



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université « Abbes Laghrou » Khenchela

Faculté : Des Sciences de La Nature et de La Vie

DEPARTEMET DE BIOLOGIE

N° de série :

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique

Filière: Sciences Biologies

Option: Biochimie appliquée

Thème

Etude physico-chimique et caractérisation biochimique d'un fromage traditionnel « Jben » dans la région de khenchela

Réalisé par :

-BOUHZEM KARIMA

-ZOUAOUI ANFEL

Devant le jury

Président Mm. DOUAOUYA.L	M.C.B	Université Abbes Laghrou- Khenchela
Rapporteur Mr. TABET. R	M.A.A	Université Abbes Laghrou- Khenchela
Examineur Mr. ABAIDIA. A	M.A.A	Université Abbes Laghrou- Khenchela

ANNEE UNIVERSITAIRE

2020/2021

Remerciements

Avant tout, nous remercions Le BON DIEU le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce modeste travail.

Nos remerciements s'adressent à notre encadreur **Mr. TABET. R** le rapporteur de ce mémoire, pour avoir encadré ce travail.

Nos remerciements pour ces conseils, objectivité, disponibilité, ses encouragements, son aide durant la réalisation du présent travail.

Nos remerciements vont également aux membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail

Au présidente **Mm DOUAOUYA**, et à examinateur **Mr. ABAIDIA**

Mes remerciements à tous mes enseignants qui m'ont accompagné pendant mon cursus universitaire On tient à remercier l'ensemble de la promotion biochimie appliquée 2020/2021 Nous remercions nos familles pour leurs aides durant nos études et leurs soutiens.

Dédicace

Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille

Ma mère OUM HANI et mon père SADDEK pour le soutien, la patience, les conseils, aide et encouragement à la réalisation de ce modeste travail.

Mes chères frères YAHIA et KHIREDINE

Ma grande sœur ZAHRA et son mari et leur enfants OMRAN, HADIL et
MOUHAMED

Ma petite sœur NADIRA

Mes chères professeurs et maîtres du primaire jusqu'aux études supérieures

Mes amies et mes collègues notamment les étudiants de ma promotion de
licence et de master

Bonne chance à tous.

KARIMA

Dédicace

Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille

Ma mère NOUARA et mon père MOUHAMED pour le soutien, la patience,

Mon chère frère ALI

Mes chères professeurs et maitres du primaire jusqu'aux études supérieurs

Mes amies et mes collègues notamment les étudiants de ma promotion de
licence et de master

Bonne chance à tous

ANFEL

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Partie I: Etude Bibliographique

Introduction 1

Chapitre 1. Généralités sur le lait

1. Généralités sur le lait	3
1.1. Définition de Lait.....	3
1.2. La composition du lait.....	3
1.2.1. L'eau	5
1.2.2. Les Glucides	5
1.2.3. La Matière Grasse	5
1.2.4. Les Protéines	6
1.2.5. Les Minéraux et autres constituants.....	9
1.2.6. Les enzymes	10
1.2.7. Les vitamines	10
1.2.8. Cellules somatiques et flore microbienne.....	11
1.3. Propriétés physico-chimiques du lait.....	12
1.3.1. Le pH du lait	12
1.3.2. L'acidité.....	12
1.3.3. La Densité.....	12
1.3.4. Point de congélation	13
1.3.5. Point d'ébullition	13
1.4. Qualité organoleptique du lait	13
1.4.1. La couleur	13
1.4.2. L'odeur	14
1.4.3. La saveur	14
1.4.4. La viscosité	14
1.5. Facteurs influençant la composition du lait.....	14
1.5.1. Les facteurs intrinsèques	14
1.5.1.1. Facteurs génétiques	14
1.5.1.2. Age	15

1.5.1.3. Stade de lactation	15
1.5.1.4. Etat sanitaire.....	15
1.5.2. Facteurs liés aux conditions extrinsèques	15
1.5.2.1. L'alimentation.....	15
1.5.2.2. La saison et le climat	16

Chapitre 2. Les fromages traditionnels

2. Les fromages	17
2.1. Définition de fromage.....	17
2.1.1.Fromage frais.....	17
2.2. Technologie fromagère	18
2.2.1. Coagulation du lait	18
2.2.1.1. Première voie : coagulation par voie enzymatique	19
2.2.1.2. Deuxième voie : coagulation par voie acide	19
2.2.1.3. Troisième voie : coagulation mixte	20
2.2.2. Egouttage.....	20
2.2.3. Salage.....	20
2.2.4. Affinage	21
2.3. Fromages Traditionnels :.....	21
1. Kémaria.....	23
2. Takammart	23
3. Aoules	23
4. Bouhezza :	23
5. Klila	23
6. Méchouna.....	23
7. Lebaa	24
8. Aghoughlou	24
9. Ighounane.....	24
10. Oudhi	24
2.3.1. Fromage traditionnel Jben	24
2.3.1.1. Définition.....	24
2.3.1.2. Caractéristiques physiques et chimiques du Jben.....	25
2.3.1.3. Préparation de fromage frais	26
2.3.1.4. Caractéristiques microbiologiques du Jben.....	27

Partie II : Etude Expérimental

I. Matériels et méthodes

I. Matériels et méthodes :	29
I.1. Matériels :	29
I.1.1. Appareillage :	29
I.1.2. Produits chimiques et réactifs :	29
I.2. Méthodes :	29
I.2.1. Echantillonnage :	29
I.2.2. Analyses physico-chimiques :	31
I.2.2.1. Détermination du pH :	31
I.2.2.2. Détermination de l'acidité titrable (Dornic) :	32
I.2.2.3. Détermination de la densité :	32
I.2.3. Analyses biochimiques :	33
I.2.3.1. Rendement :	33
I.2.3.2. Détermination de la matière sèche:	33
I.2.3.3. Détermination de l'humidité:	33
I.2.3.4. Détermination de la matière grasse :	34
I.2.3.5. Dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl :	35
I.2.3.6. Dosage des protéines par la méthode de LOWRY :	37
I.2.3.7. Détermination de la matière minérale:	37
I.2.3.8. Indice du fromage (Jben) :	38
I.2.3.8.1. Détermination d'indice d'acidité :	38
I.2.3.8.2. Indices de saponification (IS) :	38

II - Résultats et discussion

II. Résultats et discussion :	40
II.1. Analyse physico-chimique du « Jben » :	40
II.2. Analyses biochimiques	41
Conclusion.....	49
Références Bibliographiques	50

Annexes

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Tableau 01: Composition moyenne du lait entier	4
Tableau 02: Proportions relatives des principales protéines du lait de vache.....	7
Tableau 03: Composition des micelles de caséines.	8
Tableau 04: Caractéristiques des principaux enzymes du lait	10
Tableau 05: Teneur moyenne par litre en vitamines hydrosolubles et liposolubles dans le lait	11
Tableau 06: caractéristiques physico-chimiques du lait de vache	13
Tableau 07: Résultats des analyses physico-chimiques des quatre échantillons de «Jben»...	40
Tableau 08: Résultats des analyses biochimiques.	42

Liste des figures

Figure 01: Les deux types de modèles décrivant la structure de la caséine de micelle.	8
Figure 02: méthodes de fabrication des principales préparations lactières traditionnelles algériennes.....	22
Figure 03: Jben traditionnel	25
Figure 04: Procédé de fabrication du « Jben »	27
Figure 05 : Préparation d'un produit laitier traditionnel	31
Figure 06: Le rendement des échantillons de Jben analysées.	43
Figure 07: Matière sèche des échantillons de fromage	44
Figure 08: L'humidité des échantillons de Jben analysées.	44
Figure 09: La teneur en matière azotée des échantillons fabriqué.....	46
Figure 10: la teneur en protéine pour les échantillons de Jben fabriquées.....	46
Figure 11: les valeurs de cendre de Jben analysées	47
Figure 12: La teneur des indices de Jben	48

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

°D : Degrés Dornic

AFNOR : Association Française de Normalisation

ANP : L'apport non protéique

AG : Acide Gras

BSA : Sérum Albumine Bovine

Ca : Calcium

Cl⁻ : Ion Chlorure

CO₂ : Dioxyde De Carbone

Cu : Cuivre

D : Densité

DO : Densité Optique

E : Echantillon

ESD : Extrait Sec Dégraissé

EST : Extrait Sec Total

F : Fonction

FAO : Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture

Fe : Fer

g : Gramme

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

HMF : Hydroxy Méthyl Furfural

IA : Indice d'acide

ISA : Indices de saponification

ISO : International Standards Organisation

K : Potassium

L : Litre

M : Masse

MS: Matière Sèche

Mg : Magnésium

MG : Matière Grasse

ml : Millilitre

N : Normalité

NaOH : L'hydroxyde de Sodium

nm : Nanomètre

O₂ : Dioxygène

pH: Potentiel d'hydrogène

PP : Phénolphtaléine

Se : Sélénium

T° : Température

TB : Taux Butyreux en g/Kg)

UV : Ultraviolet

Vitamine A: Rétinol

Vitamine B: (**B1**; Thiamine, **B2**;Riboflavine, **B6**; Pyridoxine **B12**;Cobalamine)

Vitamine C: Acide ascorbique

Vitamine D: Calciférol

Zn : Zinc

Introduction

Introduction

La transformation du lait en fromage est très fréquente dans le monde où il existe une très grande variété de celui-ci (**Eck 1987**). Le fromage est connu depuis des temps immémoriaux par la plupart des cultures à travers le monde. Les indigènes le fabriquent par l'utilisation des procédures purement traditionnelles (sans addition de levains) pendant des siècles. Cette technologie de fabrication a été par la suite transférée d'un pays à l'autre au temps que les hommes se déplaçaient à travers le monde (**Lahsaoui 2009**).

Depuis des siècles, les produits laitiers indigènes y compris les fromages traditionnels ont occupé une place importante dans la consommation des certains pays, dont le mode de fabrication découle partie intégrante d'héritage culturel de la population et a une grande importance médicinale et économique (**Alichanidis and Polychroniadou 2008; Othman 2011**).

En Algérie, les produits laitiers et plus particulièrement les fromages traditionnels forment une tradition bien connue, transmise de génération en génération, ce qui représente un aspect important de la culture algérienne. Cependant, la fabrication de ces fromages traditionnels est limitée par les populations rurales où elle est destinée à l'autoconsommation et le surplus peut être vendu dans les marchés urbains (par des voies informelles) (**Bencharif 2001**). Ces fromages méritent la particularité d'être produits à petite et grande échelle industrielle pour améliorer leurs qualités et les commercialiser par des voies formelles surtout avec l'augmentation du risque de disparition. Ceci amènera à une standardisation de leurs propriétés technologiques (**Benkkeroum and Tamime 2004**).

Environ dix types de fromages traditionnels sont fabriqués dans certaines régions en Algérie. Ils sont très répandus dans l'ensemble du territoire et même dans les pays du Maghreb (**Lahsaoui, 2009; Leksir et Chemam, 2015 ; Mahamedi, 2015**). Parmi les moins connus, ont été identifiés les fromages tels Mechouna (**Derouiche et Zidoune, 2016**), et Medeghissa dans le nord-est de l'Algérie (région des Chaouia), Takammart et Aoules au sud du pays et Ighounane au nord centre (région Kabyle) (**Aissaoui Zitoun et al, 2011**). Le fromage Bouhezza est le seul fromage affiné recensé à ce jour, son terroir est délimité dans la zone nord-est du pays, celle des Chaouia (**Aissaoui Zitoun et al, 2011 et 2016**).

Ces fromages se distinguent par plusieurs facteurs comme la nature du lait utilisé, les techniques de fabrication et les conditions locales. Parmi les fromages traditionnels les plus populaires en Algérie en retrouve Jben et Klila (**Hallel 2001**). Bien que le Jben soit un fromage traditionnel largement fabriqué dans le nord algérien, aucune étude n'est axée sur ses

caractéristiques. Les informations sur sa technique de fabrication restent très limitées. Sa fabrication traditionnelle comporte une étape d'acidification spontanée du lait cru de vache, de brebis, de chèvre ou encore du mélange à température ambiante suivi d'une coagulation sous l'effet d'un agent coagulant autochtone d'origine végétale (exemple : fleurs de chardon, d'artichaut) ou d'origine animale (exemple : caillette, proventricules). (**Nouani et al, 2009**)

Pour assurer la préservation de ce fromage traditionnel algérien Jben dans le cadre du patrimoine traditionnel, il est très important de rassembler les données scientifiques sur ce fromage. Dans cette optique, et compte tenu de la dépendance algérienne en matière de fromage, de l'importante évolution du secteur agro-alimentaire en Algérie ainsi que des exigences quant au choix judicieux des produits alimentaires présentes sur nos assiettes; la présente étude vise à mettre en valeur un des fromages traditionnels existant dans notre pays. Il s'agit de la caractérisation physico-chimique et biochimique d'un fromage traditionnel Jben.

L'objectif principal de cette étude est de fabriquer un fromage frais traditionnel Jben en utilisant comme coagulant la présure animal (Hakka) et évaluer la qualité physico-chimique biochimique de ce fromage.

Notre travail s'articule sur trois parties ;

- ✓ L'étude bibliographique
- ✓ L'étude expérimentale
- ✓ Conclusion

Partie I

Etude

Bibliographique

1. Généralités sur le lait

1.1. Définition de Lait

Selon la définition du congrès international de la répression des fraudes à Genève en 1908, le lait est un produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum. (**Pougheon et Goursaud, 2001**)

Selon **Aboutayeb (2009)**, le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite.

Selon le journal officiel de la République Démocratique Algérienne, la dénomination « Lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou sous traction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique. (**Arrêté de 18/08/1993, décret du 27/10/1993**)

Le lait cru ne peut pas être longtemps conservé, étant donné la mise en place rapide d'un processus d'altération par des bactéries responsables de la production d'acide lactique à partir du lactose, il peut devenir coagulable à l'ébullition lorsqu'il a une légère acidification avec un pH passant de 6,7 à 6,3. (**Aurélié., 2011**)

1.2. La composition du lait

Du point de vue physico-chimique, le lait est un produit très complexe, une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et des propriétés physiques et chimiques est indispensable à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors de différents traitements.

L'aptitude d'un lait à la transformation fromagère est étroitement liée à la nature de ses constituants. Le lait est un mélange complexe constitué à 90% d'eau et qui comprend une solution vraie contenant les sucres, le lactose, les protéines solubles, les minéraux (calcium et phosphore....) et les vitamines hydrosolubles (B2 et B12...), une solution colloïdale contenant les caséines, une émulsion de matières grasses dans l'eau. (**A Foroutan et al, 2019**)

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon **Pougheon et Goursaud(2001)** sont :

-L'eau, très majoritaire,

- Les glucides principalement représentés par le lactose,
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles,
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

Fredot (2006) rappelle que le lait est constitué de quatre phases :

- Une émulsion de matières grasses ou phase grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).
- Une phase colloïdale qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.
- Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).
- Une phase gazeuse composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représentent environ 5% du volume du lait.

Tableau 01: Composition moyenne du lait entier (**Fredot, 2006**).

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89.5
Dérivés azotés	3.44
Protéines	3.27
Caséines	2.71
Protéines solubles	0.56
Azote non protéiques	0.17
Matière grasse	3.5
Lipides neutres	3.4
Lipides complexes	<0.05
Composés liposolubles	<0.05
Glucides	4.8
Lactose	4.7
Gaz dissous	5% du volume de lait
Extrait sec total	12.8 g

1.2.1. L'eau

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion dans laquelle sont dispersés tous les autres constituants, il participe donc à la couverture des besoins hydriques de l'organisme (**Fredot., 2005**). Il se trouve sous deux formes :

✓**L'eau extramicellaire** : représente environ 90% de l'eau totale et contient la quasi-totalité du lactose, des sels minéraux solubles, de l'azote soluble ...etc.

✓**L'eau intramicellaire** : représente environ 10% de l'eau totale, une fraction de cette eau est liée aux caséines et l'autre conserve des propriétés solvants. (**Mahaut et al, 2003**)

1.2.2. Les Glucides

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un disaccharide, dont la molécule contient les monosaccharides glucose et galactose. (**Hoden et Coulon, 1991**)

Le lactose joue un rôle important en favorisant l'absorption du calcium et en limitant la prolifération des bactéries pathogènes au niveau de la flore intestinale, il assurerait un effet prébiotique. (**Aurélié., 2011**)

La teneur en glucides variable au cours de la lactation est différente selon l'espèce prise en compte : par exemple, le lait humain contient beaucoup plus de glucides autres que le lactose par rapport au lait de vache. (**Pougheon et Goursaud, 2001**)

D'autres glucides peuvent être présents en faibles quantités, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose (**Vignola, 2002**). Le glucose est prélevé a de multiples rôles, il est utilisée comme source d'énergie, pour la synthèse de la caséine et des triglycérides, il sert aussi de substrat pour la synthèse du lactose.

