

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université de Ghardaïa**



**Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre**

**Département de Biologie**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

En : Sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie appliquée

Par : ATIETALLH Aicha

ZEKRI Rebha

**Thème**

**Caractérisation des paramètres physico-chimiques et la qualité microbiologique d'un produit traditionnel *Klila* de la région de Ghardaïa**

Soutenu publiquement, le **11/06/2023**, devant le jury composé de:

M BAKELLI Aissa	Maitre de conférences B	Univ. Ghardaia	Président
Mme BENZETTA Hanane	Maitre de recherche B	Centre de recherche CRAPast	Directeur de mémoire
Melle DJEMOUAI Nadjette	Maitre de conférences B	Univ. Ghardaia	Co-Directeur de mémoire
Melle BAALI Faiza	Maitre de conférences B	Univ. Ghardaia	Examinatrice

**Année universitaire: 2022/2023**

## ***Remerciements***

Avant tout, nous remercions Allah, le tout puissant de nous donner la force, le courage, la santé et la patience pour pouvoir accomplir ce travail.

Nous désirons exprimer notre profonde et vive reconnaissance à Mme BENZETTA Hanane. Qui a accepté d'encadrer ce mémoire, qui nous guide par ses précieux conseils et suggestions pertinentes. Veuillez trouver ici, l'expression de nos profonds respects et mes sincères remerciements. Son aide et sa disponibilité ont été précieuses.

Nos sincères remerciements vont également à Melle DJEMOUAI Nadjette. Elle était comme une sœur qui a mis toute sa compétence à notre disposition. Elle était à notre disposition depuis le début et au cours de chaque étape de ce mémoire. Elle était d'un grand soutien pour nous pour ces directives et conseils judicieux et pour son suivi régulier, Merci.

Toutes nos expressions de respect à M BAKELLI Aissa. Qui nous a fait honneur par sa présence en qualité de président du jury.

Nos sincères remerciements et considérations sont exprimés à Melle BAALI Faiza qui a accepté d'examiner ce travail et de consacrer de son temps pour l'évaluer.

On adresse nos sincères remerciements à tout l'ensemble des membres du laboratoire du Département de la Science de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre de l'Université de Ghardaia.

Sans oublier de remercier tout particulièrement le Laboratoire de Contrôle de Qualité et Suppression des Fraudes d'El Atteuf –CACQE- pour leur aide dans la réalisation de la partie microbiologique de notre étude et le Laboratoire de Contrôle de Qualité de l'Institut National Spécialisé en Formation Professionnelle (INSFP) Mohamed Cherif Msaâdia de Ghardaïa pour leur aide dans la réalisation de la partie physico-chimique de notre étude.

Et afin de fournir un coup de main et de fournir un soin particulier pour faciliter le processus de recherche que nous avons mené, nous remercions vivement M HADJOU Ishak.

## ***Dédicaces***

***Je dédie ce travail à***

***mes parents***

***Abd l'Rezak et Noura***

***Qui ont beaucoup donné et contribué de sorte à m'inculquer la meilleure éducation qui soit. Merci pour vos sacrifices, dévouement et surtout de m'avoir fait autant de confiance.***

***Que Dieu vous bénisse, vous protège et vous garde le plus longtemps avec nous.***

***A mes sœurs:***

***Amira et Amina***

***Sincères affections. Que Dieu vous accorde sa grâce et vous guide dans le droit chemin.***

***A mes frères:***

***Ali, Fares, Salah et Abd l'Djabar.***

***Pour l'amour qui nous unit. Ce travail est également le fruit de vos soutiens.***

***Ce sera gravé en moi éternellement.***

***Aux petits enfants de ma famille :***

***Batoul, Rawnak, Yasmine, Anwar et Rayan***

***L'innocence et les prières qui m'ont accompagné dans ma vie universitaire.***

***A tous mes amies et amis et plus particulièrement celles et ceux que j'ai connus de notre promotion de 2023.***

***A la personne la plus proche de mon cœur ma très chère amie:***

***Mlle HERIAT Aicha pour tout le soutien qu'elle m'a apporté.***

***Que Dieu vous bénisse et de rester toujours à mes côtés.***

***À Ma promotrice Mme BENZETTA.***

***A tous ceux qui m'aiment...***

***♥ATIETALLAH Aicha***

## *Dédicaces*

*C'est avec respect et gratitude que je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et ma sympathie à :*

♥ *Mon très cher Papa : qui m'a encouragé durant toutes mes études qui m'a beaucoup soutenu, merci infiniment pour tout ce que tu as fait et tout ce que tu fais pour moi. Je te dois ce que je suis et que je serai demain.*

♥ *Ma très chère maman : les mots ne peuvent pas exprimer les sentiments que j'éprouve pour toi, merci pour tes sacrifices, ton encouragement et tes conseils, merci d'être à la fois une maman et une sœur.*

♥ *Mes chers frères, merci infiniment pour votre humour, votre soutien et encouragement durant toute cette période.*

♥ *Mes chères sœurs, un grand merci pour votre aide, merci d'être toujours derrière moi tout au long de ce parcours.*

♥ *Mes oncles et tantes.*

♥ *Mes chers cousins et cousines paternels et maternels.*

♥ *A la mémoire de ma grande mère paix à son âme.*

♥ *Mon binôme Aicha.*

♥ *Ma promotrice Mme BENZETTA.*

♥ *A toute personne loin de moi mais toujours présente dans mon cœur.*

♥ *A tous mes camarades de la promotion Microbiologie Appliquée de 2023 et à tous les gens que j'aime et qui m'aiment.*

*Que Dieu vous garde et vous donne une longue vie.*

*ZEKRI Rebha*

## Liste des abréviations

% : Pourcentage  
°C: Degré Celsius  
°D: Degrés Dornic  
ANOVA: Analyse de la variance  
AW: Activité d'eau  
BLBVB: Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant  
Dm: dilution mère  
DO: Densité optique  
E: Escherichia  
EPT: Eau Peptonée Tamponnée  
EDS: Eau Distillée Salée  
FAO: Food and Agriculture Organization.  
FTAM : Flore Aérobie Mésophile Totale  
g: Gramme  
h: Heure  
J.O.R.A: Journal Officiel de la République Algérienne  
Kch1: Klila chèvre 1  
Kch2: Klila chèvre 2  
Kchp: Klila chèvre produit  
Kv1: Klila vache 1  
Kv2: Klila vache 2  
Kvp: Klila vache produit  
L: Litre  
MG: Matière grasse  
Mg: Milligramme  
Min: Minutes  
ml: Millilitre  
Ms: Milli siemens  
N: Normalité  
NPP: Nombre Plus Probable  
PH: Potentiel d'Hydrogène  
S: Seconde  
UFC: Unité formant de colonies  
µg: Microgramme

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Formation du lactose et la structures cycliques	4
<b>Figure 2.</b> Bases de l'industrie de fromagerie	9
<b>Figure 3.</b> Localisation géographique de la ferme Ouled Hadjou d'El Atteuf	15
<b>Figure 4 .</b> Répartition des enquêté selon leurs connaissances de fabrication de <i>Klila</i>	24
<b>Figure 5 .</b> Répartition de la population selon le sexe	25
<b>Figure 6.</b> Répartition de la population questionnée selon l'âge	25
<b>Figure 7.</b> Répartition des enquêtes selon des zones urbaines, rurales et en fermes	25
<b>Figure 8.</b> Répartition de l'utilisation du lait de vache, lait de chèvres et lait de brebis dans la fabrication de <i>Klila</i>	26
<b>Figure 9.</b> Caractéristiques du lait destiné à la fabrication du Lben	26
<b>Figure 10.</b> Caractéristiques du Lben destiné à la fabrication du <i>Klila</i>	27
<b>Figure 11.</b> Répartition de la population questionnée selon l'habitude d'addition de sel ou non ou cour de la fabrication de <i>Klila</i>	27
<b>Figure 12.</b> Mode de consommation du fromage <i>Klila</i>	28
<b>Figure 13.</b> Durée de conservation du fromage <i>Klila</i>	29
<b>Figure 14.</b> Répartition de la population questionnée selon le mode et le moyen de conservation	29
<b>Figure 15.</b> pH du lait de vache et du lait de chèvre	30
<b>Figure 16.</b> Valeurs du pH du fromage <i>Klila</i>	31
<b>Figure 17.</b> Densité du lait de vache et du lait de chèvre	31
<b>Figure 18.</b> Conductivité du lait de vache et du lait de chèvre	32
<b>Figure 19.</b> Acidité titrable du lait de vache et du lait de chèvre	32
<b>Figure 20.</b> Valeurs de l'acidité titrable du fromage <i>Klila</i>	33
<b>Figure 21.</b> Teneur en cendres du lait bovin et du lait caprin	33
<b>Figure 22.</b> Taux des cendres du fromage <i>Klila</i>	34
<b>Figure 23.</b> Teneur en matière sèche du lait bovin et du lait caprin	34
<b>Figure 24.</b> Valeurs de la matière sèche <i>Klila</i>	35
<b>Figure 25.</b> Matière grasse du lait bovin et du lait caprin	35
<b>Figure 26.</b> Valeurs de matière grasse de <i>Klila</i>	36
<b>Figure 27.</b> Résultat de test présomptif dans le bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant (BLBVB) des 3 dilutions de l'Échantillon <i>Klila</i> produite par le lait de vache	38
<b>Figure 28.</b> Test de confirmation de la présence d' <i>E. coli</i> montrant la présence de l'indole traduit par l'anneau rouge	38
<b>Figure 29.</b> Description des propriétés mécaniques et géométriques du fromage <i>Klila</i>	40
<b>Figure 30.</b> Description des odeurs et saveurs du fromage <i>Klila</i>	41
<b>Figure 31.</b> Répartition des dégustateurs selon le fromage préféré	41

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Composition moyenne du lait entier	<b>2</b>
<b>Tableau 2.</b> Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre	<b>3</b>
<b>Tableau 3.</b> Composition lipidique des différents types de lait	<b>3</b>
<b>Tableau 4.</b> Composition minéralogique du lait de vache	<b>5</b>
<b>Tableau 5.</b> Teneur moyenne en vitamines du lait cru	<b>6</b>
<b>Tableau 6.</b> Flore originelle du lait cru	<b>8</b>
<b>Tableau 7.</b> Quelques fromages similaires au fromage <i>Klila</i> dans le monde	<b>14</b>
<b>Tableau 8.</b> Site de prélèvement et caractéristiques des élevages	<b>16</b>
<b>Tableau 9.</b> Date de prélèvement et temps de conservation des échantillons	<b>17</b>
<b>Tableau 10.</b> Paramètres physicochimiques des laits analysés par LactoScan	<b>30</b>
<b>Tableau 11.</b> Résultats du dénombrement des principaux groupes microbiens dans le lait de vache et de chèvre	<b>36</b>
<b>Tableau 12.</b> Résultats du dénombrement des principaux groupes microbiens dans le lait de chèvre et ses dérivés	<b>36</b>
<b>Tableau 13.</b> Tableau récapitulatif montrant les résultats du dénombrement par la méthode du NPP pour la recherche d' <i>E. coli</i>	<b>39</b>

## Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Synthèse bibliographique</b>	
<b>CHAPITRE I. APERCU GENERALE SUR LE LAIT</b>	<b>2</b>
1.1. Définition du lait	2
1.2. Composition du lait	2
1.2.1. Eau	3
1.2.2. Matière grasse	3
1.2.3. Protéine	4
1.2.4. Lactose	4
1.2.5. Minéraux	5
1.2.6. Vitamines	5
1.2.7. Enzymes	5
1.3. Caractéristiques de lait de vache et lait de chèvre et quelque autres espèces	6
1.3.1. Couleur	6
1.3.2. Odeur	6
1.3.3. Saveur	6
1.3.4. Viscosité	7
1.4. Critère physicochimique du lait	7
1.4.1. Densité	7
1.4.2. Point de congélation	7
1.4.3. Point d'ébullition	7
1.4.4. Ph	7
1.4.5. Acidité titrable	8
1.5. Caractéristiques microbiologiques du lait	8
1.5.1. Microflore originelle	8
1.5.2. Flore de contamination	8
<b>CHAPITRE II. FROMAGE</b>	<b>9</b>
2.1. Définition du fromage	9
2.2. Technologie des fromages	9
2.2.1. Coagulation	10
2.2.1.1. Coagulation acide	10
2.2.1.2. Coagulation par la présure	10
2.2.1. Coagulation mixte	10
2.2.2. Egouttage	11
2.2.3. Salage	11
2.2.4. Affinage	11
2.3. Différents types de fromages	11
2.3.1. Fromages affinés	11
2.3.2. Fromage affiné aux moisissures	11
2.3.3. Fromage frais ou non affiné	11
2.3.3.1. Fromage frais	12
2.4. Fromages traditionnels Algériens	12
2.4.1. Bouhezza	12
2.4.2. Lbaa (colostrum)	12
2.4.3. Djben	13
2.4.4. <i>Klila</i>	13
2.4.1. Origine de l'appellation « <i>Klila</i> »	13
2.4.2. Préparation traditionnelle de <i>Klila</i>	13

<b>CHAPITRE III : Matériel et méthodes</b>	<b>15</b>
3.1. Objectifs de l'étude	15
3.2. Zone d'étude	15
3.3. Enquête de fabrication et de consommation du fromage traditionnel <i>Klila</i>	16
3.4. Echantillonnage	16
3.4.1. Source de prélèvement	16
3.5. Fabrication de <i>Klila</i>	17
3.6. Analyses physico-chimiques	18
3.6.1. Détermination des paramètres physicochimiques par LactoScan	18
3.6.2. Détermination du pH	18
3.6.2.1. Pour le lait cru	18
3.6.2.2. Pour le fromage	18
3.6.3. Détermination de la densité du lait cru	18
3.6.4. Détermination de la conductivité du lait cru	18
3.6.5. Détermination de l'acidité titrable	18
3.6.6. Détermination de la matière sèche	19
3.6.7. Détermination du taux de cendres	19
3.6.8. Détermination de la matière grasse	20
3.6.8.1. Pour le lait cru	20
3.6.8.2. Pour le fromage	21
3.7. Analyses microbiologiques du lait de vache/chèvre cru et de fromage	21
3.7.1. Préparation des dilutions	21
3.7.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)	22
3.7.2.1. Pour le lait cru	22
3.7.3. Dénombrement des coliformes fécaux	22
3.7.3.1. Pour le lait cru	22
3.7.3.2. Recherche d' <i>Escherichia coli</i> dans le fromage	22
3.7.4. Recherche des germes pathogènes	22
3.7.4.1. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus a</i> coagulase positif	22
3.7.4.2. Recherche des salmonelles	22
3.8. Analyse sensorielle du fromage	23
3.9. Analyses statistiques	23
<b>Résultats et discussion</b>	<b>24</b>
4.1. Enquête	24
4.1.1. Répartition des enquêtes par leurs connaissances de fabrication de <i>Klila</i>	24
4.1.2. Répartition des enquêtes par sexe	24
4.1.3. Répartition des informateurs selon l'âge	25
4.1.4. Répartition des enquêtes par zones urbaines, rurales et en fermes	25
4.1.5. Type des laits de fabrication de <i>Klila</i>	26
4.1.6. Caractérisation du lait cru utilisé pour la fabrication de <i>Klila</i>	26
4.1.7. Caractéristiques du Lben destiné à la préparation du <i>Klila</i>	27
4.1.8. Salage durant la fabrication	27
4.1.9. Consommation du fromage <i>Klila</i>	28
4.1.10. Conservation du fromage <i>Klila</i>	28
4.1.11. Mode et moyen de conservation	29
4.2. Analyses physico-chimiques du lait et du fromage	30
4.2.1. Paramètres physicochimiques des laits analysés par LactoScan	30
4.2.2. pH	30
4.2.2.1. Pour le lait	30

4.2.2.2. Pour le fromage	30
4.2.3. Densité	31
4.2.3.1. Pour le lait	31
4.2.4. Conductivité	31
4.2.4.1. Pour le lait	31
4.2.5. Acidité titrable	32
4.2.5.1. Pour le lait	32
4.2.5.2. Pour le fromage	32
4.2.6. Cendres	33
4.2.6.1. Pour le lait	33
4.2.6.2. Pour le fromage	33
4.2.7. Matière sèche	34
4.2.7.1. Pour le lait	34
4.2.7.2. Pour le fromage	34
4.2.8. Matière grasse	35
4.2.8.1. Pour le lait	35
4.2.8.1. Pour le fromage	35
4.3. Analyses microbiologiques	36
4.3.1. Coliformes fécaux	37
4.3.1.1. Dans le lait	37
4.3.2. Flore totale aérobie mésophile (FTAM)	37
4.3.2.1. Dans le lait	37
4.3.3. <i>Staphylococcus</i> a coagulase positif	37
4.3.3.1. Dans le lait	37
4.3.3.2. Dans le fromage	37
4.3.4. Salmonella	37
4.3.4.1. Dans le lait	37
4.3.4.2. Dans le fromage	37
4.3.4. <i>Escherichia coli</i>	38
4.3.4.1. Dans le fromage	38
4.4. Caractéristiques sensorielles du fromage <i>Klila</i>	39
4.4.1. Aspect et texture	39
4.4.2. Odeurs et saveurs	40
4.4.3. Test de préférence	41
<b>Conclusion et perspectives</b>	<b>42</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

## Résumé

Les méthodes traditionnelles de fabrication des produits laitiers fermentés se sont transmises de génération en génération. Parmi les nombreux produits laitiers traditionnels, le fromage *Klila* apparaît comme le produit le plus consommé en Algérie. Ce fromage est généralement destiné à la consommation domestique quotidienne. Dans cette étude nous avons effectué des analyses physico-chimiques et microbiologiques des deux types de lait (vache et chèvre) crus utilisés dans la préparation de *Klila*. Ainsi que des autres échantillons de *Klila*. A cet effet, quatre échantillons de *Klila* ont été prélevés dans des zones distinctes de la région de Ghardaïa (Dahayet Ben Dhahoua, Centre-ville).

Les analyses physico-chimiques montrent que le lait de vache et de chèvre sont caractérisés par un pH normal et stable. Le taux en cendres du lait de chèvre est légèrement élevé (1,2%) en le comparant avec celui du lait de vache (0,8%). En plus, l'étude microbiologique a montré que *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, les coliformes fécaux et les FTAM étaient totalement absents dans les deux échantillons de lait étudiés. La *Klila* est caractérisée par un pH acide (4,12 jusqu'à 5,19), une teneur en matière sèche de *Klila* produit à partir de lait de chèvre est (80 jusqu'à 115%) et la teneur en matière sèche de *Klila* produit à partir de lait de vache est de (71 jusqu'à 96%). Alors que, la qualité hygiénique de *Klila* était généralement acceptable et sont conforme aux normes fixées par l'état algérien avec une absence totale des staphylocoques à coagulase + et les *Salmonella*. Cependant, une contamination par des *E. coli* a été enregistrée mais avec une faible charge.

**Mots clés:** Région de Ghardaïa, Lait de chèvre, Lait de vache, *Klila*, Analyses physico-chimiques, Analyses microbiologiques

## Abstract

The traditional methods of producing fermented dairy products have been passed down through generations. Among the various traditional dairy products, *Klila* cheese is the most consumed in Algeria. This cheese is typically used for everyday domestic consumption. In this study, we conducted physicochemical and microbiological analyses of two types of raw milk (cow and goat) used in the production of *Klila*, as well as samples of *Klila* itself. For this purpose, four samples of *Klila* were taken from different areas of the Ghardaia region (Dahayet Ben dhahoua, City center). The physicochemical analyses revealed that cow and goat milk have a normal and stable pH. The ash content of goat milk (1.2%) was slightly higher compared to cow milk (0.8%). Furthermore, goat milk exhibited higher titratable acidity (7.5°D) compared to cow milk (3.26°D). However, the microbiological study demonstrated the complete absence of *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, fecal coliforms, and FTAM in both milk samples. *Klila* is characterized by an acidic pH (4.12 to 5.19). The dry matter content of *Klila* produced from goat milk ranges from 80% to 115%, while that of *Klila* produced from cow's milk ranges from 71% to 96%. The titratable acidity of cow milk *Klila* is between 20 and 29.8°D, which is very similar to goat milk *Klila* (20 to 30°D). Overall, the hygienic quality of *Klila* was acceptable and compliant with Algerian standards, with no presence of coagulase-positive staphylococci or *Salmonella*. However, a low level of *E. coli* contamination was detected.

