



République algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Université de Larbi Tébessi -Tébessa-

Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie

Département: Biologie Appliquée

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : sciences de la nature et de la vie

Filière : sciences alimentaires

Spécialité: sécurité alimentaire et assurance qualité

Thème:

Caractéristiques du Fromage Traditionnel Algérien *Bouhezza*

Présenté par:

CHETATE Aya éps Zeghibe et DIF Bouthaina

Devant le jury

Mme Zeghib Assia	M.C.A	(Univ de Tébessa)	Président
Mme Chadi Hafidha	M.A.A	(Univ de Tébessa)	Examinatrice
Mme Senoussi Asma	M.A.A	(Univ de Tébessa)	Rapporteur

Date de soutenance:15/06/2022

Année universitaire : 2021/2022

Dédicaces

Je dédie ce travail:

*Tout d'abord à mes parents ; à **ma tendre mère** qui ma mis au monde et a veillé à mon bonheur ; à **mon père** qui a tout donné, sacrifiée et qui m'encourage davantage pour me voir réussir dans ma vie et d'être sa fierté. Je leurs éprouve ma profonde gratitude et je leurs promet d'être toujours à leurs cotés. ceux grâce à qui j'ai pu atteindre ce niveau et ceux à qui je dois beaucoup de respect. Je vous aime et que dieu vous garde pour nous tous.*

*A mon marie **Zakaria** merci pour tout ce que tu as fait et donnée pour moi.*

*A mes très chères frères : **Wail, Naoufel, Zaid et Morad.***

*A mon petite sœur et ma fille : **Rayhana.***

*A la mémoire de **ma grand mère Houria** que dieu ait leur âmes ;et leur accorde une place dans son vaste paradis.*

*A mes chères amies : **Soundes ,Nardjes et Mayssoun .***

*A mon oncle **Mohamed El Taher.***

A toute ma famille sans exception.

A ma promotion Master 2021/2022.

Aya

Dédicaces

Comme c'est beau d'avoir le plus précieux et le plus beau cadeau pour le plus précieux,

Elle est le fruit des efforts de mon pays aujourd'hui.

Mon cher Père est sauvé par Dieu.

Ma chère mère, Dieu, a prolongé son âge.

Tous mes frères, sœurs et amis

Celui qui m'a soutenu dans ce succès.

Bouthaina

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier le Bon Dieu pour nous avoir donné le courage et la volonté pour réaliser ce travail ,et qui nous a éclairé les chemins par la lumière de son immens savoir.

En second lieu, nous tenons à remercier M^{elle}. SENOUSSI Asma qui a permet de bénéficier de son encadrement.

En fin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous ceux et celles qui de près ou de loin, nous porté aides et encouragements.

Liste des abréviations

AGL	Acides linoléiques conjugués
ALG	Acides gras libres
aw	L'activité de l'eau
C	Carnobacterium
DPA	Degree de protection antioxidant
EST	Extrait sec total
g	Gramme
J	jour
MCBL	Microscope electronique à balayag laser
MEB	Microscope electronique à balayag
NNP	Azote non protéique
NT	Le degree de proteolyse
PAG	Electrophorése sur gel dez polyacrylamide
PCR	Polymerase chain reaction
TEFD	Pourcentage de la teneur en Eau dans le fromage Dégraissé , (poids de l'eau dans le fromage) $\times 100$ /poids total du fromage-poids de la matière grasse dans le fromage.
TTGE	Temporal temperature Gel Electrophoresis
UFC	Untie formant Colonies

Liste des figures

Figure 01	Représentation schématique du processus de coagulation enzymatique par la présure	5
Figure 02	Type de coagulation et diversité fromagère	6
Figure 03	Aperçu général des réactions biochimiques pendant l'affinage des Fromages.	8
Figure 04	Diagramme des étapes de préparation de Lben	18
Figure 05	Diagramme adopté pour le traitement et la confection de <i>Djeld</i> du <i>Bouhezza</i> .	20
Figure 06	Présentation photographiques des différentes étapes de la préparation de <i>Djeld</i> du fromage <i>Bouhezza</i> .	21
Figure 07	Photos montrant la microstructure de la peau fraîche	22
Figure 08	Photos montrant la microstructure de la peau sèche	22
Figure 09	Biofilm des deux peaux sèche	23
Figure 10	Biofilm des deux peaux fraîche	24
Figure 11	Diagramme simplifié de la fabrication du fromage <i>Bouhezza</i>	25
Figure 12	Observation au microscope électronique à balayage du fromage <i>Bouhezza</i> au cours de la fabrication	32
Figure 13	Observations au microscope Confocal du <i>Bouhezza</i> affiné	33
Figure 14	Roue gout et odeur du fromage <i>Bouhezza</i> épicé et non épicé	35

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
1	Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage.	9

Résumé

Resumé

Bouhezza est un fromage traditionnel affiné, à pâte mi-molle, des régions de l'Est Algérien (*Oum el Bouaghi, Khenchella, Batna, Biskra, etc...*)

L'objectif de cette étude est la connaissance des caractéristiques de cette tradition et de la présenter au monde fromager pour constituer une contribution importante dans la démarche de protection de notre patrimoine. Et pour y parvenir, nous avons mené cette recherche, en une synthèse bibliographique intitulée: Caractéristiques de fromage traditionnel algérien *Bouhezza*. Les informations recueillies au sein de ces études sont ensuite arrangées afin de répondre aux questions de cette recherche. *Bouhezza* présente une technique de fabrication exceptionnelle nécessitant l'usage du peau d'animaux confectionné sous forme d'une outre à travers laquelle s'effectue les ajouts du lait salé l'égouttage et l'affinage. Son procédé de fabrication présente la particularité d'impliquer les trois opérations suivantes : égouttages ; salage, l'affinage simultanément. Mérite une importance particulière.

Ce travail nous a conduit à une description qui présente le fromage *Bouhezza*, son processus de fabrication et les coutumes de la région liées à sa consommation. Déterminer ses propriétés physiques, chimiques, microbiologiques, rhéologiques et sensorielles, en plus de connaître le schéma de sa fabrication.

Mots clés : Fromage traditionnel, *Bouhezza* ; Egouttages ; Salage, Affinage

Résumé

Summary

Bouhezza is a traditional ripened, semi-soft cheese from the regions of eastern Algeria (Oum el Bouaghi, Khenchella, Batna, Biskra, etc.)

The objective of this study is the knowledge of the characteristics of this tradition and to present it to the cheese world to constitute an important contribution in the process of protection of our heritage. And to achieve this, we conducted this research, in a bibliographical synthesis titled: Characteristics of Traditional Algerian Bouhezza Cheese The information gathered within these studies is then arranged in order to answer the questions of this research. Bouhezza has an exceptional manufacturing technique requiring the use of animal skin made in the form of a skin through which the salted milk is added, drained and refined, its manufacturing process has the particularity of involved the following three operations: draining; salting, refining simultaneously deserves particular importance

This work led us to a description that presents the Bouhezza cheese, its manufacturing process and the customs of the region related to its consumption. Determine its physical, chemical, microbiological, rheological and sensory properties, in addition to knowing the scheme of its manufacture.

Keywords: Traditional cheese, Bouhezza; Drippings; Salting, Refining

Résumé

الملخص

بوهزة هي جبنة تقليدية ناضجة شبه طرية من مناطق شرق الجزائر (أم البواقي ، خنشلة ، باتنة ، بسكرة ، إلخ).

الهدف من هذه الدراسة هو معرفة خصائص هذه التحضيرة التقليدية وتقديمها إلى عالم الجبن لتشكيل مساهمة مهمة في عملية حماية تراثنا. ولتحقيق ذلك ، أجرينا هذا البحث ، الذي يتمثل في تجميع بيليوغرافي بعنوان: خصائص جبن بوهزة الجزائري التقليدي. ثم يتم ترتيب المعلومات التي تم جمعها في هذه الدراسات للإجابة على أسئلة هذا البحث. تتمتع بوهزة بتقنية تصنيع استثنائية تتطلب استخدام جلد الحيوان المصنوع على شكل جلد يتم من خلاله إضافة الحليب المملح وتصريفه وتنقيته ، وتتميز عملية التصنيع الخاصة بها بالعمليات الثلاث التالية: التجفيف ؛ التملح والتكرير في وقت واحد وهذا ما يجعله يستحق أهمية خاصة.

قادنا هذا العمل إلى وصف يعرض جبنة بوهزة وعملية تصنيعها وعادات المنطقة المتعلقة باستهلاكها. تحديد خصائصه الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والريولوجية والحسية ، بالإضافة إلى معرفة مخطط تحضيره .

كلمات مفتاحية: جبنة تقليدية ، بوهزة ؛ تقطير ؛ التملح والتكرير

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction	1
Chapitre 1: Technologies fromagère	
1. Définition du fromage.....	3
2. Principales étapes de transformation fromagère.....	3
2.1 Coagulation	4
2.1.1. Coagulation par voie acide.....	4
2.1.2. Coagulation par voie enzymatique	4
2.1.3. Coagulation mixte	5
2.2. Egouttage.....	5
2.3. Affinage.....	6
3. Classification des fromages.....	8
4. Processus d'affinage.....	9
2.1. Glycolyse.....	10
2.2. Lipolyse.....	11
2.3. Protéolyse.....	11
5. Fromage traditionnel en Algérie.....	12
5.1. Fromage frais : <i>Jben</i>	12
5.2. Fromage frais ou extra dur : <i>Klila</i>	13
5.3. Fromage frais.....	13
• Tkammérite (Kemariya).....	13
• Tkammart.....	14
• Mechouna.....	14
• Adghass.....	14
• Ighounane.....	14
• Aghouglou.....	14
• Aoules (Ioulsan).....	14
Chapitre 2: Fromage traditionnel Bouhezza	
1. Fromage affiné : <i>Bouhezza</i>	16

1.1. Zone géographique délimitée.....	16
1.2. Conditions de fabrications et matières premières.....	17
1.2.1. Préparation du <i>Lben</i>	17
1.2.2. Préparation du contenant (<i>Djeld</i>) du <i>Bouhezza</i>	18
1.2.3. Microstructure et microflore du <i>Djeld</i>	21
1.2.4. Mode d'obtention du fromage	24
1.2.5. Mode habituel de la consommation et de la conservation.....	25

Chapitre 3 : Caractéristiques du fromage *Bouhezza*

1. Caractéristiques physico-chimiques.....	27
2. Protéolyse et lipolyse du fromage <i>Bouhezza</i>	28
3. Caractéristiques aromatiques.....	30
4. Propriétés texturales et rhéologiques.....	31
5. Microstructure du fromage <i>Bouhezza</i>	31
6. Caractéristiques organoleptiques.....	34
7. Microflore du <i>Bouhezza</i>	35
8. Valeur nutritionnel du <i>Bouhezza</i>	36
Conclusion	38

Références bibliographique.

Introduction

Introduction

La connaissance des ressources territoriales laitières dans le milieu rural Algérien et tout ce qui définit notre patrimoine laitier devient la plupart de temps le support de tout développement locale. L'Algérie dispose d'un patrimoine culturel très intéressant dans le domaine des fromages traditionnels, même si l'activité est limitée à la sphère domestique. Malgré leur fort ancrage dans la tradition culinaire, ces produits n'ont jamais été pris à ce jour sérieusement en considération par les pouvoirs publics en vue de les développer particulièrement dans les régions pastorales du pays. (Shori ,2017) (Leksir C et Chemmam ,2015) Il existe une grande variété de produits laitiers artisanaux , leur dénomination ainsi car leur processus de fabrication diffère d'une région à l'autre à un autre. Ces produits se différencient également par leur goût et leur consistance (Leksir et Chemmam,2015) (Benlahcen et al, 2017).

On a marqué, au moins dix types de fromages traditionnels de différentes régions du pays sont actuellement recensés. Les plus connus sont seulement ceux portant les dénominations « Djben » et « Klila », probablement très répandus et utilisés dans l'ensemble des pays du Maghreb. Parmi les moins connus, ont été identifiés les fromages tels Bouhezza, M'chouna, et Medghessa dans le nord-est de l'Algérie (région des Chaouia), Takemerit et Aoules au sud et Igounenes au nord centre (région Kabyle) (Zaidi et al. 2000, Aissaoui Zitoun, 2004).

L'intérêt scientifique porté à ce produit, est venu du souci de sa disparition et afin de le protéger, le valoriser et lui redonner l'intérêt et la place qu'il mérite dans l'apport nutritif et nutritionnel qu'il fournit à la population, surtout rurale, qui fait partie de ses habitudes alimentaires. Éventuellement la possibilité d'en faire un produit labellisé à appellation d'origine contrôlée et/ou protégée ou à indication géographique (Zaidi, Zertal et Zidoune, 2000 ; Aissaoui Zitoun, 2004 ; Aissaoui Zitoun et Zidoune, 2006 ; Aissaoui Zitoun et al., 2011 ; Aissaoui Zitoun et al., 2012 ; Medjoudj, Zidoune et Hayaloglu, 2017)

Le produit cible de cette recherche est un fromage traditionnel dénommé « Bouhezza » connu depuis très longtemps et fabriqué jusqu'à nos jours, en particulier chez les populations des Chaouia (**Zaidi et al. 2000, Aissaoui Zitoun, 2004**). Ce fromage est préparé de façon traditionnelle par des ménagères des zones rurales dans des peaux d'animaux surtout en printemps-été. Bouhezza a existé depuis longtemps et est très répandu dans la région Chaouia.

C'est un fromage fermier à égouttage spontané et à pâte épicée ou non, non moulée, préparé à l'origine à partir de lait de chèvre, de brebis, et plus récemment à partir de lait bovin pour sa plus grande abondance (**Zaidi, Zertal et Zidoune, 2000**), baratté et écrémé « Lben » (**Hellal, 2001**).

Il présente une technique de fabrication exceptionnelle nécessitant l'usage du peau d'animaux confectionné sous forme d'une outre à travers laquelle s'effectue les ajouts du lait salé l'égouttage et l'affinage son procédés de fabrication présente la particularité d'impliqué les trois opération suivantes :égouttages ;salage, l'affinage simultanément mérite une importance particulière(**Zaidi et al. 2000, Aissaoui Zitoun, 2004**).

Dans ce contexte notre travaille est focalisé sur la collecte d'information à partir des études scientifiques réaliser sur le fromage Bouhezza dont l'objectif de donner un aperçu sur lespropriétés décrivant le fromage.

Notre manuscrit est structuré comme suit: une introduction qui explique brièvementl'intérêt accru de la caractérisation rigoureuse des fromage traditionnels ainsi que son rôl important dans le développement socioéconomique du pays; la recherche bibliographique sur le fromage *Bouhezza* a été projetée sur la connaissance de son diagramme de fabrication, de sa composition et de ses caractères sensoriels et organoleptiques, différents autres aspects dont la description des composants principales de son écosystème, telles les bactéries lactiques, l'évolution des phénomènes de digestion (glycolyse, protéolyse et lipolyse) et les répercussions attendues aux niveau profil aromatique et microstructure.