1.2.3. La Matière Grasse

La matière grasse (MG) est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de $0.1 \text{ à } 10 \times 10^{-6} \text{ m}$ et est essentiellement constitué de triglycérides (98%), de phospholipides (1%) et d'une fraction insaponifiables (1%) [Cholestérol et de β carotène] (**Kuzdzal, 1987**). La matière grasse représente à elle seul la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acide gras saturé et de 35% d'acide gras insaturé. Parmi ceux-ci, la proportion d'acide gras polyinsaturés. (**Vignola, 2002**)

A- Les Phospholipides du lait : classés comme lipides complexe. Dans le lait, on distingue trois types de phospholipides : les lécithines, les céphalines et les sphingomyelines (**Cayot et Lorient, 1998**). La caractéristique la plus importante des phospholipides est leur propriété émulsifiante (**Jensen, New burg 1955**). Cette dernière est dû à leur capacité amphipolaire caractérisé par une présence d'une partie hydrophile, qui s'associer à l'eau, et d'une partie lipophile qui s'associer aux constituant de globule de matière grasse. (**Ratray, Galman, Jelen1997**)

B- Les Triglycérides : sont des esters du glycérol, c'est-à-dire qu'ils sont formés par condensation de trois molécules d'acides gras sur une molécule de glycérol. (**Walstra1990**)

C- Fractions insaponifiables : l'insaponifiable groupe l'ensemble des constituants de la matière gras qui ne réagissent pas avec la soude ou la potasse pour donner des savons, et qui après saponification, sont insolubles dans l'eau en milieu alcalin mais reste solubles dans des solvants organique non miscibles à l'eau. On retrouve principalement dans les fractions insaponifiables des stérols, les caroténoïdes les xanthophylles et les vitamines A, D, E et K. Le plus important des stérols est le cholestérol. (**Peereboom, 1969**)

La consommation de la matière grasse laitière est indispensable dans l'alimentation et elle est source des vitamines A, D et E. (**Champagne et al, 1980**)

1.2.4. Les Protéines

Les matières azotées du lait de vache (34g/L de lait) sont retrouvées sous forme de protéines (95%), ou pour une faible part, sous forme d'urée, de peptides ou d'acides aminés. La majorité des protéines (80%) sont des caséines et 20% sont des protéines solubles. Les caséines sont phosphorylées, les protéines sériques ne le sont pas. Parmi les protéines totales, les caséines les plus abondantes sont les caséines α_1 et β (env. 30% de chaque type), puis les caséines κ (10%) et α_2 (8%) et enfin la caséine γ (2,4%) qui est un sous-produit de protéolyse de la caséine β .

Les protéines solubles, appelées aussi protéines sériques, sont principalement la β -lactoglobuline (env. 10%), l' α -lactalbumine (3,7%), les immunoglobulines (2,1%), le sérum albumine (1,2%) et la lactoferrine (0,7%). Toutes les caséines, la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine sont synthétisées par les cellules épithéliales de la glande mammaire, les autres protéines sériques sont d'origine sanguine (**Tableau 02**).

Tableau 02: Proportions relatives des principales protéines du lait de vache.

	Protéines	Nomenclature	Moyennes(%)
Caséines CN-80%	Caséine α 1	α 1-CN	30.6
	Caséine α 2	α 2-CN	8.0
	Caséine β	β -CN	28.4
	Caséine κ	κ -CN	10.1
	Caséine γ	γ -CN	2.4
Protéines sériques PS-20%	β -lactoglobuline	β -LG	10.1
	α -Lactalbumine	α -LA	3.7
	Immunoglobulines	Ig	2.1
	Sérum albumine	SA	1.2
	Lactoferrine	LF	0.7

Les caséines sont des phosphoprotéines plus ou moins phosphorylées. Les caséines α 1, α 2 et β ont des charges négatives qui leur permettent de fixer le calcium et de s’associer entre elles par l’intermédiaire de ponts phosphocalciques. La caséine κ se distingue des autres caséines par la présence de glucides, elle peut être plus ou moins glycosylée. Les propriétés spécifiques des différentes caséines leur permettent de s’organiser en un complexe stable appelée micelle.

La micelle de caséine est une particule sphérique de 50 à 500 nm de diamètre qui se compose de 92% de caséines (α 1, α 2, β et κ en proportions relatives 3:1:3:1) et de 8% de sels minéraux (90% de phosphate de calcium et 10% d’ions magnésium et citrate) (**Tableau 03**).

Tableau 03: Composition des micelles de caséines.

	Composé	g/100g micelle
Caséines 92%	Caséine α 1	33
	Caséine α 2	11
	Caséine β	33
	Caséine κ	11
	Caséine γ	4
Minéraux 8%	Phosphate inorganique	4.3
	Calcium	2.9
	Magnésium	0.2
	Citrate	0.5

La structure de la micelle de caséine n'est aujourd'hui encore pas clairement établie et deux grands types de modèles ont été proposés : le modèle à sous-unités (Walstra, 1999) et le modèle à structure ouverte (De Kruif et Holt, 2003) (Figure 01).

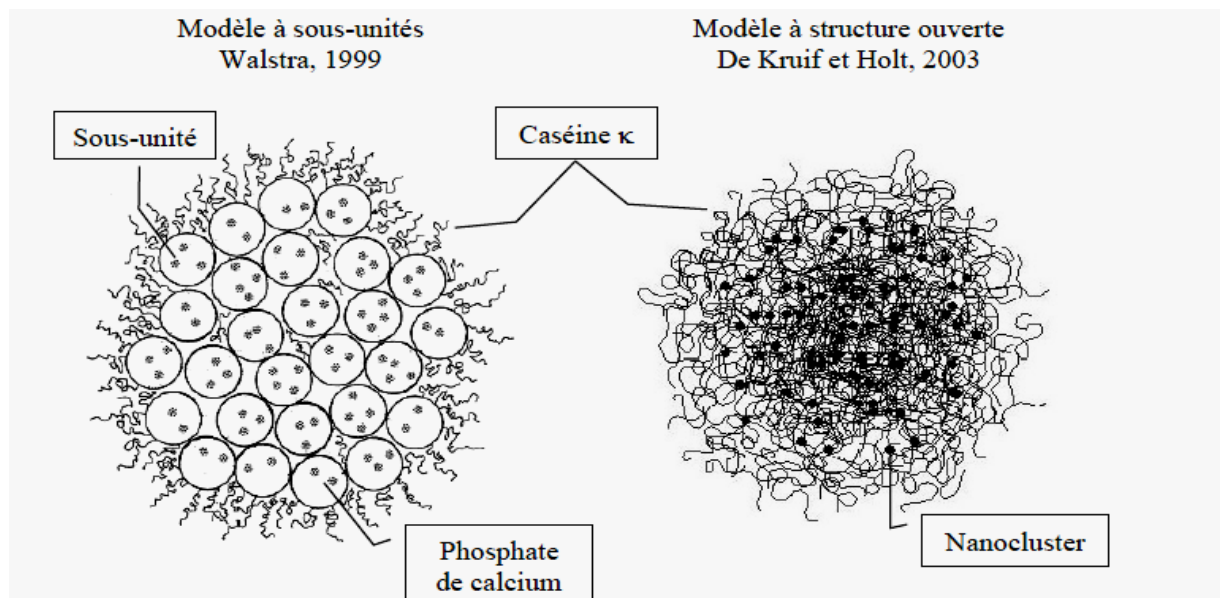


Figure 01: Les deux types de modèles décrivant la structure de la caséine de micelle.

Dans le modèle à sous-unités, la micelle est une sphère composée de sous-unités protéiques, également sphériques (10 à 20 nm de diamètre), dont la cohésion est assurée par des interactions hydrophobes. Deux types de sous-micelles coexistent, celles constituées de

caséines α s et β , situées au cœur de la micelle et celles constituées de caséines α s et κ , retrouvées à la surface de la micelle.

Dans le modèle décrit par **Walstra (1999)**, le phosphate de calcium formerait des microgranules à l'intérieur des sous-micelles. Le deuxième modèle, à structure ouverte, décrit la micelle comme un réseau de « nanoclusters ». Un nanocluster est une structure de 2,3 nm composée de calcium stabilisé par les interactions entre les groupements phosphorylés des caséines α s et β . La caséine κ interagit avec les autres caséines par son extrémité hydrophobe et forme, comme dans le modèle à sous unités, une couche chevelue à la surface qui stabilise la structure colloïdale de la micelle.

Ces modèles sont sensiblement différents mais les deux décrivent la caséine κ à la périphérie et lui confèrent ainsi un rôle dans la stabilité colloïdale de la micelle. La déstabilisation de la structure colloïdale qui peut être induite par l'acidification du lait ou l'action des enzymes protéolytiques (chymosine) est le processus de base qui permet de transformer le lait en fromage (coagulation).

La fraction protéique soluble se compose de toutes les protéines autres que les caséines, parmi lesquelles la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine sont les plus abondantes. Contrairement aux caséines, ces protéines ne coagulent pas sous l'effet des enzymes protéolytiques, on les retrouve donc dans le lactosérum, qui est la phase liquide obtenue après coagulation du lait.

1.2.5. Les Minéraux et autres constituants

La fraction minérale est d'environ 9g/L de lait. Les minéraux sont présents dans le lait à l'état d'ions ou de sels non dissociés. Les plus abondants sont le potassium (1,5g/L), le calcium (1,2g/L), le phosphore (0,9g/L), le sodium (0,45g/L) et le magnésium (0,12g/L). On trouve également du chlore (1,15g/L) et du citrate (1,7g/L) ainsi que des oligo-éléments (Zn, Fe, Cu, Mn, Se...).

Les minéraux, bien qu'en quantité moindre par rapport aux autres constituants du lait, sont très importants d'un point de vue nutritionnel et technologique. Comme décrit précédemment, une partie de la matière minérale est sous forme colloïdale, associée aux molécules de caséines dans les micelles (64% du calcium, 46% du phosphate inorganique, 32% du magnésium et 7% du citrate) et l'autre partie est en solution sous forme d'ions (Na^+ , K^+ , Cl^-) ou de sels (phosphate et citrate). Les teneurs en minéraux sont donc étroitement liées aux concentrations en protéines. (**Luquet, 1990**)

1.2.6. Les enzymes

Les enzymes sont des protéines ou parfois des acides ribonucléiques dont le rôle est de catalyser les réactions chimiques des vivants, ils permettent d'augmenter la vitesse d'un processus sans être consommé avec une efficacité et une spécificité très élevés. (J, Pelmont, 1995)

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénase, (ou oxydant) et les oxygénases (**Tableau 04**).

Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température en effet, chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale. (Amiot et al, 2002)

Tableau 04 : Caractéristiques des principaux enzymes du lait (Vignola C.L., 2002)

Groupe d'enzyme	Classe d'enzyme	pH	Température (°C)	Substrats
Hydrolases	Estérases			
	-lipase	8,5	37	-Triglycérides
	-phosphatase alcaline	9-10	37	-esters phosphoriques
	-phosphatase acide	4,0-5,2	37	-esters phosphoriques
	Protéase			
	-lysozyme	7,5	37	-paroi cellulaire microbienne
	-plasmine	8	37	-caséines
Déshydrogénases ou oxydases	-sulfhydrile oxydase	7	37	-protéines, peptides
	-Xanthine oxydase	8,3	37	-Bases purique
Oxygénase	-Lactopero oxydase	6,8	20	-Composé réducteur, H2O2
	-catalase	7	20	-H2O2

1.2.7. Les vitamines

Les vitamines sont des micronutriments essentiels qui doivent être apportés quotidiennement à l'organisme, car celui-ci ne peut les synthétiser. Ce sont des coenzymes qui interviennent dans de nombreux métabolismes. Le lait apporte un complément

vitaminique important dans la ration alimentaire. Les vitamines sont classées, selon leur solubilité dans le corps gras ou dans l'eau, en vitamines liposolubles et hydrosolubles. Les vitamines liposolubles se localisent dans la phase grasse où on distingue les vitamines A, D, E, K, dont les teneurs dépendent essentiellement du taux de matière grasse. Les vitamines hydrosolubles sont fixées sur les micelles de caséines ou dispersées dans la phase aqueuse. On peut citer les vitamines du groupe B (B1, B2, B6, B12), acide pantothénique ainsi que la vitamine C (Ndiaye et Sissoko, 2003).

Toutes les vitamines connues sont présentes dans le lait de vache. Les techniques de traitement du lait peuvent modifier sensiblement les taux, surtout pour la vitamine C (tableau 05).

Tableau 05: Teneur moyenne par litre en vitamines hydrosolubles et liposolubles dans le lait (Amiot et coll., 2002).

Groupes de vitamines	Types de vitamines	Teneurs moyennes
Vitamine liposoluble	Vitamine A	40µg/100ml
	Vitamine D	2.4µg/100ml
	Vitamine E	100µg/100ml
	Vitamine K	5µg/100ml
Vitamines hydrosolubles	Vitamine C	2mg/100ml
	Vitamine B1	45µg/100ml
	Vitamine B2	175µg/100ml
	Vitamine B6	50µg/100ml
	Vitamine B12	0.45µg/100ml
	Acide pantothénique	350µg/100ml
	Acide folique	5.5µg/100ml
	Vitamine H (biotine)	3.5µg/100ml

1.2.8. Cellules somatiques et flore microbienne

La composition du lait en cellules somatiques dépend beaucoup du statut infectieux de la mamelle. Une mamelle saine contient des cellules peu nombreuses (lymphocytes, neutrophiles et macrophages, ainsi que des cellules épithéliales). En cas de mammite, le nombre de cellules somatiques augmente considérablement du fait de l'arrivée massive de neutrophiles.

On a longtemps cru que le lait d'une mamelle saine était stérile. On sait maintenant que ce n'est pas vrai et qu'il existe une flore commensale. Toutefois, en cas de mammite (ou infection mammaire) qui peut être provoquée par différents types de bactéries (*staphylocoques*, *streptocoques*, *Escherichia coli*...), le nombre de germes augmente considérablement. Par ailleurs, dès sa sortie du trayon de la mamelle, le lait est contaminé par la flore présente sur la peau des trayons, le matériel et l'environnement de traite.

D'autres sources de contamination existent ensuite durant le stockage et le transport du lait. Un lait cru peut donc contenir une flore microbienne riche et diversifiée (bactéries, levures, moisissures...).

1.3. Propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (Amiot et Coll., 2002)

1.3.1. Le pH du lait

Le pH du lait change d'une espèce à une autre, étant donné les différences de la composition chimique, notamment en caséine et en phosphate et aussi selon les conditions environnementales (Alais, 1984). Le pH du lait de vache est compris entre 6,5 et 6,7. (Goursaud, 1985)

1.3.2. L'acidité

Selon Jean et Dijon (1993), l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique.

L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable peut être exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic (°D). 1°D=0.1 g d'acide lactique par litre de lait. Elle doit être comprise entre 15°D et 18°D.

1.3.3. La Densité

La densité de lait d'une espèce donnée, n'est pas une valeur constante, elle varie d'une part, proportionnellement avec la concentration des éléments dissous et en suspension et d'autre part, avec la proportion de la matière grasse. La densité de lait de vache est comprise

entre 1,030 et 1,033 à une température de 20°C, à des températures différentes, il faut effectuer une correction. La densité est mesurée par le thermo-lactodensimètre (Alais, 1984). D'après Vignola, (2002), la densité du lait augmente avec l'écémage, et diminue avec le mouillage.

1.3.4. Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Il peut varier de -0,530 °C à -0,575°C avec une moyenne de -0,555°C. Un point de congélation supérieur à - 0,530°C permet de soupçonner une addition d'eau au lait. On vérifie le point de congélation du lait à l'aide d'une cryoscopie (Vignola, 2002).

1.3.5. Point d'ébullition

D'après Amiot et Coll. (2002), on définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C.

Tableau 06: caractéristiques physico-chimiques du lait de vache (Alais, 1984).

Constantes	Valeurs
PH	6.5 à 6.7
Acidité	15 à 18
Densité °D	1.028 à 1.036
Température de congélation (°C)	(-0.51) à (-0.55)
Point d'ébullition (°C)	100.5

1.4. Qualité organoleptique du lait

1.4.1. La couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotènes en vitamine A qui passe directement dans le lait). (Fredot, 2005).

1.4.2. L'odeur

Selon **Vierling (2003)**, l'odeur caractéristique du lait est due au fait que la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de traite, l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

1.4.3. La saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il est en parfois de même du colostrum. L'alimentation laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**Thieulin et Vuillaume, 1967**).

1.4.4. La viscosité

La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques. La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur (**Rheotest, 2010**).

1.5. Facteurs influençant la composition du lait

La quantité et la composition de lait produite par un animal subissent des fluctuations des variations d'origine génétique (espèce, race) (**Barillet et Boichard, 1987**); d'origine physiologique (nombre de vêlages, stade de lactation, état de santé,...); zootechnique (mode, moment de la traite), alimentaire (foin, fourrage) (**Bocquier et al, 1997**) et climatique. Ainsi, les facteurs de variations de la composition du lait peuvent être liés ou non à l'animal.

1.5.1. Les facteurs intrinsèques**1.5.1.1. Facteurs génétiques**

On observe des variations importantes de la composition du lait entre les différentes races laitières et entre les individus d'une même race. D'une manière générale, on remarque que les fortes productrices donnent un lait plus pauvre en matières azotées et en matières

grasses, ces dernières étant l'élément le plus instable et le lactose l'élément le plus stable (Decaen, 1969).

La génétique explique une grande part des variations biochimiques, comme le taux butyreux, et l'on observe des écarts importants aussi bien à l'intérieur d'une race qu'entre les Races (Mansour, 2015).

1.5.1.2. Age

On peut considérer que l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du TB (TB : taux butyreux en g/Kg) de 1% et du taux protéique de 0.6% (Pougheon et Goursaud 2001).

1.5.1.3. Stade de lactation

L'évolution des principaux composants du lait est inversée par rapport à l'évolution de la quantité produite durant toute la période de lactation. Les teneurs en matière grasse et protéines sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant le deuxième et le troisième mois de lactation et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de lactation avec une diminution de la production laitière (Cond *et al*, 1968; Goursaud, 1985).

1.5.1.4. Etat sanitaire

Une infection de la mamelle ou de l'organisme de la vache se traduit par une baisse de la production laitière et une modification de la composition du lait. La sécrétion des constituants, synthétisés spécifiquement par la mamelle, diminue de même que leur teneur dans le lait : lactose, potassium, caséine. (Decaen, 1969).

