

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur

et de la Recherche Scientifique

Université Chadli Bendjedid

El-Tarf

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques



جامعة الشاذلي بن جديد

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشاذلي بن جديد

الطارف

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم العلوم الفلاحية

Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche

« Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité »

THÈME

**CONTRIBUTION À L'EXPLORATION DE LA QUALITÉ D'UN
FROMAGE ARTISANAL « BOUHEZZA »**

Soutenu le : 12/06/2024

Présenté par : MAMOUR Omnia

Devant le jury composé de :

Derradji-Benmeziane Farida	Pr.	Présidente	UCBET
Benrachou Nora	MCA	Examinatrice	UCBET
Feknous Nesrine	MCA	Promotrice	UCBET

Année universitaire 2023 - 2024

Remerciements

Avant tout je remercie louange à "Allah" Seigneur des mondes tout puissants, qui m'a donné le courage, la volonté et la force qui m'a permis de réaliser ce travail.

*Pour sa confiance, l'attention avec laquelle elle a encadré et suivi l'évolution de ce travail, et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion, je tiens à remercier **Dr. FEKNOUS Nesrine**.*

Je la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité tout au long de ma recherche. Veuillez trouver ici, l'expression de mon profond respect et mes sincères remerciements.

*Je remercie également tous les membres du jury : **Pr. BENMEZZIANE DERRADJI Farida**, d'avoir accepté de présider le jury et **Dr. BENRACHOU Nora**, en tant qu'examineur, d'avoir accepté de lire ce manuscrit et d'évaluer ce modeste travail.*

*Je tiens également à remercier les responsables de la laiterie «**ATHMANI**» de **KHENCHELA** avoir accepté de me recevoir parmi eux, ainsi que l'équipe **Athmani Samir**, **Zerouel Dalila** et **Keziz Djouhaina**, qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire.*

*Et n'oublie pas **M. Medjhed Salim**. Il a été d'un grand soutien dans l'élaboration de mon travail.*

Enfin je remercie tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, trouvent ainsi l'expression de mes profondes gratitude et respects.

Dédicaces

A l'aide de Dieu le tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

*A l'homme de ma vie, mon soutien moral et matériel tout long de ma vie, dans les moments difficiles et dans mes années d'études, ma source de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour ma réussite. Que Dieu te procure une bonne santé et une longue vie mon très cher Papa **Fadel**.*

*A lumière de ma vie, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, mon bonheur, celle qui m'a transmis le courage et l'amour, pour sa tendresse et pour ses encouragements durant mon parcours, à ma très chère Maman **Sassia** que j'adore.*

*À vous qui avez toujours été présentes dans ma vie, je dédie ces mots empreints d'amour. Vous êtes les éclats de rire dans mes moments de joie, et les épaules sur lesquelles je me repose dans les moments de tristesse mes sœurs **Assil & Ala** et mon unique frère **Mouhamed**.*

*À vous mes chères tantes **Dalila & Radia**, je dédie ces mots avec tout mon amour. Vous êtes bien plus que des membres de ma famille ; vous êtes des figures inspirantes, des confidentes et des exemples de force et de gentillesse.*

*Tu es toujours là pour offrir des conseils et du soutien, pour donner des mots rassurants quand j'en ai besoin, et pour partager ma joie et ma tristesse à chaque étape de la vie. Sincèrement, je ne peux pas imaginer ma vie sans toi. Tu es la personne qui me connaît mieux que quiconque mon amie intime **Raouene***

*Que notre amitié continue de croître et de s'épanouir, que nous partagions encore de nombreux moments de complicité, de joie et de soutien mutuel. Vous êtes plus que des amies pour moi, vous êtes ma famille choisie, mes sœurs de cœur **Abir & Amira**.*

*A toute la promotion **SAAQ 2024** ; Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible*

Omnia

Résumé

L'augmentation des revenus des populations est accompagnée d'une diversification des produits de la consommation et un retour progressif vers les produits du terroir. *Bouhezza* est un fromage traditionnel des Aurès à Appellation d'Origine Contrôlée. Des analyses physico-chimiques, bactériologiques et organoleptiques, ont été réalisées pour quatre variétés de *Bouhezza* à l'ail : *Bouhezza* neutre (Bn), *Bouhezza* à l'ail triquètre (Bat), *Bouhezza* à l'ail blanc (Bab) et *Bouhezza* à l'ail rouge (Bar). Les résultats des analyses physicochimiques obtenus sont respectivement les suivants : pH: 4.67 ; 4.56 ; 4.98 et 4.77. Acidité: 45°D ; 41.5°D ; 42°D et 41.5°D. Taux d'humidité : 53% ; 54.55% ; 53.45% et 52.4%. Taux d'extrait sec total: 47.2% ; 47.05% ; 48.15% et 47.2%. Taux de matière grasse: 23.9% ; 23.65% ; 23.25% et 23.95% et Rapport Mg/Est: 50.65% ; 50.25% ; 48.35% et 50.7%. Les résultats des analyses bactériologiques obtenus ont montré que Bn, Bat et Bab avaient une qualité bactériologique satisfaisante et que Bar était de meilleure qualité bactériologique. Les analyses organoleptiques ont révélés que les fromages sont de qualité acceptable et bonne. Le panel de dégustation a estimé que les fromages sont plus appréciés dans cet ordre : Bn, Bat, Bab, Bar.

Mots clés : fromage Bouhezza, physico-chimie, bactériologie, analyse, qualité

Abstract

The increase in the income of populations is accompanied by a diversification of consumer products and a gradual return to local products. Bouhezza is a traditional cheese from the Aurès with a Controlled Designation of Origin. Physico-chemical, bacteriological, and organoleptic analyses were conducted on four varieties of Bouhezza with garlic: Neutral Bouhezza (Bn), Bouhezza with three-cornered garlic (Bat), Bouhezza with white garlic (Bab), and Bouhezza with red garlic (Bar). The results of the physico-chemical analyses obtained are as follows: pH: 4.67; 4.56; 4.98 and 4.77. Acidity: 45°D; 41.5°D; 42°D and 41.5°D. Moisture content: 53%; 54.55%; 53.45% and 52.4%. Total dry extract content: 47.2%; 47.05%; 48.15% and 47.2%. Fat content: 23.9%; 23.65%; 23.25% and 23.95%. Mg/Est ratio: 50.65%; 50.25%; 48.35% and 50.7%. The results of the bacteriological analyses showed that Bn, Bat, and Bab had satisfactory bacteriological quality, and Bar had the best bacteriological quality. The organoleptic analyses revealed that the cheeses are of acceptable and good quality. The tasting panel estimated that the cheeses are preferred in the following order: Bn, Bat, Bab, Bar.

Keywords:Bouhezza cheese, physico-chemistry, bacteriology, analysis, quality

الملخص

زيادة دخل السكان مصحوبة بتنوع المنتجات الاستهلاكية والعودة التدريجية إلى المنتجات المحلية. بوهزة هو جبن تقليدي من جبال الأوراس يحمل تسمية المنشأ المحمية. تم إجراء تحاليل فيزيائية كيميائية وبكتريولوجية وحسية لأربع أنواع من بوهزة بالثوم: بوهزة النتائج التي تم (Bar) وبوهزة بالثوم الأحمر (Bab) ، بوهزة بالثوم الأبيض (Bat) ، بوهزة بالثوم ثلاثي الحواف (Bn) عادي 41.5°D ; 4.77 و 4.77 . الحموضة: 4.98 ; 4.56 ; 4.67 ; pH: الحصول عليها من التحاليل الفيزيائية الكيميائية هي كالتالي نسبة الرطوبة: 53% ; 54.55% ; 53.45% و 52.4% . نسبة المادة الجافة الكلية: 47.2% ; 47.05% ; 42°D ; 48.15% و 47.2% . نسبة المادة الدهنية: 23.9% ; 23.65% ; 23.25% و 23.95% ونسبة الدهن في المادة الجافة: 50.65% ، وبوهزة بالثوم ثلاثي الحواف (Bn) 50.25% ; 48.35% و 50.7% . نتائج التحاليل البكتريولوجية أظهرت أن بوهزة العادي كانت ذات جودة (Bar) كانت ذات جودة بكتريولوجية مرضية وأن بوهزة بالثوم الأحمر (Bab) وبوهزة بالثوم الأبيض (Bat) بكتريولوجية أفضل. التحاليل الحسية كشفت أن الأجبان ذات جودة مقبولة وجيدة. لجنة التذوق قدرت أن الأجبان مفضلة بهذا (Bar) وبوهزة بالثوم الأحمر (Bab) ، بوهزة بالثوم الأبيض (Bat) ، بوهزة بالثوم ثلاثي الحواف (Bn) الترتيب: بوهزة العادي

الكلمات الدلالية : جبن بوهزة، فيزيائية كيميائية، بكتريولوجية، تحليل، جودة

Liste des figures

FIGURE 1.COMPOSITION GLOBALE DU LAIT EN G/L DE LAIT (CAYOT & LORIENT, 1998).....	8
FIGURE 2.BASES DE LA FROMAGERIE (JEANTET ET AL., 2007 ; BOUSLAH & KADEM, 2020).....	15
FIGURE 3.REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU PROCESSUS DE COAGULATION ENZYMATIQUE PAR LA PRESURE (DONNELLY, 2014 ; CHETATE & DIF, 2022).	17
FIGURE 4.TYPE DE COAGULATION ET DIVERSITE FROMAGERE (JEANTET ET AL., 2007).....	18
FIGURE 5.FROMAGE CANTAL REFERENCES	20
FIGURE 6.FROMAGE PONT- L'ÉVEQUE (REFERENCE)	20
FIGURE 7. LE FROMAGE FRAIS DE TYPE JBEN	23
FIGURE 8. LE FROMAGE ALGERIEN LE KLILA	24
FIGURE 9.LE FROMAGE ALGERIEN BOUHEZZA	25
FIGURE 10.PRESENTATION PHOTOGRAPHIQUES DES DIFFERENTES ETAPES DE LA PREPARATION DE LA CHEKOUA DU FROMAGE BOUHEZZA (AISSAOUI ZITOUN, 2014).....	26
FIGURE 11.SHEMA ILLUSTRATIF DU PROCEDE DE FABRICATION DU FROMAGE «BOUHEZZA» (BOUDALIA ET AL., 2020; KHELAIKIA ET AL., 2020).	29
FIGURE 12. LE PH- METRE (MAMOUR, 2024).....	35
FIGURE 13.. A)VIRAGE DE LA COULEUR DE LA SOLUTION, B) MESURE DE L'ACIDITE (MAMOUR, 2024)	35
FIGURE 14.DETERMINATION DE LA DENSITE (MAMOUR, 2024).....	36
FIGURE 15. LE LACTOSCAN (MAMOUR, 2024).....	37
FIGURE 16. RAYEB APRES 48 HEURES (MAMOUR, 2024)	38
FIGURE 17 LE BARRATAGE MANUEL DU RAYEB (MAMOUR, 2024)	38
FIGURE 18. SEPARATION DU BEURRE (MAMOUR, 2024).....	39
FIGURE 19. LE SALAGE (MAMOUR, 2024)	40
FIGURE 20.A) ET B): EGOUTTAGE, C) ET D): APRES 6 JOURS D'EGOUTTAGE (MAMOUR, 2024)	41
FIGURE 21. FORME FINALE DU FROMAGE ARTISANALE <i>BOUHEZZA</i> NEUTRE (MAMOUR, 2024).....	42
FIGURE 22. ÉCHANTILLONS DE <i>BOUHEZZA</i> AVEC DIFFERENTES VARIETES D'AIL (MAMOUR, 2024).....	42
FIGURE 23. LES 4 VARIETES DE FROMAGE <i>BOUHEZZA</i> OBTENUS ET MISE EN BOITE (MAMOUR, 2024)	43
FIGURE 24.ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT DE VACHE ECHANTILLON LV1	48
FIGURE 25.ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT DE VACHE ECHANTILLON LV2	48
FIGURE 26. LE PH DES FROMAGES <i>BOUHEZZA</i>	50
FIGURE 27.ACIDITE DES FROMAGES <i>BOUHEZZA</i>	51
FIGURE 28.HUMIDITE DES FROMAGES.....	51
FIGURE 29. EST DES FROMAGES	52
FIGURE 30.MATIERE GRASSE DES FROMAGES	52
FIGURE 31.MG/EST DES FROMAGES	53
FIGURE 32.LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DE <i>BOUHEZZA</i> NEUTRE	54
FIGURE 33.LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DE <i>BOUHEZZA</i> AVEC AIL TRIQUETRE	54

FIGURE 34. LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DE BOUHEZZA AVEC AIL BLANC	55
FIGURE 35. SEXE RATIO DU CORPUS QUESTIONNE.....	57
FIGURE 36. APTITUDES GENERALES A LA PARTICIPATION A LA DEGUSTATION	57
FIGURE 37. APPRECIATION DE LA COULEUR DES 4 FROMAGES	58
FIGURE 38. APPRECIATION DE L'ODEUR DES FROMAGES	59
FIGURE 39. AVANT-GOUT DES FROMAGES	60

Liste des tableaux

TABLEAU I. LA COMPOSITION DU LAIT DE VACHE.....	5
TABLEAU II. FLORE MICROBIENNE DU LAIT.....	9
TABLEAU III. COMPOSITION MOYENNE POUR 100 G DE FROMAGE FRAIS (ECK ET GILLIS, 2006).....	13
TABLEAU IV. LES NORMES MICROBIOLOGIQUES DANS LE FROMAGE AU LAIT CRU (JORA, N°39.2017).....	22
TABLEAU V. CARACTERISTIQUE PHYSICO-CHIMIQUE DE LA MATIERE PREMIERE ET DU BOUHEZZA AU LAIT DE VACHE (AISSAOUI ZITOUN, 2006).....	30
TABLEAU VI. CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES DES MATIERES PREMIERES ET DU BOUHEZZA AU LAIT DE VACHE (AISSAOUI ZITOUN, 2006).....	30
TABLEAU VII. FICHE TECHNIQUE	32
TABLEAU VIII. ANALYSES BACTERIOLOGIQUES DES ECHANTILLONS DE LAITS DE VACHE CRU.....	49
TABLEAU IX. CLASSEMENT PONDERE DES ODEURS DE FROMAGES.....	59
TABLEAU X. CLASSEMENT PONDERE DES AVANT-GOUTS DE FROMAGES	60
TABLEAU XI. REGROUPEMENT DES CRITERES ORGANOLEPTIQUES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
TABLEAU XII. APPRECIATION GENERALE.....	62

Liste des annexes

ANNEXE 1. PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES : COMMUNICATION SEMINAIRE INTERNATIONAL	71
---	----

Liste des abréviations

AGS	Acides Gras Saturés
g	Gramme
G/MS	Gras/Matière Sèche
Kcal	Kilo calories
mg	Milligramme
MG	Matière grasse
MS	Matière sèche
Na Cl	Chlorure de Sodium
NS/NT	Sels / Teneur totale en matière sèche
pH	Potentiel d'Hydrogène
PG/MS	Protéines/Matière Sèche
UFC	Unité Formant Colonie
UI	Unité internationale
±	Déviatiion standard

Table des matières

RESUME	I
ABSTRACT	II
الملخص	III
LISTE DES FIGURES.....	IV
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
LISTE DES ANNEXES	VII
LISTE DES ABREVIATIONS.....	VIII
TABLE DES MATIERES	IX
INTRODUCTION	1
1 CHAPITRE 1. GENERALITES ET COMPOSITION DU LAIT.....	4
1.1 COMPOSITION DU LAIT DE VACHE	4
1.1.1 Eau.....	6
1.1.2 Glucides	6
1.1.3 la matière grasse.....	6
1.1.4 La matière azotée (33 g/L)	6
1.1.5 Les protéines.....	6
1.1.6 Les minéraux	7
1.1.7 Les vitamines	7
1.1.8 Les enzymes.....	7
1.2 LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE DU LAIT	8
1.2.1 La flore originelle.....	8
1.2.2 La flore de contamination	8
1.2.3 La flore d'altération.....	9
1.3 CARACTERISTIQUE PHYSICOCHIMIQUE DU LAIT	9
1.3.1 La densité	9
1.3.2 L'acidité	10
1.3.3 Le pH.....	10
2 CHAPITRE 2 LES FROMAGES	12
2.1 GENERALITES SUR LES FROMAGES.....	12
2.2 DEFINITION DU FROMAGE.....	12
2.3 COMPOSITION ET VALEUR NUTRITIONNEL DU FROMAGE FRAIS.....	13
2.3.1 Les protéines.....	14