Chapitre 1

Technologie fromagère

1. Définition du fromage

Les fromages sont des formes de conservation et de stockage ancestrales de la matière utile du lait dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont très appréciées (**Jeantet *et al.*, 2008**).

La dénomination « fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitières suivant : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, babeurre. utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la phase aqueuse (**Directive n 88 -1206 décembre 1988, article 1^{er}**) (**Mahaut *et al.*, 2000**).

Non seulement le lait se consomme à l'état nature ; il peut également subir différentes biotransformation qui contribuent à élargir considérablement ses qualités sensorielles et nutritionnelles. L'un des dérivés de cette transformation est le fromage (**Henri *et al.*, 2008**). Selon la norme Codex, est le produits affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi – dure, dure ou extra –dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum : caséines ne dépasse pas celui du lait (**St-Gelais *et al.*, 2010**). Le fromage constituant une forme ancestrale de conservation des protéines, de la matière grasse ainsi que d'une partie de calcium et de phosphore, dont les qualités nutritionnelles et organoleptique sont appréciées par l'homme dans presque toutes les régions du globe (**Mahaut *et al.*, 2000**).

2. Principales étapes de transformation fromagère

La fabrication fromagère peut être considérée comme un phénomène d'agglomération, correspondant à une synérèse, associée à un phénomène d'écoulement. Il s'agit de l'agglomération des éléments protéiques du lait, de la caséine principalement, plus ou moins modifiées, qui emprisonnent les autres constituants et, ensuite, de l'agglomération de morceaux de caillé moulés. Ce phénomène d'agglomération est associé à celui d'un écoulement de la phase liquide, composée de l'eau du lait et des éléments solubles emprisonnée dans des pores, puis libérée (**Luquet, 1990**).

Habituellement la fabrication d fromage comprend trois étapes : La formation d'un gel de caséines, c'est la coagulation du lait ; la déshydratation partielle du gel, c'est l'égouttage qui aboutit à un caillé et le salage. Ces étapes concernent les

fromages frais. Le reste des fromages subissent en plus une étape d'affinage, ce sont les fromages affinés (Camembert, Roquefort, Gouda, Tulum,...).

2.1 Coagulation

La coagulation correspond à une déstabilisation des micelles de caséines qui flocculent puis se soudent pour former un gel emprisonnant des éléments solubles du lait. La coagulation peut se réaliser par l'acidification, par l'action d'une enzyme ou encore par l'action combinée des deux (**Vignola, 2002**).

2.1.1. Coagulation par voie acide

La coagulation par voie acide est provoquée par l'acide lactique d'origine bactérienne, qui transforme le lactose en acide lactique. Le pH du lait de fromagerie diminue avec la production d'acide. Ce qui provoque une solubilisation du phosphate et du calcium colloïdal, un élément important dans la stabilité des micelles de caséine. Ces dernières vont se lier entre elles et former un gel cassant très friable et peu élastique (**Mietton, 1995**). Si l'acidification est rapide par addition d'un acide minéral ou organique, il y a floculation des caséines à pH 4,6 sous la forme d'un précipité plus ou moins granulé dispersé dans le lactosérum. Par contre, une acidification progressive, obtenue soit par fermentation lactique, soit par hydrolyse de la gluconolactone, conduit à la formation d'un gel lisse homogène qui occupe entièrement le volume initial du lait (**Lecteur et al., 1994**). La teneur en protéines agit sur la coagulation acide. Un lait riche en protéines formera un caillé lactique plus ferme (**Vignola et Carole, 2002**).

2.1.2. Coagulation par voie enzymatique

La coagulation par voie enzymatique permet de transformer le lait liquide en gel par l'action d'enzymes protéolytiques. La présure de veau est le coagulant traditionnellement utilisé pour la coagulation du lait. Le terme "présure" est donné au coagulant extrait de la caillette des jeunes ruminants abattus avant le sevrage. Elle contient deux fractions actives : la chymosine (95% de l'activité enzymatique) et la pepsine. L'extraction de la présure s'effectue par la macération de la caillette, qui est coupée en tranches et laissée dans une solution saline pendant plusieurs jours à un pH de 5.0 à 5.5 (**Troch et al., 2017**).

On distingue 3 phases :

- ✓ Phase primaire ou enzymatique.
- ✓ Phase secondaire ou d'agrégation des micelles déstabilisées.
- ✓ Phase tertiaire ou phase de réticulation (**Robinson, 2005**).

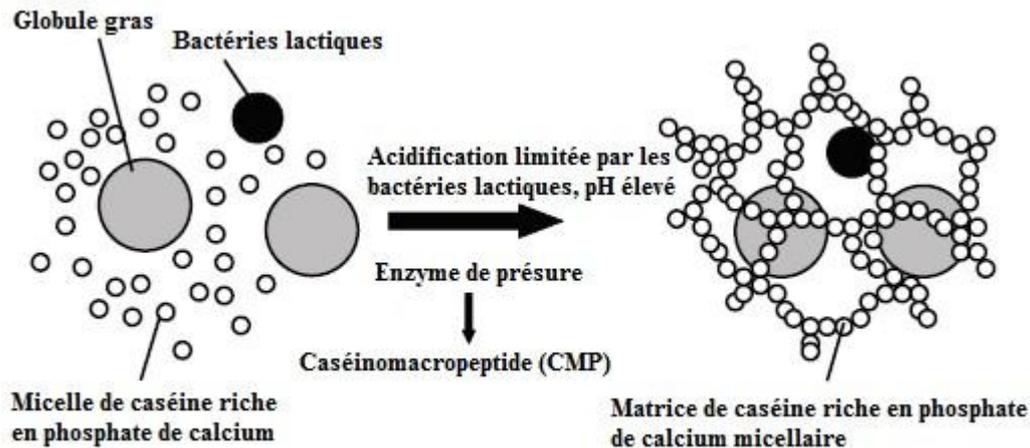


Figure 01. Représentation schématique du processus de coagulation enzymatique par la présure (**Donnelly, 2014**).

2.1.3. Coagulation mixte

Elle résulte de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification. La multitude de combinaisons conduisant à différents états d'équilibres spécifiques est à l'origine de la grande diversité des fromages à pâte pressée non cuite (**Jeantet et al., 2008**).

2.2. Egouttage

L'égouttage, ou déshydratation du caillé, permet la concentration des éléments du lait. À ce stade, le caillé se sépare du lactosérum, par le phénomène de synérèse (**Kongo et Malcata., 2016**). Grâce à la présence de présure, à l'acidité et à la température, le coagulum se contracte en éjectant le lactosérum (**Guétouache et al., 2014**).

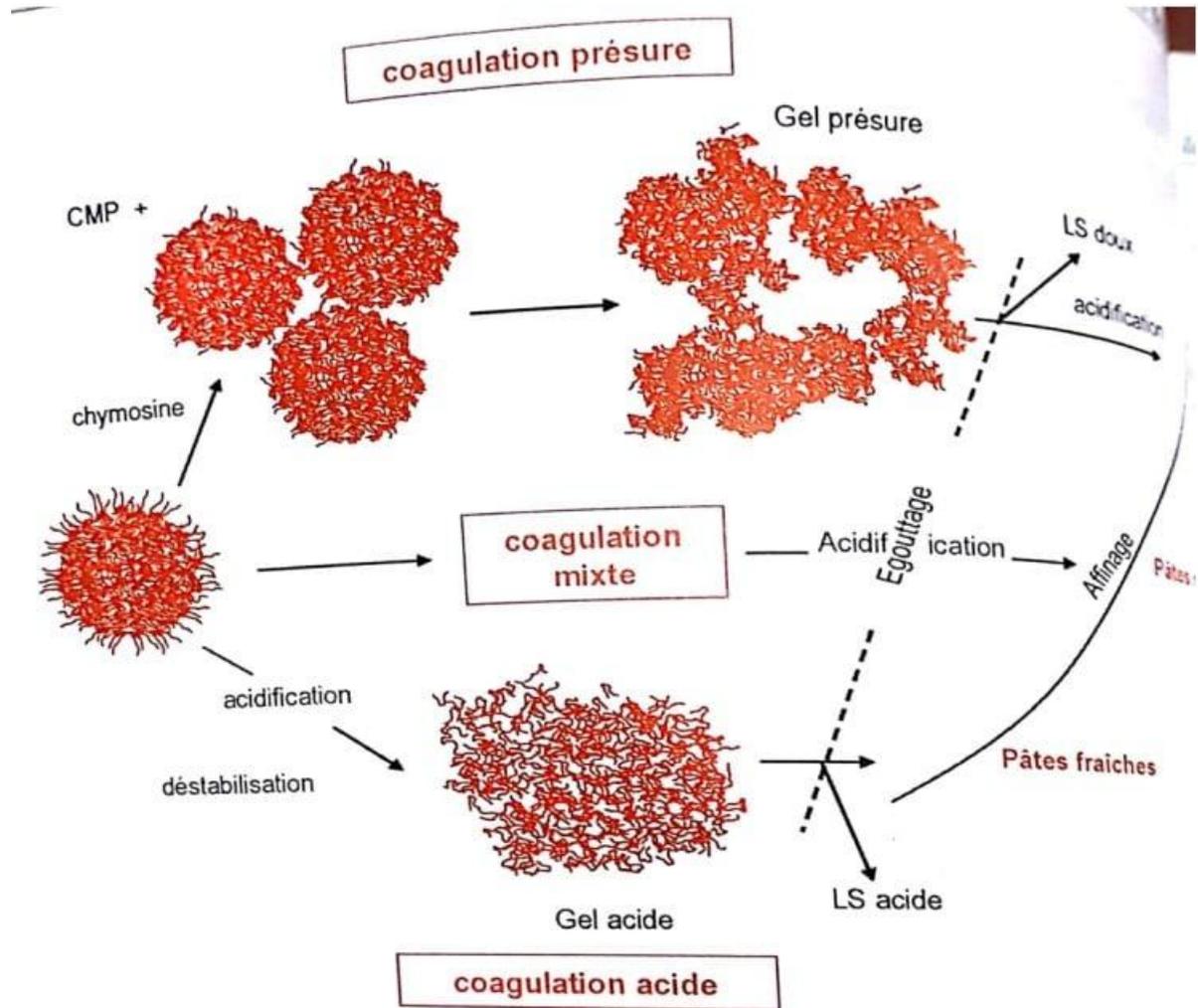


Figure 02. Type de coagulation et diversité fromagère (Romain *et al.*, 2007).

2.3. Affinage

L'affinage est un processus technologique crucial dans la fabrication du fromage constituant une cascade d'événements biochimiques et microbiologiques, Médie par le flux métabolique des cultures primaires et auxiliaires. Ce processus doit être étudié de manière approfondie afin de produire des produits fromagers de qualité améliorée et constante, avec un coût minimal et une acceptation maximale par les consommateurs. La qualité organoleptique du fromage est déterminée par des changements complexes qui se produisent pendant la maturation (Khattab *et al.*, 2019).

L'affinage est une étape au cours de laquelle le fromage développe sa texture, sa saveur et ses arômes qui varient en fonction de la composition du ferment, du pH

de la pâte fromagère, de la composition du fromage (humidité, protéines, gras et minéraux) et des conditions de maturation (température et humidité relative) (**Bintsis et Papademas., 2017**).

Les changements biochimiques qui se produisent au cours de la maturation sont regroupés en événements primaires, notamment la glycolyse, la lipolyse et la protéolyse, suivis de changements biochimiques secondaires tels que le métabolisme des acides gras et des acides aminés, qui sont importants pour la production de certain nombre de composés nécessaires au développement de l'arôme (**Murtaza et al., 2014**). La plupart des variétés de **fromage** subissent une période de maturation qui varie de 2 semaines à 2 ans (**Fox et McSweeney, 2017**). L'affinage est en fait la résultante de trois principales actions biochimiques qui se déroulent simultanément à savoir :

- ✓ la dégradation des protéines ;
- ✓ l'hydrolyse de la matière grasse;
- ✓ la fermentation du lactose (**Fox et al., 2017**).

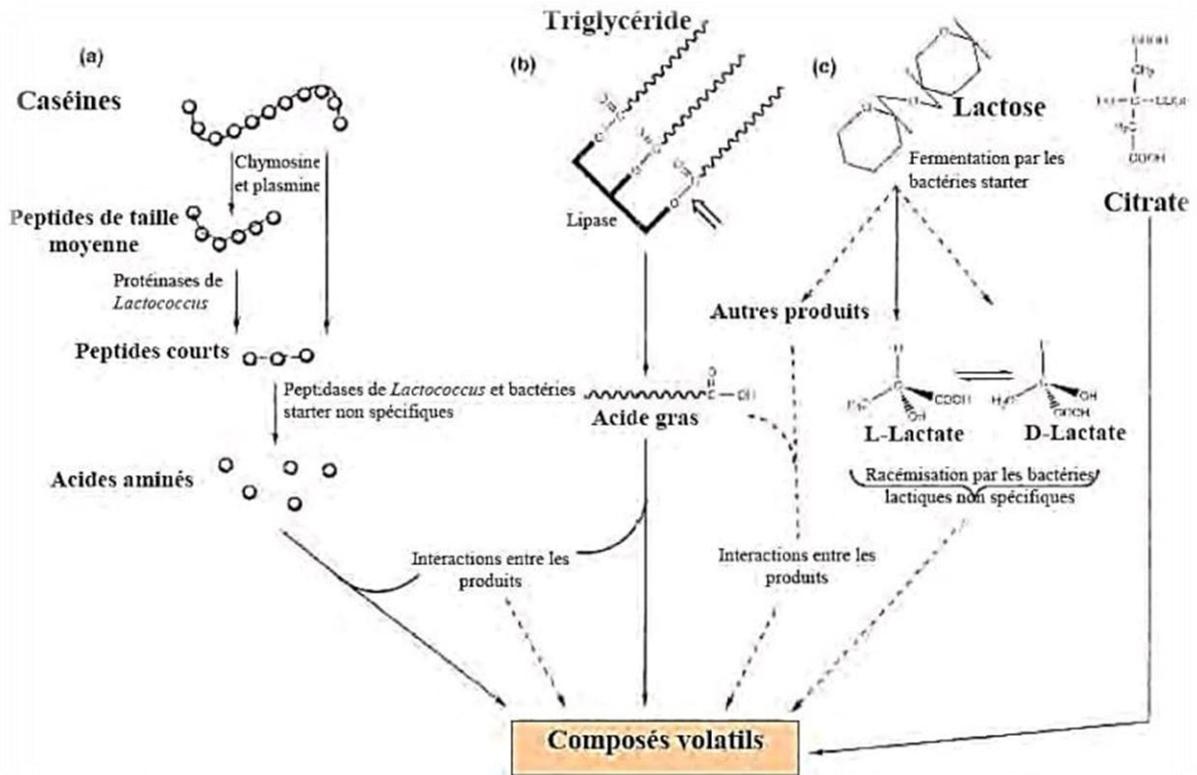


Figure 03. Aperçu général des réactions biochimiques pendant l'affinage des fromages (Fox *et al.*, 2004).