Les mammites sont à l'origine d'une modification des composants du lait avec pour conséquence, une altération de l'aptitude à la coagulation des laits et du rendement fromager (Toureau *et al*, 2004).

1.5.2. Facteurs liés aux conditions extrinsèques

1.5.2.1. L'alimentation

La production et la composition du lait sont directement influencées par la quantité et la qualité de l'alimentation (Meyer et Denis, 1999). L'alimentation joue un rôle important ; elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines (Coulon et Hoden (1991). Une sous alimentations des vaches laitières, entraîne une diminution de la production laitière, du taux protéique et une augmentation du taux butyreux (Bamouh, 2006). Au contraire une suralimentation peut induire à un excès d'engraissement

des vaches. En effet, les vaches trop grasses sont plus sujettes à différentes infections bactériennes notamment les mammites. Ces dernières ont un effet néfaste sur la production ainsi que sur la qualité du lait (**Beth, 1996**).

1.5.2.2. La saison et le climat

La quantité de lait produire et sa composition restent constantes dans un intervalle de température comprise entre 5°C et 27°C. Cependant cette production diminue si la température augmente ou inversement. Le taux butyreux est plus faible en fin du printemps. Elle atteint des valeurs maximales à la fin de l'automne (**Goursaud, 1985**).

La teneur en protéines passe par deux minimums : un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et l'autre à la fin de la période de pâturage (**Goursaud, 1985; Debry, 2001**).

2. Les fromages

2.1. Définition de fromage

Selon la réglementation française n°2007-628 : La dénomination "fromage" est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitière suivantes : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre, utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse. La dénomination "fromage" peut également être utilisée pour tout produit issu de fromages, par mélange ou assemblage entre eux ou avec des matières premières laitières mentionnées précédemment, pour autant que ce produit n'incorpore pas d'autres ingrédients que ceux qui sont autorisés dans ces fromages. La teneur minimale en matière sèche du produit ainsi défini doit être de 23 grammes pour 100 grammes de fromage (**Norme française : NF n°2007-628**).

Le *Codex Alimentarius* 1996 (norme FAO/OMS A 6), définit le fromage comme: Le produit frais ou affiné, de consistance solide ou semi-solide, dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine ne dépasse pas celui du lait, et qui est obtenu:

a) par coagulation complète ou partielle des matières premières suivantes: lait, lait écrémé, lait partiellement écrémé, crème, crème de lactosérum ou babeurre, seuls ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation.

b) par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou de matières provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques similaires à celles du produit défini au paragraphe a.

Le fromage affiné est du fromage qui n'est pas prêt à la consommation peu après sa fabrication, mais qui doit être maintenu pendant un certain temps à la température et dans les conditions nécessaires pour que s'opèrent les changements biochimiques et physiques caractéristiques du fromage. Le fromage frais ou non affiné est du fromage qui est prêt à la consommation peu de temps après sa fabrication **FAO/OMS 1990 (1978 modifié)**.

2.1.1. Fromage frais

Les fromages frais sont traditionnellement des fromages qui résultent d'une coagulation lente du lait par action de l'acidification combinée ou non de celle d'une faible quantité de présure, ils sont fabriqués à partir de laits ou de crème propres à la consommation humaine. Les fromages frais présentent une grande diversité selon le degré d'égouttage du

coagulum et la teneur en matière grasse du lait mis en œuvre. Les différents fromages à pâte fraîche sont caractérisés par (**Mahaut et al, 2000 ; Luquet et al, 2005**) :

- Un caillé non pressé et une teneur élevée en eau,
- Une durée de conservation courte,
- Des produits à consommer sans période de maturation.

2.2. Technologie fromagère

Le fromage est le véritable moyen de préservation des principaux composants de lait. A l'échelle mondiale, il existe plus de 1000 variétés de fromage produites grâce à la fois de la récupération des matières sèches et de l'élimination de l'eau à partir du lait (**Irlinger and Mounier 2009**).

Le fromage est un système biochimique complexe et variable qui s'explique comme un gel de protéines concentrés englobant de la graisse et de l'humidité. La fabrication du fromage implique une gélification de la protéine du lait, une formation d'un caillé après déshydratation du gel et un traitement du caillé obtenu (par exemple : agitation à sec, cheddarisation, salage, moulage...etc.). Le caillé moulu obtenu peut être consommé frais (peu de temps après sa fabrication) et sa qualité est fortement liée à la composition du caillé. Cette dernière dépend particulièrement de la charge microbienne, la richesse en caséine et la qualité chimique et organoleptique du lait utilisé. Le caillé obtenu peut également être affiné pendant une période allant de 2 semaines à 2 ans pour donner un fromage affiné avec la saveur, la texture et la fonctionnalité appropriée (**Law and Tamime 2010**).

2.2.1. Coagulation du lait

La coagulation du lait correspond à une modification d'état physique irréversible des micelles de caséines. Celle-ci entraîne un passage du lait de l'état liquide à l'état semi-solide après formation d'un réseau protéique tridimensionnel appelé coagulum ou gel (**Eck and Gillis 1997**).

La gélification de la protéine du lait peut être effectuée par : hydrolyse de la caséine du lait (représente environ 75% de la production en fromage) par le biais des protéinases acides en particulier la présure (chymosine, pepsine) au niveau de la liaison peptidique phényalanine¹⁰⁵-méthionine¹⁰⁶ ; acidification du lait (représente moins de 30% de la production en fromage) à l'aide d'addition de ferments ou d'acides de qualité alimentaire à une température qui varie entre 20 et 40°C jusqu'à atteindre un pH proche du pH isoélectrique de la caséine, c'est-à-dire 4.6 ; ou une combinaison acide-thermique (par exemple, chauffage du lait à un pH de 5.6 à une température de 90°C) (**Law and Tamime 2010**).

2.2.1.1. Première voie : coagulation par voie enzymatique

La coagulation par voie enzymatique du lait s'effectue par l'hydrolyse des caséines par le biais des enzymes protéolytiques d'origine animale (veau, porc, poulet), végétale (artichaut, chardon, graines de citrouille) et microbienne (enzymes extraits de certains champignons, comme : *Mucorpusills*, *Endothia parasitica*), ayant la propriété de coaguler le lait. L'enzyme animale la plus utilisée en fromagerie est la présure, provenant du sac gastrique (la caillette) des jeunes ruminants non sevrés (**Eck and Gillis 1997**). Cette enzyme est constituée de la pepsine (représente 20%) et de la chymosine (représente 80%). Son mécanisme d'action comporte trois phases : L'hydrolyse de la caséine kappa au niveau de la liaison peptidique phénylalanine¹⁰⁵-méthionine¹⁰⁶ et libération de la para-caséine et caséino-macropéptide (CMP) dans le sérum du lait ; La coagulation proprement dite et formation d'agrégats de paraffine, due à l'augmentation des forces d'attraction des micelles de para-caséine (agrégation des micelles) et à la perte du CMP dans le sérum ; La réorganisation des liaisons entre les para-caséines des micelles de caséines et formation du coagulum (**Brulé et al, 1997**).

Le calcium joue un rôle très important dans l'agrégation des micelles de caséines en gel dont la caséine calcique constitue le principal agent induisant à cette agrégation. Néanmoins, sa contribution exacte à la coagulation ne soit pas claire (**Brulé et al, 1997**). Le gel obtenu de la coagulation par voie enzymatique est élastique, souple, peu friable, fortement imperméable et contractile avec un raffermissement important et rapide par rapport au gel lactique (**Aissaoui-Zitoun, 2014**).

2.2.1.2. Deuxième voie : coagulation par voie acide

L'acidification du lait conduit à une précipitation des caséines du lait à leurs points isoélectriques par action des produits de fermentation de bactéries acidifiantes (processus progressif) ou par des composés chimiques d'action acidifiante soit directe (acide lactique) ou indirecte (protéines sériques à pH acide) (**Brulé et al, 1997**). L'acidification aboutit à une diminution du pH du lait. La réduction du pH à environ 5.2–5.4 provoque une solubilisation de l'agent cimentant des micelles (phosphate de calcium colloïdale chargé positivement) avec diminution des charges négatives. Par contre, une réduction supplémentaire du pH à environ 5.2–4.6 provoque une désorganisation des micelles suivies d'une réorganisation des sous unités micellaires (**Law and Tamime 2010**).

L'acidification biologique est un mécanisme progressif, lent et uniforme. Elle est due grâce à l'aptitude des bactéries lactiques à produire de l'acide lactique à partir du lactose. Le gel acide ainsi formé est friable, lisse, homogène, perméable, peu contractile et occupe

entièrement le volume initial du lait. Cependant, l'acidification rapide par ajout d'acide organique ou minéral provoque la formation d'un précipité plus au moins granuleux dispersé dans lactosérum (**Eck and Gillis 1997**).

2.2.1.3. Troisième voie : coagulation mixte

La coagulation résulte le plus souvent, d'une action conjuguée de l'acidification et des enzymes protéolytiques. Les gels formés par cette coagulation mixte possèdent des caractéristiques intermédiaires entre celles du gel obtenu par voie acide et celle du gel obtenu par voie enzymatique (**Brulé et al, 1997**).

2.2.2. Egouttage

L'égouttage est un phénomène dynamique qui se caractérise par une déshydratation partielle (élimination du lactosérum) et durcissement du gel. Ce qui conduit à l'obtention d'un caillé correspondant au fromage formé et avec une teneur en matière sèche plus ou moins élevée (**Brulé et al, 1997**). Ce phénomène dépend des facteurs directs (il s'agit des traitements mécaniques et thermiques), des facteurs indirects (il s'agit de la coagulation enzymatique et/ou de l'acidification) et des facteurs liés à la matière première (richesse en caséines, en protéines solubles et en matière grasse) (**Ramet 1985**).

L'élimination rapide du lactosérum consiste à couper le gel en morceaux (particules de caillé), le brasser, le presser et/ou le cuire (améliore l'égouttage dans certains variétés), et plus rapidement, elle peut être atteinte par centrifugation ou ultrafiltration. Par contre, l'élimination lente du lactosérum consiste une filtration du gel dans des sacs à fromage (**Law and Tamime 2010**).

Le gel obtenu par voie enzymatique (gel imperméable avec égouttage par voie mécanique) possède des propriétés rhéologiques opposées à celles du gel obtenu par voie acide (gel très friable avec égouttage spontané) (**Veisseyre 1975**).

2.2.3. Salage

Le salage est une opération indispensable dans la plupart des fromages (les fromages affinés) qui consiste à enrichir le fromage en chlorure de sodium. Par action sur l'activité de l'eau, le salage conserve le fromage, améliore l'arôme et accélère le mécanisme du séchage (**Bendimerad 2013**). Le salage exerce un effet inhibiteur sur l'activité des enzymes et joue un rôle très important dans le mécanisme d'affinage. Plusieurs techniques sont envisagés, saupoudrage du sel en surface ou dans la masse du gel ou par saumurage (**Eck and Gillis 1997**).

2.2.4. 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 and Tamime 2010; Bendimerad 2013**). Ce processus implique une cascade complexe d'événements biologiques et biochimiques qui s'effectuent simultanément ou successivement aboutissant à la transformation du caillé de fromage frais en un fromage affiné caractérisé de qualité souhaitée (développement de l'odeur approprié, la texture et les propriétés physiques du fromage) (**Law and Tamime 2010; Othman 2011**).

L'affinage est la transformation biochimique complexe des composants du caillé sous l'action des agents d'affinage, soient les enzymes. Elles ont trois origines différentes : les enzymes de coagulation (présure avec un effet protéolytique ou protéases microbiennes) ; les enzymes indigènes du lait (microflore du lait particulièrement : la plasmine, la cathepsine D et lipoprotéine lipase) et les enzymes des micro-organismes intervenant au moment de l'affinage (provenant des ferments lactiques ou des ferments secondaires) (**Fox and Kelly 2006**).

2.3. Fromages Traditionnels :

C'est l'augmentation de la production du lait durant certaines saisons et la difficulté de son préservation sous la forme fraîche a conduit au développement des technologies de production traditionnel (**Dharam et Narender 2007 in Lahsaoui, 2009**).

Depuis des siècles, les produits laitiers indigènes y compris les fromages traditionnels ont occupé une place importante dans la consommation des certains pays, dont le mode de fabrication découle partie intégrante d'héritage culturel de la population et a une grande importance médicinale et économique (**Alichanidis and Polychroniadou 2008; Othman 2011**). Au cours de ces dernières années, les consommateurs ont manifesté une attention particulière pour ces produits laitiers indigènes qu'ont joué un rôle important dans l'atténuation de la faim et au développement économique dans certains pays du monde (**Benkkeroum and Tamime 2004**).

L'Algérie a une tradition des produits laitiers et plus particulièrement de fromages traditionnels bien connus, transmise de génération en génération, ce qui a un aspect important de la culture algérienne. Ces fromages traditionnels sont cependant confectionnés par les populations rurales et son destinés à l'autoconsommation et le surplus peut être vendu par des vois informelles (dans les marchés urbains) (**Bencharif 2001**). Ces fromages qui risquent

d'être en voie de disparition méritent la particularité d'être produits à petite et grande échelle industrielle pour améliorer leurs qualités et leur faire commercialiser par des voies formelles. Ceci amènera à une standardisation de leurs propriétés technologiques (**Benkkeroum and Tamime 2004**). La figure 02 schématise les principales préparations laitières traditionnelles en Algérie.

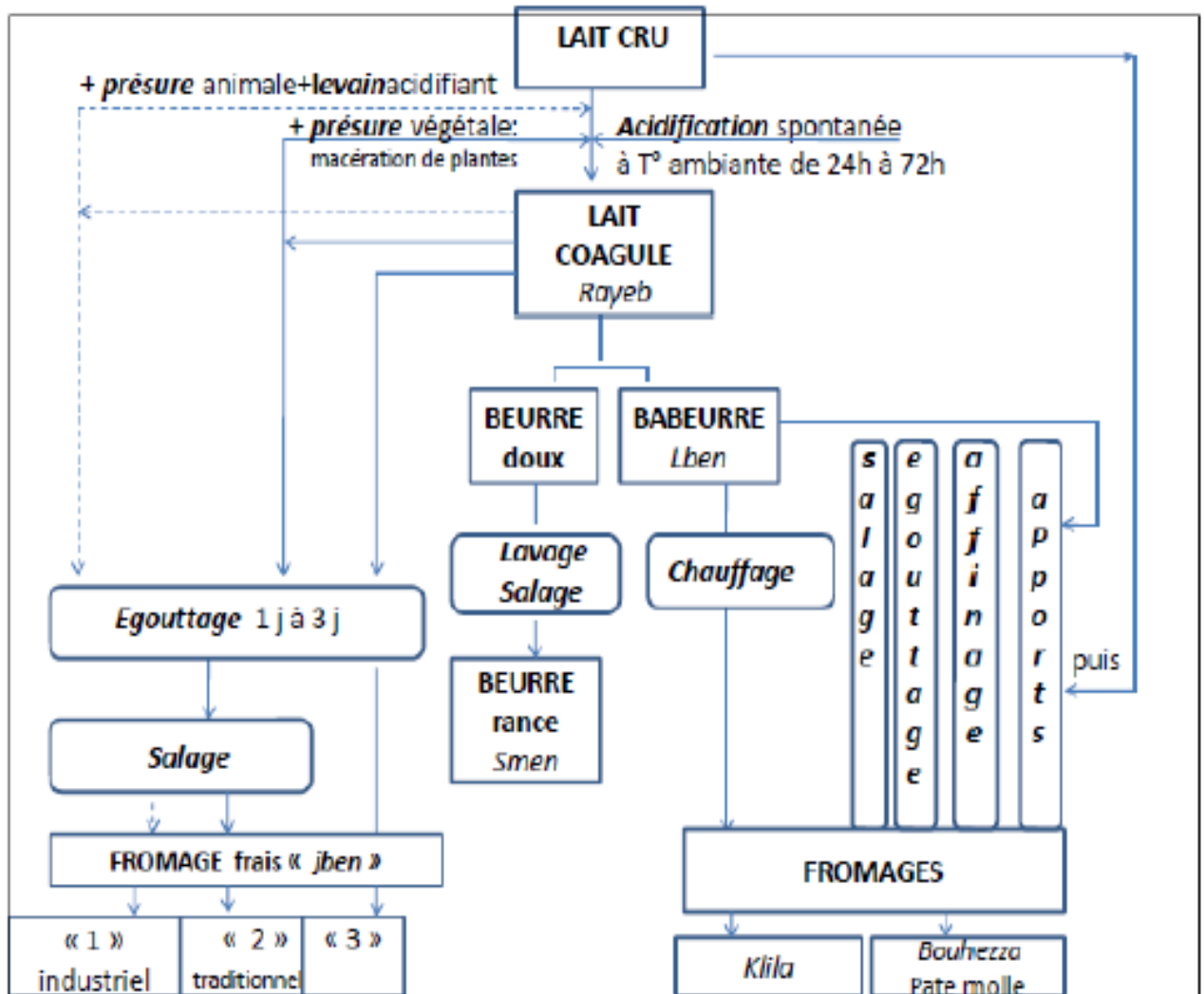


Figure 02: méthodes de fabrication des principales préparations laitières traditionnelles algériennes (**Lahsaoui 2009**).

Il existe environ dix types de fromages traditionnels fabriqués dans certaines régions en Algérie. Ces fromages se distinguent par plusieurs facteurs comme la nature du lait utilisé, les techniques de fabrication et les conditions locales. Le Jben constitue avec le Klila les fromages traditionnels les plus populaires en Algérie (**Hallel 2001**).

