



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان



Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

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

Département de Biologie

MÉMOIRE

Présenté par

Dib fatia

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Microbiologie et Contrôle de qualité

Thème

Valorisation des produits laitiers traditionnels Algériens

Soutenu le, devant le jury composé de :

Président Mme Bouali wafaa

MCB

Université Tlemcen

Examineur Mm Mesli Esma

MCB

Université Tlemcen

Encadreur Mm Bendimerad Nahida

MCB

Université Tlemcen

Année universitaire 2020/2021

Dédicaces

J'ai l'honneur de dédies ce modeste travail à l'aide de dieu tout puissant :

*À la mémoire de ma très chère mère «**D.Rafika**» qui a représenté pour moi le symbole de la femme et la bonté par excellence, la source de tendresse et qui le sera toujours et l'ange qui n'a pas cessé de croire en moi, tu seras toujours dans mes pensées*

*Et à la mémoire de mon cher père «**D. Ghouti**», a qui je dois énormément, et qui a crus toujours en moi, qui n'a pas cessé de m'encouragé, qui a été ma source de force et qui le sera a jamais, tous mes respects.*

*À ma tante «**Wahida** » qui a été une deuxième mère pour moi et qui m'a appris que la patience est le secret du succès.*

*Ma fierté et mon honneur «**Seyf el dine**» et «**Raid** » et sans oublier ma petite sœur «**Wiam** » que Dieu les protèges.*

*À ma Grand-mère «**A.Rabiaa** » que Dieu le tout puissant lui accorde*

Une longue vie.

*À mon cher cousin «**D.zohir** » qui m'a toujours encouragé et soutenu.*

À une amie qui grâce à son aide j'ai peu mettre ce travail en chemin de la réussite, merci

*«**Yebdri Sarah**».*

*Et toutes mes proches familles **Dib, Djilali** en reconnaissance de leurs encouragements.*

À tous mes amis pour leur sympathie

Fatia

Remerciements

Merci à Dieu tout puissant de nous avoir donné le foie, la force, le courage et la patience afin de terminer ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements aux personnes qui m'ont apporté de l'aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

*Mes premiers remerciements sont adressés à mon encadreur « **Mme Bendimrade Nahida** » qui a accepté de m'encadrer et qui m'a soutenu tout au long de ce travail je la remercie pour sa disponibilité qui m'a été précieuse, merci pour m'avoir guidé vers la réussite.*

*J'exprime toute ma gratitude à « **Mm Bouali wafaa** » pour avoir généreusement accepté de présider le jury de soutenance.*

*Je tiens à remercier sincèrement « **Mm Mesli Esma** » de m'avoir fait l'honneur, d'examiner ce travail.*

A la mémoire de mes deux parents, qui grâce à leur effort, conseils, tendresse, encouragements, m'ont permis de continuer jusqu'à la fin. Et leur soutien, leur mémoire qui m'a permis de finir ce travail que Dieu lui accorde son paradis éternel.

ملخص

تعددت منتجات الألبان التقليدية في الجزائر حيث كان بعضها موضوعا لعدة أبحاث بهدف الترويج للمنتجات المحلية و تحسين تقنيات التصنيع من اجل جودة صحية أفضل و قبل كل شيء لإنشاء معايير لإنتاجها الصناعي .

في هذا السياق كنا نرغب في إجراء دراسة تجريبية لبعض هذه المنتجات التقليدية , لسوء الحظ و نظرا للحالة الصحية في بلدنا و العالم بأسره اليوم, اقتصر عملنا على تحليل ثلاث مقالات عن منتجات الالبان التقليدية: جبن, كليلة ,بوهزة . حيث خضعت هذه الاجبان الثلاثة للتوظيف الميكروبيولوجي , الفزيائي , الكيميائي و الحسي.

اظهر التحليل الميكروبيولوجي أن الاجبان الثلاثة التقليدية غنية ببكتيريا حمض اللاكتيك مثل المكورات المعوية ,العصيات اللبنية ,المكورات الفطرية والليكونوستوك وتختلف مستويات هذه البكتيريا باختلاف الجبن الذي تم تحليله ومصدر الحليب المستخدم. بالإضافة الى هذه الفلورا ,يحتوي جبن جبن أيضا على الخميرة و الكوليفورم بمستويات عالية في حين ان السلمونيليا والمكورات العنقودية غائبة. كما توجد انواع اخرى منها ستافيلوكوكيساورييس بالإضافة الى الكلوستريديوم ولكن بتركيزات منخفضة في جبن بوهزة.

أنتجت بكتيريا حمض اللاكتيك ل.اسيدوفليس المعزولة من بوهزة جرثومة ذات قدرة مثبطة كبيرة ضد المكورات العنقودية الذهبية , كما اظهرت المركبات المثبطة التي تنتجها الفلورا اللبنية الموجودة في جبن جبن أيضا مناطق مختلفة من الحساسية على *Bacillus subtilis* ATCC 93 و *Escherichia coli* ATCC, L 25 922, في حين اظهر التحليل الحسي لجبن بوهزة أن حليب البقر كان مقبولا بشكل أفضل مقارنة بحليب الماعز المخمر.

تنوع الميكروفلورا الموجودة ووجود البكتيريا المسببة للأمرض في الجبن الجزائري التقليدي يعتمد على نوع الحليب المستخدم ,سواء كان مبسترا أو خاما ,بروتوكول الإنتاج ,والمنطقة التي يصنع فيها الجبن وما الى ذلك ... كل هذه العوامل تؤثر بشكل كبير على الجودة الصحية للجبن المنتج.

الكلمات المفتاحية: الاجبان التقليدية, التحليل, التثبيط, منتجات الألبان,

Résumé

En Algérie, les produits laitiers traditionnels sont nombreux dont certains ont fait l'objet de plusieurs recherches dans le but de valoriser les produits du terroir, d'améliorer les techniques de fabrication pour une meilleure qualité hygiénique et surtout de créer des normes pour rendre leur fabrication industrielle.

Dans ce contexte, nous avons souhaité faire une étude expérimentale de certains de ces produits traditionnels, malheureusement vu l'état sanitaire que connaît notre pays et le monde entier actuellement, notre travail a été limité à l'analyse de trois articles sur les produits laitiers traditionnels : Jben, Klila et Bouhezza, Ces trois fromages ont fait l'objet d'une caractérisation microbiologique, physicochimique et sensorielle.

L'analyse microbiologique a montré que les trois fromages traditionnels sont riches en bactéries lactiques tel que les entérocoques, lactobacilles, les lactocoques, les pedicoques et leuconostos. Leurs taux varient en fonction du fromage analysé, et de la source du lait utilisée. En plus de cette flore, le fromage Jben, contient aussi des levures et des Coliformes avec des taux élevés, alors que Salmonella et Staphylocoques sont absents.

L'espèce *Staphylococcus aureus* existe aussi dans le fromage Bouhezza qui contient aussi Clostridium mais à des faibles concentrations.

La bactérie lactique *L.acidophilus* isolée du Bouhezza produit une bactériocine qui a un grand pouvoir inhibiteur contre *Staphylococcus aureus*.

Les composés inhibiteurs produits par la flore lactique présente dans le « Jben » ont montrés aussi différents zones de sensibilité vis-à-vis des bactéries indicatrices *Bacillus subtilis* ATCC 93 et *Escherichia coli* ATCC, L 25 922.

L'analyse sensorielle du fromage Bouhezza a montrés que le lait de vache fermenté était mieux accepté par rapport au lait de chèvre fermenté. .

La diversité de la microflore présente, et la présence des bactéries pathogènes dans les fromages traditionnels Algériens dépend du type du lait utilisé, qu'il soit pasteurisé ou cru, du protocole de fabrication, de la région où le fromage est fabriqué etc...Tous ces facteurs ont un impact important sur la qualité hygiénique du fromage élaboré.

Mots clés : produits laitiers, Fromage traditionnel, analyses, bactérie lactique, inhibition.

Abstract

In Algeria, there are many traditional dairy products, some of which have been the subject of several researches in the field of promoting local products, improving manufacturing techniques for better hygienic quality and above all creating standards to make their quality. Industrial manufacturing.

In this context, we wished to make an experimental study of some of these traditional products, unfortunately given the state of health in our country and the whole world today, our work was limited to the analysis of three articles on dairy products. traditional: Jben, Klila and Bouhezza, These three cheeses have undergone microbiological, physicochemical and sensory characterization.

Microbiological analysis has shown that the three traditional cheeses are rich in lactic acid bacteria such as enterococci, lactobacilli, lactococci, pediococci and leuconostos. Their levels vary depending on the cheese analyzed, and the source of the milk used. In addition to this flora, Jben cheese also contains yeast and Coliforms with high levels, while Salmonella and Staphylococci are absent.

The Staphylococcus aureus species also exists in Bouhezza cheese which also contains Clostridium but at low concentrations

The lactic acid bacterium *L. acidophilus* isolated from Bouhezza produced a bacteriocin which has a great inhibitory power against *Staphylococcus aureus*

The inhibitory compounds produced by the lactic flora present in the “Jben” also showed different zones of sensitivity towards the indicator bacteria *Bacillus subtilis* ATCC 93 and *Escherichia coli* ATCC, L 25 922

Sensory analysis of Bouhezza cheese showed that fermented cow's milk was better accepted compared to fermented goat's milk. .

The diversity of the microflora present, and the presence of pathogenic bacteria in traditional Algerian cheeses depends on the type of milk used, whether pasteurized or raw, the production protocol, the region where the cheese is made etc ... All these factors have a significant impact on the hygienic quality of the cheese produced.

Keywords: dairy products, Traditional cheese, analyzes, lactic bacteria, inhibition



Sommaire

<i>Résumé</i>	
<i>Liste des figures</i>	
<i>Liste des tableaux</i>	
<i>Introduction générale</i>	

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre I : produits laitiers traditionnels Algérien

<i>I. Produits laitiers traditionnels</i>	<i>03</i>
<i>I. 1.boissons fermentée</i>	<i>03</i>
<i>I. 1. 1. Lben</i>	<i>04</i>
<i>I. 1.2. Rayeb</i>	<i>04</i>
<i>I.2.Dérivés laitier gras</i>	<i>05</i>
<i>I.2.1. Beurre (Zebda frais)</i>	<i>05</i>
<i>I.2.2.Smen</i>	<i>06</i>
<i>I.2.3. Shmen (Semma)</i>	<i>06</i>
<i>I.3. Fromage traditionnels</i>	<i>07</i>
<i>I.3.1.Ighounane</i>	<i>07</i>
<i>I.3.2. Aghoughlou</i>	<i>07</i>
<i>I.3.3. Adhghass</i>	<i>07</i>
<i>I.3.4. Ibakhbakhane</i>	<i>08</i>
<i>I.3.5.Mechouna</i>	<i>08</i>
<i>I.3.6. Takammart</i>	<i>08</i>
<i>I.3.7. Kemarya</i>	<i>08</i>
<i>I.3.8.Aoules</i>	<i>09</i>
<i>I.3.9Medghissa</i>	<i>09</i>
<i>I.3.10.jben</i>	<i>10</i>
<i>I.3.11.klila</i>	<i>11</i>

<i>I.3.12. Bouhezza</i>	12
-------------------------------	----

Chapitre II : Agents coagulants

<i>II. Coagulants industriels</i>	14
<i>II .1. La présure</i>	14
<i>II.1.1. Définition</i>	14
<i>II.1.2. La composition et mode d'action de la présure</i>	14
<i>II.2. Coagulants d'origine microbiens</i>	14
<i>II.3. Coagulants d'origine fongique</i>	15
<i>III. Coagulants artisanaux</i>	16
<i>III.1. Coagulants d'origine animale : HAKKA</i>	16
<i>III.1.1. Définition et protocole de fabrication</i>	16
<i>III.2. Coagulants d'origine végétale</i>	16
<i>III.2.1. Le cardon</i>	16
<i>III.2.2. La papaïne</i>	17
<i>III.2.3. La ficine</i>	17
<i>III.2.4. La broméline</i>	17

Partie 2 : Analyse d'articles

Matériels et méthodes

Article 1 : Identification et caractérisation des bactéries lactiques isolées du fromage traditionnel rural Jben

<i>I. Introduction</i>	21
<i>II. Etude sur les zones rurales</i>	21
<i>II.1. Collecte des échantillons</i>	22
<i>III. Analyse microbiologique</i>	22

<i>III.1. Étude du microbiote lactique.....</i>	<i>24</i>
<i>IV. Etude technologique.....</i>	<i>25</i>
<i>V. Analyse statistique</i>	<i>26</i>
Article 2: Identification des bactéries lactiques du fromage Algérien	
<i>El-Klila</i>	
<i>I. Introduction.....</i>	<i>27</i>
<i>II. Collecte des échantillons.....</i>	<i>27</i>
<i>III. Isolement des bactéries lactiques.....</i>	<i>28</i>
<i>III.1. Identification bactérienne.....</i>	<i>28</i>
<i>IV. Caractéristiques chimiques et physiques du fromage Klila.....</i>	<i>29</i>
Article 3: caractérisation du fromage traditionnel Algérien « Bouhezza » préparé avec du lait cru de vache, chèvre et brebis.	
<i>I. Introduction.....</i>	<i>30</i>
<i>II. Collecte des échantillons</i>	<i>31</i>
<i>III. Analyse du lait cru.....</i>	<i>31</i>
<i>III.1. Analyse physico-chimique et bactériologique</i>	<i>32</i>
<i>III.2. Collecte de donnée sur la préparation traditionnelle de « Bouhezza ».....</i>	<i>32</i>
<i>III.3. Fabrication du fromage</i>	<i>32</i>
<i>VI. Analyse sensorielle</i>	<i>33</i>
<i>V. Analyse statistique</i>	<i>33</i>
Résultats et discussion	
Article 1 : Identification et caractérisation des bactéries lactiques isolées du fromage traditionnel rural (Jben) de la province	
<i>I. Analyse physico-chimique.....</i>	<i>35</i>

<i>II. Analyse microbiologique.....</i>	<i>35</i>
<i>III. Isolement et identification des bactéries lactiques.....</i>	<i>37</i>
<i>IV. Etude technologique.....</i>	<i>40</i>
<i>V. Activité antibactérienne</i>	<i>43</i>

Article 2: Identification des bactéries lactiques du fromage algérien

El-Klila

<i>I. Caractérisation microbiologique.....</i>	<i>47</i>
--	-----------

Article 03: caractérisation du fromage traditionnel Algérien « Bouhezza » préparé avec du lait cru de vache, chèvre et brebis.

<i>I. Les qualités physico-chimiques et bactériologiques du lait cru.....</i>	<i>53</i>
<i>II. Collecte de données sur la préparation traditionnelle de « Bouhezza ».....</i>	<i>57</i>
<i>III. Analyse des rendements fromagers.....</i>	<i>60</i>
<i>IV. Analyse sensorielle du fromage « Bouhezza ».....</i>	<i>62</i>
<i>Conclusion générale.....</i>	<i>65</i>
<i>Références Bibliographiques.....</i>	<i>67</i>
<i>Annexe.....</i>	<i>75</i>

Liste des tableaux

Tableau 1 : pH et acidité des échantillons de fromages traditionnels	35
Tableau 2 : Résultats des analyses microbiologiques des fromages traditionnels(Jben) (UFC/g)	36
Tableau 3 : Caractéristiques morphologiques, culturelles, physiologiques et biochimiques des isolats	38
Tableau 4 : Zones d'hydrolyse de l'activité protéolytique sur milieu PCA avec la concentration suivante (1, 1,5, 2 et 3% de lait écrémé) à 30 °C pendant 24 heures d'incubation	42
Tableau 5 : Dépistage des LAB pour l'activité antibactérienne contre S.aureus ATCC 6538	43
Tableau 6 : Action des enzymes protéolytiques, du pH de l'enzyme lipase et du traitement thermique sur l'activité antimicrobienne des extraits bruts contre la croissance de S. aureus	45
Tableau 7 : Caractéristiques physiologiques et biochimiques des bactéries lactiques isolées du fromage El-Klila	47
Tableau 8 : Les identités de groupe et le nombre d'isolats	49
Tableau 9 : Valeurs moyennes (g/ kg) et écart type du pH, de l'humidité, taux de protéines, taux du matières grasses, acide lactique et sel du fromage El-Klila"	51
Tableau 10 : les qualités physiologiques des échantillons analysés (N=27)	53
Tableau 11: les qualités bactériologiques des échantillons analysés (N=27)	54
Tableau 12 : Test de notation hédonique pour le fromage « Bouhezza » (avec 5 descripteurs)	62

Liste des figures

Figure 1 : Schéma illustratif représentant la fabrication des majeurs types de produits laitiers traditionnels algériens (Choubaila ; 2018).....	3
Figure 2: lben (produits-laitiers.com ; 2017)	4
Figure 3: Rayeb traditionnel (gastronomiac.com ; 2021).....	5
Figure 4: Zebda ou Dhen (Nadakiffa ; 2015).....	5
Figure 5: Smen (lmalomat.com ;2019).....	6
Figure 6: Shmen (semma) (Produits-laitiers.com ;2018).....	7
Figure 7: Kemaria de vache (Benderwich; 2009).....	9
Figure 8 : Fromage traditionnel Medghissa (docplayer.fr ; 2021).....	10
Figure 9: Jben beldi fait-maison (Nadakiffa.com.2015).....	11
Figure 10: Klila fait-maison (Zikka.com ; 2019).....	11
Figure11 : Fromage Bouhezza de Oum el Bouaghi (aps.dz ; 2019).....	12
Figure 12: Broméline (tige de l'ananas) (jardinage.lemonde.fr).....	18
Figure13: Papaine (feuilles de papaye) (www.visoflora.com).....	18
Figure14 : Ficine (sève du figuier) (Remedes-de-grand-mere.com).....	18
Figure 15: La plante de Caricapapaya (www.visoflora.com).....	18
Figure 16 : la localisation des échantillons.....	22
Figure 17 : Carte de localisation de la zone d'étude. Des échantillons de lait sont collectés dans quatre zones situées au nord-est de l'Algérie (Guelma, Souk Ahraset Tébessa) et au centre de l'Algérie : (Djelfa). Du lait cru de trois espèces (chèvre, vache et brebis) a été collecté et utilisé pour « Bouhezza »fabrication de fromage.....	31
Figure 18 : Analyse microbiologique des fromages traditionnels (Jben) (Log CFU/g)....	37.

Figure 19 : l'évolution de la cinétique du pH et l'acidité lactique de la croissance du <i>Lactococcus</i> sp.....	40
Figure 20 : l'évolution de la cinétique du pH et l'acidité lactique de la croissance du <i>Lactobacillus</i> sp	41
Figure 21 : l'évolution de la cinétique du pH et l'acidité lactique de la croissance du <i>Enterococcus</i> sp.....	41
Figure 22 : Activité antibactérienne de LAB sélectionnées de fromage traditionnel (Jben) contre <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 par le surnageant acellulaire des isolats producteurs en utilisant le test de diffusion en puits d'agar. B13 : GM13, B11 :GM11, B33 : GM33, B20 : GM20, B40 : GM40, B10 : GM10, B60 : GM60 et B15 : GM15.....	43
Figure 23: Schéma illustratif global des procédés de la fabrication traditionnelle du fromage « Bouhezza ».....	58
Figure24: les étapes de transformation de « Bouhezza ».....	59
Figure25 : Analyse du rendement du fromage « Bouhezza » à partir de lait de vache, de chèvre et de brebis collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras, Tébessa et Djelfa (n=9/espèce).....	61
Figure26 : Scores moyens du test d'acceptabilité sensorielle (avec 5 descripteurs) de différents fromages artisanaux « Bouhezza » élaborés à partir du lait de brebis collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras, Tébessa et Djelfa.....	63



Introduction générale

INTRODUCTION

En Algérie, la consommation des produits laitiers relève d'une longue histoire traditionnellement liée à l'activité d'élevage, les produits laitiers étant fabriqués par des processus artisanaux anciens, à partir du lait ou de mélanges de laits de différentes espèces. Il existe une variété de produits laitiers artisanaux (du terroir), leur dénomination ainsi que leur processus de fabrication différent d'une région à l'autre, ces produits diffèrent aussi par leur goût et leur consistance, selon la source du lait (vache, chèvre, brebis et chamelle). (Nedjraoui et Bédrani 2008).

Les aliments traditionnels font partie du patrimoine socio-culturel de chaque peuple. Chaque jour, nous vivons des recettes, jadis initiées par nos ancêtres, entourées d'un savoir-faire immémorial et transmises d'une génération à une autre (Denis, 1989).

La grande tradition de la qualité fermière tend malheureusement à disparaître peu à peu. Le monde rural connaît une mutation profonde négligeant ainsi le devenir de ces produits. En Algérie, les fromages traditionnels sont nombreux, non entièrement recensés et aussi peu étudiés. Environ dix types de fromages sont connus dans les différentes régions du pays (Aissaoui Zitounetal., 2011).