3. Classification des fromages

La classification d'un fromage adoptée par les normes du codex alimentaire (Codex Stana-6-1978 amendé en 2006) est obtenue après application des trois formules suivantes:

- Selon la fermeté (Formule I) : qui appartient à l'intervalle de 69 à 51 % d'où la pâte molle évolue jusqu'à la pâte extra dure, cette classification est portée selon la teneur en eau dans le fromage dégraissé (TEFD).
- La deuxième classification (Formule II) : le fromage est classé selon la teneur de la matière grasse par rapport à l'extrait sec total.
- La troisième classification (Formule III) : les fromages sont classés en trois catégories différentes selon l'affinité du fromage, ces classifications sont mentionnées dans le tableau 1.

Le fromage est donc classé selon trois critères successifs : sa teneur en eau dans la fraction

dégraissée, sa teneur en matières grasses dans l'extrait sec et son type d'affinage.

Tableau 01. Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage.

Formule I		Formule II		Formule III
TEFD %	le présent élément de la dénomination sera	MGES%	Le second élément de la dénomination sera	Dénomination d'après les principales caractéristiques d'affinage
< 51	Pâte extra dure	> 60	Extra gras	1- Affinage
49 - 56	Pâte dure	45-60	Tout gras	*Principalement en surface
54 - 63	Pâte demi dure	25-45	Mi gras	*Principalement dans la masse
61 - 69	Pâte demi molle	10-25	Quart Gras	2- Affiné aux moisissures
> 67	Pâte molle	< 10	Maigre	a- Principalement en surface b- Principalement dans la masse
				3 -Frais

TEFD : pourcentage de la teneur en eau dans le fromage dégraissé c'est-à-dire :

TEFD = poids de l'eau du fromage x 100/ (poids total du fromage – matière grasse du fromage).

MGES : pourcentage de la matière grasse dans l'extrait sec c'est-à-dire: **MGES**= la teneur en matière grasse du fromage x 100/ (poids total du fromage- eau dans le fromage).

4. Processus d'affinage

Le processus du vieillissement des fromages consiste à les maintenir dans des cuves spéciales parfois appelées « hâloirs », ventilées ou non, dans des conditions spécifiques de température et d'humidité pendant des durées variantes de 2 à 4 semaines pour les fromages à pâte molle et jusqu'à 2 ans pour certains fromages à pâte dure (**Law et Tamime 2010; Bendimerad , 2013**). C'est un processus biochimique complexe et long qui correspond à une phase de digestion enzymatique des constituants du caillé par les différents agents .Au cours de cet étape que le fromage développe sa texture, sa saveur et ses arômes qui varient en fonction de la

composition du ferment, du pH de la pâte fromagère, de la composition du fromage (humidité, protéines, gras et minéraux) et des conditions de maturation (température et humidité relative) (**Bintsis et Papademas, 2017**). Au cours de l'affinage, plusieurs réactions biochimiques ont lieu dans le fromage, notamment la glycolyse, la protéolyse et la lipolyse. Les principales modifications physicochimiques sont : La glycolyse qui consiste à convertir le lactose en acide lactique par le biais des cultures starters et le catabolisme des acides lactiques et du citrate en d'autres composés sous l'action des cultures de démarrage secondaires ; La protéolyse qui consiste à hydrolyser les caséines en peptides par le biais des endopeptidases (protéinases) et la transformation des protéines libérées en acides aminés sous l'action des exopeptidases (peptidases); La lipolyse qui consiste à hydrolyser les triacylglycérols, di- et mono acylglycérols en acides gras libres par le biais des lipases et des estérases provenant de diverses sources (à partir du lait natif et / ou des cultures secondaires ajoutées. Plusieurs changements secondaires complexes ont également lieu, ce qui confère au fromage final toute la subtilité de ses arômes (**Fox et al., 2017**). Les composés volatils qui découlent de la dégradation du lactose, du citrate, des lipides et des protéines sont responsables de ces arômes particuliers. La période d'affinage peut être relativement courte pour les fromages à pâte molle (quelques semaines) ou très longue pour des fromages à pâte cuite, comme le parmesan (plus de 30 mois) (**Bintsis et Papademas, 2017**). Comme cette période d'affinage

4.1. Glycolyse

Le phénomène de glycolyse se caractérise principalement par la dégradation du lactose, le principal sucre présent dans le lait. En fonction des starters et des voies de fermentation, le lactose est dégradé en petits acides organiques tels que l'acide lactique, l'acide propionique, l'acide citrique et l'acide acétique, ce qui détermine le pH. La valeur du pH du fromage influence toutes les réactions biochimiques d'origine enzymatique dans les matrices laitières ainsi que les propriétés de saveur et de texture du fromage. D'autres sucres, également présents dans le lait, à savoir le galactose, le glucose et le saccharose, sont également utilisés comme substrats de fermentation par glycolyse (**Freitas et al., 2013**).

4.2. Lipolyse

La lipolyse est un événement biochimique important au cours de l'affinage des fromages, l'hydrolyse enzymatique (lipolyse) des triglycérides en acides gras libres (AGL) et en glycérol, mono- ou di-glycérides est considérée comme essentielle pour le développement de l'arôme dans le fromage. Comme ils sont hydrophobes, les lipides sont d'excellents vecteurs de composés aromatiques, et aussi des précurseurs de nombreux composés aromatiques (**Thierry *et al.*, 2017**).

4.3. Protéolyse

La protéolyse apparaît comme l'un des phénomènes majeurs pendant l'affinage des fromages et c'est le plus complexe (**McSweeney, 2004**). Elle contribue à la texture des pâtes, au goût, à l'ouverture et au croûtage par dégradation biochimique des protéines (**Courroye, 1987**). Cette dégradation est réalisée par les systèmes enzymatiques des microorganismes, des enzymes coagulantes et des enzymes du lait. L'importance de la protéolyse peut être très limitée comme dans le cas du fromage mozzarella, à très importante, cas des fromages bleu moisissés.

L'activité des enzymes naturelles du lait telles que la plasmine et la cathepsine D est très limitée dans les fromages. La plasmine a un pH optimum d'action de 7,5 et agit sur la caséine β . L'action de la cathepsine D sur les caséines est très similaire à celle de la chymosine et son pH optimum est d'environ 4,00 (**Foxet *al.*, 1994**). La succession de la dégradation des caséines en polypeptides puis en acides aminés est rencontrée surtout dans les fromages à pâtes pressées et à flore essentiellement lactique (**Choisyet *al.*, 1997**). La protéolyse du Cheddar par la mesure de l'azote soluble à pH 4,6 par rapport à l'azote total (NS pH 4,6) montre qu'elle est surtout due aux enzymes coagulantes (pepsine ou chymosine). Le même phénomène est rencontré dans le Gouda (**O'keeffe, 1978 ; Fox *et al.*, 1994**). Selon **Chamba(2000)**, le degré de protéolyse qui est défini l'azote total (NT) varie de 23,5 à 25 % dans l'Emmental. En fin d'affinage du Camembert au lait cru le taux de protéolyse est de 35 % (**Lenoir, 1962**). Le degré de protéolyse des fromages des types saint Paulin et Comté peut atteindre respectivement 18 et 30 % (**Choisyet *al.*, 1997**).

Par ailleurs, l'activité protéolytique des microorganismes est variable. Les enzymes mis en jeu sont des endopeptidases et des exopeptidases. En effet, la

dégradation des protéines extracellulaires grâce aux protéases membranaires des lactobacilles et lactocoques assure les besoins en acides aminés de ces germes (**Atlan et al., 2000**).

5. Fromage traditionnel en Algérie

Les fromages traditionnels est le groupe de produits laitiers le plus important et le plus diversifié. Leur production artisanale est fortement liée au « terroir » (**McSweeney et al ., 2017**). Les fromages traditionnels sont des biens culturels qui méritent d'être étudiés, caractérisés et protégés (**McSweeney et al.,2004; El Rhaziet al.,2015**).

L'Algérie dispose d'un patrimoine culturel très intéressant dans le domaine des fromages traditionnels, même si l'activité est limitée à la sphère domestique. Ces pratiques ancestrales ont toujours constitué un réservoir de savoir-faire utile, approprié et nécessaire, offrant des possibilités de développement socioéconomique. Nombreuses sont les traditions de notre pays qui ont dû disparaître ; celles existant encore, mais décrites que partiellement ou en attente de découverte, Ceci est la conséquence de diverses raisons interdépendantes liées au passé, telles : l'absence d'écriture de l'histoire, non transmission du savoir-faire, dévalorisation des traditions, méconnaissance du patrimoine, non disponibilité fourragère, exode rurale, le développement des industries agro-alimentaires et le changements des habitudes alimentaires.

Leksiret al. (2019) ont rapporté que les fromages traditionnels algériens sont répartis en quatre catégories principales, à savoir les fromages frais, les fromages affinés, les fromages fondus et les fromages à pâte dure.

5.1. Fromage frais : *Jben*

Le *Jben* (ou *Djben*) est un fromage frais traditionnel, de variété molle, connu et fabriqué dans les trois pays du Maghreb : l'Algérie, Maroc et Tunisie. Le *Jben* traditionnel est fabriqué par la coagulation enzymatique type présure de lait cru entier de vache, à laquelle une certaine quantité de sel est ajouté (de 10-20g de NaCl par litre de lait). Sa fabrication est semblable au *Jben* marocain (**Mennane et al., 2007**). Le *Jben* algérien est consommé frais ou après un séchage afin de prolonger sa durée de conservation. Le lait destiné à sa fabrication est chauffé, une fois tiède, un fragment de caillette bovine est macéré dans le lait. Après coagulation du lait et

égouttage, le caillé ainsi obtenu peut être salé ou additionné de quelques épices ou de plantes aromatiques. Il contient une microflore variée qui constitue une ligne de défense par la production d'acide lactique, de peroxyde d'hydrogène et de bactériocines (Boudjaib.,2013; Tadjine *et al.*, 2020).

5.2. Fromage frais ou extra dur :*Klila*

Klila est un fromage traditionnel fermenté , préparé à base du *Lben* de vache, de brebis, de chèvre ou du mélange des trois, son procédé empirique de fabrication, est encore en vigueur, et caractérisé par un chauffage modéré du *Lben*(50-75°C) jusqu'à ce qu'il devienne caillé, puis égoutté dans un tissu de la mousseline est ensuite égoutté spontanément.

Le fromage obtenu est consommé tel quel, frais ou après séchage au soleil pendant quelques jours (2-3 jours). Une fois séché, il est utilisé comme ingrédient après sa réhydratation dans les préparations culinaires traditionnelles(Mennane *et al.*, 2007;Leksiret *et al.*, 2015; Meribaiet *et al.*, 2017).

5.3. Fromage frais

- **Tkammérite (Kemariya)**

C'est un fromage connu également sous le nom de *kémaria* frais, très répandu dans la wilaya de Ghardaïa ou la région du M'zab. Ce fromage est fabriqué à base du lait cru entier de vache ; de chèvre ou de brebis préalablement salé (sel de table ou alun) et chauffé à 37°C puis emprésuré par le gésier de poulet, caillette de chevreau ou fleur de cardon. Après coagulation pendant 30 minutes, caillé est découpé et égoutté dans un chèche , pour une période de 30 min jusqu'à 24h. La *kémaria* est mise en forme de galette est consommée avec le thé et le pain dans les occasions religieuses, les invitations spéciales et les soirées familiales (McSweeney *et al.*,2017).

- **Tkammart**

Littéralement "Fromage" en langue Tamahaq (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 (**Mahamedi, 2015**).

- **Mechouna**

Mechouna est un fromage traditionnel algérien largement consommé dans la région de Tebessa, fabriqué par l'ajout du *Lben* ou *Rayeb* salé au lait cru de vache ou de chèvre en ébullition. Elle peut être considérée comme un fromage frais à pâte molle, avec un extrait sec de 41 ± 1 , et un pH de $5,85 \pm 0,15$. La *Mechouna* est consommé avec du pain et de la galette, ou bien avec du couscous et des pâtes alimentaires (macaroni, spaghetti, ...). Dans le but d'améliorer sa qualité organoleptique, ce fromage peut être additionné de plusieurs épices selon le choix des consommateurs ; dans cet état la *Mechouna* est dénommé *Chnina* (**Lemouchi, 2007 ; Derouiche et Zidoun, 2015**).

- **Adghass**

Produit dans la région des Aurès, l'*Adghass* est fabriqué à partir d'un mélange de colostrum et d'oeufs qui est ensuite cuit (**Mahamedi, 2015**).

- **Ighounane**

Fromage fabriqué en Kabylie à partir du colostrum (premier lait de vache venant de la mise bas). La préparation d'*Ighounane* 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 (**Lahsoui, 2009; Mahamedi, 2015**).

- **Aghouglou**

Fromage fabriqué en Kabylie, il est obtenu à partir de lait frais de vache ou de chèvre coagulé par la sève du figuier. Le coagulum ainsi formé est découpé puis mis dans un tissu fin pour compléter l'égouttage (**Mahamedi, 2015**).

- **Aoules (Ioulsan)**

Aoules est un fromage traditionnel algérien, sec, typique (87% à 92% de matière sèche), obtenu par le chauffage modéré du *Lben* écrémé issu de lait de chèvre coagulé spontanément. Le chauffage est fait dans un récipient en argile jusqu'à la précipitation des caséines. Le précipité est tendu dans un panier de paille et le caillé est malaxé en petite quantité à la fois pour donner la forme d'un petit cylindre plat (2 cm d'épaisseur, 6 à 8 cm de diamètre). Le fromage est ensuite séché au soleil, broyé et peut être mélangé avec de la pâte des dattes ou avec les boissons (**Benkerroum, 2013**).

Chapitre2

Fromage traditionnel

Bouhezza

1. Fromage affiné : *Bouhezza*

Bouhezza est un fromage traditionnel affiné, à pâte mi- molle, des régions de l'Est Algérien (*Oum el Bouaghi, Khenchella, Batna, Biskra, etc...*) 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 Zitounet Zidoune, 2006**). Sa spécificité est l'utilisation d'une peau d'animaux «*Djeld*» comme contenant de fromage et séparateur de lactosérum. Un salage en masse et des ajouts successifs de *Lben* et de lait cru permettent l'accumulation de la pâte fromagère dans *Djeld*. Ainsi, et après au-moins 4 semaines le fromage est affiné (**Aissaoui Zitoun, 2014**). Au stade de la consommation, le fromage est pétri avec incorporation de poudre de piment rouge, ce qui rend la pâte légèrement piquante (**Aissaoui Zitoun et Zidoune, 2006**).

