les différentes variétés de fromage peuvent être distinguées sans aucun doute sur la base de leur couleur et de leur odeur, ainsi que, dans une moindre mesure, de leur arôme et de leur aspect.

Mots clés : Fromage traditionnel, Klila, Algérie.

Abstract

In Algeria, the consumption of dairy products is an ancient tradition linked to animal husbandry, since dairy products are made according to ancient artisanal processes, from milk or milk mixtures of different species. There is a great variety of artisanal dairy products. Cheeses are the most important and diversified group. Their artisanal production is strongly linked to the "terroir", their denomination as well as their manufacturing process differing from one region to another.

In this context, the main objective of our work was to evaluate the microbiological quality of traditional cheese manufactured in Algeria.

Unfortunately, given the sanitary state of our country and the world and to complete our study, we analyzed two articles on the same theme.

The results obtained showed that Klila is an extra hard cheese with a pH and A_w too low and that these physico-chemical characteristics are not conducive to microbial growth. Knowing that the microbiological studies have revealed that this local product is of an acceptable hygienic level as they have marked the absence of pathogenic species and / or toxinogenic.

According to the sensory tests the different varieties of cheese can be distinguished without any doubt on the basis of their color and smell, as well as, to a lesser extent, their aroma and appearance.

Keywords: Traditional cheese, Klila, Algeria.

Remerciements

Avant toute chose, on tient à remercier Dieu qui nous a donné la force, la patience, le courage et la volonté ; et de nous avoir facilité le chemin pour achever ce fruit d'années d'études et pour terminer ce modeste travail. -Allah- qui a enseigné à l'homme ce qu'il ne savait pas.

A notre maitre et directeur de mémoire **Mme CHERIF ANNTAR Asmaa** Maitre de Conférence B à l'université de Tlemcen. Nous remercions d'abord pour avoir donné la chance de travailler sous sa direction, pour sa confiance en nous, pour ces précieux conseils, ces orientations et pour ces tous encouragements durant la réalisation de ce mémoire, on vous remercie pour l'effort fourni et pour le temps que vous nous avez consacré tout au long de cette période, la chaleur de votre accueil, et l'attention que vous avez portée, ont renforcé notre admiration.

Veillez recevoir l'expression de notre profonde gratitude et de nos sincères remerciements Nos remerciements sont adressés aux membres du jury qui ont pris sur leur temps et ont bien voulu accepter de juger ce modeste travail.

Mr KHADIR Abdel-Mounaim Maitre de Conférence A l'université d'Oran, vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider ce jury. Cher maitre, nous vous sommes profondément reconnaissantes, veuillez trouver ici l'expression de notre respect.

Mr BENAMAR Ibrahim Maitre-assistant A l'Université Laghouat nous vous sommes sincèrement reconnaissantes d'avoir accepté d'examiner et discuter ce travail.

A tous mes enseignants depuis mon jeune âge jusqu'à ce moment. Merci que Dieu les bénisse.

Recevez cher Maitre, l'expression de notre profonde gratitude.

A tous ceux qui m'ont aidé...de près ou de loin...merci.

Dédicace

Avec l'aide de Dieu et tous les gens qui m'aiment et qui m'ont soutenu, j'ai pu achever ce modeste travail.

Je dédie le fruit de mes efforts et de mes succès aux deux êtres les plus proche de mon cœur à mes chers parents, que Dieu les garde pour nous.

A celui dont je porte le nom avec fierté, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir mon trésor, mon cher père **Meghelli Reda kemal**,

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, ma vie et mon bonheur, celle qui a partagé avec moi mes joies et mes peines, à ma chère maman **Meziane Amina**, ma source d'optimisme et d'espoir dans la vie.

A mes très chères sœurs : **Meriem, Farah, Fatima** pour l'amour qu'elles me réservent, pour ses soutiens moraux et leur conseils précieux tout au long de mes étude.

A mon unique et cher frère **Yassine**,

A toute la famille **MEGHELLI**,

A ma chère binôme **kalai Romaissaa**,

A mes amies au nom de l'amitié qui nous réunit, et au nom de nos souvenirs inoubliables.

A toute personne qui m'a encouragé à réaliser ce travail et à tous mes collègues dans mon parcours académique, à toute la promotion Master Microbiologie et contrôle de qualité la promo 2016-2021.

Je vous exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour,

A tous ceux qui me sont chers je dédie ce travail.

Nafissa, Yasmine.

Dédicace

C'est avec grand plaisir que je dédie ce modeste travail:

A la lumière de ma vie, la source de mes efforts, mon exemple éternel, à l'homme qui reste toujours à la bonne place, dans mon cœur que dieu le garde pour moi

Mon père : Kalai Abdelouahebe

A la femme de ma vie, mon âme et ma joie, la flamme de mon cœur mon soutien moral et celle qui s'est toujours sacrifiée pour me voir réussir, que dieu la garde pour moi,

Ma mère : Daoudi Baya

A mes chères sœurs : Meriem, Assia et Fatima

Aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de vous avoir comme sœurs. Je ne pourrais jamais imaginer la vie sans vous, vous comptez énormément pour moi, vous êtes les sœurs qui assurent leur rôle comme il faut, je n'oublierais jamais vos encouragements et vos soutiens le long de mes études, je vous estime beaucoup et je vous aime beaucoup. Je vous souhaite beaucoup de succès, de prospérité et une vie pleine de joie et de bonheur.

A mon mari : Daoudi Fayçal

Je te dédie ce travail avec mes vœux de réussite, de prospérité et de bonheur. Je prie Dieu le tout puissant de préserver notre attachement mutuel, et d'exaucer tous nos rêves.

A toute la famille : **KALAI**

A mon Binôme : **Meghelli Nafissa Yasmine**

A tous les étudiants avec lesquels j'ai partagé ces longues années d'études
A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire

Romaissaa.

TABLE DE MATIERE

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
INTRODUCTION	01
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I. Généralités sur le fromage	
I.1. Historique	03
I.2. Définitions normatives et réglementaires	03
I.3. Les différents types de fromage	04
I.4. Constituants du fromage	06
I.4.1. Eau	07
I.4.2. Matière grasse	07
I.4.3. Protéines	07
I.4.4. Glucides	07
I.4.5. Minéraux	07
I.4.6. Vitamines	09
Chapitre II. Les fromages traditionnels en Méditerranée	
II.1. Définition du fromage traditionnel	10
II.2. Fromages traditionnels en Italie	10
II.2.1. Le Fromage Castelmagno (AOP)	10
II.2.2. Le fromage Pecorino di Farindola	11
II.2.3. Le fromage Fossa	11
II.3. Fromages traditionnels en Turquie	12
II.3.1. Beyaz peynir	12
II.3.2. Tulum	13
II.3.3. Kaşar	13
II.4. Fromages traditionnels en Grèce	14
II.4.1. Batzos	14
II.4.2. Feta	14
II.4.3. Kasseri	15
II.4.4. Manouri	16
II.5. Fromages traditionnels au Maroc	16
II.5.1. Le Klila	18
II.5.2. Jben	18
Chapitre III : Fromages traditionnels en Algérie	
III.1. Les types de fromage traditionnel en Algérie	19
III.1.1. Klila	19
III.1.1.1. Définition et historique	20
III.1.1.2. Fabrication	22
III.1.2. Bouhezza	

III.1.2.1. Définition	22
III.1.2.2. Fabrication	22
III.1.3. Jben	25
III.1.3.1. Définition	25
III.1.3.2. Fabrication	25
III.1.4. Kemaria	28
III.1.4.1. Définition	28
III.1.4.2. Caractéristiques et fabrication	28
III.1.5. Takemmart	28
III.1.5.1. Définition	28
III.1.5.2. Fabrication	28
III.1.6. Aoules (Ioulsân)	29
III.1.6.1. Définition	29
III.1.6.2. Caractéristiques et fabrication	29
III.1.7. Mechouna	29
III.1.7.1. Définition	29
III.1.7.2. Caractéristiques et fabrication	29
III.1.8. L'Ighounane	30
III.1.8.1. Définition	30
III.1.8.2. Fabrication	30
III.1.9. L'Ibkhbakhane, Imzdhgbass, Adhghass, Aghoghlou	30

ANALYSE D'ARTICLES

Article 1 : Caractérisation sensorielle, microbiologique et physico-chimique du Klila, un fromage traditionnel du sud-ouest algérien.

Article 2 : Caractérisations physicochimique et qualité microbiologique du Klila : un fromage traditionnel sec des régions arides d'Algérie : Etude préliminaire.

INTRODUCTION	31
Méthodologie d'article 1	32
Résultats d'article 1	36
Méthodologie d'article 2	42
Résultats d'article 2	44
DISCUSSION	45
CONCLUSION	50
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	51
ANNEXE	63

Liste des figures

Figure 1: Photo du fromage traditionnel italien Castelmagno (AOP)	10
Figure 2: Photo du fromage traditionnel italien fromage Pecorino di Farindola	11
Figure 3: Photo indiquant l'affinage du fromage Fossa dans la fosse	12
Figure 4: Beyaz peynir	12
Figure 5: Le fromage Tulum	13
Figure 6: Le Kaşar	13
Figure 7: Batzos	14
Figure 8: Feta	15
Figure 9: kasseri	15
Figure 10: Manouri	16
Figure 11: Illustration schématique de la fabrication des produits laitiers fermentés traditionnels au Maroc	17
Figure 12: Le fromage Klila du Maroc	18
Figure 13: Jben du maroc	18
Figure 14: Fromage Klila	20
Figure 15: Les étapes de la fabrication de Klila	21
Figure 16: Fromage Bouhezza	22
Figure 17 : Schéma illustratif des procédés de fabrication traditionnelle du fromage « Bouhezza »	24
Figure 18: Fromage « Jben »	25
Figure 19: La plante épineuse sauvage <i>Cynara humilis</i>	26
Figure 20: Artichaut (<i>Cynara scolymus</i>)	26
Figure 21: Graines de courge	26
Figure 22: Protocole de production du fromage "Jben"	27
Figure 23: Le fromage Kéméria	28
Figure 24: Fromage Mechouna	29
Figure 25: Fabrication du fromage de Klila	33
Figure 26: Distribution des isolats selon le séquençage de l'ADN 16S en fonction du milieu de culture utilisé	38
Figure 27: Dendrogrammes dessinés par UPGMA de la valeur de corrélation des modèles REP-PCR normalisés de A) <i>Lactobacillus plantarum</i> et B) <i>Enterococcus</i> spp obtenus avec les amorces Rep1R-Dt et Rep2-D. : Dendrogrammes dessinés par UPGMA de la valeur de corrélation	41

Liste des tableaux

Tableau 1: Les différents types de fromage	5
Tableau 2: Composition des fromages sélectionnés, pour 100 g	6
Tableau 3 : Teneur en minéraux de certains fromages, en mg pour 100 g	8
Tableau 4: Fiche technique du fromage bouhezza	23
Tableau 5: Caractérisation physico-chimique et microbiologique du lait de chèvre, de brebis et de vache klila	38
Tableau 6: Classification des souches en fonction de leur production de lactate	39
Tableau 7: Dénombrement des différentes flores et espèces microbiennes	43
Tableau 8: Variation des valeurs relatives aux tests physico-chimiques	44

Liste des abréviations

% : Pourcentage

+ : Plus

> : Supérieur

°C : Degré Celsius

°D : Degrés Dornic

Acid*(°D) : Acidité en degré Dornic

AOP : Appellation d'origine protégée

Aw : Activités de l'eau

BAB : Bactéries d'acide butyrique

BEA : Bile Esculin Agar

BLA : Bovin laitier Amélioré

BLL: Bovin laitier local

Cond* : Conductivité en millisiemens/centimètre (ms/cm)

CSR : Clostridium sulfito- réducteur

Ech* : Echantillon

EN : European Norm

Es : Espèce

Etc : Etcetera

F.T.A.M : Flore totale aérobie mésophile

FAO : Food and Agriculture Organization

GGC : Gélose glucosée au chloramphénicol

HRED : L'humidité relative sur l'extrait dégraissé

ISO : International organization for Standardization

JORA.DZ : Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire

Kg : Kilogramme

LAB : Lactic acid bacteria (les bactéries lactiques)

M.S*(%) : Taux de matière sèche

Min : Minute

ml : Millilitre

MRS : Man, Rogosa, Sharpe

ms : Millisiemens

MS : Matière sèche

Mt : Moyenne totale

N.D : Non déterminé

NF : Norme Française

OMS : Organisation mondiale de la Santé

PCA : Plate Count Agar

PCR : Polymerase Chain Reaction

pH : Potentiel Hydrogène

PME : Petite et moyenne entreprise

PTX : Peptone-tergitol-glucuronide

REP-PCR: Repetitive Extragenic Palindromic Sequence Polymerase Chain Reaction

Spp : Plusieurs espèces non identifiées

T.C.*(%) : Taux de cendres

Tr : Trace

UFC : Unité Formant Colonie

Ufc/gr* : Unité formant colonie/gramme de fromage

V/V : Concentration volumique

VBNC : Viable But Non Culturable

XLD : Xylose-Lysine-Désoxycholate

Introduction

Le lait peut non seulement être consommé à l'état naturel, mais il peut également subir plusieurs biotransformations. L'un des sous-produits de ces transformations est le fromage **(Vignola, 2002)**.

Les fromages sont des formes anciennes de conservation et de présentation des constituants utiles du lait (protéines de graminées, ainsi qu'une petite quantité de calcium et de phosphore), dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont appréciées par l'homme dans presque toutes les régions du monde **(Jeantet et al., 2008)**.

La consommation des produits laitiers, tels que les fromages, est une coutume ancestrale liée à l'agriculture. Les fromages traditionnels sont fabriqués selon des méthodes artisanales qui se sont transmises de génération en génération. Ces savoir-faire font partie du patrimoine des techniques agricoles traditionnelles algériennes **(Boudalia et al., 2020 ; Leksir et al., 2019 ; Benlahcen et al., 2017 ; Shori, 2017 Boudalia et al., 2016 ; Leksir et Chemmam, 2015)**.

Les régions méditerranéennes sont réputées pour produire un grand nombre de fromages artisanaux. Les fromages traditionnels en Algérie sont fabriqués à petite échelle à partir de lait non pasteurisé (vache, brebis ou chèvre). Dans certains cas, le lait est légèrement bouilli avant d'être utilisé. Malheureusement, ces fromages sont peu nombreux, mais pas totalement inconnus et ils sont également peu étudiés **(Boudalia et al., 2020 ; Dubeuf et al., 2010)**. On peut trouver une multitude de sortes de fromages différents dans diverses régions du pays **(Boudalia et al., 2020 ; Aissaoui Zitoun et al., 2011)**.

En effet, les fromages artisanaux, en particulier ceux au lait cru, présentent un large éventail de microorganismes et constituent donc une source prometteuse de nouvelles souches lactobactériennes, d'où l'intérêt de les identifier et les étudier **(Ait Chait et al., 2021 ; Margalho et al. 2020 ; Pereira de Lima et al. 2020 ; Kamimura et al. 2019)**.

Parmi ces fromages, le "Klila" qui est un fromage fermenté fabriqué de manière traditionnelle dans certaines régions de l'Algérie. C'est le fromage traditionnel le plus populaire et son procédé de fabrication artisanal est encore utilisé aujourd'hui **(Benlahcen et al., 2017 ; Leksir et al., 2015)**.

Ce dernier est préparé à partir du lait cru de vache ou de chèvre, fabriqué en conservant le lait à température ambiante dans des pots propres et non stériles **(Boubekri et Ohta, 1996)**.

L'objectif de notre travail était d'évaluer la qualité microbiologique du fromage traditionnel fabriqué en Algérie, Klila.

Malheureusement ce travail n'a pas été réalisé vu la pandémie du COVID-19 qu'a connu le monde. Pour cela et dans le même contexte, deux articles ont été analysés afin de compléter ce travail, les deux articles ont étudié le fromage traditionnel « klila » dans 2 régions différentes la région de la daïra de Sfisifa wilaya de Naama, la capitale du sud-ouest algérien et la région de Bordj Bou Arreridj, au nord-est de l'Algérie.

Le premier consiste à étudier les différentes caractéristiques du klila d'où il s'agit d'une étude sensorielle, microbiologique et physico-chimique. Le deuxième article parle des caractérisations physicochimiques et qualité microbiologique du Klila.

Le manuscrit est scindé en deux parties :

-La première consiste en une synthèse bibliographique qui se compose de 3 chapitres :

- Le premier, consacré aux présentations des généralités sur les fromages.
- Le second chapitre est basé sur une présentation générale des fromages traditionnels en Méditerranées.
- Le troisième chapitre est consacré aux fromages traditionnels en Algérie.

-La deuxième partie expose l'analyse des deux articles scientifiques :

Article 1 : Caractérisation sensorielle, microbiologique et physico-chimique du Klila, un fromage traditionnel du sud-ouest algérien. (**Benamara et al., 2016**). African Journal of Microbiology Research Full.

Article 2 : Caractérisations physicochimique et qualité microbiologique du Klila : un fromage traditionnel sec des régions arides d'Algérie : Étude préliminaire. (**Meribai et al., 2017**). Journal of new sciences.

-Enfin une conclusion pour clôturer ce modeste travail.

*Synthèse
bibliographique*

Chapitre I :
Généralités sur le
fromage

I.1. Historique :

Selon la légende, la production du fromage a été réalisée accidentellement lors du processus de stockage et de transport du lait. En effet, l'homme a constaté que lorsque le lait est stocké caillait et qu'une fois séparé du sérum, le coagulum devenait une masse dense. Cette masse pouvait se dessécher et être donc stockée et transportée. L'acidification spontanée du point de départ de la coagulation, due à sa densité, fait remonter la crème en surface. Le lait fermenté, le petit-lait aigre et le beurre sont sans aucun doute les premiers produits laitiers. Le lait de brebis et de chèvre sont évidemment les premiers laits transformés, puisque les moutons et les chèvres sont les premiers animaux domestiqués par l'homme (**Fox et Mc Sweeney, 2004**).

Dans le temps passé, la première production du fromage ne pouvait être exactement obsolète (**Gillis et Ayerbe, 2018**). Il est généralement admis que le fromage est originaire du Sud-Ouest asiatique et a une histoire qui remonte à environ 8000 ans (**Eekhof-Stork, 1978**). Au cours de la conquête des Romains en Europe, ces derniers auraient encouragé la production de nouvelles variétés. Enfin, le fromage ne restera pas en minorité pendant longtemps, mais s'est répandu dans le monde entier (**Brahimi et Kahil, 2016 ; St-gelais et Tirardcollet, 2002**).

I.2. Définitions normatives et réglementaires :

Différentes biotransformations peuvent améliorer considérablement les qualités sensorielles et nutritionnelles du lait. Le fromage est l'un des produits qui résulte de cette transformation (**Henri et al., 2008**).

Le fromage est un nom commun pour un groupe d'aliments à base de lait fermenté. Il est utilisé comme une manière simple pour conserver les constituants du lait. Il est devenu un aliment important pour cuisiner ainsi qu'une bonne source nutritive (**Fox et al., 2017 ; Sandine et Elliker, 1970**). Actuellement, il existe plus de 1000 sortes de fromages mises sur le marché (**Fox et al., 2017**).

Selon la conception traditionnelle, le fromage est obtenu après le processus de la coagulation du lait réalisée par un groupe d'enzymes coagulantes qui s'appellent « la présure » après une élimination partielle du lactosérum par égouttage, laissant un caillé qui est l'origine du fromage (**Eck, 1997**).