Les fromages traditionnels contiennent une grande diversité du microbiote qui contient des populations microbiennes endogènes dans lequel joue un rôle majeur dans le développement des qualités nutritionnelles et organoleptiques très sollicitées.

Dans le but de valoriser les produits laitiers traditionnels du côté nutritionnel et commerciale, puisqu'ils sont considérés comme une richesse bio alimentaire, et du côté culturel puisque ils représentent le patrimoine du territoire qu'il faut le préserver, nous nous sommes intéressés à faire une étude de ces produits plus particulièrement de trois fromages très connus en Algérie « Jben », « Klila » et « Bouhezza ».

Vu la situation sanitaire actuelle dans notre pays nous n'avons pas pu faire de pratique, ainsi nous nous sommes contenté de faire une analyses de trois articles sur la caractérisation microbiologique, physicochimique et sensorielles des trois types de fromages cité ci-dessus. Cette étude a été précédé d'une synthèse bibliographique sur les produits laitiers traditionnels.



Partie 1

Synthèse bibliographique



Chapitre I
Produits laitiers traditionnels Algériens

I.1.1.Lben

Le Lben est un des produits-phare de la transformation artisanale du lait en Algérie. Il fait l'objet associé à d'autres mets comme le fameux couscous d'une large consommation. Le Lben (**Tantaoui El Araki et El Marrakchi ; 1987**) est le petit lait issu du barattage puis de l'écémage du Rayeb. Il est aussi connu sous les noms de leben (**Samet-Bali et al 2010**), lban, labanou lbina (**Baroudi et Collins ,1978**).

Il ne doit pas être confondu avec la variété de fromage appelée Labaneh ou Labneh. **Ouadghiri et al (2009)** ont décrit par des méthodes moléculaires la microflore lactique (LAB) de huit Lben artisanaux marocains collectés dans des fermes rurales. Trois espèces de LAB y étaient dominantes, *Lb plantarum*, *Lc. lactis* et *L. pseudomesenteroides*.



Figure 02: Lben fabriqué traditionnellement

(**produits-laitiers.com ;2017**)

I.1.2.Rayeb

Le Rayeb (ou *Raib*) est du lait caillé, obtenu après acidification spontanées à température ambiante du lait cru durant une période variant de 24h à 72h selon la saison. Le Rayeb est consommé tel quel ou transformé (**Mechaïet al ; 2014 ; Bendimerad ; 2013**). La fermentation du Rayeb est associée à des bactéries lactiques mésophiles appartenant au genre leuconostocs et lactocoques présent naturellement dans les laits crus mis en œuvre. De nos jours, dans les zones urbaines et industriellement la fermentation spontanée lente, est remplacée par une fermentation plus rapide par des bactéries lactiques

thermophiles ou mésophiles apportées sous forme de levains (Guizaniet *al*, 2001), (Benkerroum, 2004).



Figure 03:Rayeb traditionnel

(gastronomiac.com ,2021)

I.2.Dérivés laitiers gras :

I.2.1. Zebda ou Dhan

Le beurre connu sous le terme de « Zebda » ou « Dhan », est une matière grasse extrait exclusivement du lait par barattage du Rayeb dans « la Chekoua ». Ce produit peut être consommé d'une manière directe après une conservation courte dans un endroit froid suite à son rinçage et malaxage avec de l'eau froide, ou une conservation à long durée après addition de sel et malaxage afin d'obtenir une meilleure répartition du sel qui joue un rôle d'inhibiteur de germes.



Figure 04:Zebda ou Dhan

(Nadakiffa ; 2015)

I.2.2.Smen

Le surplus de beurre produit est transformé en beurre rancie Smen par lavage du beurre frais à l'eau tiède, saumurage, puis salage à sec (saupoudrage à la surface ; 8à10g/100g) (**Benkerroum et Tamime, 2004**). Ce produit est un dérivé laitier gras populaire dans les pays du Maghreb notamment l'Algérie (**Camps, 1984**), et le Maroc (**Tantaoui-Elarakiet El Marrakchi, 1987**).



Figure 05: Smen (produit laitier gras)

(Imalomat.com, 2019)

I.2.3. Shmen (Semma)

Shmen est une huile de beurre obtenu par le barattage du lait de chamelle acidifié spontanément. Le beurre est ensuite bouilli et clarifié en phase liquide par l'ajout d'agent clarifiant (dattes concassés), puis écrémé après floculations des impuretés (**Benkerroum, 2013**).



Figure 06:Shmen (semma)

(Produits-laitiers.com ; 2018)

I.3.Fromages traditionnels Algériens

Les fromages traditionnels sont tous les fromages fabriqués à la maison selon les techniques traditionnels par fermentation et l'ajout d'un agent coagulant naturel au lait sans l'addition de produit chimique ou industriel.

Parmi les fromages les plus connus en Algérie :

I.3.1.Ighounane

Ighounane est un fromage fabriqué en Kabylie à partir du colostrum, la préparation se fait dans des ustensiles en terre cuite enduits d'huile d'olive dans lesquels est versée une petite quantité d'eau salée, puis le lait est chauffé et coagulé. Le caillé formé est découpé puis consommé tel quel (Agroligne, 2001 ; Lahsaoui, 2009).

I.3.2.Aghoughlou

Aghoughlou est un fromage traditionnel Algérien fabriqué en Kabylie semblable au Jben. Il est obtenu à partir du lait frais de vache ou de chèvre coagulé par la sève du figuier (Mahamedi, 2015).

I.3.3.Adhghass

Adhghass est un fromage traditionnel frais, il est fabriqué à partir du lait de vache, de chèvre ou de brebis. Le lait subi une fermentation spontanée pendant 24h à 72h. Après la coagulation, il subit un égouttage pendant 12h sur un tissu (Chèche) afin d'éliminer le

maximum de lactosérum. Le coagulum est ensuite chauffé et additionné de sel et de jaune d'œuf. Après chauffage, le mélange est laissé reposer environ 30 à 45 min pour compléter l'égouttage. Le coagulum imprégné de lactosérum est secoué plusieurs fois pour faciliter son exsudation. A la fin, le caillé est pressé et conservé au froid (**Hadjeris et Hachichi, 2017**).

I.3.4. Ibakhbakhane

Ibakhbakhane originaire de la région des Aurès, il est produit à partir d'une mixture de Frikd'orge immature (Marmez) et de Lben, soumis à une fermentation à des températures inférieures à 20°C par immersion dans un puits pendant 2 à 5 jours (**Bendimerad, 2013**).

I.3.5. Michouna

Le Michouna est un fromage largement fabriqué à Tébessa, essentiellement dans la région rurale d'El Kouif, mais il reste inconnu au grand public. Il est fabriqué traditionnellement à partir du lait de chèvre, mais le lait de vache est de plus en plus utilisé. Le lait subi un traitement thermique jusqu'à ébullition ; on y ajoute du Lben salé (la quantité de Lben est la moitié du lait initial), l'ensemble est chauffé jusqu'à coagulation et séparation du caillé et du lactosérum, ces derniers vont être séparés par filtration d'abord à travers un couscoussier puis un tissu suspendu (chèche ou mousseline) et laissé égoutter jusqu'à élimination maximale du lactosérum (une nuit) ; puis le fromage subit un pressage. Le produit fini peut être conservé jusqu'à 6 jours (**Derouiche et Zidoune, 2015**).

I.3.6. Takammart

Littéralement c'est le mot fromage en langue des Touareg. Le Takammart est un fromage de la région désertique du Hoggar (Tamanrasset). Il est produit par l'introduction d'un morceau de caillette de jeunes chevreaux dans le lait de chèvre. Le caillé obtenu est retiré à l'aide d'une louche et déposé en petits tas sur une natte, il est ensuite pétri pour évacuer le sérum puis déposé sur une natte à base de tiges de fenouil qui lui transmet un arôme particulier.

Les nattes sont, par la suite, exposées au soleil durant deux jours puis placées à l'ombre jusqu'au durcissement du fromage (**Bousnane et Djadi, 2009**).

I.3.7. Kemaria

Kemaria est un fromage fabriqué selon des procédés traditionnels dans les régions des M'zab (Bousnane et Djadi, 2009), notamment dans la wilaya de Ghardaia. Il est produit à partir du lait de chèvre, de vache ou de chamelle. Il est coagulé par des coagulants de type végétal ou animal comme la présure. (Nouani *et al*, 2009).

Kemaria est consommé souvent en dessert durant les périodes de fêtes arrosé de miel, garni de cacahuètes et servi avec du thé à la menthe.

Le fait de la forte demande de ce fromage, il est de plus en plus produit par des populations maghrébines selon des processus semi industriels pour être commercialiser aussi bien sur les marchés traditionnels qu'au niveau de certaines grandes surfaces du Nord Algérien (Bendimerad, 2013).



Figure 07: Kemaria fabriqué par du lait de vache

(Benderwich; 2009)

I.3.8. Aouls

Il est fabriqué à partir du lait de chèvre qui est extrêmement aigre. Après une coagulation intense, le fromage obtenu a une pâte dure (matière sèche représente 92%). L'égouttage se fait dans une paille, ensuite il est reformé sous forme de boules plates séchées au soleil. Il peut être consommé en mélange avec les dattes (Djoughri et Madani, 2015).

I.3.9. Medghissa

Medghissa est un fromage fondu de la région des Aurès préparé après la cuisson de Klila frais ou semi séché dans du lait entier de vache, chèvre ou de brebis, sur feu doux. Il est consommé comme goûter et appréciée pour son élasticité (Khoualdi, 2017).



Figure 08 : Fromage traditionnel Medghissa
(docplayer.fr ; 2021).

I.3.10. Jben

Le Jben est un fromage frais, traditionnel connu est fabriqué depuis fort longtemps dans les pays du Maghreb. Cette dénomination regroupe des trajectoires technologiques très différentes qui aboutissent à des produits aux caractéristiques très variées (Boudjaib, 2013; Benkerroum et Tamime 2004).

Traditionnellement, le fromage appelé « Jben » est fabriqué avec du lait cru de brebis, de chèvre ou de vache, acidifié spontanément et coagulé par des enzymes coagulantes d'origine végétale issues des fleurs de cardon (*Cynaracardunculus L*), ou d'une plante épineuse sauvage (*Cynara humilis*) ou d'artichaut (*Cynarascolymus*), ou alors du latex de figuier (*Ficus carica*) ou des graines de citrouille (Nouani et al, 2009).

Le Jben peut aussi être fabriqué sans coagulation du lait par voie enzymatique ; dans ce cas, le lait cru est seulement coagulé par acidification spontanée, puis le caillé est égoutté pendant 2 à 3 jours pour obtenir la consistance désirée. Des additifs peuvent être ajoutés après égouttage et salage (ail, persil, poivre,.....). Le fromage obtenu correspond dans d'autres pays arabes au fromage nommé JbinahBeyda (Benkerroum et Tamime 2004).



Figure 09 :Fromage traditionnel « Jben »

(Nadakiffa.com.2015)

I.3.11. Klila

« Klila » est un fromage traditionnel populaire à la campagne. Il est fabriqué à partir du lait cru de vache ou de brebis non pasteurisé .Ce fromage est fabriqué par la conservation du lait dans des pots propre à température ambiante (généralement à 2 jours) pour avoir après un gout acide .Ce dernier est baraté et le Lben obtenu est chauffé pendant 15 min à 40-50C° jusqu'à coagulation . Le fromage est obtenu par filtration à travers d'une mousseline «chèche» .Il est consommé sous cette forme ou séché sous le soleil pour une longue conservation (Mhamedi et al ; 2015, Mechai et al ; 2014).



Figure 10: Fromage Klila

(Zikka.com ; 2019)

I.3.12. Bouhezza

C'est un fromage affiné traditionnel, à pâte molle, des régions de l'Est Algérien (Oum el Bouaghi, Khenchella, Batna, Biskra, etc...). Jadis réputées par une pratique importante de l'élevage extensif des caprins et des ovins.

En effet, à l'origine, le Bouhezza était traditionnellement le produit de la transformation du lait de chèvre et de brebis; toutefois la tendance actuelle semble s'orienter vers l'utilisation du lait de vache (Mekentichi, 2003; Aissaoui et al. 2006).

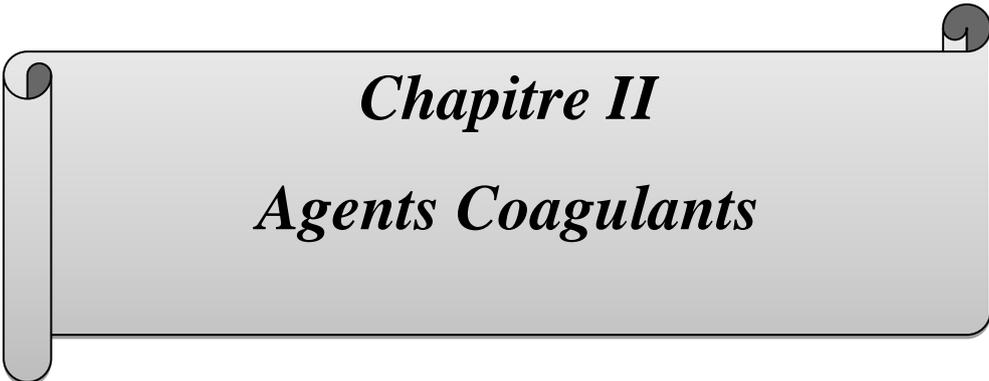
Le fromage est obtenu après transformation du Lben dans une outre, la Chekoua, faite de peau de chèvre préalablement traitée avec du sel et du genièvre (Aissaoui et al. 2006).

L'égouttage, le salage et l'affinage de Bouhezza sont réalisés simultanément dans la Chekoua pendant une durée de 2 à 3 mois. Au cours de la période d'affinage, du Lben et du lait sont rajoutés au contenu de la Chekoua. Au stade de la consommation, le fromage est pétri avec incorporation de poudre de piment rouge, ce qui lui donne une caractéristique particulière (Aissaoui et al, 2006).



Figure11 : Fromage Bouhezza de la région d'Oum El Bouaghi

(aps.dz ; 2019)



Chapitre II
Agents Coagulants

Chapitre II : agents coagulants

La coagulation du lait est une étape importante de la préparation du fromage. Il s'agit de la transformation du lait liquide en un gel appelé aussi coagulum ou caillé qui, après un certain nombre de transformations, deviendra un fromage.

Le processus de la coagulation est provoqué par l'action d'un coagulant, ajouté à un taux bien défini au lait de fabrication, lui-même à une température et un pH précis. (Germonville ,2003).

II. Coagulant industriel

II.1. la présure

II.1.1. Définition

La présure est le nom donné au coagulant d'origine animale, extrait du suc gastrique de la quatrième poche de l'estomac (appelée caillette) des veaux abattus avant sevrage. Elle est composée de deux enzymes, la chymosine et la pepsine qui facilitent une réaction chimique. C'est cette présure qui permet aux jeunes ruminants de digérer le lait. (Bour ; 2014).

II.1.2. Composition et mode d'action de la présure

La chymosine et la pepsine sont des holoprotéines dont le poids moléculaire est voisin de 30 000 Da. Ce sont des enzymes qui ont une double action sur la caséine. Elles ont une activité élevée et spécifique sur la caséine Kappa qui conduit à la libération du caseinomacropéptide et à la déstabilisation micellaire.

Elles ont une activité faible de protéolyse générale sur les autres fractions de la caséine. Celle-ci intervient dès la mise en coagulation et se poursuit pendant l'affinage du fromage. Comme pour toutes les préparations enzymatiques, l'activité protéolytique de la présure est fortement influencée par les facteurs de milieu en particulier le pH et par la température (Talantikite ; 2015).

II.2. Coagulant d'origine microbien

Beaucoup de protéase extracellulaires d'origine microbienne agissent de façon similaire à la chymosine et sont en partie adaptées à la production de fromage (Robinson ; 1998). Ces coagulants peuvent être facilement produits par fermentation. Toutefois ils montrent une forte

Activité protéolytique pendant la fabrication du fromage, ce qui peut entraîner une perte de protéine, un rendement plus faible et l'apparition de saveur désagréable (**Harboe et al ,2010**). La grande stabilité thermique a été l'inconvénient majeur de la première génération des protéases fongique. Les modifications chimiques (**Havera etHumphreys ,1988 ; Smith et al, 1991**) et les outils du génie génétique (**yamashita etal 1994**) ont été utilisés pour réduire la stabilité thermique de ces enzymes. A la suite de ces modifications, il est devenu possible de produire d'excellents fromages affinés avec des coagulants fongiques modifiés.

A l'heure actuelle, la quasi –totalité des coagulants microbien disponible dans le commerce sont rentabilisable thermiquement en recourant en amont aux modifications chimiques (**Yegin et Dekker ;2013**). Plus de 100 sources microbiennes ont été signalées par**Garg et Johri (1994)**, mais trois espèces à savoir *Rhizomucormiehei* (Moisissur thermostable du sol), *Rhizomucopusillus* (Moisissure mesophile du sol) et *Cryphonectriaparasitica* (parasite du châtaigner) ont été utilisées pour la production à grande échelle (**Claverie et Hernandez ;2007**).

La protéase aspartique par *Rhizomucormiehei* (forme TL) est le coagulant microbien le plus couramment utilise pour la production de fromage (**Chitpinityol etCrabbe ; 1998**). Cette enzyme est thermolabile. Cependant certaines fabrications, telles celles de l'emmental nécessite un coagulant plus thermolabile .On utilise alors une vivante, fortement thermolabile (XL) du même coagulant (**Germonville ;2003**).

La protéase de *Cryphonectriaparasitica* est moins bien caractérisée, mais elle est généralement admise que son activité protéolytique est plus élevée (**Tam etwhitaker ;1972 , Vanderporten et weckx**) et que, contrairement à la protéase de *Rhizomucor*, elle hydrolyse principalement la B-Caséine (**Ustunol et Zeckzer ;1996 ,Trujillo et al ;2000 , Broomeetal ;2006**).

II.3.Coagulants d'origine fongique

Les protéases fongiques peuvent être produites en quantités pratiquement illimitées. Elles peuvent être utilisées dans les pays où des raisons philosophiques ou religieuses interdisent l'utilisation d'enzymes provenant de certains animaux. Enfin, les techniques de culture et les procédés d'extraction et de purification, qui sont relativement simples, entraînent un prix de revient satisfaisant (**Guérard ; 1987**).

III. Coagulant artisanaux

III.1. Coagulant d'origine animale : HAKKA

III.1.1. Définition et protocole de fabrication

Il s'agit d'une préparation artisanale qui sert à coaguler le lait pour fabriquer un fromage traditionnel. Lorsque un chevron ou un agneau durant sa période d'allaitement est malade ou sa maman meurt, il est abattu et son estomac est transformé en Hakka.

A vrai dire ce n'est pas tout l'estomac mais la partie appelée caillette qui sert de coagulant, car elle est riche en enzymes coagulantes. L'estomac n'est ni lavé ni vidé pour ne pas éliminer les enzymes. Il est salé puis attaché à un file bien serré, puis suspendu pour être séché. Le séchage se fait à l'abri du soleil et de l'humidité pendant deux semaines à un mois en été et deux à trois mois en hiver (Doudene et Benabelouahed ;2020).

III.2. Coagulant d'origine végétale

Plusieurs préparations coagulantes sont issues du règne végétal et sont extraites par macération de différentes parties de plantes supérieures (Ramet, 1997). D'autres extraits coagulants ont été obtenus à partir de plantes tropicales, les plus connus sont le cardon, la ficine, extraite du latex de figuier, la papaine, extraite des feuilles de papayer, la broméline, extraite de l'ananas.

Ces protéases contrairement aux autres enzymes coagulants appartiennent au groupe de protéases sulphydryls (Yamamoto ; 1975, Rao et al ;1998).

D'une manière générale, ces diverses préparations végétales ont donné des résultats assez décevants en fromagerie car elles possèdent le plus souvent une activité protéolytique très élevée qui induit des pertes dans le rendement fromager et le développement de goût amer au cours de l'affinage. Toutefois, la purification des extraits de ficine a pu être réalisée et des fromages corrects ont été fabriqués à l'aide de ces préparations purifiées (Ramet ; 1997).

III.2.1. Le cardon

Le cardon est une plante vivace, robuste, raide, dressée d'une taille de 80 à 150cm. Elle diffère de l'artichaut par ses feuilles profondément divisées en lobes qui se terminent par des épines et par les bractées d'involucre finissant par une pointe dure et aigüe (Quezel et Santa ; 1963, Coste ; 1983).

➤ Système enzymatique

L'enzyme qu'on rencontre dans le cardon a été appelée cynarase du nom scientifique du végétal *Cynaracardunculus L.* Cette enzyme appartient à la famille des aspartyl-protéases au même titre que la chymosine et la pepsine (**Figueiredo et al ; 2006**).