Keywords: Ghardaia region, Goat milk, Cow milk, *Klila*, Physicochemical analyses, Microbiological analyses

## ملخص:

تم تمرير الطرق التقليدية لإنتاج منتجات الألبان المختمرة من جيل إلى جيل. ومن بين العديد من منتجات الألبان التقليدية، يظهر جبن الكليلة كالأكثر استهلاكاً في الجزائر. يتم تصنيع هذا الجبن عادة للاستهلاك المحلي اليومي. في هذه الدراسة، قمنا بإجراء تحاليل فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية لنموذجين من الحليب الخام (البقر والماعز) المستخدمة في تحضير الكليلة، بالإضافة إلى عينات أخرى من الكليلة. ولهذا الغرض، تم جمع أربعة عينات من الكليلة من مناطق متعددة في منطقة غرداية (ضاية بن ضحوى، وسط المدينة).

أظهرت التحاليل الفيزيائية وكيميائية أن كلا من حليب البقر والماعز يتميز بقيمة pH طبيعية وثابتة. يكون محتوى الرماد في حليب الماعز أعلى قليلاً (1.2%) مقارنة بحليب البقر (0.8%). بالإضافة إلى ذلك، أظهرت الدراسة الميكروبيولوجية الغياب الكامل للمكورات العنقودية الذهبية والسالمونيلا والعقيدات البرازية والمتوتنة في العينتين من الحليب المفحوصتين. الكليلة تتميز بقيمة pH حمضية (4.12 إلى 5.19)، مع محتوى المادة الجافة يتراوح بين 80% إلى 115% للكليلة المصنوعة من حليب الماعز ومن 71% إلى 96% للكليلة المصنوعة من حليب البقر. في حين كانت الجودة الصحية للكليلة مقبولة بشكل عام وتتوافق مع المعايير الجزائرية، مع الغياب الكامل للمكورات العنقودية الإيجابية للتخثر والسالمونيلا، تم تسجيل تلوث بواسطة E. coli ولكن بحمولة منخفضة.

كلمات مفتاحية: منطقة غرداية، حليب الماعز، حليب البقر، الكليلة، تحاليل فيزيائية وكيميائية، تحاليل ميكروبيولوجية.

# **INTRODUCTION**

## Introduction

---

Le fromage a toujours été un aliment fiable dans l'alimentation humaine, c'est le résultat de la transformation du lait très ancienne. Il est l'un des premiers moyens de conservation du lait, source précieuse de protéines et de matière première rapidement périssable. Les fromages sont des produits laitiers « vivants » avec la coagulation du lait et l'égouttage ultérieur du caillé n'offrent qu'un minimum de stabilité et de variabilité (**Boutonnier, 2000**).

Selon **Aissaoui Zitoun, (2014)**, il y a au moins dix types de fromages traditionnels de différentes régions du pays qui sont actuellement recensés en Algérie. Les plus connus sont seulement ceux portant les dénominations « Djben » et « *Klila* », probablement très répandus et utilisés dans l'ensemble des pays du Maghreb. D'autres fromages tels que Bouhezza, M'chouna, Medghessa sont répandus dans le Nord-Est de l'Algérie (région des Chaouia), Takemerit, Aoules au Sud et Igounenes au Nord (région Kabyle), parmi les moins connus.

La *Klila* est un fromage traditionnel, préparé à base de L'ben de vache, brebis ou chèvre ou d'un mélange des trois, consommé frais ou sec. Son procédé empirique de fabrication est encore en vigueur et caractérisé par une fermentation spontanée des flores originelles du lait, à température ambiante. Le produit est peut consommer à l'état frais, Après coagulation et égouttage (**Mennaneet al., 2007**), ou pendant plusieurs semaines après séchage (**Boubekri et Ohta, 1996**). Peu de données scientifiques sont disponibles sur les caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques de ce fromage traditionnel. De même, le processus de fabrication du « *Klila* » est mal connu, où il diffère d'une région à l'autre. Dans le but de caractériser le fromage traditionnel *Klila* nous avons adopté une méthodologie fondée qui s'articule autour de quatre axes :

Le premier axe vise à caractériser ce fromage par le biais d'une enquête de terrain dans les wilayas de Ghardaia. Il s'agit de collecter un maximum d'informations sur son procédé de fabrication et d'établir un diagramme de fabrication et de définir sa place socioéconomique.

Le deuxième axe consiste à réaliser des essais de fabrication du fromage traditionnel *Klila* au laboratoire selon son procédé artisanal de fabrication.

Un troisième axe a été nécessaire pour approfondir la caractérisation physicochimique et microbiologique du fromage.

Le quatrième axe est de faire une comparaison entre les différents échantillons étudiés.

# **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

## 1. Aperçu général sur le lait

### 1.1. Définition du lait

Le lait est un liquide laiteux blanc ou opaque, au goût doux et sucré. C'est un aliment complet et sécrété par les glandes mammaires femelles et mâles. Les mammifères femelles se consacrent à fournir la nutrition aux jeunes. Le lait cru est du lait qui n'a pas été transformé (Marcel, 2007). La date limite de vente du lait est le lendemain de la traite. Le lait cru doit être bouilli avant d'être consommé car il est contaminé par des micro-organismes (Alais, 1984).

### 1.2. Composition du lait

Selon Favier (1985), le lait est une source importante de protéines de haute qualité, riche en acides aminés essentiels, en particulier la lysine qui est l'acide aminé optimal pour la croissance et le développement. Par rapport aux autres graisses alimentaires, ses lipides se caractérisent par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte et les acides gras saturés sont beaucoup plus abondants que les acides gras insaturés. Ils contiennent également de grandes quantités de cholestérol et de la vitamine A avec de petites quantités de la vitamine D et vitamine E (Tableaux I et II) (Pougheon et Goursaud, 2001).

**Tableau I.** Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2005)

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89,5
Matières azotés	3,44
Protéines	3,27
Caséine	2,71
Protéines solubles	0,56
Azote non protéique	0,17
Matières grasses	3,5
Lipides neutres	3,4
Lipides complexes	<0,05
Composés liposolubles	<0,05
Glucides	4,8
Lactose	4,7
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12,8g

**Tableau II.** Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre (**Jensen, 1995**)

Composant	Vache	Femme	Brebis	Chèvre
Protéine	3,4	1,0	2,9	5,5
Caséine	2,8	0,4	2,5	4,6
Lipide	3,7	3,8	4,5	7,4
Lactose	4,6	7,0	4,1	4,8
Minéraux	0,7	0,2	0,8	1,0

### 1.2.1. Eau

L'eau est l'ingrédient le plus important du lait. Une existence de dipôles et le doublet d'électrons libres lui confèrent un caractère polaire. Ce rôle peut former une véritable solution avec des substances polaires telles que les glucides, solutions minérales et colloïdales avec des protéines sériques hydrophiles (**Amiot *et al.*, 2002**).

### 1.2.2. Matière grasse

La matière grasse contient une grande variété d'acides gras (150 différents). Elle présente une forte proportion d'acides gras à chaîne courte. Elles sont absorbées plus rapidement que les acides gras à longue chaîne. Elle présente aussi une teneur élevée en acide oléique (C18:1) et acide palmitique (C16:0). La teneur en acide stéarique (C18:0) est moyenne, les phospholipides représentent moins de 1% des lipides et sont riches en acides gras insaturés. Le lait de vache est plus faible en acides gras essentiels (linoléique C18:2 et linoléique C18:3) par rapport au lait maternel (moyenne 1,6% contre 8,5%) (**Jeantet *et al.*, 2008**). Le Tableau III montre la composition du lait cru de vache et de chèvre en matières grasses.

**Tableau III.** Composition lipidique des différents types du lait (**Chilliard, 1996**)

Composition (%)	Chèvre	Vache
Triglycérides	95	98
Glycérides partielles	3	0,5
Cholestérol	0,4	0,4
Phospholipides	1	0,9
Acides gras libres	0,6	0,4

### 1.2.3. Protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au fonctionnement normal des organismes vivants. Elles se composent d'une proportion importante (3 à 4 %) de lait et de produits laitiers. Le lait contient les protéines solubles en particulier la  $\beta$ -lactoglobuline, le lactosérum et les protéines sont en suspension colloïdale comme le cas de la caséine (**Leonil *et al.*, 2013**).

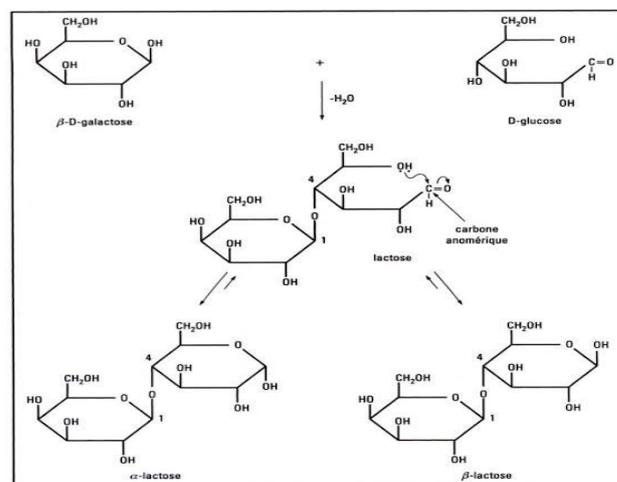
La caséine représente près de 80% de toutes les protéines du lait ruminant (soit 25-28 g/l). Elles sont des phosphoprotéines regroupées sous la forme sphères appelées "micelles". Dans un litre de lait, il y a environ  $1,14 \times 10^{17}$  micelles caséine environ 50 à 500 nm de diamètre (**Leonil *et al.*, 2013**). Selon **Janet *et al.* (2007)**, le lait contient 3,2 à 3,5% de protéines, réparties en deux partitions différentes; la caséine précipitée à pH 4,6 représentait 80% de la protéine totale. Les protéines sériques solubles à pH 4,6 représentent 20 % des protéines totales.

### 1.2.4. Lactose

Le lactose est le glucide le plus important dans le lait représentant environ 40% des solides totaux. D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose qui peuvent provenir de l'hydrolyse du lactose (**Mathieu, 1999**).

Le lactose est un disaccharide formé de l'union de deux monosaccharides, le D-glucose et le D-galactose par une liaison glycoside C1(B)-C4. Parce que le carbone asymétrique (carbone 1) du D-glucose ne fonctionne pas dans une liaison glycosidique. Le lactose est un sucre réducteur qui peut exister sous deux formes cycliques: la forme alpha-lactose et la forme bêta-lactose (Figure 1) (**Vignola, 2002**).

Ces deux formes cycliques ont des propriétés physiques différentes telles que le pouvoir sucrant et le pouvoir rotatoire. Le pouvoir rotatoire est la capacité d'un composé possédant des carbones asymétriques de faire dévier le plan de la lumière polarisée (**Ghaoues, 2011**).



**Figure 1.** Formation du lactose et la structure cyclique (**Vignola, 2002**)

### 1.2.5. Minéraux

Selon **Gaucheron (2004)**, le lait contient un grand nombre de minéraux. Les principaux minéraux sont le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium cations, anions phosphate, chlorure et citrate (Tableau IV).

**Tableau IV.** Composition minéralogique du lait de vache (**Jeantet *et al.*, 2007**)

Éléments minéraux	Concentration (mg.kg-1)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

### 1.2.6. Vitamines

Les vitamines fonctionnent comme cofacteurs dans les réactions et les échanges enzymatiques à l'échelle des membranes cellulaires. Elles sont des composants biologiquement essentiels à la vie (**Vignola, 2002**). Les corps humains sont incapables de les synthétiser, un ensemble de vitamines est les vitamines hydrosolubles à quantité constante (vitamines B et C), tandis que l'autre groupe est les vitamines non hydrosolubles. Les vitamines liposolubles (A, D, E et K), (Tableau V) (**Jeantet *et al.*, 2008**).

### 1.2.7. Enzymes

Selon **Pougheon (2001)**, les enzymes sont des composés organiques d'origine protéique qui sont produits par des cellules ou des organismes vivants et agissent comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Soixante enzymes primaires ont été répertoriées dans le lait, la majorité se trouve dans la membrane des globules gras. Le lait contient également de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries), qui produisent des enzymes ce qui rend difficile la distinction entre les substances natives et étrangères. La majorité des enzymes du lait de chèvre sont des estérases qui comprennent les protéases, les phosphatases alcalines et les lipases. Il est important de se rappeler que le lait de chèvre contient environ trois fois moins de phosphatase alcaline que le lait de vache (**Veisseyre, 1975**).

**Tableau V.** Teneur moyenne en vitamines du lait cru (**Amiot *et al.*, 2002**)

<b>Vitamines</b>	<b>Teneur moyenne</b>
<b>Vitamines liposolubles</b>	
Vitamine A (+carotènes)	40pg/100ml
Vitamine D	2,4pg/100ml
Vitamine E	100 pg/100ml
Vitamine K	5pg/100ml
<b>Vitamines hydrosolubles</b>	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45pg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175 pg/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50pg/100ml
Vitamine B12 (cyanocobalamine)	0,45 pg/100ml
Niacine et niacinamide	90pg/100ml
Acide pantothénique	350 pg/1 00ml
Acide folique	5,5 pg/1 00ml
Vitamine H (biotine)	3 ,5pg/1 00ml

### **1.3. Caractéristiques organoleptiques du lait**

La couleur, l'odeur et la saveur sont toutes caractéristiques de la qualité organoleptique (**Fredot, 2005**).

#### **1.3.1. Couleur**

Le lait est blanc foncé en grande partie à cause du matériau grasse. Il contient du pigment de carotène (le bovin convertit le B-carotène en vitamine A directement dans le lait) (**Fredot, 2005**).

#### **1.3.2. Odeur**

L'odeur est caractéristique du lait due à la matière d'huile qu'il contient qui élimine les odeurs animales. Ils sont liés à l'ambiance de la traite, nourriture et conservation (lait acidifié à l'acide lactique lui donnant un goût amer) (**Vierling, 2003**).

#### **1.3.3. Saveur**

Le goût du lait nature frais est délicieux. Le lait chauffé (pasteurisé, bouilli ou stérilisé) a un goût légèrement différent du lait cru. Le lait retenu et le lait mammite sont en général plus ou moins salés.

La nourriture des vaches avec certaines plantes d'ensilage donne des saveurs inhabituelles, en particulier l'amertume, ce qui peut être conféré au lait. L'amertume se produit également dans le lait en raison de la prolifération bactérienne provenant de certaines sources non humaines (Thieulin et Vuillaume, 1967). Le goût sucré du lactose est équilibré par le goût salé, tous les deux sont régulés par des protéines (Thieulin *et al.*, 1967; Kebchaoui, 2013).

#### 1.3.4. Viscosité

La viscosité du lait varie selon les espèces animales. Rhéostat (2010) a montré que la viscosité du lait est une propriété complexe particulièrement affectée en émulsifiant et dissolvant les particules colloïdales. La teneur en matières grasses et en caséine ont l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité est une propriété importante de la qualité du lait, car il existe une relation étroite entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur (Rhéostat, 2010).

#### 1.4. Caractéristiques physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physiques et chimiques utilisées pour l'industrie laitière sont le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (Amoît *et al.*, 2002).

##### 1.4.1. Densité

La densité d'un liquide est une quantité sans dimension qui exprime le rapport de la densité d'un liquide à un liquide. La masse d'un volume donné de liquide est considéré sur la masse du même volume d'eau. La densité du lait à 15°C est en moyenne de 1,032 (1,028-1,035). C'est le résultat de la densité de chaque ingrédient du lait et la graisse est le seul ingrédient de densité inférieure à 1 (Vignola, 2002).

##### 1.4.2. Point de congélation

Le point de congélation du lait est généralement exprimé en degrés Hortvet (H). Il est la température de transition liquide-solide et c'est l'une des constantes les plus importantes. Le point de congélation varie entre -0,51 et -0,55°C (Mathieu, 1998; Kebchaoui, 2013).

##### 1.4.3. Point d'ébullition

Le point d'ébullition est défini comme la température atteinte lorsque la pression sur la substance ou la solution est égale à la pression appliquée. Le point d'ébullition du lait est juste au-dessus du point d'ébullition de l'eau qui est de 100,5°C (Vignola, 2002).

##### 1.4.4. pH

Le pH du lait varie d'une espèce à l'autre (Alais, 1984). Le pH du lait de vache est en général entre 6,5 et 6,7 (Goursaoud, 1985). Les pH qui sont inférieurs à 6,5 et supérieurs à 9,6 sont considérés anormaux (Vignola, 2002).

### 1.4.5. Acidité titrable

L'acidité titrable (AC) indique le niveau de formation d'acide lactique. Le lait frais a un titrage AC de 16 à 18° Dornic (°D). Le lait à une température ambiante, il s'acidifie spontanément progressivement (Mathieu, 1998).

## 1.5. Caractéristiques microbiologiques du lait

Lorsque le lait est produit dans des conditions idéales à partir d'un animal en bonne santé, il ne contient que  $10^3$  germes par millilitre de microorganismes. En plus, il existe également des bactéries streptococciques lactiques (*Lactococcus* et *Lactobacillus*) qui se trouvent dans les canaux galactophores et du pis. Des composés inhibiteurs appelés "lacténines" protègent le lait cru des bactéries, mais leur activité n'est que temporaire (environ 1 h) (Guiraud, 1998).

### 1.5.1. Flore originelle

La flore originelle retrouvée dans les produits laitiers est définie comme l'ensemble des microorganismes découverts dans le lait après qu'il a été versé (Vignola, 2002). Les espèces prédominantes sont majoritairement mésophiles, les microcoques ainsi que les streptocoques lactiques et les lactobacilles sont impliqués. Ces microorganismes plus ou moins nombreux ont une relation étroite avec les aliments et n'ont pas d'impact perceptible sur la production ou la qualité du lait (Tableau VI) (Varnam et Sutherland, 2001 ; Guiraud, 2003).

**Tableau VI.** Flore originelle du lait cru (Vignola, 2002)

Microorganismes	Pourcentage (%)
<i>Micrococcus</i> sp.	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus</i> ou <i>Lactococcus</i>	<10
Gram négative	<10

### 1.5.2. Flore de contamination

Le terme « flore de contamination » fait référence au groupe collectif de microorganismes provenant de diverses sources (y compris les excréments d'animaux, le sol, l'air, l'eau et les manipulateurs) qui contaminent le lait depuis sa récolte jusqu'à sa consommation.

Les principaux pathogènes microbiens liés au lait sont *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* et *Clostridium perfringens* (Vignola, 2002).