2.3.2	<i>Les vitamines</i>	14
2.3.3	<i>Les lipides</i>	14
2.3.4	<i>Les glucides</i>	14
2.3.5	<i>Le calcium</i>	14
2.4	PRINCIPALES ETAPES DE LA FABRICATION DES FROMAGES	14
2.4.1	<i>Standardisation</i>	15
2.4.2	<i>Coagulation</i>	16
2.4.2.1	Coagulation par voie acide	16
2.4.2.2	Coagulation par voie enzymatique	16
2.4.2.3	Coagulation mixte	17
2.4.3	<i>Egouttage</i>	18
2.4.4	<i>Salage</i>	18
2.4.5	<i>Affinage</i>	19
2.5	TYPES DE FROMAGE.....	19
2.5.1	<i>Fromage à pâte pressée</i>	19
2.5.2	<i>Fromage à pâte molle</i>	20
2.5.3	<i>Fromage frais ou à pâte fraîche</i>	21
2.6	PROPRIETES MICROBIOLOGIQUES	21
2.7	PROPRIETES ORGANOLEPTIQUES ET ANALYSES SENSORIELLES.....	22
2.8	FROMAGES TRADITIONNELS EN ALGERIE	22
2.8.1	<i>Jben</i>	23
2.8.2	<i>Klila</i>	23
2.8.3	<i>Bouhezza</i>	24
2.8.3.1	Définition de Bouhezza.....	24
2.8.3.2	Procédés de fabrication de fromage de Bouhezza	25
2.8.3.3	Préparation de Chekoua.....	25
2.8.3.4	Préparation de LBEN	26
2.8.3.5	Préparation de fromage Bouhezza	28
2.8.3.6	Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de Bouhezza	29
2.8.3.7	Valeur nutritionnelle de Bouhezza	30
4	MATERIEL ET METHODES	34
4.1	OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....	34
4.2	ECHANTILLONNAGE DE LAIT.....	34
4.3	ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT	34
4.3.1	<i>Détermination de pH</i>	34
4.3.1.1	Mode opératoire	34
4.3.1.2	Expression des résultats	34
4.3.2	<i>Détermination de l'acidité</i>	35
4.3.2.1	Mode opératoire	35

4.3.2.2	Expression des résultats	36
4.3.3	<i>Détermination de la densité</i>	36
4.3.3.1	Mode opératoire	36
4.3.3.2	Expression des résultats	36
4.3.3.3	Mode opératoire	37
4.3.3.4	Expression des résultats :	37
4.3.4	<i>Analyses microbiologique du lait de vache cru</i>	37
4.3.5	<i>Préparation artisanal des variétés de fromage Bouhezza</i>	38
4.3.5.1	Transformation du lait cru au lait caillé (rayeb)	38
4.3.5.2	Transformation du lait caillé Rayeb au Lben par barratage.....	38
4.3.5.3	Ecrémage.....	39
4.3.5.4	Coagulation	39
4.3.5.5	Le Salage.....	39
4.3.5.6	L'égouttage.....	40
4.3.6	<i>Analyses physico-chimiques des fromages Bouhezza</i>	43
4.3.6.1	Détermination du pH.....	43
4.3.6.1.1	Technique.....	43
4.3.6.1.2	Lecture	43
4.3.6.2	Détermination de l'acidité en degré Dornic	44
4.3.6.2.1	Technique.....	44
4.3.6.2.2	Lecture	44
4.3.6.3	Détermination du taux de la matière sèche	44
4.3.6.3.1	Technique.....	44
4.3.6.4	Détermination de taux de l'humidité	44
4.3.6.5	Détermination du taux de la matière grasse	44
4.3.6.5.1	Technique.....	44
4.3.6.6	Détermination du rapport matière grasse/matière sèche (MG/MS)	45
4.3.7	<i>Analyses microbiologique des fromages Bouhezza</i>	45
4.3.8	<i>Analyses organoleptiques des fromages Bouhezza</i>	45
5	RESULTATS ET DISCUSSION	48
5.1	RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT DE VACHE CRU	48
5.2	ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DU LAIT DE VACHE CRU	49
5.3	ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES FROMAGES	50
5.3.1	<i>Le pH</i>	50
5.3.2	<i>Acidité Dornic</i>	50
5.3.3	<i>Humidité</i>	51
5.3.4	<i>Extrait sec total</i>	52
5.3.5	<i>Le taux de matière grasse</i>	52
5.3.6	<i>Le rapport Mg/Est</i>	53
5.4	ANALYSE BACTERIOLOGIQUE DES FROMAGES	54

5.5	ANALYSE ORGANOLEPTIQUE DES FROMAGES.....	57
5.5.1	<i>Partie préliminaire du questionnaire. Description du corpus questionné</i>	57
5.5.1.1	Sexe	57
5.5.1.2	Aptitudes générale à la participation à la dégustation.....	57
5.5.2	<i>Appréciation de la qualité organoleptique</i>	58
5.5.2.1	Appréciation de la couleur	58
5.5.2.2	Appréciation de l'odeur des fromages	59
5.5.2.3	Avant-goût des fromages	60
5.5.2.4	Le goût général.....	60
5.5.2.5	Texture	61
5.5.3	<i>Classement final</i>	62
	CONCLUSION	63
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	64
	ANNEXE	71

Introduction

L'Algérie possède un patrimoine culturel remarquable dans le domaine des fromages traditionnels, principalement limitée à la sphère domestique. Bien que ces produits soient profondément ancrés dans la tradition culinaire, les pouvoirs publics n'ont jamais pris au sérieux leur potentiel de développement dans les régions pastorales du pays (**Leksir et Chemmam, 2015; Shori, 2017**). Il existe une large variété de produits laitiers artisanaux, chacun ayant sa propre dénomination et son propre processus de fabrication. Ces produits se distinguent également par leur goût et leur texture (**Leksir et Chemmam, 2015; Benlahcen et al., 2017**).

Actuellement, on compte au moins dix types de fromages traditionnels provenant de différentes régions du pays, dont les plus connus sont ceux qui portent les dénominations *Djben et Klila*. Parmi les moins connus, dans la région des Chaouia, dans le nord-est de l'Algérie, on peut trouver les fromages *Bouhezza, M'chouna et Medghessa*, ainsi que *Takemerit et Aoules au sud et Igounenes* au nord centre (région Kabyle) (**Aissaoui Zitounet al., 2014**).

Le produit cible de cette recherche est un fromage traditionnel dénommé « *Bouhezza* ». L'étude sur ce dernier a été initiée en 2000 au sein du laboratoire de Nutrition et de Technologie Alimentaire (LNTA, équipe TEPA) les premières informations publiées ont concerné le diagramme de fabrication traditionnel du fromage (**Zaidi et al., 2000**).

C'est un fromage connu depuis très longtemps et fabriqué jusqu'à nos jours, en particulier chez les populations des Chaouia (Khenchela, Batna, Oum El Bouaghi). Ce fromage est préparé de façon traditionnelle par des ménagères des zones rurales dans des peaux d'animaux « *chekoua* » (**Chetate et Dif, 2022**).

C'est un fromage fermier à égouttage spontané et à pâte épicée ou non, non moulée, préparé à l'origine à partir de lait de chèvre, de brebis, et plus récemment à partir de lait de vache pour sa plus grande abondance baratté et écrémé « *Lben* » (**Chetate et Dif, 2022**).

La fabrication du fromage est une méthode ancestrale utilisée pour préserver les composants du lait tels que les protéines et la matière grasse. La qualité organoleptique du produit doit être préservée le plus longtemps possible en utilisant un récipient adéquat (**Bouslah et Kadem, 2020**).

La présente étude a pour objectif principal de contrôler la qualité bactériologique, physico-chimique et organoleptique de quatre variétés de fromage *Bouhezza* fabriquées à base du lait de vache: *Bouhezza* neutre, *Bouhezza* à l'ail blanc, *Bouhezza* à l'ail rouge et *Bouhezza* à l'ail triquète.

Chapitre 1

Généralités et composition du lait

1 Chapitre 1. Généralités et composition du lait

1.1 Définition

Le lait est le résultat de la traite complète et continue d'une vache laitière en bonne santé, bien nourrie et sans surmenage. La collecte doit être effectuée de manière propre et exempte de colostrum. C'est ainsi que la définition a été adoptée lors du premier congrès international sur la prévention de la fraude alimentaire qui s'est tenu à Genève en 1908(**Veisseyre, 1975**).

Le lait est une sécrétion nutritive produite par les cellules sécrétaires des glandes mammaires des femelles mammifères, comme la vache, la chèvre et la brebis, destiné à l'alimentation du jeune animal naissant, constituant un aliment complet et équilibré (**Boudechicha, 2019**).

Le lait semble être un liquide opaque, blanc mat, avec une teinte jaune plus ou moins prononcée en fonction de sa teneur en β -carotènes et en matière grasse. Son odeur est peu perceptible (**Cniel, 2006**). Riche en lactose, sa fonction principale est de nourrir les nouveaux nés. **Jeantet et al., (2008)**, ont rapporté que le lait doit être collecté dans des conditions sanitaires optimales et doit offrir toutes les garanties nécessaires. Il est possible de le vendre tel quel, mais la plupart des acheteurs optent pour la standardisation des lipides et la purification microbienne afin de réduire les risques d'hygiène et d'accroître la durée de stockage.

1.1 Composition du lait de vache

Le lait en générale est un substrat très riche fournissant à l'Homme et au mammifère un aliment presque complet. Protides, glucides, lipides, sels minéraux et vitamines sont présents à des concentrations tout à fait satisfaisantes pour la croissance et la multiplication cellulaire (**Tableau 1**).

Le lait de vache est un lait relativement pauvre en matière grasse, moyennement riche en lactose et en protéines et assez riche en calcium et en phosphore(**Amiot, et al. 2002** ; Cité par**Boudjerare, Messoudi. 2018**). Le lait est donc un milieu hétérogène dans lesquelles trois phases distinctes coexistent :

- La phase aqueuse qui contient l'eau (87% du lait) et les produits solubles pouvant donner naissance au lactosérum (lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que vitamines hydrosolubles ou enzymes) ;
- La suspension colloïdale micellaire (2,6%) qui peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de micro-organismes ou d'enzymes ;

- L'émulsion (4,2%) qui peut donner naissance à la crème, une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

Tableau I. La composition du lait de vache

Composants	Teneur (g/100g)
Eau (g/100g)	87,27
Protéines (g /100g)	3,3
Caséines	2,7
Lactosérum	0,6
Matière grasse	3,3
Lactose	4,7
Minéraux	0,7
Calcium (mg/100g)	119
Phosphore	93
Magnésium	13
Potassium	152
Vitamines	
Riboflavine	0,16
Vit. B12 (µg/100g)	0,36

Amiot et al. (2002) cités par **Medjoudj. 2018)**

1.1.1 Eau

Selon la race, le lait contient environ 81 à 87 % d'eau, qui se présente sous deux formes : libre (96 %) et liée à la matière sèche (4 %)(**Ramet, 1985** ; cité par **Bouarissa, R., Herizi, L. 2020**).

1.1.2 Glucides

Le lait renferme 4,8 grammes de lactose, une faible quantité de glucose et de galactose, ainsi que certains glucides qui peuvent se combiner avec les protéines.

Le lactose est le glucide le plus important présent dans le lait, car il représente environ 40%des solides totaux. Il joue un rôle essentiel en tant que substrat de fermentation et également en tant que composant nutritionnel dans les produits laitiers(**Aicha et al., 2021**).

1.1.3 la matière grasse

Le taux butyreux dans la matière grasse est compris entre 25 et 45 g par litre, composée de 98,5 g de glycérides (esters d'acides gras et de glycérol),1% de phospholipides polaires et 0,5 % de substances liposolubles,tels que le cholestérol, les hydrocarbures et les vitamines A, D, E et K(**Goursaud, 1985** ; cités par **Derriche et Djarloul,2019**).

Dans la phase dispersante, on retrouve une émulsion de microgouttelettes de triglycérides entourées d'une membrane complexe, où la matière grasse est dissoute(**Boutonnier, 2008** ; cité par **Derriche et Djarloul, 2019**).

1.1.4 La matière azotée (33 g/L)

On distingue deux groupes de matières azotées dans le lait : les protéines et les matières azotées non- protéiques.

Les protéines (32,7 g/L), parmi lesquelles la caséine (80 %), les protéines solubles (albumineset globulines 19 % de 32,7 g/L,et des protéines diverses (enzymes) 1 % de 32,7 g/L. En constituent la fraction essentielle (**Lakhdara, 2016**).

1.1.5 Les protéines

La valeur marchande, technologique et biologique du lait repose sur sa teneur en protéines, qui est une caractéristique essentielle. La méthode Kjeldahl est considérée comme la méthode de référence pour mesurer la teneur moyenne en azote du lait, qui est de 0,6 g/L. La quantité

de protéines exprimée en gramme par litre se calcule en multipliant la teneur en azote par 6,38 ce qui donne une valeur de 3,83 g/L (**Lakhdara, 2016**).

1.1.6 Les minéraux

Le lait contient environ 7 g de minéraux par litre, avec une concentration particulièrement élevée de calcium, phosphore, potassium et chlore. Les matières salines se trouvent soit sous forme de solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble (ou colloïdale). Il existe certains minéraux qui ne peuvent être trouvés que sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore), ce qui les rend particulièrement bio-disponibles. Les autres (calcium, phosphore, magnésium et soufre) existent dans les deux fractions. Dans la fraction soluble, ils existent en partie sous forme libre (calcium et magnésium ionisés), en partie sous forme de sels non dissociés (phosphate et citrate) (calcium et magnésium), et même sous forme complexe (esters phosphates et phospholipides). Dans la fraction colloïdale, les minéraux (calcium, phosphore, soufre et magnésium) sont associés ou liés à la caséine au sein des micelles (**FAO, 1998** ; cité par **Derriche et Djarloul (2019)**).

1.1.7 Les vitamines

Ce sont des molécules complexes qui sont plus petites que les protéines, ont des structures très diverses et sont étroitement liées aux enzymes dans la mesure où elles servent de coenzymes par rapport aux apoenzymes protéiques. Les vitamines sont principalement divisées en deux grandes catégories:

- Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) de la phase aqueuse du lait ;
- Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E, et K) associées à la matière grasse. Certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie (**Debry, 2001**; **Guellif et Makhjoui, 2020**).

1.1.8 Les enzymes

Les enzymes présentes dans le lait sont la lipase, la galactosidase, la phosphatase, la réductase, la catalase et la peroxydase. Le lait contient également des gaz dissous tels que du dioxyde de carbone, de l'oxygène et de l'azote, dont 4 à 5 % du volume de lait est présent à la sortie du sein (**Andre, 1975** ; cité par **Dib, N., Filali, R. 2018**).

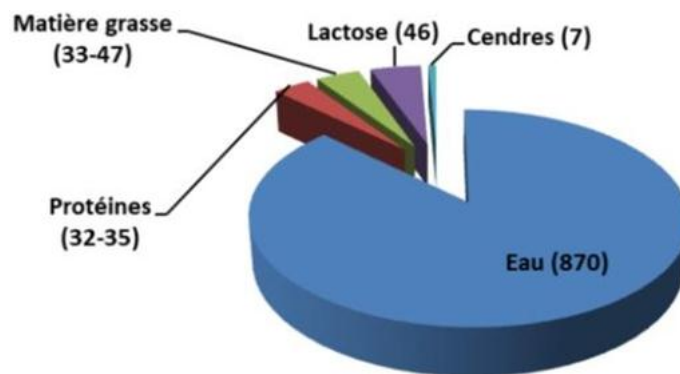


Figure 1. Composition globale du lait en g/l de lait (Cayot & Lorient, 1998)

1.2 La qualité microbiologique du lait

Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée. Son pH est proche du neutre, les micro-organismes et les enzymes le modifient donc très facilement. Sa richesse et sa fragilité font du lait un milieu idéal pour de nombreux micro-organismes, comme les moisissures, les levures et les bactéries (**Tableau**), qui se multiplient rapidement (**Gosta, 1995**).

1.2.1 La flore originelle

Le lait contient peu de micro-organismes s'il est collecté dans de bonnes conditions sur un animal sain (moins de 10^3 germes/ml). A sa sortie du pis, il est quasiment stérile et est protégé par des substances inhibant la lacténine dont l'activité est limitée pendant un certain temps, environ une heure après la traite (**Cuq, 2007**).

La flore originelle des produits laitiers est caractérisée par l'ensemble des microorganismes présents dans le lait à sa sortie du pis (**Vignola, 2002**).

Le lait est principalement constitué de bactéries saprophytes du pis et des canaux galactophores, telles que les microcoques, les streptocoques lactiques et les lactobacilles (**Guiraud, 1998**).

1.2.2 La flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation (**Tableau**). Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui provoquera des défauts sensoriels ou réduira la durée de conservation des produits, et une flore pathogène dangereuse sur le plan sanitaire (**Vignola, 2002**).

La présence des micro-organismes pathogènes dans le lait peut avoir trois sources : l'animal, l'Homme, l'environnement. Les principaux micro-organismes pathogènes (tableau 02) associés aux produits laitiers sont : *Salmonella sp*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yarsinia enterocolitica*, *Listria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Shigella sonei* et certaines moisissures (Guiraud, 2003).

1.2.3 La flore d'altération

La flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie du produit laitier. Il peut arriver que certains microorganismes nuisibles puissent également être pathogènes. Les principales catégories identifiées comme flore d'altération comprennent les coliformes et certains types de levures et de moisissures (Essalhi, 2002).