En fait, au lieu de parler de l'enzyme, il serait plus juste de parler d'un système enzymatique (**Viera, 2001**). En effet, d'après les multiples recherches effectuées, il s'est avéré que l'enzyme extraite du cardon est en réalité composée d'un mélange de deux enzymes : la cardosine A et la cardosine B (**Macedo et al ; 1993, Silva et Malcata ; 1999, Frazao et al ; 1999, Vioque et al ; 2000**). La cardosine A est la plus abondante des cardosines, elle s'accumule dans les vacuoles et dans les cellules du tissu épidermique (**Ramalso-santos et al ; 1997**).

III.2.2. La papaïne

La papaïne extraite du latex de *Carioca papaya*, est caractérisée par une activité coagulante assez forte, mais également un fort pouvoir protéolytique (**Ernstrom et Wongt ; 1983, Cuvelier, 1993**).

III.2.3. La ficine

La ficine est une sulfhydryl enzyme, extraite du latex de *Ficus genus* ou *Ficus carica*. Comme la papaïne, elle a un pouvoir coagulant important mais son utilisation est limitée par son fort pouvoir protéolytique.

III.2.4. La broméline

La broméline est une enzyme extraite de l'ananas (*Ananas comosus*), elle a été considérée comme substituant possible de la chymosine.

Des travaux de **Murachi (1970)** cité par **Ernstrom (1983)**, ont prouvé qu'elle a un pouvoir protéolytique défavorable au rendement et à la qualité organoleptique dans l'industrie fromagère.



Figure12: Broméline (tête de l'ananas) (jardinage.lemonde.fr)



Figure13: Papaine (feuilles de papaye) (www.visoflora.com)

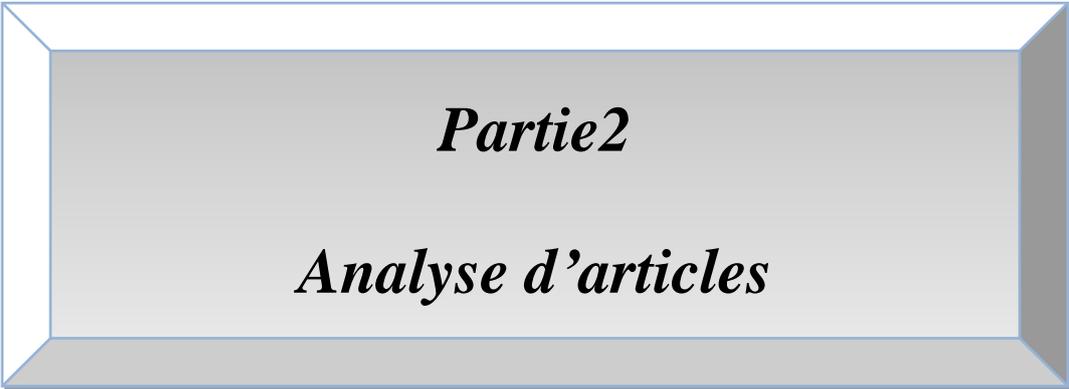


Figure14 : Ficine (sève du figuier) (Remedes-de-grand-mere.com).



Figure15: Fleur de cardon (www.visoflora.com)

En Algérie les coagulants d'origine végétales utilisés dans la coagulation du lait et la fabrication du fromage d'une manière traditionnelle sont : la fleur de cardon, la fleur d'artichaut et la ficine des figes.



Partie2

Analyse d'articles



Matériels et méthodes

Article 1: Identification et caractérisation des bactéries lactiques isolées du fromage traditionnel rural (Jben) de la province de Djelfa

(Guetouache, et al ,2015)

I. Introduction

Le Jben est un fromage frais, traditionnel connu et fabriqué depuis fort longtemps dans les pays du Maghreb. (Boudjaib ;2013 ,Benkerroum et Tamime ; 2004). Ce fromage blanc traditionnel est fabriqué à partir du lait non pasteurisé, est caractérisé par une matière sèche totale d'environ 35% et un pH inférieur à 4,5. De nos jours, le Jben est également préparée à partir du lait pasteurisé.

Le microbiote du fromage traditionnel Jben est dominée par les bactéries lactique(LAB) qui ont jouées un rôle important dans la technologie alimentaire .Ces organismes sont capables de produire des composés antimicrobiens contre la flore pathogène. Les LAB comprennent un groupe de bactéries de formes cocci ou bacille à gram positif, tolérants aux acides , non-sporulé et non-résistants qui sont associés par leurs caractéristiques métaboliques et physiologiques communes. Le groupe LAB comprend le genre : *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Alloicoccus*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Globicatella*, *Lactospaera*, *Oenococcus*, *Carnobacterium*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* et *Weissellae*.

L'objectif de cette étude étaient tout d'abord l'isolement et la détermination taxonomique d'un grand nombre de bactéries lactiques à partir du fromage traditionnel et la caractérisation de différents groupes de microflore en recherchant leurs pouvoirs acidifiants, l'activité protéolytique et antimicrobienne par des méthodes classiques .Puis une étude microbiologique pour mettre en évidence la qualité hygiénique de ces produits.

II. Etude sur les zones rurales

La wilaya de Djelfa est située dans la partie centrale du nord de l'Algérie, sa situation stratégique lui permet de se développer de plus en plus. Elle représente le lien parfait du Nord au Sud du pays et d'Est en Ouest. C'est un point de passage incontesté.

Du fait des conditions naturelles et de l'étendue de son territoire, la wilaya de Djelfa est une wilaya steppique ou l'élevage ovin prédomine et sa vocation est pastorale (NAID ; 2014)

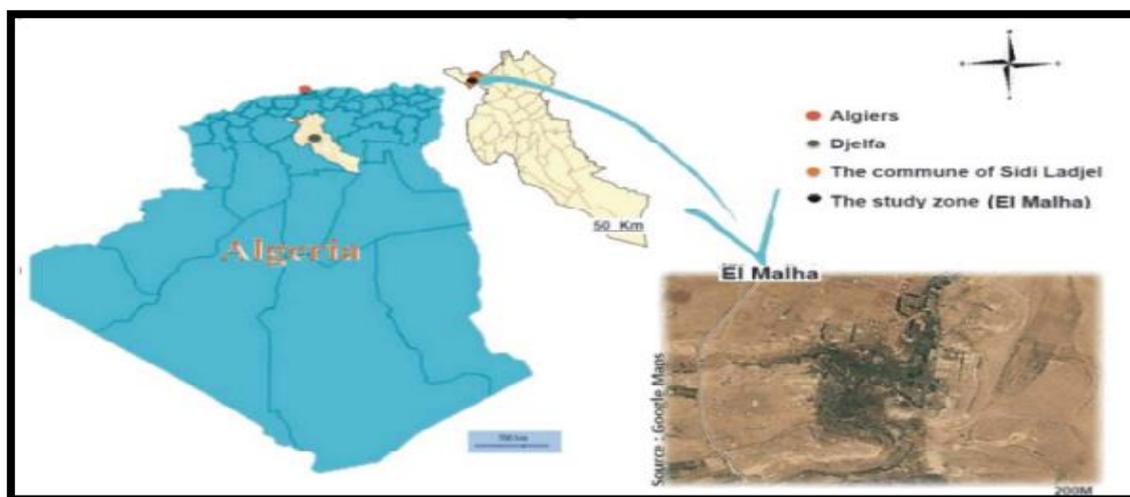


Figure 16 : la localisation des échantillons

II.1. Collecte des échantillons

Cinq échantillons d'un fromage traditionnel appelé « Jben » ont été récoltés à partir de la zone rurale de la province de Djelfa en Algérie, puis étudiés. Ces échantillons ont été transférés au laboratoire puis mis au réfrigérateur à 4 °C afin de les conserver pour les analyser immédiatement après.

Une suspension a été préparée à partir d'un échantillon de fromage en utilisant de l'eau distillée à 20°C afin de mesurer le pH du fromage à l'aide d'un pH-mètre à base d'électrode et des solutions tampons à pH=4, pH=7. Tous les échantillons ont été mesurés en double et les valeurs moyennes sont pris en considération .

10ml d'échantillon a été transféré dans un petit bécher additionnée de 5 gouttes de phénolphtaléine à 1% puis titré avec NaOH 1N. Le produit doit être à peine rose (Guétouache et al ;2015).

III. Analyse microbiologique

Des milieux de cultures microbiologiques ont été utilisées pour dénombrer les bactéries mésophiles aérobies totales « TAMB ».

D'abord, des dilutions décimales ont été préparées avec de l'eau physiologique, ensuite à partir de chaque dilution, 1ml a été distribuée dans des trois boites de pétrie .Puis dans chaque boite le milieu fondu et refroidi à 40–45 ° C a été déversé et mélangé par agitation puis incubée pendant 24 h à 37°C. Après dénombrement, une valeur moyenne a été prise en considération.

Afin d'établir le nombre de bactérie coliforme, une méthode ISO4832 par comptage des colonies a été effectuée.

1 ml des dilutions décimales a été distribué dans deux boites de pétrie contenant de la gélose VRB agar (agar et lactose, sels biliaries cristal violet et indicateur), qui a été fondu et refroidis à 45 °C, puis les boites ont été incubés à 35°C pendant 24 heures.

Après incubation les colonies rouge-violet sont comptées et la valeur moyenne est calculée avec la formule suivante : $N = \sum C / (n_1 + 0.1n_2)d$.

$\sum C$: Somme des colonies compté.

n_1 : Nombre de colonies a compté de la première dilution.

n_2 : Nombre de colonies a compté de la deuxième dilution.

d : Taux de dilution correspondant.

Pour établir les espèces pathogènes et les germes opportunistes comme Staphylocoque à coagulase positive et non positive, le dénombrement a été réalisé en utilisant le milieu Baird-Parker solide complété avec du jaune d'œuf au tellurite de potassium et incubé à 37 °C pendant 24 à 48h. Après comptage les colonies ont été classés comme typique de *Staphylococcus aureus* (noir à gris foncée, lisses convexes, marges entières avec une zone opaque et un halo au-delà de la zone opaque) et atypique (jaune sans halo).

25 grammes de fromage a été mélangé à 225 ml d'eau peptonée tamponnée et incubée pendant 24 h à 37 °C, pour le pré-enrichissement des *Salmonella*. Puis, 1 ml de ce bouillon de pré-enrichissement a été transféré dans 10 ml de bouillon de tétrathionate (enrichissement sélectif) et incubée pendant 24 h à 42°C.

Pour rechercher les levures et les moisissures ,10 g de l'échantillon ont été homogénéisés avec 50 ml d'eau peptonée stérile à 1% pendant 5 minutes. Les dilutions préparées en série ont été mélangées avec PDA (gélose dextrose de pomme de terre) liquéfié et refroidis à 45°C.

Une fois le mélange s'est solidifié la boîte a été retournée à l'envers et incubé 5 jours à 28 ° C ± 1 °C.

Les levures et moisissures correspondant aux différents taux de dilution ont été observées (à l'œil nu ou en utilisant une loupe si nécessaire) puis dénombrées et exprimées en UFC (unités formant colonie). Le comptage des levures et moisissures a été réalisé selon leur aspect (GB 9678.2-2014). La sélection des boîtes a été réalisée pour des taux compris entre 10 - 150 UFC/g

III.1. Étude du microbiote lactique

Le dénombrement des bactéries lactiques « LAB » a été déterminé à l'aide de divers milieux électifs : la gélose MRS, et MSE. Après incubation, les colonies ont été dénombrées et enregistrées sous forme d'unités formant une colonie (UFC) par millilitres de lait.

Les colonies sélectionnées ont été purifiées, c'est-à-dire prélevées à partir des plaques contenant 30 à 300 colonies puis transférées dans 10ml de bouillon approprié puis ensemencées par stries sur le milieu gélosé approprié. Les souches LAB pures ont été conservées à 4°C sur gélose MRS inclinées ensemencées par stries. L'opération a été répétée toutes les 4 semaines. Avant utilisation, les souches ont été activées dans un bouillon MRS et repiquées dans la gélose MRS pendant 24 h à 30 °C. Puis, les cultures ont été identifiées en fonction de leurs caractéristiques morphologiques, culturelles, physiologiques et biotechnologiques.

Les tests utilisés étaient

- ✓ Réaction de Gram
- ✓ Production de catalase, de cytochrome oxydase et de peroxyde dihydrogène
- ✓ Croissance à différentes températures 15°C, 30°C et 37°C, différentes valeurs de pH et différentes concentrations de NaCl.
- ✓ L'hydrolyse de l'Argentine a été testée dans le milieu M16BPC.
- ✓ L'utilisation du citrate a été réalisée dans le milieu Kempler McKay.
- ✓ La production de gaz a été évaluée par inoculation de cultures dans 15 ml de bouillon MRS contenant les cloches de Durham et incubation à 35°C pendant 2 jours.

Enfin, toutes les souches ont été testées pour leur capacité à fermenter différents sucres sur bouillon MRS-BCP à 1% de sucre. L'utilisation ou non des sucres par la bactérie lactique a été observée après 24 jusqu'à 48 h. Les 15 sucres suivants ont été testés : Lactose, Xylose, arabinose, cellobiose, esculin, maltose, mannose, melibiose, raffinose, rhamnose, ribose, salicinsorbitol, sucrose et tréhaloses. Pour favoriser les conditions anaérobies, deux gouttes de paraffine liquide stérile ont été déposées dans chaque tube après inoculation.

IV. Etude technologique

La capacité technologique des souches a été étudiée en fonction du taux d'acidification et de coagulation du lait écrémé dans les conditions expérimentales et l'étude de l'activité protéolytique des souches isolés.

Pour l'étude de l'activité acidifiante, les souches ont d'abord été cultivées en bouillon MRS puis dans du lait écrémé reconstitué stérile additionnée d'extrait de levure (0,3%) et de glucose (0,2%).

100ml de lait écrémé a étéensemencée avec 1% d'une pré-culture de 18 h et après agitation, la culture a subi deux repiquages successifs à raison de 10ml/tube de milieu puis incubée à 30°C.

1 ml de culture a été utilisée pour préparer des dilutions décimales jusqu'à la dilution 10. A intervalle réguliers, des échantillons ont été prélevés de manière aseptique toutes les 2h.

Le dénombrement de LAB a été réalisé en utilisant le milieu sélectif, la gélose MRS.

- ✓ Le temps de génération et le taux de croissance ont été calculés dans la phase exponentielle de croissance.
- ✓ La détermination de l'acidité au cours de la croissance dans le lait écrémé est réalisée selon la méthode décrite par Accolas et coll.
- ✓ L'inoculum a été étalés sur des plaques MRS contenant 1% (p/v) de lait écrémé puis incubée en conditions anaérobies à 37±1°C pendant 48h.
- ✓ Les souches protéolytiques LAB ont été identifiées par la présence de zone claire autour des colonies. Ces colonies ont été prélevées puis testées pour leur activité lipolytique, en les étalant sur les plaques MRS contenant 1% (v/v) de tributyrine comme substrat. Ensuite elles ont été incubées à 37 C pendant 4 jours puis observées à l'œil nu pour la formation du halo autour des colonies.

- ✓ Les isolats des LAB qui présentaient une protéolyse et caractérisées à travers différentes testes biochimique ont été testées ensuite pour leurs activités antimicrobiens contre différent agents pathogènes.
- ✓ Les nombreuses méthodes décrites pour la détection des isolats de bacéries lactiques produisant la bactériocine sont basées sur le principe que ces substances protéiques peuvent être diffusées dans un milieu de culture solide ou semi-solide qui a été préalablement inoculé avec une des souches cible *bacillus subtilus* AT CC 93, *staphylococcus aureus* AT CC 65 38 et *Escherichia coli* NTCC,L25 92.Ce sont des souches de références obtenus à partir du laboratoire pédagogique de l'Université de Msila.

V. Analyse statistique

A l'aide d'un logiciel Microsoft excelle, et par la méthode statistique descriptive, les unités moyennes de formation des colonies de la charge microbienne ont été calculées.

Article 2: Identification des bactéries lactiques du fromage algérien**El-Klila****(Boubekri et Yoshiyuki ; 1996)****I. Introduction**

En Algérie, « Klila » est un fromage traditionnel populaire de la campagne. Il est fabriqué exclusivement du lait de vache ou de chèvre non pasteurisé, en gardant le lait dans des pots dans un endroit propre et non stérile à température ambiante pendant 2 jours jusqu'à avoir un goût acide.

Le lait caillé appelé « Raib », est secoué dans des récipients spéciaux en peau de chèvre pendant 2 à 3 h, puis l'eau est ajoutée afin de séparer le beurre qui est recueilli. Après, le lait écrémé obtenu appelé Lben est chauffée pendant environ 15 min à 40-50°C jusqu'à sa coagulation. Le lactosérum est séparé du caillé par filtration à travers une membrane de gaze appelé « Cheche ». Le fromage est consommé dans cette forme ou séché au soleil pour un long stockage.

La fermentation du Klila est spontanée et incontrôlée comme beaucoup de fromages traditionnels, elle implique plusieurs micro-organismes alimentaires dont des types sont influencés par les conditions environnementales de la région où le fromage est produit. Les micro-organismes responsables de la production d'acide dans le fromage sont les bactéries lactiques (LAB).

Le but de cette étude était d'identifier dans un premier temps les bactéries lactiques impliquées dans la fermentation naturelle des deux différents échantillons de fromage séchée « Klila » puis étudier la production des inhibiteurs protéiques ou des bactériocines.

II. Collecte des échantillons

Deux échantillons de fromages séchés « Klila » ont été collectées par Haddi Mohammed L (Université de Constantine, Algérie), le premier échantillon a été fabriqué à Sétif et le deuxième à Batna. Ils ont été conservés dans une chambre froide à 4°C jusqu'à utilisation. L'échantillonnage des fromages a été fait après 4 semaines de fabrication.

III. Isolement des bactéries lactiques

10 g de chaque échantillon a été broyé dans un mortier stérile puis mélangé à 100 ml/l de lait écrémé stérile à 30°C et laisser pendant 48h. Après une dilution en série de 1g/l d'eau polypeptone (Wako, Osaka, Japan), des aliquotes de 100 µl de chaque dilutions ont été ensemencées sur des boîtes pétries stériles contenant la gélose MRS (MerckInd, Darmstadt, Germany). Puis 1g/l d'acide sorbique (MRSS, pH=5.7) a été additionné afin de supprimer la croissance d'autres microorganismes (**Reuter et al ; 1983**). L'incubation a été réalisée à 30°C pendant 48 h.

Après comptage, 30 colonies ont été sélectionnées au hasard de chaque échantillon pour être cultivées dans un bouillon MRS à pH =6.8, puis purifiées par stries sur gélose. Enfin le dénombrement a été réalisé sur plaque de bromo-crésol-violet.

III.1. Identification bactérienne

Le travail d'identification a été fait selon les méthodes décrites dans le manuel de Bergey (**Garvie ; 1986**) des procaryotes (**Holzappel et Schillinger ;1992**).

Toutes les souches ont subis un repiquage chaque semaine sur gélose MRS pour les tests suivants : Une coloration de Gram et examen au microscope afin de déterminer leurs caractéristiques morphologiques. Elles ont été colorées suivant la méthode de **Harigon et MacCane (1976)** avec décoloration par éthanol /acétone (50 :1, v/v). La croissance à différentes températures : 15, 30,45 et 50°C dans des tubes de bouillon MRS pendant 7 jours et la tolérance aux sels a été évaluée après 3 jours d'incubation à des concentrations de 4.0 et 6,5g/l de NaCl dans le bouillon MRS.

En outre, pour détecter l'activité de la catalase, une goutte de bouillon MRS a été transférée sur une lame propre, inondée d'une goutte d'eau oxygéné afin d'observer l'effervescence. L'utilisation des cloches de Durham afin de déterminer la production de gaz à partir du glucose dans le boillon MRS après 3 jours d'incubation à 37°C, a été évaluée aussi ;

La production d'ammoniaque à partir d'arginine a été effectuée selon la méthode décrite par **Abdel-malek et Gibson (1948)** et le pH de la croissance a été testé à l'aide du bouillon citrate malate .Les résultats ont été notées après 3 jours d'incubation à 37°C.

La formation d'extrane à partir du glucose a été testée dans un milieu contenant 20g/l de saccharose, 10g/l d'extrait de levure, 10g/l de peptone, 5g/l d'acétate de sodium, 0,5g/l de MgSO₄.7H₂O, 0,30g/l, 0,01g/l de Mn, 0,01g/l de Fe, 0,01g/l de NaCl et 12g/l d'agar dans 1 litre d'eau distillée. La gélose a été observée afin de déterminer la formation d'une croissance bactérienne mucoïde pendant 7 jours.