1. Kémaria

Est un type de fromage traditionnel d'une valeur de consommation très remarquable dans la wilaya de Ghardaïa. Il est fabriqué par le lait cru de vache pour une fabrication industrielle et à base du lait de chèvre pour une fabrication domestique. La Kémaria peut être également obtenu à partir d'un mélange de lait de vache ou de chèvre avec du lait de chamelle en utilisant une présure animale ou une enzyme végétale. **(Harrouz et Oulad hadj, 2007)**

2. Takammart

Fromage de Hoggar ; sa fabrication se fait par introduction d'un morceau du caillette de jeunes chevreaux dans lait, après quelque heures le caille est retiré à l'aide d'une louche **(Djoughri et Madani, 2015)**.

3. Aoules

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 des boules plates séchées au soleil, il peut être consommé en mélange avec les dates. **(Abdelaziz et aïtkaci, 1992)**

4. Bouhezza :

Selon **Medjoudj et al, (2018)** Bouhezza est un fromage traditionnel fabriqué à partir de différents types de lait (vache ou chèvre) dans les régions de Chaouia de l'est de l'Algérie. Sa fabrication est réalisée dans un sac en peau perméable appelé Chekoua ou jeld de Bouhezza. Ce fromage est fabriqué sans présure, ne subit aucun traitement thermique, l'autorégulation de la fabrication repose sur le sel et l'acide produit par les microflore autochtones du lait, ils contribuent à protéger le produit en ce qui concerne la flore de contamination et germes pathogènes, et ainsi garder le fromage en toute sécurité.

5. Klila

est un fromage traditionnel préparé empiriquement par les familles algériennes et marocaines par un chauffage modéré du Lben (50-75°C) jusqu'au caillage. Le lactosérum formé est séparé du caillé par un tissu fin et la boule du caillé est ensuite égouttée spontanément. Le fromage obtenu peut être consommé à l'état frais ou inséré dans des préparations culinaire après découpage et séchage au soleil pendant quelques jours (2-3 jours) **(Mennane et al, 2007 ; Leksir et Chemmam, 2015)**.

6. Méchouna

La Mechouna est un fromage traditionnel algérien largement consommé dans la région de Tébessa, **(Lemouchi, 2007 ; Derouiche et Zidoun, 2015)**. Il est fabriqué à partir du lait

cru qui est chauffé jusqu'à ébullition. Ensuite, on ajoute du lait fermenté, le Lben ou Rayeb et du sel. En utilisant un tissu poreux, le mélange est laissé égoutter. Il est consommé frais ou avec une galette (**Lemouchi, 2008**).

7. Lebaa

La matière première est le colostrum, parfois il est mélangé avec des œufs, il est salé puis bouillit pendant 15 mn environ. Le produit obtenu est appelé Lebaa (**Lemouchi, 2008**).

8. Aghoughlou

Fromage fabriqué en Kabylie, il est obtenu à partir de lait frais de vache ou de chèvre coagulé par la sève du figuier (**Mahamedi, 2015**).

9. Ighounane

Fromage fabriqué en Kabylie à partir du colostrum (premier lait de vache venant de mettre 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 (**Bendimerad, 2013**).

10. Oudhi

C'est un fromage frais obtenu essentiellement par coagulation spontanée par voie acide, il est fait à base de lait de chèvre et a l'avantage de pouvoir être consommé frais, trois à quatre jours après sa mise en oeuvre, ou affiné, après un travail supplémentaire et un séjour dans un milieu convenable. (**Gast et al, 1969**)

2.3.1. Fromage traditionnel Jben

2.3.1.1. Définition

Le Jben est un produit laitier connu et consommé en Algérie depuis fort longtemps aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain. Cependant, au cours de la dernière décennie, la consommation des produits laitiers traditionnels en général, et du fromage frais en particulier, s'est accrue suite à l'installation dans les villes d'un grand nombre de laiteries traditionnelles qui préparent le Jben à partir du lait cru selon des procédures souvent artisanales (**Ouadghiri, 2009**).

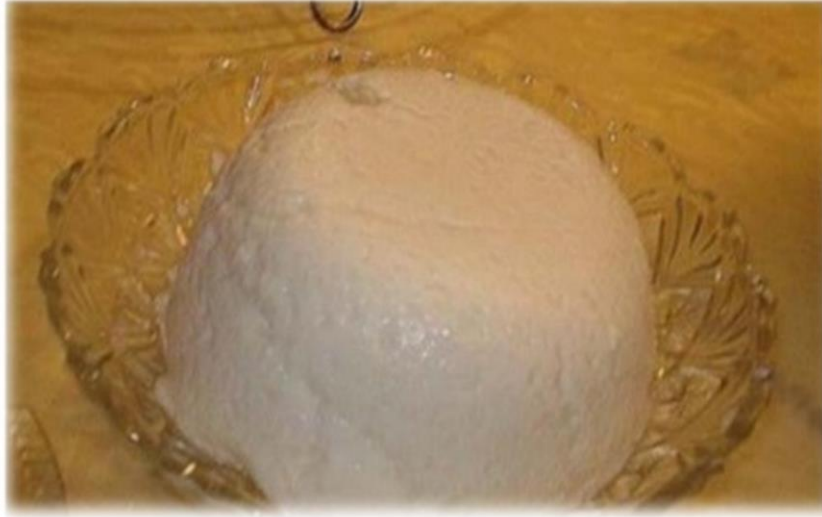


Figure 03: Jben traditionnel (Khater et Ghefar, 2017).

A côté de ce secteur traditionnel, certaines unités laitières semi-industrielles se sont aussi intéressées à la fabrication du Jben, utilisant du lait soit cru, soit pasteurisé, et des procédures de préparation plus ou moins améliorées.

De ce fait, il existe aujourd'hui de nombreuses méthodes de préparation du Jben, et par conséquent, plusieurs variétés de lait fermenté sont commercialisées en Algérie sous la dénomination populaire commune de Lben, Rayeb et Jben (Mechai, 2009).

Le Jben est un fromage traditionnel fabriqué dans le nord, le sud-ouest et l'est algérien. Aucune étude n'est axée sur ses caractéristiques. Les informations sur sa technique de fabrication restent très limitées. Sa fabrication traditionnelle comporte une étape d'acidification spontanée du lait cru de vache, de brebis ou de chèvre à température ambiante suivi d'une coagulation par de biais d'addition d'un agent coagulant autochtone d'origine végétale (exemple : fleurs de chardon, d'artichaut) (Nouani et al, 2009) ou d'origine animale (exemple : caillette, proventricules). Le salage peut avoir lieu après avoir égoutté le caillé obtenu (Djoughri et Madani, 2015).

2.3.1.2. Caractéristiques physiques et chimiques du Jben

Le fromage frais « Jben » ne présente pas de caractéristiques définies à cause des méthodes artisanales utilisées pour sa préparation reposant, essentiellement, sur les connaissances acquises à partir d'une longue expérience (Bouadjaib, 2013).

Le fromage frais présente une grande diversité selon le degré d'égouttage et la teneur en matière grasse du lait mis en oeuvre. Ces caillés restent très humides (75-80%) et sont peu minéralisés (Ziani et Gatout, 2008).

Les arômes, les propriétés organoleptiques et les caractéristiques physico-chimiques du fromage dépendent de celles du lait cru qui à son tour dépend de la race des animaux et leur type d'alimentation. Généralement, Le pH (<4,2) et l'acidité titrable (> 0,9%) sont les paramètres les moins variables du « Jben » (Abid, 2015).

Cependant, les matières solides totales du « Jben » sont le facteur le plus variable car ce dernier dépend de la durée d'égouttage. Étant donné que les lipides, le lactose et les protéines constituent les principaux composants de l'ensemble des matières solides en «Jben». Les caractéristiques finales d'un Jben typique sont variables et affectées par la préparation du fromage (Djoughri et Madani, 2015).

2.3.1.3. Préparation de fromage frais

Le fromage frais « Jben » est de la variété molle et produit selon un protocole traditionnel qui comprend la coagulation présure de lait cru entier de vache (présure extrait à partir de la caillette de veau). (Abid, 2015).

Dans les procédures traditionnelles de préparation du Jben, le lait est tout d'abord filtré afin d'éliminer les impuretés grossières qu'il peut contenir. Puis il est abandonné à lui-même dans une outre de peau de chèvre ou dans une jarre en terre cuite, pendant une durée de 24 à 48h, en fonction de la saison, à température ambiante.

Après coagulation du lait, on procède à l'égouttage du coagulum qui est versé dans des sacs de toile fine. Ces sacs sont ensuite suspendus pour laisser s'échapper le lactosérum à température ambiante. La durée de l'exposition du caillé à l'air dépend de la consistance de la pâte désirée et généralement, la pâte obtenue est purement lactique, elle est souvent mal soudée et très humide (Ziani et Gattout, 2008).

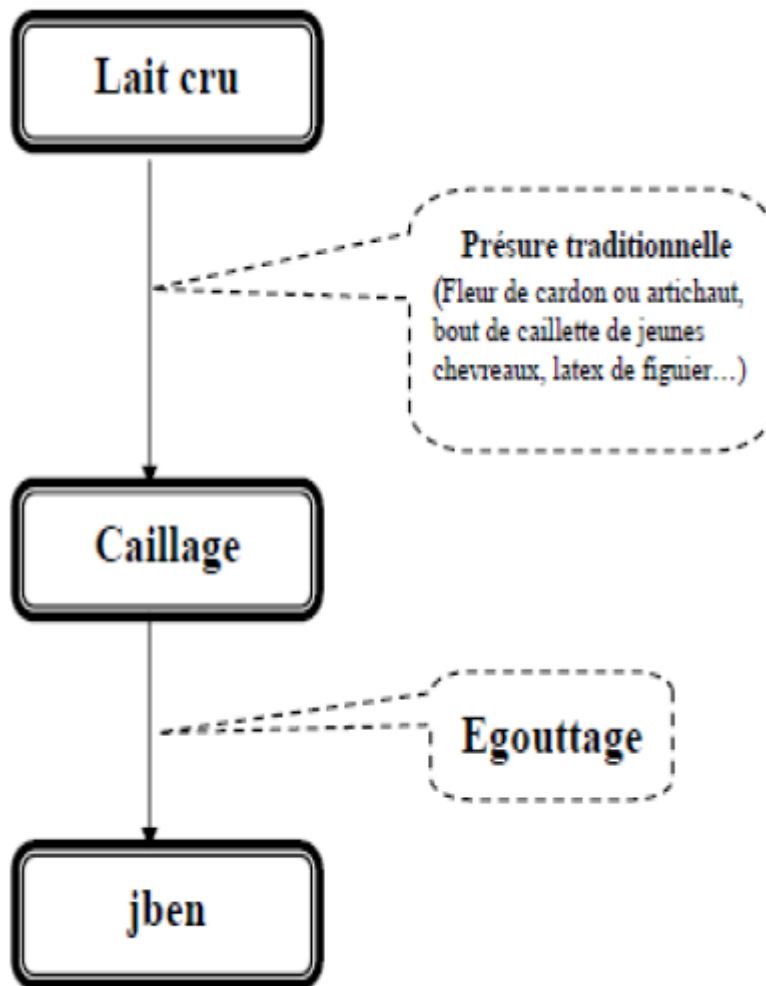


Figure 04: Procédé de fabrication du « Jben » (Abid, 2015).

2.3.1.4. Caractéristiques microbiologiques du Jben

Le Jben comme tout autre produit fermenté est caractérisé par sa grande richesse en micro-organisme. La flore mésophile aérobie total est très importante dans ce produit ($8,2 \cdot 10^8$ UFC/g). La microbiologie de Jben est principalement dominée par la flore lactique. Parmi les lactobacilles isolés du Jben, on trouve surtout les deux variétés l'espèce *Lactococcus lactis* (*L.lactis* et *L.diacetylactis*). *Lactobacillus casei* est prédominant parmi les lactobacilles et *Leuconostoc lactis* (Mechai, 2009).

La flore fongiques est particulièrement nombreuse dans le Jben, elle variée entre ($3,0 \cdot 10^4$ UFC/g et $9,4 \cdot 10^6$ UFC/g), La processus de fermentation favorise également la multiplication de certaines bactéries de pollution, notamment les micro-organismes d'origine fécale tels les coliformes et les entérocoques. Le taux des entérocoques est sensiblement similaire dans les deux types de Jben ($2,4 \cdot 10^5$ UFC/g en moyenne).

La présence d'une flore de contamination fécale par froid à des taux très importants dans le Jben est révélatrice des conditions d'hygiène pratiquées dans les ateliers de préparation de ce produit. La nature acide du Jben n'est pas une garantie contre la présence des germes pathogène d'origine entérique (*Salmonella* ; *Yersinia enterocolitica*,...) ou cutanée (*Staphylococcus aureus*...) dans ce produit (**Ziani et Gattout, 2008**).

Partie II

Etude

Expérimental

I. Matériels et méthodes

L'étude s'est déroulée du 25 mai au 14 juin 2021, au niveau du laboratoire de l'université Abbes Laghrour Khenchela.

I.1. Matériels

I.1.1. Appareillage

- Agitateurs (SCIOLOGEX)
- Thermomètre
- Bain-marie (mêmemment)
- Dessiccateur (BOEKEL SCIENTIFIC)
- pH-mètre (Hanna instruments pH 211)
- Balance électronique (KERN PCB)
- Densimètre (METTLER TOLEDO)
- Etuve (memmert UN55)
- Four à moufle (Nabertherm)
- Doseur d'azote ((UDK 126 D –VELP sientifica)
- Soxhlet
- Evaporateur rotatif
- Spectrophotomètre (JENWAY 6305 UV– Visible)
- Verrerie (béchers, fioles jaugées, pipettes graduées, burette de précision, verre de montre, erlenmeyers, entonnoirs, éprouvette, cristallisoir, baguette en verre, tube à essai,...etc.)

I.1.2. Produits chimiques et réactifs

Colorants et réactifs spécifiques (réactif de Folin-Ciocalteu, phénophtaléine, Sérum Albumine Bovine (BSA), Tashiro, Solution tampon (pH=4, pH=7), permanganate de potassium, sulfate de cuivre, sulfate de potassium éther de pétrole.....).

I.2. Méthodes

I.2.1. Echantillonnage

Les échantillons d'un produit laitier traditionnel (Jben) fabriqués (**Figure 05**) à partir de lait de vache collectés à partir d'une ferme dans la région d'Al mahmel (Wilaya de khenchela). Dans cette étude on utilise la présure animale (hakka) ; En effet, la caillotte est extraite des jeunes ruminants après abattage, après salage elle est attachée à un fil propre et

accrochée en exposition au soleil loin de l'humidité pour accélérer le séchage. La durée de séchage est de 2 semaines pendant les saisons chaudes ; mais peut durer jusqu'à 1 à 2 mois pendant les saisons froide.

Le lait cru de vache est mis à chauffer dans un récipient, puis un morceau de Hakka (présure animal) est mis dans un tissu poreux puis plongée de temps à autre dans le lait pendant son chauffage modéré. Dès l'obtention du caillé, le récipient est retiré du feu et mis de côté pour refroidissement. Ensuite le caillé est mis dans un tissu propre et poreux pour l'égouttage, en même temps il est pressé. Une fois égoutté, le caillé est découpé en petits morceaux irréguliers est mis à des boites en verres.

Après préparation l'échantillon a été récupéré dans des boites en verres ; immédiatement l'échantillon a été transporté dans une glacière au niveau du laboratoire pour y être analysé.

Sachant que, les Procèdes de fabrication de notre Jben s'effectue selon la méthode révélée par (Nani, A. et Saadi Kil, 2006 ; Lahsaoui, 2009) ; et selon les traditions de notre wilaya de Khenchela (**Figure 05**).

Après préparations du Jben, on procède à l'évaluation de la qualité physico-chimique et biochimique de ces échantillons.

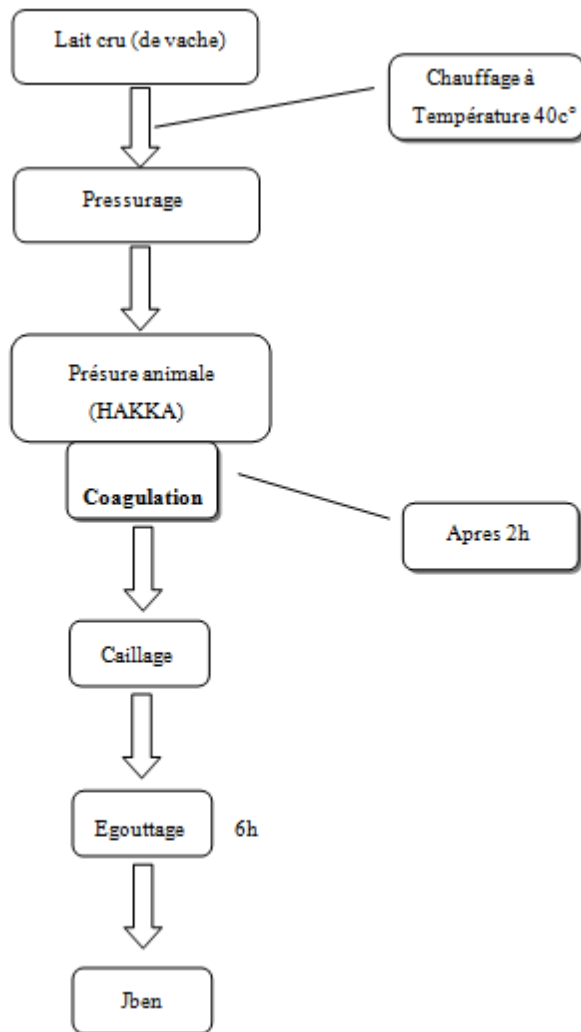


Figure 05 : Préparation d'un produit laitier traditionnel (Nani A. et Saadi Kil, 2006 ; Lahsaoui, 2009)

I.2.2. Analyses physico-chimiques

I.2.2.1. Détermination du pH

Le pH est le potentiel chimique des ions H^+ dans une solution, c'est une mesure de l'acidité de la solution, Il est mesuré à l'aide d'un pH mètre. Avant chaque mesure, l'électrode du pH-mètre est nettoyée avec de l'eau de robinet, puis rincée à l'eau distillée et séchée avec du papier buvard. Un contrôle sur la fiabilité du pH-mètre est effectué avant chaque mesure, par étalonnage de l'appareil à l'aide de deux solutions tampons de pH connus (4,00 et 7,00).