1.1. Zone géographique délimitée

L'enquête alimentaire réalisée par **Aissaoui Zitoun (2014)** a pu toucher un échantillon global de 841 familles se répartissant dans la zone est de l'Algérie. Parmi les enquêtées, 289 familles connaissent et fabriquent le fromage *Bouhezza* soit 34 % des familles. Les résultats de la répartition des ses enquêtés montrent que la pratique du fromage *Bouhezza* découle de la région des *Chaouia*, qui s'étale sur plusieurs wilayas du pays. Sur la base des informations obtenues à partir des enquêtes réalisées sur terrain, la fabrication de *Bouhezza* a été confirmée dans les wilayas d'*Oum El Bouaghi* (11/29 communes), de *Batna* (5/61 communes), de *Khenchela* (5/21 communes), et de *Tébessa* (16/28 communes).

Selon **Medjoudj (2018)**, la fabrication de *Bouhezza* est confirmée dans 12 dairates d'*Oum El-Bouaghi* avec 39 communes, 10 dairates de *Tébessa* avec 14 communes, 08 Dairates de *Khenchela* avec 18 communes, 03 dairates de *Batna* dont 05 Communes et 03 dairates de *Souk Ahras* dont 4 communes. Dans la wilaya de *Tébessa* surtout à *Chrèa* et à *Hammamet*, le fromage *Bouhezza* porte une autre dénomination « *Milh Dhouaba* » (**Medjoudj, 2018**)

1.2. Conditions de fabrications et matières premières

Le fromage Bouhezza est fabriqué avec le lait de vache, de chèvre, ou de brebis avec la possibilité de faire des mélanges des trois types du lait (Medjoudj,2018).

Le processus de fabrication du fromage *Bouhezza* débute habituellement en mois de mars/avril, partant d'une quantité initiale de *Lben*, complétée durant toute la période de fabrication par des ajouts de *lben* ou de lait cru (Aissaoui Zitoun et Zidoune, 2006).*Lben* de fabrication est de préférence écrémé et peu acide. L'ajustement des différents ajouts se réalise en fonction de la vitesse d'égouttage et la disponibilité de la matière première (Aissaoui Zitoun, 2004)

La préparation du fromage *Bouhezza*, est lancée avec une quantité de matière première, du *Lben* partiellement ou totalement écrémé. Le salage, se fait directement dans le *Lben* (55,6 %) chez la majorité des familles enquêtées, ou dans la pâte fromagère (31,4 %). Les ajouts de matière première se font en fonction de la vitesse de l'égouttage et la disponibilité de la matière première (Medjoudj et al., 2016; 2017).

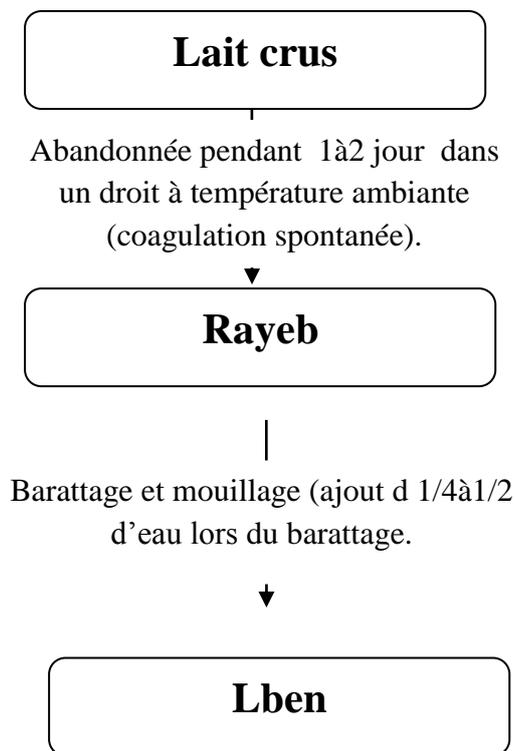
1.2.1. Préparation du *Lben*

Selon El Marnissi et al(2013),*Lben* est un lait fermenté écrémé traditionnel. Sa préparation traditionnelle débute par la coagulation du lait et sa transformation en *Rayeb* (pendant 24h à 72 h selon la saison), *Rayeb* peut être consommé tel qu'il est ou subir un barattage et un écrémage dans une peau de chèvre ou de brebis appelée *Djeld*. L'écémage est réalisé généralement le matin, *Djeld* est remplie à moitié du *Rayeb* Puis tendue par gonflement. Ensuite, *Djeld* est bien nouée et secouée vigoureusement durant une demi-heure.

La formation des globules gras (beurre) est jugée par le changement du son qui se produit à l'intérieur de la *Chekoua*. Pour aider l'agglomération des particules du beurre, l'eau est habituellement ajoutée, chaude ou froide en fonction de la température du lait. Le beurre frais est retiré manuellement en une seule motte appelé *Zebda beldia* ou *Semnah*.

Le processus de fabrication du fromage *Bouhezza* débute habituellement en mois de mars/avril, partant d'une quantité initiale de *Lben*, complétée durant toute la période de fabrication par des ajouts de *Lben* ou de lait cru (Aissaoui Zitoun et Zidoune, 2006).

Le *Lben* de fabrication est de préférence écrémé et peu acide. L'ajustement des différents ajouts se réalise en fonction de la vitesse d'égouttage et la disponibilité de la matière première (Aissaoui Zitoun et al., 2011 ; Medjoudj et al., 2016). Le procédé de fabrication le plus utilisé du *Lben* est illustré dans la figure suivante :



Ecrémage (la crème éliminée entièrement ou partiellement)

Figure04. Diagramme de préparation du *Lben* (Medjoudj, 2018).

1.2.2. Préparation du contenant (*Djeld*) du *Bouhezza*

La fabrication du fromage nécessite la confection de la peau d'animaux sous forme de *Djeld* de *Bouhezza* se présente comme un sac souple et humide, ayant la couleur de la peau de l'animale et se caractérise par une certaine perméabilité. En effet, elle joue à la fois le rôle d'un séparateur de phase, c'est à travers les perforations naturelles de la peau que le lactosérum est exsudé et d'un contenant de la masse

fromagère qui s'accumule au cours du temps (Aissaoui Zitoun *et al.*, 2011; Aissaoui Zitoun, 2014).

La préparation du *Djeld* consiste à utiliser la peau de différentes races (chèvre ou brebis). La peau de chèvre ou de chevreau semble faciliter l'égouttage, elle est plus épaisse, solide et résistante aux chocs (Aissaoui Zitoun, 2014; Medjoudj, 2018).

Avant utilisation de la peau, cette dernière nécessite un traitement approprié, elle est laissée se putréfier à température ambiante, environ 2 à 7 jours pour faciliter l'arrachage des poils ou de la laine. Après un lavage avec de l'eau, la peau est traitée principalement avec le sel et le genièvre avec possibilité d'incorporer d'autres produits (tanins, romarin, semoule, orge,..) (Aissaoui Zitoun *et al.*, 2011; Medjoudj *et al.*, 2016). Ensuite la peau est laissée au repos pendant une à deux semaines pour éliminer l'odeur de putréfaction et la rendre plus solide. Après cette étape, la peau doit être retournée (coté poile à l'intérieur et coté chaire à l'extérieur) puis elle sera nouée et ficelée pour lui donner la forme d'un sac. *Djeld* doit être mis en contact avec le *lben* pendant quelques heures à une nuit afin d'éliminer le reste des débris de genièvre et des odeurs putrides.

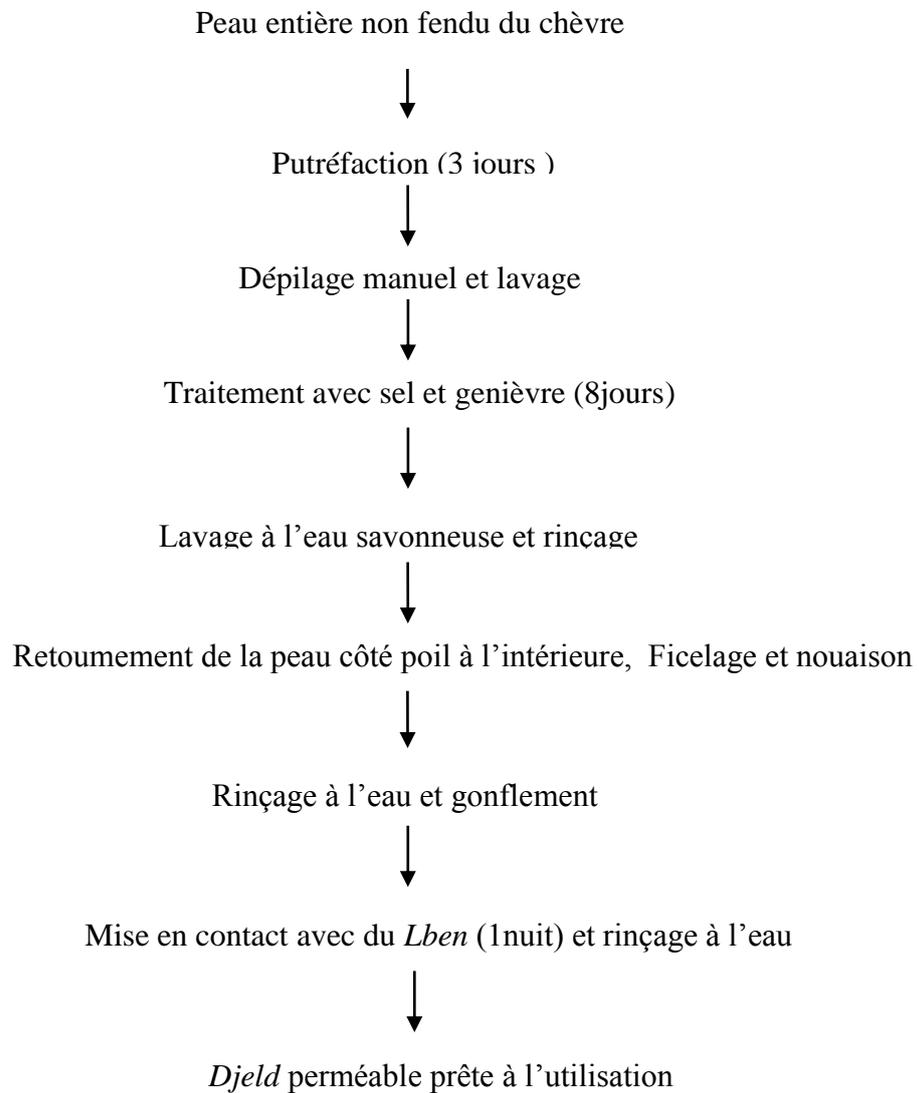


Figure05.Diagramme adopté pour le traitement et la confection de *Djeld* du *Bouhezza* (Aissaoui Zitoun, 2014).

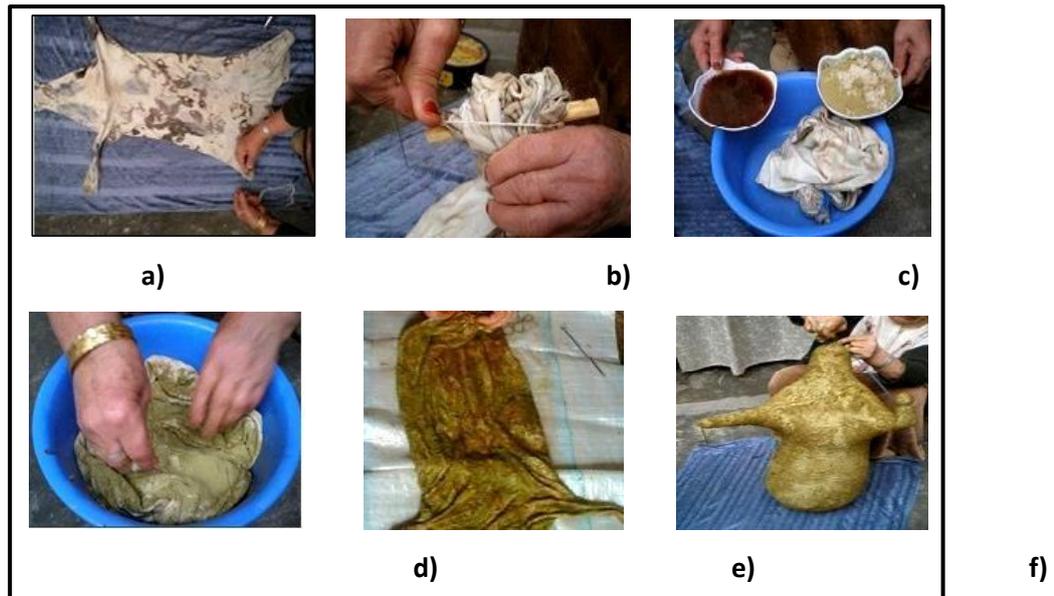


Figure06 .Présentation photographiques des différentes étapes de la préparation de *Djeld* du fromage Bouhezza (Aissaoui Zitoun, 2014) :a) Peau entière de chèvre ou de brebis récupérées juste après abattage. b) Putréfaction (2 à 5 jours) à température ambiante. c) Dépilage manuel, lavage et rinçage à l'eau (enduction des deux faces de la peau avec du sel et du genièvre). d) Retournement de la peau et découpé en deux morceaux similaires. e) Ficelage et Nouaison. f) *Djeld* perméable prête à l'utilisation).

1.2.3. Microstructure et microflore du *Djeld*

L'étude de la microstructure du *Djeld* avant et après contact avec *Lben* a décrit la structure de la peau de chèvre. L'observation microscopique au MEB a révélé une surface ridée caractérisée par des plis cutanés. Les fibres sont plus épaisses et bien distinctes dans la peau fraîche contrairement à la peau sèche qui a montré des fibres presque fusionnées.

Le diamètre des pores varie entre 41 à 140 μ m dans *Djeld* frais et entre 34 et 121 μ m dans *Djeld* séché. Aussi, l'observation microscopique par MEB et MCBL a montré l'enrichissement microbien de biofilm du *Djeld* après contact avec *Lben*.

Dans la peau fraîche (figure06), les plis cutanés sont nombreux et plus profonds que dans la peau sèche (figure07). Cette dernière apparait plus serrée que la

peau fraîche cela peut être due à l'effet de séchage et de salage qui favorise la perte d'eau ce qui se traduit par l'apparition des fibres presque fusionnés (Senoussi, 2013).

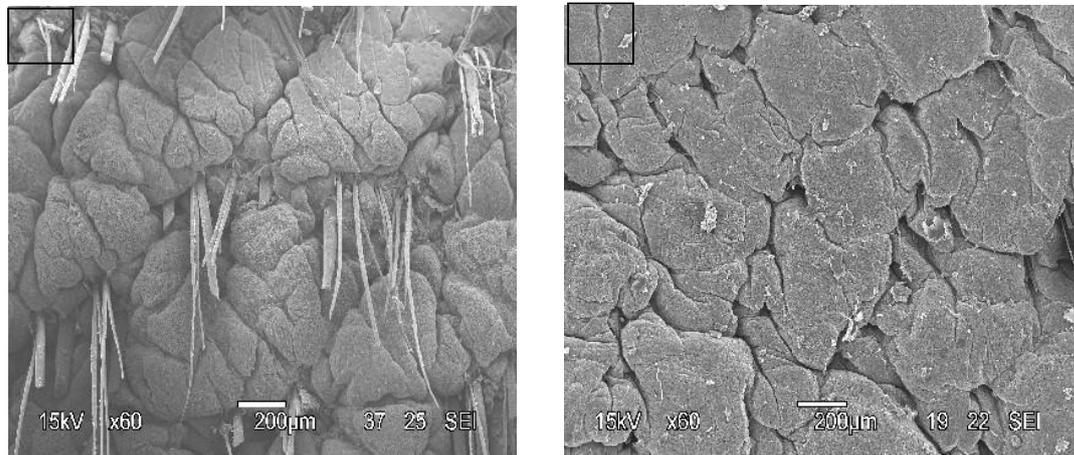


Figure 07. Photos montrant la microstructure de la peau fraîche (Senoussi, 2013).