La tolérance à l'alcool a été testée en ajoutant de l'éthanol au milieu MRS stérilisé à une concentration finale de 100ml/l et en observant les caractéristiques de croissance pendant 3 jours.

La production moyenne d'acide à partir des glucides a été testée dans un bouillon MRS mais le glucose et l'extrait de viande ont été supprimés et 0,04g/l de rouge de chloro-phenol ont été ajoutées.

Des solutions de 100g/l des glucides ont été stérilisées par filtration sur membrane (Ø:13mm pore size: 0.45µm, Adventec, Tokyo) et ajoutées au milieu stérilisé à une concentration finale de 20g/l.

La détermination des types d'acide lactique a été effectuée comme décrit par **Okada et al(1978)**, en utilisant les produits suivants : acide D-lactique déshydrogénase (à partir de *Lactobacillus leichmanii*), acide L-lactique déshydrogénase (à partir du muscle de lapin) et B-NAD (Sigma, St Louis, MO, USA).

IV. Caractéristiques chimiques et physiques du fromage Klila

Des méthodes standards ont été utilisées afin de déterminer le taux d'azote et de lipide dans les échantillons. Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre (**HoribaD-13, Japan**) selon la méthode de **kosikoswski (1982)**. L'acidité titrable (g/kg d'acid lactique) par la méthode de **Nout et al(1989)**. L'humidité a été déterminée en séchant des échantillons en double de 1 g dans un four atmosphérique à 105°C pendant 24h. Enfin la teneur en chlorure de sodium a été déterminée à l'aide d'une méthode volumétrique (**AOAC ;1984**).

Toutes les données ont été analysées avec le logiciel commercial d'analyse statistique PCSAS (SAS, Epson PC)

**Article 03: caractérisation du fromage traditionnel Algérien« Bouhezza »
préparé avec du lait cru de vache, chèvre et brebis.**

(Boudalia et al ;2020)

I. Introduction

« Bouhezza » est un fromage traditionnel connu depuis longtemps dans la région Chaouia de l'est d'Algérie. Il est fabriqué à partir du lait de chèvre, de brebis, de vache ou un mélange .Il est considéré non seulement comme un produit alimentaire, mais aussi comme un élément parti de la vie des « Chaouias ».

La fabrication de ce fromage est effectuée selon les étapes suivantes : la coagulation du lait cru, l'égouttage, le salage et affinage simultanément. Bouhezza est obtenu après la transformation du « Lben » dans la «Chekoua » qui est la peau de chèvre préalablement traitée au sel et au genévrier.

Le but de cette étude est porté sur la préparation traditionnelle de Bouhezza par les habitants de Chaouias et en même temps exploré l'effet de lait cru de trois espèces (vache, chèvre et brebis) sur le rendement et les caractéristiques organoleptiques du fromage frais «Bouhezza».

II. Collecte des échantillons

Les échantillons sont prélevés à partir de quatre zones situées dans le Nord-Est de l'Algérie Guelma, Souk Ahras et Tébessa et dans le centre d'Algérie : Djelfa.

Un total de 27 échantillons de lait cru de trois espèces : chèvre, vache et brebis ont été collectés et utilisés afin de fabriquer le fromage.

De chaque ferme, environ 1,5 à 2 litres ont été pris dans des flacons en verre stériles et placés immédiatement dans une glacière, puis transportés au laboratoire où ils étaient conservés à 4 ° C jusqu'à l'analyse du lait et la fabrication du fromage. Toutes les bouteilles ont été autoclavées à une température de 121° C, sous une pression de 1 bar pendant 15 minutes.

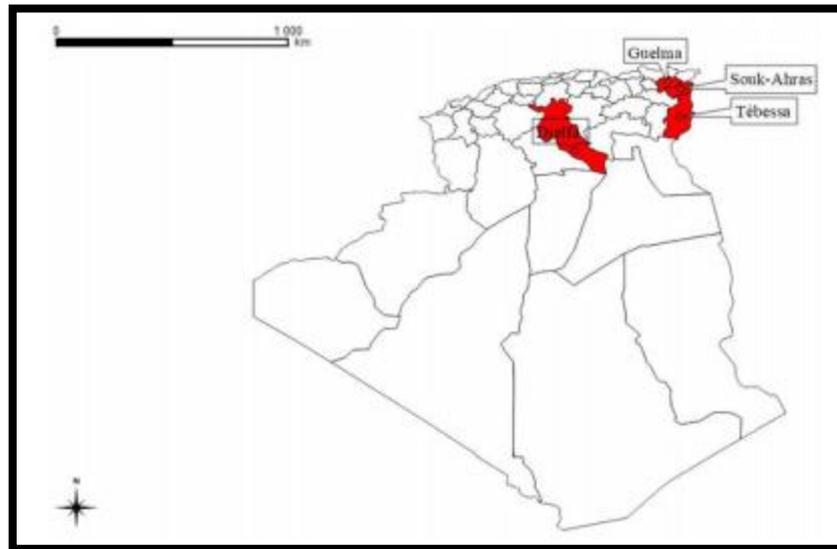


Figure 17 : Carte de localisation de la zone d'étude. Des échantillons de lait sont collectés dans quatre zones situées au nord-est de l'Algérie (Guelma, Souk Ahras et Tébessa) et au centre de l'Algérie : (Djelfa). Du lait cru de trois espèces (chèvre, vache et brebis) a été collecté et utilisé pour « Bouhezza » fabrication de fromage

III. Analyse du lait cru

III.1. Analyse physico-chimique et bactériologique

Afin de réaliser l'analyse physico-chimique, le pH a été mesuré à l'aide d'un pH mètre AdwaAD1000, et l'acidité a été déterminée selon la méthode décrite par **Tadjine et coll (2019)**. Le point de congélation, la conductivité, la teneur en matière grasse, la teneur en protéine, le taux de lactose, le taux des minéraux et des vitamines du lait ont été mesurés avec un Lactoscan, (Milkotronic LTD Europe) selon les instructions du fabricant.

Pour l'analyse bactériologique, les échantillons et les dilutions ont été préparés selon les recommandations de **la Fédération Internationale de Laiterie (1991)**.

- ✓ le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (TAMF) a été effectué par l'utilisation de la gélose PCA et incubation à 30 °C pendant 72 h.
- ✓ La détermination des coliformes totaux et fécaux a été réalisé par l'utilisation de la gélose violette rouge lactose bile (VRBL) et incubation à 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour coliformes fécaux.
- ✓ Le Clostridium est un réducteur de sulfite, il a été déterminé en utilisant la méthode d'enrichissement en milieu liquide.

- ✓ Le dénombrement des Staphylocoques pathogènes suspectées a été réalisée en milieu sélectif (Chapman) et incubé a 37°C pendant 24 à 48 h.
- ✓ Deux milieux de cultures ont été utilisés pour dénombrer les colonies des salmonelles qui sont : Sélénite-Cystine pour l'enrichissement et le milieu SS pour l'isolement de *salmonella-Shigella* .Après incubation à 37°C pendant 24h. Elles se présentent sous formes de colonies incolores et transparentes avec ou sans centre noir,de petite taille (2 à 4mm diamètre).

III .2. Collecte des données sur la préparation traditionnelle de « Bouhezza »

Une enquête auprès des ménages a été réalisée dans cette étude (**Ghosh et al ; 2014, Leksir et al ; 2019**) .Cette enquête a été menée par des discussions, des entretiens et des observations. Les commentaires des répondants et autres personnes ont été notés.

La présente documentation sur la préparation de « Bouhezza » est basée sur des questionnaires et sur l'observation des agriculteurs. Au total 45 personnes parmi eux des producteurs des vendeurs et des consommateurs ont participé aux entretiens et aux discussions après avoir obtenu leur consentement préalable.

Le protocole de l'étude sensorielle et de l'enquête ont été élaboré et validée par le comité d'éthique de l'Université de Guelma-Algérie.

III.3. Fabrication du fromage

En premier, le lait cru est laissé à température ambiante jusqu'à sa coagulation spontané qui dure entre 24 à 72 heures selon la température saisonnière. Ce lait caillé par fermentation naturelle est appelé « Rayeb ». Le « Rayeb » a été baratté pendant 30 à 40 minutes dans la «Chekoua » afin d'obtenir le « Lben ».Puis, environ10%(v/v) d'eau tiède a été additionné afin d'arriver à la bonne température pour faciliter le recueillement des grains de beurre.

Après enlèvement partielle du beurre traditionnel (Zebda), un liquide épais a été obtenu, le babeurre nommé (Lben). Après une conservation et une observation sur le terrain, la préparation de « Bouhezza » s'étale sur une période de huit jours elle a été réalisée par les étapes suivant :

- ✓ Salage du « lben », la quantité ajoutée est en moyenne de 1 cuillère à soupe/litre.
- ✓ La « Chekoua » contenant le « Lben » a été installée (une quantité de 3.6 à 3.8) et suspendue dans un endroit ventilé et à l'ombre.
- ✓ Une fois le fromage affiné, 100 ml /4 litre de lait cru a été ajoutée afin d'ajuster l'acidité et la salinité du produit final.
- ✓ le fromage a été conservé dans des bocaux en verres ou récipients alimentaires pendant quelque semaine à une température variant entre 4 et 8 °C.

IV. Analyse sensorielle

Afin d'obtenir des informations de base sur les caractéristiques sensorielles du fromage (Bouhezza), un test d'acceptabilité par le consommateur a été réalisé en utilisant une échelle hédonique non structurée à travers les cinq caractéristiques sensorielles qui ont été sélectionnées pour l'appréciation globale : le goût, la texture, l'odeur, et la couleur. En outre les informations supplémentaires sur le sexe, l'âge, et la fréquence de consommation des fromages sont indispensables pour permettre la caractérisation d'échantillon dans la population interrogée.

Le protocole de recherche pour l'étude sensorielle et l'enquête auprès des ménages a été élaboré et validé par le comité d'éthique de l'Université de Guelma-Algérie.

V. Analyse statistique

Les données ont été traitées à l'aide de logiciel Minitab et les résultats de l'analyse physico-chimique et de l'analyse sensorielle ont été exprimés sous forme de moyennes plus ou moins SEM (standard Error Mean).

Pour les analyses sensorielles, et l'analyse statistique les données ont été analysées sur la base d'une analyse à deux facteurs de la variance (Anova) et pour les analyses bactériologiques, les résultats ont été exprimés par la présence ou l'absence de germes. Toutes les colonies ont été comptées en unité de formation de colonies par ml de lait (UFC/ml) (**Federation International de Laiterie ; 1991**)

Les différences entre les différents paramètres ont fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA) suivi d'une comparaison des moyennes lorsque les conditions de normalités et d'homogénéités des variances ont été respectées.



Résultats et discussions

Article 1: Identification et caractérisation des bactéries lactiques isolées du fromage traditionnel rural (Jben) de la province de Djelfa

(Guetouache, et al ,2015)

I. Analyse physico-chimique

Les résultats de l'analyse physico-chimique ont été présentés dans le tableau 1.

Le pH des fromages traditionnels « Jben » était de $3.62 \pm 0,4$ à $5,02 \pm 0,01$ avec une moyenne de $4.42 \pm 0,15$, ces valeurs sont similaires à celles trouvés par **Keyvani et Bolandi(2015)**

L'acidité titrable des échantillons du fromage traditionnel varie d'une valeur basse qui est $62.33 \pm 3,06$ °D à une valeur élevée et qui 91 ± 4 °D et la valeur moyenne de l'acidité titrable était de $79,4 \pm 3,11$ °D. Ces valeurs sont presque similaires à celles rapportées par **Mennane et al (2007)**,et **Rhiat et al (2013)**.

Tableau 1 : pH et acidité des échantillons des fromages traditionnels

	pH					L'acidité				
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
Moyenne	4.133	4.17	4.900	3.617	5.020	76.00	68.67	65.00	91.00	62.33
SD	0.06110	0.0971	0.1153	0.3837	0.1054	1.000	3.512	4.000	4.000	3.055
		3								
SE	0.03528	0.0560	0.06658	0.2215	0.06083	0.5774	2.028	2.309	2.309	1.764
		8								

SD : écart type, SE : erreur type. S : échantillon

II. Analyse microbiologique

De nombreux agents pathogènes entériques tels que *Salmonella*, *Escherichia coli O157:H7* et *Campylobacter* sont transportés dans le tractus intestinal des ruminants, et des animaux domestiques utilisés dans la production du lait comme : vaches, brebis et chèvres. Les procédures de nettoyage efficaces, comme l'élimination des matières fécales des mamelles avant la traite , les bonnes pratiques de fabrication pendant le processus de fabrication du fromage, peuvent réduire le risque (**Pacheco et Galindo ; 2010**).

Les exigences des consommateurs en produits laitiers fermentés traditionnels sont généralement accrues en raison de leur qualité gastronomique prouvée et de leurs effets positifs sur la santé humaine. Cependant, les mesures strictes de la législation sur la sécurité alimentaire entraînent une baisse de la flexibilité de la production, et une perte de la diversité alimentaire et de la spécificité traditionnelle.

Par conséquent, la préparation de cultures lactiques bien définies pour la production de fromages traditionnels dans des conditions contrôlées, en utilisant la technologie traditionnelle standardisée, est cruciale (Terzic et al ; 2015).

Les résultats de certaines propriétés microbiologiques du fromage traditionnel (Jben) sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 02 : Résultats des analyses microbiologiques des fromages traditionnels (Jben) (UFC/g)

Analyses microbiologiques	S1	S2	S3	S4	S5	M±SD	Norme
Bactéries mésophiles aérobies totalesx10 ⁶	1,2	1,3	2,10	12	14	5,92±6,53	10 ⁵ /g [41]
Coliformesx10 ⁴	0,2	0,4	1,1	1,2	2,3	1,04±0,83	10 /g [41]
Levures x10 ⁴	0,3	0,4	1,2	1,4	2,1	1,08±0,75	10 ² /g [43]
staphylococcus	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	0/1g [41]
Salmonella (1g)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	0/1g [41]

S : échantillons, M : moyenne, SD : écart type, Abs : absence.

Le nombre de bactéries mésophiles aérobies totales (TAMB) variait de 1,01 x 10 UFC/g et 1,4 x 10 UFC/g avec une moyenne de 6,12 x 10 UFC /g. Le nombre de coliformes variait de 0,2 x 10 UFC/g et 2,3 x 10 UFC/g, le nombre moyen de bactéries coliformes était de 1,04 x 10 UFC/g .Les bactéries pathogènes *Staphylococcus* et *Salmonella* n'ont pas été détectées.

Les bactéries lactiques appartiennent au groupe microbien principal dans le fromage traditionnel (Jben), le nombre moyen de LAB était de 7,1 x 10 UFC/g. Le nombre moyen de levures était de 1,08 x 10 UFC/g (figure 18). Selon les résultats obtenus dans cette recherche, les dénombrements de TAMB, des bactéries coliformes et la présence de levures dans le

fromage traditionnel (Jben) étaient supérieurs aux limites supérieures données par la CE (Commission Européenne ; 2001),

Il n'est pas surprenant d'obtenir des teneurs microbiologiques élevées dans les fromages fabriqués avec des méthodes artisanales en utilisant le lait non pasteurisé (Kirdar et Kursun ; 2011).

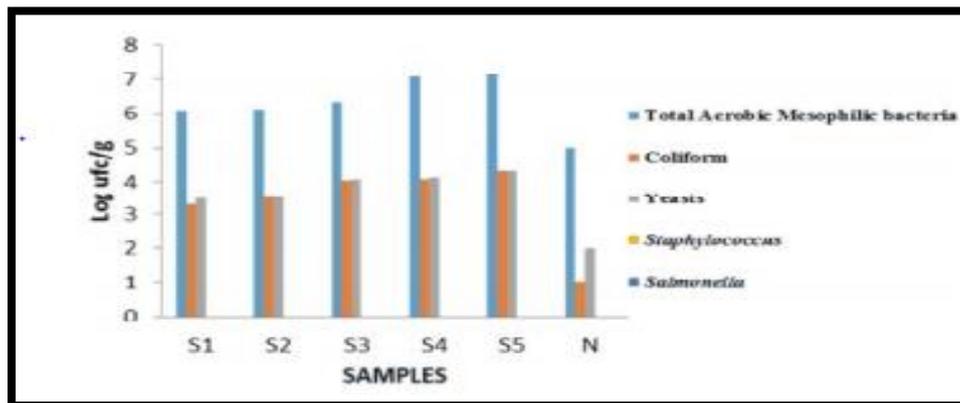


Figure 18 : Analyse microbiologique des fromages traditionnels (Jben) (Log CFU/g).

III. Isolement et identification des bactéries lactiques

Le dénombrement de la flore lactique sur les milieux MRS et M17 donne des valeurs moyennes respectives de $7,1 \times 10$ UFC/g et $2,28 \times 10$ UFC/g. Il a été montré des similitudes avec le fromage traditionnel Koopeh, (Hassanzadazar et Ehsani ; 2013). Les caractéristiques des LAB sont représentées dans le tableau 3, dont les isolats étaient à Gram-positifs et catalase négatives. Vingt-neuf souches de bactéries lactiques (LAB) ont été isolées et purifiées.

Cette étude montre que la biodiversité du fromage traditionnel (Jben) est caractérisée par la présence des entérocoques, des lactobacilles et des lactocoques. Les bactéries lactiques les plus courantes appartenant à l'espèce *Lactococcus lactis* (Groupe 1 : 10,34 %), *Lactococcus raffinolactis* (Groupe 2 : 6,90 %), *Lactococcus cremoris* (Groupe 3 : 06,90 %), *Lactobacillus Plantarium* (Groupe 4 : 13,79 %), *Lactobacillus rhamnosus* (Groupe 5 : 10,34 %), *Lactobacillus fermentum* (Groupe 6 : 10,34 %), *Lactobacillus acidophilus* (Groupe 7 : 13,79%), *Lactobacillus casei* (Groupe 8 : 10,34 %), *Lactobacillus helveticus* (Groupe 9 : 06,90 %) et d'autres espèces du genre *Enterococcus* (Groupe 10 : 10,34 %). Selon Orla-jensen (2001) les lactobacilles se divisent en deux sous-groupes qui sont : *Lactobacillus plantarum*,

Lactobacillus casei et *Lactobacillus Johnsoni* sont mésophiles homo-fermentaires facultatifs. Alors que *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus acidophilus* et *Lactobacillus fermentum* sont des thermophiles homo-fermentaires obligatoires (Azadnia et Khan, 2009).

La tolérance des bactéries à une température à 45°C, un pH à 9,6 et une concentration en NaCl de 6,5 % a été testée pour tous les isolats en forme coccis dans lequel trois isolats n'ont pas pu croître dans ces conditions mais ont pu croître à 10°C ce qui a été trouvé par Axelsson(2004) pour des *Lactococcus* sp (*Lactococcus lactis*, *Lactococcus raffinolactis* et *Lactococcus cremoris*(Reginensi et al ;2013)

Le reste des isolats sélectionnés étaient des coccis qui apparaissaient en paires ou en chaînes courtes, anaérobies facultatifs et tolérants à un large éventail de conditions comme : la température entre 10-45°C, le pH entre 4,5–10,0 et la concentration élevées de chlorure de sodium. Ces isolés peuvent être des *Enterococcus* sp(EC ; 2001)(European Commission).

Tableau 03 : Caractéristiques morphologiques, culturelles, physiologiques et biochimiques des isolats

Les caractéristiques	Groupes de souches									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nombre d'isolats	3	3	2	4	3	3	4	3	2	3
Gaz de glucose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Motilité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrolyse de ADH	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+
Citrate	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-
Croissance à différentes températures (°C)										
15	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+
30	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
45	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-
Croissance à différents Ph 6.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

9.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Croissance en présence de NaCl										
% 4	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+
6.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
9.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
fermentation du sucre										
Arabinose	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
cellobiose	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+
mannitol	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+
Mannose	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
mellibiose	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+
Raffinose	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+
Ribose	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Lactose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rhamnose	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
sorbitol	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Xylose	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
tréhalose	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-
Maltose	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+
Esculine	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+
Saccharose	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+

(+) : Réaction positive, (-) : Réaction négative, (Groupe 1 : GM5, GM11 et GM88),(Groupe 2 : GM10 et GM22),(Groupe 3 : GM91 et GM15),(Groupe 4 : GM23, GM28, GM40 et GM80). (Groupe 5 : GM77, GM60 et GM45),(Groupe 6 : GM31, GM07 et GM2),(Groupe 7 : GM55, GM95, GM33 et GM19),(Groupe 8 :GM20, GM52 et GM12),(Groupe 9 : GM30 et GM71). (Groupe 10 : GM13, GM93 et GM66).