Selon la norme FAO/OMS n°A6 du *Codex Alimentarius* (1996) « Le fromage est le produit frais ou affiné, solide ou semi-solide, dans lequel le rapport protéines du lactosérum/caséine n'excède pas celui du lait, obtenu par coagulation du lait, lait

écrémé, lait partiellement écrémé, crème de lactosérum ou babeurre, seul ou en combinaisons, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés, et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, ou par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des matières obtenues à partir du lait, présentant des caractères physiques, chimiques et organoleptiques similaires à ceux du produit défini plus haut ».

I.3. Les différents types de fromage :

Les différences dans le processus de fabrication incluant le type de lait utilisé, le type de coagulation (avec ou sans présure), le travail effectué dans la cuve, (décaillage, moulage, brassage, chauffage) et le mode de séchage et d'affinage représentent des critères de classification des fromages (**Magali, 2012**). La méthode de combinaison de ces critères résulte en une saveur unique qui caractérise chaque type de fromage (**Bellaha et Berrouba, 2018**). Les différents types de fromage sont classés différentes familles à savoir :

- Fromage à pâte fraîche ;
- Fromage à pâte molle ;
- Fromage à pâte persillée ;
- Fromage à pâte pressée non cuite ;
- Fromage à pâte pressée cuite ;
- Fromage à pâte filée ;
- Fromage à pâte fondue.

L'ensemble des caractéristiques de ces fromages est résumé dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1: Les différents types de fromage

Familles	Caractéristiques technologiques	Exemples	Références
Fromages à pâte Fraîche	<ul style="list-style-type: none"> -Valeur du HRED : supérieure à 80% -Taux d'humidité : généralement >60% -Coagulation : lactique -Égouttage : lent -Affinage : sans affinage -Durée de conservation : limitée 	Petit Suisse, Fromage à la crème, Quark, Cottage, Chèvre frais.	Vignola, 2002
Fromages à pâte Molle	<ul style="list-style-type: none"> -Valeur du HRED : 67%-80% -Taux d'humidité : 50 à 60% -Coagulation : mixte -Égouttage : lent -Une pâte molle presque fondante due à la protéolyse pendant l'affinage (affinage : limitée à quelques semaines) -La conservation : jusqu'à deux semaines dans de bonnes conditions. 	Brie, Camembert, angres, Pyramide de chèvre, Féta, aillet de chèvre.	Mariani, 2007 ; Vignola, 2002
Fromages à pâte persillés	<ul style="list-style-type: none"> -Développement interne de la moisissure bleue -Humidité intermédiaire de la pâte, pâte aérée -Coagulation : mixte -Égouttage : lent avec simple découpage. -Affinage : supérieur à 4 semaines à 3-8° C -Humidité du hâloir supérieure à 85% 	Roquefort, bleu canadien.	Eck et Gillis, 2006 ; Vignola, 2002
Fromages à pâte pressé non cuite	<ul style="list-style-type: none"> -Taux d'humidité : entre 45% et 50% -Coagulation : mixte -Égouttage : avec découpage du caillé, brassage et pression. -Affinage : de 2 mois à plus d'un an. 	Le Cantal, le Cheddar, Gouda, Edam, Saint-paulin	Eck et Gillis, 2006 ; Luquet, 1990
Fromages à pâte pressé cuite (dure)	<ul style="list-style-type: none"> -Une cuisson à 53-55 °C pendant 30-50 min -Valeur du HRED : inférieure à 50% -Taux d'humidité : inférieure à 35% -Coagulation : mixte -Égouttage : plus poussé -Affinage et conservation : plusieurs années 	Le Comté, l'Emmental, Gruyère, le Beaufort, Jura	Eck et Gillis, 2006 ; Vignola, 2002 ; Evette, 1975
Fromages à pâte filée	<ul style="list-style-type: none"> -Fromages typiques d'origine italienne -Jusqu'au brassage en cuve, ils présentent de grandes similarités avec la fabrication de pâtes pressées -Coagulation : mixte -Égouttage : accentué par tranchage et brassage en cuve 	Mozzarella, Burrata, Bocconcini, Le provolone, Le caciocavallo	Eck et Gillis, 2006 ; Le jaouen, 1993
Fromages à pâte fondu	<ul style="list-style-type: none"> -Fabriqués à partir d'autres fromages -On trempait les restes de fromages « passés » ou accidentés dans un liquide (fromage frais, lait...Etc.) -Affinage : différents -Stades d'affinage -Conservation : entre 6 mois et 1 an 	Cancoillotte, la Crème de Brie,	Eck et Gillis, 2006 ; Evette, 1975

HFD : humidité du fromage dégraissé ; % : pourcentage ; °C : degré Celsius ; min : minute ; Etc : etcetera

I.4. Constituants du fromage :

Le fromage est un aliment laitier nutritif et polyvalent, riche en nutriments importants et précis tout dépend des paramètres multifactoriels, notamment le type de lait utilisé (espèce, race, stade de lactation, teneur en matières grasses) et les procédés de fabrication et d'affinage appliqués (Iván *et al.*, 2012 ; Walther *et al.*, 2008 ; Fox *et al.*, 1996). Le tableau 02 représente la composition des différents fromages :

Tableau 2: Composition des fromages sélectionnés, pour 100 g (O’Callaghan *et al.*, 2016 ; Holland *et al.*, 1989)

Fromage	Eau (g)	Protéines (g)	Matières grasses (g)	Glucides (g)	Cholestérol (mg)
<i>Fromage à pâte friche :</i> ▪ Fromage frais	48.6	19.2	26.9	Tr	100
<i>Fromage à pâte moelle :</i> ▪ Camembert	50.7	20.9	23.7	Tr	75
▪ Feta	56.5	15.6	20.2	1.5	70
<i>Fromage à pâte persillée :</i> ▪ Roquefort	41.3	19.7	32.9	Tr	90
<i>Fromage à pâte pressée non cuite :</i> ▪ Cheddar (normal)	36.0	25.5	34.4	0.1	100
▪ Cheddar (réduit gros)	47.1	31.5	15.0	Tr	43
▪ Edam	43.8	26.0	25.4	Tr	80
▪ Gouda	40.1	24.0	31.0	Tr	100
<i>Fromage à pâte pressée cuite :</i> ▪ Emmental	35.7	28.7	29.7	Tr	90
▪ Gruyère	35.0	27.2	33.3	Tr	100
<i>Fromage à pâte filée :</i> ▪ Mozzarella	49.8	25.1	21.0	Tr	65
<i>Fromage fondu :</i> ▪ Variété non spécifiée	45.7	20.8	27.0	0.9	85

Tr : trace

I.4.1. Eau : Selon la quantité résiduelle dans le caillé, l'eau a un effet direct sur la dureté du fromage, et du coup sur sa texture. La teneur en humidité des fromages est l'un des critères de classification des fromages, voir qu'un fromage à pâte molle peut contenir plus de 50% (g/100g) d'eau, une pâte semi dure entre 45 et 50% alors qu'une pâte dure en aura entre 35 et 45% (**Vignola, 2002**).

I.4.2. Matière grasse : La teneur en matière grasse du fromage dépend du lait utilisé et de la méthode de fabrication. La graisse joue divers rôles dans le fromage qui contribue au développement de l'arôme et de la saveur comme elle affecte sa dureté, son caractère collant et sa sensation en bouche (**Fox et al., 1996**). Lorsque le fromage est vendu en vrac, la teneur en matière grasse indiquée sur l'emballage du produit fini correspond à la teneur en matière grasse de 100 grammes d'extrait sec (**Luquet, 1990**).

I.4.3. Protéines : Le fromage est considéré comme l'aliment le plus riche en protéines, particulièrement les fromages à pâte dure dont la teneur en protéines est à 30% dépassait celle de la viande qui est à 20 % (**Eck et Gillis, 2006**). Les caséines se sont les protéines principales de la fabrication fromagère qui créent la charpente matrice des fromages (**Vignola, 2002**).

Le fromage contient une teneur élevée en protéines variables. Sa teneur est comprise entre 4% (fromage frais) et 40% (parmesan). La valeur nutritionnelle de la protéine du fromage ne changera pas au cours du processus de production du fromage et sa teneur est souvent inversement proportionnelle à la teneur en matière grasse (**Iván et al., 2012 ; O'Brien et O'Connor 2004**). Sachant que les protéines du fromage sont légèrement inférieures à celle des protéines totales du lait (**Fox, 1996 ; Renner, 1987**).

I.4.4. Glucides : Dans de nombreux fromages, il n'y a pas de lactose, ou seulement une très faible concentration, car la majeure partie du lactose du lait entrera dans le lactosérum et le lactose retenu dans le caillé du fromage sera partiellement ou complètement converti en acide lactique par les bactéries du départ (**Renner, 1993 ; Blanc, 1982**).

I.4.5. Minéraux : Le fromage se présente comme une source importante de nombreux minéraux, en particulier le calcium (Ca), le phosphore (P) et le magnésium (Mg) (**O'Callaghan et al., 2016**). Par exemple chaque 100 grammes de fromage à pâte dure peut fournir environ 800 mg de calcium ce qui est l'apport quotidien recommandé en

calcium pour la plupart des adultes (Fox *et al.*, 1996 ; Food and Nutrition Board, 1980). Le tableau 3 indique la teneur en minéraux de quelques fromages :

Tableau 3 : Teneur en minéraux de certains fromages, en mg pour 100 g (O'Callaghan *et al.*, 2016 ; Holland *et al.*, 1989)

Fromage	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn
<i>Pâte fraîche</i>							
▪ Fromage frais	31	110	89	8	110	0,1	0,3
<i>Pâte moelle</i>							
▪ Camembert	650	100	350	21	310	0,2	2,7
▪ Feta	1440	95	360	20	280	0,2	0,9
<i>Pâte persillée</i>							
▪ Roquefort	1670	91	530	33	400	0,4	1,6
<i>Pâte pressée non cuite</i>							
▪ Cheddar (normal)	670	77	720	25	490	0,3	2,3
▪ Cheddar (à teneur réduite en matières grasses)	670	110	840	39	620	0,2	2,8
▪ Edam	1020	97	770	39	530	0,4	2,2
▪ Gouda	910	91	740	38	490	0,1	1,8
<i>Pâte pressée cuite dure</i>							
▪ Emmental	45	89	970	35	590	0,3	4,4
▪ Gruyère	670	99	950	37	610	0,3	2,3
<i>Pâte filée</i>							
▪ Mozzarella	610	75	590	27	420	0,3	1,4
<i>Pâte fondue</i>							
▪ Fromage fondu non (Variété spécifiée)	1320	130	600	22	800	0,5	3,2

I.4.6. Vitamines : Les vitamines sont présentes en différentes quantités, et on peut distinguer :

- **Les vitamines liposolubles :** A, D, E et K du fromage dépendent de la teneur en matières grasses du lait utilisé comme matière première. La teneur en vitamine E est encore très faible.

- **les vitamines hydrosolubles :** qui ont été partiellement éliminées avec le lactosérum pour laquelle la plupart des fromages présentent peu d'intérêt en tant que source de vitamine C et B alors que certains vitamines B sont synthétisées par la moisissure. Par conséquent, le fromage avec moisissure interne contient quatre fois la teneur en vitamines B2 et B6 du lait (**Mahaut, 2000**).

*Chapitre II : Les
fromages traditionnels
en Méditerranée*

II.1. Définition du fromage traditionnel :

Le terme traditionnel fait référence au fromage obtenu principalement à la main, en petites quantités, à base de lait d'origine locale par des méthodes traditionnelles sans un processus complètement mécanisé (Michael et Tunick, 2014).

Les fromages artisanaux ont un lien étroit avec leur lieu d'origine et ils témoignent de l'histoire et de la culture du groupe qui les fabrique. Chaque fromage traditionnel est issu des systèmes complexes qui lui confèrent des propriétés sensorielles spécifiques (Licitra, 2010).

II.2. Fromages traditionnels en Italie :

En Italie, la fabrication du fromage à l'échelle industrielle est complétée par un secteur plus restreint composé de produits dits " de niche ", fabriqués par de petites laiteries locales traditionnelles. Ces fromages traditionnels et régionaux sont des denrées alimentaires dont les méthodes de fabrication, de stockage et d'assaisonnement ont été standardisées au fil du temps, depuis près de 25 ans, conformément à la réglementation italienne traditionnelle (Barone *et al.*, 2018 ; Anonyme, 2012). Il existe plusieurs types de fromage traditionnel en Italie parmi ces types on distingue :

II.2.1. Le Fromage Castelmagno (AOP) : Le Castelmagno AOP (appellation d'origine protégée) est un fromage artisanal traditionnel produit par de petits agriculteurs dont la technologie, transmise depuis le XIIe siècle, est aujourd'hui codifiée en droit de la législation nationale (Dolci *et al.*, 2008 ; Official Gazette, No. 173, July 2006).



Figure 1: Photo du fromage traditionnel italien Castelmagno (AOP) (Site web n°1)

Ce fromage est produit dans le Piémont, dans la vallée de Grana (Alpes maritimes italiennes, Nord-Ouest de l'Italie). C'est un fromage à pâte dure et pressée avec une forme cylindrique et des surfaces planes. La croûte est ridée et de couleur

rouge-gris avec un poids d'environ 5-7 kg (**figure 1**). Les fromages vieillis ont une texture dense mais friable et une saveur salée et moyennement épicée (**Dolci et al., 2008 ; Official Gazette, No. 173, July 2006**).

II.2.2. Le fromage Pecorino di Farindola : Le Pecorino di Farindola est un fromage traditionnel entièrement fabriqué à partir du lait cru de brebis et de présure de porc, et aucune fermentation naturelle ou commerciale n'est ajoutée. Très populaire sur le marché local et peut être vendu comme fromage à affinage court avec une texture molle et une fine croûte jaune ou comme fromage à affinage long avec une texture plus dure, une saveur plus piquante et intense (**figure 2**). Ce fromage est produit uniquement dans la région des Abruzzes, Italie (**Tofalo et al., 2015 ; Suzzi et al., 2014**).



Figure 2: Photo du fromage traditionnel italien fromage Pecorino di Farindola (**Site web n°2**)

II.2.3. Le fromage Fossa : C'est un fromage fabriqué à Talamello, Sogliano al Rubicone et dans quelques autres petites villes d'Italie centrale. Le Moyen Âge a donné naissance au processus de fabrication du fromage, et les premières mentions de la fosse, ainsi que de l'affinage du fromage dans la fosse, remontent au XIVe siècle. Le Fossa est fabriqué à partir du lait de brebis, de vache ou d'un mélange de lait de vache pasteurisé et de lait de brebis. Pour terminer l'affinage de ce type de fromages, ils sont enveloppés dans des sacs en coton naturel et placés dans la fosse pendant environ 3 mois d'où vient son nom (**figure 3**) (**De Santi et al., 2010 ; Gobbetti et al., 1999**).



Figure 3: Photo indiquant l'affinage du fromage Fossa dans la fosse (**Site web n°3**)

II.3. Fromages traditionnels en Turquie :

La Turquie a une longue histoire de fabrication de divers fromages dans différentes parties du pays (*Yuvaşen et al., 2018 ; Kamber, 2007*). Trois principaux types de fromage traditionnels ont une importance nationale et économique en Turquie parmi 40 à 50 variétés connues : Le fromage blanc turc (appelé Beyaz Peynir), le Kasar et le Tulum (*Colak et al., 2006 ; Hayaloglu, 2002*).

II.3.1. Beyaz peynir : C'est un fromage blanc saumuré fabriqué à partir de lait de brebis ou de chèvre (*Hayaloglu et al., 2008*). Ce fameux fromage à pâte blanche (**figure 4**) qui date des milliers d'années et qui représente environ 60% de la totalité de production fromagère du pays, se présente dans sa forme cubique ou rectangulaire sans croûte (*Hayaloglu et al., 2008 ; Toufeili et al., 2006 ; Hayaloglu et al., 2002*).



Figure 4: Beyaz peynir (**Site web n°4**)

II.3.2. Tulum : C'est un fromage blanc ou de couleur crème riche en matières grasses (matière grasse sèche > 50%), à texture grumeleuse et pâte semi dure (**figure 5**) et au goût beurré piquant (**Hayaloglu et al., 2007 ; Kurt et al., 1991**). Il est produit à base du lait de brebis mais il peut être mélangé avec un peu de lait de chèvre (moins de 20%, v/v) (**Hayaloglu et al., 2007 ; Ucuncu, 2004**).



Figure 5: Le fromage Tulum (Site web n°5)

Le nom "Tulum" en turc signifie "sac en peau de chèvre ou de mouton" dans lequel le caillé a été emballé et mûri. Le fromage Tulum est produit principalement dans les régions du centre et de l'Est de l'Anatolie (**Hayaloglu et al., 2007**).

II.3.3. Kaşar : C'est l'un des fromages traditionnels turcs les plus populaires, généralement produit dans la région de Kars, au nord-est du pays. Traditionnellement, le Kaşar est produit à partir de lait cru ou de lait de chèvre ou d'un mélange des deux (**Yuvaşen et al., 2018 ; Kamber, 2007**).



Figure 6: Le Kaşar (Site web n°6)

II.4. Fromages traditionnels en Grèce :

La fabrication du fromage en Grèce a une longue histoire de plusieurs centaines d'années. Les Grecs de l'Antiquité considéraient le fromage comme une invention et un don sacré. Au cours de cette période, différents types de fromages ont été développés pendant des centaines d'années, de sorte qu'aujourd'hui, chaque région et presque chaque île a sa propre tradition fromagère. De nos jours, de nombreux fromages traditionnels sont fabriqués dans toute la Grèce, et 20 d'entre eux sont reconnus comme AOP. (**Litopoulou-Tzanetaki et Tzanetakis, 2011**). Il existe plusieurs variétés parmi lesquelles on distingue :

II.4.1. Batzos : Le fromage Batzos est un fromage blanc saumurée, semi-dur avec une quantité limitée de matière grasse et un goût aigre et légèrement épicé, et avec un grand nombre de « trous » dans la pâte (**figure 7**). Il est fabriqué à partir du lait de chèvre, du lait d'ovin ou d'un mélange de deux. Il est fabriqué selon des méthodes traditionnelles de Macédoine Occidentale et de la Thessalie voisine (**Litopoulou-Tzanetaki et Tzanetakis, 2011**).



Figure 7: Batzos (Site web n°7)

II.4.2. Feta : Le principal fromage produit en Grèce depuis l'Antiquité (**Litopoulou-Tzanetaki et Tzanetakis, 2011**). Au niveau international c'est l'un des fromages à saumure blanche les plus connus et les plus populaires. Parmi les caractéristiques principales du Feta sa couleur blanche comme la neige, son goût agréable légèrement acide et sa saveur riche. Il se distingue des autres par le fait qu'elle est salée à sec et ne contient pas d'additifs alimentaires (**Mauropoulos et Arvanitoyannis, 1999**). C'est un fromage saumuré semi-dur avec une texture dure et lisse. Il ne doit pas y avoir de pores, mais de petites ouvertures mécaniques irrégulières sont souhaitées (**figure 8**). Il est

fabriqué à partir du lait de brebis ou de son mélange avec du lait de chèvre (jusqu'à 30%) (**Litopoulou-Tzanetaki et Tzanetakis, 2011**).

La feta a une valeur nutritionnelle importante le fait que 100 g de fromage est capable de fournir les besoins nutritionnels d'un travailleur normal, avec de haute valeur biologique en protéines 33% et en vitamines A et B2 et 50% des besoins en calcium (**Maupoulos et Arvanitoyannis, 1999 ; Zerridis, 1989**).