## Chapitre 2. Fromage

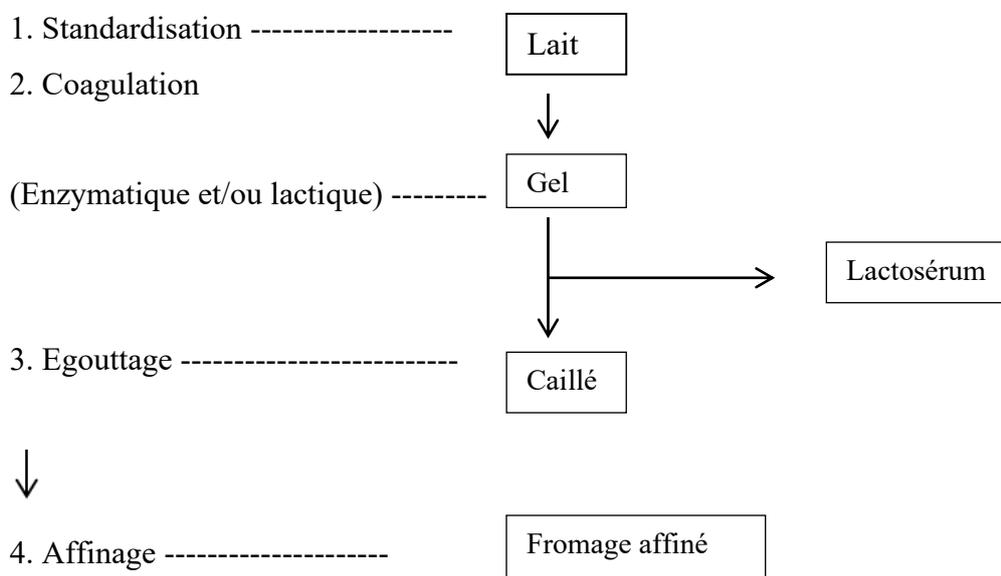
### 2.1. Définition du fromage

Selon le **Codex-283(2011)**, le fromage est un produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans le rapport protéines de lactosérum/caséine ne dépasse pas celui du lait. Il est obtenu par coagulation complète ou partielle des protéines du lait sous l'influence de la présure ou non des facteurs de coagulation appropriés et en drainant le lactosérum résultant de cette coagulation (**La norme FAO/OMS n° A-6 (1978, modifiée en 1990)**).

Il peut également être produit à l'aide de techniques de fabrication qui se traduisent par la coagulation des protéines du lait. La fabrication du fromage implique la concentration de ces protéines (en particulier la caséine), de sorte que la teneur en protéines du fromage est plus élevée que la teneur en protéines du lait utilisé pour la fabrication du fromage (**Jeantet *et al.*, 2008**).

### 2.2. Technologie de production de fromage

Le fromage est le produit obtenu par coagulation du lait suivie d'un égouttage du coagulum. La transformation du lait en fromage comporte quatre étapes essentielles (Figure 2). Dans le cas d'un fromage frais, la fabrication est terminée après l'égouttage (**Parente et Cogan, 2004 ; Yildiz, 2010**).



**Figure 2.** Bases de l'industrie de fromagerie (**Jeantet *et al.*, 2007**)

### 2.2.1. Coagulation

La transformation de la caséine joue un rôle important dans l'élaboration de produits laitiers. Dans tous les cas, il y a coagulation de la caséine « caillage ». Cette coagulation est suivie d'une dégradation plus ou moins importante et elle peut être obtenue de plusieurs manières (**Guiraud, 2003**).

#### 2.2.1.1. Coagulation acide

Selon **Guiraud (2003)**, la coagulation acide est une coagulation sous l'action de la flore lactique, ce qui est le cas du lait fermenté. Le lactose du lait est transformé en acide lactique et la coagulation se produit à pH 4,6. Le coagulant est une poudre qui se désagrège facilement mais qui est très difficile à évacuer. Cette action peut être spontanée ou provoquée par les lactobacilles.

Selon les cas, le fromage est fabriqué à partir de lait cru, traité thermiquement (traitement thermique limité), ou avec du lait pasteurisé. Dans le cas du lait pasteurisé le levain est nécessaire et il sera contrecarré par la flore locale (**De Vos et al., 2009**).

#### 2.2.1.2. Coagulation par la présure

Dans la coagulation enzymatique, plusieurs enzymes protéolytiques d'origine animale (veau, taurillons, porc et poulets), végétale (artichaut et chardon) et microbienne (*Kluyvermyces*, *Mucor miehi*, *Mucor pusills* et *Endothia parasitica*) sont utilisées (**Dalgeish, 1982; Ramet, 1985; Ramet, 1987 et Alais et Linden, 1997**).

L'enzyme la plus utilisée dans la fabrication des fromages est la présure, qui est sécrétée dans la cavité abdominale des jeunes ruminants laitiers. Son mécanisme d'action comporte trois étapes : l'hydrolyse enzymatique de la liaison peptidique pheos-metode de la caséine-K, suivie de l'agrégation des micelles de caséine déstabilisées et de la formation d'un réseau par réticulation et formation d'un gel (**Alais et Linden, 1997; Brule et al., 1997**). Les gels obtenus sont élastiques et peu fracturés par rapport aux gels d'acide lactique, leur solidification est rapide et importante. La porosité est bonne, mais l'imperméabilité est élevée (**Ramet, 1985**).

#### 2.2.1.2. Coagulation mixte

Selon **Guiraud (2003)**, la coagulation mixte est une action combinée de la présure et de la flore lactique. Selon l'effet relatif du procédé, on obtient un caillé aux caractéristiques différentes et qui perd plus ou moins facilement leur eau et leurs sels minéraux, c'est le cas de la plupart des fromages fermentés (**Jeantet et al., 2007**).

### 2.2.2. Egouttage

L'égouttage est un phénomène dynamique, caractérisé par la quantité de lactosérum éliminée au fil du temps. En effet, il affecte les propriétés physiques (pH et AW) et chimiques du caillé, qui à leur tour affectent l'affinage du fromage (**Weber, 1997**). Le processus d'égouttage est lié à des facteurs directs correspondant à des traitements de types mécanique et thermique, des facteurs indirects (acidification et coagulation enzymatique) et des facteurs liés à la matière première (richesse en caséine laitière, en protéines solubles et en matière grasse) (**Ramet 1986 et 1997**).

### 2.2.3. Salage

Le salage se fait de différentes manières, en saupoudrant le caillé de sel, en l'immergeant dans de la saumure ou en le frottant avec un chiffon salé (**Hui, 1992**). Le salage a un triple rôle: il complète le séchage et contribue à la formation de la croûte ; il régule l'activité de l'eau (Aw) du fromage et ainsi favorise, ralentit ou oriente le développement des microorganismes et des activités enzymatiques au cours de l'affinage. Il relève le goût, exalte l'arôme des fromages et masque ou exalte le goût de certaines substances qui se forment lors de l'affinage.

### 2.2.4. Affinage

Selon **Bennett et Johnston (2004)**, l'affinage est l'étape la plus complexe dans la fabrication de fromages affinés. Ce dernier dépend de chaque caractéristique physicochimique ou microbiologique du fromage. Cette étape correspond à un ensemble d'hydrolyse enzymatique simultanée ou séquentielle du caillé. Les résultats sont en trois phénomènes biochimiques qui sont : la fermentation du lactose, la protéolyse et l'hydrolyse des lipides (**FAO, 1995**).

## 2.3. Différents types de fromages

Selon les normes **FAO/OMS (1978)**, les fromages sont classés comme suit :

**2.3.1. Fromages affinés** sont ceux qui ne sont pas prêts à être consommés immédiatement après leur production. Ils doivent être conservés pendant un certain temps à la température et dans les conditions nécessaires pour que les changements biochimiques et physiques caractéristiques du fromage se produisent.

**2.3.2. Fromage affiné aux moisissures** est un fromage dont l'affinage est essentiellement dû à l'apparition de moisissures caractéristiques sur la masse et/ou la surface du fromage.

**2.3.3. Fromage frais ou non affiné** est un fromage prêt à être consommé immédiatement après sa production. D'après **Guiraud (2003)**, il existe plusieurs types de fromages dans cette catégorie à savoir :

**2.3.3.1.** Fromage frais: il s'agit d'un fromage égoutté obtenu par centrifugation ou filtration. Il est essentiellement fermenté à l'acide lactique (la présure peut agir légèrement) et non affiné. Il est fabriqué à partir de lait pasteurisé (sauf exceptions) et conservé à basse température (par exemple petit suisse, demi-sel).

- Fromages à pâte molle: obtenus par l'action de la présure, l'affinage se fait après fermentation lactique, mais la pâte n'est ni cuite ni pressée: l'égouttage est lent et se fait par simple découpage et parfois brassage. La conservation est améliorée par le froid (**Chollet, 1951**).
- Fromage à pâte pressée: fromage obtenu par l'action de la présure, l'affinage se fait après fermentation lactique et il est obtenu par découpage et égouttage du caillé, brassage et pressage. L'humidité est moyenne (45-50% pour les fromages non chauffés) ou faible (35-40% pour les fromages non chauffés ou fortement brassés). La durée de conservation s'améliore à des températures plus basses (**Androuet, 1971**).
- Fromage fondu: fromage fondu présente une pâte pressée.

## **2.4. Fromages traditionnels Algériens**

### **2.4.1. Bouhezza**

Le fromage « Bouhezza » est un fromage fermenté traditionnellement fabriqué dans la région orientale de l'Algérie à Oum El Bouaghi, Khenchella, Batna, Souk Ahras et Tébessa (**Soukehal, 2011; Medjoudj, 2018**). Ces régions étaient autrefois réputées pour l'élevage extensif de chèvres et de moutons. En effet, « Bouhezza » était à l'origine transformée à partir de lait de chèvre ou de brebis mais de nos jours, il semble que la tendance soit à l'utilisation du lait de vache (**Soukehal, 2011**). Le salage, l'égouttage et l'affinage de la « Bouhezza » se déroulent simultanément dans la « Chekoua », une hutte traitée aux tanins pendant trois à quatre mois. Pendant la période d'affinage, le sel et le « Lben » sont ajoutés au contenu de la « Chekoua ». Au moment de la consommation, le fromage est malaxé avec de la poudre de piment rouge, ce qui lui donne une caractéristique particulière du fromage (**Soukehal, 2011**).

### **2.4.2. Lbaa (colostrum)**

Le colostrum est sécrété par la mamelle juste avant la naissance du jeune mammifère et pendant plusieurs jours après, avant la production de lait. C'est un liquide visqueux de couleur jaune orangé, imbuvable pour l'homme et nocif pour la production de lait. Il est riche en protéines notamment en immunoglobulines, en vitamine A, en calcium et en fer, mais pauvre en matières grasses et en lactose (**Christian, 2013**).

### 2.4.3. Djben

La production de fromage traditionnel « Djben », habituellement fabriqué avec du lait cru de brebis s'effectue par voie de fermentation végétale par l'utilisation d'une plante (*Cynara cardunculus* L.). Ces techniques de fermentation végétale s'apparentent à celles utilisées dans certaines régions Sud Méditerranéennes à l'instar de l'Andalousie en Espagne (Soukehal, 2011). On peut également mentionner un autre fromage fabriqué à Kabylie, l'"Aghoughlou". Il s'agit d'un fromage obtenu à partir du lait frais de vache ou de chèvre avec une pressurisation par la sève du figuier (Benkeroum et Tamimee, 2004).

### 2.4.4. Klila

Les hommes procédaient à la traite des mammifères et c'est probablement lors des tentatives de stockage du surplus de lait qu'apparurent les premiers caillés qui deviendront plus tard du fromage. Depuis lors, les peuples, ainsi que les nations, n'ont cessé de faire avancer le processus. En Algérie, il existe plusieurs variétés de fromages traditionnels. Le fromage *Klila* est connu, fabriqué et consommé en Algérie depuis l'Antiquité jusqu'à aujourd'hui dans de nombreuses régions d'Algérie. Cependant malgré sa popularité et son importance culturelle, il a malheureusement été très peu étudié.

#### 2.4.1. Origine de l'appellation «Klila»

Le nom « *Klila* » est utilisé depuis l'Antiquité par les Berbères autochtones d'Algérie. Il vient très probablement du mot berbère « *Ikil* » qui signifie lait caillé. Chez les "Chaouis" (population berbère habitant les régions situées dans et entourées par les monts Aurès, Algérie), quand le lait caille, on dit "T'kellel". En Kabylie, le lait qui caille spontanément par temps chaud est appelé « *Tiklitt* » (Leksir, 2018).

#### 2.4.2. Préparation traditionnelle de *Klila*

Le fromage *Klila* est obtenu par un chauffage relativement modéré du "Lben" jusqu'à l'obtention du caillé et la séparation d'un lactosérum clair jaune verdâtre "El mis". Le caillé est égoutté spontanément, le fromage obtenu est consommé frais ou après séchage. Du fromage allégé séparé du « *El mis* » est étalé pour sécher au soleil ou sur les bandes de toit des tentes (Chaker, 1986).

Leksir et ses collaborateurs décrivent "*Klila*" comme le produit obtenu après caillage du lait, puis il a baratté, cuit et pressé légèrement. Il est consommé frais ou sec. Ce produit était commercialisé par les tribus nomades sahariennes sur les marches du "Tell". Cependant, pour l'alimentation des caravanes, on produisait du fromage de chèvre sec et dur comme des pierres. Dans certaines tribus, ils l'écrasent et le mélangent avec de la farine de céréales, le tout réduit avec du lait ou de l'eau (Leksir et al., 2019).

La fabrication de *Klila* tourne essentiellement sur du lait cru, laissé fermenter spontanément (24 à 48 h) pour donner le lait coagulé appelé « Raib ». Ces derniers subissent un barattage mécanique avec l'ajout d'eau pour séparer la matière grasse "Zebda" du lait acidulé "Lben". Dans une dernière étape, Lben est chauffé modérément jusqu'à la précipitation de la phase solide (*Klila*). Le précipité (le *Klila* frais) est filtré sur mousseline "Chache". Nous avons illustré dans le Tableau VII quelques fromages similaires au fromage *Klila* dans le monde.

**Tableau VII.** Quelques fromages similaires au fromage *Klila* dans le monde (**Leksir et al., 2019**)

<b>Fromages similaires</b>	<b>Pays fabricant</b>
Le Jameed	Jordanie, Arabie Saudite, Yemen, Syrie et Irak
Le Chahana	Inde et Bangladesh
Le Chhuga (Chhurpi)	Nepal
Le Trachanas	Chypre
Le Kishk	Moyen Orient ; Qatar, Syrie, Egypte et Liban
Le Muktagachar Monda	Bangladesh
Le Öröm	Mongolie
Le Pastillas De Leche	Philippines
L'Ayib	Ethiopie
L'Arish	Egypte
Le Tikkamarin	Afghanistan
L'Ahaggar	Niger

# **MATERIEL ET METHODES**

### 3. Matériel et méthodes

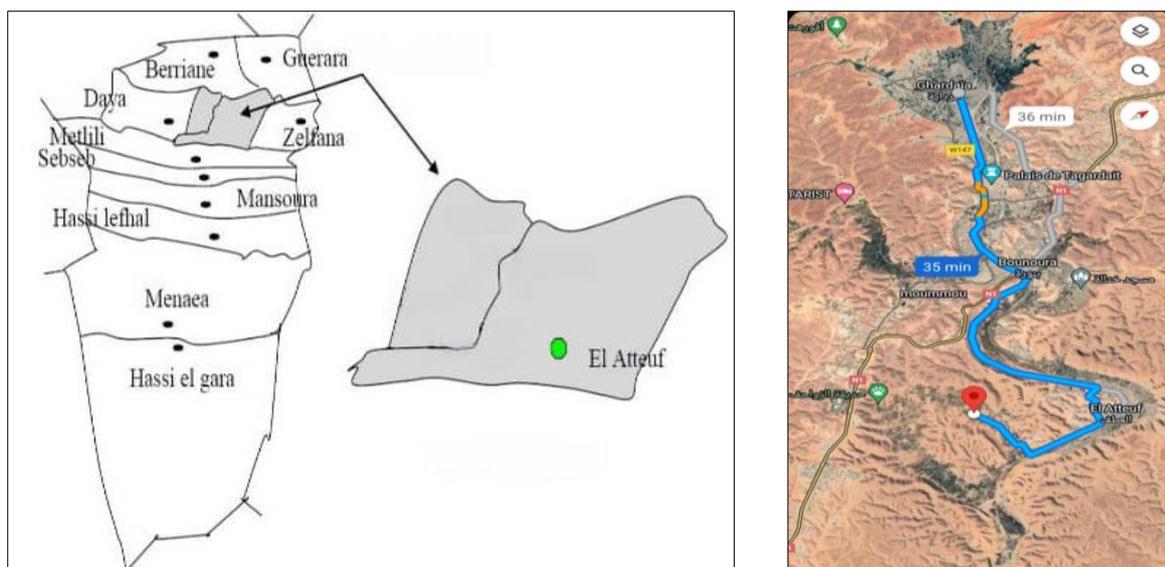
#### 3.1. Objectifs de l'étude

L'objectif de ce travail est de contrôler la qualité physicochimique et microbiologique du lait de vache, lait de chèvre et le fromage traditionnel "Klila". Dans cette étude, nous avons utilisé deux (02) échantillons de lait cru (vache et chèvre) avec six (06) échantillons de fromage traditionnel algérien « Klila». La collecte de nos échantillons a été réalisée exclusivement dans la région de Ghardaia. Nous avons acheté certains échantillons du marché afin de les étudier et de les analyser alors que d'autres ont été fabriqués traditionnellement à partir de laits de vache et chèvre.

Notre travail a été réalisé au niveau des trois laboratoires; Laboratoire de Biochimie, Département de Biologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre, Université de Ghardaïa; Laboratoire de Contrôle de Qualité de l'Institut National Spécialisé en Formation Professionnelle (INSFP) Mohamed Cherif Msaâdia de Ghardaïa et le Laboratoire de Contrôle de Qualité et Suppression des Fraudes d'El Atteuf-CACQE-.

#### 3.2. Zone d'étude

Notre étude a été réalisée dans la région de Ghardaïa dont nous avons collecté nos échantillons de lait dans une ferme située dans la région d'El Atteuf, qui se situe à l'ouest de Ghardaïa, à 12 km du siège du chef-lieu de la wilaya de Ghardaïa. Cette ferme est située à 32.454348 de longueur et 3.729561 de largeur (Figure 3).



**Figure3.** Localisation géographique de la ferme Ouled Hadjou d'El Atteuf (Benmahamed, 2010)

### 3.3. Enquête de fabrication et de consommation du fromage traditionnel

#### *Klila*

Cette enquête a été réalisée sur sept zones de la région de Ghardaïa (Dahayet Bendhahoua, Ouadnachou, Bouhrawa, El Atteuf, Berriane, Ghardaïa centre-ville et Sidi Abaz) durant la période allant de février 2023 au mai 2023.

Nous avons ciblé 100 individus de deux sexes (hommes et femmes), ils sont âgés entre 40 ans et 90 ans, parmi eux 10 sont des herboristes afin d'accueillir le maximum d'informations sur la pratique de fabrication du fromage *Klila* et d'établir son diagramme de fabrication artisanal. Aussi pour collecter des informations concernant les différentes préparations alimentaires à base de ce fromage traditionnel, nous avons utilisé un questionnaire qui comprend plusieurs questions telles que l'identité des questionnées, les différents types de fromage existant et les types de lait utilisé pour la fabrication de *Klila* (Annexe 1).

### 3.4. Echantillonnage

#### 3.4.1. Source de prélèvement

Les échantillons de lait de vache et de lait de chèvre utilisés proviennent de la région d'El Atteuf dans la wilaya de Ghardaïa. Les sites de prélèvement, les informations sur les vaches et les chèvres ainsi que les régimes alimentaires sont présentés au Tableau VIII.

**Tableau VIII.** Site de prélèvement et caractéristiques des élevages

Lait	Localisation	Date de prélèvement	Race	Age moyen	Alimentation
Lait de vache	Ferme Ouled Hadjou d'El Atteuf	05/02/2023	Alpine	7 à 8 ans	Ensilage Raisin Vitamines Antibiotiques
Lait de chèvre		05/02/2023	Holstein pie noire	8 ans	Ensilage Raisin Vitamines Antibiotiques

Le prélèvement des échantillons a été fait en suivant une procédure aseptique stricte afin d'éviter la contamination du pis par divers microorganismes présents sur le pis et les trayons, ainsi que sur les mains.