IV. Etude technologique

La variation de l'acidification a été suivie pour toutes les souches comme le montrent les figures 19,20 et 21. La diminution du pH du lait est due à la production d'acide lactique à partir de la fermentation du lactose (Thomson *et al* ; 1994). La quantité d'acides lactiques varie selon leurs capacités d'acidification et la vitesse de dégradation du lactose. Elles ont été réparties comme suit :

- ✓ les souches fortement acidifiantes sont : GM55, GM19, GM05, GM11, GM33, GM65, GM45, GM13 et GM93, qui coagulent le lait après 18 heures d'incubation.
- ✓ les souches faiblement acidifiantes : GM88, GM22 GM91, GM23, GM80, GM02, GM95 et GM28, qui coagulent le lait après 18 heures d'incubation.
- ✓ Les souches restantes coagulant le lait entre 18 à 24 heures d'incubation.
- ✓ le pH initial du lait écrémé était de 6,2 à 6,5 pour toutes les souches testées. Puis il a diminué avec le temps pour atteindre 5,01 à 4,87 pour les souches fortement protéolytiques.
- ✓ En ce qui concerne l'acidité, la quantité d'acide lactique qui a été mesuré est de 18 jusqu'à 25°D pour toutes les souches après 2 heures d'incubation, elle a augmenté avec le temps d'une manière variable pour arriver jusqu'à 87°D après 24 h pour la souche GM19 et jusqu'à 35°D pour la souche GM02.

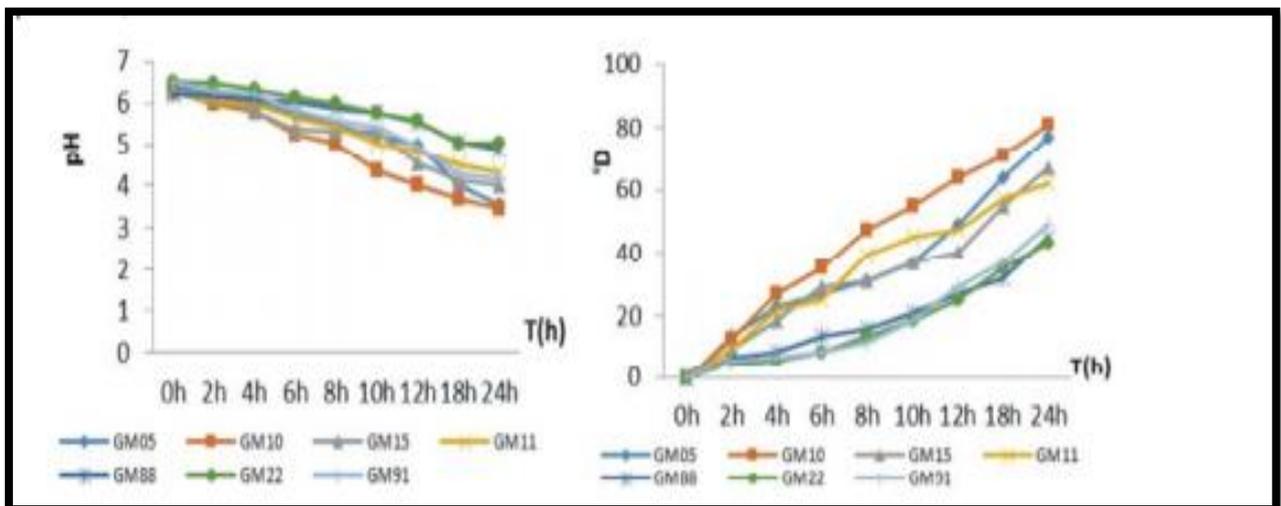


Figure 19 : Cinétique d'acidification et évolution du pH pendant la croissance de *Lactococcus sp*

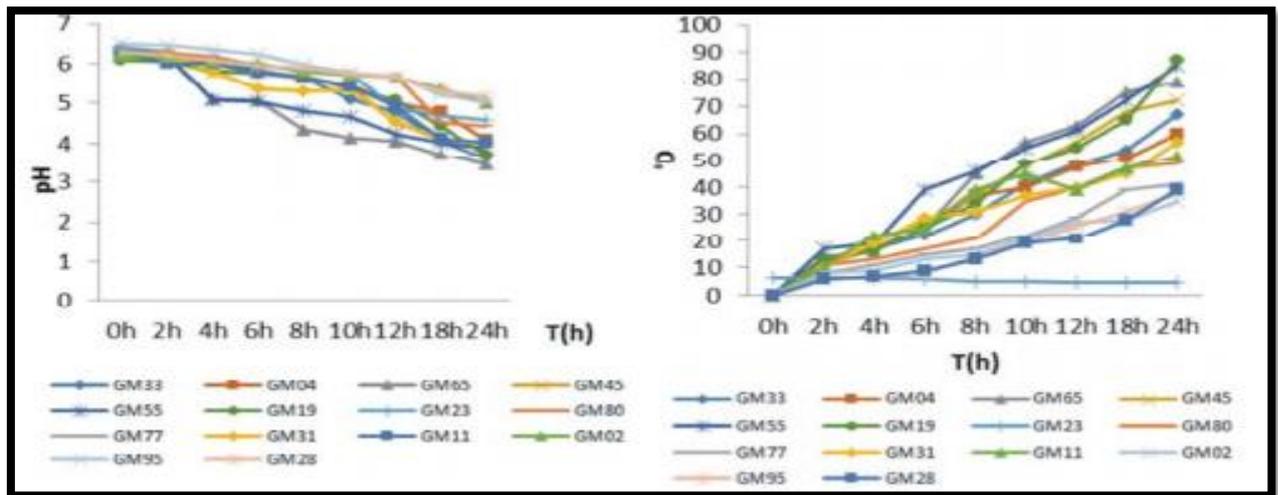


Figure 20 : Cinétique d'acidification et évolution du pH en fonction de la croissance de *Lactobacillus sp.*

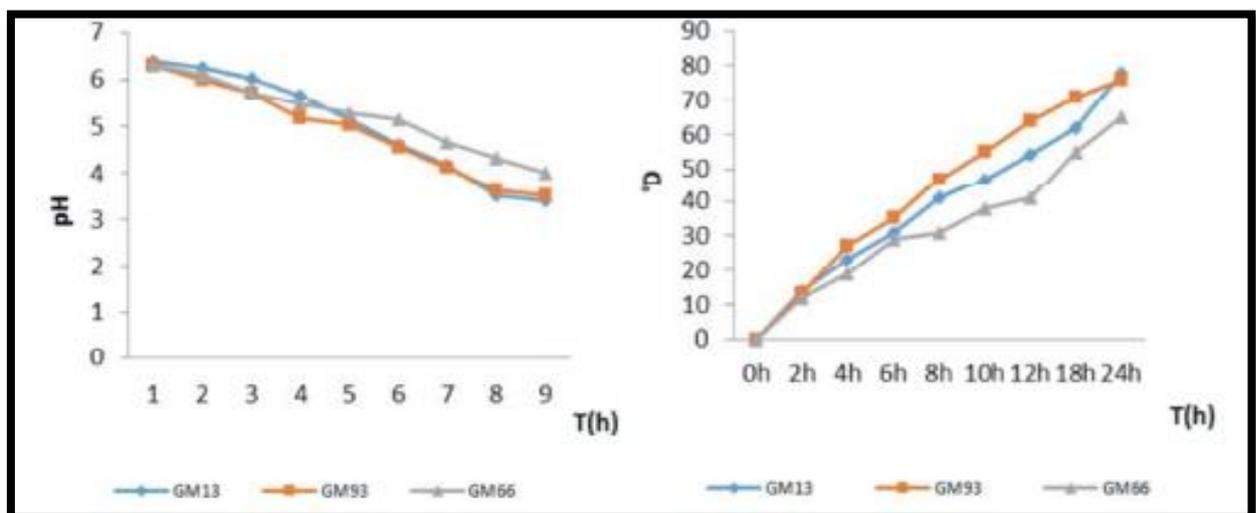


Figure 21 : Cinétique d'acidification et évolution du pH en fonction de la croissance d' *Enterococcus sp.*

La production d'acide lactique a été suivie pendant le temps en utilisant les cultures pures de souches sélectionnées. Ce phénomène qui est l'activité acidifiante est souvent utilisé en industrie laitière. La variation de la cinétique d'acidification, est fonction de l'aptitude des souches à l'activité protéolytique, qui est codée par un équipement chromosomique qu'est le plasmide (Juillardet Richard ; 1994). L'apparition des zones montrant l'activité protéolytique pour des concentrations de 1 et 2 % est très facile à détecter ,alors qu'aux concentrations 3 et 4 % la détection est très faible et elle est totalement absente à une haute concentration soit 5 %.

Toutes les souches sélectionnées ont donné une zone de lyse de 01,7 à 07,5 mm sur milieu PCA enrichi de lait écrémé à 1 et 2% .On peut dire alors qu'elles ont une forte activité protéolytique (tableau 4). Une concentration adéquate inférieure à 2% a été choisie afin d'obtenir des souches à grand pouvoir protéolytique.

Le choix des souches fortement protéolytiques a été fait par le dosage de la caséine d'où la quantité de caséine a diminué rapidement dans les souches fortement protéolytiques (Groupe 1, Groupe 4 et Groupe 7) avec une vitesse moyenne de consommation égale à (722µg/h). Ces résultats sont similaires aux résultats obtenus par **Atanasovaa et al (2014)** pour des souches de *Lactobacillus lactis*

Tableau 4 : Zones d'hydrolyse montrant l'activité protéolytique sur milieu PCA avec les concentrations suivantes : 1 ; 1,5 ; 2 et 3% de lait écrémé à 30 °C pendant 24 heures d'incubation.

Groupe de souches	Lactococcus sp			Lactobacillus sp				Enterococcus sp			
	Moyenne de la zone d'hydrolyse (mm)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Concentration de lait écrémé											
1%	7.3	1.8	3.1	7.5	2.3	1.0	7.2	3.6	1.1	2.0	
2%	6.2	1.7	3.4	6.2	1.1	0.2	5.4	4.5	0.8	1.7	
3%	1.8	0.5	1.9	1.9	0.9	0.1	1.7	1.9	0.3	0.5	
4%	0.2	0.5	0.9	1.3	0.3	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	
5%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

(Groupe 1 : GM5, GM11 et GM88), (Groupe 2 : GM10 et GM22), (Groupe 3 : GM91 et GM15), (Groupe 4 : GM23, GM28, GM40 et GM80), (Groupe 5 : GM77, GM60 et GM45), (Groupe 6 : GM31, GM07 et GM2), (Groupe 7 : GM55, GM95, GM33 et GM19), (Groupe 8 : GM20, GM52 et GM12), (Groupe 9 : GM30 et GM71) et (Groupe 10 : GM13, GM93 et GM66).

V. Activité antibactérienne

L'activité antimicrobienne des bactéries lactiques isolées du fromage traditionnel (Jben) a été détectée par la méthode du test de diffusion en puits sur la base de leur capacité à inhiber *S. aureus* ATCC 65 38 (Figure 22).

Un total de 5 différents échantillons de fromages traditionnels Jben ont été analysés. Les souches du groupe 01, 07 et groupe 08 ont montrés que la plus grande zone d'inhibition a été sélectionné entre 12 et 15 mm (tableau 5). D'autres bactéries lactiques inhibent *Bacillus subtilis* ATCC 93 et *Escherichia coli* ATCC, L 25 922. Les composés inhibiteurs produits par les souches inhibitrices ont montrés différentes zones de sensibilité



Figure22 : Activité antibactérienne des LAB sélectionnées de fromage traditionnel (Jben) vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 en utilisant le test de diffusion en puits d'agar.

B13 : GM13, B11 :GM11, B33 : GM33, B20 : GM20, B40 : GM40, B10 : GM10, B60 : GM60 et B15 : GM15.

Tableau 5 : Dépistage des LAB pour l'activité antibactérienne contre *S. aureus* ATCC 65 38

Groupe de souches	Code des souches	Diamètre de la zone inhibitrice en puits de diffusion (mm)	Méthode de diffusion en puits d'agar
<i>Lactococcuslactis</i>	GM05	+	
	GM11	+++	
	GM88	-	
<i>Lactococcusraffinolactis</i>	GM10	+++	
	GM22	+	
<i>Lactococcuscremoris</i>	GM91	+	
	GM15	+++	

<i>Lactobacillus</i>	GM23	+
<i>Plantarium</i>	GM28	-
	GM40	+++
	GM80	-
<i>Lactobacillus</i>	GM77	+
<i>rhamnosus</i>	GM60	+++
	GM45	+
<i>Lactobacillus</i>	GM31	+
<i>fermentum</i>	GM07	+++
	GM02	-
<i>Lactobacillus</i>	GM55	++
<i>acidophilus</i>	GM95	++
	GM33	++
	GM19	+++
<i>Lactobacillus casei</i>	GM20	+++
	GM52	+
	GM12	-
<i>Lactobacillus helveticus</i>	GM30	+
	GM71	+
<i>Enterococcus. sp</i>	GM13	+++
	GM93	+
	GM66	-

(+): faible (3-6), (++) : intermédiaire (7-11), (+++): fort : (12-15), (-): pas de croissance.

Les composés inhibiteurs produits par les souches inhibitrices ont montrés différents types de sensibilité. Les souches (GM20, GM52, GM13, GM93 , GM07, GM02, GM55, GM19, GM91, GM28, GM40, GM77, GM11, GM28, GM10 et GM22) ont été complètement inactivés par la α -chymotrypsine seule qui était résistante à la pepsine (GM95, GM30 et GM66), alors que les composés produits par les isolats GM88, GM60, GM55, GM52 et GM93 ont été inactivés après traitement avec la lipase, indiquant que ces substances peuvent avoir une fraction lipidique inhibitrice. Ces résultats suggèrent que la nature biochimique de la molécule produite est peptidique. Les composés inhibiteurs produits par les isolats ont montrés une grande résistance aux traitements thermiques. D'une autre manière, la

bactériocine s'est avérée stable sur une large gamme de pH avec tous les peptides maintenant une certaine activité antimicrobienne dans l'intervalle de pH de 4 à 7.

Selon **Allouche et al (2010)** la bactériocine récente est très sensible au pH, sa stabilité a été détectée dans une plage de pH de 3,5 à 6,5. Dans cette étude, la bactériocine produite par les isolats avait le même profil et était active à des valeurs de pH de 4 à 6 (tableau 6). Dans une étude similaire, les travaux de **Zamfir et al(2013)** ont rapportés que la bactériocine produite par *L.acidophilus* développe une activité positive contre *Staphylococcus aureus*.

Tableau 6 : Action des enzymes protéolytiques, du pH ,de l'enzyme lipase et des traitements thermiques sur l'activité antimicrobienne contre la croissance de *S. aureus*

Extrait bruts	Traitement			Traitement du pH				
	Traitement enzymatique			Traitement du pH			Traitement thermique(°C/20min)	
	-chymotrypsin	Pepsin	Lipase	3	5	7	80	120
GM05	+	+	+	-	-	+	+	-
GM11	-	-	+	-	+	+	+	-
GM88	-	-	-	-	-	+	+	-
GM10	-	-	+	-	-	+	+	-
GM22	-	-	+	-	-	+	+	-
GM91	-	-	+	-	+	+	+	-
GM15	+	+	+	-	-	+	+	-
GM23	+	-	+	+	+	+	+	-
GM28	-	-	+	+	+	+	+	-
GM40	-	-	+	+	+	+	+	-
GM80	+	+	+	+	+	+	+	-
GM77	-	-	+	-	+	+	+	-

GM60	-	-	-	-	+	+	+	-
GM45	+	+	+	+	+	+	+	-
GM31	+	+	+	-	+	+	+	-
GM07	-	-	+	-	+	+	+	-
GM02	-	-	+	+	+	+	+	-
GM55	-	-	-	+	+	+	+	-
GM95	-	+	+	+	+	+	+	-
GM33	-	-	+	+	+	+	+	-
GM19	+	-	+	+	+	+	+	-
GM20	-	-	+	+	+	+	+	-
GM52	-	-	-	+	+	+	+	-
GM12	+	-	+	+	+	+	+	-
GM30	-	+	+	+	+	+	+	-
GM71	+	-	+	-	+	+	+	-
GM13	-	-	+	+	+	+	+	-
GM93	-	-	-	+	+	+	+	-
GM66	-	+	+	+	+	+	+	-

Groupe 1: GM5, GM11 et GM88. Groupe 2: GM10 et GM22. Groupe 3: GM91 et GM15.

Groupe 4: GM23, GM28, GM40 et GM80. Groupe 5: GM77, GM60 et GM45. Groupe 6: GM31, GM07 et GM2. Groupe 7: GM55, GM95, GM33 et GM19. Groupe 8: GM20, GM52 et GM12. Groupe 9: GM30 et GM71. Groupe 10: GM13, GM93 et GM66

Article 2: Identification des bactéries lactiques du fromage algérien

El-Klila

(Boubekri et Yoshiyuki ; 1996)

I. Caractérisation microbiologiques

Les 60 souches isolées à deux exceptions près étaient à Gram positif et à quatre exceptions à Gram négatif. Les souches à Gram négatif et catalase positives ont été considérées comme non-LAB (Sharp1979) et n'ont pas été testées d'avantages.

Tableau 07 : Caractéristiques physiologiques et biochimiques des bactéries lactiques isolées du fromage El-Klila

Les caractéristiques	Groupes Identifiés									
	K1-I	K1-II	K1-111	K1-IV	K3-I	K3-II	K3-III	K3-IV	K3-V	K3-VI
Hydrolyse de l'arginine	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Production de gaz	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Réduction des nitrates	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Croissance à 15, 30,37 et 45°C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50°C	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Croissance à pH 4,2 dans le CMB	NT	NT	NT	NT	+	+	d	+	+	+
Croissance à pH 4,8 dans le CMB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Croissance à pH 9,6 dans le CMB	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
Croissance dans 40 g/l NaCl	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Croissance dans 65 g/l NaCl	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+
Croissance dans 100 ml/l d'éthanol	NT	NT	NT	NT	d	d	+	+	+	+
Formation de d'extrane	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	-
Lait de lithium										
Caillot acide	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Réduction	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gaz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fermentation des glucides										
Glucose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ribose	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Lactose	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
Mannose	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+
Saccharose	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-
Mannitol	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
Sorbitol	-	-	-	-	d	-	d	-	-	-
Dextrine	+	+	+	+	-	-	+	-	+	d
Maltose	+	+	+	+	+	+	+	d	+	+
Cellobiose	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+
Amidon	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+
Xylose	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+
Inositol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Galactose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fructose	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Melibiose	d	+	d	-	-	-	-	-	-	-
Arabinose	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Lactate formé	DL+L	DL+L	DL+L	DL+L	DL+L	DL+L	DL+D	DL	DL+D	DL

NT : non testé / d : détecté (faible réaction)

Généralement, les bactéries lactiques(LAB) qui ont été isolées sur MRS (tableau 1 et 2) appartiennent aux genres *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus* and *Leuconostoc*. La plupart des souches, soit 89,9 % isolées d'échantillon K1 ont été identifiés comme *Enterococcus* et les cellules en forme ovoïde et disposés en chaînes, ont pu croître à 65 g litre de NaCl et à pH = 9,6. Les isolats d'Entérocoques ont été classés en deux groupes : K1-I et K1-111 . Les isolats K1-I n'ont pas pu fermenter l'arabinose et ont été considérés comme *Enterococcus faecalis* (92,6 %) et les isolats K1-I1 (7,4 %) qui ont fermentés mélibiose et arabinose ont été identifiés comme *Enterococcus faecium*.

Les cellules productrices de gaz sont apparues en chaînes courtes et pouvaient produire de l'acide à partir de saccharose et des xyloses. Elles étaient considérées comme des *Lactobacillus confusus* (3,3 %). Un isolat du groupe K1-IV a été caractérisé comme *Streptococcus sp BK1* (3,3 %). C'est un cocci en chaînette, qui ne pouvait pas croître à un pH de 9,6 ou à des concentrations élevées de sel (40-65 g/l NaCl). Il produisait de l'acide lactique DL + L.

La plupart des souches isolées de l'échantillon K3 (groupe K3-IV et le groupe K3-VI) qui ont été identifiées appartiennent au genre *Pediococcus* (33,3 %). Les cellules ont été regroupées en tétrades et ont produit de l'acide lactique DL. Parmi les LAB uniquement les pédiocoques forment des tétrades (**Gunther 1959**). Par rapport à toutes les espèces des pédiocoques mentionnées dans le *Bergey's Manual* (**Garvie ; 1986**)

Tableau 08 : Les identités de groupe et le nombre d'isolats

Echantillons	Groupe	identités des isolats	Nombre des isolats
K1	K1-I	<i>Enterococcus faecalis</i>	25
	K1-I1	<i>Enterococcus faecium</i>	2
	K1-I11	<i>Lactobacillus confusus</i>	1
	K1-IV	<i>Streptococcus sp BK1</i>	1
Le totale			29
K3	K3-I	<i>Streptococcus sp BK3</i>	3
	K3-I1	<i>Enterococcus faecium</i> <i>BK3</i>	6
	K3-111	<i>Lactobacillus sp</i>	4
	K3-IV	<i>Pediococcus sp</i>	9
	K3-V	<i>Leuconostoc sp</i>	2
	KE-V	<i>Pediococcus acidilactici</i>	1
Le totale			25

Les souches identifiées comme *Pediococcus* sp (90 %) étaient assez différentes dans les tests physiologiques et biochimiques suivants :

Elles pouvaient croître dans la gamme de 40-65 g/l de NaCl et dans la plage de pH de 4,2 à 8,5. Parmi les glucides testés, seuls le glucose, le galactose, le cellobiose et l'arabinose ont été fermentés.