Figure 8: Feta (Site web n°8)

II.4.3. Kasseri : Le Kasseri est un fromage traditionnel grec populaire à pâte semi-dure avec une saveur douce (**Kaminarides et Stachtiaris, 2000**), qui appartient au groupe des pâtes filées (type "pasta filata»), le lieu d'origine est marqué comme contrôlé (**Moatsou et al., 2001 ; European commission, 1996**). Il était produit dans les montagnes de Pindos et d'Olympos dans le centre de la Grèce. Traditionnellement le fromage kasseri était fabriqué à partir de lait cru à base du lait de brebis ou un mélange du lait de brebis et du lait de chèvre (**Moatsou et al., 2001**) qui a la texture dense, cireux sans trous de gaz, au goût agréable et doux. Il se présente comme une particularité par rapport à d'autres fromages avec une texture plastique (**figure 9**) (**Kaminarides et al., 1999**).



Figure 9: kasseri (Site web n°9)

II.4.4. Manouri : Le manouri est l'un des fromages de lactosérum les plus connus. C'est un produit traditionnel de la Macédoine, au Nord de la Grèce dérivé du lait de chèvre ou du mélange avec du lait de brebis. C'est un fromage blanc à pâte molle, qui se présente avec la forme d'un cylindre sans trous (**figure 10**). Il est considéré comme le fromage de lactosérum de la plus haute qualité. La teneur en humidité, en matières grasses et en sel est respectivement de 48%, 37% et 0,8%. De plus, en raison de sa teneur en protéines à haute valeur biologique, il a une valeur nutritionnelle élevée et la teneur en protéines est supérieure à la valeur biologique de la caséine fabriquée à partir de la plupart des fromages (**Mauropoulos et Arvanitoyannis, 1999**).



Figure 10: Manouri (Site web n°10)

II.5. Fromages traditionnels au Maroc :

Au Maroc, en 1983 malgré le fait que la production de petites unités fermières ne soit pas incluse dans l'estimation de la production totale du fromage, mais cependant la production de ces unités représente une partie importante de la consommation nationale (**Hamama, 1989**).

Le Klila et le Jben sont les produits laitiers locaux (fromages traditionnels) les plus répandus au Maroc, et leurs méthodes de fabrication traditionnelles sont encore utilisées (**Figure 11**).

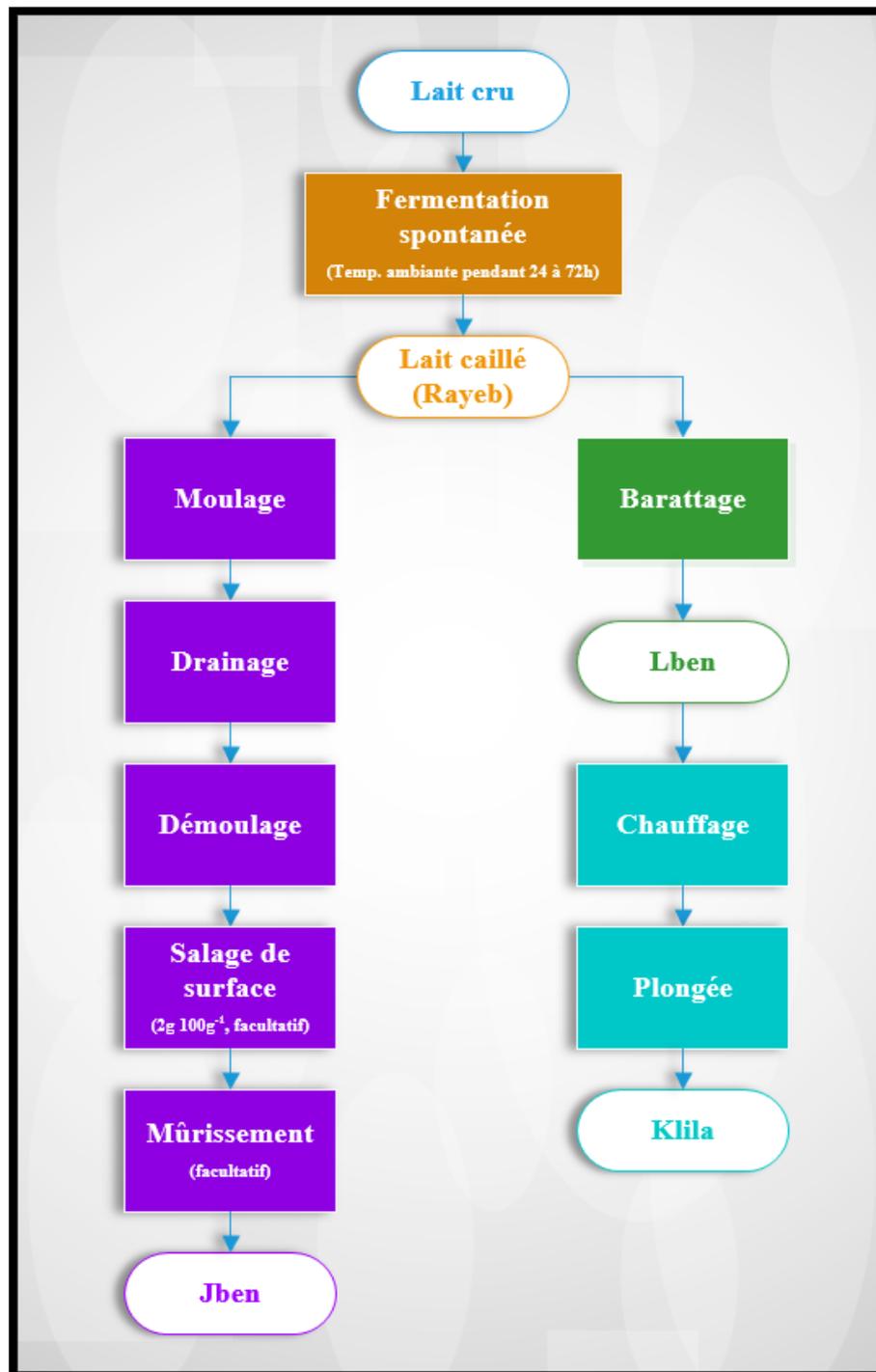


Figure 11: Illustration schématique de la fabrication des produits laitiers fermentés traditionnels au Maroc (Benkerroum et Tamime, 2004)

II.5.1. Le Klila : Le Klila, est un fromage à pâte dure fabriqué à partir du lait de vache cru (Mennane *et al.*, 2007), qui va subir une fermentation spontanée à température ambiante pendant 24 à 72 h pour l'obtention du Rayeb et après un barattage mécanique ce dernier est séparé en lben et en beurre cru. Le lben est chauffé excessivement jusqu'à la séparation du caillé et du petit-lait. La phase aqueuse est décantée et le caillé est appelé klila (**figure 12**) (Benkerroum et Tamime, 2004).



Figure 12: Le fromage Klila du Maroc (Site web n°11)

II.5.2. Jben : C'est un produit laitier populaire dont les consommateurs profitent depuis des siècles. Notamment pendant le mois de jeûne du Ramadhan les marocain augmentent leur production et leur consommation (**figure 13**) (Ouadghiri *et al.*, 2005). Il y a un champ assez important d'agriculteurs qui fabriquent du fromage frais (ou jben) traditionnel de vache, de chèvre ou de brebis. La fabrication de ce produit est réalisée à partir d'un lait cru qui a subi une fermentation naturelle d'acide lactique. Elle survient généralement dans les deux ou trois jours suivant la traite (Hamama, 1989).



Figure 13: Jben du maroc (Site web n°12)

Chapitre III :
Fromages
traditionnels en
Algérie

Les fromages traditionnels font partie des aliments qui en sont venus à symboliser divers pays ou régions d'origine. Ils varient les uns des autres en fonction de plusieurs facteurs incluant le processus de fabrication, le temps de maturation (si utilisé), le type de lait utilisé, le goût, la texture, la couleur et la méthode de coagulation (enzymatique et/ou acide) (**Boudalia et al., 2020**).

L'origine de la production de fromage traditionnel était basée sur la fermentation naturelle, qui était causée par le développement de la flore naturellement présente dans le lait cru. La qualité du produit final reflète la charge microbienne et la qualité hygiénique des matières premières (**Benheddi et Hellal, 2019**). D'autre part, les fromages traditionnels sont fabriqués par les communautés rurales pour l'autoconsommation, les excédents étant vendus par des commerçants informels (sur les marchés urbains) (**Amimour, 2019 ; Bencharif, 2001**).

III.1. Les types de fromage traditionnel en Algérie :

L'Algérie a une longue histoire de produits laitiers, en particulier de fromages traditionnels réputés, qui ont été transmis de génération en génération et constituent un élément important de la culture algérienne. Contrairement à d'autres pays, les fromages traditionnels en Algérie sont peu nombreux mais pas complètement recensés et étudiés (**Boudalia et al., 2020 ; Dubeuf et al., 2010**).

III.1.1. Klila :

III.1.1.1. Définition et historique : C'est le fromage traditionnel le plus répandu en Algérie. Sa méthode de production artisanale est encore utilisée à nos jours (**Leksir et al., 2019**).

La dénomination "Klila" est utilisée par les Berbères d'Algérie depuis des temps très anciens (**Leksir et al., 2019 ; Leksir et Chemmam, 2015 ; Denis et l'Harmattan, 1989**). Ce nom est très probablement dérivé du mot berbère "Ikil", qui désigne le lait caillé. On dit "T'kellel" lorsque le lait caille chez les Chaouis (une population berbère vivant dans et autour des montagnes de l'Aurès en Algérie). Le lait qui caille spontanément par temps chaud est appelé " Tiklitt " en Kabylie, et le caillé récupéré après fermentation et caillage du lait est appelé "Klila" (**figure 14**). C'est aussi l'une des théories les plus fiables (**Leksir et al., 2019 ; Chaker et Amaziyy 1986**).

La production et la consommation du fromage traditionnel "Klila" dans diverses régions de l'Est algérien ont été vérifiées par la délimitation géographique du "terroir". La région englobe de nombreuses Wilayas parmi lesquelles on cite Guelma, Souk-

Ahras, Oum El Bouaghi, Batna et Khenchela (**Leksir et al., 2019 ; Leksir et Chemmam, 2015**).



Figure 14: Fromage Klila (Site web n° 13)

III.1.1.2. Fabrication : Le Klila est fabriqué principalement à partir de lait cru qu'on a laissé fermenter naturellement à température ambiante pendant 24 à 48 heures pour produire du lait coagulé appelé "Raïb" (**figure 15**). Ce dernier est séparé du lait aigre "Lben" par barattage mécanique dans une autre "Chekoua" auquel on ajoute de l'eau pour la séparation de la matière grasse "Zebda" au lait acidulé "Lben". Dans la dernière étape, le Lben est modérément chauffé avant que la phase solide ne précipite. Une mousseline "Chache" est utilisée pour filtrer le précipité « Klila frais ». Il est consommé frais en dessert ou ajouté aux préparations classiques après avoir été séché à l'air libre pendant plusieurs jours (**figure 14**) (**Leksir et al., 2019**).

La fermentation du fromage El-Klila, comme de nombreux processus de fermentation conventionnels, est spontanée et non réglementée, impliquant une variété de micro-organismes d'origine alimentaire, dont les types sont affectés par les conditions environnementales de la région où le fromage est fabriqué (**Boubekri et Ohta, 1996**).

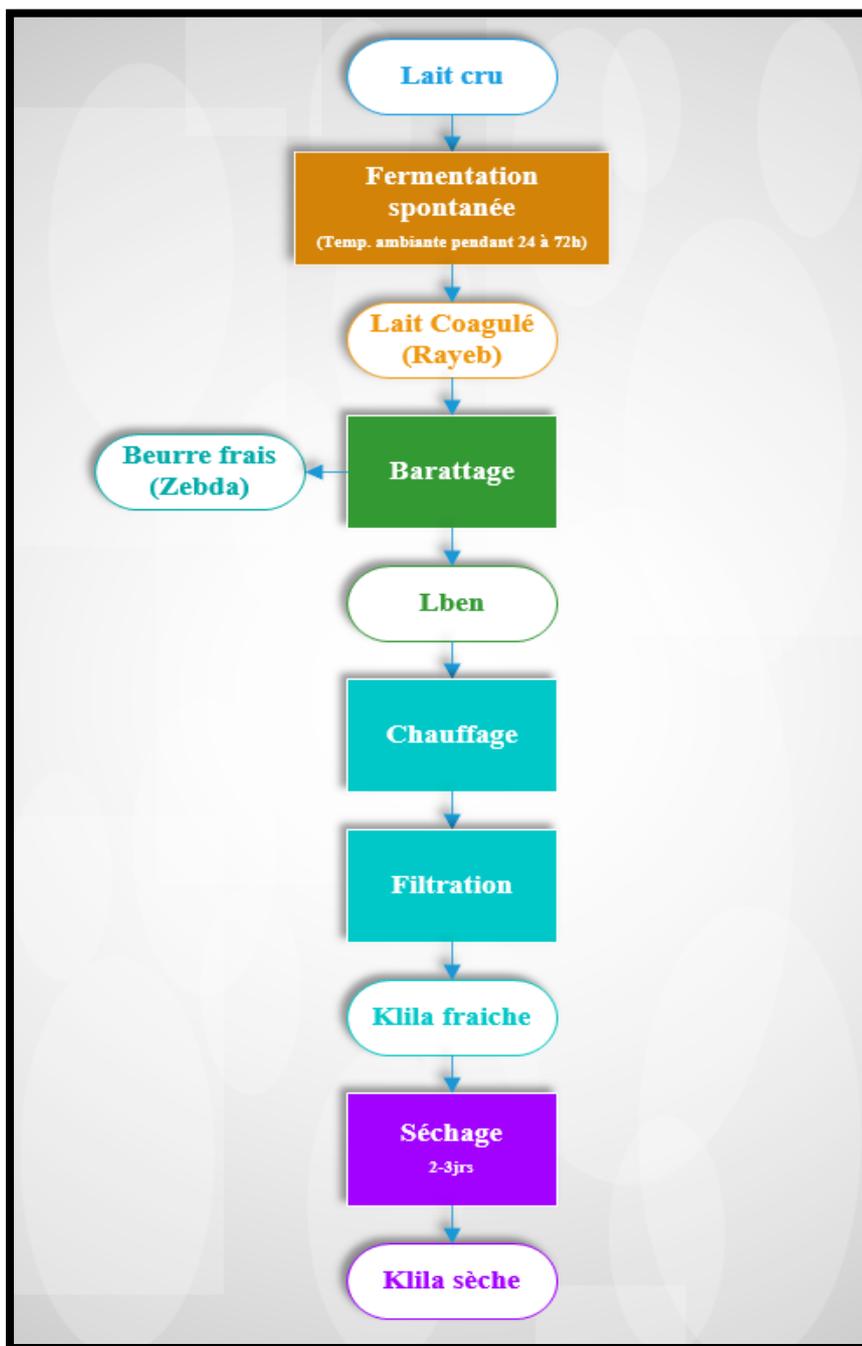


Figure 15: Les étapes de la fabrication de Klila (Benlahcen *et al.*, 2017)

III.1.2. Bouhezza :

III.1.2.1. Définition : Le bouhezza est un fromage à maturation traditionnelle non moulé, doux et épicé, courant dans l'est de l'Algérie (Meribai *et al.*, 2017 ; Aissaoui-Zitoun *et al.* 2012 ; Marino *et al.* 2012) (figure 16).



Figure 16:Fromage Bouhezza (Zitoun *et al.*, 2011)

III.1.2.2. Fabrication : Selon Boudalia *et al.*, (2020) Le fromage "Bouhezza" d'une manière traditionnelle a été fabriqué avec du lait de trois espèces différentes vache, chèvre et brebis. Il est considéré non seulement comme un aliment mais aussi comme un élément essentiel du mode de vie des "Chaouias".

Le Rayeb et le Lben sont préparés avant la production de Bouhezza. Jusqu'à la gélification, le lait cru fermente pendant 24 à 36 heures à température ambiante (25-30°C) ; le caillé obtenu est appelé "Rayeb". Pendant 30 à 60 minutes, le caillé est vigoureusement baratté puis une petite quantité d'eau chaude (0,1 L/litre de mélange) est ajoutée. Le produit obtenu, appelé "Lben", est utilisé comme matière première après un écrémage partiel. Ce fromage ne subit aucun traitement thermique et il est fabriqué sans présure (Medjoudj *et al.*, 2017).

Le processus de fabrication de la "Bouhezza" est unique en ce qu'il implique la coagulation, l'égouttage, le salage et le broyage en même temps (figure 17). Le fromage est fabriqué en transformant le "Lben" dans un "sac à peau" ou "Chekoua" fait de peau de chèvre prétraitée au sel et au genièvre, "Lben" et le lait sont ajoutés au contenu de la "Chekoua" pendant le processus de maturation (Boudalia *et al.*, 2020 ; Aissaoui Zitoun *et al.*, 2011). Après un minimum de 60 jours, la bouhezza est prête à être consommée (Senoussi *et al.*, 2021).

La microflore du bouhezza est dominée par des bactéries lactiques (LAB) (Zitoun *et al.*, 2011). Le tableau 4 représente une fiche descriptive de ce fromage :

Tableau 4: Fiche technique du fromage bouhezza (*Zitoun et al., 2011*)

	Pays	ALGERIE
Informations générale	Nom du fromage	Bouhezza, melh dhouab, boumelel
	Démarcation géographique	Est de l'Algérie, autour de la population de Chaouia. Spécialement à Batna, Oum El Bouaghi, Khanchela et Tébessa.
Description et caractéristique	Matière première	Lait cru de chèvre, de brebis ou de vache
	Type	Fromage à pâte molle affiné, fabriqué à partir de lben et de lait cru entier. Sa couleur est crème ou légèrement rouge en raison de la piquûre dau piment rouge.
	Composition	Matière sèche d'au moins 36%. Teneur en matières grasses/matière sèche de 30%.
Technologie	Coagulation	Coagulation spontanée à température ambiante pendant 24-72 h,
	Drainage	Drainage spontané à travers le sac de peau de l'animal.
	Salage	Dans le lben ou le fromage (20-30g L-1 de lben supplémentaire).
	Repiquage	Non contrôlé, à l'air et à la température ambiante (printemps et été) pendant 1 à 6 mois ou plus.
	Consommation	Avec le piper rouge pour assaisonner les plats traditionnels les sauces ou tartiner la galette ou le pain traditionnel.
	Particularités	Utilisation de la peau de chèvre naturelle "Chekoua" pour la fabrication du fromage. Coagulation, salage, égouttage et affinage simultanés. Ajout continu de matière première dans la Chekoua. Lben ajouté au début de la fabrication du fromage et lait cru entier en fin d'affinage pour contrôler les caractéristiques sensorielles.