Les prélèvements peuvent être effectués avant ou après la traite ou encore dans l'intervalle entre les deux traites. Nous avons utilisé des flacons stériles en verre pour collecter le lait. Une fois les échantillons prélevés, ils doivent être conservés dans une glacière à 4°C. Au laboratoire, les échantillons prélevés sont conservés dans un réfrigérateur à 4 ou 5°C.

Concernant le fromage, des échantillons de fromage ont été prélevés en un mois environ. Le nombre d'échantillons analysés est limité à 4 échantillons (Tableau IX).

**Tableau IX.** Date de prélèvement et temps de conservation des échantillons

Code de l'échantillon	Date de prélèvement	de Provenance	Type du lait utilisé	Durée et température de conservation
KvI	10/02/2023	Ghardaia-centre-ville	Lait de vache	10 mois à T° ambiante
KvII	21/02/2023	Dhayet Bendhahoua	Lait de vache	8 mois à T° ambiante
KcI	19/02/2023	Ghardaia-centre-ville	Lait de chèvre	5 mois à T° ambiante
KcII	29/02/2023	Dhayet Bendhahoua	Lait de chèvre	4 mois à T° ambiante

### 3.5. Fabrication de *Klila*

Après la réalisation des analyses nécessaires du lait et pour s'assurer de sa qualité, nous sommes passés à l'étape de produire notre propre échantillon de *Klila* avec le lait cru de chèvre et de vache, et pour le procédé de fabrication, nous avons suivi ces étapes :

Tout d'abord, la quantité de lait doit être placée dans un environnement chaud afin d'accélérer le processus de fermentation (la quantité totale est estimée à 4,5 litres pour le lait de vache et le lait de chèvre), puis après une période de 48-72 heures, le lait a déjà subi une fermentation.

Ensuite, nous barattions ce lait fermenté pour obtenir du Lben, le barattage se faisait de manière traditionnelle à l'aide de Shakwa (récipient spécial en peau de chèvre). On ajoute de l'eau pour séparer le beurre qui est recueilli. Après avoir chauffé le lait écrémé pendant environ 15 min à 40-50°C, le lactosérum est séparé du caillé par filtration à travers une toile de gaze. Les étapes de fabrication de *Klila* sont illustrées dans l'Annexe 2.

### 3.6. Analyses physico-chimiques

#### 3.6.1. Détermination des paramètres physicochimiques par LactoScan

Nous avons déterminé les propriétés physicochimiques des différents échantillons de lait utilisés dans la fabrication par le LactoScan.

#### 3.6.2. Détermination du pH

##### 3.6.2.1. Pour le lait cru

C'est une mesure électro-métrique de pH (acide ionique), c'est-à-dire une détermination des ions présents dans un produit à l'aide d'un pH mètre.

- **Mode opératoire**

La première étape est l'étalonnage du pH mètre à l'aide des solutions du pH connues. A 20°C nous mesurons le pH du lait cru (**Boudjenah-Harou, 2012**). On lit la valeur directement sur le pH-mètre après l'immersion de l'électrode dans l'échantillon à analyser.

##### 3.6.2.2. Pour le fromage

On pèse 10 g du fromage broyé qui sont complétés à 100 ml avec de l'eau distillée. Puis, le mélange est homogénéisé à l'aide d'un agitateur magnétique. L'électrode du pH mètre est plongée dans la solution du fromage et on lie directement le pH sur le cadre du pH mètre (**Martin et Coulon, 1995**).

#### 3.6.3. Détermination de la densité du lait cru

- **Mode opératoire**

La densité du lait a été déterminée à l'aide d'un lactodensimètre gradué. L'éprouvette d'une capacité de 250 ml est remplie avec l'échantillon à analyser, puis on plonge le lactodensimètre dans le lait, on attend 30 secondes que l'échelle soit fixée et on lit directement la valeur de densité (**Afnor, 1986**).

#### 3.6.4. Détermination de la conductivité du lait cru

La conductivité des deux types de lait (vache et chèvre) obtenus a été mesurée à l'aide d'un conductimètre (**Raimbault, 1986**).

#### 3.6.5. Détermination de l'acidité titrable

- **Mode opératoire**

L'acidité du lait cru est mesurée selon la méthode d'**Afnor (1980)**, ce qui nécessite la présence d'une solution de NaOH (0,1 N) et de phénophtaléine comme indicateur de la limite de neutralisation par changement de couleur en rose pâle.

L'acidité titrable est déterminée selon la méthode **AOAC (1980)**. Où, finement broyé 10g de fromages sont placés dans une fiole jaugée de 100 ml et le volume est ajusté au trait de jauge avec de l'eau distillée chauffée à 40°C, puis le mélange est agité vigoureusement et filtré.

Un volume de 25 ml de filtrat représentant 2,5 g de fromage est titré avec une solution de NaOH 0,1N en présence de la phénolphtaléine alcoolique.

- **Expression des résultats**

La valeur de l'acidité du lait cru ou du fromage est obtenue par la formule suivante:

$$A=10 (V/V') (g/l);$$

A: Quantité d'acide lactique en (g/l), V: Volume de la solution de NaOH utilisée (ml), V' : Volume de l'échantillon (ml).

Pour obtenir l'acidité titrable en degrés Dornic (°D), la valeur de A est multipliée par 10.

### **3.6.6. Détermination de la matière sèche**

- **Mode opératoire**

La matière sèche totale est le produit résultant de la dessiccation du lait ou du fromage. Sa mesure est obtenue par évaporation de l'eau à l'étuve réglée à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 3 h (**Afnor, 1985**). La méthode consiste à mettre 5 ml du lait dans une capsule d'étuvage qui est placée dans l'étuve. Les capsules sont ensuite transférées dans un dessiccateur pendant quelques minutes. Le temps qu'elles refroidissent et atteignent la température ambiante, puis elles sont pesées.

La matière sèche totale est le produit obtenu à partir de la dessiccation du fromage. Sa mesure est obtenue en évaporant de l'eau dans une étuve réglée à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 3 h (**Afnor, 1985**). Cette méthode consiste à mettre 5 g de fromage dans une capsule d'étuve. Les capsules sont placées dans l'étuve. Les capsules sont ensuite livrées à un dessiccateur pendant quelques minutes, jusqu'à ce qu'il refroidisse et atteigne une température ambiante puis ils sont pesés.

- **Expression des résultats**

Les résultats sont calculés selon la formule suivant:

$$P2/P1*100$$

La matière sèche exprimée en %, Avec: P1: Poids de l'échantillon humide, P2: Poids de l'échantillon après dessiccation.

### **3.6.7. Détermination du taux de cendres**

Les cendres totales sont le résidu de composés minéraux qui reste après l'incinération d'un échantillon contenant des substances organiques d'origine animale ou végétale ou bien synthétique. Les cendres représentent environ 1 à 5% de la masse d'un aliment sur une base humide (**Salghi, 2006**).

- **Mode opératoire**

La teneur en cendres est déterminée par incinération d'un échantillon au four à moufle à une température de 550°C pendant 4 à 6 h (AOAC, 1990). La méthode consiste à mettre 5 ml du lait dans des capsules d'étuvage puis dans un four à moufle réglé. Après, nous avons placé les capsules au dessiccateur et on les laisse refroidir. Enfin, les capsules contenant les cendres sont pesées.

Pour le fromage, on place les creusets vides dans l'étuve pendant 24h. Laisser ces creusets au dessiccateur pour refroidir. Puis, peser 5 g du fromage dans chaque creuset et placer les dans un four à moufle à température 500°C pendant cinq heures successives et placer les creusets dans un dessiccateur et les laisser refroidir à température ambiante.

- **Expression des résultats**

Ce taux est déterminé selon la formule suivante:

Matière minérale % = Poids des cendres/poids d'échantillon × 100

### **3.6.8. Détermination de la matière grasse**

#### **3.6.8.1. Pour le lait cru**

Les teneurs en matières grasses du lait sont déterminées par la méthode d'acido-butyrométrie de Gerber. Cette méthode repose sur la lecture directe sur un butyromètre de la quantité de matière grasse contenue dans 11 ml d'échantillon après dissolution des protéines par de l'acide sulfurique (d = 1,820) et séparation de la matière grasse par centrifugation en présence d'alcool amylique (Afnor, 1985).

- **Mode opératoire**

A l'aide d'une burette automatique, nous avons introduit au butyromètre 10 ml d'acide sulfurique (d = 1,820) en évitant d'en humecter le col. A l'aide d'une pipette spéciale graduée (à un trait), nous avons prélevé 11 ml de lait homogène, on l'a introduit au butyromètre en plaçant la pointe de la pipette inclinée à 45°, en contact avec la base du col du butyromètre et en laissant le lait couler très lentement au début afin d'éviter un mélange prématuré de lait et l'acide. Ensuite on a ajouté 1 ml d'alcool iso-amylique à l'aide d'une burette automatique et bouché le butyromètre avec un bouchon. Nous avons enveloppé le butyromètre à l'aide d'un chiffon et agité en maintenant le bouchon avec le pouce jusqu'à dissolution complète du coagulum. Le mélange est devenu homogène par retournements successifs en vidant l'ampoule terminale à chaque retournement. Du fait du mélange acide-lait, le contenu de l'appareil se trouve porté à environ 80-85°C. Cette température favorise la séparation de la phase grasse du non gras en introduisant immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse. Après une centrifugation pendant 4 à 7 min à 1000-1200 tours/min, il faut effectuer

directement la lecture sur le butyromètre en ajustant soigneusement le bouchon du col pour avoir la valeur exacte de la matière grasse (Afnor, 1985).

- **Expression des résultats**

La teneur en matière grasse est exprimée en g/l est obtenue par la lecture de la graduation sur le butyromètre. Maintenir le bouchon vers le bas et ajuster devant le repère le plus proche, puis lire rapidement.

$$MG \text{ (g/l)} = (B-A) \times 100 \text{ (Afnor, 1985)}$$

Avec :

A : la valeur correspondant au niveau inférieur de la colonne grasse.

B : la valeur correspondant au niveau supérieur de la colonne grasse.

### 3.6.8.2. Pour le fromage

La méthode Soxhlet est une méthode standard de détermination de la teneur en matières grasses brutes, reconnue par l'AOAC (1998). Il s'agit d'un long processus qui nécessite jusqu'à une journée (6 heures). La méthode fonctionne en extrayant la graisse de l'échantillon à l'aide d'un solvant organique qui est l'acide de pétrole dans ce cas, qui est ensuite évaporé pour laisser la graisse. Cette graisse est ensuite pesée et utilisée pour calculer le pourcentage de matière grasse dans l'échantillon d'origine.

- **Expression des résultats**

$$\% \text{ de matière grasse} = (W_2 - W_1) \times 100/S$$

$W_1$  = Poids du ballon vide (g),  $W_2$  = Poids du ballon et de la graisse extraite (g), S = Poids de l'échantillon.

## 3.7. Analyses microbiologique du lait de vache/chèvre cru et de fromage

### 3.7.1. Préparation des dilutions

Préparation de solution mère de lait consiste à homogénéiser 01ml de lait avec 09 ml d'EDT à l'aide du vortex. Cette suspension constitue alors la dilution mère (dm) qui correspond à la dilution au 1/10 ou  $10^{-1}$  et la préparation des dilutions décimales a été réalisée en commençant de  $10^{-1}$  jusqu'à  $10^{-4}$ .

Pour le fromage frais « Klila », la suspension mère est préparée par l'ajout de 5g de fromage poudre dans un flacon contenant 45 ml d'EDT, le mélange est bien agité à l'aide du vortex. Cette suspension constitue alors la dilution mère (dm) qui correspond à la dilution  $10^{-1}$  et la préparation des dilutions décimales a été réalisée de  $10^{-1}$  jusqu'à  $10^{-3}$  avec la même manière on prépare tous les solutions des autres échantillons de fromage « Klila» (JORA, 2004).

### 3.7.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

#### 3.7.2.1. Pour le lait cru

L'ensemencement est réalisé en masse par 1 ml de l'échantillon des dilutions choisies ( $10^{-4}$ ) dans une boîte de Pétri vide. On ajoute le milieu gélosé au lait (GL). On les laisse refroidir (avec deux répétitions pour chaque dilution) et on les met à l'incubation à 30°C pendant 24-72 heures. Après, on observe l'apparition de FTAM sous forme de colonies de tailles et de formes différentes.

### 3.7.3. Dénombrement des coliformes fécaux

#### 3.7.3.1. Pour le lait cru

Un volume de 0,1ml d'inoculum de la dilution de  $10^{-4}$  est étalé en masse du milieu VRBL deux boîtes pour la dilution puis on les laisse sur la paillasse pour solidifier et puis on ajoute une autre couche du milieu. L'incubation se fait pendant 24-48 heures à 44°C pour les coliformes fécaux.

#### 3.7.3.2. Recherche d'*Escherichia coli* dans le fromage

La recherche et le démembrement d'*Escherichia coli* présumé a été réalisée selon la méthode NPP (le nombre le plus probable) et suivant la réglementation algérienne décrite dans l'Arrêté du 13 juin 2017 publié dans le JORA N° 64 du 7 novembre 2017.

### 3.7.4. Recherche des germes pathogènes

#### 3.7.4.1. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus* à coagulase positif

Les bactéries du genre *Staphylococcus* sont des cocci à Gram positif, non sporulés, regroupés en amas, immobiles, anaérobies facultatifs et possédant une catalase.

- **Pour le lait cru**

L'ensemencement est réalisé en surface par l'étalement de deux gouttes de la solution mère (1ml) (avec deux répétitions pour chaque dilution). L'incubation à 37°C pendant 24-72 heures.

- **Pour le fromage**

En introduisant 0,1ml de la suspension mère ( $10^{-1}$ ) à la surface de milieu de culture suivie d'un étalement et incubée à 37°C pendant 48h, (avec deux répétitions pour chaque dilution). Les *Staphylococcus* ont été dénombrés sur la gélose de Baird Parker.

#### 3.7.4.2. Recherche des salmonelles

Les *Salmonella* sont des bactéries à Gram négatives appartenant à la famille des Enterobacteriaceae et possédant toutes les caractéristiques biochimiques suivantes: glucose<sup>+</sup>, oxydase<sup>-</sup>, nitrate réductase<sup>+</sup>, aérobie-anaérobie facultatif. La recherche de *Salmonella* a été réalisée en deux étapes: pré-Enrichissement puis l'enrichissement.

- **Pour le lait cru**

Dans un flacon on a pris 25ml de lait et on a complétée avec 225d'EPT. Le flacon est mis à incuber pendant 24-48 heures à 37°C. On a fait l'enrichissement après 24h et on ajoute de deux gouttes de solutions dans des tubes qui contiennent un milieu de culture Rappaport puis on l'incube à 44°C pendant 24h.

- **Pour le fromage**

Dans un flacon on a mis 25g de la poudre de « *Klila* » et on a complétée avec 225 d'EPT et on continue avec les autres échantillons. Le flacon est mis à incuber pendant 24h à 37°C. Après 24h on a réalisé l'enrichissement on ajoute deux gouttes des solutions dans un tube qui contient un milieu de culture Rappaport puis on l'incube pendant 24h à 44°C.

### 3.8. Analyse sensorielle du fromage

Cette analyse permet la mise en évidence des caractéristiques sensorielles du fromage *Klila* fraîche de deux différents échantillons, le premier était fabriqué à partir de lait de vache et le deuxième fabriqué à partir de lait de chèvre.

Le test consiste a un panel de dégustateurs qui sont 30 personnes non entraînées. La majorité de ces membres sont des étudiants de fin de cycle et des ingénieurs des deux sexes au Département de Sciences et Technologie et Science de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre de l'université de Ghardaïa.

Le test choisi est l'épreuve descriptive ou épreuve de profil. Il consiste à décrire le fromage le plus complètement possible à l'aide de descripteurs qui représentent des grandeurs sensorielles simples. Une fois les descripteurs définis, ils sont accompagnés d'une échelle graduée qui permet d'exprimer leur intensité. Chaque attribut sensoriel a été évalué en utilisant une échelle d'intervalle de 1 à 9 points telle que définie dans la norme ISO 4121 (Organisation internationale de normalisation, 2003). Le reste est exprimé à partir des histogrammes. Les données des tests sensoriels sont analysées en utilisant le logiciel Microsoft Office Excel (2010).

### 3.9. Analyses statistiques

Les résultats ont été exprimés sous forme de moyenne  $\pm$  DS. L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel Graph Pad Prism7. Les données sont analysées statistiquement en utilisant le test de Student pour les comparaisons simples et l'analyse de variance « ANOVA à un facteur » suivie du test de Tukey pour les comparaisons multiples. Le niveau de signification a été déterminé à  $P < 0,05$ .

# **RESULTATS ET DISCUSSION**

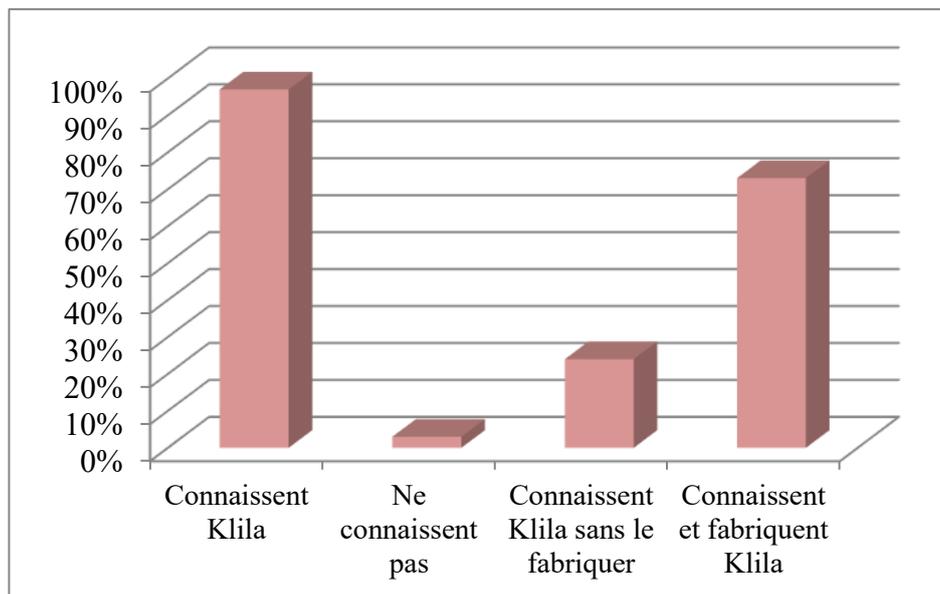
## 4. Résultats et Discussion

### 4.1. Enquête

L'enquête a pu couvrir un échantillon global de 100 individus se répartissant dans la région de Ghardaia.

#### 4.1.1. Répartition des enquêtés par leurs connaissances de fabrication de *Klila*

Les résultats de l'enquête montrent que 73% de la population interrogée connaissent et fabriquent le fromage *Klila*. La population qui connaît *Klila* représente (97%) et les gens qui connaissent *Klila* sans sa fabrication représentent 24% (Figure 4).



**Figure 4.** Répartition des enquêtés selon leurs connaissances de fabrication de *Klila*

#### 4.1.2. Répartition des enquêtés par sexe

Les résultats de notre enquête montrent que plus de la moitié de la population questionnée sont des femmes avec un taux de 76% alors que les hommes représentent 24% seulement (Figure 5).