-Mode opératoire :

10g d'échantillon « Jben » ont été homogénéisé avec 90 ml d'eau distillée. Le pH a été déterminé en utilisant un pH-mètre numérique. La mesure a été faite en introduisant le bout de l'électrode dans le produit laitier jusqu'à stabilisation de la valeur du pH qui s'affiche sur

l'écran. (Owusu-Kwarteng et al, 2012)

I.2.2.2. Détermination de l'acidité titrable (Dornic)

L'acidité du lait ou d'un produit laitier est la quantité d'acide lactique libérée par transformation du lactose en acide lactique en présence des bactéries lactiques, le principe repose sur le titrage de l'acide lactique par une solution alcaline (NaOH, N/9) en présence d'un indicateur de couleur qui est la phénolphthaléine à 1 % (p/v), (1 ml de NaOH (N/9) correspond à 0,01 g d'acide lactique pour cent).

-Mode opératoire :

Pour le dosage de l'acidité de chaque échantillon de Jben, une masse de 09g de Jben est placée dans un récipient. Un volume 20 ml de l'eau distillée est ajouté et mélangé à faible vitesse pour l'homogénéisation. Le mélange est titré par une solution de NaOH (0,1N) jusqu'au virage au rose, en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré (**Barbano, 1986**).

-Expression des résultats :

La valeur de l'acidité du Jben est obtenue par la formule suivante :

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

- **A** : quantité d'acide lactique en (g/l)
- **V** : volume de la solution de NaOH utilisé (ml)
- **V'**: volume de l'échantillon (ml)

Pour obtenir l'acidité titrable en degrés Dornic (°D), la valeur de A est multipliée par 10 (**Guiraud, 1998**).

I.2.2.3. Détermination de la densité

Pour une même espèce la densité n'est pas constante. Elle dépend de la richesse du lait en éléments dissouts et en suspension ainsi que de la teneur en matière grasse. Elle est également variable en fonction de la température (**Seydi, 2004**).

-Mode opératoire :

La densité est déterminée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre étalonné de manière à donner la densité de l'échantillon à analyser dans lequel il flotte. 9 g du Jben plus 20 ml d'eau distillé sont met a agitation jusqu'à l'homogénéisation de mélange, une quantité de ce mélange est introduite dans une éprouvette de 100 ml en position vertical dans un bain à 20°C, dans laquelle on plonge le lactodensimètre. Après stabilité de ce dernier, on procède à la lecture de la densité directement sur l'appareil, il est recommandé d'effectuer plusieurs lectures. Pour cela, sortir le densimètre, le laver à l'eau distillée, l'essuyer soigneusement avec

un linge fin puis refaire les mêmes opérations que précédemment (Mathieu, 1998).

I.2.3. Analyses biochimiques

I.2.3.1. Rendement

Le rendement fromager (**Rf**) représente le pourcentage du poids total du fromage (kg) par rapport au poids initial du lait (kg) (Libouga *et al*, 2006). Il est calculé comme suit:

$$\text{Rendement Rf \%} = \text{Pf} / \text{Ql} \times 100$$

- **Pf** : le poids du fromage après la maturation (kg)
- **Ql** : la quantité initiale de lait utilisée (kg)

I.2.3.2. Détermination de la matière sèche

On entend par matière sèche d'un fromage, le résidu solide entièrement déshydraté et constitué essentiellement par la matière protéique et de matière grasse, la matière sèche ainsi définie et déterminée par séchage d'une prise d'essai pesée et mélangée avec du sable par chauffage dans une étuve réglée à 102°C (JORA N°25 :2014).

-Mode opératoire :

Une capsule contenant 20 g de sable marin et une baguette en verre est placée pendant une heure dans l'étuve à 103°C puis refroidie dans le dessiccateur, 5 g de prise d'essai sont alors ajoutés dans la capsule et mélangés intimement au sable à l'aide de la baguette en verre; le tout est étuvé pendant 24 heures à 102°C (peut aller jusqu'à 48h). La pesée est effectuée après refroidissement dans un dessiccateur et une fois l'échantillon atteint un poids constant l'extrait sec est calculé (AFNOR NF V 04-282 in Agioux *et al*, 2003).

-Expression des résultats :

La matière sèche exprimée par rapport au poids humide est par formule :

$$\text{MS\%} = \text{M-m/E} \cdot 100$$

- **M** : masse de la capsule sable et baguette et prise d'essai après dessiccation (g)
- **m** : masse de capsule sable et baguette en verre après dessiccation (g)
- **E** : masse de prise d'essai (g)

I.2.3.3. Détermination de l'humidité

La teneur en eau appelé aussi taux d'humidité s'exprime en pourcentage de masse de produit elle est déterminée selon l'équation (Quseam *et al*, 2009):

$$\text{H\%} = 100 - \text{EST}$$

- **EST** : Extrait sec totale

I.2.3.4. Détermination de la matière grasse**-Définition**

La matière grasse du Jben se compose principalement de glycérides (99%), de phospholipides, de cérebrosides, du cholestérol et des acides gras libres (**Carole, 2002**). La matière grasse dans le Jben est déterminée par la méthode de Soxhlet (**Mennane et al, 2007**). Elle est basée sur le même principe de la méthode Rose Gottlieb (FIL 9C; AOAC905-02) qui consiste à une extraction de la matière grasse par un solvant organique (éther de pétrole, hexane, chloroforme.....) après sa libération par traitement alcalin (**Amiot et al, 2002**).

-Principe

-Attaque du fromage traditionnelle Jben par l'acide chlorhydrique ($d = 1,125$).

-Séparation de l'insoluble par filtration suivie de séchage.

-Extraction de cet insoluble par éther de pétrole suivie d'évaporation du solvant et pesée du résidu.

- Mode opératoire**❖ Attaque chlorhydrique**

-Peser 1g de fromage (Jben) dans une fiole conique; noter la masse **me**.

-Ajouter à la prise d'essai 20 ml d'acide chlorhydrique.

-Porter la fiole obturée par un petit entonnoir sur l'orifice du bain d'eau bouillante et l'y maintenir pendant trente à quarante minutes, en agitant de temps en temps.

-La température du milieu doit atteindre 80°C à 85°C. Rincer ensuite le col de la fiole et son obturateur avec 10 à 15 ml d'eau chaude.

❖ Filtration

-Disposer dans un entonnoir deux filtres plats emboîtés et inversés.

-Mouiller les filtres avec de l'eau puis filtrer le contenu chaud de la fiole.

-Laver la fiole et les filtres à l'eau bouillante jusqu'à disparition de l'acidité du dernier filtrat. Il est recommandé de ne pas dépasser 400 ml de filtrat.

-Laisser égoutter les filtres, puis les sécher complètement soit à l'air libre, soit à l'étuve pendant une heure. Les filtres peuvent être laissés dans l'entonnoir en les décollant de la paroi ou être transférés dans un cristalliseur à bec (diamètre 100 mm environ).

❖ Extraction

-Peser à 1 mg près une fiole rodée; noter la masse **m0**.

-Envelopper les filtres dans une capsule (cartouche) neuve et l'introduire dans la cellule d'extraction de l'appareil (Soxhlet). Mettre en place la fiole rodée.

-Rincer avec le solvant (éther de pétrole) l'entonnoir et le cristalliseur, en introduisant ce solvant dans l'appareil.

-Procéder à l'extraction avec du 500 ml d'éther de pétrole pendant 04 heures à un jour

-Distiller presque totalité du solvant de la fiole.

-Éliminer par évaporation à l'air libre ou dans l'appareil (rot vapeur) la plus grande partie du solvant résiduel. Placer ensuite la fiole en position inclinée dans l'étuve et l'y maintenir pendant quarante-cinq minutes. Placer la fiole dans un dessiccateur le temps de ramener à température ambiante et peser à 0.5 mg près.

-Reprendre la séquence séchage-refroidissement

-pesée jusqu'à ce que deux pesées ne diffèrent pas plus de 1 mg ; noter la masse **m1**.

-Généralement, un seul séjour de 45 minutes est suffisant. Dans le ras d'une reprise de masse par Fanny Demay BTS Bio Analyses et Contrôles 2/5 oxydation, le chiffre à retenir est celui de la masse minimale.

-Expression des résultats

La teneur en matière grasse est donnée par les relations suivantes:

$$(1) \text{ Matière grasse en \% m/m} = ((m1 - m0) / me) \times 100$$

$$(2) \text{ Matière grasse sur sec en \% m/m} = [((m1 - m0) / me) \times 100] \times \% \text{de matière sèche.}$$

I.2.3.5. Dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl

La teneur en azote totale est déterminée par la méthode de Kjeldahl. Elle consiste à détruire toute trace de matières organiques par l'acide sulfurique concentré en ébullition avec formation de sulfate d'ammonium puis de l'ammoniaque. Ce dernier déplacé par une base (la lessive de soude), est entraîné par la vapeur d'eau dans une solution d'acide fort (**Hamon et al, 1990**). La teneur en azote est multipliée par un facteur (6.38 pour les produits laitiers), dépendant de la nature du produit, donne la teneur en protéines.

-Mode opératoire

❖ Minéralisation

- Introduire dans un ballon Kjeldahl ou matras 1g de fromage traditionnel (Jben).

-Ajouter deux tablettes de pastilles (Kjel-tabs CM, VELP, AA50) dans chaque ballon. (Chaque tablette contient 3,5 g de sulfate de potassium K₂SO₄ et 0,1 g de sulfate de cuivre II hydraté CuSO₄).

-Ajouter 15 à 17 ml d'acide sulfurique concentré 96-98 %.

-Il est nécessaire d'effectuer un essai à blanc pour chaque digestion.

-Agiter et placer les dans le minéralisateur (dispositif de chauffage) et démarrer la

minéralisation (4H à 420°C). Cette étape vise à convertir la totalité de l'azote organique en ions ammonium (NH₄⁺). Les molécules organiques sont décomposées par oxydation pour donner principalement du CO₂ et de l'eau. L'azote organique, quant à lui, est converti en sulfate d'ammonium (NH₄)₂SO₄ sous une hotte d'absorption des vapeurs (la solution passe du blanc au noir).

- Chouffer jusqu'à l'obtention d'un minéralisa jaune (l'azote a été transformé en NH₄⁺).
- Laisser refroidir les tubes et boucher pour éviter tout contact avec les vapeurs ammoniacales présentes dans le laboratoire. Puis ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine à 1%.

❖ Distillation

- Laisser refroidir les matras à la fin de la minéralisation.
- Les étapes de la distillation se déroulent sur le distillateur automatique (UDK 126 D –VELP scientifica)
- Alcaliniser le contenu du matras avec 20 à 30 ml de soude à 40% adapté aussitôt à l'appareil de distillation
- L'allonge du réfrigérant est ajustée de façon à ce qu'elle plonge au fond d'un bêcher dans lequel sont introduits 30 ml de solution d'acide borique (H₃BO₃) 40% avec 50ml d'eau distillé et quelque gouttes de la indicateur coloré Tashiro.
- L'ammoniac collecté entraine une alcalinisation de la solution qui vire du rose au jaune.

❖ Titrage

- La titration de l'ammoniac se fait avec l'acide chlorhydrique (0,1 N) présence d'indicateur coloré « Tashiro ». Titrer avec de l'acide chlorhydrique 0,1 N jusqu'à virage de l'indicateur à sa teinte acide (couleur rose violet)
- Pour apprécier la teneur en matières azotées totales la teneur en azote estimée par digestion de l'ensemble de l'échantillon est multipliée par un coefficient approprié qui est de 6,38 au lait et produits laitiers (**Audigie et al, 1984 ; FAO., 1997**).

-Expression des résultats :

La teneur en azote exprimé en masse du produit (g / 100 g d'échantillon) est égale à :

$$(V1-V0) \times N \times 0.014 \times 100 / m$$

- **V0** : le volume, en ml de la solution d'acide chlorhydrique utilisée pour l'essai à blanc (ml)
- **V1** : le volume, en ml de la solution d'acide chlorhydrique utilisée pour la prise d'essai (ml)
- **N** : la normalité de la solution d'acide chlorhydrique utilisée lors du titrage=0.1 N
- **m** : la masse de la prise d'essai (g)

I.2.3.6. Dosage des protéines par la méthode de LOWRY

Le dosage des protéines totales se fait par la méthode décrite par LOWRY et *al.*, (1951) (**Baros et Malacata, 2006**). La méthode de Lowry est une technique basée sur deux étapes, premièrement, la réaction de Biuret qui consiste à la réduction du cuivre (Cu²⁺ au Cu⁺) par les protéines dans une solution alcaline, suivie par une réaction au réactif de Folin-Ciocalteu Ce dernier, à base d'acide phosphomolybdo-tungstique réagit avec la tyrosine le tryptophane et dans une moindre mesure avec la cystéine et l'histidine, pour donner une coloration bleue. Les espèces réduites absorbent la lumière à 750 nm. A cette longueur d'onde, le spectrophotomètre donne une valeur de densité optique (DO) qui permet de déterminer la concentration en protéines de l'échantillon analysé en se référant par projection à une courbe d'étalonnage DO=f(c) où l'albumine sérique bovine (BSA) commerciale est utilisé comme protéine étalon. (**Annexe 03**).

-Mode opératoire

Selon Guillou et *al.* (1986)

Réactifs pour le dosage des protéines :

* solution alcaline A :

- soude 0,1 N (2 g /500ml)500 ml
- carbonate de sodium Na₂CO₃.....10 g

* solution cuivrique B :

- sulfate de cuivre (0,32 g/100ml)2 ml
- tartrate de Na et K (1g/100 ml)2ml

* solution C :

- solution A 50 ml
- solution B1ml

-Préparation des échantillons

- Peser 2 g de fromage traditionnel puis ajouter 20 ml d'eau distillée jusqu'à l'homogénéité.
- Ajouter à 1 ml d'échantillon, 5ml de solution C et mélange.
- laisser au repos 10 minutes à T° ambiante.
- ajouter 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu.
- laisser 30 minutes à l'obscurité et lire la DO à 750 nm au spectrophotomètre UV visible contre un blanc.

I.2.3.7. Détermination de la matière minérale

La détermination de la matière minérale dans le fromage a été réalisée selon la norme

NF ISO 8070(AFNOR 2004) cité par (Othman 2011).

-Mode opératoire

5 g de fromage ont été incinérées dans un creuset à une température de 550°C dans un four à moufle pendant 6 heures, par la suite les cendres contenues dans les creusets ont été transférées dans un dessiccateur puis pesées par une balance de précision.

-Expression des résultats :

La teneur en cendre est déterminée par la formule suivante:

$$\text{MM \%} = (\text{Mv} - \text{M0}) / \text{P} \times 100$$

- **Mv**: masse à vide du creuset plus celle des cendres (g)
- **M0** : masse à vide du creuset (g)
- **P** : poids du fromage (g)

I.2.3.8. Indice du fromage (Jben)**I.2.3.8.1. Détermination d'indice d'acidité**

L'indice d'acide d'un corps gras est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides libres contenus dans un gramme d'échantillon (AFNOR., 1986). L'indice d'acide permet aussi de mesurer la quantité d'acides gras libres résultant des réactions d'hydrolyse et d'oxydation des triglycérides.

-Mode opératoire:

- Peser 1g de Jben et on l'introduire dans un Erlenmeyer en verre.

-Ajouter 5ml d'éthanol à 95% et 5 gouttes de phénolphtaléine (PP) à 0.2%.

-Neutraliser en ajoutant une solution éthanolique de KOH (0.1 mol/l) jusqu' à l'obtention d'une couleur rose (AFNOR, 1986).

-Expression des résultats :

Le calcul de l'IA est donne par la formule suivant:

$$\text{IA (mg KOH/g)} = 5.61 \times \text{V/M}$$

- **V** : volume de la solution éthanolique de KOH (0.1mole/l) utilisée par le titrage (ml)
- **M** : masse de Jben (g)

I.2.3.8.2. Indices de saponification (IS)

C'est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium (+9KOH) nécessaire pour neutraliser les acides libres et pour saponifier les acides gras combinées (ester) présents dans un gramme de fromage (AFNOR., 1982).

-Mode opératoire :

-Peser 1g de fromage dans un ballon et ajouter 25 ml de potasse alcoolique de concentration 0.5mol/l.

-Porter à l'ébullition dans un bain marie pendant 45 à 60 minutes.

-Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 0.2 %.

-Doser l'excès de potasse par l'acide chlorhydrique de concentration 0.5 mol/l en agitant constamment jusqu'à virage à l'incolore de la phénolphtaléine.

-Effectuer dans les mêmes conditions un essai à blanc.

-Expression des résultats :

Le calcul de l'IS est donné par la formule suivante:

$$\text{IS (mg KOH/g)} = ((V_0 - V_1) \times C (\text{HCl}) \times M (\text{KOH}) / m$$

- **V₀**: volume versé au témoin (ml)
- **V₁**: volume de l'essai (ml)
- **m**: masse d'échantillon exactement pesée (g)
- **C (HCl)**: concentration de la solution d'acide chlorhydrique (mol/l)
- **M (KOH)**: masse molaire du KOH (g/mol)

II. Résultats et discussion

II.1. Analyse physico-chimique du « Jben »

Le tableau suivant regroupe les résultats relatifs aux caractéristiques physico-chimiques de quatre échantillons de « Jben » fabriqué par al hakka.