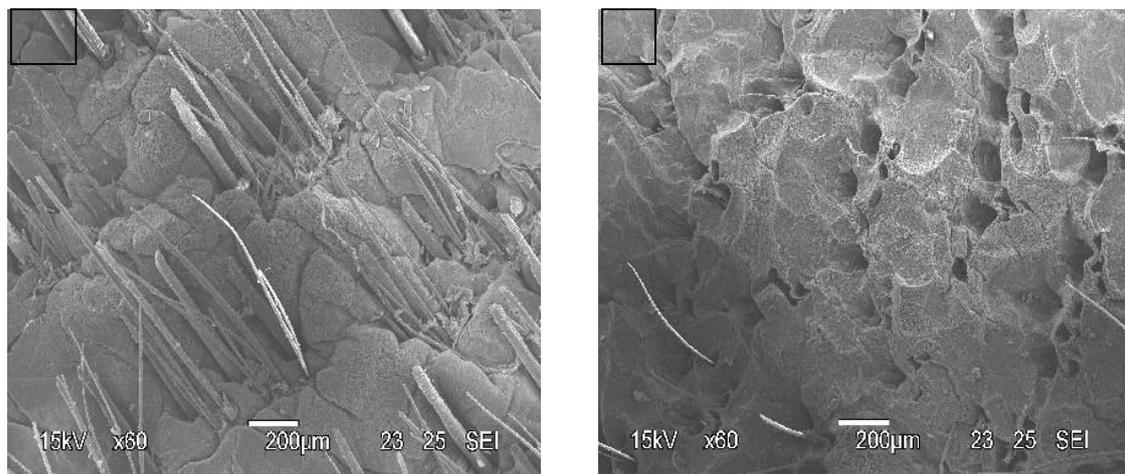


Figure 08. Photos montrant la microstructure de la peau sèche (Senoussi, 2013).

Les microorganismes présents sont sous forme de diplocoques, de bacilles et de levures. Par ailleurs, la MCBL a révélé la présence de bactéries vivantes (Senoussi, 2013).

La microflore initiale du *Djeld* avant contact avec *Lben* est caractérisée par une faible charge de bactéries mésophiles et absence de levures, de moisissures.

L'absence de la flore pathogène est un résultat intéressant pour la qualité du fromage. Le *Iben*, utilisé pour le dernier rinçage de la *Djeld* induit une élévation de la charge microbienne avec apparition de levures (Senoussi, 2013).

L'étude réalisée par Senoussi (2013) a porté sur la caractérisation microbiologique du *Djeld* utilisé dans la fabrication du fromage *Bouhezza* a montré une diversification microbienne avec prédominance des bactéries suivantes :

Lactobacillus plantarum, *Lb. fermentum*, *Leuconostoc cremoris* ou *Ln. mesenteroides*, *Staphylococcus equorum* ssp. *linens*, *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lb. delbrueckii* ssp. *lactis*, *Lc. lactis* ssp. *cremoris*, *S. thermophilus*, *Lb. paracasei*, *Lb. casei*, *Lb rhamnosus*, *Lb. zaeae*, *Bifidobacterium infantis*, *Brevibacterium casei*.

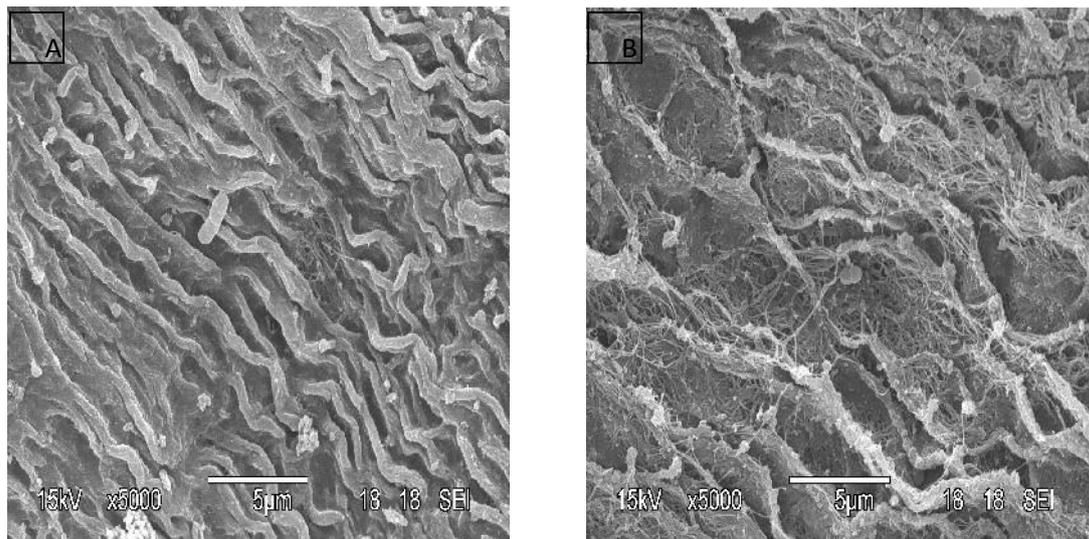


Figure 09. Biofilm des deux peaux sèche (Senoussi, 2013).

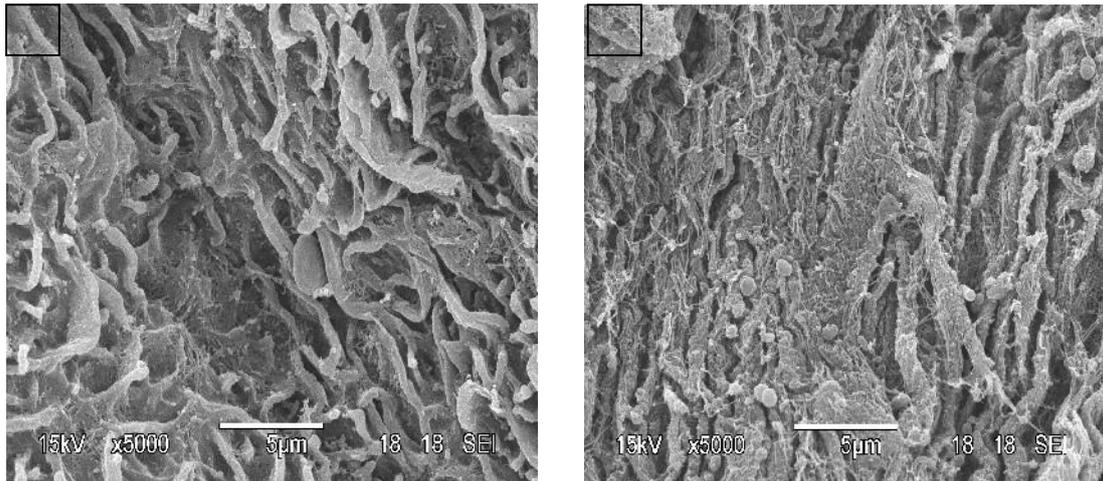


Figure 10. Biofilm des deux peaux fraiche (Senoussi, 2013).

1.2.4. Mode d'obtention du fromage

La fabrication du *Bouhezza* est une fonction périodique liée à l'abondance laitière au printemps et à la taille du *Djeld* (Aissaoui Zitoun *et al.*, 2011). Elle s'étale de plusieurs semaines à quelques mois. Le salage, l'égouttage et l'affinage sont réalisés simultanément durant la période de fabrication (Zaidi *et al.*, 2000 ; Aissaoui Zitoun *et al.*, 2011), la consommation est possible à partir d'un mois de fabrication.

La préparation du fromage commence par l'introduction d'une quantité du *Lben*, cette quantité est complétée durant toute la période de fabrication par des ajouts successifs du *Lben* et enfin du lait cru (Aissaoui Zitoun *et al.*, 2011; Medjoudj *et al.*, 2016). Lors de la fabrication du fromage, *Djeld* est placée dans un endroit bien ventilé et nettoyé tous les jours et après chaque ajout de matière première. Le nettoyage se fait en scarifiant l'extérieur de *Djeld* et en rinçant à l'eau pour éviter toute accumulation de lactosérum et / ou de phase soluble (Medjoudj *et al.*, 2017).

Le salage se fait en masse et il est apprécié durant la fabrication par dégustation. Une fois le fromage est affiné, un ajout du lait cru est réalisé pour ajuster l'acidité et la salinité du fromage. A la fin, le fromage est épicé avec la poudre du piment rouge piquant qui est mélangée avec une quantité du lait cru lors du dernier ajout et bien homogénéisé. L'addition de *H'rissa*, poivron noir, vinaigre, et colorants (généralement le rouge) est aussi possible. Le fromage est le plus souvent conservé dans *Djeld*. Il peut être conservé dans d'autres récipients que

Djeld soit en verre, en céramique, ou en plastique. *Bouhezza* peut être consommé sous forme de pâte plus ou moins ferme, de tartiné sur pain ou déshydraté après séchage et broyage manuel (Aissaoui Zitoun *et al.*, 2012).

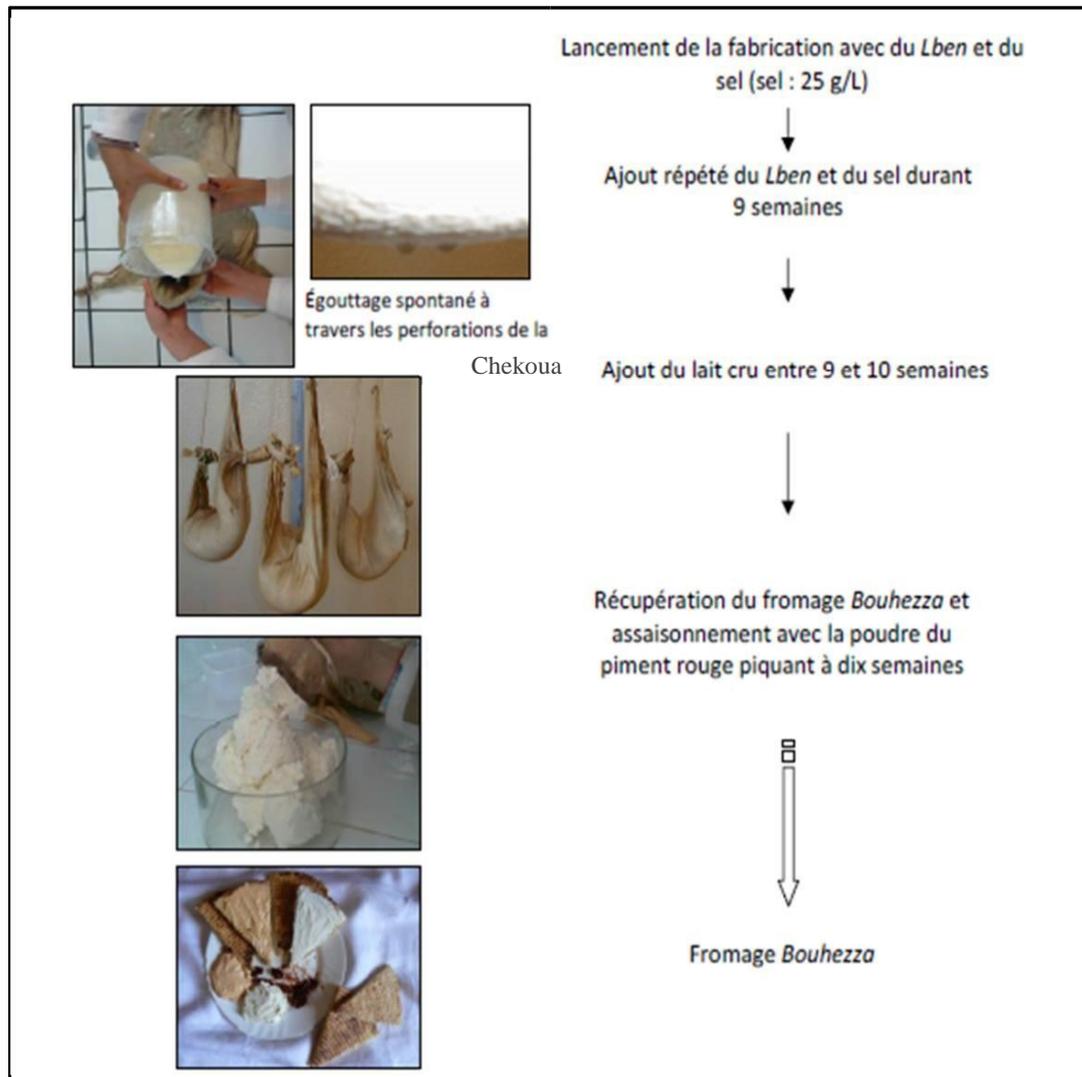


Figure 11. Diagramme simplifié de la fabrication du fromage *Bouhezza* (Aissaoui Zitoun, 2014).

1.2.5. Mode habituel de la consommation et de la conservation

La fabrication de *Bouhezza* s'étale de quatre semaines à quatre mois. Il est prêt à être consommé après un mois de fabrication (Medjoudj *et* Zidoune, 2018). *Bouhezza* est consommé directement tel qu'il est, il peut être conservé pendant 5 à 12 semaines dans *Djeld* ou dans des jarres en poterie durant 06 mois après la fabrication (Aissaoui

Zitounet al., 2011, Medjoudj et al.,2016).*Bouhezza* est consommé sous forme de pâte tartinable sur pain ou galette, sous forme de poudre déshydratée, additionnés aux plats traditionnels tels que couscous, *aïche*, *m'kartfaet mahjouba*. *Bouhezza* peut être utilisé avec les salades et avec le miel ou les dattes(**Aissaoui Zitounet al., 2011**).

Chapitre 3
Caractéristiques du fromage
Bouhezza

1. Caractéristiques physico-chimiques

Le pH des différents échantillons de *Bouhezza* issu de lait de vache quel que soit l'origine ou l'âge d'affinage se situe entre 3 et 4. Aussi, la teneur en acide lactique varie entre $4,15 \pm 1,58$ g/100 g et $6,29 \pm 1,51$ g/100 g de la matière sèche des fromages de ferme et entre $4,74 \pm 0,23$ % et $6,93 \pm 3,26$ g/100 g de la matière sèche des fromages de fabrication contrôlées (**Aissaoui Zitoun, 2014**).