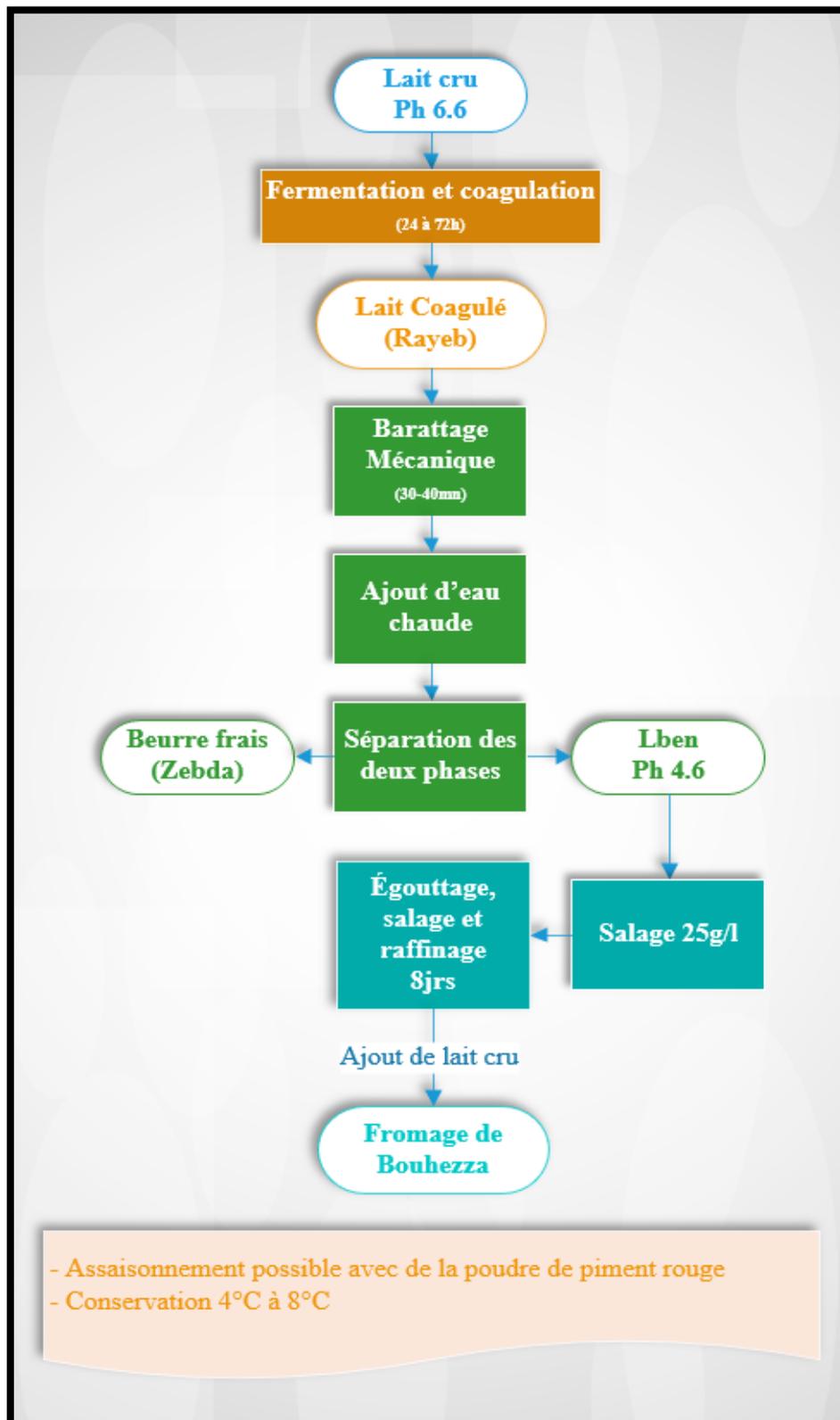


Figure 17: Schéma illustratif des procédés de fabrication traditionnelle du fromage « Bouhezza » (Boudalia *et al.*, 2020).

III.1.3. Jben :

III.1.3.1. Définition : Le Jben est un fromage frais traditionnel algérien fabriqué à petite échelle et dans une région géographique restreinte dans l'Est et l'Ouest de l'Algérie (Benheddi et Hellal, 2019) (figure 18).

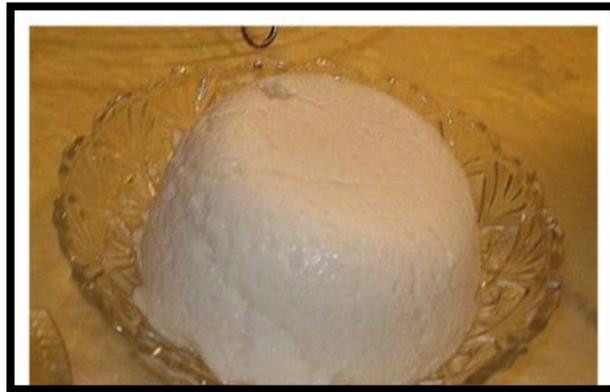


Figure 18: Fromage « Jben » (Khater et Ghefar, 2017)

III.1.3.2. Fabrication : Le Jben est produit avec du lait cru de vache, de brebis ou de chèvre qui a été naturellement acidifié et coagulé avec des enzymes coagulantes en présence de présure végétale (Tadjine *et al.*, 2021 ; Ouadghiri *et al.*, 2005), ou animale ou de starters acidifiants (Tadjine *et al.*, 2021 ; Hayaloglu, 2017). De même, le " Jben " peut être fabriqué à la main sans l'utilisation d'enzymes ; (Tadjine *et al.*, 2021 ; Benkerroum et Tamime, 2004).

L'acidification et la coagulation spontanée du "Jben" faite par des enzymes coagulantes d'origine végétale provenant de fleurs de cardon (*Cynara cardunculus L.*), d'une plante épineuse sauvage (*Cynara humilis*) (Figure 19), d'artichaut (*Cynara scolymus*) (Figure 20), ou de des graines de courge (Figure 21) (Leksir *et al.*, 2019 ; Ouadghiri *et al.*, 2005). Les fleurs sont macérées dans le lait dans leur intégralité afin d'accélérer le processus de coagulation et aromatiser le fromage. La variété de plante utilisée diffère d'une région à l'autre ; elle a une saveur et une texture que les habitants apprécient (Leksir *et al.*, 2019 ; Benkerroum et Tamime, 2004). Le " Jben " peut être salé puis égoutté pendant 10 jours, ou non salé et égoutté pendant moins de 4 jours selon les régions, avec un pH de 4,1, une moyenne de 62,5 % d'humidité, 15,8 % de protéines brutes, 16,5 % de matières grasses, 4,1 % de lactose et 1,04 % d'acidité titrable (Leksir *et al.*, 2019 ; Hayaloglu, 2017).

Après égouttage et salage, des additifs peuvent être ajoutés comme l'ail, le persil ou le poivre (Leksir *et al.*, 2019 ; FAO, 1990). Le " Jben " après sa préparation il est consommé dans 10 à 15 jour maximum (Meribai *et al.*, 2017) (Figure 22).



Figure 19: La plante épineuse sauvage *Cynara humilis* (Site web n°14)



Figure 20: Artichaut (*Cynara scolymus*) (Site web n°15)



Figure 21: Graines de courge (Site web n°16)

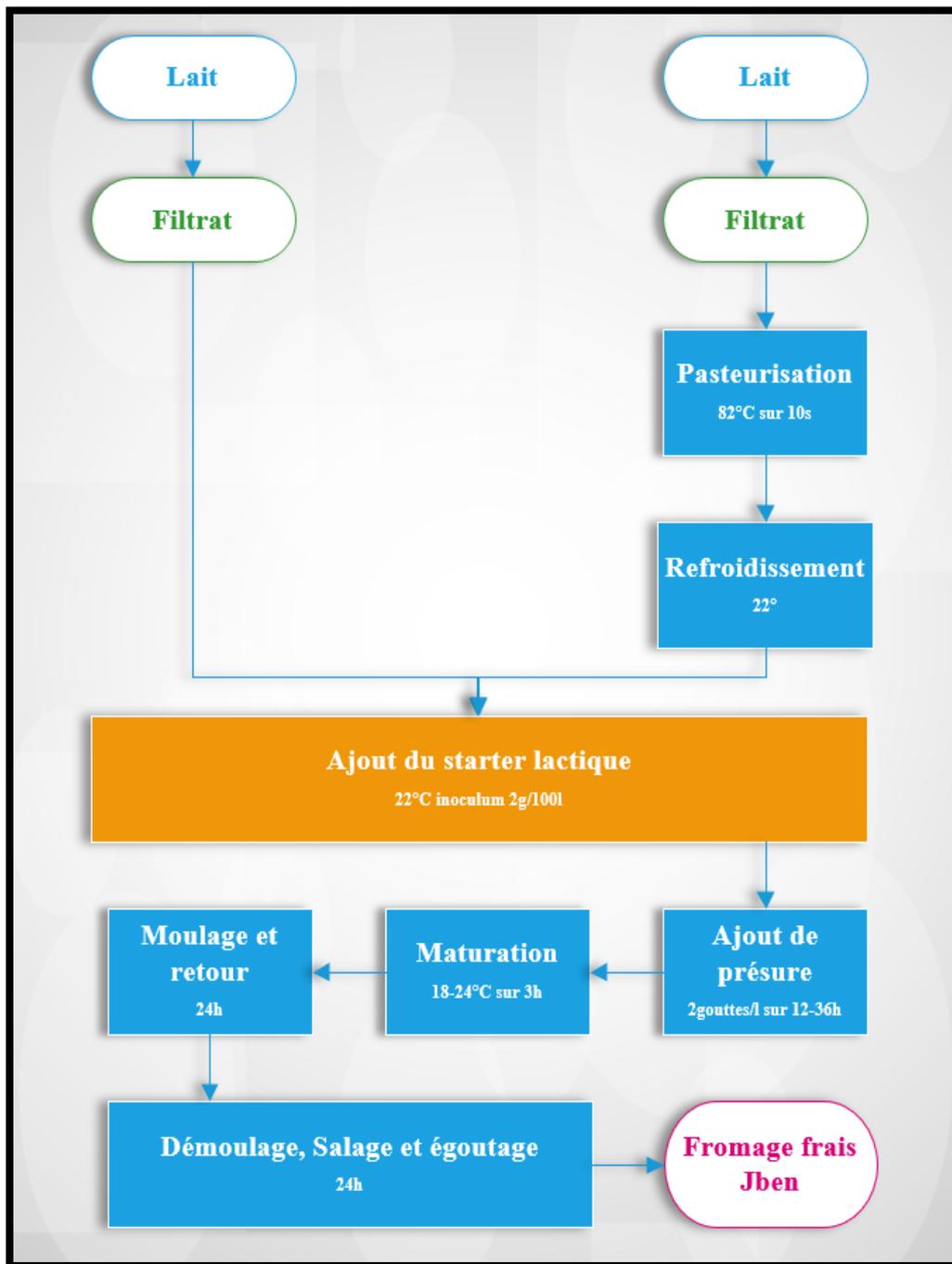


Figure 22: Protocole de production du fromage "Jben" (Tadjine *et al.*, 2021)

III.1.4. Kemaria :

III.1.4.1. Définition : La kemaria ou takemarit (en Berbère) c'est un fromage traditionnel produit dans les régions centre nord et nord-ouest de l'Algérie plus précisément la wilaya de Ghardaia et Naama (**figure 23**) (**Leksir et al., 2019 ; McSweeney, P. L. H et al., 2017 ; Bendimerad 2013**).



Figure 23: Le fromage Kémaria (**Benderouich, 2009**)

III.1.4.2. Caractéristiques et fabrication : Ce fromage est fabriqué principalement à base du lait de chèvre mais également le lait de vache et parfois celui de chamelle (**Bendimerad, 2013 ; Nouani et al., 2009**). Il est connu par son utilisation pendant des occasions fines festives accompagné avec du miel et des cacahuètes et servi avec du thé. La coagulation se fait soit par présure végétale soit par présure animale. Cette variété de fromage est de plus en plus produit par des PME avec des processus semi industriels en raison de la forte demande afin de le commercialiser un peu partout en Algérie (**Leksir et al., 2019 ; McSweeney, P. L. H et al., 2017**).

III.1.5. Takemmart :

III.1.5.1. Définition : "Takemmart" signifie littéralement "fromage" dans la langue du "Tamaheq" (Touareg). Ce fromage est produit dans le Sud algérien au cœur du Sahara dans la région désertique du Hoggar wilaya de Tamanrasset (**Lekcir et al., 2019 ; McSweeney et al., 2017 ; Ramalho Ribeiro et al., 2006**).

III.1.5.2. Fabrication : Il est fabriqué par introduction d'un bout de caillette de jeunes chevreaux dans le lait de chèvre. Le caillé obtenu est retiré et déposé en petits tas sur une natte, puis il est malaxé pour enlever le sérum, ensuite il est placé sur une natte à base de tiges de fenouil pour lui donner un arôme particulier (**Amimour, 2019 ; Agroligne, 2001**). Par la suite, les nattes vont être exposées au soleil pendant deux jours puis placées à l'ombre jusqu'à ce que le fromage durcisse (**Bendimerad, 2013**).

III.1.6. Aoules (Ioulsân) :

III.1.6.1. Définition : Aoules est un fromage traditionnel désertique du Sahara Algérienne fabriqué par les Touaregs du Hoggar ou Ihaggarren (**Lekcir et al., 2019 ; McSweeney et al., 2017**).

III.1.6.2. Caractéristiques et fabrication : C'est un fromage à pâte dure, sec typique (92% de matière sèche) (**Amimour, 2019 ; Gast et al., 1969**), très similaire au "Skyr" (Islande), "Karish" (Egypte) et "Quark" (Allemagne), obtenu à partir du lait de chèvre, coagulé spontanément, qui est brassé pour enlever le beurre (**Lekcir et al., 2019 ; McSweeney et al., 2017**). Le lben de chèvre résultant versé dans un pot en argile et chauffé légèrement sur un feu ouvert jusqu'à la précipitation des caséines. Le précipité est filtré dans un panier de paille et le caillé est pétri en petite quantité à la fois pour donner la forme d'un petit cylindre plat (2 cm d'épaisseur, 6 à 8 cm de Diamètre) (**Lekcir et al., 2019 ; FAO, 1990**). Le fromage est ensuite séché au soleil, accompagné des fois avec de la pâte des dattes ou des boissons (**Lekcir et al., 2019 ; Benkerroum, 2013**).

III.1.7. Mechouna :

III.1.7.1. Définition : C'est un fromage algérien produit traditionnellement dans la région rurale El Kouif à Tbessa (**figure 24**) (**Derouiche et Zidoune, 2015**).



Figure 24: Fromage Mechouna (**Derouiche et Zidoune, 2015**).

III.1.7.2. Caractéristiques et fabrication : C'est un fromage frais à pâte molle fabriqué à partir du lait de chèvre, mais actuellement le lait de vache est fréquemment utilisé (**Derouiche et Zidoune, 2015**). Selon le processus de fabrication, le lait est chauffé jusqu'à ébullition. Ensuite, du l'ben et du sel sont ajoutés, la quantité de l'ben est la moitié de celle du lait. Le tout est chauffé jusqu'à coagulation et séparation du caillé et

du lactosérum. Par la suite, ils vont être séparés par deux filtrations successives d'abord à travers un tamis de cuisine puis un tissu fin (mousseline) puis suspendu et laissé s'écouler jusqu'à l'élimination totale du lactosérum, toute une nuit afin d'assurer un égouttage complet et puis le pressage à lie. Enfin le Mechouna frais est récupéré, conservé dans des récipients en verre. Sa conservation ne doit pas dépasser 6 jours (**Lekcir et al., 2019 ; Derouiche et Zidoune, 2015**).

Afin de développer et perfectionner les qualités organoleptiques de ce fromage, il est généralement additionné de différents épices, dans cet état on ne l'appelle plus "Mechouna" mais plutôt "Chnina" (**Lekcir et al., 2019 ; Derouiche et Zidoune, 2015**).

III.1.8. L'Ighounane :

III.1.8.1. Définition : C'est un fromage produit dans les hauteurs du Djurdjura en Kabylie à partir du premier lait de vache venant de mettre en bas ce qu'on appelle "le colostrum". (**Lekcir et al., 2019**).

III.1.8.2. Fabrication : L'Ighounane est confectionné dans des ustensiles de terre enduits d'huile d'olive, dans lesquels on verse une petite quantité d'eau salée, le lait est chauffé et coagulé. Le caillé est coupé pour le laisser s'égoutter davantage et il est consommé tel quel (**Lekcir et al., 2019**).

III.1.9. L'Ibkhbakhane, Imzdhgass, Adhghass, Aghoughlou :

Ci-dessus, il existe également des préparations locales limitées à certaines régions d'Algérie.

Ibkhbakhane est originaire de la région des Aurès et il est fabriqué en fermentant un mélange d'Orge Frik (Marmaz) et L'ben à une température inférieure à 20 ° C en le plongeant dans un puits pendant 2 à 5 jours (**Bendimerad, 2013**).

Imadhghass est produit dans la région des Aurès et il est fabriqué à partir d'un mélange de lait frais et de Klila fraîche. Le produit peut être consommé en dessert (**Bendimerad, 2013**).

Adhghass est composé d'un mélange de colostrum et d'œufs qui est ensuite cuit dans la zone de l'Aurès (**Toukoub, 2016 ; Mahamedi, 2015**).

Aghoughlou est fabriqué en Kabylie à partir de lait frais de vache ou de chèvre qui a été coagulé par la sève du figuier (**Toukoub, 2016 ; Mahamedi, 2015**).

Analyse des articles

Article 1 : Caractérisation sensorielle, microbiologique et physico-chimique du Klila, un fromage traditionnel du sud-ouest algérien. (Benamara *et al.*, 2016). African Journal of Microbiology Research Full.

Article 2 : Caractérisations physicochimique et qualité microbiologique du Klila : un fromage traditionnel sec des régions arides d'Algérie : Etude préliminaire. (Meribai *et al.*, 2017). Journal of new sciences.

Introduction

La consommation de produits laitiers à une longue histoire en Algérie. Elle est traditionnellement liée à l'élevage de bovine. Le gout et la qualité varient en fonction de la source du lait (vache, chèvre, mouton et chameau), parmi ces produits laitiers artisanaux les fromages qui sont presque toujours produits localement à petite échelle, ce qui explique que les consommateurs plus éloignés les ignorent souvent. Par conséquent, ils ne sont pas aussi populaires que les fromages industriels. Actuellement, le pays a recensé une dizaine de fromages traditionnels, mais il reste encore beaucoup d'autres fromages à identifier.

Le Klila est un fromage artisanal nord-africain qui est toujours basé sur des méthodes de production agricole traditionnelles et possède d'agréables propriétés organoleptiques et nutritionnelles. En outre, les algériens consomment du fromage Klila depuis des siècles, probablement de l'Antiquité à nos jours.

En effet, les caractéristiques biochimiques, microbiologiques et physicochimiques de ce fromage traditionnel sont peu connues. La méthode de production de klila est également inconnue, car elle semble changer d'un endroit à l'autre. Cette méthode archaïque se caractérise par l'absence de traitement thermique du lait et l'utilisation d'ustensiles non stérilisés.

Benamara et ces collaborateurs ont étudié en 2016 les caractéristiques sensorielles, microbiologiques et physico-chimiques du Klila. Ils ont comparé trois différents types de ce fameux fromage traditionnel fabriqués à partir de lait de brebis, de chèvre et de vache à l'échelle de la ferme afin de trouver des arguments pour le développement de la production de Klila à l'échelle industrielle.

D'autre part, l'objectif principal de Meribai et ces collaborateurs (2017) était de déterminer les qualités physico-chimiques et microbiologiques de 21 échantillons de fromage traditionnel Klila fabriqué à partir de lait fermenté, lben, de trois espèces : bovine, caprine, et ovine collectés auprès de grandes exploitations d'élevage dans la région de Bordj Bou Arreridj, au nord-est de l'Algérie, pendant la saison de lactation.