Tableau 07: Résultats des analyses physico-chimiques des quatre échantillons de «Jben».

Paramètre Échantillon	pH	Acidité Titrable (°D)	Densité
E1	6.48	125	1.019
E2	6.51	94.64	1.019
E3	6.66	91.07	1.023
E4	6.32	114.28	1.022
Moyenne	6.49±0.13	106.24±16.13	1.020±0.002

II.1.1. Le pH

D'après les résultats dans (**le tableau 07**), la mesure du pH des quatre échantillons est compris entre 6,32 et 6,66 avec un moyen de 6.49±0.13, nos résultats sont globalement proches à ceux rapportés par Bensmail et *al* (2013) (6.33), par Møller et *al* (2012) (6.32) et Belyagoubi et Abdelouahid (2013) (6,38), ils sont élevés à ceux rapportés par certains auteurs du Maroc lors de l'étude du fromage Jben à savoir 4.2 (Hamama et *al.* 1995), Cette augmentation enregistrée dans la valeur moyenne du pH des échantillons étudiés est liée principalement au mécanisme de coagulation utilisé.

D'après Gorban et Izzeldin (1997), le pH et le gout du lait peuvent être affectées par l'alimentation et l'état de sanitaire de la mamelle (Mathieu, 1998). C'est pour ça nous avons remarqué une différence pour les valeurs de pH des quatre échantillons analysés.

II.1.2. L'acidité Dornic

D'après les résultats indiqués dans (**Tableau 07**), la mesure de l'acidité en degrés Dornic a donnée des valeurs comprises entre 91.07°D et 125°D avec un moyenne de 106.24°D. Ces résultats sont plus proches de celles révélées par Hamama et Bayi (1991) soit

104°D, 124°D (Kouniba et *al*, 2007) lors de l'étude du fromage marocain Jben, 76 à 97°D (Rhiat et *al*, 2013) et 95°D (El Marnissi et *al*, 2013) d'autre part nos résultats sont légèrement supérieurs à ceux rapportés par d'autres auteurs, Bendimerad (2013) a enregistré des valeurs moyennes qui varie de 88.25 à 88.5°D dans le fromage Jben algérien.

D'après Eck et Gillis (1997), l'acidité est le premier facteur intervenant dans la saveur du fromage à pâte fraîche. Il est à signaler que le pH et l'acidité dépendent des conditions hygiéniques (lors de la traite), de la flore microbienne totale et son activité métabolique, ainsi que de la manutention du lait (Labioui et *al*, 2009).

II.1.3. La densité

Ce paramètre a été mesuré à 20°C, les échantillons du Jben présentent des densités très proches, allant de 1.019 à 1.023 avec une moyenne de $1,020 \pm 0,002$, les fluctuations autour de la moyenne sont très faibles avec un écart type de (0,002). On note que les deux échantillons ont une densité moyenne inférieure à la norme FIL AFNOR du lait (1,030-1,032) et proche à celui cité par Benkkeroum et *al*, (2004).

D'après Ouadghiri (2009), la différence trouvée dans les paramètres physico-chimique des différents Jben étudiés peut être due à plusieurs facteurs tels que la méthode de préparation, le type de lait utilisé, la date de préparation du fromage et au type d'alimentation données aux animaux.

II.2. Analyses biochimiques

Le tableau suivant regroupe les résultats des valeurs moyennes et les écarts types relatifs aux caractéristiques biochimiques de quatre échantillons de « Jben » fabriqué par présure animale (Hakka).

Tableau 08: Résultats des analyses biochimiques.

Echantillon	Moyenne	Ecart-type
Paramètre		
Rendement	31,87	5,10
Cendre g/100g	1,16	0,22
Humidité %	67,83	5,32
M sèche %	31,98	5,39
M azotée g/100g	2,46	0,24
Protéine %	15,65	1,58
M graisse %	26	/
indice d'acide	16,26	1,02
indice de saponification	178,26	28,73

II.2.1. Le rendement

Le rendement fromager, défini comme la quantité du fromage fabriqué par 100 litres du lait cru, les résultats de ce paramètre sont compris entre 27% et 39% avec une moyenne de 31.87%, ces derniers sont supérieurs aux résultats révélés par (Noutfia et *al*, 2016) dont la teneur est d l'ordre de 18.6%, et (Kouniba et *al*, 2007) qui avance des moyennes respectives de 17,3 et de 23,8%.

Selon (Maubois et Mocquot, 1971), le rendement fromager est conditionné à la fois par la teneur en protéines et en matière grasse, et ceci plus particulièrement pour les fromages frais.

Les résultats rapportés par Colin et *al* (1992) montrent que 77% des variations du rendement fromager frais sont expliqués par les taux protéiques et taux butyreux. Ces derniers constituent des critères pertinents de la détermination du Le rendement fromager.

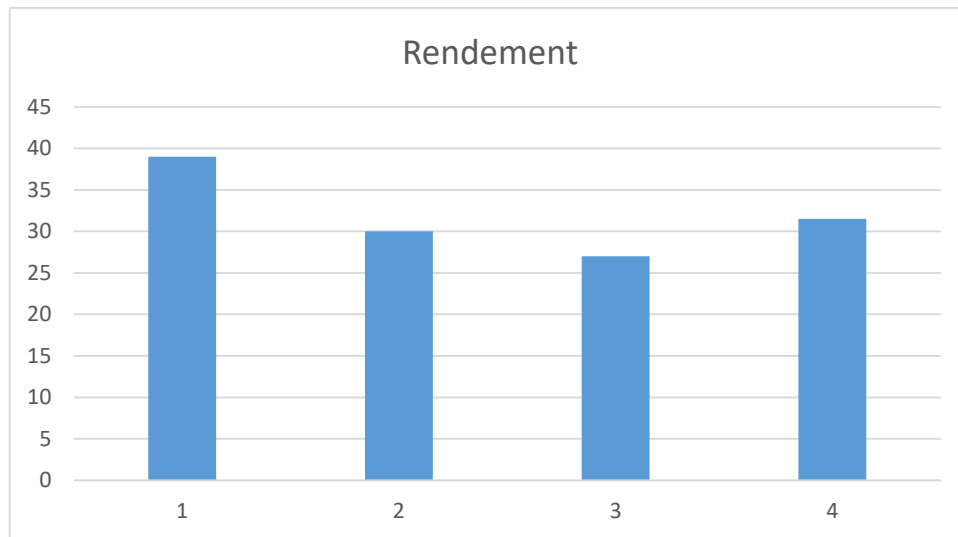


Figure 06: Le rendement des échantillons de Jben analysés.

II.2.2. La teneur en matière sèche

La teneur en matière sèche diffère d'un échantillon de fromage à l'autre, nous avons enregistré des valeurs dans l'intervalle 27,76% à 39,9% avec une moyenne de $31,98 \pm 5,39$.

Nos résultats illustrés dans la (**figure 07**) concordent avec ceux rapportés par d'autres auteurs ; 39,8 à 48,2% (Dib *et al*, 2010), Hamama *et al* (1995) 35,5%, Bendimerad (2013) (28,5 et 29,3%), également Selon Hamama et Bayi (1991), la teneur en matière sèche du fromage marocain est 37,5%. D'autre part, les valeurs moyennes de la teneur du Jben en matière sèche pour nos échantillons sont faibles à celles avancées par Bensmail *et al* (2013) soit 47,9%.

Selon Alais (1984), le taux d'extrait sec varie d'un type de fromage à un autre et dépend d'une part de la composition initiale du lait et d'autre part de la manière dont sont effectués la coagulation et l'égouttage et la quantité de lactosérum enlevée déterminent la composition du caillé.

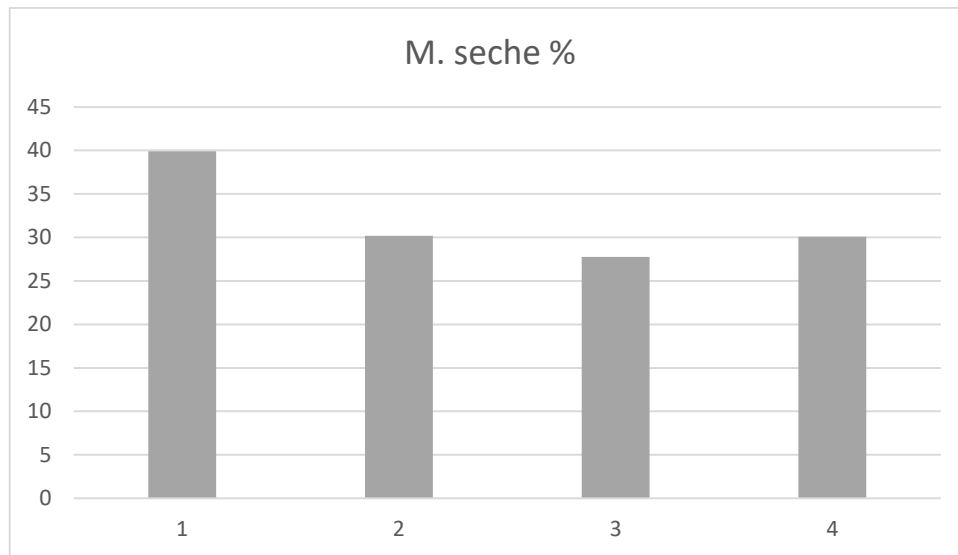


Figure 07: Matière sèche des échantillons de fromage

II.2.3. L'humidité

Les résultats enregistrés dans la (**figure 08**) montrent que la teneur en humidité diffère d'un échantillon à l'autre, elle varie de 60.1% à 72.24% avec une moyenne de 67.83 ± 5.32 .

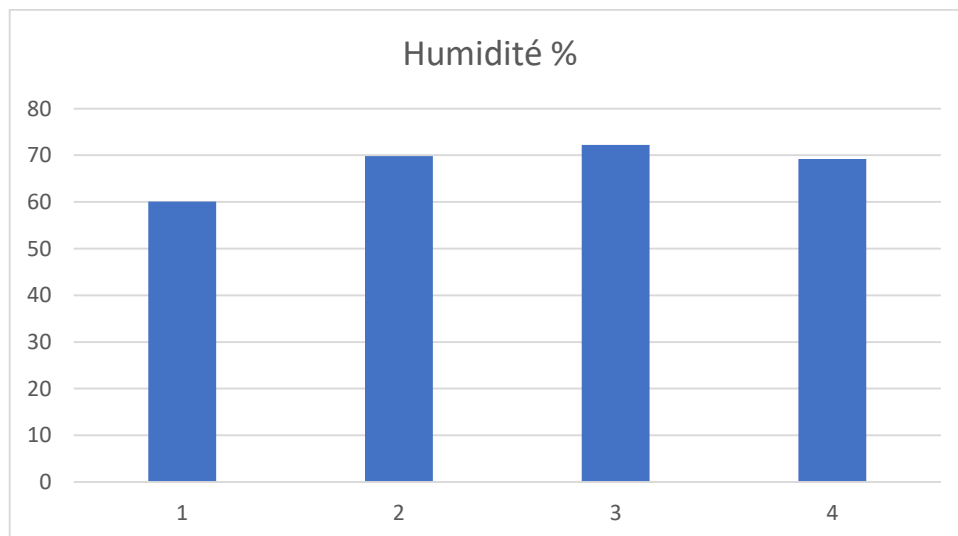


Figure 08: L'humidité des échantillons de Jben analysées.

Nos résultats sont proches de ceux rapportés par Bendimerad (2013) (entre 70.8 et 71.5%) lors de l'étude d'un fromage type Jben algérien, et par Hamama (1997) concernant le Jben traditionnel (62,5%) et par Benkkeroum et Tamime (2004) concernant le Jben produit dans la zone du Nord Marocain (64,4%).

Sachant que, la durée d'égouttage, la teneur en MS du lait ainsi que la conduite de la coagulation ont une grande influence sur la fraction humide du fromage.

II.2.4. La teneur en matière grasse

D'après les résultats obtenus, la quantité de la MG est de l'ordre de 26%, nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par d'autres auteurs (de 21.6 à 28% selon Kurultay et *al* (2000), 28.57% selon Boivin-Piché (2014) et de 24.75 à 29% selon Vioque et *al* (2000)). D'autre part, ces résultats sont légèrement supérieurs aux valeurs rapportées par Abdelaziz et Ait Kaci (1992) qui est de 18,72%, Guetouache et *al*, 2015 qui est de 16.83%, Benkkeroum et Tamime (2004) dont la moyenne était de 16.5%. Dans le fromage Jben marocain, la valeur moyenne en matière grasse égale à 16.47 (Hamama et Bayi 1991) et à 18.3% (Hamama et *al*, 1995).

L'écart entre ces moyennes peut s'expliquer par la différence de la composition en matière grasse du lait utilisé pour la fabrication, il faut souligner que le mode de fabrication, dont l'égouttage et le passage de la matière grasse vers le lactosérum peut engendrer la diminution de la quantité de la MG dans le fromage. Lors de la formation du caillé, la MG reste entrapée dans le réseau protéique, les pertes de matière grasse peuvent atteindre de 4 à 20 % de la teneur de MG initiale. (Vingola, 2002)

II.2.5. la teneur en azote total

A la lumière des résultats obtenus lors de notre travail, La valeur moyenne de l'azote de Jben fabriqué par présure animale sont dans l'intervalle 2.17 à 2.7 g/100g avec un moyenne de 2.46 ± 0.24 . Les résultats consignés dans (**le tableau 08**) que ces teneurs sont supérieures à celles observées par Berthier (1,11 g/100g) et celles trouvées par El Marrakchi et Hamama (1,64 g/100g).

Des variations de la teneur azotée de l'alimentation font varier la composition physico-chimique du lait au niveau des fractions azotées en affectant également sa composition minérale (Lefrileux et *al*, 2009).

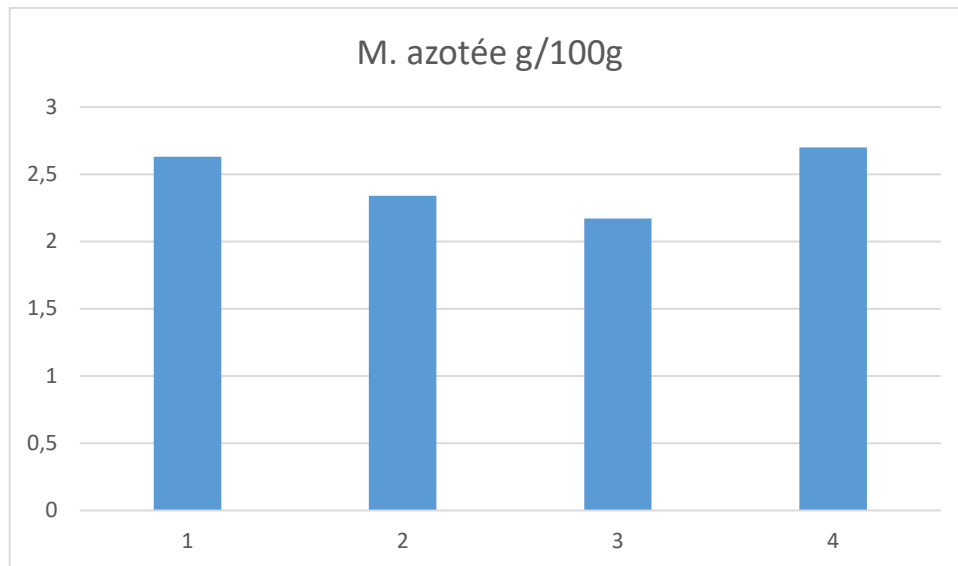


Figure 09: La teneur en matière azotée des échantillons fabriqués

II.2.6. La teneur en protéine

Les valeurs révélées pour la teneur en protéines des échantillons de fromage varient entre 13.8% et 17.22% avec une moyenne de 15.65 ± 1.58 .

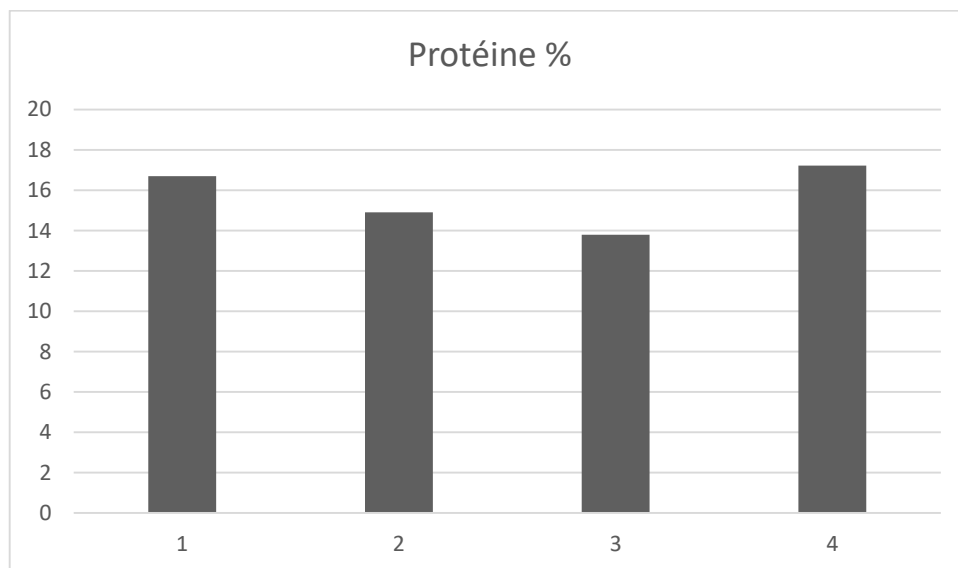


Figure 10: la teneur en protéine pour les échantillons de Jben fabriqués

Nos résultats illustrés dans la figure sont proches de ceux rapportés par Hamama et Bayi (1991) et par Hamama et *al*, (1995) qui ont enregistré une valeur moyenne égale à 15.2% et 15.8%, respectivement dans le fromage Jben marocain. Ces valeurs se situent dans l'intervalle donnée par Favier A (1987) pour les fromages frais à base de lait de vache qui est de 8,4 à 14,6 g/100g de fromage humide. Ce taux élevé de protéines signifie qu'il n'a pas eu de pertes

de caséines dans le lactosérum, ce qui témoigne de l'agrégation complète des micelles de caséines déstabilisées.