La teneur en sel du *Bouhezza* de ferme est de 6 à 7 g/100 g de la matière sèche (**AissaouiZitoun, 2014**). *Bouhezza* est caractérisé par une salinité légèrement plus prononcée que celle des autres fromages puisque le sel est ajouté non seulement pour le goût mais aussi pour contrôler la fabrication et corriger à la fin par l'ajout du lait cru.

L'activité de l'eau dans le fromage *Bouhezza* (a_w) a été comprise entre 0,74 - 0,80 au cours des premières semaines, ensuite, et après ajout du lait cru elle augmente à 0,95 à 56j puis à 0,97 en fin d'affinage (70j) (**Aissaoui Zitoun, 2014**). Selon **Marco (1993)**, l' a_w joue un rôle central dans les fromages puisqu'elle influence sa qualité, sa stabilité et sa sécurité ; et elle dépend de plusieurs caractéristiques du fromage (teneur en sel, en cendres, et NNP, pH). Elle varie entre 0,7 et 0,9 dans différents types de fromages.

La teneur en extrait sec total (EST) du *Bouhezza* varie entre 23,5 et 35 g/100 g de fromage. Les fromages les plus jeunes ont les teneurs les plus faibles. De sa part, la teneur en Gras/Sec augmente avec la durée d'affinage du fait de l'ajout du lait entier. Les teneurs maximales enregistrées sont 35 et 39 % de Gras/Sec respectivement dans les fromages de ferme et de fabrication contrôlées. Par ailleurs, la teneur en protéines dans la matière sèche varie entre les échantillons (43 à 56 %). Concernant les autres caractéristiques, les résultats montrent un fromage à caractère acide qu'il soit pour le fromage de ferme ou de fabrication contrôlées avec un pH allant de 3 à 4, une acidité lactique de 1 à 2,5 g/100 g de fromage et une salinité légère estimée à 2,2 g/100 g.

La caractérisation physicochimique du fromage *Bouhezza* a permis de le classer comme fromage à pâte molle et mi- gras affiné dans la masse (**Aissaoui Zitoun, 2014**).

2. Protéolyse et lipolyse du fromage *Bouhezza*

La protéolyse du fromage *Bouhezza* a été d'abord initiée par l'étude des concentrations de l'azote soluble à pH 4.6-SN et de l'azote non protéinique (TCA-SN) par rapport à l'azote total (TN) et ensuite par UREA-PAGE dans des fromages de ferme et des fabrications contrôlées durant 70 jours. Ce travail a été complété par l'étude de la protéolyse du *Bouhezza* de ferme avec urea PAGE et RP-HPLC (Revers - High Performance Liquid Chromatography) (Saoudi, 2012 ; Aissaoui Zitoun, 2014).

En comparaison avec d'autres fromages où la protéolyse est renforcée par les enzymes de coagulations, le taux de protéolyse dans le *Bouhezza* est faible à moyen. Dans les fromages de ferme, la protéolyse varie entre $7,85 \pm 0,64$ à $12,14 \pm 4,40$ % d'NS rapporté à NT. Aussi, la fraction de l'azote non protéinique (NNP) rapportée fluctue entre 5,66 et 13,67 %.

Le taux de maturation du fromage était assez important durant la première semaine de fabrication (15 % d'NS pH 4,6 rapporté à NT) suivie par une diminution considérable jusqu'à 42 j (9,2 % d'NS pH 4,6 rapporté à NT). En parallèle, nous avons noté que la fraction de l'azote non protéinique était constante pendant les deux premières semaines (8,8 % NS-TCA rapporté à NT) puis elle a légèrement diminué jusqu'à 42j (5,4 % NS-TCA rapporté à NT). Après cette période, les ajouts de lait cru semblent stimuler l'augmentation du taux de maturation et du taux de l'azote non protéinique.

Le procédé de fabrication de *Bouhezza* est particulier. Il est basé sur les ajouts successifs de *Lben* et de lait cru sans ajout d'enzymes pour la coagulation et un égouttage continu. De ce fait, la protéolyse est générée seulement par deux phénomènes : les enzymes natives du lait cru, du *Lben* et les enzymes d'origine microbiennes de la flore indigène du *Bouhezza* ou du *Djeld*, dont les bactéries lactique (Kelly *et al.*, 2006).

Vu les résultats des indices de protéolyse dans le fromage *Bouhezza*, de ferme ou de fabrications contrôlées, nous pouvons considérer que l'action des enzymes microbiennes est très importante dès le début de la fabrication du fait que le *Lben* a déjà été le siège de réactions protéolytiques. Lors de son étude sur le *Lben* algérien (de préférence au début), Harrati (1974), a noté une sédimentation constante et assez

rapide des caséines du lait lors de du barattage, accompagnée d'une exsudation du sérum qui sont probablement dues au déséquilibre salin provoqué par le mouillage et aux forces de barattage.

La protéolyse dans le fromage *Bouhezza* varie entre les échantillons de 7,85 à 15 % d'NS à pH 4,6 par rapport à l'NT et de 5,4 à 13,6% d'NNP par rapport à l'NT. Le profil électrophorétique de l'urea-PAGE montre que groupe de la caséine α_s semble subir une hydrolyse plus intense que celui du groupe de la caséine β . Plusieurs peptides issus de la dégradation des deux caséines ont été identifiés (**Aissaoui Zitoun, 2014**). La protéolyse dans le fromage est plus significative à la première phase de fabrication avec une hydrolyse principale de la caséine α_s .

L'étude de la fraction lipidique du *Bouhezza*, est en fait, une première initiation à la composition en acides gras libre du fromage d'expérimentation. En complémentarité à ce travail, **Belbeldi (2013)** a caractérisé la fraction lipidique du *Bouhezza* de ferme.

Les résultats obtenus par GC/MS sur quelques échantillons de *Bouhezza* de fabrications contrôlées, à 7j, 15j et 49j

Ces résultats préliminaires montrent la présence de plusieurs acides gras libre (AGL) dans le fromage *Bouhezza* qui peuvent faire partie de sa fraction aromatique. Parmi les acides gras saturés, l'acide palmitique et l'acide stéarique sont les plus importants, d'autre part les acides gras mono-insaturés sont présentés par l'acide 13-Octa decenoïque poursuivi par les acides poly-insaturés l'acide linoléique et son acide gras isomère l'acide linoélaïdique.

Bouhezza est caractérisé par la présence d'acides gras à nombre impaire d'atomes de carbone, l'acide penta decanoïque (C15:0) et l'acide oméga -pentadecanolide (C15:0) et l'acide margarique (C17:0). Tous ces composés sont présents dans le *Lben* sauf pour le méthyl 9,10-méthylène hexadécanoate qui doit prévenir du métabolisme des microorganismes.

La lipolyse dans *Bouhezza* est caractérisée par la présence d'acides gras libres saturés à chaîne courte, moyenne et longue. Les acides palmitique et stéarique sont les plus importants. La présence d'acide gras mono-insaturé (ac. Palmitoléique et 13-Octadecénoïque), poly-insaturés (ac. linoléique et linoélaïdique) et à nombre impair d'atomes de carbone a été aussi marqué. L'acide 13-Octadecénoïque est l'acide gras insaturé le plus important (*Aissaoui Zitoun, 2014*).

3. Caractéristiques aromatiques

Les fromages au lait cru avaient un arôme plus intense et du goût plus fruités et piquants que des fromages au lait pasteurisé. Plusieurs travaux (**Chammaset al., 2006; Patrignani et al., 2006**) ont signalés que les produits laitiers fabriqués traditionnellement à partir du lait cru ont des saveurs typiques et des qualités nutritionnelles de plus en plus recherchées par le consommateur.

Aissaoui Zitoun et al., (2016) ont constaté que la fraction aromatique du fromage dépend à la fois de la durée d'affinage et du savoir-faire des familles, principalement le type de piment ajouté lors de la consommation (piment rouge piquant ou *Hrissa* épicé). La différence entre les fromages de ferme peut être expliquée par la différence des pics de quelques esters, acides gras libre et terpènes. Son profil aromatique est principalement constitué par les esters et les aldéhydes. D'autres composés de différentes classes chimiques sont détectés tels que les acides, les alcools et les terpènes. L'ensemble de ces composés fait partie intégrante de l'arôme de *Bouhezza* qui évolue du *Lben*, matière première, au fromage affiné.

De 100 à 109 composés aromatiques ont été identifiés dans le fromage *Bouhezza* issu de lait de chèvre. Les acides carboxyliques (libérés par lipolyse), les esters et les alcools constituent les principales classes de la fraction aromatique du fromage (**Medjoudj et al., 2016 ; 2017**). *Bouhezza* de chèvre présente un profil aromatique riche en composés volatiles en comparaison avec celui de *Bouhezza* de vache avec détection de 24 composés aromatique commun comprenant 14 esters, 4 alcools, 2 acides ,2 terpènes, 1 aldéhyde et 1 cétone (**Aissaoui Zitoun et al., 2016 ; Medjoudj et al., 2017**). Cette variation dans la composition aromatique peut être expliquée par la différence de composition physicochimique de lait, des techniques d'extraction, des conditions de fabrication et d'analyse.

4. Propriétés textural et rhéologiques**• Evolution de la fermeté et de la texture du *Bouhezza***

Un changement de la fermeté et de la texture du fromage *Bouhezza* au cours de la fabrication a été confirmé par le test du pénétromètre et du textur omètre .Le tracé du test de pénétration reflète une nette augmentation de la fermeté du fromage durant les 70j fabrication où nous passons d'un *Lben* (semi-liquide) à un fromage (solide).

La distance de pénétration à l'intérieure de la pâte passe de 35,3 mm à 15,36 mm entre 7 et 70 jours. Ceci indique un changement de la consistance du fromage *Bouhezza* liée avec l'augmentation de son extrait sec total.

La pâte du fromage *Bouhezza* est peu molle. Elle change de consistance durant la fabrication passant de l'état d'un liquide, le *Lben*, à un corps pseudoplastique (Aissaoui Zitoun, 2014).

5. Microstructure du fromage *Bouhezza*

L'observation au MEB, montre une structure plus au moins compacte de la matrice protéique, creusée peu par les trous de la matière grasse (Figure12). Dans la masse protéique, les limites des micelles où les caséines ne sont pas complètement fusionnées entre elles. Au cours de la fabrication le fromage s'enrichit en protéines et sa structure devient plus dense, ceci est marqué entre la première et la troisième semaine (figure12 A et C) où l'aspect du fromage qui se forme change complètement (Aissaoui Zitoun, 2014).

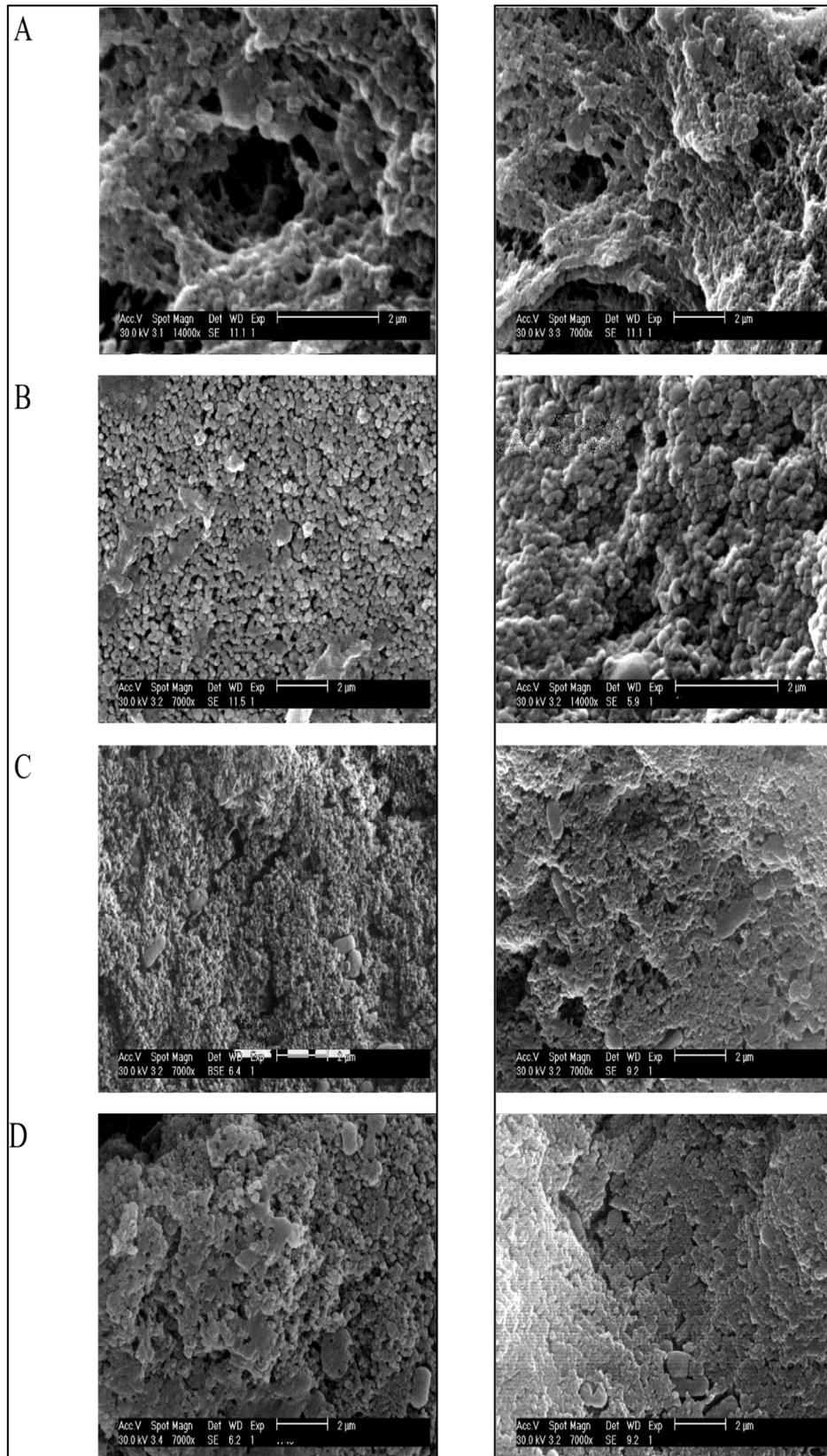


Figure 12. Observation au microscope électronique à balayage du fromage *Bouhezza* au cours de la fabrication (A, 7j; B, 15j; C, 28j et D, 49j) (Aissaoui Zitoun, 2014).

Entre la 4^{ème} et la 6^{ème} semaine, la structure du fromage ne semble pas changée et le réseau protéique est bien visualisé avec présence de différents microorganismes à l'intérieur. c'est cette structure qui permet l'égouttage continu du lactosérum à travers les perforations de la peau, ceci est encore une fois une particularité de la fabrication du fromage *Bouhezza*. Cette microstructure est en concordance avec les remarques de **Tuckey (1964) cité par Kalab (1979)** où il précise que les protéines sont sous forme de granulés comme une surface active et sensible qui, dans des conditions normales, agit comme une membrane semi-perméable, ce qui permet le passage du lactosérum.