Méthodologie de l'article 1 :**Echantillonnage**

De Février à Mars 2015, trois fromages Klila différents ont été fabriqués à partir du lait de brebis, de chèvre et de lait de vache dans la région de Sfisifa, à environ 730 kilomètres d'Alger. Ce dernier est fabriqué par les tribus locales dans les prairies et les montagnes.

Fabrication des fromages

Le fromage est fabriqué selon le processus résumé sur la figure 25 en utilisant les trois types de lait suivants : Le lait de brebis provient de la race locale El Hamra, Le lait de vache provient de la variété sélectionnée BLA, qui est un croisement entre la variété locale BLL et la variété Holstein. Le lait de chèvre utilisé pour la fabrication du fromage est un mélange de deux variétés locales : l'Arabie et les Kabiles.

Analyse sensorielle

24 panélistes ont été engagés pour tester les fromages. En effet trois tests triangulaires ont été utilisés pour comparer les fromages : chèvre vs vache, chèvre vs brebis et brebis vs vache. A chaque fois, la procédure normalisée a été suivie : randomisation et codage des échantillons, utilisation de pain et d'eau. Sur la feuille de résultats, les panélistes pouvaient également exprimer la difficulté qu'ils avaient trouvée au test de discrimination. Les descripteurs englobaient les termes suivants : couleur, aspect, odeur, arôme, rance, mauvais goût. Comme il leur était également demandé de qualifier le type de sensation qui leur permettait de différencier un produit des deux autres.

Analyses physico-chimiques**Analyse du pH :**

Les fromages ont été broyés et mélangés avec de l'eau distillée afin d'obtenir une pâte diluée (1/10), dont le pH a été mesuré. Les évaluations du pH ont été effectuées en trois exemplaires avec un pH-mètre, immédiatement après le broyage, et après un délai de 20 min.

Disponibilité de l'eau (A_w) :

L'activité de l'eau a été mesurée en trois exemplaires avec un appareil de mesure de l' A_w sur un échantillon de 1,5 g de fromage.

Matière sèche (MS, %) :

Pour déterminer la matière sèche, une quantité de 5 g de fromage ont été séchée dans un dessiccateur halogène. Le résultat a été directement exprimé en pourcentage de matière sèche.

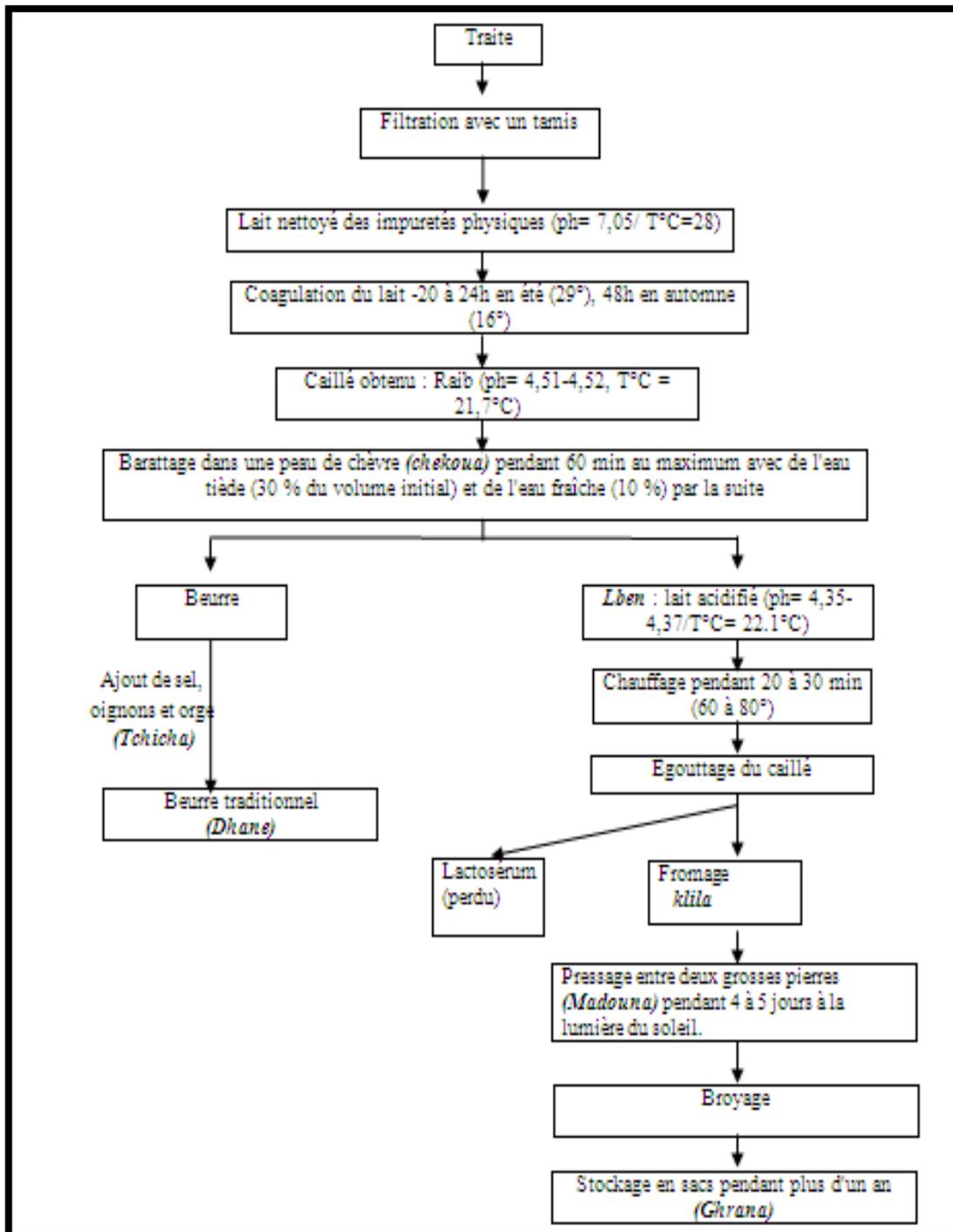


Figure 25: Fabrication du fromage de Klila

Concentration d'acide lactique :

Dix grammes de fromage ont d'abord été broyés avec 50 ml d'eau distillée. Après centrifugation (6 000 g /5 min), le surnageant a été prélevé pour analyse. Les acides D- et L-lactique ont été mesurés avec un kit enzymatique.

Taux de matière grasse (g/100 g de fromage) :

L'évaluation du taux de matière grasse a suivi la méthodologie décrite dans la norme ISO 3433-2002. Le rapport graisse sur matière sèche a ensuite été calculé.

Dénombrements microbiologiques

Dix grammes de fromage ont été dilués dans un mélange de citrate trisodique (4% p/v, 50 ml) et d'eau distillée stérilisée à 50 °C (environ 40 ml pour ajuster le poids final à 100 g). La bouillie résultante (1/10) a été utilisée comme solution mère, et soumise à des dilutions ultérieures.

Les populations microbiennes suivantes ont été recherchées :

i) La numération totale a été effectuée sur une gélose PCA (30°C, 48 à 72 h, conditions aérobies), selon la norme NF EN ISO 4833-1:10-2013.

ii) La population présumée de *Bacillus* a été vérifiée selon la méthodologie développée par Rosenkvist et Hansen (1995) : Incubation aérobie à 30°C pendant 24 à 48 h.

iii) *Bacillus cereus* a été spécifiquement compté sur une gélose Mossel : incubation aérobie à 30°C pendant 24 à 48 h.

iv) Les spores de bactéries butyriques (BAB) ont été dénombrées dans le bouillon Bryant-Burkey modifié par Bergère selon la méthode du nombre le plus probable : incubation anaérobie pendant 7 jours à 37°C.

v) Les *Lactobacillus* présumés mésophiles ont été recherchés sur la gélose MRS (De Man *et al.*, 1960) : incubation anaérobie à 30°C pendant 48 à 72 h.

vi) Les *Escherichia coli* positifs à la -glucuronidase ont été dénombrés sur la gélose PTX : incubation aérobie à 44°C pendant 18 à 24 h.

vii) La recherche de *Listeria monocytogenes* a été effectuée selon la norme ISO 16140. Vingt-cinq grammes de fromage râpé ont été incubés dans un bouillon semi-Fraser (225 ml)

pendant 24 h à 30°C. Les colonies suspectes ont ensuite été observées sur la gélose Compas Listeria.

Après un délai de 24 à 48 h à 37°C.

viii) Les *Salmonella spp* ont été recherchées selon la norme ISO 6579. Cette méthode comporte des cultures successives et un contrôle final sur gélose XLD et gélose Hektoen.

ix) Les *Staphylococcus aureus* ont été dénombrés sur la gélose Baird-Parker : Incubation aérobie à 37°C pendant 24 h. En cas de colonies présumées de *S. aureus*, la présence de la coagulase a été vérifiée en exposant une culture de 24 h à du plasma de lapin.

x) Les entérocoques ont été dénombrés sur BEA : Incubation aérobie pendant 24 h à 37°C.

xi) Les moisissures et les levures ont été dénombrées sur GGC : Incubation aérobie à 25°C pendant 5 jours.

Identification phénotypique des colonies présumées de *Lactobacillus* et *Enterococcus*

Pour chaque fromage, un maximum de 5 colonies d'entérocoques présumés ont été prélevées sur BEA pour être cultivées dans le bouillon M17 pendant 24 h à 37°C. Après purification sur gélose M17, les isolats ont été congelés à -80°C dans un mélange de glycérol 30% et de bouillon M17 jusqu'aux analyses ultérieures. Pour les colonies prélevées sur MRS, la même opération a été réalisée (10 colonies par fromage) sauf que les purifications, les cultures en bouillon et la congélation ont toutes été réalisées sur MRS. La température de culture était de 30°C.

Les identifications ont reposé sur des observations microscopiques (après coloration de Gram) et des tests à la catalase.

i) Affiliation métabolique : Ce test a permis de séparer les souches de *Lactobacillus* selon leur voie métabolique préférée : homofermentaire, facultative ou strictement hétérofermentaire. La procédure décrite par Demarigny *et al.*, (1997) a été appliquée.

ii) Le type d'acide lactique produit a été vérifié sur une culture bactérienne de 24 h (M17 ou MRS) avec un kit enzymatique.

Caractérisations génotypiques

Tous les isolats ont été caractérisés sur la base de leur profil REP-PCR. La REP-PCR a été réalisée avec les amorces Rep1R-Dt et Rep2-D selon la méthodologie suivie par Gemelas *et al.*, (2013). L'identification finale a reposé sur le séquençage de l'ADN 16S. Celui-ci a été réalisé par la société LGC Genomics (Berlin, Allemagne). Les séquences ont été analysées grâce à la base de données NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>).

Analyses statistiques

À l'aide du logiciel XLSTAT (Microsoft, 2010) toutes les analyses statistiques ont été réalisées.

Résultats de l'article 1 :

Analyses sensorielles

Les trois tests triangulaires ont abouti aux mêmes résultats : 15 panélistes sur 24 ont donné la bonne réponse. Selon le test binomial (1/3), la probabilité est très significative (< 1%). D'un point de vue sensoriel, les fromages étaient dissemblables, même si les différences étaient rares. En général, les dégustateurs ont eu du mal à séparer le lait de chèvre des fromages au lait de brebis (pâte dure + très dure : 91%) et le lait de chèvre des fromages au lait de vache (pâte dure + très dure : 80%). En revanche, 50% des dégustateurs ont trouvé facile de différencier les fromages au lait de brebis des fromages au lait de vache. Les raisons de la différence observée entre les fromages n'ont pas été systématiquement enregistrées. En général, la couleur et l'odeur ont été citées comme les principaux facteurs de discrimination, et moins fréquemment l'arôme et l'aspect. Dans quelques rares cas, les sensations de rancissement (pour les fromages au lait de chèvre par rapport aux fromages au lait de brebis) et le mauvais goût ont également été signalés.

Résultats analytiques

Si l'on se réfère au tableau 5, on peut faire deux observations. Premièrement, les fromages étaient très secs (MS > 90%) et l'eau disponible à l'intérieur était faible ($A_w < 0,500$). Deuxièmement, la matière sèche est le seul paramètre qui reste presque identique dans tous les fromages (entre 93,18 et 94,97%). Les autres paramètres ont changé d'un fromage à l'autre.

Si l'on regarde spécifiquement les populations microbiennes, elles étaient assez faibles. A l'exception de la numération totale et du niveau des levures et des moisissures, les autres

populations étaient toutes inférieures à 6 log (ufc)/g. Aucune trace de *Samonella*, *E. coli*, *S. aureus* et *L. monocytogenes* n'a été trouvée. Les bactéries sporulées (BAB et *B. cereus*, *Bacillus spp*) étaient également indétectables ou à des niveaux très faibles. En outre, plus le niveau de lactobacilles présumés était faible, plus le nombre total de bactéries était élevé. Et la même tendance s'est opposée au niveau des spores de BAB et à la population présumée d'*Enterococcus*.

Toutes les données physicochimiques et microbiennes ont été regroupées par une analyse en composantes principales (résultats non montrés). Chaque fromage était clairement séparé des autres. Par exemple, les fromages au lait de brebis étaient caractérisés par un faible pH (4,25) et un faible taux de lactate (694 mg/100 g), mais des niveaux plutôt élevés d'entérocoques et de lactobacilles (respectivement, 4,41 et 5,43 log (ufc)/g).

D'un point de vue général, nous avons pu observer une forte corrélation positive entre les numérations totales et l' A_w ($r = 0,938$) et une corrélation négative entre les niveaux présumés de lactobacilles, *Enterococcus* et *Bacillus spp* ($r > 0,980$). L'incidence du pH sur les numérations microbiennes était moins évidente, sauf pour celles des entérocoques ($r = -0,963$).

Caractérisations microbiennes

Un total de 41 colonies a été isolé à partir de l'analyse des trois fromages, 26 sur la gélose MRS (lactobacilles présumés) et 15 sur BEA (entérocoques présumés). Tous les isolats se sont avérés être Gram positifs et négatifs à la catalase. Les isolats de BEA étaient des cocci ronds (10) ou effilés (5). Cinq des 26 isolats de l'échantillonnage MRS présentaient une forme entre le coccus et les bâtonnets. L'aspect des colonies (le morphotype) était presque le même quelle que soit l'origine de l'échantillonnage. En général, elles étaient rondes, lisses, convexes et blanches.

Tableau 5: Caractérisation physico-chimique et microbiologique du lait de chèvre, de brebis et de vache klila

Caractéristiques	Lait de brebis Klila	Lait de chèvre Klila	Lait de vache Klila
Nombre total	5.19	6.48	5.24
Levures et moisissures	> 5.7	> 5.7	> 5.7
Bacillus	< 0.30	< 0.30	2.05
Bacillus cereus	< 0.70	< 0.70	3.63
Bactéries de l'acide butyrique (Clostridium)	1.00	2.30	2.60
Lactobacillus	5.43	3.69	6.15
Enterococcus	4.41	3.43	3.44
pH	4.25	4.46	4.40
Aw	0.368	0.467	0.320
Matière sèche	94.51	94.97	93.18
Acide lactique	0.694	1.008	1.210
Graisse	29.33	20.33	25.33
Graisse sur matière sèche	31.03	21.41	27.18

Les données sont exprimées en log (ufc)/g (populations bactériennes), g/100 g de fromage (matière sèche, acide lactique, matière grasse) et % (matière grasse sur matière sèche).

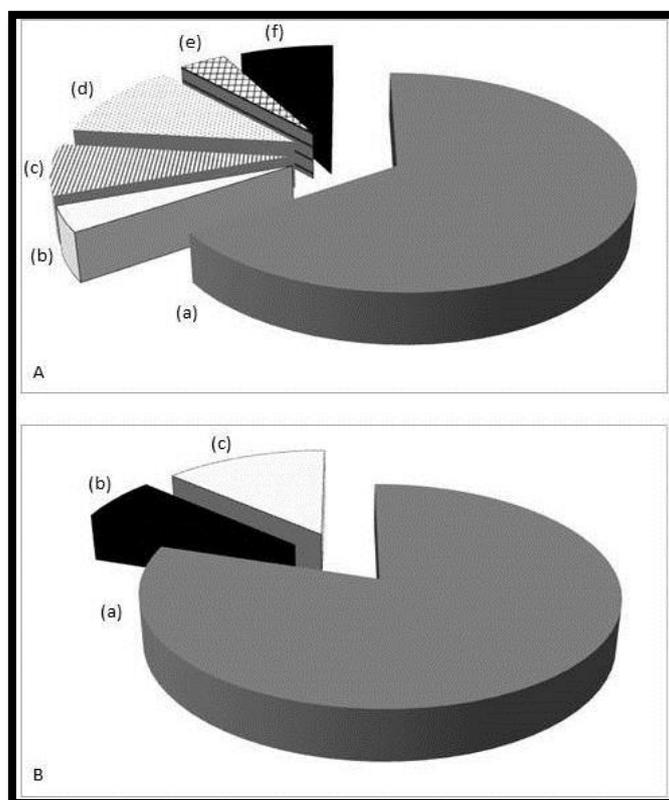


Figure 26: Distribution des isolats selon le séquençage de l'ADN 16S en fonction du milieu de culture utilisé

(A)- MRS avec a) *Lactobacillus plantarum* b) *Enterococcus durans* c) *Leuconostoc pseudomesenteroides* d) *Pediococcus pentosaceus* e) *Lactobacillus fermentum* f) non identifié ; (B)- BEA avec a) *Enterococcus durans* b) *Enterococcus hirae* c) *Enterococcus faecium*.

Le séquençage de l'ADN 16S des isolats a conduit aux résultats présentés sur la figure 3. Sur MRS, près de 70% des isolats appartenait au genre *Lactobacillus*, et plus précisément à l'espèce *Lb plantarum*. Sur BEA,

Tableau 6: Classification des souches en fonction de leur production de lactate

Groupe 1 Faible production de lactate	Groupe 2 Production moyenne de lactate	Groupe 3 Production élevée de lactate
Ec durans (a)	Ec hirae (a)	Lb plantarum (a)
Ec durans (a)	Ec durans (a)	Lb plantarum (a)
Ec durans (b)	Ec faecium (a)	Lb plantarum (a)
Ec durans (b)	Ec durans (b)	Lb plantarum (b)
Ec durans (c)	Ec durans (b)	Lb plantarum (b)
Ec durans (c)	Ec durans (b)	Lb plantarum (b)
Ec durans (c)	Lb plantarum (a)	Ln pseudomesenteroides (b)
Ec durans (c)	Lb plantarum (a)	Lb plantarum (b)
Ec durans (c)	Lb plantarum (a)	Lb plantarum (b)
	Ec durans (c)	Pc pentosaceus (b)
	Ln pseudomesenteroides (c)	Lb plantarum (b)
		Non identifié
		Lb plantarum (b)
		Lb plantarum (b)
		Lb plantarum (b)
		Pc pentosaceus (c)
		Pc pentosaceus (c)
		Lb plantarum (b)
		Lb plantarum (a)
		Non identifié
		Lb plantarum (a)

Ec : *Enterococcus*, **Lb :** *Lactobacillus*, **Ln :** *Leuconostoc*. Les souches des fromages au lait de brebis, au lait de chèvre et au lait de vache sont notées respectivement (a), (b) et (c).

80% des isolats appartenait à l'espèce *Enterococcus durans*. Les autres espèces (*Lb fermentum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc pseudomesenteroides*, *Ec hirae* et *Ec faecium*) étaient moins fréquemment observées. Aucun lien n'a été détecté entre les espèces identifiées et le type de fromage.