Une souche de groupe K3-VI a tolérée des concentrations élevées de sel (40-65 g/l de NaCl), croît à 50 °C dans l'intervalle de pH de 4,2 à 8,5, et produit de l'acide à partir du ribose, des xylozes et de l'arabinose, elle a été considérée comme *Pediococcus acidilactici*. Les trois isolats du groupe K3-I étaient des cocci. Ils poussaient dans 65 g/l de NaCl, mais n'ont pas pu croître à un pH de 9,5 ni produire du gaz à partir du glucose. Ils pouvaient fermenter tous les glucides testés à l'exception la dextrine, l'inositol et le mélibiose. Ceux-ci ont été considérés comme *Streptococcus* sp BK3.

Toutes les cocci ovoïdes, en chaînes, du groupe K3-11, qui ont évolué à pH 9,6, et à 6,5 g/l de NaCl, et qui ont fermenté l'arabinose étaient également considérées comme *Enterococcus faecium*. Elles représentaient 20 % du total des souches isolées. Les Isolats du groupe (groupe K3-111), qui ne produisaient aucun gaz à partir du glucose, poussaient à 15°C et produisait l'acide lactique DL + L ont été identifiés comme homo-fermentaires appartenant à l'espèce *Lactobacillus* sp (13,3%).

Tous les cocci producteurs de gaz (groupe K3-V) qui étaient incapables d'hydrolyser l'arginine ou de produire le d'extrane à partir du saccharose mais peuvent produire de l'acide lactique DL + D ont été identifiés comme *Leuconostoc* sp (6,6%).

Les compositions chimiques des deux échantillons K1 et K2 de fromage El-Klila séché, présentées dans le tableau 3 se sont avérées très différentes, en particulier pour la teneur en matières grasses. L'échantillon K1 contenait environ 138 g/kg de matière grasse et peut être considéré comme un fromage à faible teneur en matière grasse (**Macrae et al 1993**). Cependant, l'échantillon K3 contenait environ 210 g/kg de matière grasse. Il est inclus dans le groupe des fromages demi-gras. En raison de la teneur élevée en protéines, et de la très faible teneur en humidité. Le fromage El-Klila séché peut être défini comme un fromage extra-dur à haute teneur en protéines.

Tableau09 : Les Valeurs moyennes (g/ kg) et écart type du pH, de l'humidité, Taux de Protéines, taux du matières grasses, acide lactique et sel du fromage El-Klila''

Les caracteristiques	Echantillon k1	Echantillon k3
Ph	4,71 ± 0.01	4,29±0,03
Humidité	125,30±0,17	125,55±0,43
Le taux de proteins	538,56±19,31	549,80±0,00
Le taux de la matière grasse	138,43±1,10	210,10±1,38
Acide lactique	42,25±9,96	39,00±1,73
Sel NaCl	5,07±1,25	5,51±0,50

Les valeurs présentées sont des moyennes f écart type pour n = 2.

Les résultats des analyses microbiologiques, obtenus dans cette étude, ont montré que certaines souches ne pouvaient pas être identifiées à l'espèce. L'acide lactique produit à partir des groupes identifiés était soit DL + L, DL + D ou DL.

La majorité des isolats de l'échantillon K1 ont été identifiés comme des Entérocoques qui se développent couramment sur les plantes, les insectes et le tractus intestinal des humains et animaux (**Martin et Mundt 1972**). Ceci indique que la production du fromage El-Klila à partir du lait cru non pasteurisée, et dans un environnement non protégé pouvait donner un taux élevé d'Entérocoques. **Hosono et al ;1989** ont signalé la présence d'*Enterococcus faecalis subspliquifacicus* dans Dadih, un lait fermenté traditionnellement en Indonésie. Aussi, les Entérocoques semblaient également être un groupe important dans la microflore du fromage à la saumure blanche (**Litopoulou-Tzanetaki et Tzanetakis ; 1992**). Il a été suggéré que ces bactéries ont stimulé la croissance d'autres bactéries lactiques par l'hydrolyse des caséines en oligopeptides (**Trovatelli et al ; 1987**).

Toutes les souches de *Pediococcus* ont été isolées de l'échantillon K3 et peuvent être présents dans une grande variété de plantes et de fruits, bien que seulement en petit nombre (**Mundt et al ;1969**). Elles peuvent également être présentes dans les aliments riches en protéines tels que les viandes fraîches et salées, poissons frais et marinés (**Blood ;1975**), et dans le fromage Cheddar néo-zélandais (**Dacre ;1958**). Durant les premiers mois de la vie du fromage Grana, les pédiocoques sont les formes les plus résistantes, et toujours présentes dans le fromage au moment de la consommation (**Macrae et al ;1993**).

Tous les isolats de fromages fermentés commerciaux appartenait aux genres *Lactobacillus* et *Lactococcus* tandis que ceux du fromage séché El-Klila appartenait aux genres *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et *Streptococcus*. Cette découverte soutient la théorie selon laquelle les bactéries lactiques du fromage El-Klila ou d'un lait fermenté traditionnellement dépendent des micro-organismes présents dans l'environnement en particulier la région dans laquelle il est produit (**Tamime et Robinson ;1988**). **Macrae et al (1993)** ont rapportés que le type de fromage fabriqué dépend de la composition du lait qui varie d'un animal à l'autre et d'une espèce à une autre espèce.

Le fromage El-Klila est produit à partir du lait de vache sans addition de ferments lactiques donc les isolats provenaient de contaminants naturels. De plus, les LAB de chaque échantillon différaient, même parmi les mêmes espèces telles que *Enterococcusfaecium*BK1 et *Enterococcusfaecium* BK3. Ces échantillons de fromage ont été prélevés sur différents villes d'Algérie.

Comme l'a montré cette étude, les micro-organismes isolés sont considérés comme ayant des caractéristiques biochimiques typiques. Sous cet aspect, l'activité antimicrobienne de ces bactéries lactiques contre plusieurs souches de bactéries Gram-positives et Gram-négatives a été étudiée et les résultats seront rapportés en temps voulu.

**Article 03: caractérisation du fromage traditionnel Algérien « Bouhezza »
préparé avec du lait cru de vache, chèvre et brebis.**

(Boudalia *et al* ; 2020)

I. Les qualités physico-chimiques et bactériologiques du lait cru

Les résultats des analyses physiologiques et bactériologiques du lait cru des trois espèces sont représentés dans les tableaux 1et 2 satisfaisant aux critères des normes d'analyses (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture ; 2002).

Tableau10 : Qualités physiologiques des échantillons analysés (N=27)

paramètres	espèces	moyenne	SEM	CV (%)	Min	Max
Teneur en matière grasses	Vache	3.28 ^a	0.08	7.18	3.00	8.58
	Chèvre	3.23 ^a	0.09	8.36	2.81	3.80
	brebis	1.82 ^b	0.08	13.44	1.57	2.30
Teneur en protéins	Vache	3.13 ^b	0.20	18.69	2.44	4.15
	Chèvre	3.05 ^b	0.32	31.48	1.98	4.74
	brebis	4.63 ^a	0.05	2.93	4.49	4.87
Lactose (%)	Vache	4.70 ^a	0.29	18.65	3.67	6.23
	Chèvre	2.97 ^b	0.29	29.33	1.89	4.50
	brebis	4.30 ^a	0.07	4.63	3.90	4.62
Minéraux et vitamines(%)	Vache	0.70 ^a	0.04	18.69	0.55	0.93
	Chèvre	0.50 ^b	0.05	28.85	0.32	0.75
	brebis	0.73 ^a	0.01	3.31	0.70	0.77
Extrait sec dégraissé(%)	Vache	8.55 ^a	0.53	18.60	6.67	11.33
	Chèvre	6.61 ^b	0.65	29.28	4.21	10.01
	brebis	9.77 ^a	0.10	3.13	9.40	10.28
Eau ajoutée	Vache	3.62 ^b	2.11	174.46	0.00	18.44
	Chèvre	25.79 ^a	7.24	84.21	0.00	56.53
	brebis	0.00 ^b	0.00	0.00	0.00	0.00
Ph	Vache	6.48 ^a	0.06	2.93	6.00	6.63
	Chèvre	6.63 ^{ab}	0.03	1.18	6.52	6.78

	brebis	6.71 ^b	0.08	3.65	6.26	7.05
La densité(mg.cm-3)	Vache	1031.90 ^a	2.11	0.61	1024.90	1042.80
	Chèvre	1022.7 ^b	2.48	0.73	1013.00	1035.50
	brebis	1033.10 ^a	1.36	0.39	1023.00	1035.90
Point de congélation(°C)	Vache	-0.55 ^b	0.04	-20.57	-0.75	-0.42
	Chèvre	-0.38 ^a	0.04	-33.37	-0.58	-0.23
	brebis	-0.56 ^b	0.01	-4.74	-0.60	-0.52
Conductivité (μS.cm-1)	Vache	4.94 ^a	0.25	15.15	4.03	5.82
	Chèvre	4.55 ^a	0.19	12.18	3.59	5.12
	brebis	3.87 ^b	0.06	4.81	3.60	4.13

SEM : moyenne d'erreur standard, CV : coefficient de variation, Max : maximum, Min : minimum. Les moyennes qui sont désignées par des lettres différentes (a, b) indiquent une moyenne significativement différente, valeurs entre les laits de cette espèce et pour un même paramètre (Matières grasses, protéines et lactose, minéraux et vitamines, Extrait sec dégraissé, Eau ajoutée, pH, Densité, Congélation point et conductivité).

Tableau 11: Qualités bactériologiques des échantillons analysés (N=27)

Flores (UFC/mL)	espèces	moyenne± SEM	Standard UFC/ml
FAMT(10 ⁵)	Vache	1.13 ± 1.26	10 ⁵
	Chèvre	0.87 ± 1.05	10 ⁵
	brebis	1.37 ± 1.66	10 ⁵
F. Col. (10 ³)	Vache	1.03 ± 1.65	10 ³
	Chèvre	0.56 ± 0.84	10 ³
	brebis	1.12 ± 1.33	10 ³
T. Col. (10 ³)	Vache	1.02 ± 1.45	10 ³
	Chèvre	0.96 ± 1.01	10 ³
	brebis	1.15 ± 1.07	10 ³
Sulfite réducteur la clostridium	Vache	27 ± 15.60	50
	Chèvre	13 ± 18.35	50
	brebis	51 ± 11.30	50
S. aureus	Vache	Absence	Absence
	Chèvre	Absence	Absence

	brebis	Absence	Absence
	Vache	Absence	Absence
Salmonella spp	Chèvre	Absence	Absence
	brebis	Absence	Absence

FAMT: Flore aérobie mésophile totale, T. Col. : Coliformes totaux ; F. Col. : coliformes fécaux, SEM : moyenne d'erreur standard.

La densité du lait est comprise entre $1.03 \pm 4.08 \text{ kg/m}^3$ pour le lait de vache, de chèvre et de brebis. En outre une différence significative est enregistrée entre le lait des trois espèces, ou la densité du lait de chèvre est la plus faible ($p < 0.05$). La teneur en matière grasse enregistrée est de 3,28 % et de 3,23 % pour le lait de vache et de chèvre aussi.

Ces résultats sont très proches de ceux cités dans la littérature (3,7% et 4,1% pour le lait de vache et de chèvre) (**Boudalia et al ; 2016, El-Galiou et al 2015**). Cependant, une teneur en matière grasse très maigre a été enregistrée pour le lait de brebis (1,82 %). Cette différence significative ($p < 0,05$) n'est pas cohérente avec les données de la littérature, où le lait de brebis est considéré comme étant un lait gras (teneur en matière grasse : 7,9 %) (**Park ; 2006, Park et al ; 2007**).

Bien que, ces résultats sont probablement dus à l'abondance des aliments **Hamidi et al;(2018)** ont trouvé une teneur en matières grasses plus faible dans la région semi-aride d'Algérie où la plante est abondante mais moins riche ;

Les résultats d'extrait sec dégraissé (TDE) ont montrés que le lait de chèvre contient moins de TDE (6,61 %) .Ce résultat est bien inférieur à la norme (13,4%). De la même manière, les résultats TDE enregistrés pour le lait de vache (8,55 %) et le lait de brebis (9,77%) restent relativement faibles par rapport aux normes (12,8%et 18,3 % pour le lait de vache et le lait de brebis respectivement) (Food et Organisation des Nations Unies pour l'agriculture, 2002;) (**Renhe et al ; 2019**). La teneur en lactose est de (2,97%, 4,70%et 4,30 %) chez la chèvre, la vache et la brebis ($p < 0, 05$, Tableau 11). Les résultats obtenus sont légèrement inférieurs aux données de la littérature (**Renhe et al ;2019**).

Les protéines totales (tableau 11) indiquent que le lait cru de vache se situe entre 2,75 et 4,15% [27,5-41,5 g/L]. Pour la chèvre et la brebis le niveau de protéine qui a été enregistré est de 3,05 %, et 4,63 %. Le taux du lait de chèvre est conforme aux normes. Chez les brebis, le taux de protéines reste supérieur à la teneur en protéines du lait des deux autres espèces ($p < 0,05$).

Le taux de conductivité est de $4,94 \pm 0,75$ mS/cm, $4,55 \pm 0,55$ mS/cm, $3,87 \pm 0,19$ ms/cm pour le lait de vache, de chèvre et de brebis. Ces valeurs sont en accord avec les données publiées par **Parc et al (2007)**.

Le pH enregistré est de $6,48 \pm 0,19$, $6,63 \pm 0,08$, $6,71 \pm 0,24$ pour le lait de vache, de chèvre et de brebis. Ces valeurs sont conformes aux normes (**Park ; 2006**). Aussi une différence significative est enregistrée entre le pH du lait de vache et celle de la brebis ($p < 0,05$), où le lait de vache semble être plus acide (tableau 11).

Les niveaux de minéraux et de vitamines (%) observés étaient de $0,70 \pm 0,13$ % , $0,50 \pm 0,14$ % , $0,73 \pm 0,02$ % pour les laits de vache, de chèvre et de brebis. Une différence significative a été trouvée entre le niveau de minéraux et de vitamines (%) chez les vaches et les brebis où le lait de chèvre semble être moins riche (tableau 11).

Le point de congélation enregistré était de $-0,55 \pm 0,11$ °C ; $-0,38 \pm 0,13$ °C ; $-0,56 \pm 0,03$ °C pour le lait de vache, de chèvre et de brebis (tableau 11). Une différence significative a été enregistrée où le lait de chèvre a un point de congélation plus élevé que les deux autres types de lait (vache et brebis) dont Les valeurs du lait de vache et de brebis sont conformes aux normes. Cependant, les résultats du lait de chèvre sont relativement inférieurs aux normes (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2002) (**Renhe et al ; 2019**). Cette différence physico-chimique de la qualité du lait de chèvre peut être due à un mouillage des six échantillons de lait de chèvre (6/9).

Pour l'analyse microbiologique, le comptage de la flore aérobies mésophiles des échantillons de lait cru a montré une charge microbienne moyenne de $1,13 \times 10^5$, $0,87 \times 10^5$, $1,37 \times 10^5$ UFC/ml pour le lait de vache, de chèvre et de brebis. Ces valeurs sont cohérentes avec les résultats du lait cru de vache dans la région de Guelma du nord-est d'Algérie (**Boudalia et al ; 2016**), et qui montre une qualité satisfaisante du lait cru en comparant avec les normes (105 UFC/ml).

Le Clostridium sulfito-réducteur était moins présent c'est à dire avec des faibles concentrations dans les échantillons analysés pour les trois espèces. Les moyennes des bactéries dénombrées pour le lait de vache, de chèvre et de brebis sont < 50 UFC/ml. Contrairement aux études de **Ghazi et Niar(2011)**, **Hamiroune et al (2014)** et **Bachtarzi et al(2015)**, dans d'autres régions d'Algérie. Une contamination par *Staphylococcus aureus* a été

enregistrée. Ces résultats indiquent que la qualité hygiénique du lait des trois espèces destinée à la consommation est non satisfaisante et demande un traitement

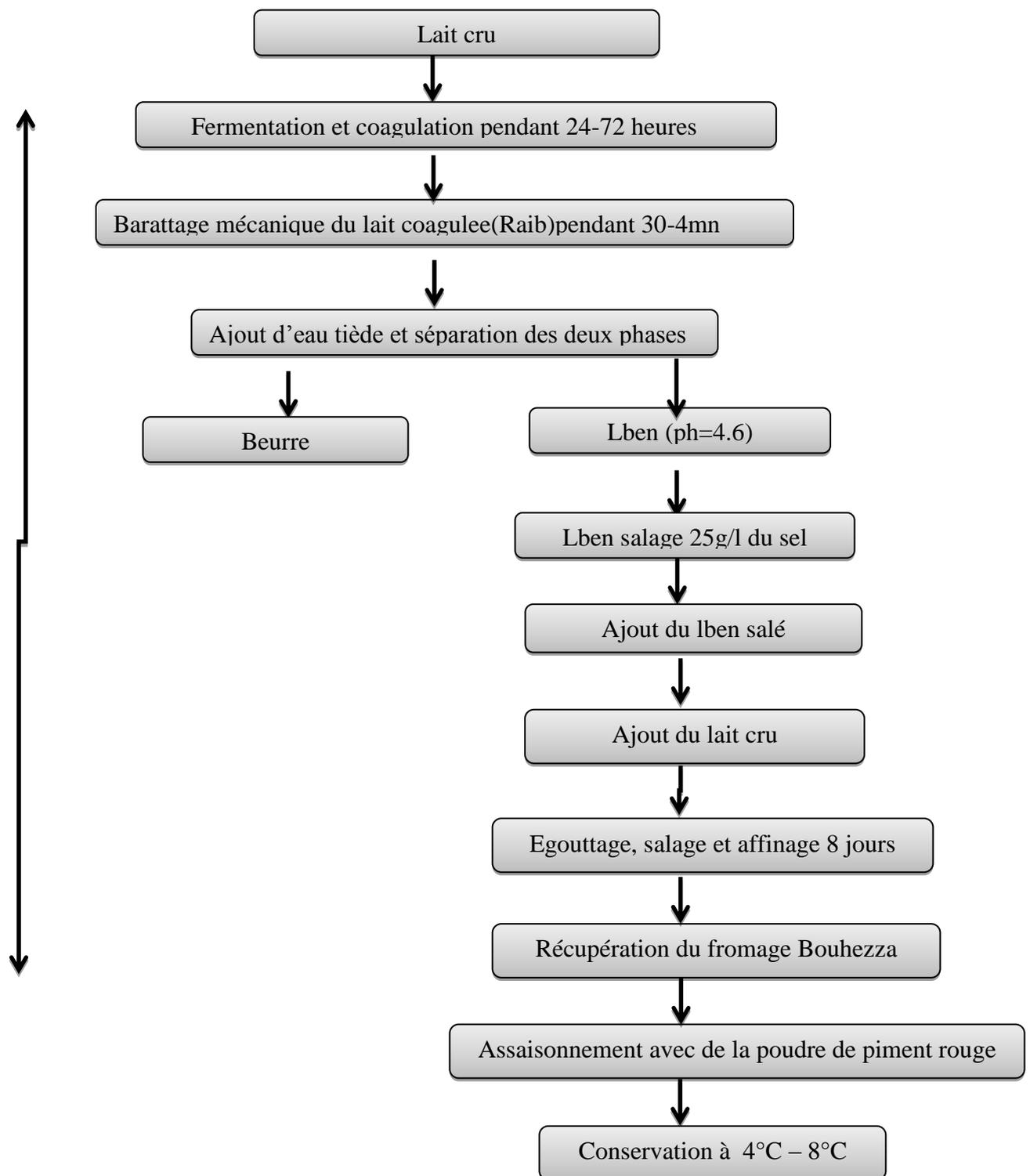
II. Collecte de données sur la préparation traditionnelle de « Bouhezza »

Une enquête a été menée auprès des populations locales de plusieurs provinces dans le nord-est d'Algérie pour comprendre le processus traditionnel et connaissance de la préparation de «Bouhezza ». Cette enquête a permis d'identifier une procédure commune pour la fabrication de ce fromage .Cette procédure est représentée schématiquement sur la figure 2 «Bouhezza » était traditionnellement le produit de la transformation de lait de chèvre et de brebis, mais la tendance actuelle semble être vers l'utilisation du lait de vache (**Aissaoui Zitoun et al ; 2011, 2012, Licitra et al ; 2019, Medjoudj et al ; 2017a, b**).