Tableau II. Flore microbienne du lait

Flore originelle		Flore de contamination	
Bactéries des canaux galactophores	Bactéries contaminant le lait pendant et après la traite	Bactéries d'origine fécale	Bactéries présentes sur l'animal malade
Lactobacilles streptocoques lactiques	<i>Pseudomonas</i> , <i>Flavobacterium</i> <i>Entérobactéries</i> , <i>Microcoques</i> <i>Corynébactéries</i> , <i>Bacillus</i> <i>Streptocoques fécales</i> et <i>Clostridium</i>	<i>Pseudomonas</i> , <i>Flavobacterium</i> <i>Entérobactéries</i> , <i>Microcoques</i> <i>Corynébactéries</i> , <i>Bacillus</i> <i>Streptocoques fécales</i> et <i>Clostridium</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Brucella</i> et <i>Listeria</i>

(Leyral et Vierling, 2001)

1.3 Caractéristique physicochimique du lait

1.3.1 La densité

La densité d'un liquide est une mesure sans dimension qui exprime le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide et la masse du même volume d'eau. Le lait a une densité moyenne de 1,032 (1,028-1,035) à 15 °C. Elle est la résultante de la densité de chacun des constituants du lait (Vignola, 2002).

1.3.2 L'acidité

L'acidité exprime le taux d'acide lactique produit à partir du lactose. Un lait frais possédait une acidité située entre 16 et 18 °Dornic. Conservé à la température ambiante, il s'acidifie spontanément et progressivement (**Mathieu, 1998**). L'acidité d'un lait est habituellement exprimée en degrés Dornic ; le nombre correspond au dixième de millilitre de soude utilisé pour titrer 10 millilitres de lait en présence de phénolphtaléine (**Dieng, 2001**).

1.3.3 Le pH

Le pH d'un lait frais se trouve généralement entre 6,6 et 6,8. Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne détermine pas la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions H⁺. Les valeurs de pH indiquent l'état de fraîcheur du lait, en particulier sa stabilité, car c'est le pH qui influence la solubilité des protéines, c'est-à-dire l'atteinte du point isoélectrique(**Vignola, 2002**).

Chapitre 2

Les Fromages

2 Chapitre 2 les fromages

2.1 Généralités sur les fromages

Le fromage est l'une des formes les plus anciennes des produits alimentaires, il a pu être l'un des aliments les plus consommés par les humains et bénéficie d'une place incontournable parmi les différentes préparations alimentaires (**Ribeiro, 2010 ; Boudjlida et Toumi, 2021**).

Le mot fromage vient du mot « moule » qui est utilisé pour sa fabrication. En Europe, les faisselles où le lait caillé était déposé s'appelaient les "Forma" en latin et "Formos" en grec. C'est qu'à partir du XIIe siècle que le mot devient "Formage" ou "Fourmage" selon les régions (**Fox et al., 2004**).

En Algérie, les fromages de sont associés aux notions de traditions et de typicité. Ils tiennent une place importante sur les marchés locaux, vendus essentiellement à l'état frais salé ou demi-salé ; où servent à l'autoconsommation familiale. La production de fromage de chèvre est insuffisante à cause d'un très faible taux de collecte du lait caprin (**Bencharif, 2001 ; Boudjlida et Toumi, 2021**).

Les consommateurs sont de plus en plus attirés par les produits naturels de qualité, sans aditifs ni conservateur. 10 types de fromages traditionnels de différentes régions sont recensés par **T.E.P.A. (Transformation et Elaboration des Produits Agro-Alimentaire)** du **Laboratoire de Recherche en Nutrition et Technologie Alimentaire (L.N.T.A.)**, la majeure partie de ces produits appartient à la catégorie des fromages frais. Les plus connus sont seulement ceux portant les dénominations «*Djben*» et «*Klila*», très répandus dans l'ensemble du territoire et même dans les pays du Maghreb (**Silvana et al., 2018**).

2.2 Définition du fromage

Le fromage est le terme utilisé pour désigner un groupe de produits alimentaires à base de lait fermenté, fabriqués dans une grande variété de saveurs et de formes à travers le monde (**Fox et al., 2004**).

Selon la norme (**Codex STAN 283-1978**), le fromage est un produit alimentaire qui peut avoir une consistance molle, semi-dure, dure ou extra-dure, affiné ou non affiné. Il peut être enrobé et a un rapport protéique entre le lactosérum et la caséine qui ne dépasse pas celui du lait. Le fromage est fabriqué en coagulant totalement ou partiellement le lait avec de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés, puis en égouttant partiellement le lactosérum qui en

résulte(Eck et Gillis, 1998).Le fromage constituant une forme ancestrale de conservation des protéines, de la matière grasse ainsi que d'une partie de calcium et de phosphore, dont les qualités nutritionnelles et organoleptique sont appréciées par l'homme dans presque toutes les régions du globe (Mahaut et al., 2000).

2.3 Composition et valeur nutritionnel du fromage frais

Le fromage est très riche de par sa composition, en protéines, eau, peptides bioactifs, acides aminés, lipides, acides gras, vitamines et en minéraux (Walther et al., 2008).

Le fromage est aliment riche en protéines, calcium et phosphore, avec un teneur variable en matières grasses, acides gras saturés, fibres alimentaires, sodium, sels minéraux et vitamines (A, D, K, B9, B12) (Bousslah et Kadem, 2020).La composition du fromage frais varie en fonction du lait d'origine et de la technologie utilisée(Mahaut et al., 2000). La composition et la valeur calorique moyennes des fromages frais sont présentées dans le **tableau III**.

Tableau III.Composition moyenne pour 100 g de fromage frais(Eck et Gillis, 2006)

Constituants	Teneur
Eau(g)	79,00
Energie(kcal)	118,0
Glucides (g)	4,00
Lipides (g)	7,50
Protéines(g)	8,50
Calcium(mg)	100,0
Phosphore(mg)	140,0
Magnésium(mg)	10,00
Potassium (mg)	130,0
Sodium (mg)	40,00
Zinc(mg)	0,50
Vitamine A(UI)	170,0

2.3.1 Les protéines

Les caséines se trouvent dans 7 à 30 g/100 g. On élimine les protéines solubles du lait lors de l'égouttage(Chekired & Chekired, 2021).

2.3.2 Les vitamines

Les fromages affinés sont riches en vitamines du groupe B (B2 et B9), tandis que les fromages plus gras ont une bonne teneur en vitamine A(Chekired & Chekired, 2021).

2.3.3 Les lipides

À partir du 01/06/2007, la teneur en lipides des fromages est déterminée en fonction du poids total du produit fini ; plus le produit contient d'eau, plus il contient de matières grasses. Les fromages sont riches en AGS d'origine animale dont les apports doivent être contrôlés en raison de leur impact sur les maladies cardio-vasculaires. Le taux de MG du lait utilisé ou l'enrichissement en crème déterminent la teneur en MG : elle varie de 0 à 30 g/100 g(Chekired & Chekired, 2021).

2.3.4 Les glucides

Les fromages affinés ont une teneur nulle en glucides car ils sont utilisés par les bactéries lors de l'affinage. Les fromages frais et fondus ont une teneur faible en lactose. 4 g max/100 g (Chekired & Chekired R, 2021).

2.3.5 Le calcium

En moyenne, la quantité est de 100 à 1200 mg/100 g, et elle peut aller jusqu'à 600 mg/100 g. Les fromages à pâtes pressées cuites sont les plus riches en calcium en raison des conditions d'égouttage : Parmesan : 1200 mg/100 g, Emmental : 971 mg/100 g, Beaufort : 745 mg/100 g(Chekired & Chekired R, 2021).

2.4 Principales étapes de la fabrication des fromages

La fabrication d'un fromage comprend quatre étapes :

1. Préparation des laits pour un fromage donné. C'est la standardisation (Jeantet et al., 2007 ; Boudjerare & Messaoudi,2018).
2. Coagulation d'un gel de caséine. C'est le caillage ou coagulation du lait.
3. Déshydratation partielle du gel. C'est l'égouttage qui aboutit à un caillé.

4. Maturation du caillé par des enzymes dont les plus actives sont celles produites par les microorganismes. C'est une simple déshydratation. L'eau qui se sépare transporte les composants solubles du lait : lactose, sels minéraux, protéines solubles.

La coagulation et l'égouttage sont donc des étapes complémentaires qui visent à la séparation des constituants du lait qu'on souhaite soumettre à l'action des microorganismes (Tremolières, 1984 ; Boudjerare & Messaoudi, 2018). Les principales étapes de la fabrication fromagère sont résumées dans la **Figure 2**.

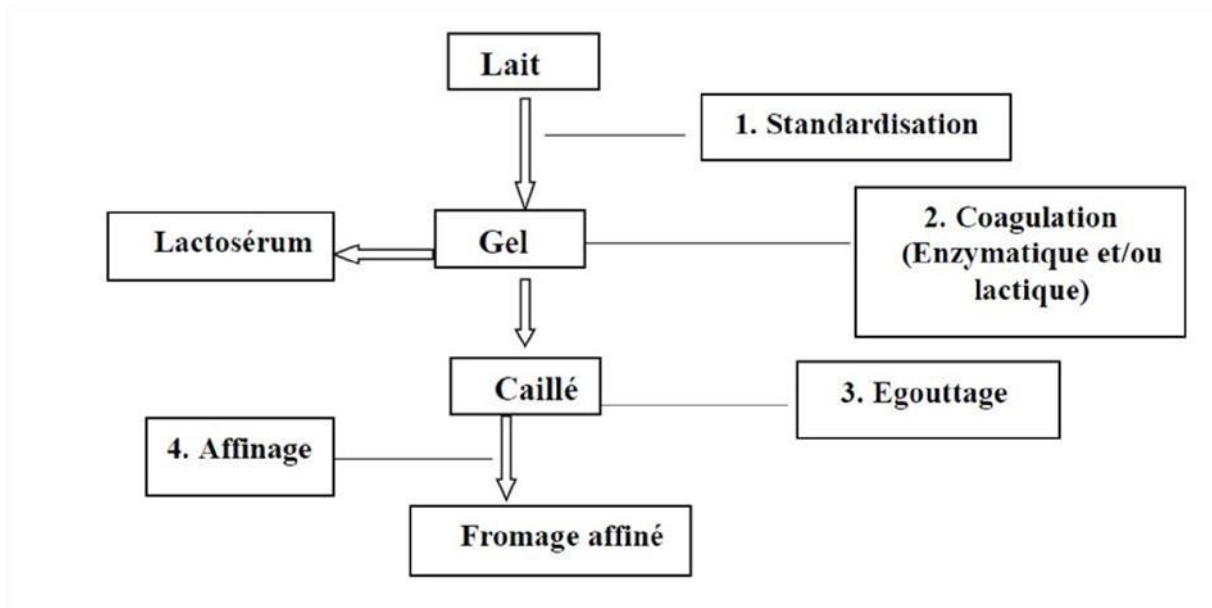


Figure 2.Bases de la fromagerie(Jeantet *et al.*, 2007 ; Bouslah & Kadem, 2020)

2.4.1 Standardisation

C'est la préparation des laits pour un fromage donné s'appuie sur des « standards » définis par les technologues aux plans physico-chimiques et microbiologiques. La transformation de l'état liquide en gel (coagulation) varie en fonction de l'induction de la coagulation par acidification et/ou par l'action d'enzymes coagulantes. Après avoir été séparée en phases (égouttage), la caillebotte subit, soudainement ou non, un affinage spécifique pour chaque type de fromage.

La qualité du lait de fromagerie est définie par la capacité à former un coagulum qui permet d'obtenir, dans des conditions normales de travail, un fromage avec des caractéristiques physico-chimiques définies et un rendement satisfaisant.

La standardisation permet d'éliminer la flore originelle du lait réfrigéré, qui peut contenir des bactéries indésirables. La pré maturation à basse température (10-12°C), en favorisant la

production de facteurs de croissance, améliore le déroulement de la fermentation lactique(Jeantet *et al.*, 2007 ; Boudjerare & Messaoudi,2018).

2.4.2 Coagulation

La coagulation est le processus par lequel les micelles de caséine sont déstabilisées, ce qui les amène à s'agglutiner et à former un gel qui emprisonne les éléments solubles du lait. La coagulation peut se produire par acidification, par l'action d'une enzyme ou par une combinaison des deux (Vignola, 2002).

On distingue trois types de coagulation.

2.4.2.1 Coagulation par voie acide

L'acidification biologique progressive des caséines se produit à leur point isoélectrique (pH = 4,6), que ce soit par le processus de fermentation lactique, qui transforme le lactose en acide lactique, ou par l'hydrolyse du glucono-lactone, il en résulte la création d'un gel lisse et uniforme(Brule et Lenoir, 1987) ou une autre méthode consiste à utiliser l'acidification chimique, comme l'injection de CO₂, l'ajout de glucono-lactone ou l'incorporation de protéines de lactosérum acides. (Jeantet *et al.*, 2008).

Ce type de gel, résultant de la dissolution du phosphate de calcium colloïdal lors de l'acidification, présente une bonne perméabilité mais est très fragile.Le manque de structuration du réseau (faibles liaisons hydrophobes) se traduit par une élasticité ou une plasticité quasi nulle, et une faible résistance aux traitements mécaniques (Jeantet *et al.*, 2008).

2.4.2.2 Coagulation par voie enzymatique

La coagulation par voie enzymatique permet de transformer le lait liquide en gel par l'action d'enzymes protéolytiques(Figure3). La présure de veau est le coagulant habituel utilisé pour coaguler le lait.Le terme "présure" est donné au coagulant extrait de la caillette des jeunes ruminants abattus avant le sevrage. Deux fractions actives se trouvent à l'intérieur : la chymosine (95 % de l'activité enzymatique) et la pepsine.La présure est extraite en macérant la caillette, puis en la coupant en tranches et en la laissant dans une solution saline pendant plusieurs jours, à un pH de 5,0% à 5,5(Troch *et al.*, 2017). On distingue 3 phases :

- ✓ Phase primaire ou enzymatique.
- ✓ Phase secondaire ou d'agrégation des micelles déstabilisées.
- ✓ Phase tertiaire ou phase de réticulation (Robinson, 2005 ; Chetate & Dif, 2022).

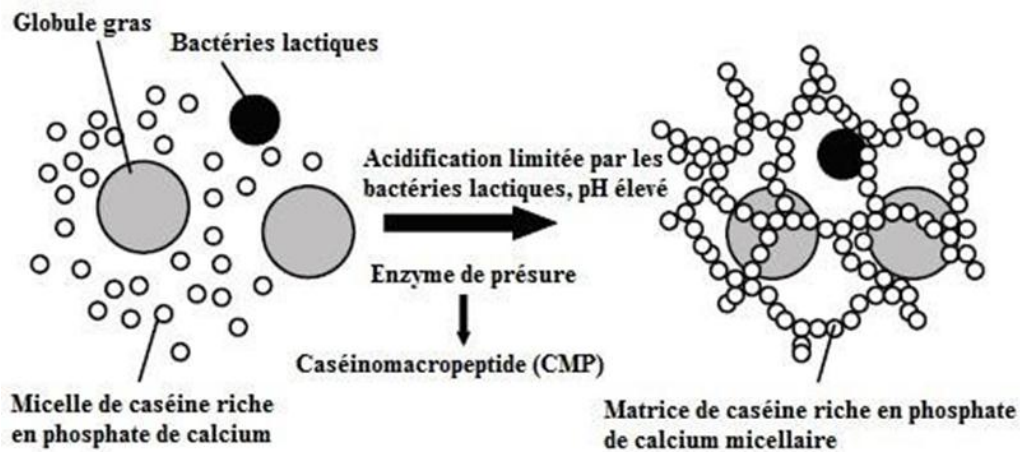


Figure 3. Représentation schématique du processus de coagulation enzymatique par la présure (Donnelly, 2014 ; Chetate & Dif, 2022).

2.4.2.3 Coagulation mixte

C'est une action combinée de la présure et de la flore lactique, selon l'action relative des deux procédés, on obtient un caillé ayant des caractéristiques différentes et qui perd plus ou moins son eau et ses sels minéraux facilement (Figure 4). C'est le cas de la plupart des fromages fermentés (Guiraud, 2003 ; Dib & Filali, 2018).

Etselon Jeantet et al. (2008), Elle est le résultat de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification. Les fromages à pâte molle et à pâte pressée non cuite sont grandement diversifiés en raison de la multitude de combinaisons qui conduisent à différents états d'équilibre spécifiques.