Les *Lactobacilles* ont été séparés selon le test proposé par Kandler et Weiss (1986), c'est-à-dire la production de CO₂ en présence de glucose et/ou de gluconate. Cependant, ce test s'est avéré inapproprié lorsque nous avons croisé les résultats avec ceux obtenus par le séquençage. Seuls 6 *Lb plantarum* ont été identifiées comme facultativement

hétérofermentaires et 2 *leuconostocs* comme strictement hétérofermentaires. Bien que le test du lactate soit pertinent pour les lactobacilles, il a conduit à des résultats étranges pour certains isolats d'entérocoques : certaines souches ont produit du L- et du D-lactate au lieu du seul L-lactate.

Les souches ont été regroupées par classification hiérarchique en fonction de la concentration de lactate total produit. Trois groupes ont été obtenus (tableau 6). Le premier groupe (faibles producteurs de lactate ; environ 630 ppm de lactate) ne comprenait que des souches d'*Enterococcus*. Dans le troisième groupe (producteurs élevés ; environ 10 000 ppm), les seuls isolats présents appartenaient aux genres *Lactobacillus*, *Pediococcus* et *Leuconostoc*. Le deuxième groupe (environ 4 900 ppm) mélangeait des souches de *Lactobacillus*, *Enterococcus* et *Leuconostoc*.

Diversité des souches

Les isolats ont été caractérisés sur la base de leur profil REP PCR (Figure 26). Les souches de *Lb plantarum* ont été divisées en 7 groupes, contenant respectivement 10, 5, 4, 3, 1, 1, 1 isolats (Figure 4A). Il est intéressant de noter que dans chaque groupe contenant plus d'un isolat, nous avons systématiquement trouvé des souches provenant de deux fromages ou même des trois types de fromage. Ceci a également été observé pour les souches d'*Enterococcus* - 4 clusters (Figure 26B).

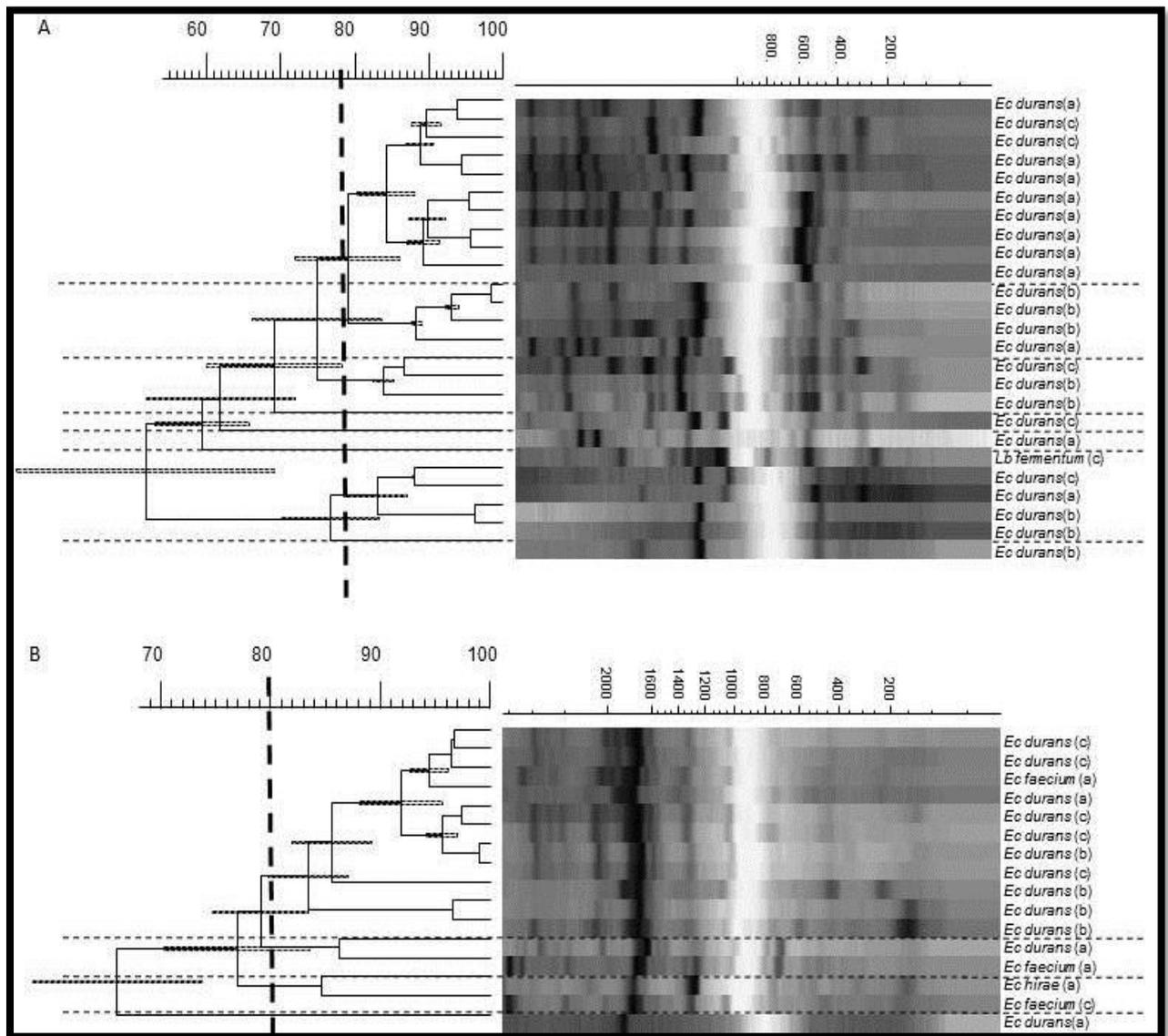


Figure 27: Dendrogrammes dessinés par UPGMA de la valeur de corrélation des modèles REP-PCR normalisés de A) *Lactobacillus plantarum* et B) *Enterococcus* spp obtenus avec les amorces Rep1R-Dt et Rep2-D. : Dendrogrammes dessinés par UPGMA de la valeur de corrélation

Les souches provenant de fromages au lait de brebis, de chèvre et de vache sont indiquées respectivement en a), b) et c). Les lignes pointillées horizontales indiquent les séparations entre les clusters tandis que les lignes pointillées verticales correspondent au coefficient de similarité (80%).

Méthodologie de l'article 2 :**2.1. Origine des échantillons :**

En mars-avril, un total de 21 échantillons de fromage Klila, séché, fabriqué à partir de lben de l'espèce bovine (07 échantillons), de l'espèce caprine (07 échantillons) et de l'espèce ovine (07 échantillons), ont été collectés dans différentes fermes d'élevage et chez des éleveurs de la région des Bibans, dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj, au nord-est de l'Algérie.

2.2. Analyses physico-chimiques :

Les analyses physicochimiques reposent sur la détermination de cinq tests : le pH, l'acidité en degrés Dornic (°D), la conductivité en millisiemens/centimètre (ms/cm), la teneur en matière sèche (pourcentage) et la teneur en cendres.

2.3. Analyses microbiologiques :

Selon les méthodes établies en 2012 par Corry *et al.*, les analyses microbiologiques impliquent la réalisation d'estimations des charges microbiennes moyennes (dénombrement en ufc/gr* : unité formant colonie/gramme de fromage) de la flore distincte et des deux espèces microbiennes (*Salmonella sp* et *Staphylococcus sp*). Le tableau 7 présente les protocoles utilisés, ainsi que le milieu de culture et d'enrichissement utilisé et la température d'incubation idéale. Les résultats ont été comparés aux normes Algériennes (**Anonyme, 1998**).

Tableau 7: Dénombrement des différentes flores et espèces microbiennes

Flores/ Dénombrement en UFC*/g	Milieu de culture utilisé/ Marque	Standards (Normes pour fromages) JORA.dz
Flores eucaryotes (Levures et moisissures aérobies)	Gélose Sabouraud/ IPA. Algérie. 05 jours/ à température ambiante	ND
Flore totale aérobie mésophile (F.T.A.M)	PCA/Plant Count Agar à 30°C/ Pronadisa. Spain. Après 48H à 30°C	ND
Coliformes totaux	BLBVB*/37°C+ Cloche/ Pronadisa. Spain. 24H/ 37°C	10 ²
Coliformes fécaux et indologènes à 44.5°C	BLBVB*/ 44.5°C+Cloche Test de Mc Kezy/ Pronadisa. Spain. 24H/ 44.5°C	10
Streptocoques du groupe D	Milieu Rothe/ 37°C- (Test Présomptif). Litsky (Test Confirmatif) Pronadisa. Spain. 24H/ 37°C	10
Clostridium sulfito- réducteur (CSR*) (Spores+ formes végétatives)	Gélose. Viande foie/ Sulfite de Na+ Alun de fer à 37°C/ IPA. Algérie. 24H/ 48H jusqu'à 72H à 30°C	01
<i>Salmonella sp</i>	Bouillon Muller Kauffman+ Gélose Hektoen/Idealab. Algérie. 24H/37°C	00
Recherche de <i>Staphylococcus sp</i>	Bouillon Giolitti Cantoni Enrichissement et Isolement sur Gélose Baird Parker/ Idealab. Algérie. 24H/37°C	10 ²

N.D : Non déterminé, **JORA.DZ** : Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire (www.jora.dz- JO 35.1998)

Résultats de l'article 2 :

Le tableau n 8 présente les résultats des tests physico-chimiques, y compris les moyennes et les écarts types.

Tableau 8: Variation des valeurs relatives aux tests physico-chimiques

Echantillons	Tests physicochimiques					
Es*	Ech.*	pH	Acid*(°D)	Cond.*(ms/cm)	M.S*%	T.C.*%
Espèce Bovine (V)	V1	4,6	26	2,2	32,96	0,3
	V2	4,1	42	1,7	26,48	0,26
	V3	4,5	24	2,16*	37,56	0,6
	V4	4,2	36	0,71	34,62	0,47
	V5	4,4	33	0,82	25,74	0,31
	V6	4	44	1,2	25	0,3
	V7	4,4	38	2,9	48,48	0,25
Ecart type	m	0,21930627	7,58758384	1,01690298	8,38912334	0,12998168
Moyenne	M	4,31428571	34,7142857	1,58833333	32,9771429	0,35571429
Caprine	Ch1	4,6	23	0,42	36,68	0,58
	Ch2	4,7	23	1,28	38,75	0,25
	Ch3	4,5	24	1,01	28,32	0,46
	Ch4	4,6	23	0,7	35,56	0,2
Espèce (Ch)	Ch5	4,6	23	0,83	36,61	0,32
	Ch6	4,5	24	0,74	40,09	0,4
	Ch7	4,7	21	0,77	32	0,26
Ecart type	M	1,0768642	1	0,268044	4,0420044	0,134748
Moyenne	M	4,6	23	0,82142857	35,43	0,35285714
Espèce Ovine (Br)	Br1	4,7	27	0,63	33,33	0,35
	Br2	4,5	24	0,84	46,03	0,29
	Br3	4,7	27	0,76	45,88	0,35
	Br4	4,2	30	0,99	27,22	0,26
	Br5	4,2	26	0,7	30,14	0,44
	Br6	4,7	20	0,97	33,05	0,21
	Br7	4,6	24	1,22	41,29	0,42
Ecart type	M	0,2267786	3,1547394	0,2026256	7,6373268	0,083552
Moyenne	M	4,51428571	25,4285714	0,87285714	36,7057143	0,33142857
MT des M	Mt	4,47619047	27,7142857	1,09420635	35,0376191	0,34666667

Es : Espèce, **Ech*** : Echantillon, **Acid*(°D)** : Acidité en degré Dornic, **Cond*** : Conductivité en millisiemens/centimètre (ms/cm), **M.S*(%)** : Taux de matière sèche, **T.C.*(%)** : Taux de cendres, **Mt** : Moyenne totale.

Discussion

Les 2 articles avaient étudié différents paramètres physicochimiques, sensoriels et microbiologiques afin de caractériser le fromage traditionnel algérien Klila et le développer de plus en plus dans de différentes régions du pays.

Pour l'article intitulé : **Caractérisation sensorielle, microbiologique et physico-chimique du Klila, un fromage traditionnel du sud-ouest algérien.**

Les résultats obtenus par **Benamara et al., (2016)** ont montré qu'à l'exception de la matière sèche, les trois types de fromages étaient nettement différents, de sorte que les résultats obtenus par **Leksir et Chemmam (2015)** et **Guetouache et Guessas (2015)** étaient similaires à ces derniers, comme exemple, la gamme de pH qui varie entre 4,2 à 4,5 mais un peu plus élevés que ceux rapportés par **Rhiat et al., en 2013**. Alors que les mesures pour la matière sèche étaient plus élevées que les valeurs précédemment rapportées, très probablement selon **Claps et Morone, (2011)** en raison des différences dans la méthode de fabrication du fromage. L' A_w de Klila était assez faible (0,467) en raison du taux élevée de matière sèche. Etant donné que d'après **Cuvillier (2005)** la diminution de l' A_w en dessous de 0,06 est une garantie contre l'altération ; elle s'explique par le chauffage, le pressage et le séchage du caillé.

Par rapport à la teneur en graisse du Klila, il y a une certaine différence entre leurs résultats et ceux rapportés par **Harrati en 1974** (entre 20 et 29 g/100 g contre 17 g/100) et ceux de **Boubekri et Ohta (1996)** qui ont collecté des données dans deux régions algériennes (Batna et Sétif) or que leurs données ont été pris au niveau de la Wilaya Naama. Donc le taux de gras peut varier significativement en fonction de la saison, de la race et du régime alimentaire, ainsi que d'une région à l'autre. Si l'on considère le rapport entre la matière grasse et la matière sèche (entre 21 et 31 g/100 g), on peut conclure que le Klila est un fromage à pâte dure pauvre en matières grasses et riche en protéines (**Lahsaoui, 2012**).

Selon **Benamara et al., (2016)**, les études sensorielles ont révélé que les trois variétés de fromages pouvaient être distinguées sans aucun doute sur la base de leur couleur et de leur odeur, ainsi que, dans une moindre mesure, de leur arôme et de leur aspect. Alors que la couleur était principalement due à la cuisson du lait acidifié Lben, l'arôme forte était le résultat de la matière sèche élevée. En revanche d'après **Walther et al., (2008)**, les composés aromatiques et les substances sapides étaient concentrés dans l'humidité résiduelle du fromage, ce qui les rendait plus perceptibles. D'autre part, **Mallatou et al., (2003)** ont

comparé le degré de lipolyse dans trois fromages grecs frais Teleme fabriqués avec du lait de brebis, de vache ou de chèvre. Malgré le fait qu'il y ait certaines différences entre les quantités d'acides gras à chaînes courtes et longues, le goût des trois fromages n'a pas été affecté. Ceci est conforme (cela correspond) à leur hypothèse selon laquelle la matière sèche élevée de Klila explique les différences sensorielles plutôt que d'autres facteurs.

Benamara et ses collaborateurs ont observé également de fortes corrélations entre les paramètres physico-chimiques et diverses populations microbiennes, y compris l' A_w . L' A_w s'est avéré être liée à des niveaux élevés de lactobacilles, d'entérocoques et de bactéries sporulées. Ces populations n'étaient pas nécessairement favorisées par la diminution de l' A_w , mais elles étaient incontestablement moins affectées que les autres bactéries. Sachant que les *Bacillus* spp et les bactéries de l'acide butyrique (*Clostridium butyricum* et *Clostridium tyrobutyricum*) étaient dormants puisque la méthode que nous avons utilisée était conçue spécifiquement pour la détection des spores. Le soufflage tardif est causé par *C. tyrobutyricum*. Sa voie métabolique unique convertit le lactate en acide butyrique, CO₂ et hydrogène gazeux (Jakob, 2011).

En comparaison avec les résultats obtenus par Guetouache et Guessas, (2015), qui étaient d'environ 2,0 log (ufc)/g, le nombre de levures et de moisissures détectées dans leur Klila était extrêmement élevé (> 5,7 log (ufc)/g). Plusieurs explications peuvent être avancées pour expliquer cet écart, dont les conditions d'hygiène et la contamination de l'air (Cuvillier, 2005). De ce fait, Benamara *et al.*, ont supposé que ces populations sporulées soient à l'origine de certains, voire de la totalité, des niveaux élevés de numération totale.

Les entérocoques sont commensaux de nombreux fromages méditerranéens, où leur concentration varie généralement entre 5 à 6 log (ufc)/g. Ils sont connus pour contribuer de manière significative à l'affinage des fromages en étant capables de survivre dans des circonstances extrêmes telles qu'une large gamme de pH (4,6-9,9), une teneur élevée en sel (6,5%), une large gamme de température (5-50°C) et une résistance à la bile (Franz *et al.*, 2003 ; Fisher et Phillips, 2009). *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium* sont les espèces les plus fréquemment rapportées, suivies par *Ec durans* et, moins fréquemment, *Ec casseliflavus* (Giraffa, 2003). D'après Martn-Platero *et al.*, (2009) et Aguilar-Galvez *et al.*, (2012), les entérocoques sont généralement impliqués dans le processus de maturation en raison de leurs activités protéolytiques et lipolytiques, ainsi que de leur capacité à produire du diacétyle chez certaines souches. Dans leur cas, ils ont découvert des niveaux significatifs (bien que faibles) d'entérocoques (entre 3 et 4 log (ufc)/g).

Comme **Oliver, (2005)** le suggérait et aussi en **Benamara et al.**, que ces niveaux sous-estiment le niveau réel d'entérocoques à Klila, car ces bactéries peuvent entrer dans un état viable mais non cultivable (VBNC). Ceci est particulièrement vrai pour *Ec faecium* et *Ec hirae*. La prédominance d'*Ec durans* dans nos fromages est difficile à débattre car aucune recherche antérieure n'a indiqué que cette espèce est particulièrement xérotolérante. Dans nos recherches, la grande majorité des souches isolées ont été classés comme faiblement producteurs d'acides.

Ces résultats sont conformes à ceux obtenus précédemment en **1997** par **Cogan et al.**, qui ont constaté que la majorité des isolats d'*Enterococcus* étaient incapables de maintenir un pH inférieur à 5,3 dans le lait. On peut supposer que la population d'*Enterococcus* a joué un rôle dans la production du fromage, notamment pendant la phase d'acidification. Et le traitement thermique les a rendus quelque peu inactifs.

Les niveaux de *Lactobacillus* varient fortement d'un fromage à l'autre, allant de 3,69 à 6,15 log (ufc)/g. Cette observation rejoint les résultats de **Boubekri et Ohta, (1996)**. Ces chercheurs ont découvert que la composition microbiologique des fromages Klila varie beaucoup d'une région à l'autre, les teneurs en *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* et *Leuconostoc* variant fortement.

La majorité des isolats qui ont été trouvés appartenaient à l'espèce *Lb plantarum* (65%), suivie de *Pediococcus pentosaceus* (12%), *Leuconostoc pseudomesenterodes* (8%), et *Lactobacillus fermentum* (5%). (4 %). D'autres souches n'ont pas été identifiées ou ont été identifiées comme *Enterococcus*. L'utilisation de la technique de **Kandler et Weiss, (1986)** pour distinguer les lactobacilles sur la base de la capacité fermentative s'est avérée inefficace et a donné des résultats inattendus. Ils ont remarqué que ce test pouvait échouer dans certains cas en utilisant des lactobacilles provenant d'autres fromages (**Demarigny, communication personnelle**).