Le fromage est obtenu après transformation du « Lben » dans une « Chekoua » en peau de chèvre préalablement traitée au sel et le Genévrier (**Aissaoui Zitoun et al ; 2011**). L'égouttage, salage et l'affinage de « Bouhezza » sont introduit simultanément dans la «Chekoua ». Pendant la période d'affinage, le « Lben » et le lait sont ajoutés au contenu du « Chekoua ».

Dans notre étude, neuf expériences de fabrication ont été réalisées via le schéma traditionnel et pendant dix semaines. Au cours de chaque expérience, « Chekoua » a reçu tous les trois jours un montant de 1,5 l de « lben » salé (25 g/l de sel).En fin de fabrication (environ 1 à 1,5 semaines) et pour améliorer les caractéristiques organoleptiques du fromage «Bouhezza » (sel et acidité), des ajouts de lait cru entier ont été effectués. Dans cette étude, l'ajout de lait entier frais sera examiné jusqu'à la dixième semaine pour observer d'éventuelles évolutions dans ce cas.

Durant la fabrication, le « Chekoua » a été suspendu dans une pièce aérée et quotidiennement lavés et grattés sur la face externe (Figure 23).



Les étapes effectuées dans la « Chekoua » en cuir de chèvre

Figure 23 : Schéma illustratif global des procédés de fabrication traditionnel du fromage « Bouhezza »

« Bouhezza » s'obtient après transformation du « Lben » dans la « Chekoua » fabriqué avec la peau de la chèvre traitée auparavant avec du sel et du Genévrier. L'égouttage, salage et affinage du fromage sont font simultanément dans la « Chekoua ».



Figure 24 : les étapes de transformation « Bouhezza »

Après la coagulation spontanée du lait cru à température ambiante qui dure 24 à 72 heures selon la température saisonnière, le lait caillé appelé « Rayeb » ou « Raïb » a été obtenu. Une

agricultrice utilise « Chekoua » ou « skinbag » fait de peau de chèvre préalablement traitée au sel et au Génévrier pour transformer le « Raïb » (une quantité de 3,6 à 3,8 l) en « Lben » par barattage pendant 30 à 40 minutes. Lors de cette étape, l'ajout d'eau tiède au « Raïb » (environ 10 % (v/v)) permet d'abaisser la température au bon niveau afin de ramasser les graines de beurre et l'extraction du beurre traditionnel (Zebda) et l'ajout du sel (1 cuillère à soupe/L) est réalisé aussi à ce stade (a) et (b).

Cependant le stade (c), (d) et (e) est l'égouttage du fromage ; cette étape est réalisée par « Chekoua ». Cela peut également être fait dans des sacs en tissu pour faciliter l'évacuation des eaux usées. 100 ml/4l de lait cru peuvent être ajoutés pour ajuster l'acidité et la salinité du produit fini.

(f), (g) et (h) la récupération du fromage « Bouhezza » est effectuée après l'étape d'égouttage. (i), (j) et (k) Le fromage « Bouhezza » est conservé dans des pots/verres ou des récipients alimentaires pendant quelques semaines à une température qui varie entre 4 °C et 8 °C. Les gens le consomment généralement après le déjeuner et le dîner.

III. Analyse des rendements fromagers

La figure 4 montre les quantités de produits laitiers (lactosérum, beurre et fromage) suite à la transformation du lait des trois espèces en fromage « Bouhezza ». Bien que le volume initial de lait utilisé dans la fabrication du fromage est presque le même (pas de différence), mais une différence significative a été enregistrée après traitement en termes de i) un volume de lactosérum récolté après égouttage. Ce volume est supérieur à trois litres pour tous les laits à l'exception du lait de brebis, qui a donné le plus faible volume ($p < 0,05$) ; ii). La quantité du beurre fabriquée après barattage est environ de 0,24 kg pour le lait de brebis et 0,15 kg pour le lait de vache et de chèvre ($p < 0,05$) ; iii). La quantité et le rendement en fromage « Bouhezza », pour le lait de brebis, semble être la plus efficace en termes de rendement fromager ($p < 0,05$) (Illustration 4).

Le rendement de « Bouhezza » est une variable économiquement pertinente qui est influencé par différents facteurs tels que la qualité du lait et les méthodes de fabrication du fromage (Lucey et Kelly, 1994). Les résultats ont montrés qu'il y avait une différence interspécifique dans le rendement du fromage entre les vaches, les chèvres et les brebis. Alors que certaines études montrent que le rendement en fromage est plus élevé chez les vaches que chez les chèvres (Rasheed et al ; 2016). Notre étude et d'autres montrent le contraire (Hamidiet

al ;2018 , Mallatou et Pappa, 2005). Différents facteurs peuvent montrer cette différence interspécifique, y compris celles liées à la composition et à la qualité du lait telles que les variantes génétiques de caséine, de matières grasses et de protéines(Banks et *al* ; 1981,Fenelon et Guinée, 1999 ; Verdier-Metz et *al* ; 2001), les variations saisonnières (Sánchez-Gamboa et *al* ;2018), le dénombrements microbiens et les différentes (Vladimír et *al* ;2020) méthodes de transformation du fromage (Laurent ;1993). Dans cette étude, le traitement du « Bouhezza »,la méthodologie et la saison sont les mêmes, cependant, la teneur en matières grasses et en protéines dans le lait de chèvre est plus élevée par rapport au lait de vache,ce qui a probablement contribué à l'augmentation du rendement en fromage (Lucey et Kelly, 1994)

Dans le lait de brebis, il y a plus de micelles de caséine, qui affectent leurs propriétés d'empresurage et le temps de coagulation. De plus, la teneur plus élevée en caséine, qui fonctionne comme un chélateur d'ions divalents (ou de valence supérieure), est associée à une teneur plus élevée de ces teneurs minérales que dans le lait de vache et de chèvre. La taille moyenne des globules gras est la plus petite (<3,5 µm) dans le lait de brebis suivi de chèvre et de vache. Par conséquent, le rendement en fromage par volume de lait est le plus élevé parmi les laits de ruminants.

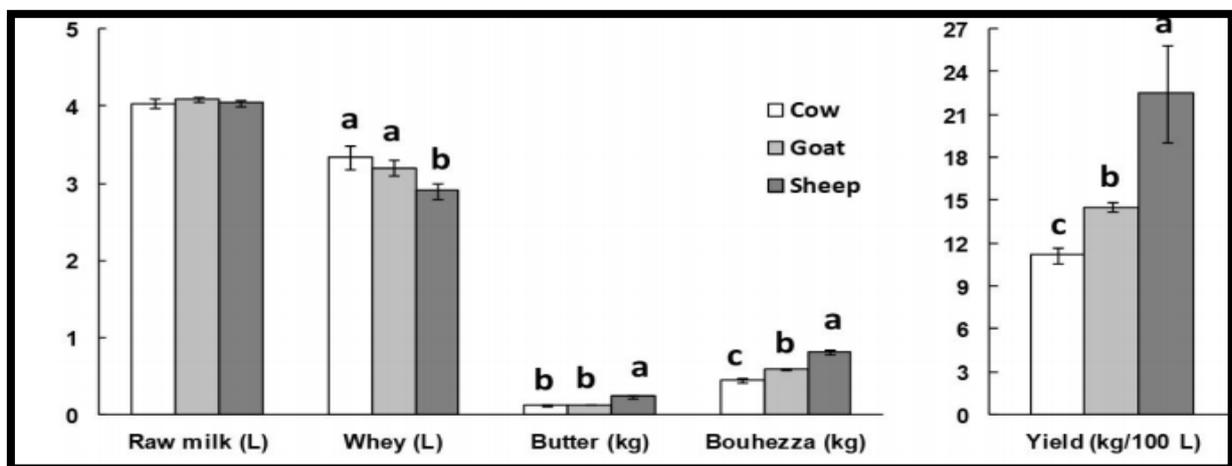


Figure 25 : Analyse du rendement du fromage « Bouhezza » à partir du lait de vache, de chèvre et de brebis collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras, Tébessa et Djelfa

(n=9/espèce).

Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SEM. Les lettres sur les diagrammes montrent des différences significatives entre chaque lait pour les mêmes paramètres ($p < 0,05$) (ANOVA à un facteur, Tukey en post-hoc).

IV. Analyse sensorielle du fromage « Bouhezza »

Les évaluations sensorielles sont représentées dans le tableau 3 et la figure 5. Le jury est représenté par 50% de femmes, elles ont entre 18 et 30 ans, et 95 % d'entre eux consomment du fromage au moins une fois par semaine. Le fromage « Bouhezza » au lait de vache avait un score hédonique supérieur ou égal à 5 pour les 5 descriptions (appréciation globale, goût, texture, odeur et couleur).

Les panélistes ont déterminés que le fromage « Bouhezza » au lait de chèvre est accepté, dans laquelle la note de l'hédoniste est inférieure à 5. De plus, l'acceptation sensorielle du produit testé dans cette étude est très similaire à celle trouvée par **Dal Bello et al (2017)** pour le fromage frais au lait cru de vache. Aussi, d'après la littérature, les fromages de chèvre et de brebis ne sont pas préférés par une grande majorité des personnes qui n'apprécient pas un fort arôme de chèvre ou de brebis, même s'ils ne sont pas très familiers avec ces arômes (**Ryffel et al ; 2008**). De la même manière, **Costa et al (2015)** ont évalués l'acceptation des laits fermentés de vache et de chèvre. Les résultats ont montrés que le lait de vache fermenté était bien accepté par rapport au lait de chèvre fermenté.

Tableau 12 : Test de notation hédonique pour le fromage « Bouhezza » (avec 5 descripteurs).

Descripteurs		Appréciation globale	Goût	Texture	Odeur	Couleur
Note hédonique	vache	5.90 \pm 0.81	5.25 \pm 0.87	6.25 \pm 0.82	7.75 \pm 0.78	6.45 \pm 0.86
	chèvre	4.75 \pm 0.90	4.00 \pm 0.76	4.60 \pm 0.71	7.60 \pm 0.72	5.10 \pm 0.92
	brebis	5.50 \pm 0.65	4.65 \pm 0.76	4.55 \pm 0.72	7.70 \pm 0.64	5.10 \pm 0.64

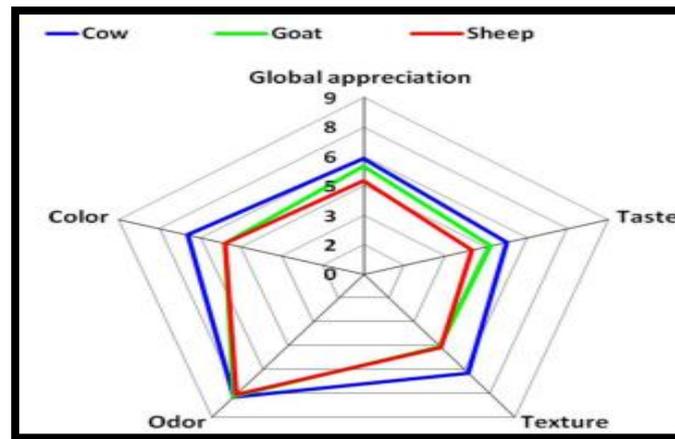


Figure 26 : Scores moyens du test d'acceptabilité sensorielle (avec 5 descripteurs) de différents fromages artisanaux « Bouhezza » élaborés à partir du lait de brebis collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras, Tébessa et Djelfa.



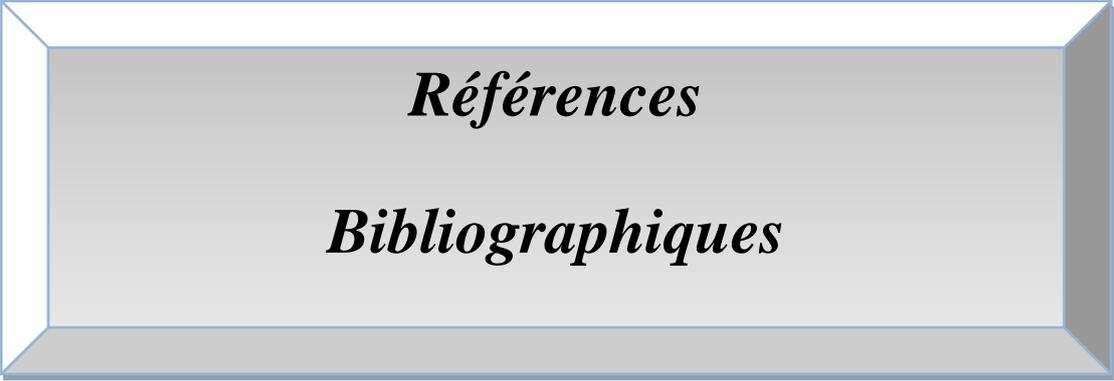
Conclusion générale

Suite à l'analyse des articles, la caractérisation microbiologique a montré que les fromages traditionnels étudiés, Jben, Klila et Bouhezza sont riches en bactéries lactiques telles que les entérocoques, lactobacilles, lactocoques, pedicoques et leuconostokes selon le fromage analysé et la source du lait. Parmi les espèces de bactéries lactiques les plus courantes : *Lactococcus lactis*, *Lactococcus raffinolactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactobacillus plantarium*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus helveticus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus* et *Leuconostoc*.

Pour le Jben il y a présence de levures et de coliformes avec un taux élevés, alors que *Salmonella* et *Staphylocoques* sont absents. Concernant le fromage Bouhezza, *Clostridium* est présent mais à faible concentration par rapport à *Staphylococcus aureus* qui a été enregistré aussi. Ceci indique que la production du fromage à partir du lait cru non pasteurisé joue un rôle principal dans la diversité de la flore lactique et augmente le risque de contamination qui a un impact sur la qualité hygiénique.

L'analyse sensorielle du fromage Bouhezza a montré que le lait de vache fermenté était bien accepté par rapport au lait de chèvre fermenté. En plus la bactériocine produite par *L. acidophilus* développe une activité positive contre *Staphylococcus aureus*.

L'activité antibactérienne du fromage Jben a souligné que les composés inhibiteurs produits par la flore lactique ont montré différents modèles de sensibilité contre les bactéries indicatrices *Bacillus subtilis* ATCC 93 et *Escherichia coli* ATCC, L 25 922.



Références

Bibliographiques

Références Bibliographiques

- Aissaoui zitoun O., et ZIDOUNE M.N., (2006).** Le fromage traditionnel algérien Bouhezza. Séminaire d'Animation Régional Technologies douces et procédés de séparation. AUF-GP3A-INSAT, Tunis, Tunisie, 118-124.
- Aissaoui D, Zidoune.M.N., (2006).** Le fromage traditionnel algérien «BOUHEZZA». Séminaire d'animation régional. Technologie douce et procédé de séparation au service de la qualité et de l'innocuité des aliments. INSAT. Tunis, Tunisie/27- 28-29 Novembre 2006.
- Aissaoui Zitoun O., Fuca N., Pediliggieri C., Tumenello L., Zidoun M.N., Lictra G. and Carpino S., (2011) b.** Ecosystem characterization of « goatskin » biofilm. Poster IDF World Dairy Congress, Athens, Greece, May 16-18, 2011
- Aissaoui zitoun O., (2014).** Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnelle *Bouhezza*. thèse doctorat .INATAA, Université Mentouri costantine. 173p
- Alais. C. (1984).** Sciences du lait: Principes et techniques laitiers. IVE édition, Ed. SEPARC, Paris, 814 p.
- Barbano R. (1992).** Cheese yield performance of fermentation-produced chymosin and other milk coagulants J.dairy Sci. 75:1-12.1992.
- Bendimerad N. v, (2013).** Caractérisation phénotypique technologique et molécule d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans les régions de l'Ouest Algérien .Essai de fabrications de fromage frais type «jben». Thèse de doctorat, Université de Tlemcen .Algerie.p74.
- Benkerroum N, Tammime AY. (2004).** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy product (Lben, Jben and Smen) to small industrial scale: *a review. Food Microbial.* 21:399-314.
- 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.* 12:54
- Boubekri K. & Ohta Y., (1996).** Identification of lactic acid bacteria from Algerian traditional cheese, El-Klila. J. Sci. Food Agric. 70:501–505.

Références bibliographiques

Bousnane M et Djadi O, (2009).Caractérisation d'un fromage traditionnel algérien "Takammèrite" de la région de Ghardaïa. Mémoire Ing. I.N.A.T.A.A. Constantine, 108p

Broome M.C . X Mayes J.J (2006) .Proteolysis in cheddar cheese made with alternative coagulants.Aust.J.DairyTech., 61,85-87.

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

Campos R., 1990.Chemical characterization of proteinases extracted from wild thistle *Cynaracardunculus L.* food chemistry, 35, 89-97

Claps, S. et Morone, G. (2011). Produits laitiers et fromagers traditionnels de l'Algérie. In Développement de la Filière laitière et Fromagère en Algérie, CorFilac.57-77..

Claverie-Martin F and Vega- Hernandez M.C.(2007).Aspartic proteases used in cheese Making ; In «Industrial enzyme» edpolania and A.P .MacCabe, springer .

COSTE H., 1983. Flore descriptive et illustrée de la France, la Corse et des contrées limitrophes. Librairie scientifique et technique A. Blanchard, Paris, 627p.

Cuvellier G.F., (1993).Production des enzymes in Biotechnologie. Coord Scriban R. 4ème édition Tec. Et Doc. Lavoisier PP948.

Christen C., Viraso E., 1935. Présures végétales. Extraction et propriétés. Le lait, 144-145, 354-363.

Derouiche M. &Zidoune M.N., 2015. Caractérisation d'un fromage traditionnel, le Michouna de la région de Tébessa, Algérie. LivestockResearch for Rural Development 27 (11)

Doudene W, Benabdelouahed S.(2020). Analyse microbiologique de « Hakka » et étude des fromages traditionnels. Master Biologie Université Tlemcen .P.28.

DjoughriK, Madani S.(2015).Etude microbiologique d'un produit laitier fermenté traditionnel (Jben) : isolement et identification des bactéries lactiques. Mémoire de master, Institut de biologie, Université d'Ouargla, Algérie, 05 p

Eck A., (1975). Le lait et l'industrie laitière. Imprimerie des presses universitaires de France

Références bibliographiques

Emmons, D. B., Becketi, D. C. and Binns, M. (1990).Milk-Clotting Enzymes. 1. Proteolysis During Cheese Making in Relation to Estimated Losses of Yield J. Dairy Sci. 73:2007-2015

Ernstrom C.A., (1983). Milk clotting enzymes and their action in fundamentals of dairy chemistry. Webb B.H., AH. Johnson and J.A. Alford . The Avi Publishing company Inc. 2nd Edition. PP 663-718.

Ercolini, D., Russo, F., Ferrocino, I. and Villani, F. (2009). Molecular identification of mesophilic and psychrotrophic bacteria from raw cow's milk. Food Microbial, 26: 228–231.

Ernstrom, C.A., and Wongt, N.P. (1983).Milk clotting enzymes and cheese chemistry. In: Fundamentals on dairy chemistry. Ed., B.H. Webb, A.H.Johnson and J.A. Alford .2 éme ed., the Avipublishing Company Inc, p. 662-771, 929p.

Fumero, F. (2011).Dairy consumption and the incidence of hyperglycemia and the metabolic syndrome: results from a French prospective study, Data from the Epidemiological Study on the Insulin Resistance Syndrome (DESIR). Diabetes Care,P.813-7.

GargS.k. and Johri B.N. (1994), Rennet: current trends and future research .food Rev.Int .,10 313-355

Gast H.,Maubois G et Adda J.(1969).le lait et les produits laitiers en Ahgaar .ed.Arts et metier graphique .paris .P69

Guizani, N., Kasapis, S., et Al Ruzeiki, M.(2001).Microbial and Chemical and rheological properties of laban (cultured milk). *International Journal of Food Science and Technology* 36:199-205.

Havera H.J., Humphreys J.D. (1988).Method for increasing the milk clotting activity of thermolabileRhizomucorpusillus rennet. US Patent 4722900

Kim, S. Y., GuasekaranN, S., Olson, N.F. (2004) -Combined use of chymosine and protease from *Cryphonectriaparasitica* for control of meltability and firmness of cheddar chesse J. Dairy Sci. 87: 274-2.

Khoualdi G. (2017)-Caractérisation du fromage traditionnel algérien «Medeghissa». Mémoire de Magister En sciences alimentaires I.N.A.T.A.A Constantine. Université deConstantine 1.