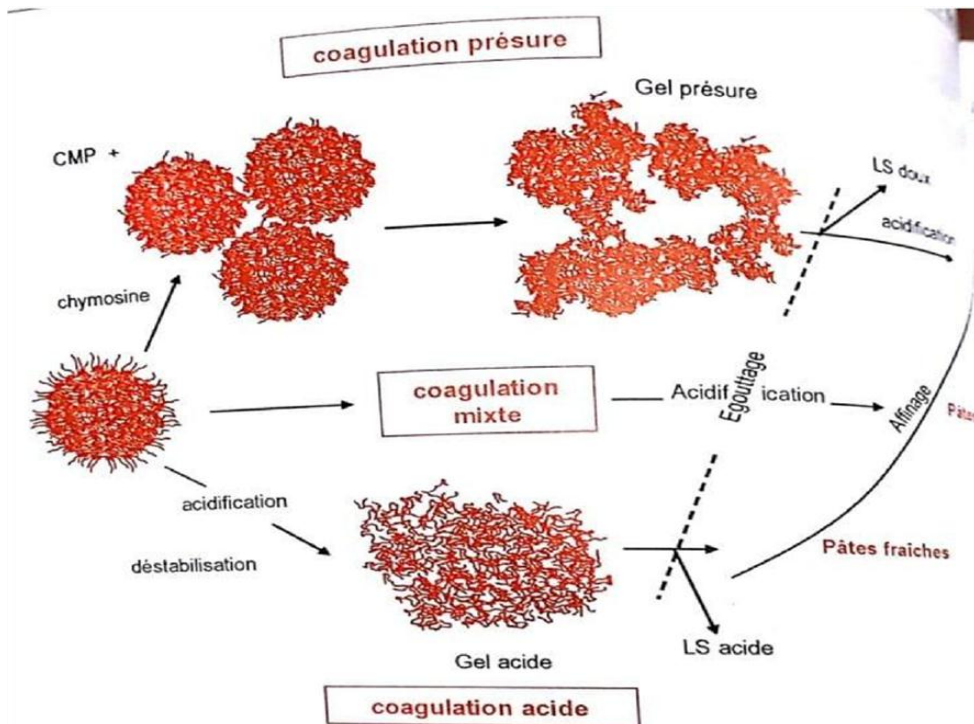


Figure 4. Type de coagulation et diversité fromagère (Jeantet et al., 2007).

2.4.3 Egouttage

L'égouttage, ou déshydratation du caillé, favorise la concentration des composants du lait. À ce moment-là, le caillé se sépare du lactosérum grâce à la synérèse (Kongo et Malcata, 2016). À l'aide de la présure, de l'acidité et de la température, le caillé rétrécit et expulse le petit-lait (Guetouache et al., 2014).

2.4.4 Salage

Selon Zeller (2005), le salage conditionne l'aspect et le goût du fromage. Il joue plusieurs rôles à savoir :

- La conservation du fromage,
- La préservation de son arôme et de son aspect,
- La lutte contre les microbes et les bactéries,
- La solidification de sa croûte en gardant sa forme,
- Et l'effet régulateur des échanges entre la pâte du fromage et l'atmosphère. Enfin et selon Guinée et al. (2017) ; Attou (2021), il existe deux façons de saler les fromages :
 - Le salage à sec en utilisant du sel fin ou du gros sel ;
 - Ou en immergeant le fromage dans un bain de saumure saturée pendant un certain temps.

2.4.5 Affinage

Tous les fromages sont affinés, à l'exception des fromages frais. En général, l'affinage a lieu dans une cave, car la température et le taux d'humidité doivent être contrôlés. Selon le type de fromage fabriqué, l'affinage peut durer de quelques semaines à plusieurs années. Les conditions de vieillissement jouent un rôle crucial dans le développement de l'écosystème de vieillissement. La composition et l'évolution de la flore microbienne sont essentielles pour la spécificité et la qualité du produit final. Au cours de l'affinage, les fromages subissent d'importantes transformations biochimiques dues à la croissance de l'écosystème fromager **(Broome, 2007 ; Hassan et al., 2012)**.

Selon **Mietton (1995) ; Boullouf (2016)**, l'affinage est en fait la résultante de trois principales actions biochimiques qui se déroulent simultanément à savoir :

- la dégradation des protéines ;
- l'hydrolyse de la matière grasse ;
- la fermentation du lactose

2.5 Types de fromage

On peut classer les fromages en différentes variétés en fonction de leur goût, de leur odeur, de leur texture et de leur forme. La variété des fromages est influencée par l'origine du lait (y compris le régime alimentaire de l'animal), de la manière dont le lait est transformé, de son traitement thermique (lait pasteurisé). Il existe une grande variété de fromages que l'on peut classer en trois grandes catégories **(Eck, 1984 ; Mahaut et al., 2000)**.

2.5.1 Fromage à pâte pressée

Fromages affinés, à moisissures internes. Le développement interne de *Penicillium roqueforti* est favorisé par l'action du leuconostoc et des levures, qui libèrent une ouverture et une petite quantité d'éthanol. Les micro-organismes utilisés : *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Penicillium roqueforti*, levures **(Settanni et Moschetti, 2010)**. Les fromages ci-dessous sont distingués **(Fox et al., 2017)**:

- Fromages à pâte ferme non cuite (Cantal...)**(Figure5)**.
- Fromages à pâte pressée cuite avec ouverture (Emmenthal),
- Fromages à pâte pressée cuite sans ouverture (Beaufort),
- Fromages à pâte pressée très dure (Cheddar).



Figure 5.Fromage Cantal (AOP, 2022)

2.5.2 Fromage à pâte molle

Fromages ayant subi un processus de vieillissement relativement long (dégradation intense des protéines et des graisses par les bactéries de surface) après la fermentation lactique. Les micro-organismes utilisés sont notamment *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Brevibacterium linens*, *Geotrichum candidum*, *Penicillium camemberti* et des levures. (Branger, 2012 ; Yildiz, 2010). Trois types sont distingués (Fox et al., 2017 ; Boudjlida & Toumi, 2021):

- Fromages à pâte molle moussée généralement à croûte moisie (Camembert, Brie...),
- Fromages à pâte molle et à croûte lavée (Pont- l'Évêque ...) (**Figure6**).
- Fromages à pâte molle persillée (à moisissures internes) (Roquefort et autres bleus...)



Figure 6.Fromage Pont- l'Évêque (AOP, 2022)

2.5.3 Fromage frais ou à pâte fraîche

Les fromages non affinés qui n'ont pas été vieillis ont simplement des protéines de lait coagulées par des ferments lactiques (acidification), à l'aide de micro-organismes : *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis cremoris*, *Lactococcus lactis diacetylactis* (Chamba J. F., 2008).

❖ Types de fromages frais : l'industrie de la production de fromages frais dispose de plusieurs types de technologies pour une production diversifiée. Parmi les produits issus de cette technologie, on peut distinguer (Fox et al., 2017) :

- Le Petit Suisse : un fromage frais au lait de vache, à pâte homogène molle et non salée. La teneur en matière grasse est de 40 à 60 % de l'extrait sec, qui lui-même est de 23 à 30 %.

- Demi-sel : cette dénomination est réservée à un fromage frais au lait de vache fabriqué avec de la présure, à pâte homogène ferme et salée à 2 %. La teneur en matière grasse est de 40 % de l'extrait sec, qui lui-même doit être supérieur ou égal à 30 %.

- Fromage blanc : l'appellation fromage blanc est réservée à un fromage non affiné qui, lorsqu'il est fermenté, n'a pas subi d'autres fermentations lactiques.

Le produit doit contenir au minimum 23 g de matière sèche pour 100 g de fromage. (Meunier-Goddike, 2004).

2.6 Propriétés microbiologiques

L'étude microbiologique consiste à analyser de manière quantitative la flore microbienne, ce qui témoigne de la qualité sanitaire et de la valeur marchande du produit (Bonnefoy et al., 2002). En ce qui concerne le fromage, les normes microbiologiques varient d'un pays à l'autre et d'un produit à l'autre. Le nombre ou la recherche des différentes flores dépend du type de fromage. Les différentes normes sont données dans le **Tableau IV**.

Tableau IV. Les normes microbiologiques dans le fromage au lait cru (JORA, N°39.2017).

Micro-organismes	Limites microbiologique UFC (1)/g ou UFC (1)/ml	
<i>Escherichia coli</i>	10 ⁴	10 ⁵
Staphylocoques à coagulasse +	10 ³	10 ⁴
<i>Salmonella</i>	Absence dans 25g	
<i>Listeria monocytogenes</i>	100	

2.7 Propriétés organoleptiques et analyses sensorielles

Selon sa définition, l'analyse sensorielle implique d'examiner les caractéristiques gustatives des produits à l'aide des organes de sens. Les caractéristiques organoleptiques des fromages comportent : l'apparence, la texture, et l'ensemble des sensations gustatives (soit les odeurs, les arômes). L'apparence du fromage, sa couleur, son odeur, sa texture, son goût et son arôme stimulent tous nos sens : notre vue, notre toucher, notre odorat et notre goût suscitent des réactions variées d'acceptation ou de rejet.

Selon l'étude de **Bárcenas et al. (2005)**, l'analyse sensorielle joue un rôle crucial en permettant de distinguer les fromages de divers laits, notamment ceux qui ont une appellation protégée. Elle peut être un moyen de classification des fromages.

Berodier et al., (2003) propose un guide d'évaluation des différentes perceptions liées à l'odeur et l'arôme des fromages à pâte dure et semi-dure. Il en résulte 75 descripteurs appartenant aux familles suivantes : lactique, végétale, florale, fruitée, torréfiée, animale, épicée et autres...

2.8 Fromages traditionnels en Algérie

Chaque fromage traditionnel est fabriqué selon des systèmes complexes qui lui confèrent des caractéristiques sensorielles spécifiques. Divers facteurs de biodiversité, tels que l'environnement, le climat, l'utilisation de lait cru et sa microflore naturelle, contribuent au caractère unique de chaque fromage. La technologie de fabrication des fromages repose sur l'expertise unique des humains plutôt que sur une technologie automatisée, sur des outils historiques et sur des conditions de maturation naturelles (Aissaoui et al., 2006; Khelaifia et al., 2020).

En Algérie, il existe une variété limitée de fromages traditionnels. Ces fromages n'ont pas fait l'objet d'une documentation complète ni d'une étude approfondie. Une dizaine de types de fromages sont connus dans les différentes régions du pays (Zitoun et al., 2011; Khelaifia et al., 2020). Parmi ces fromages, ils se positionnent les fromages traditionnels : Jben, Klila et Bouhezza.

2.8.1 Jben

Le *Jben* est un fromage frais algérien non affiné (Figure 7), préparé à partir du lait, consommé dans les 10 ou 15 jours après sa préparation (Meribai et al., 2017). À l'origine, le *Jben* était traditionnellement fabriqué à partir de lait de vache ou de chèvre, mais la tendance actuelle semble être à l'utilisation du lait de vache (Tajine et al., 2011 ; Bentiba, 2023).



Figure 7. Le fromage frais de type Jben (Khater et Ghefar, 2017).

2.8.2 Klila

Le *Klila* est un fromage traditionnel qui provient de la région sud de l'Algérie (Figure 8). C'est un fromage qui peut être frais ou très dur (contenant 7,0 à 9,1 % d'eau sous forme de granulés) et qui est fabriqué par coagulation modérée du *Lben*. Les granulés sont ensuite séchés dans un linge, et le fromage obtenu peut être consommé tel quel lorsqu'il est frais ou ajouté à des préparations culinaires traditionnelles (Leksir et al., 2019).



Figure 8.Le fromage algérien Le Klila (Sahraoui, 2016)

2.8.3 Bouhezza

2.8.3.1 Définition de Bouhezza

Le fromage « *Bouhezza* » est un fromage traditionnel affiné(**Figure 9**), à pâte molle connu depuis longtemps dans la région de Chaouia, à l'Est Algérien (Khenchela, Batna, Oum el Bouaghi)(**Leksir, 2018; Boudalia et al., 2020**).Il est fabriqué à partir du lait de chèvre, de brebis et de vache ou d'un mélange et considéré non seulement comme un produit alimentaire mais aussi faisant partie intégrante de la vie des «Chaouias».

Le salage, l'égouttage et l'affinage du « *Bouhezza*» se font simultanément dans une outre, « *Chekoua* », traité à l'aide de tanins, pendant 3 à 4 mois. Pendant la période d'affinage, du sel et du "Lben" seront ajoutés au contenu de la « *Chekoua*».Au moment de la consommation, le fromage est malaxé avec l'incorporation de poudre de piment rouge, ce qui lui donne une caractéristique particulière (**Soukehal, 2011**).



Figure 9.Le fromage algérien Bouhezza (Aissaoui And Zidoune, 2006).

2.8.3.2 Procédés de fabrication de fromage de Bouhezza

La fabrication de *Bouhezza* est une activité exclusivement reversée à la femme rurale, qui s'occupe de la préparation du *Lben* et de son utilisation pour la fabrication de fromages (Aissaoui Zitoun, 2014).

La préparation de *Bouhezza* commence généralement en mars et dure jusqu'en juin. Le lait utilisé dans la production provient de différentes races de chèvres, de brebis et de vaches. Cependant, à l'heure actuelle, le lait de vache est le plus couramment utilisé en raison de sa grande disponibilité (Zitoun et al., 2011; Khelaifia et al., 2020).

La fabrication de *Bouhezzase* définit principalement par la création de *Chekoua* et préparation de *Lben* (Belbeldi, 2013).

2.8.3.3 Préparation de Chekoua

Selon Lemouchi (2007) ; Bouslah et Kadem (2020), la préparation de la *chekoua* consiste à utiliser la peau de différentes races d'animaux, comme les brebis ou les chèvres. La peau de chèvre ou de chevreau semble mieux s'égoutter, car elle est plus épaisse, plus solide et plus résistante aux chocs.

Les sacs en peau de chèvre *Chekoua* sont préparés en suivant les étapes suivantes (Figure 10): Les peaux obtenues sont laissées dans un sac en nylon pendant 5 à 6 jours à température ambiante, puis elles sont lavées et épilées. Après avoir été lavées à l'eau du robinet, elles sont séchées à l'ombre et conservées avec du sel et du genièvre pendant 4 à 8 jours jusqu'à ce qu'elles soient prêtes à être utilisées. Le genièvre est utilisé pour ses propriétés antiseptiques et antifongiques, ainsi que pour ses effets désodorisants particuliers. Il élimine donc toutes les

odeurs indésirables de la peau. Les peaux sont ensuite rincées et retournées à l'envers. Elles sont attachées pour empêcher l'entrée de l'air (Medjoudjet *al.*, 2016).

Ensuite, la peau est laissée au repos pendant environ une ou deux semaines afin d'éliminer l'odeur de putréfaction et de la rendre plus forte. Après cette étape, la peau doit être retournée, avec la fourrure à l'intérieur et la chair à l'extérieur, puis elle sera attachée et liée pour lui donner la forme de la *Chekoua*(Saoudi, 2012).

En effet, elle a deux rôles essentiels : à la fois contenant pour la masse de fromage et séparateur de phase (drainage). C'est par les perforations naturelles de la peau que le petit lait s'écoule et que la masse fromagère s'accumule au fil du temps (Zitoun *et al.*, 2012; Khelaifia *et al.*, 2020).



Figure 10.Présentation photographiques des différentes étapes de la préparation de la Chekoua du fromage Bouhezza (Aissaoui Zitoun, 2014)

2.8.3.4 Préparation de LBEN

Selon El Marnissi *et al.* (2013),le lait fermenté écrémé traditionnel connu sous le nom de *LBEN* est un ingrédient essentiel dans la fabrication de la *Bouhezza*. Pour obtenir LBEN, le lait cru subit un processus naturel de fermentation et de coagulation pendant 24 à 36 heures à température ambiante (25-30 °C). Le lait coagulé qui en résulte, appelé "*Rayeb*", peut être

consommé tel quel ou subir un barattage et un écrémage dans une peau de chèvre appelée "*Chekoua*". La *Chekoua* est étroitement nouée et vigoureusement agitée pendant une demi-heure. La formation des globules de graisse (beurre) est déterminée par le changement de son qui se produit à l'intérieur de la *Chekoua*. Pour aider les particules de beurre à se rassembler, on ajoute généralement de l'eau, chaude ou froide selon la température du lait. Le beurre frais est retiré manuellement en une seule motte appelée *Zebda beldia*, et le petit-lait restant de ce processus est appelé *LBEN*. Ce dernier récupéré est utilisé dans la production de *Bouhezza* **(Benkerroum et Tamime, 2004)**.

2.8.3.5 Préparation de fromage Bouhezza

Le processus *Bouhezza* assure la réalisation de différentes étapes simultanément et en continu sur plusieurs semaines, voire plusieurs mois (**Figure 11**). Il débute généralement en mars/avril (**Aissaoui Zitoun, 2014**). La préparation commence par l'ajout d'une certaine quantité de *Lben*, qui est ensuite complétée tout au long de la fabrication par des ajouts successifs de *Lben* et enfin de lait cru (**Belbeldi, 2013**). À condition que *Lben* utilisée soit peu gras et peu acide (**Aissaoui Zitoun, 2014**).

Le salage se fait dans le *Lben* avant qu'il ne soit ajouté à la *Chekoua* à raison de 25 g/L. Une fois *Lben* ou le lait ajouté, le goulot de la *Chekoua* est noué et son contenu est soigneusement mélangé par un léger pétrissage (**Aissaoui Zitoun et al., 2012**). Une certaine quantité remplit la *Chekoua* (moitié ou 3/4 du volume) et suivie de plusieurs ajouts à 3-4 jours d'intervalle de *Lben* et enfin de lait cru entier, deux semaines avant de récupérer le fromage affiné.