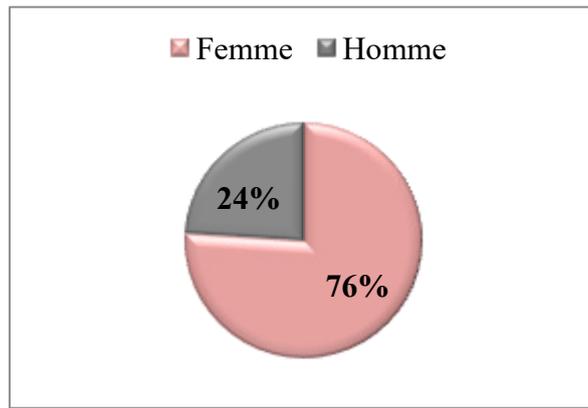


Figure 5. Répartition de la population selon le sexe

#### 4.1.3. Répartition des informateurs selon l'âge

La population questionnée est groupée selon leur âge en cinq classes. Selon les résultats présentés dans la Figure 6. Il apparaît que plus de 64% de la population questionnée est âgée de 40 ans et plus et les jeunes ne représentent que 8%.

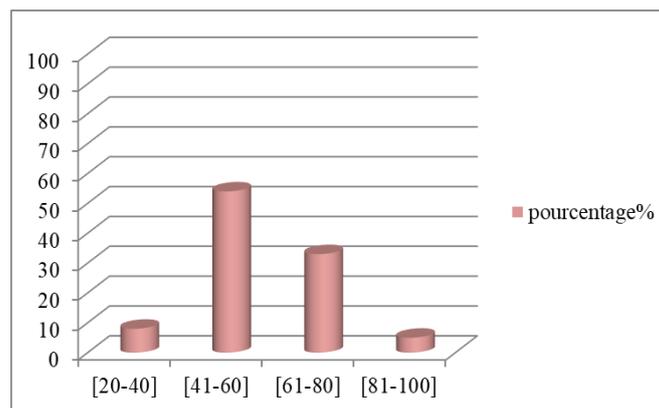


Figure 6. Répartition de la population questionnée selon l'âge

#### 4.1.4. Répartition des enquêtés par zones urbaines, rurales et en fermes

La majorité des enquêtés vivent en zones urbaines avec un total de 86% des individus. Les personnes vivant dans les zones rurales présentent 10% et les gens qui vivent à la ferme révèlent environ 3% de la population interrogée comme se montre dans la Figure 7.

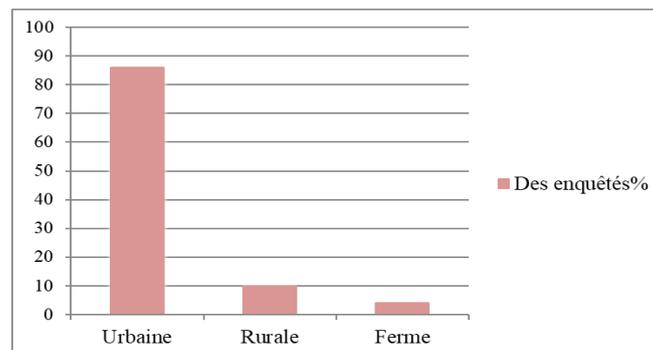
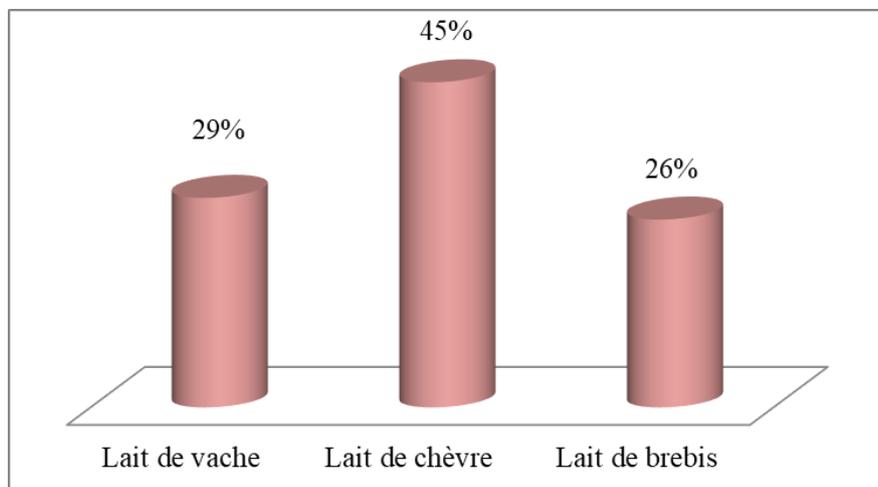


Figure 7. Répartition des enquêtés selon les zones urbaines, rurales et de fermes

#### 4.1.5. Type des laits de fabrication de *Klila*

Les laits des différentes races peuvent être utilisés avec une proportion respective ; le lait de chèvre 45%, lait de vache 29% et lait de brebis 26%. Dans l'ensemble des résultats, le lait de chèvre est le plus utilisé, suivi par le lait de vache et en dernier le lait de brebis (Figure 8).

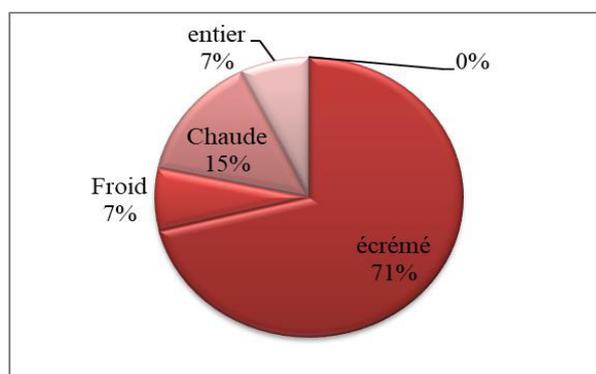


**Figure 8.** Répartition de l'utilisation du lait de vache, lait de chèvre et lait de brebis dans la fabrication de *Klila*

En se rapportant aux déclarations des individus, le lait de chèvre est le plus utilisé vu sa disponibilité surtout dans les zones urbaines. Toutes les informations sur le type de lait utilisé par la population locale montrent qu'il dépend du type d'élevage.

#### 4.1.6. Caractérisation du lait cru utilisé pour la fabrication de *Klila*

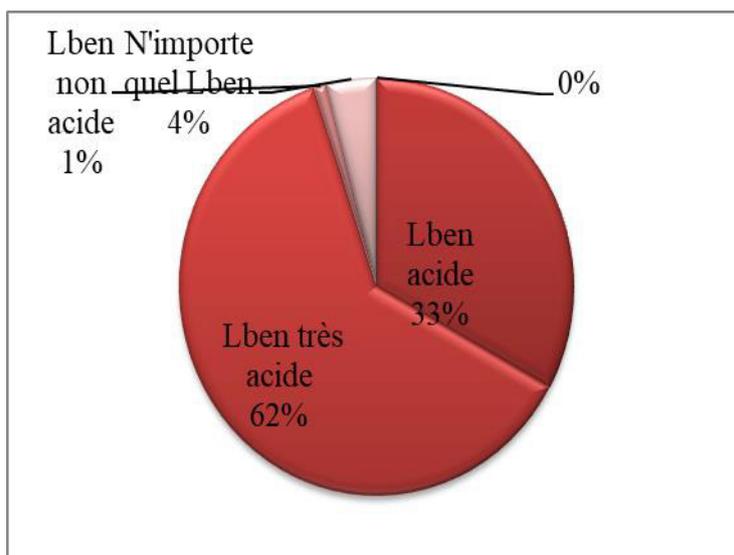
Selon les personnes interrogées, il existe une différence divergente sur les caractéristiques du lait destiné à la fabrication du Lben, qui est une étape importante dans la fabrication de *Klila*. La majorité indiquant la nécessité d'utiliser du lait écrémé (71%) et expliquant qu'en facilitant le processus de barattage (Figure 9). Ceci afin de séparer complètement la quantité de beurre présente dans Lben dans le but d'obtenir la plus grande quantité possible de *Klila*.



**Figure 9.** Caractéristiques du lait destiné à la fabrication du Lben

#### 4.1.7. Caractéristiques du Lben destiné à la préparation du *Klila*

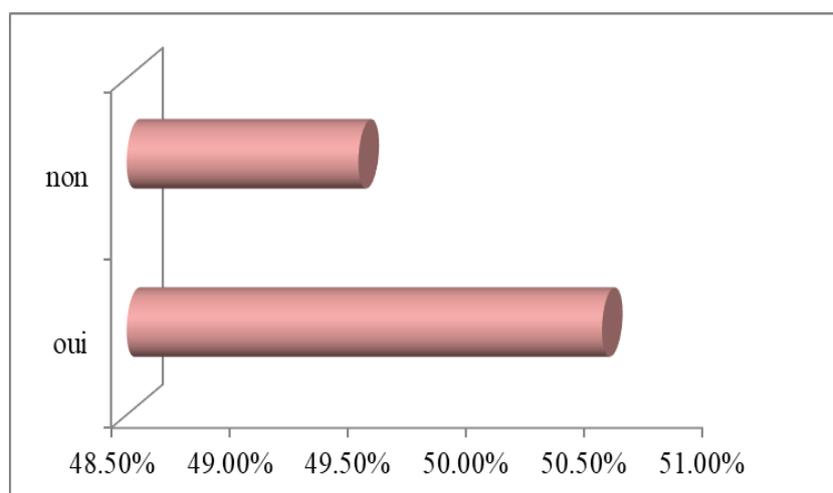
Le Lben joue un rôle très important dans la fabrication du *Klila*. Pratiquement tous les enquêtés utilisent le Lben pour démarrer la fabrication du fromage. Lben est mieux écrémé avec une acidité très élevée 62%. Afin de donner au *Klila* ce goût aigre distinctif. Le reste des individus débute la fabrication avec Lben acide 33% pour obtenir un fromage de faible acidité (Figure 10).



**Figure 10.** Caractéristiques du Lben destiné à la fabrication du *Klila*

#### 4.1.8. Salage durant la fabrication

Dans une population composée de 100 personnes, 50,51% des gens ont ajouté habituellement le sel au Lben, alors que 49,48% de la population questionnée ne l'ajoute pas (Figure 11).



**Figure 11.** Répartition de la population questionnée selon l'habitude d'addition de sel ou non au cours de la fabrication de *Klila*

#### 4.1.9. Consommation du fromage *Klila*

L'enquête nous a permis d'avoir un accès direct à des personnes de différents milieux (rural, urbain et en ferme) qui fabriquaient le fromage *Klila* traditionnellement. Nous avons trouvé plusieurs façons différentes de la préparation du fromage.

La *Klila* préparée à partir de Lben chauffé à basse température aide à séparer la coagulation du lactosérum et accélère le processus d'égouttage. Le caillé est égoutté avec une mousseline. La *Klila* peut être consommée fraîche ou ajoutée à certains plats traditionnels après avoir été coupée en petits cubes et séchée au soleil. D'autres encore utilisent du lait cru comme ingrédient pour la fabrication de *Klila*. Ils ajoutent deux cuillères de vinaigre et chauffent le mélange pendant 10 à 15 minutes à feu doux.

Nous avons constaté que la plupart des enquêtés ont l'habitude de consommer la *Klila* séchée (60%), par rapport à un petit pourcentage qui préfère les consommer fraîche (28%) (Figure 12).

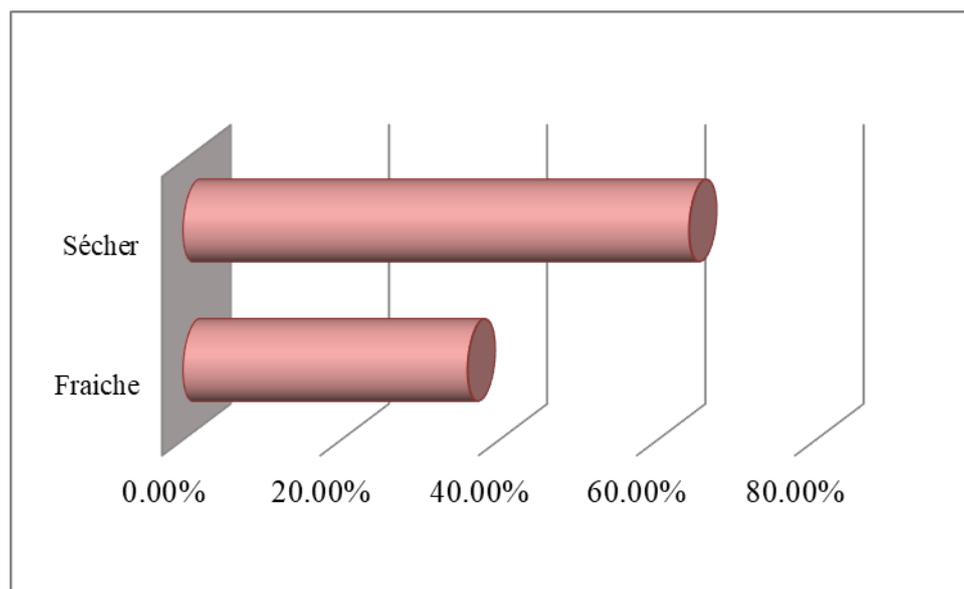


Figure 12. Mode de consommation du fromage *Klila*

#### 4.1.10. Conservation du fromage *Klila*

Les résultats montrent que 79,38% de personnes pensent que le fromage peut se conserver pendant une année alors que 48,45% de personnes déclarent que la conservation de ce fromage peut durer 6 mois. En revanche, 30,92% des personnes interrogées affirment qu'ils ne peuvent pas conserver ce fromage (Figure 13).

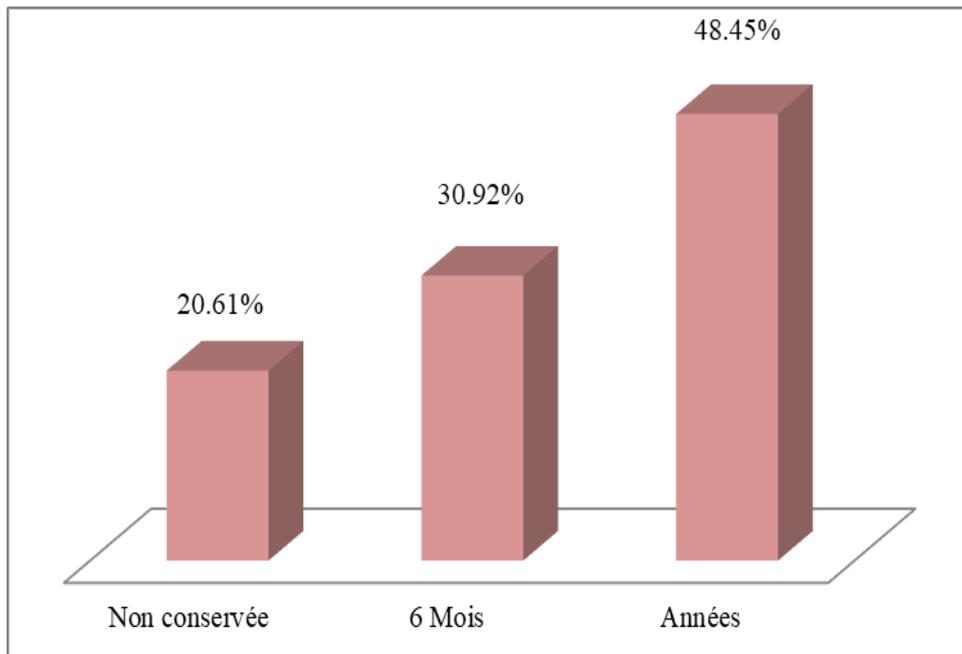


Figure 13. Durée de conservation du fromage *Klila*

4.1.11. Mode et moyen de conservation

La conservation de *Klila* se divisé en deux manières, l'ancienne manière héritée par les anciennes générations où ils la gardent dans ce qu'on appelle « El-Mezwed » elle est placé à l'intérieur pendant qu'elle devient sèche, cette méthode présente 15%. La deuxième manière est la méthode couramment utilisée qui représente 41%, dans laquelle *Klila* sèche est placée dans des ports mangés ou des bols en verre (Figure 14).

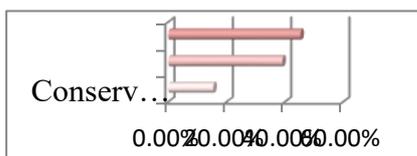


Figure 14. Répartition de la population questionnée selon le mode et le moyen de conservation

Les résultats montrent une différence très variable. Où l'on peut remarquer que l'ancienne méthode, qui consistait à conserver *Klila* à l'intérieur du El-Mezwed, a été remplacée, en tant que le pourcentage est très faible, estimé à 15,46 %. Bien qu'il ait été souligné que le stockage à l'aide d'Mezwed permet de conserver *Klila* plus longtemps, jusqu'à deux ans ou plus.

## 4.2. Analyses physico-chimiques du lait et du fromage

Nous avons déterminé les propriétés physicochimiques de deux échantillons de lait cru (vache et chèvre).

### 4.2.1. Détermination des paramètres physicochimiques par LactoScan

Nous avons déterminé les propriétés physicochimiques des différents échantillons de lait utilisés dans la fabrication par le LactoScan. Le Tableau X illustre les différents résultats obtenus.

**Tableau X.** Paramètres physicochimiques des laits analysés par LactoScan

Echantillons	MG*	MP*	EMC	Snf*	L*	Cond*	P.C*	Temp*
Lait de vache	1,28	3,73	0,53	9,80	5,42	20,76	-0,597	33,73
Lait de chèvre	3,42	3,41	0,25	9,03	5,03	9,80	-0,577	32,92

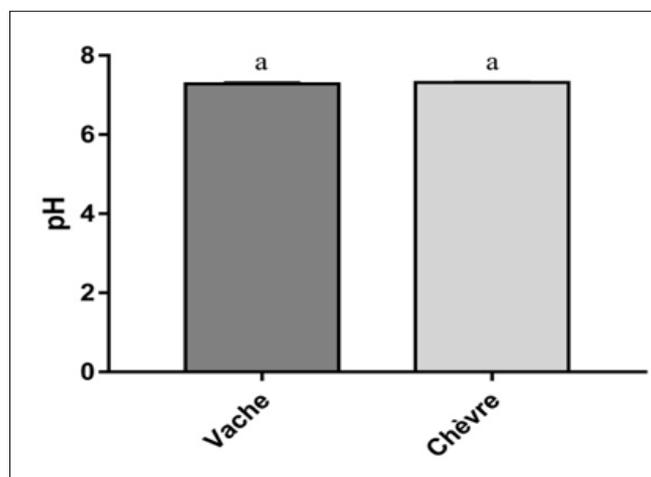
**MG:** Matière grasse (%); **MP:** Matières protéiques(%); **Snf:** Solide non gras(%); **L:** Lactose (%); **Cond:** Conductivité (ms); **P.C:** Point de congélation: (°C); **EMC:** minérales(%); **Tempe:** Température d'essai (°C).

L'analyse de la matière première de fabrication du fromage *Klila* a été réalisée. En comparant nos résultats à ceux obtenus par le Lactostar et les résultats semblent être relativement proches.

### 4.2.2. pH

#### 4.2.2.1. Pour le lait

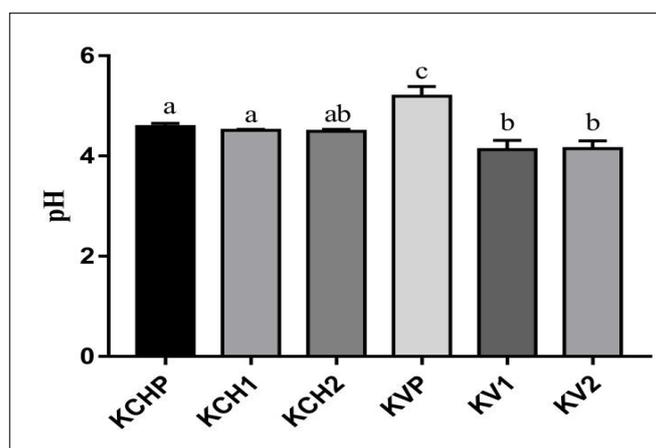
Les résultats indiquent que le lait de chèvre possède une valeur de pH de  $7,31 \pm 0,01$  et la valeur de pH du lait de vache  $7,28 \pm 0,02$  (Figure 15). Ces moyennes présentent une différence significative. Ces résultats sont légèrement élevés de ceux trouvés par **Djeddar et Dahdouh (2017)**.