Les résultats de l'observation du *Bouhezza* par le microscope confocal, durant la dernière semaine de fabrication affinage (9-10 semaines), sont donnés en figure 13.

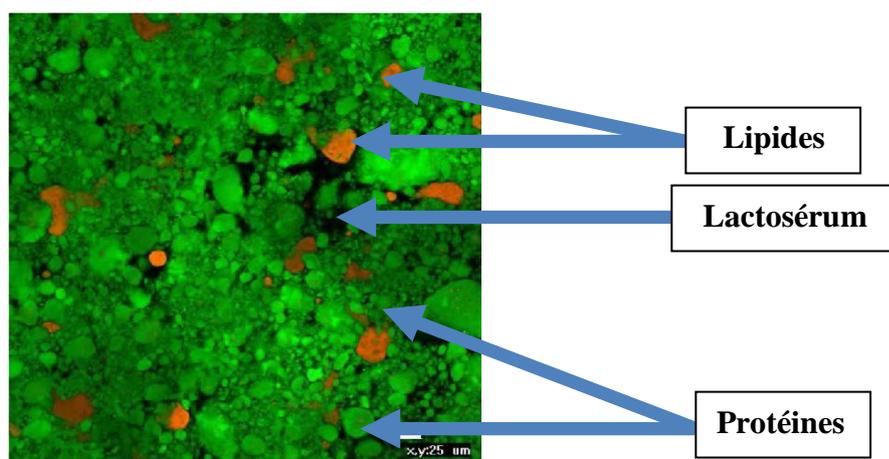


Figure 13. Observations au microscope confocale du *Bouhezza* affiné (9 -10 semaines d'âge). Protéines colorées en vert et lipides en rouge (**Aissaoui Zitoun, 2014**).

Comme dans l'observation au microscope au MEB, le microscope confocal montre qu'à la dernière semaine de fabrication, que la structure du fromage *Bouhezza* est caractérisée par des agrégats protéiques organisés dans une matrice ouverte. Dans cette matrice protéique, colorée en vert, les lipides (colorés en rouge) avec des tailles hétérogènes et ainsi que le lactosérum (zone noire) ont dispersés sur toute la surface. Ces caractéristiques sont typiques d'un fromage à pâte molle et crémeuse (**Aissaoui**

Zitoun, 2014).*Bouhezza* est un fromage à coagulation lactique, il ressemble plus aux caillés coagulés.

6. Caractéristiques organoleptiques

Les caractéristiques organoleptiques des fromages comportent : l'apparence, la texture, et l'ensemble des sensations olfactogustatives (soit les odeurs, les arômes, les saveurs et les sensations trigéminales). L'aspect d'un fromage, sa couleur, son odeur, sa consistance, sa saveur, son arôme stimulant les sens ; de la vue, de l'ouïe, du toucher, de l'odorat et du goût et provoquant des réactions plus ou moins vives d'acceptation ou de rejet. Ce sont ces différentes propriétés des fromages qui ont été discutées pour une meilleure approche de la classification des fromages par **Chambers *et al.* (2005)**.

L'étude du profil sensoriel réalisé par **Aissaoui Zitoun (2014)** a été réalisée à l'aide d'un groupe d'examineurs qui est constitué d'un jury entraîné à l'analyse (12 sujets) des fromages. La première étape consistée à une description des principales caractéristiques sensorielles du fromage puis à leur donner une note (mentionnée sur une échelle de 15 notes). Les tests sont menés selon les directives de la norme **V09-001 (Afnor, 1995)**.

L'analyse consiste à présenter à un dégustateur un échantillon du fromage *Bouhezza* affiné (à 70 j épicé et non épicé). Les caractéristiques sensorielles du *Bouhezza* sont évaluées par des observations visuelles et des dégustations (**Aissaoui Zitoun, 2014**).

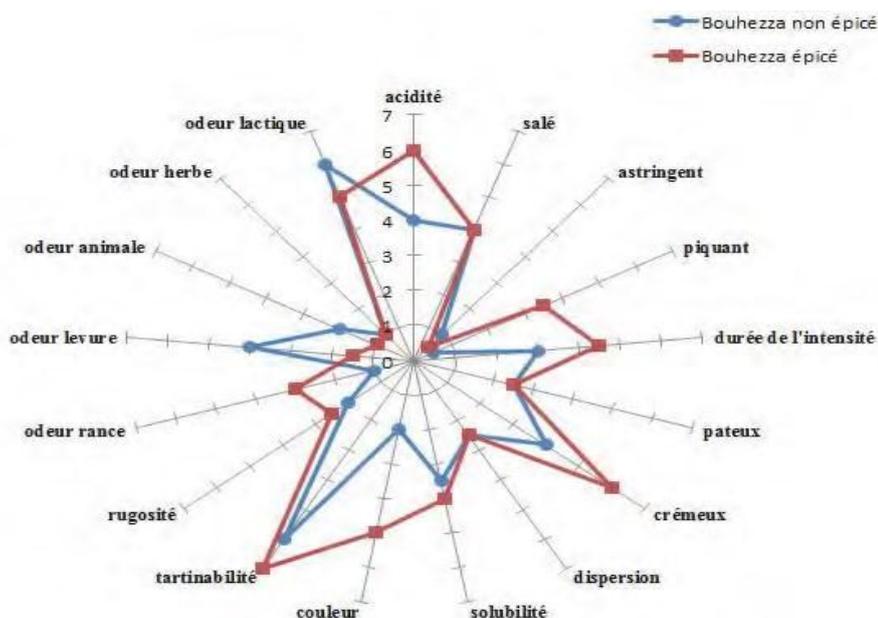


Figure 14. Roue gout et odeur du fromage *Bouhezza* épicé et non épicé (Aissaoui Zitoun, 2014).

Le goût de *Bouhezza* est intense, caractérisé par son acidité assez exprimée (note moyenne, respectivement du fromage non épicé et épicé), une saveur salée moyenne et un piquant prononcé dans le fromage épicé. Du point de vue de sa consistance, *Bouhezza* a une tartinabilité importante, c'est une pâte crémeuse et soluble dans la bouche. Concernant les odeurs, l'odeur des levures est plus masquée et celle de rance est plus importante dans le fromage épicé. (Aissaoui Zitoun, 2014). Le Profil sensoriel du fromage *Bouhezza* montre une richesse. L'analyse sensorielle décrit le *Bouhezza* avec un goût peu piquant et une acidité assez prononcée. La saveur moyennement salée (Aissaoui Zitoun, 2014).

7. Microflore du *Bouhezza*

Bouhezza est un fromage typiquement fabriqué à partir de lait cru nonensemencé. L'étude réalisée par Aissaoui Zitoun *et al.* (2012) sur l'évolution des groupes microbiens dans le fromage *Bouhezza* durant l'affinage a montré que les comptes des bactéries lactiques indigènes (*Lactobacilles* et *Lactocoques*) et des levures-moisissures sont restés presque stables (soit respectivement de 6 à 7 log ufc/g et de 5 à 6 log ufc/g). L'écosystème microbien du *Bouhezza* est caractérisé par une

diversité microbienne. L'identification des espèces bactériennes présentes dans *Bouhezza* de vache toutes au long de la fabrication-maturation par usage de la identification phénotypiquea permis de révéler les espèces suivantes: (*Lc. Lactis*, *Lb. Plantarum* et *Leuconostoccremoris/Ln mesenteroides*), d'autres au début de la maturation (*S. gallolyticussubsp macedonicus*) ou seulement détectées après additions de lait cru (*Lb. delbrueckii subsp. lactis*). Les conditions hygiéniques pendant la fabrication et la maturation sont nécessaires pour obtenir un produit de bonne qualité ceci est confirmé par l'absence de bactéries pathogènes (*Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria*, and *E. coli* O157H7). D'après les résultats de l'identification phénetique, le genre *Lactobacillus* est le genre dominant des bactéries lactiques dans le *Bouhezza*. Les coques identifiées appartiennent à cinq genres (*Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* *Enterococcus*). Ces espèces doivent intervenir dans l'affinage de notre fromage vu l'effet particulier de chacune, et parfois l'une complète l'autre.

8. Valeur nutritionnel du *Bouhezza*

Bouhezza apporte une portion d'acides gras de bonne qualité, parce qu'il renferme une quantité non négligeable en acides linoléiques conjugués. En plus, le ratio de l'acide linoléique (oméga 6) /l'acide α -linoléique (oméga 3) semble être équilibré (Marino *et al.*, 2012; Belbeldi, 2013). La teneur en matière grasse dans *Bouhezza* de ferme augmente en fonction de la durée d'affinage passant de $7,34 \pm 1,76$ à $12,57 \pm 5,15$ g/100 g du fromage frais et de $27,65 \pm 7,90$ à $39 \pm 8,07$ g/100 g dans la matière sèche (Aissaoui Zitoun, 2014). D'autre part, les échantillons de *Bouhezza* épicés par la poudre du piment rouge ont montré un contenu en β -carotène plus élevé par rapport aux autres. Le piment rouge augmente la concentration de ce pigment possédant des propriétés anti oxydantes intéressantes (Belbeldi, 2013). En moyenne, 100 g de *Bouhezza* dans un régime, contribue dans les apports diététiques recommandés par 1,46% à 12% en acide linoléique, par 3% en acide linoléique et par 0,8-1% en acides linoléiques conjugués (ALC), par 0,5% à 3,3% en β -carotène et par 1,5% à 5% en vitamine E (Belbeldi, 2013). la teneur minimale en protéines du *Bouhezza* est de 12 g /100g de l'EST. Cette teneur varie largement dans les fromages de ferme (de 43 à 54 %) par rapport aux fromages de fabrication contrôlées (de 50 à 56 %) (Aissaoui Zitoun, 2014). Selon Senoussi *et al.* (2021), les taux de α -tocophérol et de cholestérol rapportés à 100 g du fromage *Bouhezza* ont augmenté durant

l'affinage, les concentrations en alpha-tocophérol et en cholestérol ont augmenté du 7^{ème} au 60^{ème} jour de 94,5 à 258,05 µg et de 15,58 à 39,2 mg pour 100 g de fromage respectivement. *Bouhezza* de chèvre affiné pendant 60j et prêt à la consommation a été caractérisé par une teneur en cholestérol de 39mg par 100g du fromage. Le taux de cholestérol du *Bouhezza* doit toujours être pris en compte lors de la formulation d'un régime équilibré, en particulier lorsqu'une attention particulière doit être portée au cholestérol alimentaire très faible.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Notre recherche bibliographique a permis de donner une description globale d'une pratique traditionnelle ancestrale appartenant au patrimoine culturel algérien à travers le fromage traditionnel *Bouhezza* que nous nous sommes focalisé de regrouper toutes les informations décrivant ce fromage.

Les travaux d'enquête et de caractérisation expérimentales effectués sur ce fromage ont révélé beaucoup d'informations intéressantes sur son savoir-faire longtemps existant chez les populations des *Chaouia* mais. La délimitation géographique de la zone de fabrication de *Bouhezza* a fait ressortir les populations *Chaouia* couvrant les wilayates d'*Oum El Boughi*, de *Batna*, de *Khenchela*, de *Tébessa* et de *Souk Ahras*.

D'autre part, le diagramme de fabrication le plus prépondérant a été vérifié et confirmé. Cette fabrication nécessite une préparation particulière d'une outre, contenant de la masse fromagère appelé «*Djeld* ». La fabrication est réalisée souvent à partir de *Lben* additionné de sel avec des ajouts répétés de *Lben* ou lait dans cette outre en peau de chèvre ou de brebis, suspendue pour laisser s'égoutter spontanément le lactosérum. La fabrication de *Bouhezza* est lancée avec des ajouts successifs du *Lben* salé durant la période de fabrication. Au dernier stade de la fabrication, le lait est ajouté pour corriger l'acidité et le goût salé du fromage. Le produit final est souvent épicé pour la consommation avec la poudre de piment rouge piquant, parfois non, se présente comme une pâte tartinable blanchâtre ou rosée.

L'écosystème microbien du fromage *Bouhezza* dérivé de lait de vache a été caractérisé par un peuplement microbien assez important (8 log ufc/g) avec prédominance des streptocoques lactiques et des lactobacilles. La flore secondaire est représentée par la flore levures et moisissures.

De point de vue qualité hygiénique, *Bouhezza* est caractérisé par l'absence de la flore pathogène.

Concernant les caractéristiques physicochimiques, l'extrait sec total (EST en g /100 g de fromage) et la matière grasse exprimé en Gras /Sec dépendaient de l'âge du fromage. La teneur en EST est près de 20-25 % pour les fromages plus jeunes (à environ un mois d'affinage) est de 30-35 % pour les fromages ayant séjourné plus longtemps dans *Djeld* et âgés de 2 mois et plus et ayant perdu plus d'eau par égouttage. Concernant la teneur en Gras/Sec elle est de 21 à 39 g/100g de matière sèche dans les fromages affinés. D'autre part, la teneur minimale en protéines du *Bouhezza* est de 12 g /100g de l'EST. Le fromage

Conclusion

Bouhezza est caractérisé par pH (3-4), acidité (4 à 6 g/100g d'EST) et teneur en sel (6 g/100g d'EST).

Entre autre, et vu la particularité de la fromagerie de *Bouhezza*, sa classification selon le *Codex Alimentarius* est possible : *Bouhezza* est un fromage à pâte molle ou peu molle, mi gras (taux MGES de 30 %), affiné principalement dans la masse.

La protéolyse dans le fromage *Bouhezza* varie entre les échantillons. Le profil électrophorétique de l'urea-PAGE a montré que groupe de la caséine α s semble subir une hydrolyse plus intense que celui du groupe de la caséine β .. La lipolyse dans le fromage *Bouhezza* a induit la présence d'acides gras libres saturés à chaîne courte, moyenne et longue. Les acides palmitique et stéarique sont les plus importants. La présence d'acide gras monoinsaturé (ac. Palmitoléique et 13-Octadecenoïque), poly-insaturés (ac. linoléique et linoélaïdique) et à nombre impaire d'atome de carbone a été aussi marqué. L'acide 13-Octadecenoïque est l'acide gras insaturé le plus important.

Le profil aromatique du *Bouhezza* est principalement constitué par les esters et les aldéhydes. La pâte du fromage *Bouhezza* est peu molle. Concernant la rhéologie et le profil de la texture du fromage, la pâte fromagère change de consistance durant la fabrication passant de l'état d'un liquide, le *Lben*, à un corps pseudoplastique. L'analyse sensorielle décrit le *Bouhezza* avec un goût peu piquant et une acidité assez prononcée. La saveur salée est moyenne.

L'observation microscopique (MEB et MCBL) a permis de décrire la microflore et la microstructure du *Djeld* qui joue un rôle dans la fabrication non seulement comme contenant inerte de la masse fromagère mais aussi comme agent microbiologique qui peut avoir une influence sur l'affinage du *Bouhezza*. L'observation microscopique a permis aussi la mise en évidence d'un échange microbien entre (*Djeld* et *Lben*) .