La *Chekoua* est suspendue dans un endroit bien aéré ou ombragé. Pendant la préparation de la *Bouhezza* (qui dure généralement 2 à 3 mois), le fromage subit une maturation dans la *Chekoua*, où l'égouttage se fait par les pores de la peau. La *Chekoua* est nettoyée quotidiennement de l'extérieur. Enfin, le fromage est épicé avec du poivre rouge pour donner à la *Bouhezza* un goût spécifique en fonction des préférences des consommateurs (**Medjoudj, 2018**). L'addition de *h'rissa*, poivron noir, vinaigre est possible selon **Lemouchi (2007)** ; **Boullouf (2016)**.

Le fromage est généralement conservé dans la *Chekoua*. Il peut également être stocké dans d'autres récipients tels que le verre, la céramique ou le plastique. La *Bouhezza* peut être consommée sous forme de pâte plus ou moins ferme, tartinée sur du pain, ou déshydratée après séchage et broyage (**Zitoun et al., 2012**; **Khelaifia et al., 2020**).

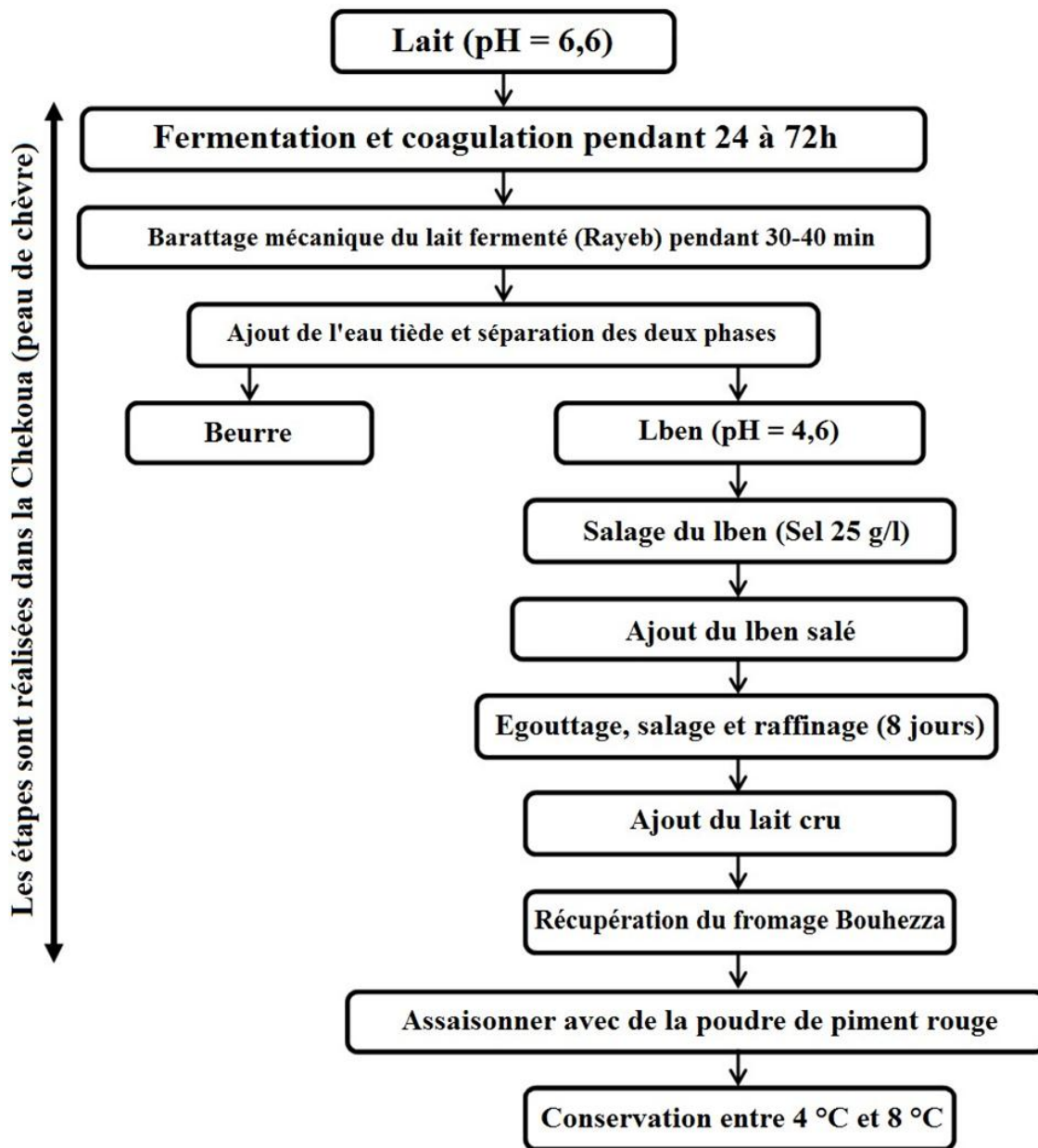


Figure 11. Schéma illustratif du procédé de fabrication du fromage «Bouhezza» (Boudalia et al., 2020; Khelaifia et al., 2020).

2.8.3.6 Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de Bouhezza

Les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du *Bouhezza* sont indiquées dans les tableaux ci-dessous :

Tableau V. Caractéristique physico-chimique de la matière première et du Bouhezza au lait de vache (Aissaoui Zitoun, 2006).

	pH	Lactate	MS	G/MS	PG/MS	NS/NT	Na Cl
Bouhezza	4	2,08±0,14	35,86±0,84	30,2	0,08	0,38	2,38±0,08

± Déviation standard ; acidité en gramme/100mt (**) ; MS: matière sèche ; Na Cl : Chlorure de sodium ; Lactate : exprimé en acide lactique (ces valeurs sont g/100g de produit frais) ; G : Gras ; NS : Azote soluble a pH 4.6 ; PG : Substance azote totale=NT×6.38 ;

Tableau VI. Caractéristiques microbiologiques des matières premières et du Bouhezza au lait de vache(Aissaoui Zitoun, 2006).

	Charge total	Strepto coques lactique	Lacto bacilles	Flore fongique	Protéolytiques	Lipolytiques	Entéro bactéries
<i>Bouhezza</i>	1,2 10 ⁸	4,4 10 ⁹	3,5 10 ⁷	2 10 ⁴	8.3 10 ³	3 10 ⁴	2,9 10

Moyenne logarithmique le double ensemencement de la production (plage de 15 à 300 unité formant colonie/g de fromage).

2.8.3.7 Valeur nutritionnelle de Bouhezza

D'un point de vue nutritionnel, *Bouhezza* peut fournir une quantité importante d'acides gras de haute qualité grâce à sa teneur en acides linoléiques conjugués. De plus, le rapport entre l'acide linoléique (oméga-6) et l'acide alpha-linolénique (oméga-3) dans la *Bouhezza* semble être équilibré (Belbeldi, 2013). Selon Aissaoui Zitoun (2014), la teneur en matières grasses du fromage *Bouhezza* augmente au fur et à mesure de son vieillissement, allant de 7,34 ± 1,76 à 12,57 ± 5,15 g/100 g dans le fromage frais et de 27,65 ± 7,90 à 39 ± 8,07 g/100 g dans la matière sèche.

En revanche, les échantillons de *Bouhezza* épicés avec de la poudre de piment rouge présentaient une teneur en bêta-carotène plus élevée que les autres. Le piment rouge renforce la concentration de ce pigment, qui possède des propriétés antioxydants intéressantes (Belbeldi, 2013).

En moyenne, la consommation de 100 g de fromage *Bouhezza* dans le cadre d'un régime alimentaire contribue à satisfaire 1,46 % à 12 % des apports nutritionnels conseillés en acide linoléique, 3 % en acide linoléique, 0,8 à 1 % en acides linoléiques conjugués (ALC), 0,5 % à 3,3 % en β -carotène et 1,5 % à 5 % en vitamine E (**Belbeldi, 2013**). La teneur en protéines du fromage *Bouhezza* de ferme varie entre $12,22 \pm 0,62$ % et $15,88 \pm 0,58$ g/100 g de fromage (**Aissaoui Zitoun, 2014**).

Une fiche technique descriptive détaillée du fromage traditionnel algérien *Bouhezza* obtenu par des travaux d'**Aissaoui Zitoun (2004)**, **Saoudi (2012)**, **Belbeldi (2013)** et **Senoussi (2013)** (**Tableau VII**).

Tableau VII. Fiche Technique

Fiche technique du fromage traditionnel algérien <i>Bouhezza</i>	
1 Type de lait	14 Saveur : acide et piquant
Lait cru de vache, de chèvre, et /ou de brebis	15. intérieur: Pâte sans ouvertures
2 Type de ferment (Starter)	16. microflore secondaire
fermentation naturelle	Levure et moisissures non identifiés
<i>Lc. lactis</i> et <i>L. plantarum</i>	17. Indices de maturité
principales espèces	pH 3,7 à 4
3. Coagulant	NT soluble à pH 4, 6 : entre 7,8 et 15 %
acide	NT soluble dans TCA 12 % : entre 5,4 et 13,6%
4. Température : ambiance période printemps-été	azote total d'acides aminés libres (en %) / caséine α hydrolyse intense
5. Température de cuisson : pas de cuisson	caséine β hydrolyse partielle
6. pH à l'égouttage du lactosérum :	Acides gras libres, (m Eq / kg) : /
pH du <i>Lben</i> 4,8 à 5	L'acide lactique (%) de 1 à 2,5 g/100 g
Egouttage spontané dans une peau « <i>Chekoua</i> » non imperméabilisée	Isomère de l'acide lactique (D, L) /
7. Caillé pressé : non	Est-ce que l'acide lactique subit changement?
8. Salage:	18. Apparence physique :
en masse (avec le <i>Lben</i>) : 20 g/L	Forme : pâte de couleur blanche crème avec présence de tâches rouge du piment rouge piquant
9. Caillé étiré (pâte filée) Non	19. Volume de production (tonnes / an) : non estimé
10 Composition,%	20. Fromage sans appellation d'Origine Protégée
Gras/Sec : de 21 à 39 % ;	21. Synonymes: des variétés apparentées /
humidité : 65 à 77% ;	22. Autres informations importantes
protéines dans l'extrait sec : 43,5 à 56,7%.	-Terroir:
Sel : 2,2 g/100 g	<i>Chaouia</i> (Est algérien : Batna, Oum El Bouaghi, Khenchela et Tébessa) ;
11 pH :	Dénomination :
1 jour : 4,6	<i>Bouhezza</i> ou dans quelques localités <i>Boumel</i> , <i>Malh Dh'ouab</i> et <i>Bounlih</i> ;
Affiné : 3,7 et 4.	- Spécifications :
12 Consistance	- fabrication dans la peau de chèvre dénommée <i>Chekoua</i> ou <i>Djeld</i> avec des ajouts successifs du lait fermenté « <i>Lben</i> », salé plusieurs semaines puis du lait cru entier ; peau traité avec le sel et le genièvre et rincé avec le <i>Lben</i> ; égouttage continu à travers les perforations de la peau ; fromage affiné épicé avec la poudre ou la pâte de piment rouge.
13 Affinage:	- Arômes :
Durée : de 1 à 5mois	composés aromatiques clés : 7 esters (ethyl butanoate, propyl butanoate, ethyl hexanoate, ethyl heptanoate, ethyl octanoate, 2-phenylethyl acetate, ethyl nonanoate), 1 acide (octanoic acid), 1 alcool (3-methyl, 1-butanol) et 1 cétone (2-nonanone)
température et humidité périodes printemps-été, climats des hauts plateaux [26,8 ± 4 °C et 52,6 ± 8.4 %]	

Matériel & méthodes

4 Matériel et méthodes

4.1 Objectif de l'étude

L'objectif de notre travail est de faire une étude comparative de la qualité bactériologique, physico-chimique et organoleptique de 4 variétés de fromage *Bouhezza* préparés avec trois (03) variétés d'ail, à savoir: *Bouhezza* neutre, *Bouhezza* à l'ail blanc, *Bouhezza* à l'ail rouge et *Bouhezza* à l'ail triquètre.

4.2 Echantillonnage de lait

Deux échantillons de lait ont été collectés à partir des vaches laitières, ces dernières sont de race Montbéliard et Holstein rouge de France, cette collecte a été réalisée au niveau de la ferme des frères Medjhed, située à El-Sbikha, El-Mahmel wilaya de Khenchela. Le lait a été prélevé au moment de la traite du matin et mis dans des flacons stériles en verres puis transportés le jour même du prélèvement jusqu'au laboratoire d'analyse de la laiterie «ATHMANI» Wilaya de Khenchela pour les analyses physico-chimiques. Les échantillons de lait de vache sont analysés puis selon les résultats obtenus de leur qualités bactériologique et physico-chimique, ils seront sélectionnés pour la fabrication artisanal des variétés de fromages *Bouhezza*

4.3 Analyses physico-chimiques du lait

4.3.1 Détermination de pH

4.3.1.1 Mode opératoire

La technique d'analyse consiste à :

- Etalonner le pH mètre avec deux solutions tampons de pH=4 et pH=7.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans un bécher contenant le lait à analyser et lire la valeur de pH stabilisée.

4.3.1.2 Expression des résultats

La valeur du pH est directement indiquée sur le pH-mètre(**Figure13**).

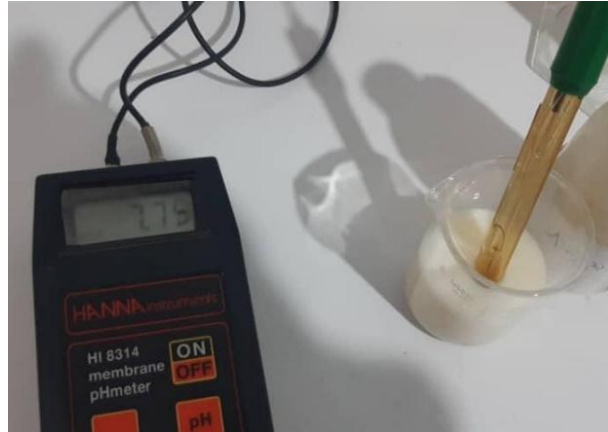


Figure 12. le pH- mètre (Mamour, 2024)

4.3.2 Détermination de l'acidité

4.3.2.1 Mode opératoire

- Peser 10 ml du lait cru de vache dans un bécher.
- Ajouter à la solution 3 gouttes de la solution de phénolphtaléine (indicateur coloré).
- Titrer avec la soude (NaOH) jusqu'au virage de couleur vers le rose pâle de la solution quidoit persister pendant une dizaine de secondes(**Figure14**).

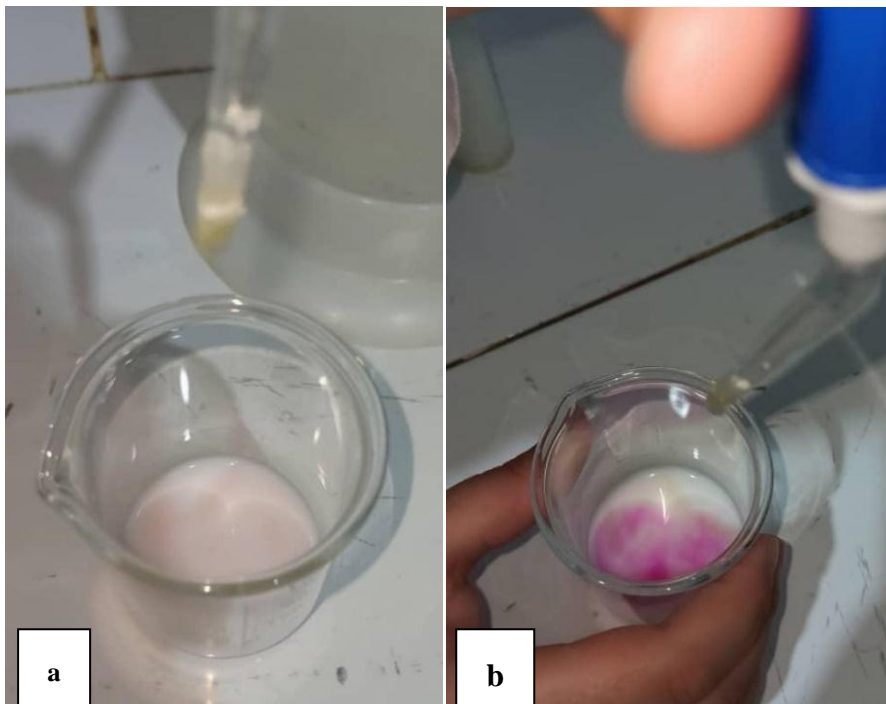


Figure 13.. a)Virage de la couleur de la solution, **b)** Mesure de l'acidité (Mamour, 2024)

4.3.2.2 Expression des résultats

L'acidité est exprimée en degré Dornic (°D) est donnée par la formule suivante :

$$A = V \times 10$$

V : volume en ml de solution d'hydroxyde de sodium (soude Dornic).

A : Acidité.

4.3.3 Détermination de la densité

4.3.3.1 Mode opératoire

- Remplir une éprouvette de 250 ml tenue inclinée jusqu'au débordement de lait sur ses côtés pour éviter la formation de mousse ou de bulles d'air ;
- Introduire le lactodensimètre dans l'éprouvette, et après stabilisation de celui-ci on effectue la lecture;

4.3.3.2 Expression des résultats

Lecture de la valeur de densité après stabilisation de l'appareil (**figure 15**).