Par rapport aux isolats d'*Enterococcus*, les souches isolées sur milieu MRS étaient toutes de grands producteurs d'acide lactique. C'est une caractéristique de *Lb plantarum* (et, dans une moindre mesure, de *Lb fermentum*), qui est l'un des germes les plus acides de la famille des bactéries lactiques (**Vescovo et al., 1993 ; Todorov et Gombossi de Melo, 2010**). *Lb plantarum* est fréquemment retrouvé dans les produits végétaux naturellement fermentés en association avec d'autres bactéries hétérofermentaires comme *Leuconostoc* (**Demarigny et**

al., 2012). Cette bactérie est également un acteur majeur de l'étape de maturation du processus d'affinage des fromages. Par conséquent, nos résultats ont répondu à nos attentes.

Contrairement à *Pediococcus*, un germe que l'on trouve couramment dans les vieux fromages à pâte dure (c'est-à-dire Grana), *Lb plantarum* n'est généralement pas classé comme un xérotolérant dans la littérature. **Bouton et al.**, (2016) ont récemment rapporté avoir trouvé des spores de *Lb plantarum* sur un foin sec. Cela indique que cette espèce peut contribuer à la biopréservation des aliments fermentés même dans des circonstances difficiles (faible pH, faible A_w , etc.) et peut avoir des capacités xérotolérantes.

En ce qui concerne la diversité des isolats de *Lactobacillus* et d'*Enterococcus* testés par REP PCR, nous avons trouvé quatre groupes différents : quatre pour *Enterococcus* spp et sept pour *Lb plantarum*. Cela signifie qu'au sein de chaque population il existe plusieurs sous-populations et par conséquent, un large spectre de diversité, même dans des conditions environnementales extrêmes. Plus intrigant encore, nous avons découvert que des souches différentes pouvaient se trouver dans deux ou trois fromages différents en même temps. En conséquence, deux hypothèses peuvent être avancées : 1) ces souches sont naturellement présentes dans la région où les fromages ont été fabriqués ; 2) et/ou, les conditions physico-chimiques qui prévalent dans les fromages ont tendance à sélectionner les souches les mieux adaptés, ce qui donne des profils assez proches.

Concernant l'article 2 intitulé : **Caractérisations physicochimique et qualité microbiologique du Klila : un fromage traditionnel sec des régions arides d'Algérie : Etude préliminaire.**

Meribai et al., 2017 ont déterminé que Klila a un pH moyen de 04,47 et une acidité moyenne de 27,71 °D sur la base d'études physico-chimiques, or que **Leksir et Chemmam**, (2015) avaient noté des pH oscillants entre 04.35 et 04.99 et des valeurs d'acidité de 24,3°D à 54°D lors d'une recherche sur huit échantillons de Klila fabriqués avec différents laits (vache, chèvre et brebis) recueillis dans diverses localités de l'extrême Est de l'Algérie (Guelma, Souk Ahras et Oum El Bouaghi). En outre, **Mennane et al.**, (2007) ont trouvé des valeurs de pH allant de 4,7 à 3,8 dans un lot de 23 échantillons frais de Klila provenant du Maroc. Sachant que ces chiffres représentent l'acidité du fromage.

D'après **Tamime et O'Connor** (1995) ; **Abdelsalam et Benkerroum** (2006) et **Pogacic et al.**, (2013), le pH acide est dû à l'activité fermentaire de la flore lactique indigène adaptée au fromage Klila. D'autre part, **Boubekri et Ohta**, (1996) ont utilisé deux

échantillons de Klila séchés pendant quatre semaines sur les hauts plateaux de l'Est de l'Algérie (Sétif : K1 ; Batna : K3). Ils ont constaté que les espèces *Enterococcus faecalis* et *Ec. faecium* suivies de *Lactobacillus sp* dominant l'échantillon K1, alors que les espèces *Pediococcus sp* suivies de *Leuconostoc sp*, dominant l'échantillon K3.

Selon des recherches menées par **Guetouache et Guessas 2015 ; Leksir et Chemam 2015**, le Klila algérien présente des normes d'hygiène acceptables. Il semble que la texture extra-dure de ce produit artisanal, obtenue après séchage, ainsi que sa nature granuleuse, qui présentait de faibles niveaux d'activité de l'eau, aient contribué à l'élimination de toute croissance de la flore microbienne.

Les 2 articles se mettent d'accord sur certaines idées :

Premièrement, **Benamara et al., (2016)** ont marqué l'absence d'espèce pathogène et/ou toxigènes (*Salmonella*, *E. coli*, *S. aureus* et *L. monocytogenes*), ce qui a aussi été trouvé par **Meribai et al., en 2017** (l'absence quasi-totale de *Salmonella sp* et *Staphylococcus sp*).

Deuxièmement, les auteures des 2 articles indiquent que la présence des espèces pathogènes dans le klila se réfère au niveau d'hygiène de la matière première vu que **Benamara et al., en 2016** ont supposé avec **Jakob (2011)** et **Cuvillier, (2005)** que les pratiques hygiéniques, la contamination initiale du lait et la durée de stockage expliquent ces variations entre les études. En effet, dans une enquête microbiologique portant sur 153 échantillons de fromages au lait cru fabriqués en Wallonie (Belgique), **Vivegnis et al., (1998)** ont découvert que les niveaux de contamination étaient plus faibles dans les petits ateliers (échelle artisanale) que dans la fabrication à l'échelle industrielle.

Enfin, les dénombrements des flores bactériennes qui ont été fait en **2017** par **Meribai et al.**, afin de déterminer le taux de contamination par les coliformes totaux, fécaux, flores indologènes et Streptocoques du groupe D était faible (situées dans les normes), cette dernière confirme ce qui a été trouvée par **Benamara et al., en 2016** à partir des résultats obtenus entre 5,0 et 6,5 log (ufc)/g, sachant que **Leksir et Chemmam, (2015)** et **Guetouache et Guessas, (2015)** ont rapporté des valeurs plus faibles : entre 3,1 et 3,8 log (cfu)/g, ce qui explique que la présence de microbes à l'intérieur des fromages qui peut donc être surprenante. En dernier, ils constatent qu'il y a une forte corrélation entre les paramètres physicochimiques et certaines populations microbiennes de sorte qu'un faible taux d' A_w et de pH ne permet pas la croissance microbienne.

Conclusion

D'après les 2 articles, le fromage traditionnel en Algérie présente de bonnes valeurs nutritionnelles. Ce fromage est encore basé sur des méthodes de production traditionnelle à la ferme qui contribuent aux attributs sensoriels agréables. Il présente aussi un niveau d'hygiène acceptable, traduisant ainsi des niveaux acceptables d'hygiène des laits fermentés utilisés (l'ben) comme matière première, de l'environnement de fabrication et/ou de séchage.

Le Klila est un fromage algérien typique fabriqué depuis des générations. Sa forte teneur en matière sèche (plus de 80%) lui permet d'être conservé sur de longues périodes sans risque d'altération microbienne. Il semble que le taux faible d'activité de l'eau, ainsi que sa consistance granuleuse agissent pour empêcher tout développement de la flore microbienne. Ainsi, les tests microbiologiques réalisés par les auteurs des 2 articles ont indiqué que ce produit local répond aux normes sanitaires. Enfin, ils ont trouvé que les différentes étapes du processus, qui conduit à une concentration des substances aromatisées, sont les plus susceptibles d'avoir un impact sur l'équilibre aromatique.

De nombreux produits traditionnels sont en voie de disparition pour diverses raisons, notamment le manque de disponibilité des aliments pour animaux, l'exode rural et l'évolution des habitudes alimentaires. Donc il doit y avoir plus d'intérêt de tous ce qui concerne ces produits laitiers traditionnels afin d'améliorer les connaissances sur leurs caractéristiques et de garder et préserver cette richesse en tant que marqueurs culturels et patrimoine traditionnel de la société algérienne et l'exploité au niveau industriel.

*Références
bibliographiques*

A

- **Aguilar-Galvez, A., Dubois-Dauphin, R., Destain, J., Campos D., Thonart, P. (2012).** Enterococcus: biotechnical advantages and inconvenients. *E. Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 16(1):67-76.
- **Ait Chait, Y., Gunenc, A., Hosseinian, F., Bendali, F. (2021).** Antipathogenic and probiotic potential of *Lactobacillus brevis* strains newly isolated from Algerian artisanal cheeses. *Folia Microbiol (Praha)*, 66(3):429-440. doi: 10.1007/s12223-021-00857-1.
- **Amimour, M.A. (2019).** Essais d'optimisation des procédés de fabrication des fromages traditionnels de qualité (J'ben). Thèse de doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Mostaganem.
- **Anonyme, (1998).** Arrête interministérielle du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrête du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certains denrées alimentaires JO 35/1998. www.jora.dz.

B

- **Barone, G., Dambrosio, A., Storelli, A., Busco, A., Ioanna, F., Quaglia, N. C., Storelli, M. M. (2018).** Traditional Italian cheeses: Trace element levels and estimation of dietary intake. *Journal of Food Composition and Analysis*, 66, 205–211. doi:10.1016/j.jfca.2017.12.025.
- **Bellaha, N et Berrouba Z. (2018).** L'étude du comportement du consommateur de la région de Tlemcen vit à vis du fromage et produits similaires (mémoire de maîtrise inédit). Université de Tlemcen.
- **Benamara, R. N., Gemelas, L., Ibri, K., Moussa-Boudjema, 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), 1728–1738. doi:10.5897/ajmr2016.8264.
- **Benderouich, B., (2009).** La Kéméria un produit du terroir à valoriser. Mémoire.
- **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. Université de Tlemcen. Algérie.

- **Benheddi, W et Hellal, A. (2019).** Technological characterization and sensory evaluation of a traditional Algerian fresh cheese clotted with *Cynara cardunculus* L. flowers and lactic acid bacteria. *Journal of Food Science and Technology*, 56(7), 3431–3438. doi:10.1007/s13197-019-03828-0.
- **Benkerroum, N., & Tamime, A. Y. (2004).** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (lben, jben and smen) to small industrial scale. *Food Microbiology*, 21(4), 399–413. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2003.08.006>.
- **Benlahcen, K., Mahamedi, A. E., Djellid, Y., Sadeki, I. F., Kihal, M. (2017).** Microbiological Characterization Of Algerian Traditional Cheese “Klila.” *Journal of Purity, Utility Reaction and Environment*, 6(1), 1–9. Repéré à https://www.researchgate.net/profile/Kihal_Mebrouk/publication/316552342_Microbiological_Characterization_Of_Algerian_Traditional_Cheese_Klila/links/5903635faca272116d2fa7a8/Microbiological-Characterization-Of-Algerian-Traditional-Cheese-Klila.pdf.
- **Boubekri, K., & Ohta, Y. (1996).** Identification of Lactic Acid Bacteria from Algerian Traditional Cheese, El-Klila. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70(4), 501–505. Doi: 10.1002/(sici)1097-0010(199604)70:4<501: aid-jsfa524>3.0.co;2-a.
- **Boudalia, S., Boudebbouz, A., Gueroui, Y., Bousbia, A., Benada, M., Leksir, C., Boukaabene, Z., Saihi, A., Touaimia, H., Aït-Kaddour, A., & Chemmam, M. (2020).** Characterization of traditional algerian cheese “bouhezza” prepared with raw cow, goat and sheep milks. *Food Science and Technology*, 40(2), 528-537. <https://doi.org/10.1590/fst.35919>.
- **Bouton, Y., Nowak V., Guyot P., Chemidlin Pévost-Bouré N. (2016).** Microbial diversity of milk during a grazing cycle. Congress of the French Society of Microbiology, Paris, 22-23 March 2016.
- **Brahimi, M., kahil, S.A. (2016).** Etude de la stabilité d’un fromage fondu au cours du stockage réfrigéré au niveau de la laiterie-fromagerie de BOUDOUAOU (Mémoire de maîtrise inédit). Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.

C

- **Claps, S. et Morone, G. (2011).** Traditional Algerian dairy products and cheeses. Dairy Development of dairy and cheese industries in Algeria. CoRFiLaC P 57.
- **Cogan, T. M., Barbosa M., Beuvier E., Bianchi-Salvadori B., Cocconcelli PS., Fernandes I., Gomez J., Gomez R., Kalantzopoulos G., Ledda A., Medina M., Rea MC., Rodriguez E. (1997).** Characterization of the lactic acid bacteria in artisanal dairy products. *J. Dairy Res.* 64(3) :409-421.
- **Colak, H., Hampikyan, H., Ulusoy, B., & Ergun, O. (2006).** Comparison of a competitive ELISA with an HPLC method for the determination of aflatoxin M1 in Turkish White, Kasar and Tulum cheeses. *European Food Research and Technology*, 223(6), 719–723. doi :10.1007/s00217-006-0258-4.
- **Corry, J.E.L., Curtis G.D.W., & Baird R.M. (2012).** Handbook of culture media for food and water microbiology. 3rd Edition. Royal Society of Chemistry. Thomas Graham House, Science Park, Milton Road. Cambridge CB4 0WF, UK.
- **Cuvillier, D. (2005).** Cheese yield. Understand and improve. Bourgogne Cheese Center.

D

- **De Man J.C., Rogosa M., et Sharpe M.E. (1960).** A medium used for the cultivation of lactobacilli. *J. Appl. Bacteriol.* 23(1) :130-135.
- **De Santi, M., Sisti, M., Barbieri, E., Piccoli, G., Brandi, G., et Stocchi, V. (2010).** A combined morphologic and molecular approach for characterizing fungal microflora from a traditional Italian cheese (Fossa cheese). *International Dairy Journal*, 20(7), 465–471. Doi : 10.1016/j.idairyj.2010.02.004.
- **Demarigny, Y. (2012).** Fermented food products made with vegetable materials from tropical and warm countries: microbial and technological considerations. *Int. J. Food Sci. Technol.* 47(12):2469-2476.
- **Demarigny, Y., Beuvier, E., Buchin, S., Pochet, S., et Grappin, R. (1997).** Influence of raw milk microflora on the characteristics of Swiss-type cheeses: II. Biochemical and sensory characteristics. *Le Lait* 77(1) :151-167.

- **Demarigny, Y et Gerber P. (2014).** Usefulness of natural starters in food technology. *Food Nutr. Sci* 5 :1679-1691.
- **Derouiche, M. et Zidoune M. N. (2015).** Caractérisation d'un fromage traditionnel, le Michouna de la région de Tébessa, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 27, Article #229. Retrieved April 27, 2021, from <http://www.lrrd.org/lrrd27/11/meri27229.html>.
- **Dolci, P., Alessandria, V., Rantsiou, K., Rolle, L., Zeppa, G., & Cocolin, L. (2008).** Microbial dynamics of Castelmagno PDO, a traditional Italian cheese, with a focus on lactic acid bacteria ecology. *International Journal of Food Microbiology*, 122(3), 302–311. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.12.018.

E

- **Eck, A. (1997).** Qu'est-ce que le fromage ? Dans A. Eck et J. Gillis (dir.), *Le fromage* (p.711). 3^{ème} édition technique et documentation. Lavoisier, paris.
- **Eck, A et Gillis, J. (2006).** *Le fromage*. 3^{ème} édition. Lavoisier, paris.
- **Eekhof-Stork, N. (1978).** *Les fromages. Guide mondial*. Edition : Oyez, Bruxelles, Belgique, 239p.
- **Evette J.L. (1975).** *La fromagerie*. - Paris : Presses universitaires de France, 140 p.

F

- **FAO/OMS. 1990 (1978 modifié).** *Codex alimentarius n° A-6. Chapitre 6 : Fromage : Définition et Classification*.
- **Fisher, K., Carol, P. (2009).** The ecology, epidemiology and virulence of *Enterococcus*. *Microbiology* 155(6):1749-1757.
- **Fox, P.F., et Mc Sweeney, P.L.H., (2004).** Cheese an overview. In *Cheese: Chemistry Physics and Microbiology, general aspects*, third edition. 1: 1 -8p.
- **Fox, P.F., O'Connor, T.P., Mcsweeney, P.L.H., Guinee, T.P et O'Brien, N.M. (1996).** *Advances in Food and Nutrition Research*. Cork, Ireland : Elsevier?
- **Franz, C.M, Stiles, M.E., Schleifer, K.H., Holzapfel, W.H. (2003).** Enterococci in foods—a conundrum for food safety. *Int. J. Food Microbiol.* 88(2):105-122.

G

- **Gemelas, L., Rigobello, V., Ly-Chatain, M.H., Demarigny, Y. (2013).** Selective Lactococcus numeration in Raw Milk. *Food Nutr. Sci.* 4(9):49-58.
- **Gillis, Jean-Claude Gillis; André Ayerbe. (2018).** “Le Fromage.” *Le fromage*: 31.
- **Giraffa, G. (2003).** Functionality of enterococci in dairy products. *Int. J. Food Microbiol.* 88(2):215-222.
- **Guetouache, M., Guessas, B. (2015).** Characterization and identification of lactic acid bacteria isolated from traditional cheese (Klila) prepared from cow's milk. *Afr. J. Microbiol. Res.* 9(2):71-77.

H

- **Hamama, A. (1989).** Qualité bactériologique des fromages frais marocains. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires - n.° 6*, 223-227. Repéré à https://www.researchgate.net/profile/Abed_Hamama/publication/266610374_Qualite_bacteriologique_des_fromages_frais_marocains/links/54411c120cf2a76a3cc7c9db/Qualite-bacteriologique-des-fromages-frais-marocains.pdf.
- **Harrati, E. (1974).** Research on Lben and Algerian Klila. specialty doctoral thesis, University of Caen (France).
- **Hayaloglu, A. A., Fox P. F., Guven, M., Cakmakci, S. (2007).** Cheeses of Turkey: 1. Varieties ripened in goat-skin bags. *Le Lait*, INRA Editions, 87 (2), 79-95. Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00895640/document>.
- **Hayaloglu, A. A., Ozer, B. H., Fox, P. F. (2008).** Cheeses of Turkey: 2. Varieties ripened under brine. *Dairy Science and Technology*, 88(2), 225–244. Doi: 10.1051/dst:2007014.

I

- **Iván, L.E., Lourdes, A., Isidra, R.(2012).**A mini-review on health and nutritional aspects of cheese with a focus on bioactive peptides.*Dairy Science & Technology* , 92 (5) ,419-438.doi : 10.1007/s13594-012-0066-5.

J

- **Jakob, E. (2011).** Butyric fermentation and their analysis. Newsgroups Agroscope Liebefeld-Posieux ALP forum No 85.
- **Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., Brulé, G. (2008).** Le produit laitier. 2^{ème} édition. Lavoisier, paris.

K

- **Kaminarides, S. et Stachtiaris, S. (2000).** Production of processed cheese using kasseri cheese and processed cheese analogues incorporating whey protein concentrate and soybean oil. *International Journal of Dairy Technology*, 53(2), 69–74. doi:10.1111/j.1471-0307.2000.tb02661.x.
- **Kaminarides, S., Parsschopoulos, N., Beri, I. (1999).** Combined effects of concentrated thermophilic and mesophilic cultures and conditions of curd acidifications on the manufacture and quality of kasseri cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 52(1), 11–19. doi:10.1111/j.1471-0307.1999.tb01988.x.
- **Kandler, O., Weiss, N. (1986).** Regular, nonsporing gram-positive rods. In. *Bergey's Manual of System Bacteriol.* Sneath PHA, Mair NS, M. E. Sharpe ME, Holt JG (Ed.), Baltimore: Williams & Wilkins 2(14):1208.
- **Khater, I. et Ghefar, 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. (2012).** Study of manufacturing method of an Algeria traditional dairy product "Klila". Engineering memory in Food Technology. El Hadj Lakhdar Batna University - Faculty of Agronomy Department. Algeria.
- **Le jaouen, J.C. (1993).** Guide national des bonnes pratiques en production fromagère fermière. Paris, 1^è éd.: Institut de l'élevage.145-154. FRANCE. Ministère de l'agriculture et de la pêche. Arrêté ministériel du 30 mars 1994 : critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire les laits de consommation et les produits à base de lait lors de leur mise sur le marché. *Journal officiel* du 21 avril 1994, 5883.