Référence bibliographique :

A

A.F.N.O.R., 1995 Contrôle de la qualité des produits alimentaires. Analyse sensorielle. Recueil de normes françaises, 5^{ème} édition, Paris: La Défense, 400 p.

Aissaoui Zitoun, O. (2004). Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien « Bouhezza ». Mémoire de Magister. Université Mentouri - Constantine. Algérie. 134p.

Aissaoui, O., Zitoun, M., & Zidoune, N. (2006). Le fromage traditionnel algérien «Bouhezza». *Séminaire d'animation régional. Technologie douce et procédés de séparation au service de la qualité et de l'innocuité des aliments. INSAT-Tunis, Tunisie.*

Aissaoui Zitoun, O.A., Benatallah, L., Ghennam, E., Zidoune, M.N., 2011. Manufacture and characteristics of the traditional Algerian ripened bouhezza cheese. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 9, 96100.

Aissaoui Zitoun O., Pediliggieri c., Benatallah L., Lortal S., Licitra G., Zidoune M.N., et Carpino S. 2012. Bouhezza, a traditional Algerian raw milk cheese, made and ripened in goatskin bags. *Journal of Food, Agriculture & Environement Vol. 10* (2): 289-295.

Aissaoui Zitoun, O. A. (2014). Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien «Bouhezza». Doctorat, Université constantine 1, Algérie.

Aissaoui Zitoun O., 2014. Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnelle Bouhezza. Thèse de doctorat. INATAA, Université Mentouri Constantine. 173p.

Aissaoui Zitoun, O., Carpino, S., Rapisarda, T., Belvedere, G., Licitra, G., Zidoune, M.N. E. (2016). Use of smart nose and GC/MS/O analysis to define volatile fingerprint of agoatskin bag cheese "Bouhezza". *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 28, 746 -754. AUF-GP3A-INSAT, Tunis, Tunisie, 118-124.

Atlan D., Aubel D. et Gilbrt C., 2000. La biodiversité des bactéries lactiques et les conséquences sur leurs protéinases de surface. *Sci. Aliments*, 230 (1), pp 5-17.

B

Beddiar et Benhanay H., 2006. Caractérisation physico-chimique et microbiologique du fromage traditionnel algérien *Bouhezza* de ferme et de commerce (wilaya de Batna et de khenchela). *Mémoire d'ingénieur, INATAA, Université Mentouri de Constantine.* 67p.

Référence Bibliographique

Belbeldi, A. (2013). Contribution à la caractérisation du fromage Bouhezza : contenu lipidique et vitamines. Mémoire de Magister en sciences alimentaires. Zidoun M.N. université Mentouri -Constantine. Algérie.190p.

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

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.

Benlahcen K, Mahamedi AE, Djellid Y, Sadeki IF, Kihal M(2017). Microbiological characterization of Algerian traditional cheese “Klila”. *Journal of purity, utility, reaction and environment*.

Benmessai W. et Fethallah Z., 2009. Suivi des caractéristiques physicochimiques de *Bouhezza* au lait de vache et de mélange (vache et chèvre). *Mémoire d'ingénieur, INATAA*, Université Mentouri Constantine, 86p.

Bintsis, T. and P. Papademas., 2017. An overview of the cheesemaking process, in *Global Cheesemaking Technology: Cheese Quality and Characteristics*. Wiley. p. 120-156.

Boudjaib, S. (2013). Etude physicochimique du produit laitier traditionnel du sud algérien Jben : recherche du pouvoir antibactérien des bactéries lactiques. Mémoire de Master en Biologie. Belyagoubi, L. Université de Tlemcen. Algérie.

C

Chammas G.I., Saliba R. and Béal C., 2006. Characterization of the fermented milk “Laban” with sensory analysis and instrumental measurements. *Food Sci*. 71: S156–S162.

Chambers D. H., Chambers IV E. and Johnson D., 2005. Flavor description and classification of selected natural cheeses. *Culinary Arts and Sciences V: Global and National Perspectives*, (Coord. EDWARDS J.S.A., KOWRYGO B, & REJMAN, K.), pp 641-654, Publisher, Worshipful Company of Cooks Research Centre, Bournemouth, Poole, UK.

Codex alimentarius STAN A-6-1978 amendé en 2006. Normes générales codex pour le fromage –méthodes d'échantillonnages d'analyse Pp 1-5.

Référence Bibliographique

Choisy C., Desmazeaud M., Gripon J.C., Lamber G., et Lenoir J., 1997 (a). Biochimie de l'affinage. Dans Le fromage (Coord. ECK A. et GILLIS J.C.), 3ème ed. Tec et Doc. Lavoisier. pp 89.

Courroye M., 1987. L'indice d'affinage. Un nouveau moyen de suivre la protéolyse des fromages à pâte cuite par cryoscopie. *Les IAA*, mars, 169-173.

D

Donnelly, C.W., 2014. Cheese and microbes, ASM Press.

E

El Marnissi, B., Belkhou, R., and Bennani, L. (2013). Caractérisation microbiologique et physicochimique du lait cru et de ses dérivés traditionnels Marocains (Lben et Jben). *Les technologies de laboratoire* 8, 100-109.

El Rhazi K, Garcia-Larsen V, Nejjari C. Chapter 12 - Socioeconomic factors affecting adherence to the Mediterranean diet in North Africa. In: Preedy VR, Watson RR, editors. *The Mediterranean Diet*. San Diego: Academic Press; 2015. p. 123–32.

F

Fox, P.F.(1993). Biochemistry of cheese ripening, in *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, P.F. Fox, Ed. 2 éd. New York: Chapman Hall., pp 389-438.

Fox P.F., Snigh t.R. and Sweney M.C., 1994. Proteolysis in cheese during ripening. In : *Biochemistry of milk products*. (ed. FOX P.F.) p. 1-31, The Royal Society of chemistry.

Fox P.F., Mc Sweeney P.L.H., Cogan T.M., Guinee T.P. 2004: Cheese chemistry physics and microbiology .General Aspect .third edition. Pp361-372.

Fox, P.F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P.L.H., O'Mahony, J.A. (2015). Dairychemistry and biochemistry. *International Publishing Switzerland*. Springer, Cham. 2ème édition. 584.

Fox, P.F et McSweeney, P.L.H. (2017). Cheese: An Overview. **In:** *Cheese*. Academic Press.Elsevier. 5-21.

Fox, P.F., et al., 2017. Biochemistry of cheese ripening, in *Fundamentals of Cheese Science*. Springer: New York, NY, USA. p. 391-442.

Freitas, A.C., Rodrigues, D., Duarte, A.C., Gomes, A.M. (2013). The principals of cheesemaking: an overview. **In:** *Handbook of cheese in health: Production, nutrition and medical Sciences*. Wageningen Academic Publisher, 485-507.

G

Référence Bibliographique

Guetouache, M., Guessas, B., Medjekal, S. (2014). Composition and nutritional value of raw milk. *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research*. 2(10), 115-122.

H

Henri Goudéronche, Bénédicte Camier-Caudron, Jean yves Gassi, Pierre Schucke., 2008 : Procédés de transformation fromagère partie 01 .P305.

J

Jeantet Romain, Thomas Croguennec, Michel Mahaut, Pierre Schuck, Gérard Brulé, 2008. Les Produits laitiers 2ème Edition Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 185 p.

K

Kongo, J.M., Malcata, F.X. (2016). Cheese: Processing and Sensory Properties. **In:**encyclopedia of food and health. Elsevier, 748-754.

Khattab, A.R., Guirguis, H.A., Tawfik, S.M., Farag, M.A. (2019). Cheese ripening: A review on modern technologies towards flavor enhancement, process acceleration and improved quality assessment. *Trends in Food Science and Technology*. 88. 343-360.

L

Law, B.A and Tamime, A.Y. (2010). Technology of cheese making. 2nd Edition. Black well Publishing Ltd., 515p.

Luquet F.M., 1990. Lait et produits laitiers : vache, brebis chèvre. Tome II, Tech. Et Doc., 2ième édition, Lavoisier, Paris.

Lecteur H., Gaillard F. L et Simonet M., 1994. Les grands groupes de bactéries. on: Microbiologie générale : la bactérie et le monde microbien. DOIN. Paris. 445.

Lenoir J., 1962. Note sur la dégradation des protides au cours de la maturation du camembert (*). Extrait de la revue *le Lait*, mars - avril, 1963, pp. 1-11 (*) C .R. Acad. Agr., 1962, 48, 3, 160.

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

Leksir C, Chemmam M. Contribution on the characterization of Klila, a traditional cheese in east of Algeria. *Livestock Research for Rural Development*. 2015;27:5.

Lemouchi, L. (2007). Le fromage traditionnel *Bouhezza* : enquête dans la wilaya de Tébessa et suivi de l'évolution des caractéristiques physicochimiques de deux

Référence Bibliographique

fabrications. Mémoire d'ingénieur en Nutrition et Technologies Agro-Alimentaires. Aissaoui Zitoun, O. Université de Constantine 1. Algérie.

M

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

Mahaut M., Jeantet R., et Brule G., 2000 : In initiation à la technologie fromagère. Partie2 Généralité sur la technologie fromagère. Edition Tec et Doc Lavoisier .Paris.194p.

Manzi,P .,& Pizzouffrato,L(2010) Cholesterol and antioxidant vitamins in fat fraction of whole and skimmed dairy products food bioprocess. *Technology* , 3, 234-238 .

Marcos A., 1993. Water Activity in Cheese in Relation to Composition, Stability and Safety. In Pp. 430-470. In *Cheese: Chemistry, physics and microbiology volume 1, General aspects, second edition.* (Ed. P.F. FOX), Springer-Science+Business Media, B.V., 601p.

Marino,V.M., Belbeldi,A.,Laterra,S ., Manent ,M., Licitra ,G.,&Carrino,S.(2012).Survey of fat-Soluble antioxidants limolenic acid and conjugated linoleic acid content of traditional Algerian *Bouhezza* cheese .*journal of food agriculture and Environment*,10(3-4),186-190 .

Mc Sweeney p.L. H. , 2004; Biochemistry of cheese ripening. Vol 57, No 2/3 , *Int. J. of Dairy Technol* , 127-144.

Mc Sweeney PLH, Ottogalli G, Fox PF. Diversity of cheese varieties: an overview. In: Fox PF, McSweeney PLH, Cogan TM, Guinee TP, editors. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*: Academic Press; 2004. p. 1–23.

McSweeney PLH, Ottogalli G, Fox PF. Chapter 31 - Diversity and classification of cheese varieties: an overview. In: McSweeney PLH, Fox PF, Cotter PD, Everett DW, editors. *Cheese*. Fourth ed. San Diego: Academic Press; 2017. p. 781–808.

Medjoudj,H.,Zidoune ,M.N,&Hayaloglu,A.A(2016).Proteolysis and volatile profile in the Algerian .traditional Bouhezza cheese made using raw goat's milk .*International journal of food properties* ,20(8),1876-1893.

Medjoudj, H., & Zidoune, M. N. (2018).Contribution à l'étude pour la caractérisation du fromage traditionnel «Bouhezza» au lait de chèvre (Doctoral

Référence Bibliographique

dissertation) e. Université des Frères Mentouri, Constantine p145 **Medjoudj, H., Zidoune, M. N., & Hayaloglu, A. A. (2016)**. Proteolysis and volatile profile in the Algerian traditional Bouhezza cheese made using raw goat's milk. *International Journal of Food Properties*, 20(8), 1876-1893.

Medjoudj, H., Aouar, L., Zidoune, M.N., Hayaloglu, A.A., 2017. Proteolysis, microbiology, volatiles and sensory evaluation of Algerian traditional cheese Bouhezza made using goat's raw milk. *International journal of food properties* 20, S3246-S3265.

Medjoudj, H., Zidoune, M.N., 2018. Contribution à l'étude pour la caractérisation du fromage traditionnel «Bouhezza» au lait de chèvre. Université des Frères Mentouri, Constantine.

Mekentichi, 2003. Qualité physicochimique et bactériologique d'un fromage traditionnel (*Bouhezza*). Thèse. Dépt. Agronomie. Université de Batna, Algérie.

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

Meribai, A., Jenidi, R., Hammouche, Y., and Bensoltane, A. (2017). Physico-chemical characterization and microbiological quality evaluation of *Klila*, an artisanal hard dried cheese from Algerian's arid areas: Preliminary study Caractérisation physicochimique et qualite microbiologique du klila: un fromage traditionnel sec des regions amrides d'Algerie. *Journal of New Sciences* 40, 2169-2174.

Murtaza, M.A., Ur-Rehman, S., Anjum, F.M., Huma, N., Hafiz, I. (2014). Cheddar cheese ripening and flavor characterization: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(10), 1309-1321.

O

O'keeffe A.M., FOX P.F. and Daly c., 1978. Proteolysis. Role of coagulant and starter bacteria. *J. Dairy Research*, 45, 465-477.

R

Robinson, R.K. (Ed.). (2005). Dairy microbiology handbook: the microbiology of milk and milk products. *John Wiley et Son*, 34.

Référence Bibliographique

Romain Jeantet, Thomas Croguennec, Pierre Schucke, Gérard Brulé. 2007 : Science des aliments ; volume 2. Technologie des produits alimentaires, chapitre 1 du lait aux produits laitier. Edition Tec et Doc. Pp 43-50.183p.

S

Saoudi Z., 2012. Caractérisation microbiologique de la protéolyse du fromage traditionnel algerien « *Bouhezza* » de ferme. *Thèse de magistère*. INATAA. Université Mentouri Constantine. 90p.

Shori AB(2017). Camel milk and its fermented products as a source of potential probiotic strains and novel food cultures: a mini review. *PharmaNutrition*. 20147 5(3):84–8.

Senoussi A., 2013. Caractérisation microbiologique de la peau de chèvre utilisée dans la fabrication du fromage traditionnel Algérien « *Bouhezza* ». *Mémoire de Magister*. INATAA. Université Mentouri de Constantine. 72p.

Senoussi,A.,Schadt,I.,Saoudi,Z.,Hamama,O,A,z.,Zidoune,M.N.,Carpino ,S., & Marino ,V,M.(2021).Effets of the number of days and the fiffing .Sequence of animal Skin-bags used for the traditional production of Algerian Bouhezza raw goat cheese on physicochemical composition , α -tocopherol , cholesterol content and stability International ,119,105067 .

T

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

Troch, T., Lefébure, É., Baeten, V., Colinet, F., Gengler, N., Sindic, M. (2017). Cow milkcoagulation: process description, variation factors and evaluation methodologies. Areview. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 21 (4). 276-287.

Thierry, A., Collins, Y.F., Mukdsi, M.A., McSweeney, P.L., Wilkinson, M.G., Spinnler,H.E. (2017). Lipolysis and metabolism of fatty acids in cheese. **In:** Cheese. *Academic Press*,423-444.

V

Référence Bibliographique

Vignola C.L., 2002. Science et technologie du lait, transformation du lait. *Presses internationales polytechnique*, Québec; 608p.

Vignola C.L., 2002 : Science et technologie du lait : Transformation du lait – Montréal : Presse internationale polytechnique 600p