Figure 14.Détermination de la densité (Mamour, 2024)

2.1.4 Détermination de taux de la matière grasse

4.3.3.3 Mode opératoire

Les mesures de la matière grasse ont été effectuées depuis un lactoscan, la technique d'analyse consiste à :

- Allumer l'appareil.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans un bécher contenant le lait à analyser et lire la valeur mesuré sur l'écran de l'appareil(**Figure 15**)

4.3.3.4 Expression des résultats :

Le résultat s'affiche directement sur le Lactoscan (**Figure16**).



Figure 15.Le Lactoscan (Mamour, 2024)

4.3.4 Analyses microbiologique du lait de vache cru

Les analyses microbiologiques des échantillons du lait cru ont été réalisées dans un laboratoire privé de contrôle de la qualité, analyses microbiologiques et physico-chimiques des eaux, des produits agro-alimentaires, du sol, des cosmétiques et des détergents au niveau de la wilaya de Khenchela.

4.3.5 Préparation artisanal des variétés de fromage *Bouhezza*

L'échantillon du lait ayant présenté une qualité physico-chimique et microbiologique satisfaisante a été sélectionné pour la préparation des variétés de fromage *Bouhezza*.

4.3.5.1 Transformation du lait cru au lait caillé (*rayeb*)

Le lait de vache cru sélectionné a été laissé à température ambiante pendant une durée de 24 à 72 heures (en fonction de la température ambiante), pour une fermentation naturelle et spontanée afin d'obtenir un lait caillé, appelé *Rayeb* (Figure 17)



Figure 16. *Rayeb* après 48 heures (Mamour, 2024)

4.3.5.2 Transformation du lait caillé *Rayeb* au *Lben* par barratage

Le lait caillé obtenu (*Rayeb*) subit un barratage pendant 30 à 40 minutes pour obtenir un liquide épais, le babeurre nommé également *Lben* (Figure 18).



Figure 17 le Barratage manuel du *Rayeb* (Mamour, 2024)

4.3.5.3 Ecrémage

Après le barattage, un écrémage pour récupérer la crème ou bien le beurre a été réalisé (**Figure 19**).



Figure 18.Séparation du beurre(Mamour, 2024)

4.3.5.4 Coagulation

Le *Lben* écrémé est laissé pour une coagulation spontanée. La durée de la coagulation dépend la température ambiante. Elle dure de 2 à 3 jours. Le coagulum obtenu se sépare du lactosérum par floculation du caillé.

4.3.5.5 Le Salage

Le *Lben* est versé dans un sac en tissu de lin préparé comme contenant à la place de *Chekoua*, qui va jouer, selon Aissaoui(2014), le rôle d'un contenant de la masse fromagère et d'un séparateur de phase. Dans ce sac, nous rajoutons 25 g/l de sel de table(équivalent à 2 cuillères à soupe de sel) (**Figure20**).



Figure 19. Le salage (Mamour, 2024)

4.3.5.6 L'égouttage

Le *Lben* va subir dans le sac un égouttage spontané pendant une période de 1 à 5 jours. Le lactosérum est éliminé et la masse récupérée constituera donc notre fromage (**Figure21**).

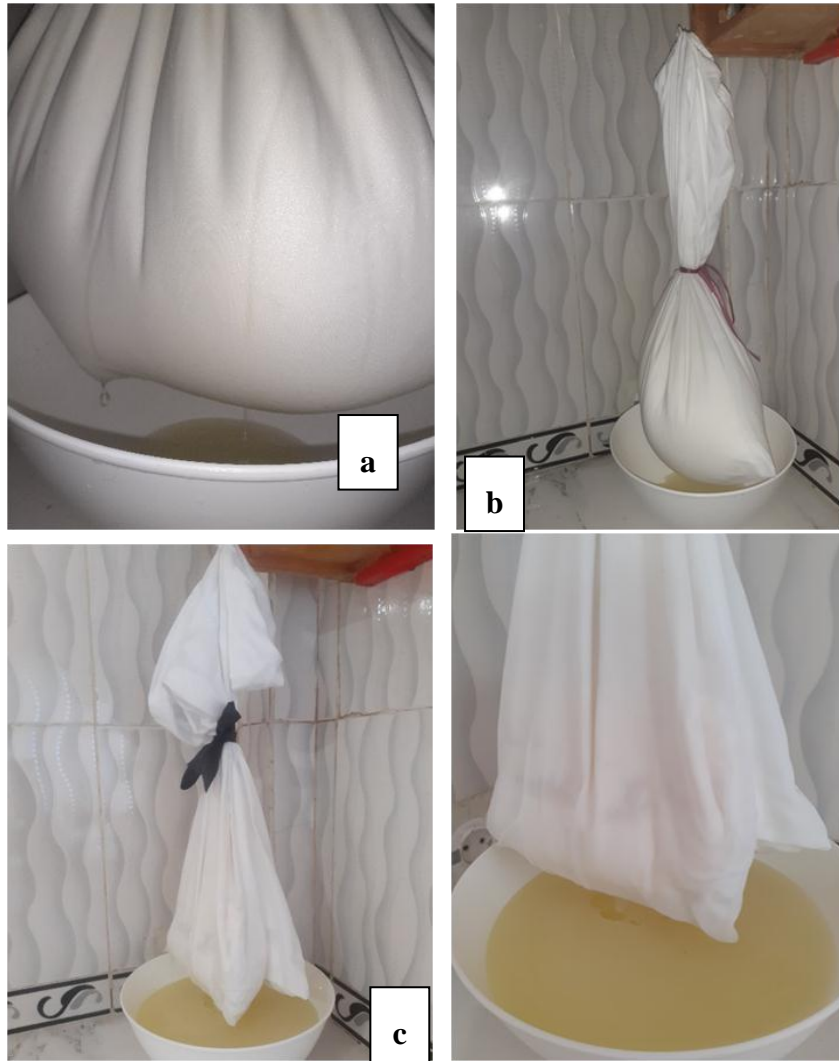


Figure 20.a) et b): égouttage, **c) et d):** Après 6 jours d'égouttage (Mamour, 2024)

A la fin de l'étape d'égouttage, nous obtenons notre fromage artisanal *Bouhezza* sous sa version neutre (**Figure22**).



Figure 21.Forme finale du fromage artisanale *Bouhezza* neutre(Mamour, 2024)

Préparation de fromage *Bouhezza* avec les variétés d'ails

Durant cette étude, trois variétés du *Bouhezza* ont été préparées : *Bouhezza* avec ail blanc (Bab), ail rouge (Bar) et *Bouhezza* à l'ail triquètre (Bat)(**Figure 23**). Pour cela, nous mettons 5g de variété d'ail dans chaque 100g de fromage (**Figure 24**).



Figure 22.Échantillons de *Bouhezza* avec différentes variétés d'ail(Mamour, 2024)



Figure 23. Les 4 variétés de fromage *Bouhezza* obtenus et mise en boîte (Mamour, 2024)

4.3.6 Analyses physico-chimiques des fromages Bouhezza

4.3.6.1 Détermination du pH

4.3.6.1.1 Technique

- L'électrode du pH-mètre étalonné est placée directement dans le fromage.

4.3.6.1.2 Lecture

- Lire directement la valeur sur le cadre du pH-mètre (La mesure est répétée 3 fois pour chaque échantillon).

4.3.6.2 Détermination de l'acidité en degré Dornic

4.3.6.2.1 Technique

- Peser 10 g du fromage *Bouhezza* dans un bécher et ajouter 40 ml d'eau distillée à 60°C
- Homogénéiser la solution à faible vitesse
- Compléter dans un Erlenmeyer à 100 ml avec l'eau distillée bouillie et refroidie
- Centrifuger à 6000 rpm pendant 10 min et récolter le surnageant avant de le placer dans une fiole jaugée
- Compléter par de l'eau distillée de nouveau à 100 ml
- Rajouter 4 gouttes de phénolphtaléine
- Titrer un volume de 10 ml par une solution Na OH jusqu'à l'apparition de la couleur rose qui doit persister pendant une dizaine de secondes

4.3.6.2.2 Lecture

Les résultats sont exprimés en degré Dornic (°D). **Acidité (°D) = V x 10.** **V (ml)** : Volume de la chute de la burette.

4.3.6.3 Détermination du taux de la matière sèche

4.3.6.3.1 Technique

- Le poids de la capsule vide est pesé afin d'être soustrait ultérieurement des mesures
- Peser 3g de fromage dans une capsule séchée et tarée
- Mettre le mélange dans une étuve à une température de 103 °C pendant 3h
- Mettre ensuite les capsules dans un dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante
- Calculer la teneur totale en matière sèche de l'échantions pour essai, wt, exprimée en pourcentage de la masse, à l'aide de l'équation suivante :
$$Wt = \frac{(m2-m0)-(m3-m4)}{m1-m0} \times 100$$

4.3.6.4 Détermination de taux de l'humidité

Humidité en pourcentage (**H**) = **100-Extrait sec total (EST)**

4.3.6.5 Détermination du taux de la matière grasse

4.3.6.5.1 Technique

- Peser 3 g de l'échantillon pour chaque essai dans un godet du butyromètre
- Ajouter de l'acide sulfurique
- Placer le butyromètre dans le bain d'eau à 65 ± 2 °C durant 5 min

- Retirer le butyromètre du bain d'eau et l'agiter énergiquement durant 10 s.
- Retirer le butyromètre du bain d'eau, après avoir soigneusement agité, en rajoutant 1ml d'alcool iso-amylique par l'ouverture étroite.
- Agiter immédiatement durant au moins 3 s.
- Ajouter de l'acide sulfurique par l'ouverture étroite jusqu'à ce que le niveau atteigne le trait repère 35 % de l'échelle.
- Fermer immédiatement avec le petit bouchon et retourner le butyromètre.
- Agiter le butyromètre énergiquement durant 10 s dès que la matière grasse est montée dans la chambre du butyromètre.
- Centrifuger le butyromètre à une accélération centrifuge relative à 1100 tours / 10 min.
- Ajuster soigneusement le gros bouchon afin d'amener l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse, en la déplaçant au minimum, à un trait repère chiffré.
- Opérer de préférence en tirant légèrement sur le bouchon et non en l'enfonçant de force dans le col.
- Pendant les lectures, le butyromètre doit être tenu verticalement et l'œil doit être au niveau du point de lecture.

4.3.6.6 Détermination du rapport matière grasse/matière sèche (MG/MS)

Le rapport matière grasse / la matière sèche exprimée en gramme pour 100 g de matière sèche est donné par la formule suivante : $R\% = (MG/MS) \times 100$

MG: Matière grasse, **MS:** Matière sèche, **R:** Rapport

4.3.7 Analyses microbiologique des fromages Bouhezza

Les analyses microbiologiques des échantillons du fromage *Bouhezza* préparés de façon artisanale (*Bouhezza* neutre, *Bouhezza* à l'ail blanc, *Bouhezza* à l'ail rouge et *Bouhezza* à l'ail Triquètre) ont été réalisées dans un laboratoire privé de contrôle de la qualité, analyses microbiologiques et physico-chimiques des eaux, des produits agro-alimentaires, du sol, des cosmétiques et des détergents au niveau de la wilaya de Khenchela. Les bactéries recherchées sont les suivantes: *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* et *Listeria monocytogenes*.

4.3.8 Analyses organoleptiques des fromages Bouhezza

Les analyses organoleptiques des 4 variétés de fromage *Bouhezza* (Bn, Bat, Bab et Bar) ont été réalisées au niveau de la laiterie «ATHMANI» Wilaya de Khenchela avec un panel de dégustation organisé dans les conditions standard et en remplissant les fiches d'appréciation

des fromages élaborées préalablement. Un formulaire a été utilisé selon les normes internationales d'évaluation sensorielle des aliments, notamment en ce qui concerne les fromages.

Résultats & Discussion

5 Résultats et Discussion

5.1 Résultats des analyses physico-chimiques du lait de vache cru

Les résultats des analyses physico-chimiques sont représentés dans les figures ci-dessous :

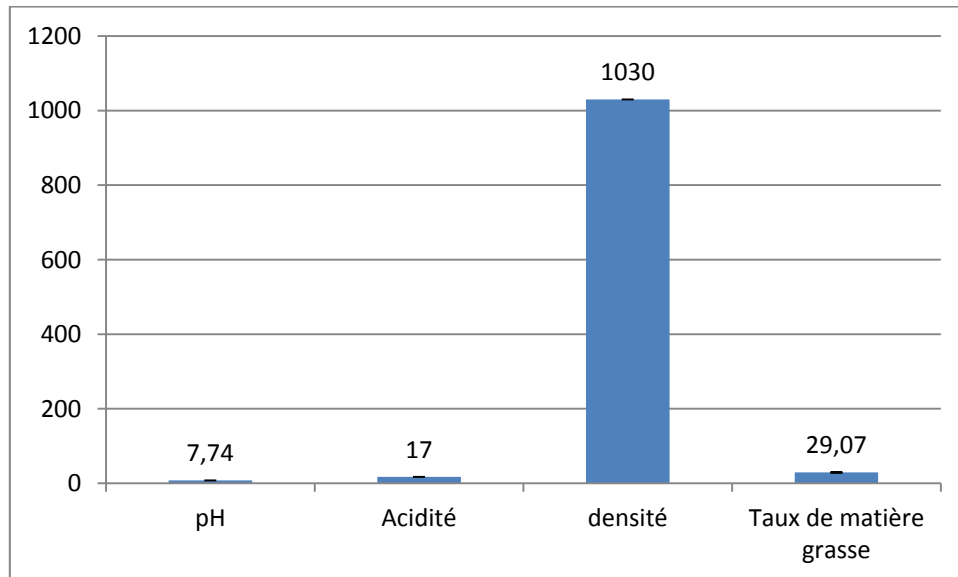


Figure 24. Analyses physico-chimiques du lait de vache échantillon LV1

Le **pH** moyen du lait bovin est de 6,6 selon **Le Jaouen et al. (1990)**, le pH de l'échantillon LV1 est de 7,74 (**Figure 25**) et celui de l'échantillon LV2 est de 7,71 (**Figure 26**), ces valeurs sont légèrement supérieures à la norme citée ci-dessus.

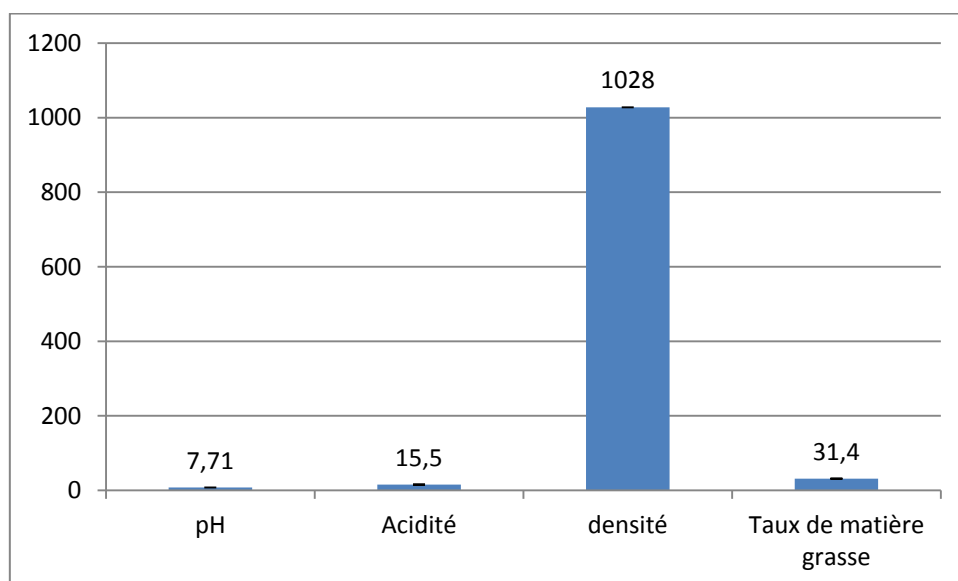


Figure 25. Analyses physico-chimiques du lait de vache échantillon LV2

L'acidité titrée des laits normaux est entre 14°D à 17°D(Guiraud,1998), l'acidité de nos échantillons étés entre 15.5°D (LV2) et 17 (LV1), nos résultats sont dans les nomes.

Le pH et l'acidité dépendent aussi des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique (Mathieu,1998).

La densité normale du lait de vache se situe entre autour de 1030 à 1035. La densité de LV2 été de 1028 inférieure à la norme. La densité varie selon la richesse en matière sèche et est inversement proportionnelle au taux de matière grasse, la diminution de la densité pourrait être due à l'alimentation de la vache laitière.