Les protéines jouent un rôle très important dans la texture du fromage (Othman 2011). Leur valeur augmente progressivement avec la diminution de la teneur en matières grasses et celle de l'humidité du fromage. En revanche, il existe une relation proportionnelle entre la teneur en protéines et celle en matière sèche du fromage (Bulca et al, 2004; Guinee et al, 2006).

II.2.7. la teneur en matière minérale

La détermination de la teneur en matière minérale nous éclaire sur la qualité nutritionnelle de l'échantillon à analyser. En effet, la teneur en cendres des aliments doit avoir un seuil à ne pas dépasser pour la consommation humaine et animale (Gaouar, 2011).

Le taux moyen de cendres est de $1.1 \pm 0.22 \text{g}/100\text{g}$, ces résultats se coïncident à plusieurs travaux notamment ceux décelés par Noutfia et al, (2016) et par Hamama et al, (1995). D'autre part nos valeurs moyennes de cendres sont très faibles à celles décelées par Kouniba et al, (2007). Cependant, nos résultats sont faibles par rapport à ceux rapportés par Othman (2011) (4.25%). D'après Hamama and Bayi (1991), une valeur moyenne inférieure a été enregistré (0.54%) dans le fromage Jben marocain.

Les teneurs en cendres peuvent varier considérablement avec la technologie utilisée, en particulier le type de coagulation (Dillon et Berthier, 1997) et peut être due à la différenciation de la race des vaches ; cela peut être confirmé par les résultats de Dossou et al, (2016) où le taux de cendres varie de 1-5% selon les différentes races des vaches.

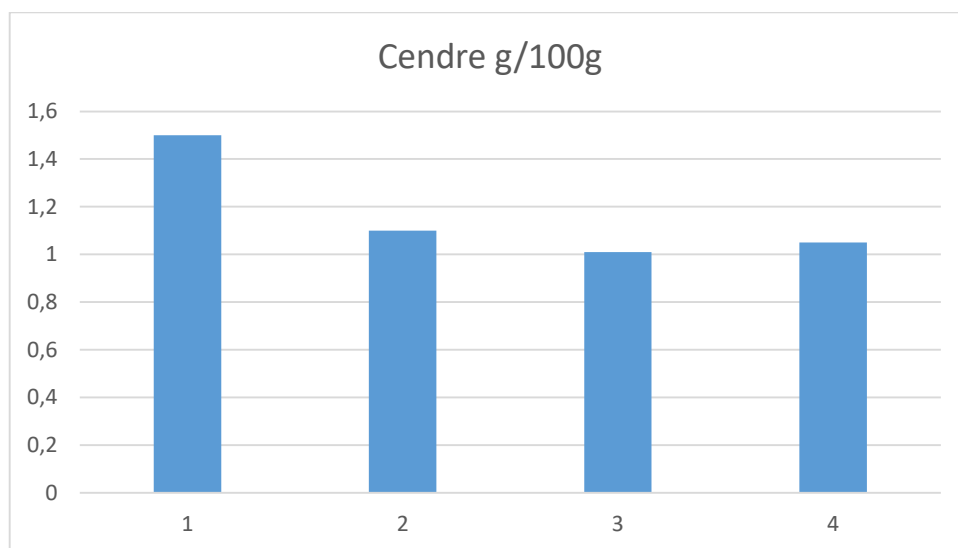


Figure 11: la teneur en cendre de Jben

II.2.8. Indice du fromage (Jben)

Les résultats illustrés dans la figure montre que :

Les teneurs d'indices d'acides se situent entre 15.14 et 17.39 avec une moyenne de 16.26 ± 1.02 , ces résultats s'insèrent dans la fourchette des travaux décelés par (Wolff J.P, 1968) qui a signalée des indices d'acidité plus élevés, pouvant aller jusqu'à $25,39 \pm 8,36$ mg de KOH par gramme de matière grasse butyrique.

Les teneurs d'indices de saponification des fromages se situent respectivement entre 154 et 210 avec une moyenne de 178.2 ± 28.73 , ces valeurs sont légèrement proches à celles évoquées par (Williams, 1966) renseigne des valeurs oscillant entre 215 et 235, et inférieurs par (Wolff J. P, 1968) qui renseigne des valeurs comprises entre 226 et 232.

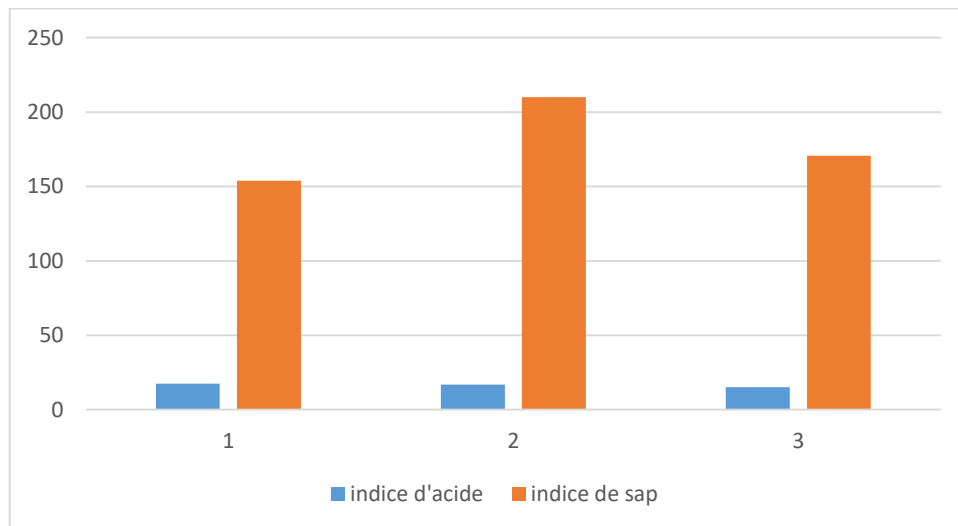


Figure 12: La teneur des indices de Jben

Conclusion

Les produits laitiers traditionnels sont les produits historiques du dynamisme social et économique des communautés rurales féminines. En Algérie ont une longue histoire et ils sont traditionnellement fabriqués par des processus anciens à partir du lait ; parmi ces produits le fromage ; les fromages traditionnels sont peu connus, non entièrement recensés et aussi peut étudiés.

Par cette recherche, nous apportons notre contribution à la fabrication et la caractérisation physicochimique et biochimique du fromage traditionnel algérien Jben. Il s'agit d'une pratique traditionnelle ancestrale qui fait partie du patrimoine culturel algérien, ce fromage traditionnel fabriqué à partir de lait de vache par utilisation de la présure animale comme agent de coagulation par un procédé traditionnel de fabrication.

Sur le plan physico-chimique on constate que le Jben est de bonne qualité parce que nous avons révélé des valeurs moyennes acceptables ; pH (6.49), une acidité Dornic égale à (106.24°D), densité est de l'ordre de (1,020).

Quant aux caractéristiques biochimiques, généralement nos résultats se situent dans la fourchette des valeurs citées par plusieurs auteurs ; le taux de matière sèche égale à (31.98%), le taux de matière minérale égale à 1.16%. Egalement notre fromage posséd une bonne valeur nutritionnelle ; dont la matière grasse égale (26%), la teneur en protéines de (15,65g/100g), et un taux d'azote totale de (2,46%). Le fromage que nous avons obtenu se caractérisé par un rendement non négligeable (31,87%).

Par ailleurs, nous savons depuis longtemps que la composition d'un aliment comme ce type de fromage traditionnel n'est pas constante d'un échantillon à l'autre et que de nombreuses sources de variation peuvent expliquer cette variabilité (La période de préparation, procédés de fabrication, l'alimentation des animaux, la présure utilisée).

En termes de perspectives, ce travail mériterait d'être complété par plus de recherches sur la composition détaillée de la matière protéique par l'utilisation des techniques approfondies comme chromatographie liquide haute performance (HPLC), dosage des acides gras par chromatographie en phase gazeuse couplée à La spectrométrie de masse (CG-MS).

Références

Bibliographiques

- Abedelaziz, S., Ait Kaci, F. (1992).** Contribution à l'étude physico-chimique et microbiologique d'un fromage traditionnel algérien fabriqué à partir du lait de chèvre le "Jben". Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Institut national agronomique d'El Harrach, Alger.
- Abid, Z. (2015).** Etude de l'activité antimicrobienne des souches de bactéries lactiques Agroalimentaire. Université Mentouri de Constantine, Algérie.
- Aboutayeb, R. (2009).** Technologie du lait et dérivés laitiers.
- AFNOR NF V 04-282 in Agioux et al, 2003).** Fromages et fromages fondus: Détermination de La Matière Sèche (Méthode De Référence).
- AFNOR. (1986).** Méthodes d'essai. Recueil des normes françaises.
- AFNOR. (2004).** Association Française de Normalisation. Chemical analysis.
- Aissaoui-Zitoun O. (2014).** Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien Bouhezza. Thèse de Doctorat. Zidoun M.N. Université Mentouri-Constantine. Algérie.173p
- Alais C., (1984).** Science de lait : principes des techniques laitières. 4ème édition. Sepaic. Paris.
- Alichanidis, E., and A. Polychroniadou. (2008).** "Characteristics of major traditional regional cheese varieties of East-Mediterranean countries: a review." Dairy Sci. Technol. 88:495-510
- Amiot et Coll., (2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait. Presses internationales polytechnique, Montréal, 1-73.
- Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., Simpson, R., Turgeon, H. (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 : P 600.
- Audigie, CL., Fegarlla., Zonszain, F. (1984).** Manipulation d'analyses biochimiques, Edit, Tec et Doc, Paris, 270p.
- Aurélié lafite du pont,** les différents laits et leur complexité, thèse 2011
- Bamouh .A, (2006).** Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N°142: 1-4P (p1).
- Barbano D.M., (1986).** Titratable acidity and lactose/galactose determination of cheese. J. Dairy Sci., 68, 50-57.

- Barillet, F, Boichard, D, (1987).** Studies on dairy production of milked ewes. I. Estimates of genetic parameters for total milk composition and yield. *Genet. SelEvol*, 19, 459-474.
- Barros R.M., Malcata F.X., (2006).** Molecular characterization of peptides released from beta- lactoglobulin and alpha-lactalbumin via cardosins A and B. *J Dairy Sci.*, 89, pp: 483-494.
- Belyagoubi, L., Abdelouahid, D.E., (2013).** Isolation, identification and antibacterial activity of lactic acid bacteria from traditional Algerian dairy products. *Advances in Food Sciences*. 35(1):84 - 85
- Bencharif, A. (2001).** Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: états des lieux et problématiques. *Options Méditerranéennes Série B. Etudes et Recherches* 32: 25-45
- Bendimerad, N. (2013).** Caractérisation phénotypique technologique et moléculaire d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans des régions de l'ouest Algérien. Essai de fabrication de fromage frais type « Jben ».Thèse de doctorat, Université de Tlemcen. Algeria. PP 74-105.
- Benkkeroum, N., Tamime, A.Y. (2004).** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Lben, Jben, Smen) to small industrial scale. *Food Microbiol.* 21: 399–314.
- Bensmail S, Nouar H, Bouchenak K, Fazouane-naimi F. (2013).** Etude de l'aptitude fromagere d'un extrait enzymatique coagulant produit par *aspergillus niger* ffb1. *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn.* Vol 7(N°1):22.
- Bertrand, F. (1988).** Le fromage grand oeuvre des microbes. *Revue générale de froid*, (78)
- Beth .w, (1996).** Gide d'alimentation des vaches laitières. *Omaf. Divisions agricultures et affaire rurales*, Ag dex: 401/5, P38
- Bocquier, F ; Ligios, S ; et Casu, S., (1997).** Effet de la photopériode sur la production, la composition du lait et sur les consommations volontaires chez la brebis laitière. *Annales de Zootechnie*, (46) : P 427-438.
- Bocquier. F, Guitard. JP, (1997).** Estimation de la capacité d'ingestion et des phénomènes de substitution fourrage/ concentré chez les brebis Lacaune conduites en lots : compilation des données obtenues sur des rations à base d'ensilage. *Renc. Rech.Ruminants*, 4, 75-78.
- Boivin-Piché J. (2014).** Fabrication de fromages de type Cheddar à partir de laits de fromagerie concentrés en protéines et fortifiés en vitamine D: Université LAVAL, Québec, Canada.

- Bouadjaib Sarah. (2013).** Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie. Etude physico-chimique du produit laitier traditionnel du Sud algérien «Jben» Recherche du pouvoir antimicrobien des bactéries lactiques, université Abou BekrBelkaid.
- Brulé, G., Lenoir, J., Ramet J.P. (1997).** Les mécanismes généraux de transformation du lait en fromage, chapitre I, la micelle de caséine et la coagulation du lait. Pp. 7 à 39. Dans le fromage. Coord. Eck A., et Gillis J.C. 3^e édition Tec et Doc. Lavoisier. 875 P.
- Bulca S, Leder J, Kulozik U. (2004).** Impact of UHT or high heat treatment on the rennet gel formation of skim milk with various whey protein contents. *Milchwissenschaft* 59(1112):590-593
- Carole, (2002).** Science et technique du lait, 149p.
- Carole, L., Vignola (2002).** Science et technologie du lait. Edit. Fondation de technologie laitière du Québec Inc., Canada, 599p.
- Cayot, P, Lorient, D.** Structures et technofonctions des protéines du lait. Arilait Recherche, Lavoisier, Paris 1998.
- Colin O, Laurent F, Vignon B. (1992).** Variations du rendement fromager en pâte molle. Relations avec la composition du lait et les paramètres de la coagulation. *Le Lait* 72(3):307-319.
- Conde, H; Carre, J; Jussieu, P; Coude, R; (1968).** Cours d'agriculture moderne, édition: la maison rustique paris. P628.
- Coulon J-B. et Hoden A. (1991).** Maitrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod. Anim.*, 4 (5).pp: 361-367.
- Debry G., (2001).** Lait nutrition et santé .Tec et Doc Lavoisier Paris. Pp544-548. 566p
- Decaen. M. C, (1969).** Variation de la composition du lait". Dans : "Alimentation des vaches laitières. Centre de la recherche zootechnologique et vétérinaires de THEIX (I.N.R.A) Edité par l'institut technique de l'élevage. P 25-30.
- Derouiche M. et Zidoune M.N., (2015).** Caractérisation d'un fromage traditionnel, le Méchouna de la région de Tébessa, Algérie. *Livestock Research for Rural Development* 27 (11)
- Dharam et Narender (2007).** In-dian traditional dairy product: an over-view

- Dib H, Semaan EH, Abdallah GA. (2010).** Optimisation des conditions de production du halloum demi-écrémé. *Lebanese Science Journal* 11(1):45.
- Dillon JC., Berthier AM., (1997).** Le fromage dans l'alimentation. In : *Le fromage de la science à l'assurance qualité*, 3ème édition, Paris, PP. 713-724.
- Djoughri, K., 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.
- Dossou J.; Atchouké G. D. ; Dabadé D. S. ; Azokpota P. et Montcho J. K., (2016).** Evaluation comparative de la qualité nutritionnelle et sanitaire du lait de différentes races de vaches de quelques zones d'élevage du Bénin ; *European Scientific Journal* January 2016 Edition vol.12, No.3 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Pebers, P.A., Smith, F. (1956).** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *An al. Chem.*, (28): P 350-356.
- Eck A, Gillis JC. (1997).** Les agents de transformation du lait. *Le fromage*. 3ème éd: Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris.
- El Marnissi B, Belkhou R, Bennani L. (2013).** Caractérisation microbiologique et physicochimique du lait cru et de ses dérivés traditionnels Marocains (Lben et Jben). *Les technologies de laboratoire* 8(33).
- F. Barillet, D. Boichard.** Studies on dairy production of milking ewes I.-Estimates of genetic parameters for total milk composition and yield. *Génétique selection évolution*, INRA Editions, 1987, 19 (4).
- F.A.O., 1997 :** Alimentation et nutrition, 1997 : Manuel sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires Volume 14.Assurance de la qualité dans le laboratoire d'analyse chimique des aliments édition Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome.134p.
- FAO/OMS 1990 (1978 modifié).** *Codex Alimentarius* n° A-6. Chapitre 6: Fromage: Définition et Classification.
- FIL, (Fédération Internationale du Lait), (1996).** Lait et produit laitiers, Préparation des échantillons et des dilutions en vue de l'examen microbiologique. Document 122C.
- Foroutan A., Guo AC., Vazquez-Fresno R., Lipfert M., Zhang L., Zheng J.** Chemical Composition of Commercial Cow's Milk. *J Agric Food Chem* 2019; 67(17):4897-914.