**Figure 15.** pH du lait de vache et du lait de chèvre

#### 4.2.2.2. Pour le fromage

Les moyennes du pH de nos *Klila* de vache et de chèvre sont respectivement 5,19 et 4,58. Ces résultats sont proches l'un de l'autre et sont légèrement proche des valeurs données par **Mehamedi *et al.* (2015)**. Le pH de *Klila* de vache achetée est de  $4,12 \pm 0,18$ - $4,14 \pm 0,15$  qui est inférieure de nos échantillons et le pH de *Klila* de chèvre achetée est de  $4,51 \pm 0,03$ ,  $4,49 \pm 0,03$  qui est proche de nos résultats (Figure 16).



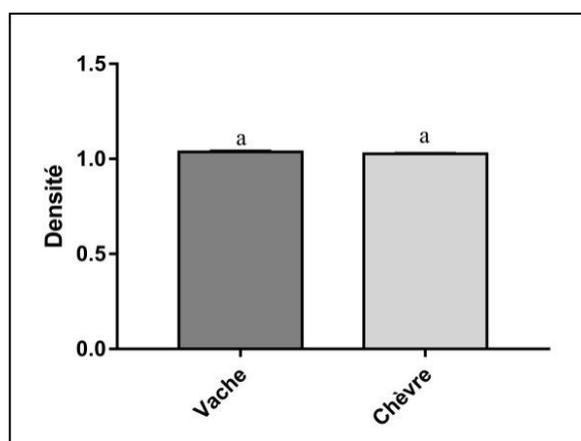
**Figure 16.** Valeurs du pH du fromage *Klila*.

Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  DS, les lettres différentes représentent des différences significatives  $P < 0,05$  (Test de Tukey).

#### 4.2.3. Densité

##### 4.2.3.1. Pour le lait

La densité du lait de vache est supérieure à celle du lait de chèvre 1036 et 1026 (Figure 17). Les densités moyennes enregistrées dans les échantillons de lait étudiés sont conformes aux normes citées par **J.O.R.A. (1993)** qui sont de 1030-1034 respectivement, ces moyennes ne présentent pas une différence significative. La densité du lait varie selon le taux de matière sèche et le taux de matière grasse et elle diminue avec l'augmentation de matière grasse (**Le Mens, 1985**).

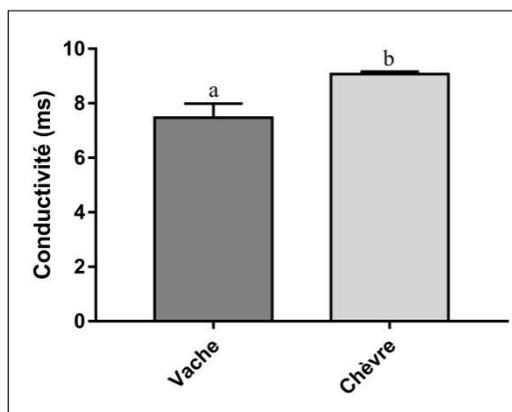


**Figure 17.** Densité du lait de vache et du lait de chèvre

#### 4.2.4. Conductivité

##### 4.2.4.1. Pour le lait

Dans notre étude, la valeur de la conductivité du lait de chèvre est plus élevée ( $9,07 \pm 0,08$  ms) que celle du lait de vache analysé ( $7,47 \pm 0,52$  mS) qui présente une différence significative. D'après **Hamann et Zecconi (1998)**, la race avait une influence sur la composition ionique du lait et donc indirectement sur la conductivité qui varie avec la température (**Figure 18**) (**Boubezari, 2010**).



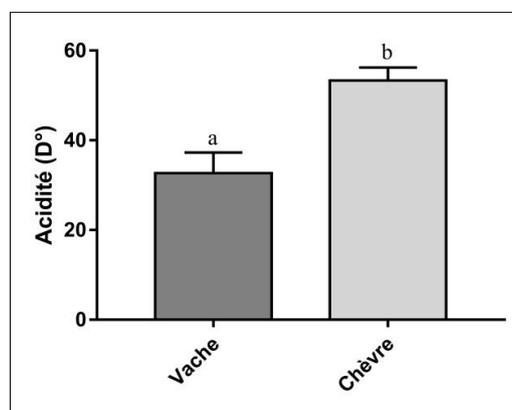
**Figure 18.** Conductivité du lait de vache et du lait de chèvre

#### 4.2.5. Acidité titrable

##### 4.2.5.1. Pour le lait

Selon les résultats de la **Figure 19**, le lait de chèvre présente la valeur d'acidité la plus élevée ( $53,33 \pm 2,88$ ) par rapport au lait de vache ( $32,67 \pm 4,61$ ). Ces résultats sont différents significativement ( $p < 0,05$ ).

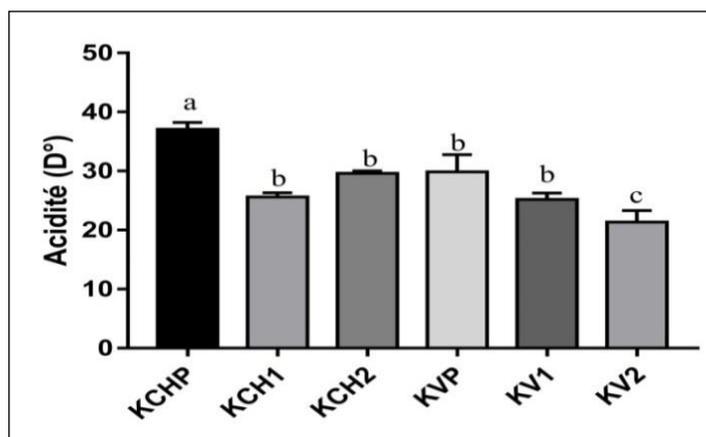
Le lait frais contient très peu d'acides et ne contient pas d'acide lactique qui est causé par la conversion du lactose par les bactéries lactiques. Ainsi l'augmentation de l'acidité provient du fort développement de la flore lactique qui est affectée par la température et la durée de conservation de ce produit (**Guiraud, 1998**). Nos résultats d'acidité titrable sont supérieurs à ceux de **Vignola (2002)** et **Alais (1984)**.



**Figure 19.** Acidité titrable du lait de vache et du lait de chèvre

#### 4.2.5.2. Pour le fromage

Au vu des résultats de la Figure 20, il apparaît que *Klila* du lait de chèvre a la valeur d'acidité titrable la plus élevée égale à 37,07 °D, suivi par celle du *Klila* de lait de vache (29,87 °D), alors que les autres échantillons du *Klila* ont des valeurs d'acidité titrable allant de 21,33 à 29,60 °D. L'étude réalisée par **Lahssaoui (2009)** a donné un intervalle définissant l'acidité titrable de *Klila* dont les valeurs varient de 38 °D jusqu'à 42 °D. Les valeurs trouvées dans notre étude sont relativement un peu moins.



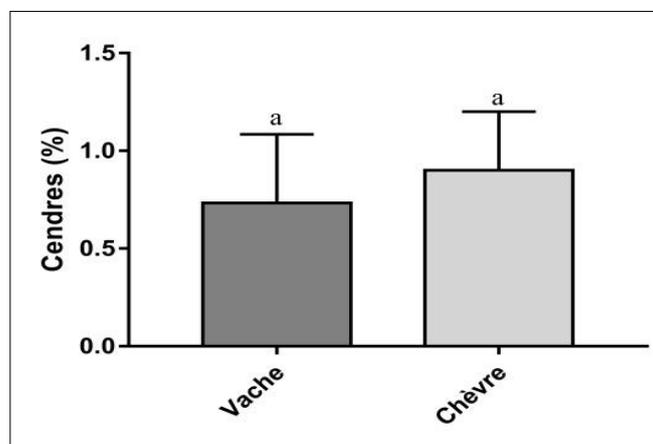
**Figure 20.** Valeurs de l'acidité titrable du fromage *Klila*.

Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  DS, les lettres différentes représentent des différences significatives  $P < 0,05$  (Test de Tukey).

#### 4.2.6. Cendres

##### 4.2.6.1. Pour le lait

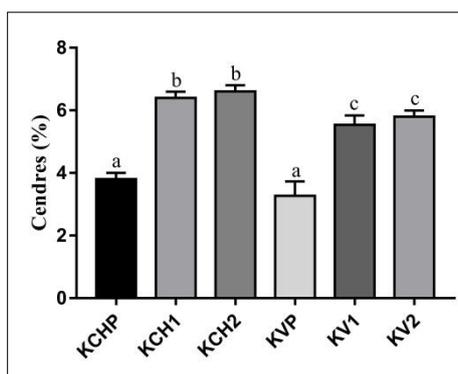
Les valeurs du taux de cendre de lait de vache et de lait de chèvre analysées sont respectivement  $0,86 \pm 0,11$  et  $0,66 \pm 0,11$ . Ces valeurs ne présentent pas une différence significative (Figure 21). On remarque que le lait de vache est plus riche en minéraux que le lait de chèvre. Ces résultats sont proches à ceux trouvés par **Beghou et Chergui (2016)**.



**Figure 21.** Teneur en cendres du lait de vache et du lait de chèvre

#### 4.2.6.2. Pour le fromage

La teneur en cendres du *Klila* est relativement élevée (5,23) par rapport à la *Klila* traditionnelle marocaine (0,62%) (Figure 22) (Mennane *et al.*, 2007). Il n'existe pas de différence significative entre les moyens des teneurs en cendres des deux échantillons de *Klila* que nous avons fabriqués. La distribution des sels entre le lactosérum et le fromage n'est pas influencée par le traitement thermique.

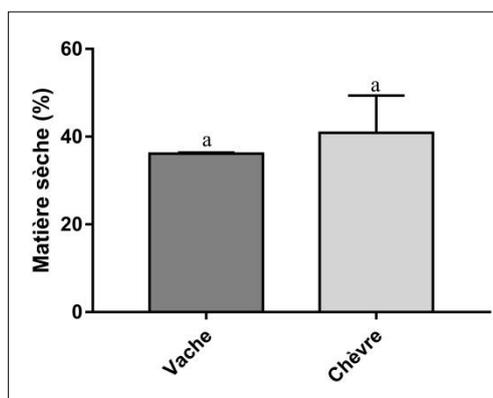


**Figure 22.** Taux des cendres du fromage *Klila*

#### 4.2.7. Matière sèche

##### 4.2.7.1. Pour le lait

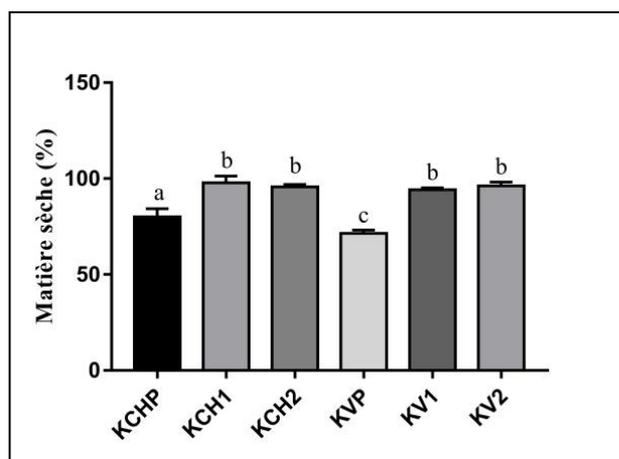
Les résultats obtenus ont montré que la teneur en matière sèche du lait de chèvre est de  $40,90 \pm 8,5$ ). Ce taux est supérieur au lait de vache ( $36,13 \pm 0,23$ ) comme la Figure 23 a montré. Ces moyennes ne présentent pas une différence significative. Le lait de chèvre est plus riche en substances que le lait de vache. Ces valeurs sont supérieures à celles de la norme **J.O.R.A (1993)**. Pour le lait de chèvre la teneur en matière sèche enregistrée dans notre travail est nettement supérieure à celle mentionnée par **Alais (1984)**, qui a trouvé une teneur en matière sèche de 13%.



**Figure 23.** Teneur en matière sèche du lait de vache et du lait de chèvre

#### 4.2.7.2. Pour le fromage

Les résultats pour la teneur en matière sèche du fromage *Klila* révèlent que la teneur est de  $80,07 \pm 4,22$ ,  $97,87 \pm 3,44$ ,  $95,63 \pm 1,30$ ,  $71,47 \pm 1,67$ ,  $94,13 \pm 1,10$ ,  $96,20 \pm 1,92$  de *Klila*, *Klila* chèvre 1, *Klila* chèvre 2, *Klila* vache, *Klila* vache 1, *Klila* vache 2, respectivement (Figure 24). Les valeurs d'extrait sec les plus élevées pour le fromage *Klila* ont été trouvées dans les échantillons de fromage *Klila* fabriqués avec du lait de chèvre. Et toutes les valeurs sont proches de celles de **Harrati (1974)** qui a donné des valeurs de matière sèche variant entre 86,8% et 92% pour des échantillons de fromage *Klila* de Souk Ahras et Chellala (Guelma).



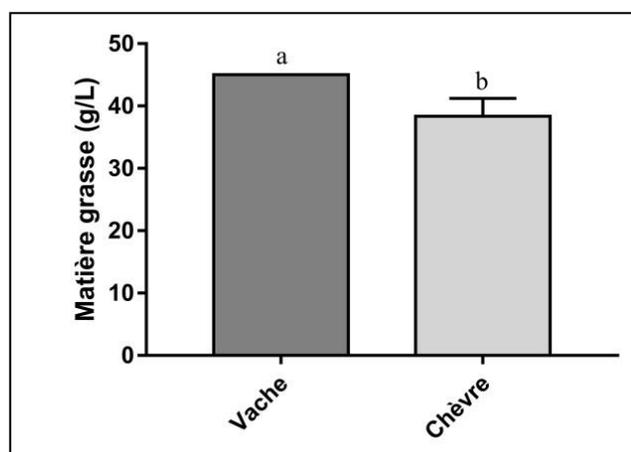
**Figure 24.** Valeurs de la matière sèche *Klila*.

Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  DS, les lettres différentes représentent des différences significatives  $P < 0,05$  (Test de Tukey).

#### 4.2.8. Matière grasse

##### 4.2.8.1. Pour le lait

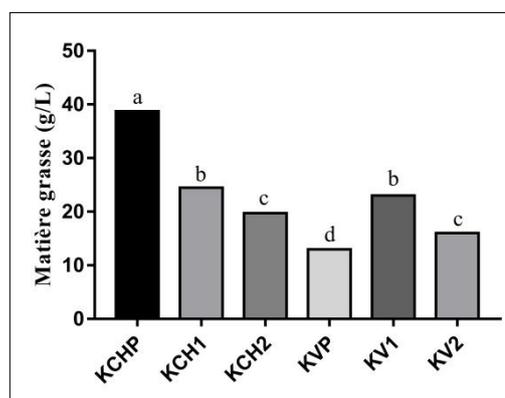
La valeur de la matière grasse de lait cru de chèvre est de  $38,33 \pm 2,88$  g/L. Cette valeur était supérieure à la valeur des normes algériennes (34 g/l) (Figure 25). Ces valeurs présentent une différence significative. La teneur en matière grasse dans le lait de vache est légèrement différente de la norme AFNOR.



**Figure 25.** Matière grasse du lait de vache et du lait de chèvre

#### 4.2.8.1. Pour le fromage

Le taux de matières grasses des fromages *Klila* étudiés dans le présent travail est entre 16,03% et 38,71%. Ces valeurs sont nettement inférieures à ceux rapportés par **Benamara et al. (2016)** qui ont été de 25,33% et 20,33%, respectivement pour ceux obtenus à partir du lait de vache, de chèvre (Figure 26). Cette différence peut être due au mode de barattage utilisé pour l'extraction du beurre et du Lben après fermentation du lait dont on suppose que l'écémage était partiel et pas très poussé.



**Figure 26.** Valeurs de matière grasse de *Klila*.

Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  DS, les lettres différentes représentent des différences significatives  $P < 0,05$  (Test de Tukey).

### 4.3. Analyses microbiologiques

Conformément aux recommandations de la législation algérienne, des contrôles microbiologiques ont été effectués sur les échantillons de *Klila*. Les résultats du dénombrement des principales flores microbiennes des échantillons sont présentés dans le tableau ci-dessous (XI et XII), et le fromage est exprimé en UFC/ml ou UFC/g.

**Tableau XI.** Résultats du dénombrement des principaux groupes microbiens dans le lait de vache et de chèvre.

Échantillons	Germes (UFC/g)			
	FTAM	CF	SA+	<i>Salmonella</i>
Lait de vache	Absence	Absence	Absence	Absence
Lait de chèvre	Absence	Absence	Absence	Absence

**FTAM:** La flore totale aérobie mésophile, **CF:** Coliformes fécaux, **SA+:** Staphylocoques à coagulase+

**Tableau XII.** Résultats du dénombrement des principaux groupes microbiens dans les différents échantillons de *Klila*

	Germes (UFC/g)		
	SA+	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>
Kchp	Absence	Absence	Absence
K ch1	Absence	Absence	Absence
K ch2	Absence	Absence	Absence
K vp	Absence	90*10 <sup>-1</sup>	Absence
K v1	Absence	Absence	Absence
K v2	Absence	90*10 <sup>-1</sup>	Absence

#### 4.3.1. Coliformes fécaux

##### 4.3.1.1. Dans le lait

Les coliformes fécaux sont des indicateurs de la contamination d'origine fécale permettant de juger l'état hygiénique d'un produit. Même à des niveaux faibles, ils témoigneraient de conditions hygiéniques dégradées lors de la traite ou au cours du transport du lait (**Grillet *et al.*, 2006**). Dans notre cas, on a une absence totale des CF dans les deux laits analysés. Ces résultats sont souvent dû à l'application de toutes les conditions et des pratiques d'hygiène lors de la traite, du stockage et du transport du lait.

#### 4.3.2. Flore totale aérobie mésophile (FTAM)

##### 4.3.2.1. Dans le lait

Le FMAT reflète la qualité microbiologique générale du lait cru, il peut donc donner une indication de la fraîcheur ou de l'état de détérioration du lait (**Yabir *et al.*, 2013**). Les résultats de notre étude indiquent l'absence totale des FTAM qui est principalement due à une bonne attention à l'alimentation et à l'hygiène du bétail.

#### 4.3.3. *Staphylococcus* à coagulase positif

##### 4.3.3.1. Dans le lait

Les résultats associés à l'analyse bactériologique ont montré l'absence complète de bactéries aérobies et de *Staphylococcus* à coagulase (+) dans tous les échantillons de lait analysés en raison de la santé relative du lait de vache et de chèvre (**Matallah *et al.*, 2017**).

##### 4.3.3.1. Dans le fromage

Le pathogène putatif *Staphylococcus* est totalement absent dans tous les échantillons analysés. Ce résultat est conforme à la réglementation algérienne. Cette absence est due à l'hygiène liée au lait cru de la traite jusqu'à la fabrication de ce fromage. Cela reflète la santé relativement

bonne des vaches et des chèvres, et en particulier l'absence d'infection de la mamelle par ces pathogènes (Vignola, 2002).

#### 4.3.4. *Salmonella*

##### 4.3.4.1. Dans le lait

En général l'isolement des salmonelles dans le lait cru est difficile à mettre en évidence (Afif *et al.*, 2008). Les résultats ont indiqué qu'elle n'était pas présente dans chacun des prélèvements. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par Benamara *et al.* (2016).