Le taux de matière grasse varie en fonction de la race, de la génétique de la vache du stade de lactation et de l'alimentation (Courtet Leymarios ,1985). Le taux de matière grasse de l'échantillon LV2 (31.4%) est supérieure à l'échantillon LV1 29.07%

5.2 Analyses microbiologiques du lait de vache cru

Les résultats des analyses microbiologiques des échantillons de lait de vaches sont mentionnés dans le tableau ci-dessous:

Tableau VIII. Analyses bactériologiques des échantillons de laits de vache cru

Bactéries	Echantillon LV1	Echantillon LV2	Normes et limites microbiologiques	
			m	M
coliformes fécaux	8. 10	5. 10	5.10^2	5.10^3
<i>E.coli</i>	Absence	Absence	/	/
<i>Staphylococcus</i> coagulase +	4.5.10	2.9.10	10^2	10^3
<i>Salmonella</i>	Absence	Absence	Absence dans 25 ml	

JORA N°039 du 2 Juillet 2017

Les résultats des analyses bactériologiques des deux (02) échantillons de lait de vaches LV1 et LV2,obtenus (Tableau VIII) ont montrés l'absence d'*E.coli* et de *Salmonella* et une

présence de coliformes fécaux (LV1: 8.10UFC/ml, LV2: 5.10UFC/ml) et de *Staphylococcus aureus* (LV1: 4.5. 10, LV2: 2.9.10UFC/ml) à des taux inférieurs aux seuils fixés par le **Journal Officiel N° 39 du 2 Juillet 2017**. Les 2 échantillons LV1 et LV2 de lait de vaches sont dans les normes mais pour préparer les variétés de fromage *Bouhezza* nous avons optés pour l'échantillon LV2 car il contient moins de bactéries.

5.3 Analyse physico-chimique des fromages

Les paramètres physico-chimiques des 4 variétés des fromages ont donné les résultats représentés dans les figures ci-dessous:

5.3.1 Le pH

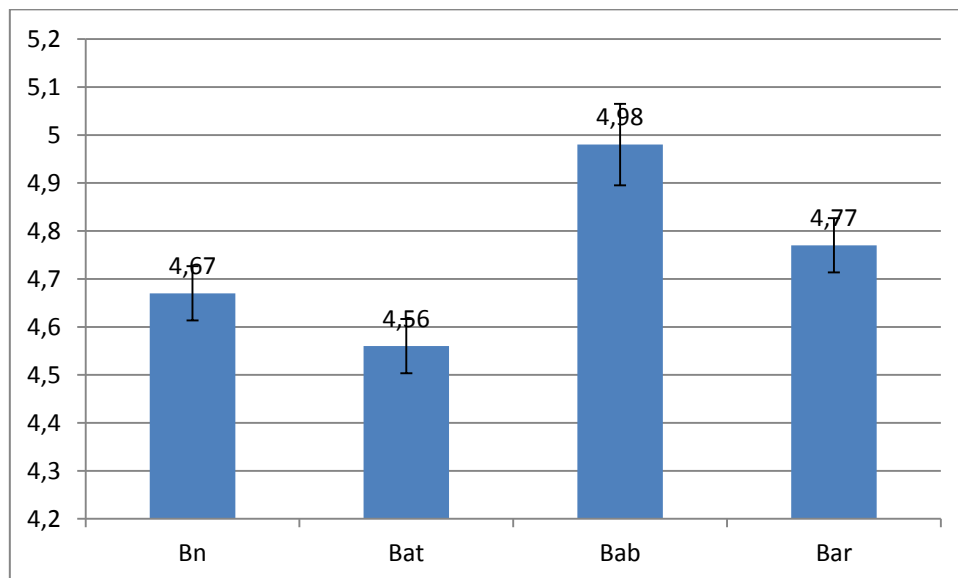


Figure 26. le pH des fromages Bouhezza

Les variétés de fromages *Bouhezza* (Bn, Bat, Bab, Bar) avaient respectivement les pH suivants: 4.67, 4.56, 4.98 et 4.77. Ces valeurs sont légèrement supérieures, car d'après **Medjoudj et al., (2016)**, ce fromage à un goût acide et à un pH de 4.24 quand il est âgé de 72 jours.

5.3.2 Acidité Dornic

Selon **Aissaoui et al. (2011)**, l'acidité du fromage *Bouhezza* âgé de 10 semaines est de 20°D. les valeurs d'acidité retrouvés sont : 46°D (Bn) 41.5°D (Bat), 42°D (Bab) et 41.5°D (Bar).

D'après **Aissaoui et al. (2011)**, la teneur en acide lactique augmente significativement à cause de l'addition de *delben*, lors de la préparation du fromage.

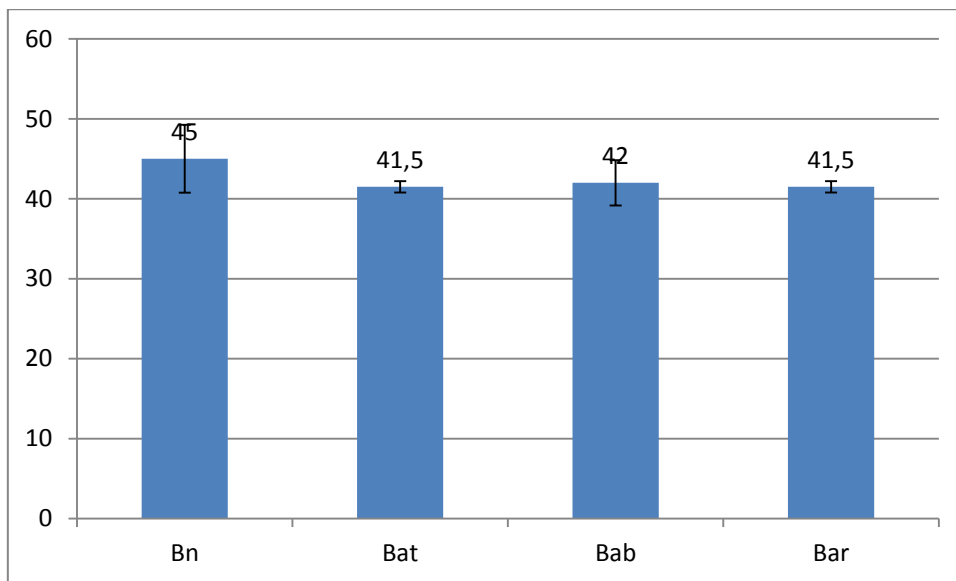


Figure 27.acidité des fromages Bouhezza

5.3.3 Humidité

La figure 29 montre que le Bat a un taux d'humidité de 54.55% plus élevé que l'humidité de Bab 53.45%, de Bn 53% et de Bar 52.4%.

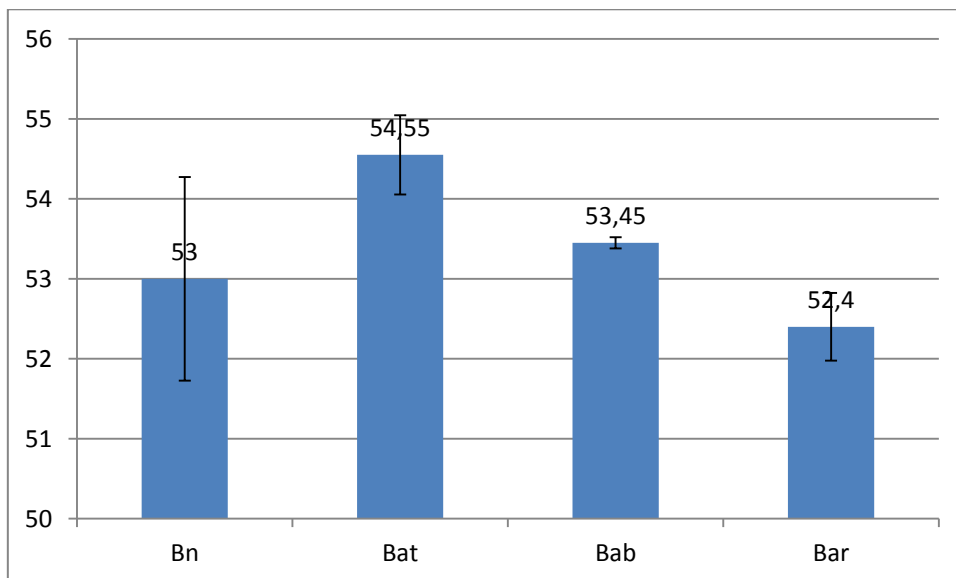


Figure 28.Humidité des fromages

5.3.4 Extrait sec total

Selon **Medjoudj et al.(2016)** le fromage Bouhezza âgé de 72 jours possède une teneur en matière sèche de 51.95% . Nos valeurs sont inférieures à celles trouvées par **Medjoujet al.(2016)**. Notons que Bab avait un taux d'extrait sec supérieur (48.15%) aux autres variétés.

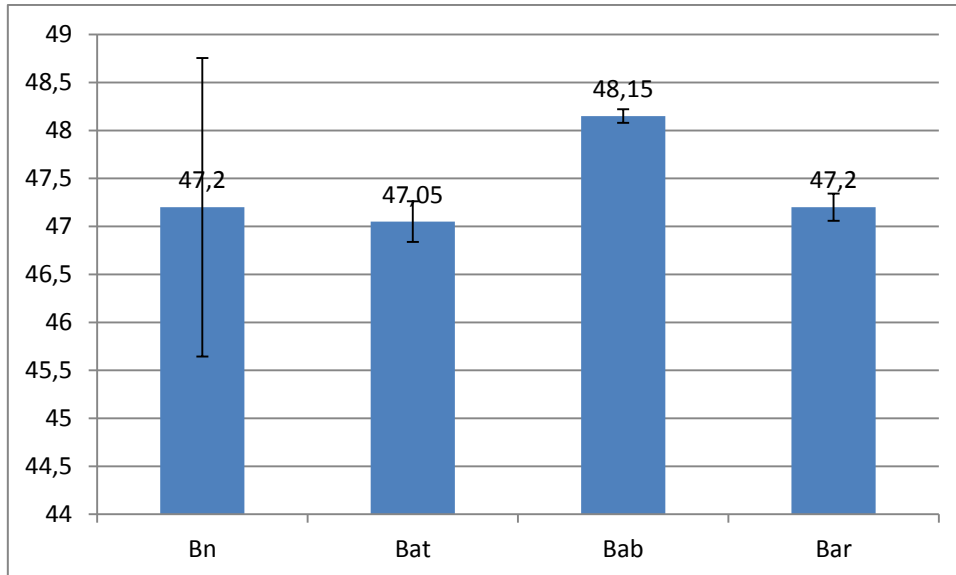


Figure 29. EST des fromages

5.3.5 Le taux de matière grasse

Medjoudj et al. (2016) ont montrés dans leur travaux que ce fromage traditionnel possède une taux de matière grasse équivalent à 28.87%. *Bouhezza* à l'ail rouge (Bar) avait un taux de matière grasse de 23.95% légèrement plus élevé que celui de Bouhezza neutre (Bn) (23.9%). Les autres taux de matière grasse sont 23.65% pour Bat et 23.25% pour Bab.

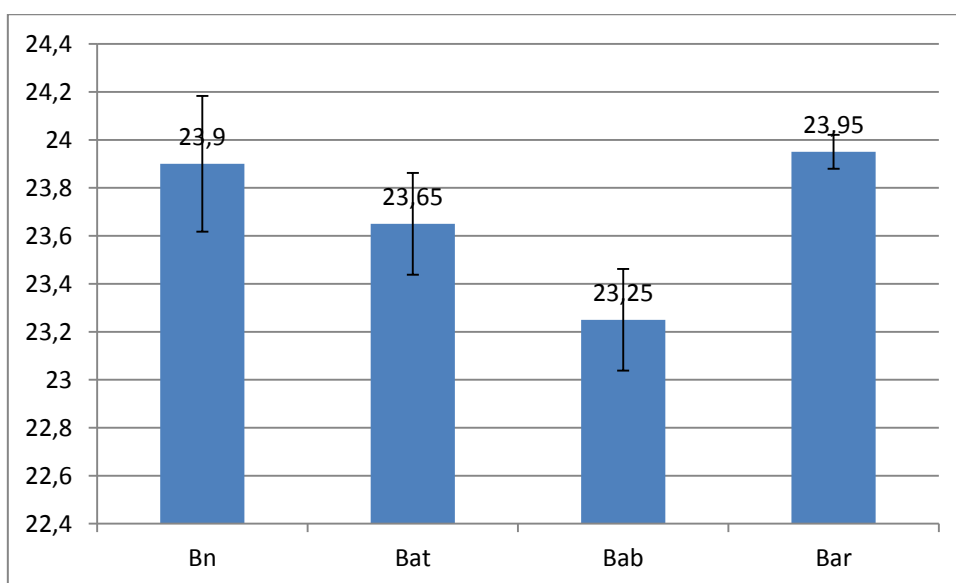


Figure 30. Matière grasse des fromages

5.3.6 Le rapport Mg/Est

Les rapports de Mg/Est obtenus sont les suivants: 50.65% (Bn), 50.25% (Bat), 48.35% (Bab) et 50.7% pour Bar.

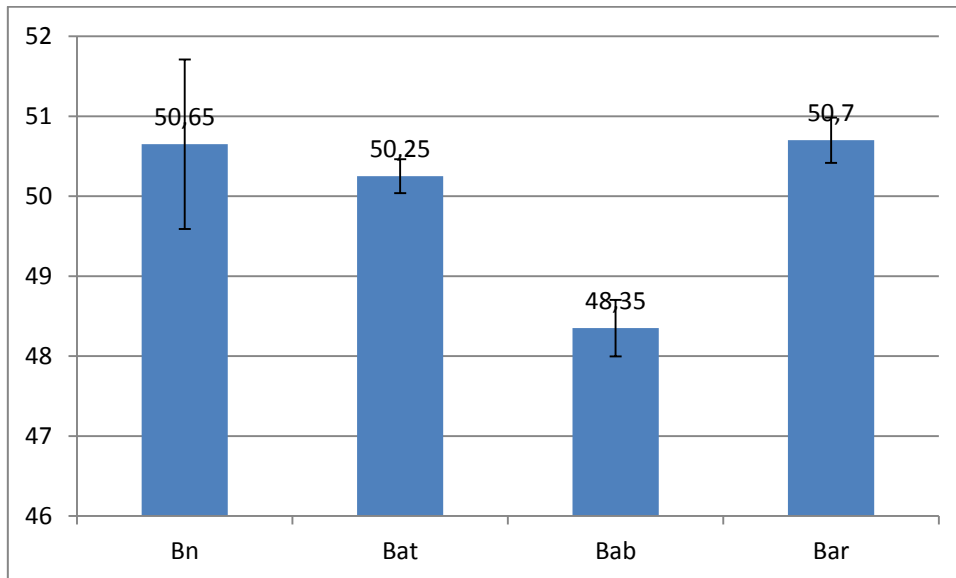


Figure 31.MG/EST des fromages

5.4 Analyse bactériologique des fromages

Les analyses bactériologiques des variétés de fromages *Bouhezza* : neutre, à l'ail blanc, à l'ail rouge et à l'ail triquètre ont donné les résultats suivants:

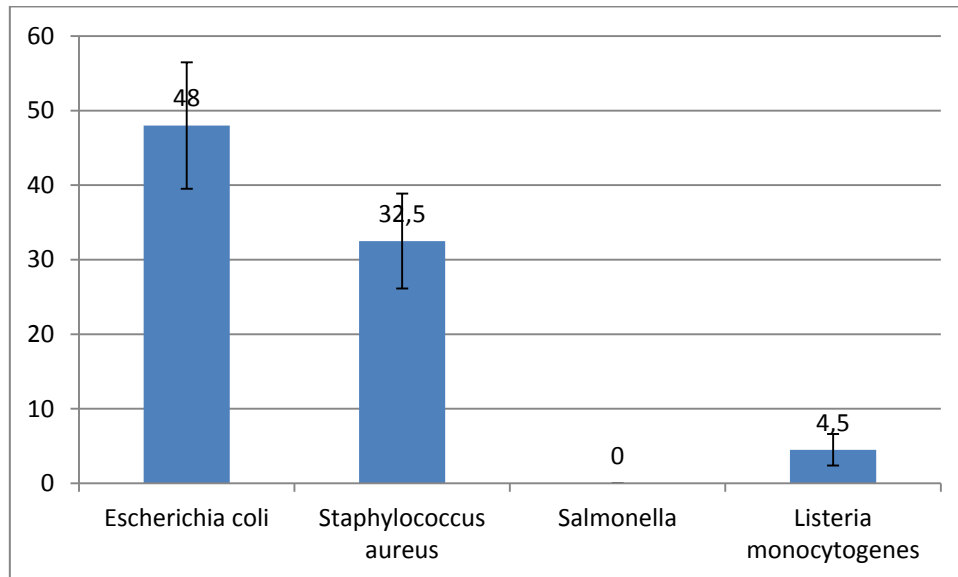


Figure 32. La qualité bactériologique de Bouhezza neutre

Selon le **Journal Officiel N° 39 du 2 Juillet 2017**: le fromage *Bouhezza* neutre (Bn) a présenté une qualité satisfaisante, *Salmonella* été absente et les autres bactéries (*E. coli*, *S. aureus* et *L. monocytogenes*) recherchées étés présentes dans le fromage en dessous des normes édictées par le Journal officiel.