- Fox P, Kelly A. (2006).** Indigenous enzymes in milk: Overview and historical aspects-Part 1. *International Dairy Journal* 16(6):500-516.
- Fredot, E. (2006).** *Connaissance des aliments*. Lavoisier. Londres- Paris-New York. P: 09-66.
- Fredot, E., (2005).** *Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique*, Tec et Doc, Lavoisier, 10-14 : P 397.
- Gast H, Maubois G and Adda J. (1969).** *Le lait et les produits laitiers en Ahggar*: Edition Arts et métier graphique. Paris.
- Gorban AM, Izzeldin OM. (1997).** Mineral content of camel milk and colostrum. *Journal of Dairy Research* 64(3):471-474.
- Goursaud J., (1985).** *Composition et propriétés physico-chimiques*. Dans *Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre*. Tome 1: Les laits de la mamelle à la laitière. Luquet F.M. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- Guillou ; Pélissier, J. P ; et Grappin, R., (1986).** Méthode de dosage des protéines du lait de vache. *Lait*, (66): P 143-175.
- Guinee T, O’Kennedy B, Kelly P. (2006).** Effect of milk protein standardization using different methods on the composition and yields of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* 89(2):468-482.
- Guiraud, J. P., (1998).** *Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits laitiers*. Edition DUNOD, Paris, 65.
- Hallal, A. (2001).** Fromages traditionnels algérien. Quel avenir ? *Revue agroligne* n° 14, Avril- Mai
- Hamama A, Bayi M. (1991).** Composition and microbiological profile of two Moroccan traditional dairy products: Rayeb and Jben. *International Journal of Dairy Technology* 44(4):118-120.
- Hamama A, El Marrakchi A, Mahi N, Abouddrar W. (1995).** Préparation du Jben pasteurisé à l'aide de levains lactiques sélectionnés. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires* 15(3):27-32.
- Hamama, A., (1997).** Improvements of the manufacture of traditional fermented products in Morocco: case of Jben (Moroccan traditional fresh cheese) In: *Emerging Technology Series Food Processing Technologies for Africa* (Dirar, H.a., Ed.): P 85–102. UNIDO, Vienna
- Hamon M., Pellin F., Guenet M. & Maauzier G., (1990).** *Abrégés chimie analytique. Méthodes spectrales et analyse organique*. Tome 3. 2eme édition. Masson. Paris. p:232-233.

Harrouz., Oulad hadj Youcef. (2007). La filière lait ; vers une nouvelle dimension de développement dans la vallée du M Zab et Metlili .Mémoire Ing .ITAS Ouargla, p108.

Hoden, P., Coulon, H. (1991). Composition chimique du lait

Irlinger F, Mounier J. (2009). Microbial interactions in cheese: implications for cheese quality and safety. *Current Opinion in Biotechnology* 20(2):142-148.

James Owusu-Kwarteng., (2012). Department of Applied Biology, Faculty of Applied Sciences, University for Development Studies, P. O. Box 24, Navrongo, Ghana. Département of Applied Biology.

Jean C., et Dijon C., (1993). Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.

Jensen, Rg, Newburg, DS. Bovine milk lipids. In: JENSEN, RG. Handbook of milk composition. Academic Press, San Diego, 1995, 543-575.

Jespersen, L. (2012). Identification of lactic acid bacteria isolated during traditional fura

Journal Officiel de la république Algérienne Démocratique et Populaire, (1993): Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 Aout 1993 relatif aux spécifications et la présentation de certain lait consommation.

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

Kjeldahl J., (1883). A new method for the estimation of nitrogen in organic compounds. *Z Anal*

Kouniba A, Berrada M, El Marrakchi A. (2007). Etude comparative de la composition chimique du lait de chèvre de la race locale Marocaine et la race alpine et évaluation de leur aptitude fromagère. *Revue Méd. Vét* 158(03):152-160.

Kurultay S, Öksüz Ö, Simsek O. (2000). The effects of hydrocolloids on some physicochemical and sensory properties and on the yield of kashar cheese. *Nahrung* 44(5):377-378.

Kuzdzal S, (1987). La matière grasse-le lait matière première de l'industrie laitière. INRA.

Labioui H, Elmoualdi L, Benzakour A, El Yachioui M, Berny E, Ouhssine M. (2009). Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux* 148:716.

- 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.
- Law BA, Tamime AY. (2010).** Technology of cheese making. Second, editor: John Wiley & Sons. London, UK.
- Leksir C et Chemmam M., (2015).** Contribution à la caractérisation du Klila, un fromage traditionnel de l'est de l'Algérie. Univ. 8 Mai 1945, Guelma.
- Lemouchi, L. (2007).** Le fromage traditionnel Bouhezza : enquête dans la wilaya de Tébessa et suivi de l'évolution des caractéristiques physicochimiques de deux fabrications. Mémoire d'ingénieur en Nutrition et Technologies Agro-Alimentaires. Aissaoui Zitoun, O. Université de Constantine 1. Algérie.
- Lemouchi, L. (2008).** Le fromage traditionnel Bouhezza : enquête dans la wilaya de Tébessa et suivie de l'évolution des caractéristiques physico-chimiques de deux fabrications. Mémoire d'ingénieur, INATAA, Constantine, Algérie, 65 p.
- Libouga D, Vercaigne-Marko D, Djangal SI, Choukambou I, Ebangi A, Ombionyo M, Beka R, Aboubaka T, Guillochon D. (2006).** Mise en évidence d'un agent coagulant utilisable en fromagerie dans les fruits de *Balanites aegyptiaca*. Tropicult 24(4):229-238.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Rand All, R.J. (1951).** Protein measurement with Folin phenol reagent. Journal of Biochemistry, (193): P 265-275.
- Luquet, F.M., Corrieu, G. (2005).** Bactéries lactiques et probiotiques. Edition Lavoisier, Paris. 307 pages.
- Mahamedi, A.E., Djellid, Y ; Benlahcen, K ; et Kihal, M., (2015).** Caractérisation microbiologique du fromage traditionnel algérien « Klila ». 1 ère journée scientifique du master assurance qualité. Le 09 février 2015.Bèchar. Algérie.
- Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G. (2000).** Initiation à la technologie fromagère. Tec & Doc Lavoisier. Pp : 1-21.
- Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G. (2003).** Initiation à la technologie fromagère. Paris, Lavoisier, Technique Et Documentation, Lavoisier, France ; Pp 24-102.
- Mansour, L.M. (2015).** Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait effet de l'alimentation. Thèse doctorat en sciences, université Ferhat Abbas Sétif 1.

Mathieu, J. (1998). Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris

Mechai, A. (2009). Isolement, caractérisation et purification de bactériocines produites par des bactéries lactiques autochtones: études physiologiques et biochimiques. Thèse de doctorat, option : biochimie, Université Badji-Mokhtar- Annaba, pp 03 : P 63-66.

Medjoudj Hacène, Lamia Aouar, Mohammed Nasreddine Zidoune & Ali Adnan Hayaloglu (2018). Proteolysis, microbiology, volatiles and sensory evaluation of Algerian traditional cheese Bouhezza made using goat's raw milk, International Journal of Food Properties, 20: sup3, S3246-S3265.

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

Meyer C et Denis J.P (1999). Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition Quae, CTA, presses agronomiques de Gembloux.

Møller KK, Rattray FP, Høier E, Ardö Y. (2012). Erratum to: Manufacture and biochemical characteristics during ripening of Cheddar cheese with variable NaCl and equal moisture content. Dairy science & technology 92(5):541-568.

Nani A et Saadi Kil, (2006). Comparaison entre le fromage traditionnel et industriel. Mémoire fin d'étude.

Noble J. E., et Bailey M.J.A., (2009). Quantitation of protein. Methods in enzymology, 463, pp: 73-94

Norme française : NF n°2007-628 : Fromages et spécialités fromagères. Décret du 27 avril 2007 relatif aux fromages et spécialités fromagères (légifrance).

Nouani A., Dako E., Morsli A., Belhamiche N., Belbraouet S., Bellal M., Dadie A., (2009). Characterization of the purified coagulant extract from artichoke flower (*cynara scolymus*) and from the fig tree latex (*ficus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheese in Algeria. Journal of food technology 7(1); 20-29

Othman S, (2011). Effect of technological treatments on the quality of traditional cheeses [Doctorat thesis]: Fayoum University. 181 p.

Ouadghiri, M., (2009). Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés «Lben» et «Jben» d'origine marocaine.

Pougheon, S., Goursaud, J. (2001). « Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques», In : Debry, G. Lait, nutrition et santé, Tec & Doc, Paris, 342 p.

Quasem, J. M., Mazahreh, A. S., & Abu-Alruz, K., (2009). Development of vegetable based milk from decorticated sesame (*Sesamum indicum*). American Journal of Applied Sciences, 6(5), 888

Ramet J. (1985). La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Ed. Etude FAO. Production et santé animale, Roma (Italia). 187 p.

Ratray W, Galman P, Jelen P, (1997). Nutritional Sensory and physico-chemical characterization of protein standardized UHT milk, lait.

Rheotest M., (2010). Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants.

<http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

Rhiat M, Labioui H, Driouich A, Mennane Z, Ouhsine M. (2013). Preparation of the starter Trial production of cheese (Jben) and Klila at laboratory scale. Food Science and Quality Management 13:8

Seydi M. (2004). Caractéristiques du lait cru. EISMV, laboratoire HIDAOA, 12 P

Thieulin G. et Vuillaume R., (1967). Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages)

Toureau V., Bagieu V., Le Bastard A.M. (2004). Une priorité pour la recherche : la qualité de nos aliments. Les recherches sur la qualité du fromage. INRA mission communication. Paris. France.

Veisseyre, R. (1975). Technologie du lait: constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 2ème édition. Maison Rustique. 697 p.

Vierling E., (2003). Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).

Vingola, C.L., (2002). Science et technologie du lait-Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN, 29-34 : P 600.Ndiaye et Sissoko, 2003).

Vioque M, Gómez R, Sánchez E, Mata C, Tejada L, Fernández-Salguero J. (2000). Chemical and microbiological characteristics of ewes' milk cheese manufactured with extracts from flowers of *Cynara cardunculus* and *Cynara humilis* as coagulants. Journal of agricultural

and Food chemistry 48(2):451-456.

Walstra P., Geurts T.J., Noomen A., Jellema A., Van Boekel M.A.J.S. (1999). Dairy technology, principles of milk properties and processes. Food science and technology. New York-Basel: Marcel Dekker Inc., p.325-515.

Walstra, P. (1990). On the stability of casein micelles. J. Dairy Sei. 73: 1965

Williams (K. A.). (1966). Gils, Fats and Fatty Foods. Fourth Edition, 133-177, Churchill Jond A End, London.

Wolff (J. P.). (1968). Manuel d'analyse des corps gras, 114-120, Azoulay Ed., Paris.

Ziani R., Gattout T. (2008). Mise au point des activités antimicrobiennes des bactéries lactiques bactériocinogènes dans le fromage artisanal de type Jben de la Wilaya de Tébessa. Mémoire de Master, Université de Tébessa, 11p.

Annexes

Annexe 01 : Appareils utilisées en minéralisons d'azote.



Annexe 02 : Appareils utilisées



Doseur d'azote



Soxhlet



Etuve



Four à moufle

Annexe 03: Dosage des protéines

Solution mère de BSA :

-BSA.....50 mg

-Eau distillée50 ml

Gamme étalon :

A partir de la solution de BSA, des dilutions sont préparées suivant le tableau ci-dessous

Tableau 09: Gamme étalon : utilisation de BSA pour la courbe d'étalonnage $DO=f(c)$.

BSA (solution mère)	0	0,2	0,4	0,6	0,8
Eau distillé (ml)	5	4,8	4,6	4,4	4,2
Concentration (mg/ml)	0	4	8	12	16
Absorbance	0	0,17	0,34	0,51	0,68

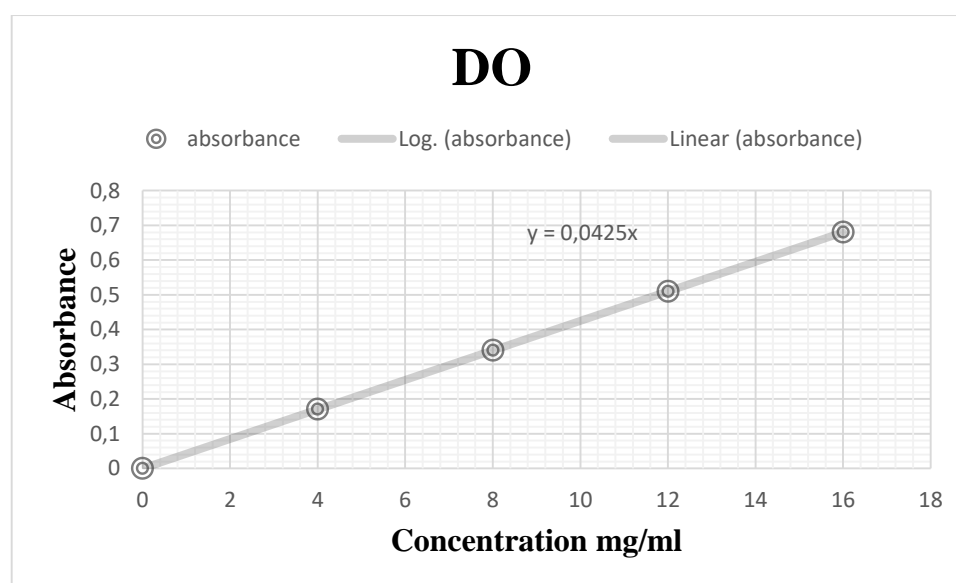


Figure 13: Courbe étalon $DO = f [B.S.A]$ pour le dosage des protéines par la méthode de Lowry et al (1951).

Résumé

Résumé

A partir du lait cru de vache collecté à la ville d'Al mahmel pour préparer un produit laitier traditionnel (Jben), quatre échantillons de ce fromage frais fabriqués à base d'un coagulant d'origine animale (Hakka) ont été soumis à des analyses physico-chimiques et biochimiques afin de mettre en évidence leur qualité hygiénique.

Pour cela, nous avons mené une étude qui vise dans un premier temps à évaluer les caractéristiques physico-chimiques de ce fromage. Les analyses effectuées ont portées sur le pH, l'acidité, la densité.

Les résultats obtenus pour ces paramètres, notamment le pH (6.48-6.66), la densité (1.019-1.023) et l'acidité (91.07°D-125°D), font état de la bonne valeur physico-chimique de ce fromage qui reste proche des résultats de la recommandation.

Dans un deuxième temps, nous avons procédé à la caractérisation biochimique du Jben, touchant l'extrait sec (31.98g/100g de fromage) et les protéines (15.65 g/100g de fromage). Alors que, les résultats de la matière grasse (26 g/100g de fromage) présente une légère différence par rapport aux résultats de la littérature. Cependant pour le reste des critères on observe des valeurs quasi similaires aux normes.

Ces paramètres diffèrent d'un type fromage à l'autre en raison de plusieurs facteurs, y compris : la composition initiale du lait, les procédés de préparation, type de présure, aussi le type d'alimentation données aux animaux.

Mots clés : Jben, présure, fromage traditionnel, analyses physico-chimiques et biochimiques.

Abstract:

From raw cow's milk collected in the town of El mahmel to prepare a traditional dairy product (Jben), four samples of this fresh cheese made from a coagulant of animal origin (Hakka) were subjected to physicochemical analyzes. And biochemical in order to demonstrate their hygienic quality.

To do this, we have carried out a study which first aims to assess the physicochemical characteristics of this cheese. The analyzes carried out focused on pH, acidity and density.

The results obtained for these parameters, in particular the pH (6.48-6.66), the density (1.019-1.023) and the acidity (91.07°D-125°D), show the good physicochemical value of this cheese which remains close the results of the recommendation.

Secondly, we performed the biochemical characterization of Jben, affecting the dry extract (31.98g/100g of cheese) and proteins (15.65g/100g of cheese). While, the results for fat (26g/100g of cheese) show a slight difference compared to the results in the literature. However, for the rest of the criteria, values almost similar to the standards are observed.

These parameters differ from one type of cheese to another due to several factors, including: the initial composition of the milk, the preparation processes, type of rennet, also the type of feed given to the animals.

Keywords: Jben, rennet, traditional cheese, physico-chemical and biochemical analyzes.

ملخص:

من خلال حليب البقر الخام الذي تم جمعه من بلدية المحمل لإعداد منتج لبني تقليدي (جبين)، تم إخضاع أربعة عينات من هذا الجبن الطازج المصنوع بواسطة المنفحة الحيوانية (حكا) للتحليلات الفيزيوكيميائية وذلك لإبراز جودتها الصحية.

للقيام بذلك أجرينا دراسة تهدف أولاً إلى تقييم الخصائص الفيزيوكيميائية لهذا الجبن. ركزت هذه التحليلات على الرقم الهيدروجيني، الحموضة والكثافة.

النتائج التي تم الحصول عليها لهذه الإعدادات و خاصة الرقم الهيدروجيني (6.48-6.66)، الكثافة (1.019-1.023) و الحموضة (91.07-125). حيث هذه النتائج المتحصل عليها تبقى قريبة من المعايير الموصى بها.

ثانياً، بالنسبة للتحاليل البيوكيميائية للجبين، التي أثرت على المستخلص الجاف (31.98غ/ 100غ من الجبن) و البروتينات (15.65 غ/ 100غ من الجبن)، بينما أظهرت نتائج الدهون (26 غ/ 100غ من الجبن) اختلافاً طفيفاً، ومع ذلك بالنسبة لبقية المعايير يتم ملاحظة قيم مشابهة للتوصيات.

تختلف هذه المعايير من نوع جبن لأخر بسبب عدة عوامل: بما في ذلك التكوين الأولي للحليب، وعمليات التحضير ونوع المنفحة وكذلك نوع العلف المعطى للحيوانات.

الكلمات المفتاحية: جبين، حليب البقر، منفحة حيوانية، تحاليل الفيزيوكيميائية، تحاليل بيوكيميائية.