- **Leksir, C., Chemmam, M. (2015).** Contribution to the characterization of Klila, a traditional cheese from eastern Algeria. *Livest. Res. Rural Dev.* 27:5.
- **Leksir, C., Boudalia, S., Moujahed, N., & Chemmam, M. (2019).** Traditional dairy products in Algeria: case of Klila cheese. *Journal of Ethnic Foods*, 6(1). doi:10.1186/s42779-019-0008-4.
- **Licitra, G. (2010).** Worldwide traditional cheeses: Banned for business? *Dairy Science & Technology*, 90(4), 357–374. Doi :10.1051/dst/2010016.
- **Litopoulou-Tzanetaki, E .et Tzanetakis, N. (2011).** Microbiological characteristics of Greek traditional cheeses. *Small Ruminant Research*, 101(1-3), 17–32. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.09.022.
- **Luquet, F. (1990).** Lait et produits laitiers (vache, chèvre, brebis) : transformation et technologie. *Techniques et documentation Lavoisier*. Paris, 41-65.
- **Luquet, F-M. (1990).** Lait et produits laitiers Vache, Brebis, Chèvre. *Transformation et Technologies*. Tome 2. Tech & doc. Lavoisier, paris.

M

- **Magali Pradal. (2012).** La transformation fromagère caprine fermière : bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre. Lavoisier, Paris.
- **Mahaut, M., Jean, R., Brule, G. (2000).** Initiation à la technologie fromagère. Éditions TEC & DOC, volume20, p194.
- **Mallatou, H., Pappa, E., Massouras, T. (2003).** Changes in free fatty acids during ripening of Teleme cheese made with ewes', goats', cows' or a mixture of ewes' and goats' milk. *Inter. Dairy J.* 13(2):211-219.
- **Mariani, C. (2007).** Ecologie microbienne des biofilms présents à la surface des planches d' affinage en bois de l' AOC « Reblochon de Savoie » et effet inhibiteur vis à vis de *Listeria monocytogenes* par. 1–367.
- **Martín-Platero, A.M., Valdivia, E., Maqueda, M., Martínez-Bueno, M. (2009).** Characterization and safety evaluation of enterococci isolated from Spanish goats' milk cheeses. *Int. J. Food Microbiol.* 132(1):24-32.
- **Mauropoulos, A. et Arvanitoyannis, I. (1999).** Implementation of hazard analysis critical control point to Feta and Manouri cheese production lines. *Food Control*, 10(3), 213–219. doi:10.1016/s0956-7135(99)00021-3.

- **Medjoudj, H., Aouar, L., Zidoune, M. N., & Hayaloglu, A. A. (2017).** Proteolysis, microbiology, volatiles and sensory evaluation of Algerian traditional cheese Bouhezza made using goat's raw milk. *International Journal of Food Properties*, 20(3), 3246–3265. doi:10.1080/10942912.2017.1375515.
- **Mennane, Z., Faid, M., Lagzouli, M., Ouhssine, M., Elyachioui, M., Berny, E., Ennouali, M., & Khedid, K. (2007).** Physico-Chemical, Microbial and Sensory Characterization of Moroccan Klila. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 2 (3-4): 93- 97.
- **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. Repéré à https://www.researchgate.net/profile/Abdellah-Zinedine/publication/237566363_Microbial_Characteristics_of_Klila_and_Jben_Traditionnal_Moroccan_Cheese_from_Raw_Cow%27s_Milk/links/5527e13b0cf29b22c9b97eab/Microbial-Characteristics-of-Klila-and-Jben-Traditionnal-Moroccan-Cheese-from-Raw-Cows-Milk.pdf.
- **Meribai, A. Jenidi, R. Hammouche, Y. Bensoltane, A. (2017).** Physico-chemical characterization and microbiological quality evaluation of klila , an ar tisanal hard dried cheese from Algerian ' s arid areas : Preliminary study Carcterisation physicochimique et qualite microbiologique du klila : un fromage tradition. *Journal of new science* 40(4): 2169-2174. Repéré à
- https://www.researchgate.net/profile/Redha_Djenidi/publication/344674347_Physico-chemical_characterization_and_microbiological_quality_evaluation_of_klila_an_artisanal_hard_dried_cheese_from_Algerian's_arid_areas_Preliminary_study/links/5f888437458515b7cf84daed/Physico-chemical-characterization-and-microbiological-quality-evaluation-of-klila-an-artisanal-hard-dried-cheese-from-Algerians-arid-areas-Preliminary-study.pdf.
- **Michael, H., et Tunick. (2014).** *The science of cheese*. New York: Oxford University Press.
- **Moatsou, G., Kandarakis, I., Moschopoulou, E., Anifantakis, E., Alichanidis, E. (2001).** Effect of technological parameters on the characteristics of kasseri cheese made from raw or pasteurized ewes' milk. *International Journal of Dairy Technology*, 54(2), 69–77. doi :10.1046/j.1471-0307.2001.00010.x.

O

- **O’Callaghan, Y. C., O’Connor, T. P., & O’Brien, N. M. (2016).** Nutritional Aspects of Cheese. *Fundamentals of Cheese Science*, 715–730. doi:10.1007/978-1-4899-7681-9_20.
- **Oliver, J.D. (2005).** The viable but nonculturable state in bacteria. *J Microbiol.* 43(1):93-100.
- **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

- **Renner, E. (1993).** Nutritional Aspects of Cheese. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 557–579. doi:10.1007/978-1-4615-2650-6_15.
- **Rhiat, M., Labioui, H., Driouich, A., Mennane, Z., Ouhssine, M. (2013).** Preparation of the starter Trial production of cheese (Jben) and Klila at laboratory scale. *Food Sci. Qual. Manage.* 13.
- **Rosenkvist, H., Hansen, Å. (1995).** Contamination profiles and characterisation of *Bacillus* species in wheat bread and raw materials for bread production. *Int. J. Food Microbiol.* 26(3):353-363.

S

- **Senoussi, A., Schadt, I., Saoudi, Z. Zitoun Hamama, O.A. Zidoune, M.N. Carpino, S. Marin, V.M. (2021).** Effects of the number of days and the filling sequence of animal skinbags used for the traditional production of Algerian Bouhezza raw goat cheese on physicochemical composition, α -tocopherol, cholesterol content and stability. *International Dairy Journal*, <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105067>.

T

- **Tadjine, D., Boudalia, S., Bousbia, A., Gueroui, Y., Symeon, G., Mebirouk Boudechiche, L., Tadjine, A., & Chemmam, M. (2021).** Milk heat treatment affects microbial characteristics of cows’ and goats’ “jben” traditional fresh cheeses. *Food Science and Technology*, 41(1), 136–143. <https://doi.org/10.1590/fst.00620>.

- **Tamime, A.Y. & O'Connor, T.P. (1995).** Kishk - a dried fermented milk cereal/mixture A review. *Inter Nation Dairy Journal*.109- 128.
- **Todorov, S.D., Gombossi de Melo F. (2010).** *Lactobacillus plantarum*: Characterization of the species and application in food production. *Food Rev. Int.* 26(3):205-229.
- **Tofalo, R., Schirone, M., Fasoli, G., Perpetuini, G., Patrignani, F., Manetta, A. C., ... Suzzi, G. (2015).** Influence of pig rennet on proteolysis, organic acids content and microbiota of Pecorino di Farindola, a traditional Italian ewe's raw milk cheese. *Food Chemistry*, 175, 121–127. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.11.088.
- **Toukoub, A. (2016).** Etude Physicochimique, microbiologique du Jben traditionnel de la région d'ain sefra fabriqué par el HAKA. Mémoire de MASTER, UNIV. Abou Beker Belkaid, Tlemcen, 18p.

V

- **Vescovo, M., Bottazzi, V., Torriani, S., Dellaglio, F. (1993).** Basic characteristics, ecology and application of *Lactobacillus plantarum* [in the production of fermented foods of animal and plant origin]: a review. *Ann. Microbiol. Enzim.* 43(2):261-284.
- **Vignola C.L. (2002).** Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN: 29-34 (600 pages).
- **Vignola, C.L. (2002).** Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique. Montréal, 350.
- **Vivegnis J., Dubois C., Nicolay L., Mairy F., Jacob C., Piraux E., El Lioui M., & Decallonne J. (1998).** Qualité microbiologique des fromages artisanaux fabriqués au lait cru en région Wallonne. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2 (4).

W

- **Walther B, Schmid A, Sieber R, Wehrmuller K (2008).** Cheese in nutrition and health - a review. *Dairy Sci. Technol.* 88(4-5):389-405.

Y

- **Yuvaşen, A., Macit, E., Dertli, E. (2018).** Microbial species playing roles for the production of traditional Kasar cheese during pre-maturation period, LWT - Food Science and Technology, 91, 406-413. doi: 10.1016/j.lwt.2018.01.075.

Z

- **Zitoun, O. A., Benatallah, L. Ghennam, E.H and Zidoune, M.N. (2011).** Manufacture and characteristics of the traditional Algerian ripened bouhezza cheese. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.9 (2): 96-100. Repéré à <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113190927>.

La webographie :

- Site web 1: ([fr.wikipedia.org/wiki/ Castelmagno](http://fr.wikipedia.org/wiki/Castelmagno))
- Site web 2: ([fr.wikipedia.org/wiki/ Le Pecorino di Farindola](http://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Pecorino_di_Farindola))
- Site web 3: (<https://www.italienpasta.com/FORMAGGIO%20DI%20FOSSA.php>)
- Site web 4: (<https://www.istockphoto.com/tr/search/2/image?phrase=bevaz+peynir>)
- Site web 5: <https://www.avgingurme.com/dimg/urun/26473aygin-tulum-peynir-1.jpg>
- Site web 6: (https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.nefisyemektarifleri.com%2Fevde-kasar-peyniri-yapimi-asama-asama-fotografli%2F&psig=AOvVaw2bVrmQ3NvXqxu4vjIddjbt&ust=1621604607184000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCJDT_oqy2PACFQAAAAAdAAAAABAD)
- Site web 7: https://freefoodphotos.com/imagelibrary/dairy/slides/feta_cheese.jpg
- Site web 8: (<https://cdn.tasteatlas.com/Images/Ingredients/146146f2156042469baa42faf077d960.jpg?mw=1300>)

- Site web 9: <https://cdn.tasteatlas.com/Images/Ingredients/267b67f9008543729898c7ba7a31d109.jpg?mw=1300>
- Site web 10: <https://cdn.tasteatlas.com/images/ingredients/e98200354bf44c67a49aa0b425d294a3.jpg?mw=1300>
- Site web 11: <https://tvchoumicha.tumblr.com/post/84312874272>
- Site web 12: <https://chefsimon.com/gourmets/sousoukitchen/recettes/jben-fromage-frais-marocain>
- Site web 13: (www.tsiwant.centerblog.net/7-laklila).
- Site web 14: [https://www.google.com/search?q=d%27une+plante+%C3%A9pineuse+sauvage+\(Cynara+humilis\),&sxsrf=ALeKk02pgCI-nmYvcD28i8B5kwL0TJv92g:1622037968254&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=EfqF3gh2qYk02M%252C4CsHsEehMQI M%252C &vet=1&usg=AI4 -kTlsUO1TozqzCB3krL4ABGDuC8gHg&sa=X&ved=2ahUKEwjmmqOnwufwAhUmhP0HHT XDbYQ9QF6BAgSEAE&biw=1024&bih=657#imgrc=EfqF3gh2qYk02M](https://www.google.com/search?q=d%27une+plante+%C3%A9pineuse+sauvage+(Cynara+humilis),&sxsrf=ALeKk02pgCI-nmYvcD28i8B5kwL0TJv92g:1622037968254&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=EfqF3gh2qYk02M%252C4CsHsEehMQI M%252C &vet=1&usg=AI4 -kTlsUO1TozqzCB3krL4ABGDuC8gHg&sa=X&ved=2ahUKEwjmmqOnwufwAhUmhP0HHT XDbYQ9QF6BAgSEAE&biw=1024&bih=657#imgrc=EfqF3gh2qYk02M)
- Site web 15: [https://www.google.com/search?q=d%27artichaut+\(Cynara+scolymus\),&sxsrf=ALeKk0110cKCyRYOaWcfnJSZNpMTVAcfw:1622038336377&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjRzOfWw-fwAhULh_0HHQADAnIQ AUoAXoECAEQAw&biw=1024&bih=657#imgrc=FymHQxY9DeeKsM](https://www.google.com/search?q=d%27artichaut+(Cynara+scolymus),&sxsrf=ALeKk0110cKCyRYOaWcfnJSZNpMTVAcfw:1622038336377&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjRzOfWw-fwAhULh_0HHQADAnIQ AUoAXoECAEQAw&biw=1024&bih=657#imgrc=FymHQxY9DeeKsM)
- Site web 16: https://www.google.com/search?q=des+graines+de+courge&sxsrf=ALeKk009RUhdqQ2Y2KNozMg2uLnWnAMHHw:1622038826387&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwic0bvAxefwAhX2_7sIH6sCcMQ AUoAXoECAEQAw&biw=1024&bih=657#imgrc=C2eCUpg1al56X

Annexes

Full Length Research Paper

Sensory, microbiological and physico-chemical characterization of *Kiila*, a traditional cheese made in the south-west of Algeria

Benamara R. N.^{1,2}, Gemelas L.³, Ibri K.², Moussa-Boudjemaa B.¹ and Demarigny Y.^{3*}

¹Laboratory of Microbiology Applied to Agribusiness, Biomedical and Environmental (LAMAABE), Faculty of SNV/STU, University of Tlemcen, 13000 Tlemcen, Algérie.

²Departement of Agronomy, Faculty of Natural and Life Sciences, University of Mascara, BP 305 Pole Sidi Said, Mascara 29000, Algérie.

³Bioengineering and Microbial Dynamic at Food Interfaces (Associated team n°3733 (BioDyMIA), University of Lyon 1- ISARA Lyon), Isara-Lyon, Agrapole-23 rue Jean Baldassini, F-69364 Lyon Cedex 07, France.

Received 9 August, 2016; Accepted 7 September, 2016

Kiila, an Algerian cheese produced in steppe and mountainous areas, is proving increasingly popular with consumers. It is traditionally made with ewe, goat or cow milk, leading to a product with high dry matter content (> 90%). In this work, we have characterized three different *Kiila* cheeses made with the three different milks using physico-chemical and microbiological parameters. A triangle test was also performed on naive consumers, and the three types of *Kiila* were clearly distinguished by sensory analysis. They exhibited distinct features, in particular very low A_w (< 0.5) and pH values (< 4.5) preserving them from pathogens. Lactobacilli and enterococci were counted at low levels (< 4 log (cfu)/g) as well as some spore-forming bacteria (< 3 log (cfu)/g). Colonies were picked from MRS and BEA media. They were identified by sequencing and characterized on their ability to produce lactic acid and using REP-PCR. *Lb plantarum* was the main species isolated, followed by *Pedococcus pentosaceus*, *Leuconostoc pseudomesenteroides* and *Lactobacillus fermentum*. The *Enterococcus* genus was dominated by *Ec durans*, *Ec faecium* and *Ec hirae*. Among these two main populations, different subgroups were observed by means of the REP-PCR profiles and the lactic acid production of the isolates. Some strains were found in two and even three cheeses. We suppose that these microbes are representative of the environmental context in which *Kiila* is produced.

Key words: *Kiila*, lactic acid bacteria, Algerian traditional cheese, *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus*.

INTRODUCTION

The cheeses were developed to preserve and even improve the biochemical properties of milk over time: vitamins, essential fatty acids, amino acids, minerals (Hill

and Kethireddipalli, 2013). Although most cheeses are made with cow milk, in some regions such as Mediterranean countries, ewe, goat and even camel and

Physico-chemical characterization and microbiological quality evaluation of *klila*, an artisanal hard dried cheese from Algerian's arid areas: Preliminary study

Caractérisation physicochimique et qualité microbiologique du *klila* : un fromage traditionnel sec des régions arides d'Algérie : Etude préliminaire

A. MERIBAI¹, R. JENIDI², Y. HAMMOUCHE¹, A. BENSOLTANE³

¹Laboratory of Characterization and Valorization of Natural Products (LCVNP), Faculty of Nature and Life Sciences, Earth and Universe (SNV-STU), University of El Bachir El-Ibrahimi, Bordj Bou Arreridj (34000), Algeria.

²Faculty of Nature and Life Sciences, Earth and Universe (SNV-STU), University of El Bachir El-Ibrahimi, Bordj Bou Arreridj (34000), Algeria.

³Laboratory of Food and Industrial Microbiology - Faculty of Biological Sciences- University of Oran, Algeria.

*Corresponding author: hic.mer71@gmail.com

Abstract - *Klila* is an artisanal hard dried cheese, made from bovine, ovine or goat milk. This study aimed to evaluate physico-chemical and microbiological quality of twenty one *Klila* samples, including seven samples prepared from cow's milk (V), seven from goat's milk (Ch) and seven from sheep's milk (Br), collected from various livestock farms in Bibans arid areas, in Bordj Bou-Arreidj region, North-eastern Algeria. Results Physicochemical tests gave average pH of 4,47, average acidity: 27,71°D, conductivity : 01,095 ms/cm, dry matter: 35,03% and ash : 0,34%. Microbiological analyzes average fecal flora ($1,24 \times 10^3$ CFU / g), fecal coliforms (0,84 CFU/g), indol- floras (0,32), fecal Streptococci (2,130 CFU/g). Conclusion: If sample's hygiene levels were acceptable, exploration of lactic acid floras, protein and fat rates are desirable.

Keywords: *Klila*, Physico-chemicals Analysis, Bacteriological quality, Fecal flora, Streptococci.

Résumé - *Klila* est un fromage traditionnel dur, fabriqué à base de lait de vache, de brebis ou de chèvre. L'objectif de l'étude est d'évaluer les qualités physico-chimiques et microbiologiques d'un effectif de vingt et un échantillons de *Klila* dont sept sont préparés à base de lait de vache (V), sept de chèvre, (Ch) et sept de brebis (Br), collectés dans différentes fermes d'élevage de la région aride des Bibans, wilaya de Bordj Bou-Arreidj, Nord-Est algérien. Les tests physicochimiques ont donné des pH moyens de l'ordre de 4,47, une acidité moyenne de 27,71°D, une conductivité de 1,095 ms/cm, la matière sèche étant de 35,03% et le taux de cendres de 0,34%. Les analyses bactériologiques ont donné des charges moyennes en flore aérobie mésophile de $01,24 \times 10^3$ UFC/g, les coliformes fécaux étant de 0,84 UFC/g, les flores indologènes de 0,32 et les streptocoques fécaux de 2,13 UFC/g. Conclusion: Si les niveaux d'hygiène des échantillons se sont avérés acceptables, l'exploration des charges en flores lactiques et la détermination des taux de protéines et de matières grasses restent néanmoins souhaitables.

Mots clés: *Klila*, Analyses Physico-chimiques, Qualité microbiologique, Coliformes fécaux, Streptocoques.