Références bibliographiques

Lahsaoui S. (2009). Etude de procédé de fabrication d'un fromage traditionnel (klila). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme d'Ingénieur Université El Hadj Lakhdar Batna, Département d'Agronomie.

Lemouchi. (2008).Le fromage traditionnel Bouhezza : enquête dans la wilaya de Tébessa et suivie de l'évolution des caractéristiques physico-chimique de deux fabrication .mémoire d'ingénieur, INATAA, Constantine, 65p.

Lenoir J., (1985). Les caséines du lait. Rev lait France, 440: 17-23

Macedo A., Malcata F.X., Olivier J.C., 1993. The technology, chemistry and microbiology of Serra cheese: a review. Journal of Dairy Science, 76, 1725-1739.

Mechai A, Kirane, D. (2008) Antimicrobial activity of technological and probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk products «Raib » Afr J Biotechnol 7:2908-14

Mechai A,Debabza,M. and Kirane,D. (2014).Screening of technological and probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional milk products.*International Food Research Journal* 21(6); 2451-245

MhamediA. E,Djellid Y ,Benlahcen K et kihal M(2015).caractérisation microbiologique de fromage traditionnel algérien«Klila.1 er journée scientifique du master assurance qualité .le 09 février 2015.Béchar .Algérie .

Mhamedi,A.(2015).Etude des qualités hygiéniques, physico-chimique et microbiologiques des ferments et des beurres traditionnelles destinés à la consommation dans différents régions d'Algérie. Thèse de Doctorat, Université Oran. Algérie 16.

NoratT ,Riboli E.(2003). Dairy products and colorectal cancer.A review of possible mechanisms and epidemiological evidence. Eur J Clin Nutr, 57, 1-17.

Nouani A., Belhamice N., Slamani R., Belbraouet S., Fazouane F. and Bellal M.M. (2009). Extracellular protease from *Mucorpusillus*: purification and characterization. Int. J. Dairy Technol., 62, 112–117.

Nedjraoui D. et Bédrani S. (2008). La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. Revue Vertigo. 8(1).

Références bibliographiques

- Ouadghiri, M. (2009)** .Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés « lben » et « jben » d'origine marocaine. Thèse de doctorat. Université Mohammed V – Agdal faculté des sciences rabat. 26-28
- Quezel P., Santa S., (1963)**. Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales, tome II. Ed. Centre national de la recherche scientifique, Paris, 1170p
- Ramalho-santos M., Pissarra J., Vermiso P., Perira S., Salema R., Pires E., Faro C.J., 1997**. Cardosin A, an abundant aspartic proteinase, accumulates in protein storage vacuoles in the stigmatic papillae of *Cynara cardunculus* L. *Planta*. 203, 204– 212.
- Ramet, J.P., (1997)**. Les agents de transformation du lait; la présure et les enzymes coagulantes In: *Le Fromage*. Ed., A. Eck, 3ème Ed., Tec Et Doc, Lavoisier, P.101-107, 539p.
- Richardson, G.H. (1975)**. Rennin and the formation of milk curd In: *Enzymes in food processing*. Ed., G.Reed.Academic press, p. 362-391, 573p.
- Roseiro L.B., Barbosa M., M Amies J., Wilbey R.A., 2003**. Cheesemaking with vegetable coagulants the use of *Cynara* L. for the production of ovine milk cheeses. *International Journal of Dairy Technology*, 56, 76-85. 27.
- Saoudi Z., (2012)**. Caractérisation microbiologique de la protéolyse du fromage traditionnel algérien «*Bouhezza*» de ferme. Thèse de magistère .INATAA.université Mentouri Constanti
- Silva S.V., Malcata F.X., (1999)**. On the activity and specificity of cardosin B, a plant proteinase, on ovine caseins. *Food Chemistry*, 67, 373–378. ne. 90p.
- Sousa M.J et Malcata F.X., (1997)**. Comparison of plant and animal rennets in terms of microbiological, chemical and proteolysis characteristics of ovine cheese *J. agric. food. chem.*, 45, 74-81.
- Smith J.L, Billings G.E. and Yada R.Y. (1991)**. Chemical modification of amino groups in *Mucor miehei* Aspartyl proteins, porcine pepsin and Chymosine. 1. Structure and function. *Agric. Biol. Chem.*, 55, 2009–2016.
- Talantikite, K.H., (2015)**. Purification et caractérisation d'une enzyme coagulante d'origine microbienne pour application en fromagerie. Thèse de Doctorat, Université.

Références bibliographiques

- Tam J.R. , Whitaker J.R. (1972).**Rate and extents of proteolysis of serval and caseins by pepsin ,rennin , Endiothiaparasitica protease and Mucorpuillus protease .J.Dairy Sci.,55,1523-1533.
- Tantaoui El Araki, A., et El Marrakchi, A., 1987.** Study of Moroccan dairy products Lben and smen. Journal of AppliedMicrobiology 3: 211-220.
- Trujillo A.J., GuamisB. Laencina J. Lopez M. B,(2000).** proteolytic activities of some milk clotting enzyme on ovine casein .food chem .,71,449-457.
- Touati, (1990).** Chimique d'un fromage artisanal algérien "la klila". Mémoire d'ingénieur, INATAA, Constantine, Algérie, 83 p.
- Ustunol Z. and ZeckzerT.(1996).** Relative proteolytic action of milk-clotting enzyme of prepaton on bovine alpha-,betaand Kappa-casein .J. Food Sci.,61,1136-1138.
- Valles E., Mocquot G., Forste L., Furet P.,(1990).**Etude sur la technique de préparation de la présure utilisée dans les fabrications traditionnelles des fromages de gruyère de Comté et d'Emmental.P.261.
- VanderportenR., Wechx M. (1972).**Breakdon of casein by rennet and microbial milk-clotting enzymes .neth. Dairy J.,26,47-59.
- Verissimo P., Faro C., Moir A.J.G., Lin Y., Tang J., Pires E., 1996.**Purification, characterization and partial acid sequencing of two new aspartic proteinases from fresh flowers of Cynaracardunculus L. Eur. J. Biochem., 235, 762-768.
- Vioque M., Gomez R., Sanchez E., MATA C., Tejada L., Ferandezsalguero J., 2000.** Chemical and microbiological characteristics of ewes' milk cheese manufactured with extracts from flowers of Cynaracardunculus and Cynarahumilis as coagulants. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, 451–456.
- Wigley R.C., (1996).** Cheese and whey in industrial enzymology. Second edition. Chapitre 27.Ed.Godfrey and Wiest.135 N° 142.
- Yamashita T., Higashi S., Higashi T., Machida H., Iwasaki S., Nishiyama M. and Beppu T. (1994).**Mutation of a fungal aspartic protease, Mucorpusillus rennin, to decrease thermo stability for use as a milk coagulant. J. Biotechnol., 32, 17–28.

Références bibliographiques

Zaidi O., Zertal M. et Zidoune M.N., (2000). Présentation d'un fromage traditionnel Bouhezza. Journal Algérien de Médecine .2 : 96-101.

Zaidi O., (2002). Caractérisation du fromage traditionnel bouhezza; caractérisation physicochimique et microbiologique. Mémoire d'ingénieur INATAA. Constantine, Algérie. 51

Zemel, MB, Miller, SL.(2004). Dietary calcium and dairy modulation of adiposity and obesity risk. NutrRev, 62, 125-131

Webographie

Bour, H . Le 07/11/2014. Top sante, Nutrition : tout savoir sur la présure des fromages <https://www.topsante.com/nutrition-et-recettes/bien-choisir-ses-aliments/nutrition-tout-savoir-sur-la-presure-des-fromages-73065>.

Calcium E ,21 août 2013 : Le lait : Lait, produits dérivés et alternatives, https://controverses.minesparis.psl.eu/public/promo14/promo14_G22/www.controverses-minesparistech-7.fr/_groupe22/index8091.html?page_id=64#:~:text=Les%20produits%20d%C3%A9riv%C3%A9s%20regroupent%20tous,les%20cr%C3%A8mes%20et%20le%20beurre.

GERMONVILLE A , 10 sept. 2003, <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/archives-th12/archives-agroalimentaire-tiaf0/archive-1/agents-coagulants-f4700/caracterisation-des-agents-coagulants-f4700niv10001.html#:~:text=Le%20coagulant%20traditionnel%2C%20la%20pr%C3%A9sure,le%20d%C3%A9but%20des%20ann%C3%A9es%201960>

Grasset A. WEBEDIA ,18/02/2019 : kefir, kombucha, boza: petit index des boissons fermentées, https://www.academiedugout.fr/articles/le-retour-des-boissons-fermentees-avec-marie-claire-frederic_3381#:~:text=La%20Boza%2C%20une%20%22boisson%20aliment,ferment%C3%A9e%20%C3%A0%20base%20de%20gingembre.

Hemy, A., 31/05/2018. Le courrier de l'Atlas :Le lben, une boisson naturelle et rafraîchissante, <https://www.lecourrierdelatlas.com/votre-ramadan-le-lben-une-boisson-naturelle-et-rafraichissante-19898/>.



ANNEXES

ANNEXES

Articles analysés

Article 1

International Journal of Microbiological Research 6 (3): 175-187, 2015
ISSN 2079-2003
© IDOSI Publications, 2015
DOI: 10.5829/idosi.ijmr.2015.6.3.95171

Identification and Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolated from Rural Traditional Cheese (Jben) of Djelfa Province

¹Gaetouache Mourad, ²Guenas Bettache and ³Toumeita Omrane

¹University 1 Ahmed Benbella of Oran, Department of Biology, Faculty of Sciences, Algeria, and University Mohamed Bouadif of M'sila, Faculty of Science, Department of Microbiology and Biochemistry 28 000, Algeria

²Laboratory of Applied Microbiology, Department of Biology, Faculty of Sciences, University 1 Ahmed Benbella of Oran, Algeria

³Laboratoire de Biologie des Systèmes Microbiens (LBSM), École Normale Supérieure de Kouba, Alger, Algeria. Faculté des sciences, Université d'Alger 1, Algeria

Abstract: Five samples of traditional cheese (Jben) collected in rural area of Djelfa, Algeria. Were studied by determination of morphological, cultural, physiological and biochemical characteristics. Among 104 isolates 29 lactic acid bacterial (LAB) strains were isolated and purified. This study shows that the biodiversity of this traditional cheese studied is characterized by enterococci, lactobacilli and lactococci. The most common lactic acid bacteria belonging to the species *Lactococcus lactis* (10.34%), *Lactococcus raffinolactis* (6.90%), *Lactococcus cremoris* (96.90%), *Lactobacillus Plantarum* (13.79%), *Lactobacillus reuteri* (10.34%), *Lactobacillus fermentum* (10.34%), *Lactobacillus acidophilus* (13.79%), *Lactobacillus casei* (10.34%), *Lactobacillus helveticus* (96.90%) and other species of the genus *Enterococcus* (10.34%). The samples pH average was 4.42 ± 0.15 , mean titratable acidity value was 79.4 ± 3 , 11 °D and microbiological analysis results were: total mesophilic aerobic bacteria 6.12×10^6 UFC/g, Coliform bacteria 1.04×10^4 UFC/g, Yeast 1.06×10^7 UFC/g. *Staphylococcus*, *Salmonella* and Moulds weren't detected. In this work, we tested the acidifying power, proteolytic activity and the antimicrobial effect of these LAB isolated against *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. The strains (GM13, GM11, GM33, GM20, GM60 and GM40) were selected for its strong bactericidal activity against *Staphylococcus aureus*. The action of the bacteriocins was eliminated by proteolytic enzymes.

Key words: Bacteriocins • Jben • Lactic acid bacteria • Microbiological analysis • Proteolytic activity

INTRODUCTION

The original production of fermented milk products derived from the need to prolong the shelf life of milk instead of being disposed. Yogurt manufacture was initially based on knowledge and empirical processes without standard procedures or investigation of the steps that occur during the entire process. Only after the late 20th century, when yogurt became a profitable commercial good, its manufacture became industrialized and the processes were standardized. During the last 20 years, interest in yogurt manufacture has increased

tremendously for scientific and commercial reasons. Scientific findings have suggested new dairy products that benefit human health (probiotic cultures, fortification with bioactive compounds) as well as with improved sensory, especially textural characteristics. Thus, consumer demand for yogurt and similar fermented dairy products has increased [1]. These which product is based on the metabolic activity of lactic acid bacteria (LAB) ferment sugars, especially glucose and galactose, so to produce lactic acid and aroma substances that give typical flavors and tastes to fermented products. Several types of fermented milk products have been reported to

Corresponding Author: Gaetouache Mourad, University of Mohamed Bouadif M'sila, Faculty of Science, Department of Microbiology and Biochemistry 28 000, Algeria. University 1 Ahmed Benbella of Oran, Department of Biology, Faculty of Sciences, Algeria.

Identification of Lactic Acid Bacteria from Algerian Traditional Cheese, El-Khila

Karima Boubekri* and Yoshiyuki Ohta

Laboratory of Microbial Biochemistry, Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University, Kagamiyama 1-4-4, Higashi Hiroshima-shi 739, Japan

(Received 31 July 1995; accepted 5 October 1995)

Abstract: The lactic acid bacteria from dried El-Khila, an Algerian traditional cheese were studied. The cheese was also examined for chemical and physical characteristics. The isolated strains from sample K1 belonged to *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus confusus* and *Streptococcus* sp. Enterococci were the most frequently found. However, the isolates from sample K2 were identified as *Pedococcus* sp., *Pedococcus acifilactici*, *Lactobacillus* sp., *Streptococcus* sp and *Leuconostoc* sp. Pedococci were the predominant strains. The samples had high protein content (538.5 g kg⁻¹ for K1 and 549.8 g kg⁻¹ for K2) and considered as extra-hard cheese.

Key words: Algerian traditional cheese, El-Khila, lactic acid bacteria.

INTRODUCTION

Cheese and fermented milks are among nature's most important contributions to civilisation (Kosikowski 1982). They are made from low cost materials, and provide healthful nutritional elements. The evolution of fermented milk products began many centuries before Christ, probably in the warm climate of the Mediterranean Sea Basin (Kosikowski 1982). The art of cheese making has been developed with recipes handed down from mother to daughter, using the milk of domesticated animals (Maerouf *et al* 1985).

In Algeria, El-Khila, a traditional cheese which is popular in the country side, is made from the raw unpasteurised cow or goat surplus milk. The cheese is manufactured by keeping the milk in clean non-sterile pots at room temperature (generally for 2 days) until it tastes sour. The sour milk, called 'Raib', is shaken in special goat-skin receptacles for 2–3 h, then water is added to separate the butter which is collected. After heating the low fat milk for about 15 min at 40–50°C, the whey is separated from the curd by filtration through a gauze sheet. The cheese is consumed in this form or sun-dried for long storage.

El-Khila cheese fermentation, like many traditional

fermenting processes, is spontaneous and uncontrolled and so involves several food microorganisms whose types are influenced by the environmental conditions of the area where the cheese is produced. Microorganisms which are responsible for the acid production in cheese making are lactic acid bacteria (LAB). They are of great industrial and commercial importance as starter cultures (Cogan 1980). The major end-product of their metabolism, lactic acid, functions directly as antagonist for unwanted bacteria (Kashef 1987; Banish *et al* 1990). In addition the LAB are known to produce proteinaceous inhibitors or bacteriocins (Klaenhammer 1988; Mathieu *et al* 1992). Also, several investigations recently have reported on the antimutagenicity and antitumour activity of several species of these bacteria (Hosono *et al* 1989; Zhang and Ohta 1990). It is likely that only certain strains of LAB have this effect. These strains should be identified and characterized for their effective uses. The widespread nature of these organisms suggest that many sources could be examined in a search for effective strains; however, there are many traditional foods which have been left unexplored.

The purpose of this study was to identify for the first time the lactic acid bacteria involved in the natural fermentation of two different samples of dried El-Khila cheese.

* To whom correspondence should be addressed.



Characterization of traditional Algerian cheese “Bouhezza” prepared with raw cow, goat and sheep milks

Sofiane BOUDALIA^{1,2*}, Ali BOUDEBBOUZ^{1,2}, Yassine GUEROUT¹, Aissam BOUSBLIA^{1,2}, Mohamed BENADA¹, Chouhaila LEKSIR^{1,2}, Zeki BOUKAABENE¹, Aya SAIHI¹, Hadjer TOUAIMIA¹, Abderrahmane AÏT-KADDOUR¹, Mabrouk CHEMMAM^{1,2}

Abstract

“Bouhezza” is an Algerian traditional fermented soft-ripened cheese, found and consumed in the Northeast of Algeria. The objective of this study was to explore the preparation process (traditional making diagram) of “Bouhezza” cheese and to study the effect of the type of raw milk (cow, goat and sheep) on the yield and organoleptic characteristics of the fresh “Bouhezza” cheese. “Bouhezza” cheese was handmade in a traditional way using milk of three species (cow, goat and sheep). The milk used has been the subject of physicochemical and bacteriological analysis. Cheese yield for sheep’s milk is higher ($p < 0.05$) than cheese yield for cow’s and sheep’s milk. For sensory analysis, score registered for cheese of cow’s milk ≥ 5 suggested higher acceptability for this cheese. Here, we exposed the “Bouhezza” cheese, its history, origin and manufacturing processes. From the physicochemical and bacteriological analysis of milk, results show that all criteria analyzed respond almost to the required standard. The sensory qualities of the three types of cheese show that cow cheese was classified as the most satisfactory cheese for the majority of criteria (taste, color and texture). Finally, and for higher yield, results supported the use of sheep milk as a raw material.

Keywords: traditional cheese; “Bouhezza”; bacteriological criteria; physicochemical parameters; sensory evaluation.

Practical Application: Algerian “Bouhezza” cheese: his history, origin manufacturing processes and characteristics.

1 Introduction

Traditional products are considered as a very important way to keep the regional and national identity of peoples. We must traditional recipes handed down from generation to generation, challenging time and space. Among these products, traditional cheeses are one of the food product that have become the image of different countries or region of origin, they differ from each other by their making process, ripening time (if applied), type of milk used, texture, color, flavor, coagulation type (enzymatic and/or acid) ...etc. Among these traditional cheeses we can cite “Käse” cheeses produced in Algeria (Lekair et al., 2019; Lekair & Cherraman, 2015); “Brie”, “Cheddar”, “Emmentaler”, “Camembert”, “Parmesan” and “Ficolen” produced in France (Bertozzi & Panari, 1993; Leclercq-Perlat et al., 2019; Quetier et al., 2005); “Mozzarella” cheese, “Mascarpone”, “Cottage”, “Cottage”, “Casu Marzu” and “Mozzarella” cheeses produced in Brazil (Moraes et al., 2018; Sant’Anna et al., 2017; Kamimura et al., 2019); “Queso” cheese produced in Argentina (Olivares et al., 2007); “Queso” cheese produced in Serbia (Terzić-Vidojević et al., 2013); “Ancho” cheese produced in Greece (Hatzikamari et al., 1999); “Chihuahua” cheese produced in Mexico (Sánchez-Gambra et al., 2018) and “Bubio-Laciano” cheese produced in Spain (Franco et al., 2003).

Unlike other countries, in Algeria traditional cheeses are few in number but not fully enumerated and as little been studied (Dubnef et al., 2010); about ten types of cheese are known in different regions of the country (Aissam Zitoan et al., 2011). Among these cheeses are “kila”, “bouhezza”, “mechoussa” and “moghina”, in the region of Chouaia, “akkererik” and “asido” in the south, “yousouss” in the region of Kabylie (Aissam Zitoan et al., 2011, 2012; Ben Daron, 1929; Benamara et al., 2016; Benderrouaz, 2013; Khoulidi, 2017; Lekair & Cherraman, 2015; Licina et al., 2019; McSwiney et al., 2017; Modjoudj et al., 2017a, b; Ramalho Ribeiro et al., 2006).

Unfortunately, several of these cheeses are endangered, for various reasons including the unavailability of fodder, rural exodus and changing dietary habits. We do not know the future of these products, but we must do everything possible to know them, maintain their existence and encourage their manufacture. The preparation processes of these cheeses come from earlier generations and have been passed down from generation to generation (Lekair et al., 2019). So, registration of different information about traditional cheeses is part of the preservation of a nation’s culinary heritage and culture which must be well characterized and protected. Also, the certification

Received 01 Dec., 2019

Accepted 27 Jan., 2020

¹ Département d’Ecologie et Génie de l’Environnement, Université El-Misr 1901 Guelma, Guelma, Algérie

² Laboratoire de Biologie, Eau et Environnement, Université El-Misr 1901 Guelma, Guelma, Algérie

³ Département de Biologie, Université El-Misr 1901 Guelma, Guelma, Algérie

⁴ Université Cheikh Aouf, INRA, Unité Sup. l’Unité Misr de Recherche sur le Fromage, Lezards, France

*Corresponding author: sofiane.boudalia@hotmail.com, boudalia.sofiane@univ-guelma.dz