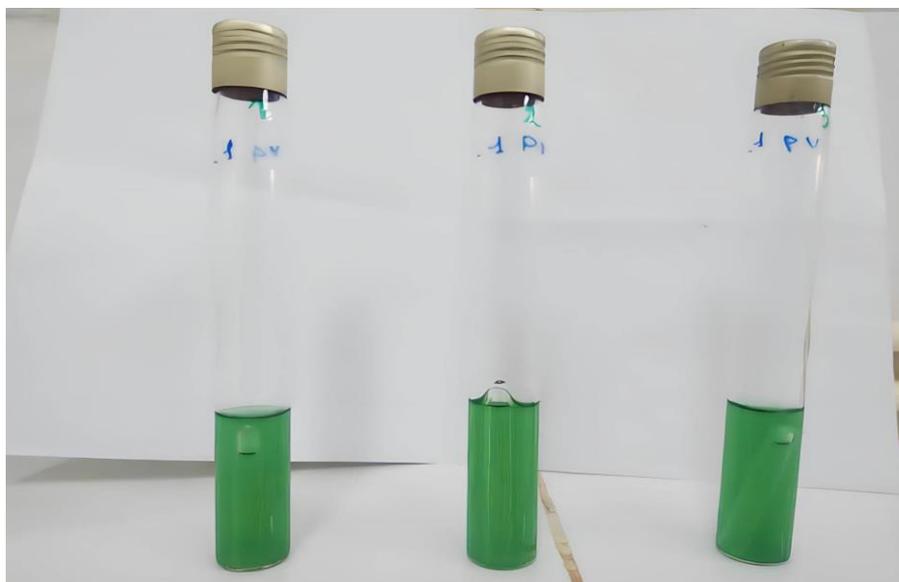
##### 4.3.4.2. Dans le fromage

Aucun résultat positif de présence de *Salmonella* n'a été trouvé pour l'ensemble des échantillons de fromage *Klila* analysés. Selon les normes et les textes réglementaires, dans le cas de fromage à pâte dure, les critères microbiologiques étaient de l'absence de *Salmonella* dans 25g (Arrêté du 30 mars 1994).

#### 4.3.4. *Escherichia coli*

##### 4.3.4.1. Dans le fromage

L'*E. coli* a été énuméré suivant la méthode du nombre le plus probable (NPP) (Figure 27). Le résultat positif se traduit par un trouble microbien et de l'air qui dégage à l'intérieur de la cloche de Durham.



**Figure 27.** Résultat de test présomptif dans le bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant (BLBVB) des 3 dilutions de l'échantillon *Klila* produite par le lait de vache



**Figure 28.** Test de confirmation de la présence d'*E. coli* montrant la présence de l'indole traduit par l'anneau rouge.

D'après la Figure 27, tous les tubes sont gaz<sup>+</sup> pour confirmer la présence d'*E. coli*, qui se caractérise par sa capacité à dégrader le tryptophane en indole via la tryptophanase, la recherche du produit indole a été détectée par l'ajout du réactif de Kovacs. La figure 28 montre l'apparition d'un colorant rouge dans le bouillon d'eau peptonée sans indole, indiquant la présence d'indole et confirmant ainsi la présence pour *E. coli*.

**Tableau XIII.** Tableau récapitulatif montrant les résultats du dénombrement par la méthode du NPP pour la recherche d'*E. coli*.

Echantillon	Dilution 10 <sup>-1</sup>	Dilution 10 <sup>-2</sup>	Dilution 10 <sup>-3</sup>	Nombre UFC/ml	en
Kvp	- + +(2)	- - -(0)	- - -(0)	90*10 <sup>-1</sup>	
Kv1	- - -(0)	- - -(0)	- - -(0)	Absence	
<b>Kv2</b>	- - -(0)	- - -(0)	- - -(0)	Absence	
<b>Kchp</b>	- - -(0)	- - -(0)	- - -(0)	Absence	
<b>Kc1</b>	- - -(0)	- - -(0)	- - -(0)	Absence	
<b>Kc2</b>	+ - +(2)	- - -(0)	- - -(0)	90*10 <sup>-1</sup>	

**Kvp:** *Klila* vache produit, **Kv1:** *Klila* vache échantillon N 1, **Kv2:** *Klila* vache échantillon N°2, **Kchp :** *Klila*, chèvre produit, **Kc1:** *Klila* chèvre échantillon N°1, **Kc2 :** *Klila* chèvre échantillon N°2, (+): résultat positif, (-) : résultat négatif.

Les résultats montrent la présence d'*E. coli* dans les échantillons du *Klila* du lait de chèvre et de vache obtenus ont une charge d'*E. coli* de 90\*10<sup>-1</sup>UFC/g et 90\*10<sup>-1</sup>, respectivement.

Selon les normes J.O.R.A N°39, la charge de nos six échantillons est située entre la limite de satisfaction de  $90 \cdot 10^{-1}$  UFC/g. Ces échantillons sont considérés comme des fromages d'une qualité acceptable par rapport à la présence d'*E. coli*.

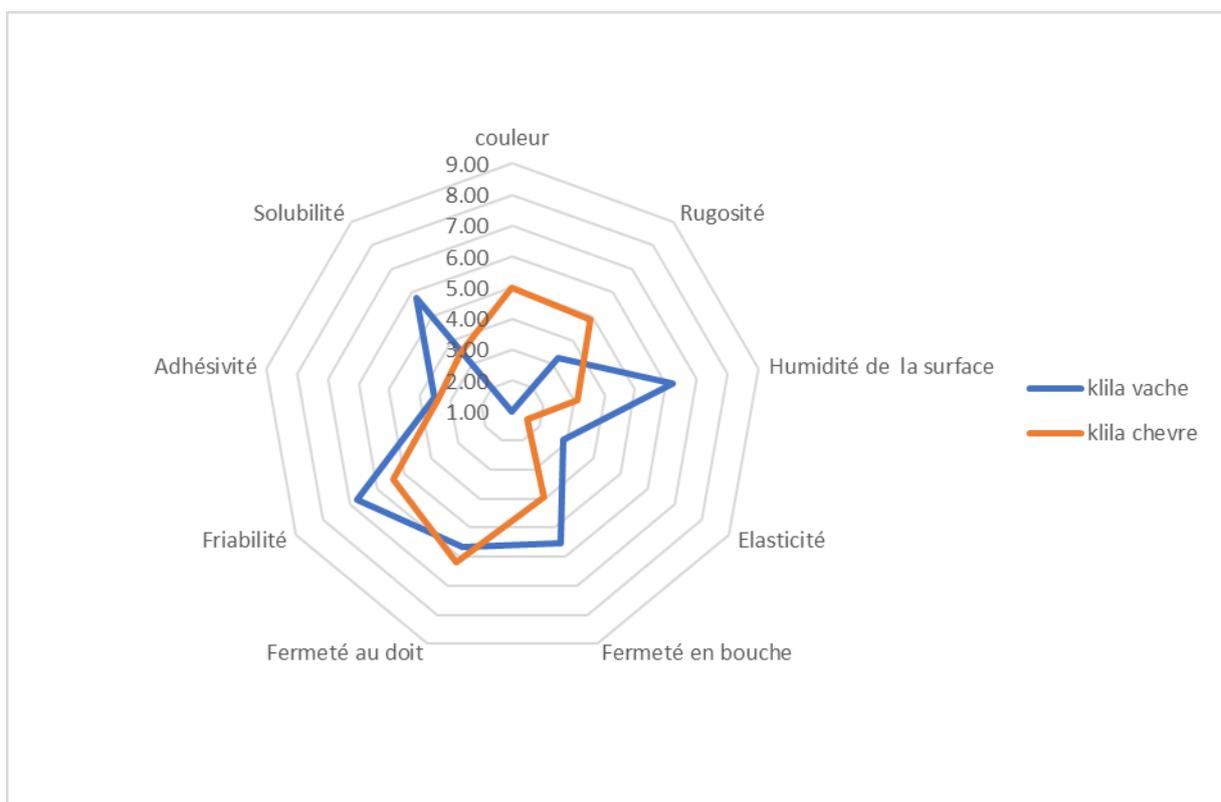
#### 4.4. Caractéristiques sensorielles du fromage *Klila*

Le profil sensoriel moyen du fromage *Klila* est donné par trente dégustateurs. Le test descriptif a été mené sur la *Klila* de vache puis sur la *Klila* de chèvre afin de mettre en évidence le changement des propriétés organoleptiques du fromage avec le changement de la nature de la matière utilisée.

##### 4.4.1. Aspect et texture

La *Klila* de vache est une pâte à faible élasticité, très humide, de couleur blanche. Elle présente une moyenne fermeté en bouche et au doigt mais peu adhésive et soluble. Elle est faiblement rugueuse et a une friabilité élevée (Figure 29).

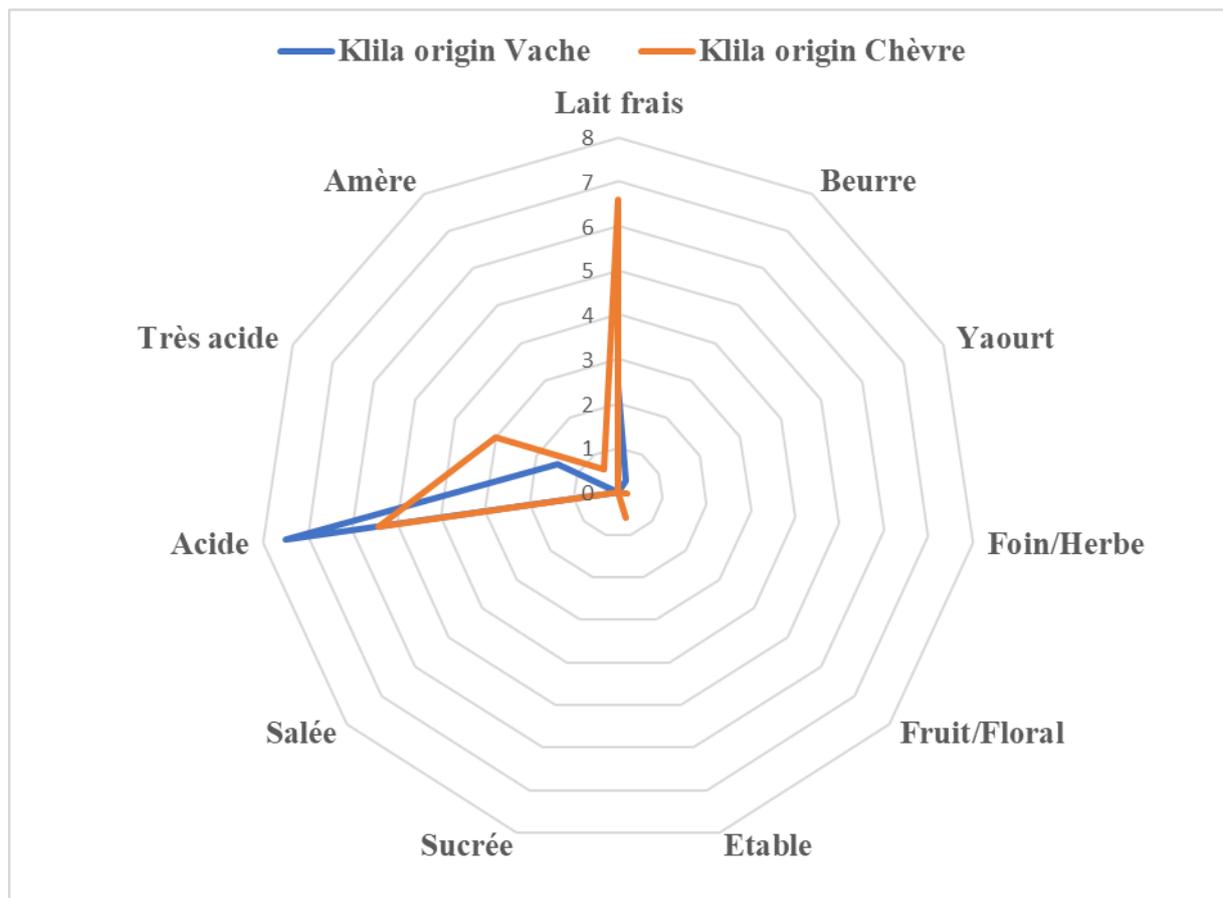
D'autre part, la *Klila* de chèvre perd sa solubilité et devient moyennement friable, moyennement ferme en bouche et très ferme au doigt. La *Klila* de chèvre est moins humide en comparaison avec celle de vache, mais elle présente la même adhésivité et la même élasticité.



**Figure 29.** Description des propriétés mécaniques et géométriques du fromage *Klila*

#### 4.4.2. Odeurs et saveurs

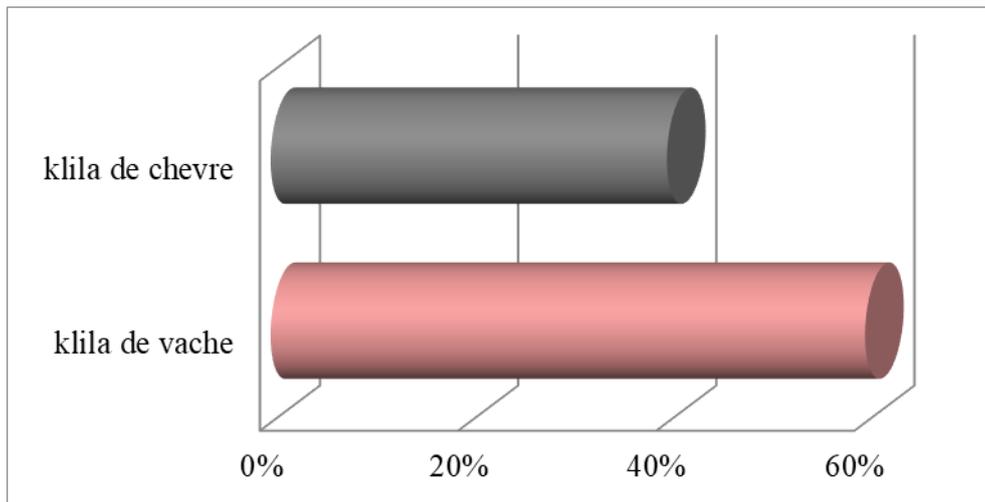
Le fromage *Klila* présente une gamme d'odeurs principalement de lait frais et de beurre, et de yaourt de très faible intensité, et une saveur fortement acide. Ces arômes sont plus détectables dans la *Klila* de chèvre. Ce fromage se caractérise par un goût lactique principalement de lait frais avec une faible intensité des herbes/et foin et une très faible d'étable, et une saveur fortement acide à très acide (Figure 30).



**Figure 30.** Description des odeurs et saveurs du fromage *Klila*

#### 4.4.3. Test de préférence

Un pourcentage de 60% de dégustateurs préfèrent la *Klila* qui était fabriquée à partir de lait de vache et 40% qui préfèrent la *Klila* de chèvre (Figure 31).



**Figure 31.** Répartition des dégustateurs selon le fromage préféré

**CONCLUSION  
ET  
PERSPECTIVES**

## Conclusion et perspectives

---

L'enquête sur terrain réalisée dans la région de Ghardaïa qui a touché 100 individus de zones différentes nous a permis de collecter des informations sur le fromage traditionnel *Klila* de la région étudiée. La fabrication de fromage est un procédé qui permet de préserver toutes les propriétés du lait le plus longtemps possible.

La *Klila* est un fromage frais ou extra dur qui est produit dans la plupart des régions d'Algérie. Toutes les personnes questionnées le connaissent et 76% des personnes le connaissent et le fabriquent. L'analyse du questionnaire nous a permis de créer un schéma de fabrication de ce fromage. Le fromage est également utilisé comme ingrédient de post-séchage dans les préparations culinaires traditionnelles.

Les résultats des analyses physico-chimiques effectués sur le lait cru, *Klila* de vache et de chèvre révèlent que ces échantillons sont proches aux normes et satisfaisant. Cependant le taux des paramètres : pH, MG, MS, acidité °D, cendres, conductivité et densité du lait et de *Klila* de vache diffèrent par rapport au lait de chèvre. Ces résultats peuvent être dus à l'alimentation ou à la race. Concernant les analyses microbiologiques, la qualité hygiénique du fromage traditionnel *Klila* était généralement acceptable et sont conformes aux normes fixées par l'état algérien avec une absence totale des staphylocoques à coagulase<sup>+</sup> et les Salmonella, cependant, une contamination par des E coli a été enregistrée, mais avec une faible charge. Les analyses microbiologiques du lait cru sont conformes aux normes avec une absence totale de tous germes dans les deux échantillons de laits analysés.

L'analyse sensorielle a montré que la *Klila* est un fromage doux, avec un goût acide à fortement acide.

Concernant les perspectives, ce travail mériterait d'être complété par :

- Une série d'enquêtes afin d'arriver à la délimitation géographique du terroir de ce fromage.
- Une étude sur la possibilité de conservation de *Klila* fraîche ou demi-sèche à des fins de commercialisation pour la consommation fraîche.
- Etiquetage de ce fromage traditionnel afin de protéger le patrimoine et le savoir-faire de nos ancêtres algériens.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

---

- Abouloifa, H., Rokni, Y., Bellaouchi, R., Hasnaoui, I., Gaamouche, S., Ghabbour, N., Chaoui, J., Brasca, M., Karboune, S., Ben Salah, R., Saalaoui, E., Asehrou, A. (2021). Technological properties of potential probiotic lactobacillus strains isolated from traditional fermenting green olive, *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 884-889.
- Afif, A., Faid, M., Najimi, M. (2008). Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology*, 7(1), 2-7.
- AFNOR. (1980). Lait et produits laitiers: Méthodes d'analyses. Recueil des norms françaises, 1<sup>ère</sup> Edition, AFNOR, Paris.
- AFNOR. (1985). Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques, 3<sup>ème</sup> édition, 107-321.
- Aissaoui Zitoun, O. (2014). Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien « Bouhezza ». Thèse de doctorat en Sciences alimentaires, INATAA Constantine. Université de Constantine 1. 174p.
- Aissaoui Zitoun, O. (2003). Fabrication et caractéristiques d'un fromage traditionnel algérien Bouhezza. Thèse de magister, INATAA, Constantine, Algérie, 138 p.
- Alais, C. (1984). Science du lait: principes des techniques laitières. Paris, Editions Sepaic. 4<sup>éd</sup>. 814p.
- Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., Simpson, R., Turgeon, H. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In Vignola C.L, Science et technologie du lait–
- Androuet, P. (1997). Guide du fromage. Paris : Edition Stock
- AOAC. (1980). Official Methods of Analysis, 13th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- AOAC. (1990). Méthodes d'analyse officielles. Association of Official Analytical Chemist, 15 Editions, Washington DC, USA.
- Benamara, RN., Gemelas, L., Ibri, K., Moussa Boudjemaa, B., Demarigny, Y. (2016). Sensory, microbiological and physico-chemical characterization of Klila, a traditional cheese made in the south-west of Algeria. *African Journal of Microbiology Research*, 10 (41), 1728-38.
- Benkerroum, N. (2013). Traditional Fermented Foods of North African Countries: Technology and Food Safety Challenges With Regard to Microbiological Risks. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(1), 54-89.
- 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.
- Benkerroum, N., Tamime, AY. (2004). Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (lben, jben and smen) to small industrial scale. *Food Microbiology*. 21(4), 399-413.
- Bennett, RJ., Johnston, KA. (2004). General Aspects of Cheese Technology. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Third edition - Volume (2), Major Cheese Groups, 23-50.

## Références bibliographiques

---

- Boubekri, K., Yoshiyuki, O. (1996). Identification des bactéries lactiques du fromage traditionnel algérien, El-Klila. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70(4), 501-505.
- Boubezari, M. (2010). Au-delà du confort sonore; l'usager dans la maîtrise du confort sonore et dans le protocole de mesurage acoustique, *Espaces et sociétés*, n° (5), 43-60.
- Boubezari, M., Aissi., Harhoura, K. (2010). Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel.
- Boutonnier, J L. (2000). Fabrication de fromage fondu, éd. des Technique de l'ingénieur.
- Brulé, G., Lenoir, J., Remeuf, F. (1997). Partie 1, les mécanismes généraux de la transformation du lait en fromage. Chapitre 1: la micelle de caséine et la coagulation du lait. Dans le fromage coord: Eck A., et Gillis J.C, 3ème édition Tec et Doc. Lavoisier, Paris. 7 - 26.
- Chami, ME., Benkhedir, CD. (2009). Effet de l'incorporation de l'extrait aqueux de thym sur la qualité hygiénique du yaourt, PHD Thesis, Université laarbi tebessi Tebessa.
- Chilliard, (1996) .Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre: comparaison avec les laits de vache et humain. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque: le lait de chèvre, un à tout pour la santé, INRA. Niort, France, 51-65.
- Chollet, A., (1951). La définition légale des fromages à pâte molle et la répression des fraudes. *Le Lait*, vol (31), n° (309-310), 612-617.
- Christian, M., (2009).Le colostrum chez les mammifères domestiques Note bibliographique. C IRAD.
- Codex standard 283. (2011). Codex Alimentarius - Lait et produits laitiers . Deuxième édition. FAO, Rome, 80.
- Dalglish, D G., Horne, D S., Law, A J R. (1989). Size-related differences in bovine casein micelles. *Biochimica et Biophysica. Acta (BBA) – General subjects*, Vol 991(3), 383-387.
- Dalglish, G. (1982). The enzymatic coagulation of milk. In developments in dairy chemistry - 1- Proteins (Coord. FOX P.F.) A.S. Publishers, 157-188, 410.
- De Vos, P., Garrity, G M., Jones, D., Krieg, N R., Ludwig, W., Rainey, F A., Schleifer, K H., Whitman, W B. (2009). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Second Edition, the Firmicutes, Springer USA, Volume (3), 1422.
- Djeddar., D. (2016). Caractéristiques physico-chimiques des fromages traditionnels Klila et Jben préparés à partir du lait de vache et de chèvre, Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie, Université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi, Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie, 19-24.
- FAO. (1995). Lait et produit laitiers dans la nutrition humaine, [www.fao.org](http://www.fao.org).
- FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO: Alimentation et nutrition N° 28. Rome, 271.
- FAO/OMS n° A-6 (1978, modifiée en 1990). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, chapitre 6: Fromages
- FAO/OMS. n° A-6 (1978, modifiée en 1990). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, chapitre 6: Fromages

## Références bibliographiques

---

- Favier, J C. (1985). Composition du Lait de Vache-Laits de Consommation
- Fredot, E. (2005). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de La diététique. Tec et Doc, Lavoisier, 397p.
- Gauceron, F. (2004). Minéraux et produits laitiers, Technique et Documentation.
- Ghaoues, S. (2011). Magister en Sciences Alimentaires Option: Technologie Alimentaire Université Mentouri, Constantine. Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires.
- Goursaud, J. (1985). Composition et propriétés physico-chimiques. Dans laits et produits laitiers vache, brebis, chevr, (luquet, FM) Tome (1) : les laits de la mamelle à la Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29, 600 p.
- Grillet, N., Grimaud, P., Loiseau, G., Wesuta, M., Faye, B. (2005). Sanitary Quality of Raw Milk within the Commodity Subsector in Mbarara District and Kampala City in Uganda.
- Guiraud, J P. (2003). Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire. In: *Microbiologie alimentaire*. Edition Dunod, Paris, 651.
- Guiraud, JP. (1998). Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits alimentaires. Ed. Dunod, Paris, 625.
- Guiraud, JP. (1998). Microbiologie Alimentaire. In : Microbiologie alimentaire. Edition. Dunod, Paris, 652.
- Hamann, J., Zecconi, A. (1998). Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. *Bulletin of the IDF*, (334), 26.
- Harrati, E. (1974). Recherches sur le Lben et le Klila algériens. Thèse de doctorat de spécialité, Université de Caen (France).
- Houppermans, S., Marcel Proust constructiviste. BRILL, 2007.
- J.O.R.A n°70. (2004). Arrêté 11 septembre 2004 rendant obligatoire une méthode de préparation des échantillons pour l'essai et les dilutions en vue de l'examen microbiologique.
- Jeanjet, R., Croguennec, T., Mahautm, M., Schuckp, P., Brulé, G. (2008). Les produits laitiers, 2ème édition, 185.
- Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., Brulé, G. (2007). Les produits laitiers. Editions Tec & Doc Lavoisier, (184).
- Jensenr (1995). Handbook of Milk Composition-General Description of Milks, Academic press, Inc: 3, 919p.
- JORA n° 32 (23 mai 2004) Arrêté du 5 Safar 1425 correspondant au 27 mars 2004 rendant obligatoire la méthode de dénombrement des germes totaux à 30 °C pour les poudres de lait et de lactosérum.
- JORA N° 69, (1993). Journal officiel de la République algérienne.
- Kebchaoui, J. (2012). Cours: n Connaissance du lait. ENIL Mamirolle, Franche-Comté, France.
- Lahsaoui, S. (2009). Etude de procédé de fabrication d'un produit laitier traditionnel Algérien "Klila" mémoire d'ingénieur d'état, Batna, Université El Hadj Lakhdar-Batna, 72.
- Lahsaoui, S. (2009). Etude du procédé de fabrication d'un produit laitier traditionnel algérien Klila, Thèse, Département d'Agronomie, Université de Batna, Algérie, 20.

## Références bibliographiques

---

- Le Mens, P. (1985). Le lait de chèvre : propriétés physico - chimiques, nutritionnelles et chimiques. In : Lait et produits laitiers, vache, chèvre, brebis, de la mamelle à la laiterie. Tome 2. Paris: Technique et documentation Lavoisier, 354 - 367.
- Leksir, C. (2018). Caractérisation, fabrication et consommation du dérivé laitier traditionnel « Klila » dans l'Est algérien. Thèse de Doctorat en sciences biologiques. Faculté des Sciences de La Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Département de Biologie. Université 8 Mai 1945 Guelma. 156.
- Leksir, C., Boudalia, S., Moujahed, N., Chemmam, M. (2019). Traditional dairy products in Algeria: case of Klila cheese. *Journal of Ethnic Foods*, 6(1), 14.
- Leonil, J., Michalski, C., Martin, P. (2013). Les structures Supramoléculaires du lait: structure et impact nutritionnel de la micelle de caséine et du globule gras. *INRAProd. Animales*. 26(2), 129-144.
- Leonil, J., Michalski, C., Martin, P. (2013). Les structures Supramoléculaires du lait: structure et impact nutritionnel de la micelle de caséine et du globule gras. *INRAE Prod. Animales*. 26 (2), 129-144.
- Mahamedi, A. E. (2015). Etude des qualités : hygiénique, physicochimique et microbiologique des ferments et des beurres traditionnels destinés à la consommation dans différentes régions d'Algérie. Mémoire de Magister en Biologie. Benlahcen, K. Université d'Oran, Algérie, 11.
- Marcel, M. (2007). Larousse agricole Edition Larousse. Paris. France. 115-405.
- Matallah, S., Matallah, F., Djedidi, I., Mostefaoui, K. N., Boukhris, R. (2017). Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord- Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 29(11).
- Mathieu, J. (1998). (B) Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec et DOC: Lavoisier, Paris. pp:12- 210. ISBN: 2-7430- 0233-6.
- Mathieu, J. (1999). Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Milks, Academic Press, Inc 3, 919.
- Medjoudj, H., Aouar, L., Zidoune, MN., Hayaloglu, A. A. (2018). Proteolysis, microbiology, volatiles and sensory evaluation of Algerian traditional cheese Bouhezza made using goat's raw milk. *International Journal of Food Properties*, éd. Taylor & Francis. 20 sup3, 3246-3265.
- Mennane, Z., Khedid, A., Zinedine, M., Lagzouli, M., Ouhssine, M., Elyachioui, K. (2007). "Microbial Characteristics of Klila and Jben Traditional Moroccan Cheese from Raw Cow's Milk" *World Journal of Dairy & Food Sciences* 2 (1), 23-27.
- Mennane, Z., Khedid, K., Zinedine, A., Lagzouli, M., Ouhssine, M., Elyachioui, M. (2007). Microbial characteristics of Klila and Jben traditional Moroccan cheese from raw cow's milk. *World Journal of Dairy & Food Sciences*. 2 (1), 23-7. Milks, Academic Press, Inc:3, 919p.
- Parente, E., and Cogan, TM. 2004. Starter cultures: General aspects. Pages 123–148 in *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Vol. 1. P. F. Fox, P. L. H. McSweeney., Cogan, T M and Guinee, TP., Chapman ed and Hall, London, UK.
- Pougheon, S. (2001). Contributions l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France, 102.

## Références bibliographiques

---

- Pougheon, S., Goursaud, J. (2001). Le lait caractéristiques physicochimiques in Lait nutrition et santé. Editions INRA, Paris.
- Ramet, J P. (1987). Use of bovine calf rennet to coagulate raw camel milk. *World Animal*.
- Ramet, J P. (1987): Production de fromages à partir de lait de chamelle en Tunisie. Rapport mission FAO, Rome, 1–33. *Rev. Elev. Méd. Vét. des Pays Trop.*, (44), 325-334.
- Ramet, J P. (1997). Les agents de transformation du lait, la présure et les enzymes *Rev* (61), 11-16.
- Ramet, JP. (1985). La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen. Etude FAO Production et Sante Animales 48. Rome, Italie. 222p.
- Rheotest, M. (2010). Rhéomètre RHEOTEST® Netviscosi mètre à capillaire RHEOTEST® LK-Produits alimentaires et aromatisants. <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.
- Roustel, S., Boutonnier, J L. (2015). Fromage fondu: technologie de fabrication et contrôle qualité.
- Salghi, R. Analyses physicochimiques des denrées alimentaires. Ecole nationale des sciences appliquées d'Agadir, 33p.
- Soukehal, D. (2011). Pour votre culture générale: produits laitiers fabriqués en Algérie Over blog.
- Tamime, AY., O'Connor, TP. (1995). Kishk-a dried fermented milk/cereal mixture. *International Dairy Journal*, 5(2), 109-28.
- Thieulin, G., Basille, D., Pantaleon, J., Rosset, R., Gandon, Y., Petit, A., (1966). Recherche des staphylocoques pathogènes dans le lait et les produits laitiers. Mémoires originaux. *Le lait* n° (453-454), 131-140.
- Thieulin, G., Vuillaume, R. (1967). Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait, de produits laitiers et des œufs. *Bulletin de l'académie Vétérinaire de France*, 120 (5), 249-250.
- Veisseyre, R. (1975): Technologie du lait. Constitution récolte traitement et transformation 3<sup>ème</sup> édition La Maison Rustique, Paris, 714p.
- Vierlinge. (2003). Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, 11, 270 p.
- Vignola, C. (2002). Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada, 3-75.
- Yabrir, B., Hakem, A., Mostefaoui, A., Laoun, A., Titouche, Y., Labiad, M., Magtouf, L., Mat, A. (2013). *Qualité microbiologique du lait cru ovin collecte dans la steppe centrale de l'Algérie*, Vol(7).
- Yerou, H., Zoghalmi, M., Meskini, A., Homrani, A., Yerou, W.(2022). Epigenetic effects of climate on dairy parameters of Prim 'Holstein breed in west coast Algeria , *Genetics & Biodiversity Journal*, 6 (2), 152-160.
- Yildiz, F. (2010). Developpement and manufacture of yougurt and other dairy products, CRC Press Taylor & Francis Group, USA, 435.
- Zoghalmi, M., Yerou, H., Yerou, W., Homrani, A. (2022). Impact du stress thermique sur les critères de qualité du lait cru de vaches Holsteins en zone semi-aride de l'Ouest algérien, *Live stock Research for Rural Development*, vol. 34.

### Site internet:

- <https://www.institut-numerique.org/411>

# **ANNEXES**

# Annexe 1

## Enquête sur un fromage traditionnel Klila à la région de Ghardaïa

Identité du questionné

N° : .....Nom et prénom : .....

.....Sexe:.....Age :.....

Origine: Urbaine  Rurale  Ferme

Adresse : .....

Commune : .....Daïra : .....Wilaya : .....

1. Quels sont les différents types de fromages que vous

Connaissez	..... .....	..... ..	..... ..	..... ..	..... ..
Fabriquez	..... ..	..... ..	..... ..	..... ..	..... ..

3. Quels types de lait vous utilisez pour la fabrication du Klila?

Lait de vache  lait de chèvre  lait de   
brebis

4. Combien de litres de lait utilisé pour la préparation du Lben .....litres ?

5. Quelles sont les caractéristiques du Lben destiné à la préparation du Klila ?

Lben acide

Lben très acide

Lben non acide

N'importe quel Lben

6. Caractéristiques du lait: Chaud  froid  écrémé  entier

Pourquoi

?.....

7. Comment vous fabriquez en détail se fromage?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

.....  
.....  
.....

8. Comment se fait la cuisson du Klila

9. Est-ce qu'on doit rajouter du sel au Lben ? Oui  Non

10. Comment peut-on savoir que le Klila est cuit ?

Formation des masses (coagulum)

Apparition du lactosérum

Disparition totale de l'aspect de Lben

11. Quels sont les critères d'une bonne ou mauvaise Klila ?

.....

12. Après la séparation du lactosérum en utilisant un tissu fin, l'égouttage de la boule de Klila est complété : Dans un endroit frais  au soleil

13. L'égouttage peut durer de .....a.....heures ou jours

14. Klila peut être consommé fraîche  séchée

Autres (à préciser)

.....

15. Klila sèche peut être utilisé dans la préparation des plats traditionnels tels que :

.....

16. Est-ce que Klila devient prête à la consommation juste après le séchage ?

Oui  Non

Sinon pourquoi ?.....

17. Quel est le mode et le moyen de conservation ?

.....

18. Quel est le temps de conservation ?.....

19. Quels sont les défauts du Klila qui peuvent survenir lors de sa conservation?

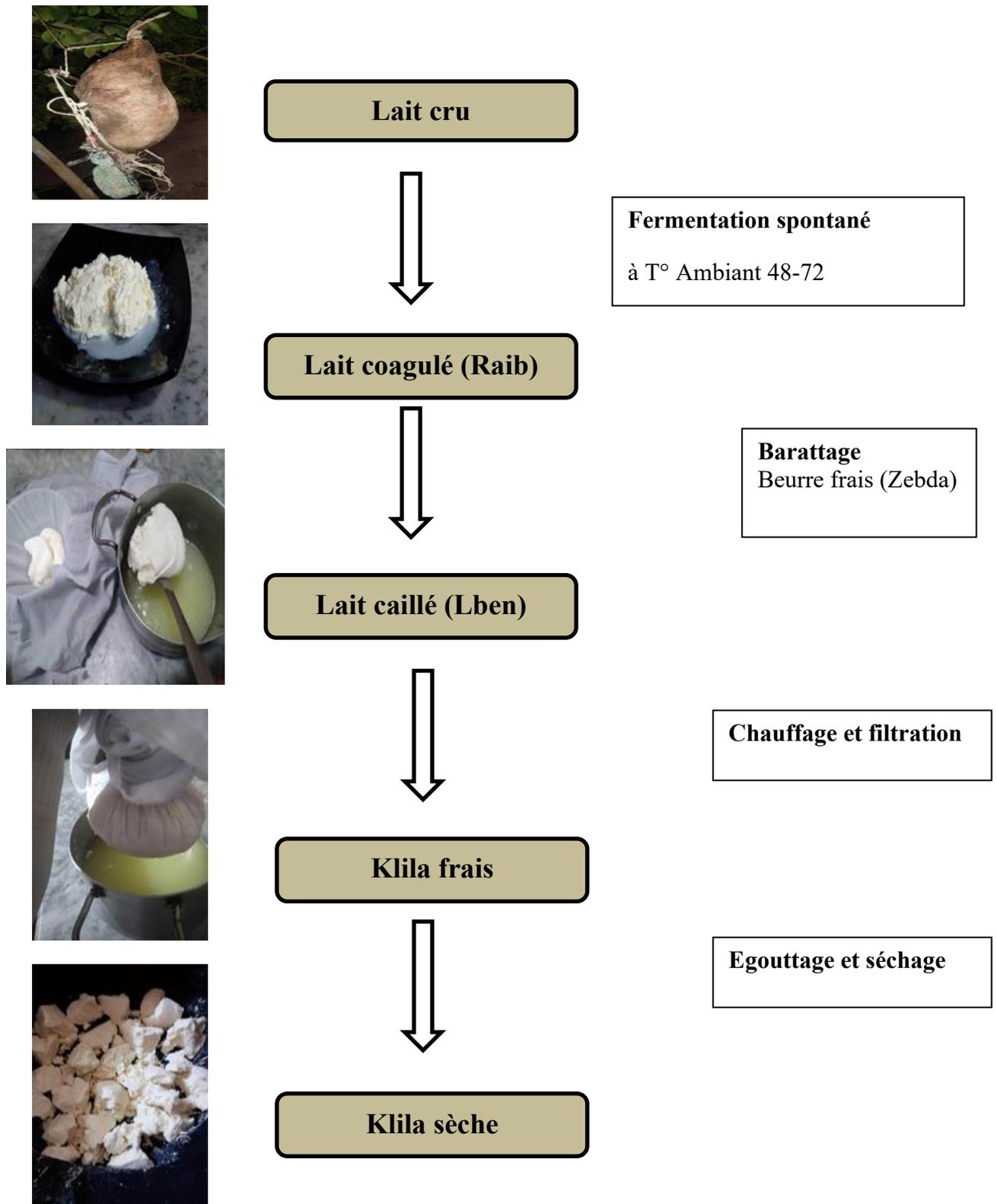
Goût.....

Odeur.....

Texture.....

## Annexe 2

### Diagramme de fabrication de Klila avec nos photos originales



### Annexe 3

#### Milieux sélectifs et conditions d'incubation pour la recherche des germes indésirables dans le ; lait cru et le fromage traditionnel Klila

Germes recherchés	Milieux de culture utilisés	Conditions d'incubation	
		Température	Temps
FTAM	-gélose au lait	30°C	-72 heures
<i>Staphylococcus a coagulasse positif</i>	-Baird Parker	37°C	-24 heures
Salmonelles	-Eau peptonée tamponnée	37°C	-24heures
	-Rappaport	44°C	-24heures
Les coliformes fécaux	-VRBL	44°C	-48 heures
<i>Escherichia coli</i>	-BLBVB	44°C	-24heures
	-Eau peptonée tamponnée	44°C	-24 heures

## **Annexe 4**

### **Fiche d'analyses sensorielles du fromage Klila**

Date : .....

Nom et prénom : .....

Age : .....

Grade : .....

Echantillon 1: .....

Echantillon 2: .....

Echantillon préféré : .....

			Klila produit à partir de lait de vache	Klila produit à partir de lait de chèvre
<b>Aspect et texture</b>	Couleur de la pate	Blanche		
		Jaunâtre		
		Jaune		
	Rugosité	Faible		
		Moyen		
		Elevé		
	Humidité de la surface	Faible		
		Moyen		
		Elevé		
	Elasticité	Faible		
		Moyen		
		Elevé		
	Fermeté en bouche	Faible		
		Moyen		
		Elevé		
Fermeté au doigt	Faible			
	Moyen			
	Elevé			
Friabilité	Faible			
	Moyen			
	Elevé			
Adhésivité	Faible			
	Moyen			
	Elevé			
Solubilité	Faible			
	Moyen			
	Elevé			
<b>Odeurs et arômes</b>	Lait frais	Oui		
		Non		
	Beurre	Oui		
		Non		
	Yaourt	Oui		
		Non		
Foin/ herbe	Oui			
	Non			
Fruit / floral	Oui			
	Non			
Etable	Oui			
	Non			
<b>Saveurs et goûts</b>	Sucrée	Oui		
		Non		
	Salée	Oui		
		Non		
	Acide	Oui		

		Non		
	Très acide	Oui		
		Non		
	Amère	Oui		
		Non		