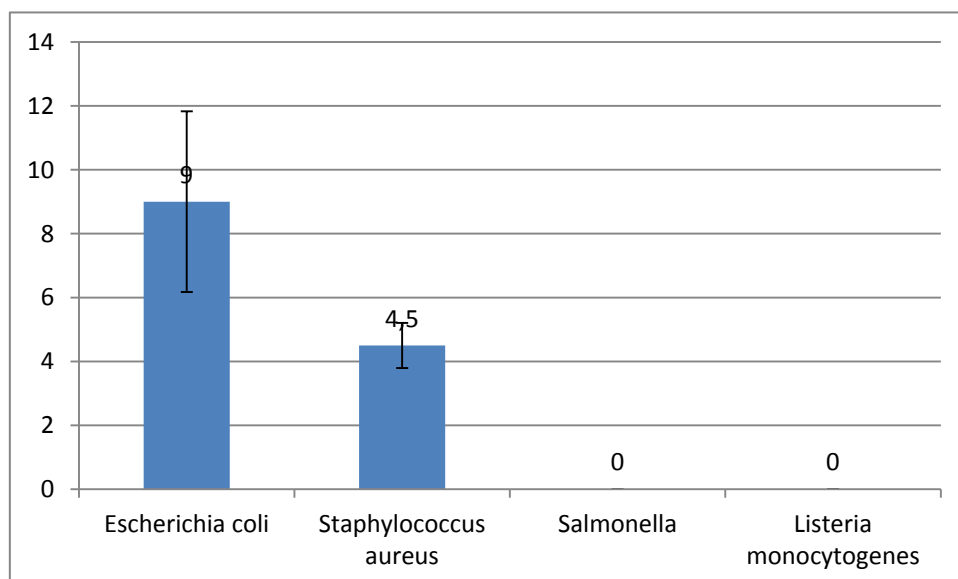


Figure 33. La qualité bactériologique de Bouhezza avec ail triquètre

L'analyse bactériologique du fromage *Bouhezza* préparé avec l'ail Triquètre (Bat) a montré l'absence de *Salmonella* et de *Listeria monocytogenes* et la présence d'*E.coli* avec une moyenne de 9UFC/ml et de *Staphylococcus aureus* avec une moyenne de 4.5UFC/ml (Figure 34)

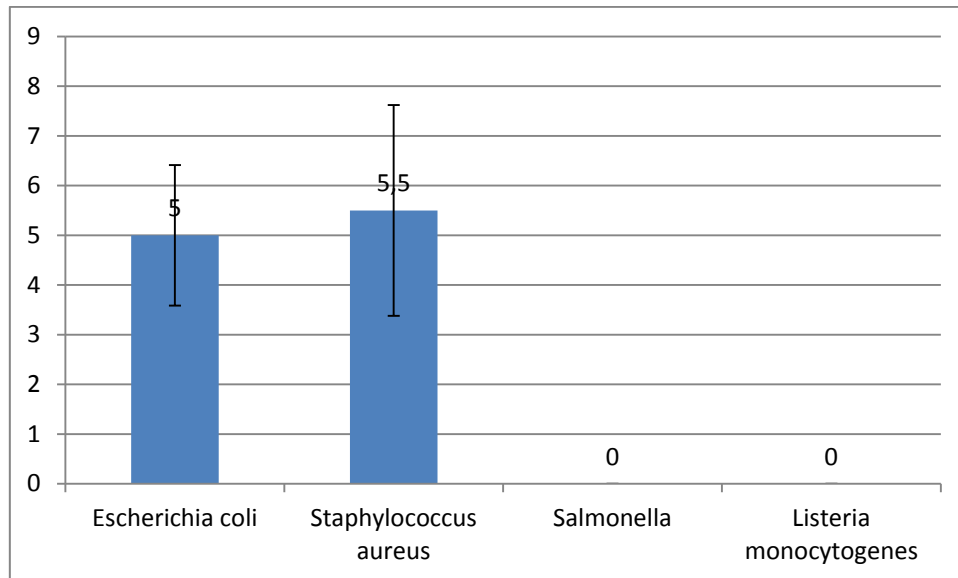


Figure 34.La qualité bactériologique de Bouhezza avec ail blanc

L'analyse bactériologique du fromage *Bouhezza* préparé avec l'ail blanc (Bab) a montré également l'absence de deux bactéries : *Salmonella* et de *Listeria monocytogenes* et la présence d'*E.coli* avec une moyenne de 5UFC/ml et de *Staphylococcus aureus* avec une moyenne de 5.5UFC/ml (Figure 35)

Quant à l'analyse bactériologique du fromage *Bouhezza* préparé avec l'ail rouge (Bar) a montré l'absence de toutes les bactéries recherchées.

Toutes les variétés de *Bouhezza* étudiées (Bn, Bab, Bat et Bar) sont de qualité bactériologique satisfaisante mais la variété Bar est de meilleure qualité bactériologique par rapport aux autres variétés. L'addition de l'ail à la préparation de fromage permet d'améliorer les caractères organoleptiques et d'assurer en même temps l'absence des bactéries pathogènes et contaminantes des fromages préparés.

Plusieurs travaux de recherche ont démontré l'activité antimicrobienne de beaucoup d'espèces du genre *Allium* à travers le monde. Ces espèces sont très riches en composés organosoufrés comme l'allicine. Cette dernière a été signalée comme le principe actif responsable de l'activité

bactéricide et bactériostatique contre un large spectre de bactéries y compris les bactéries multirésistantes (**Loi et *al.*, 2019**).

5.5 Analyse organoleptique des fromages

5.5.1 Partie préliminaire du questionnaire. Description du corpus questionné

5.5.1.1 Sexe

Selon la figure ci-dessous, 64% du corpus questionné était constitué d'hommes. Ce qui montre leur prédominance au niveau de la laiterie, site de notre essai.

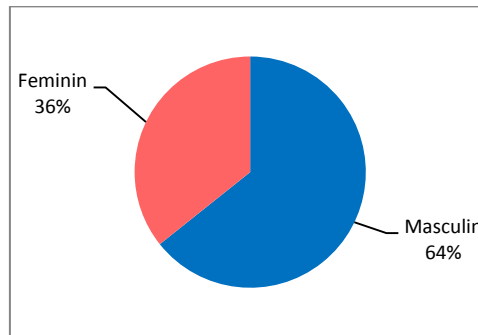


Figure 35. Sexe ratio du corpus questionné

5.5.1.2 Aptitudes générale à la participation à la dégustation

Les graphes ci-dessous montrent que 57% des personnes questionnées consommaient du tabac mais qu'ils ne souffrent d'aucune maladie ou allergie aux produits lactiques.

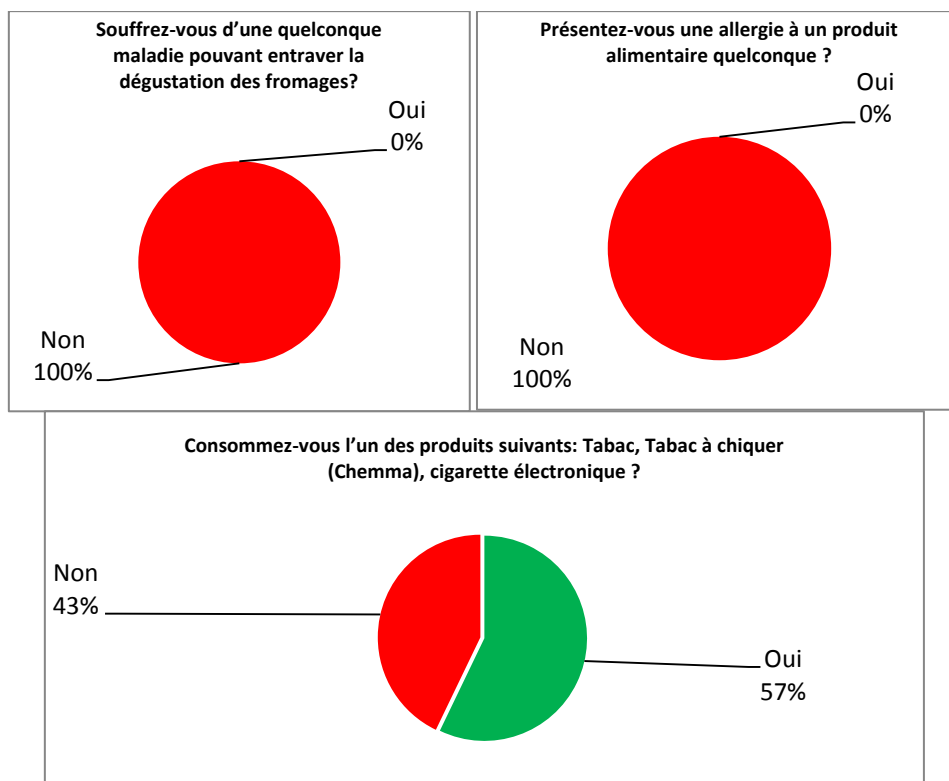


Figure 36. Aptitudes générales à la participation à la dégustation

5.5.2 Appréciation de la qualité organoleptique

5.5.2.1 Appréciation de la couleur

La planche ci-dessous exprime l'appréciation de la couleur des fromages présentés à la dégustation.

Il apparaît que les quatre variétés de fromages restent très proches en termes de coloration générale. Le plus clair est le fromage BAR.

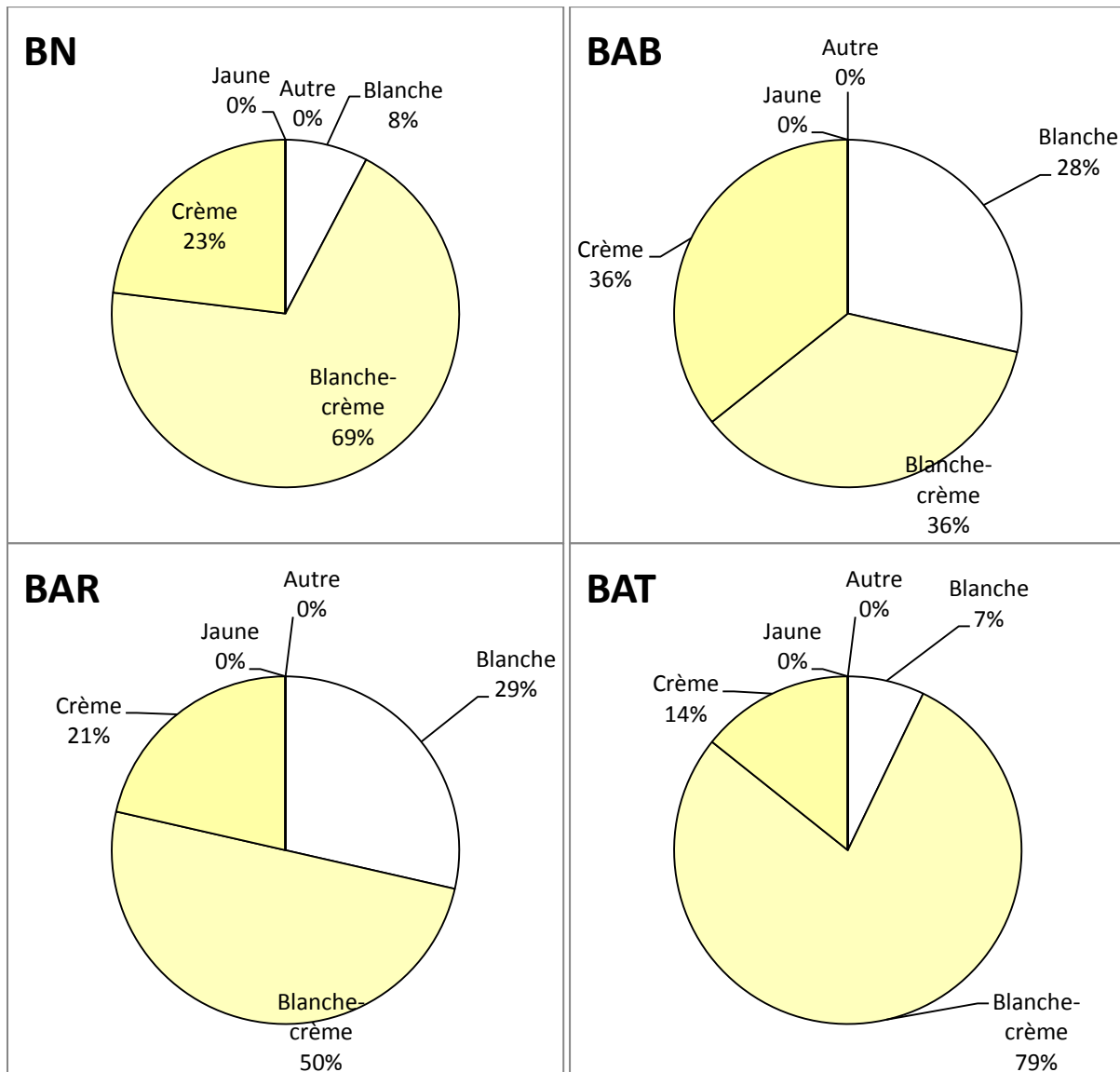


Figure 37. Appréciation de la couleur des 4 fromages

5.5.2.2 Appréciation de l'odeur des fromages

Ci-dessous l'évaluation de l'odeur par le corpus questionné.

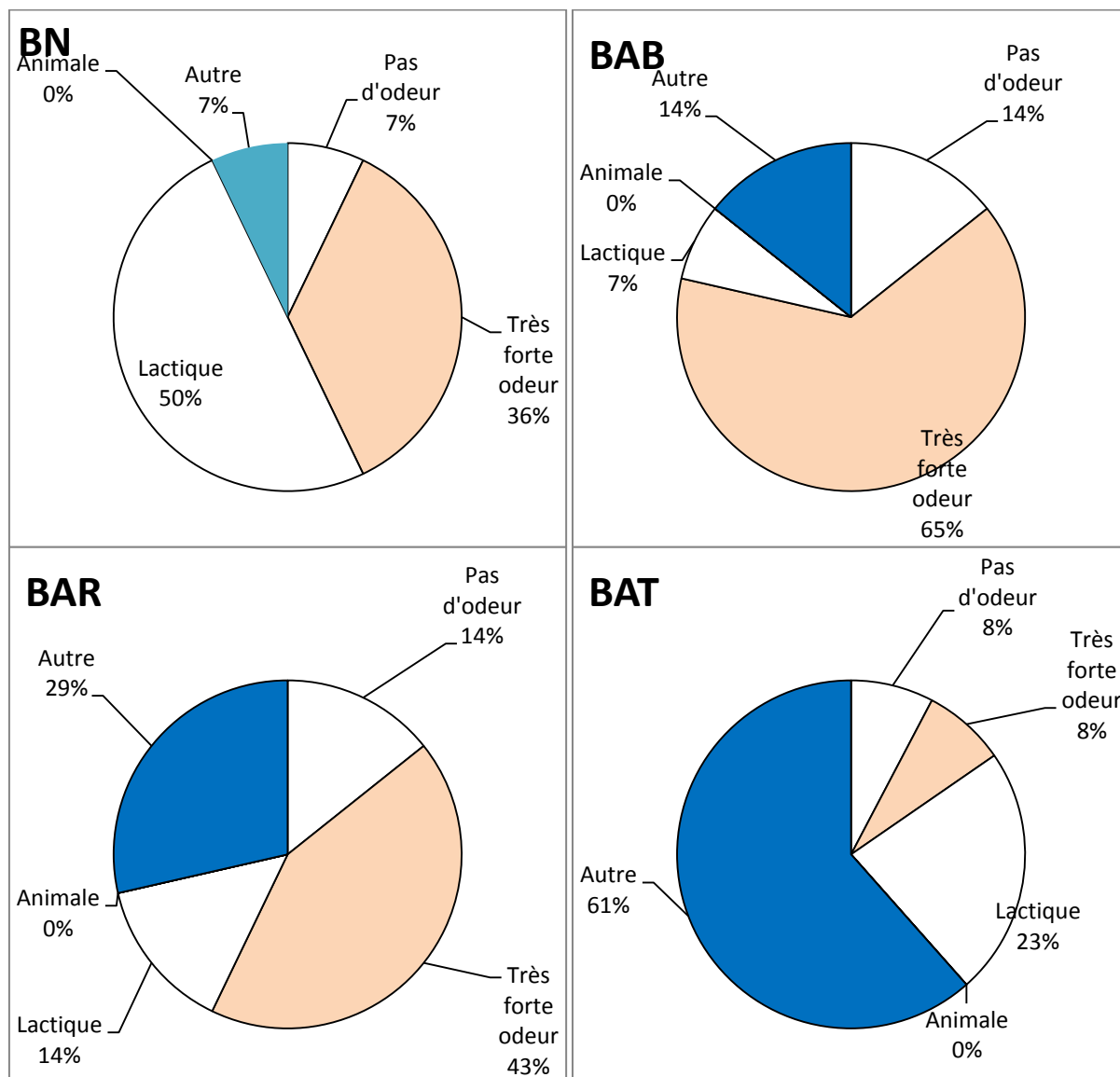


Figure 38. Appréciation de l'odeur des fromages

Le classement des appréciations des odeurs est donné sur le tableau suivant :

Tableau IX. Classement pondéré des odeurs de fromages

	Moyenne pondérée	Rang
BN	11,6	2
BAB	11,8	1
BAR	10,4	3
BAT	7,2	4

Nous déduisons de cette analyse que le fromage le plus apprécié est le BAB.

5.5.2.3 Avant-goût des fromages

Ci-dessous l'évaluation de l'avant-goût par le corpus questionné.

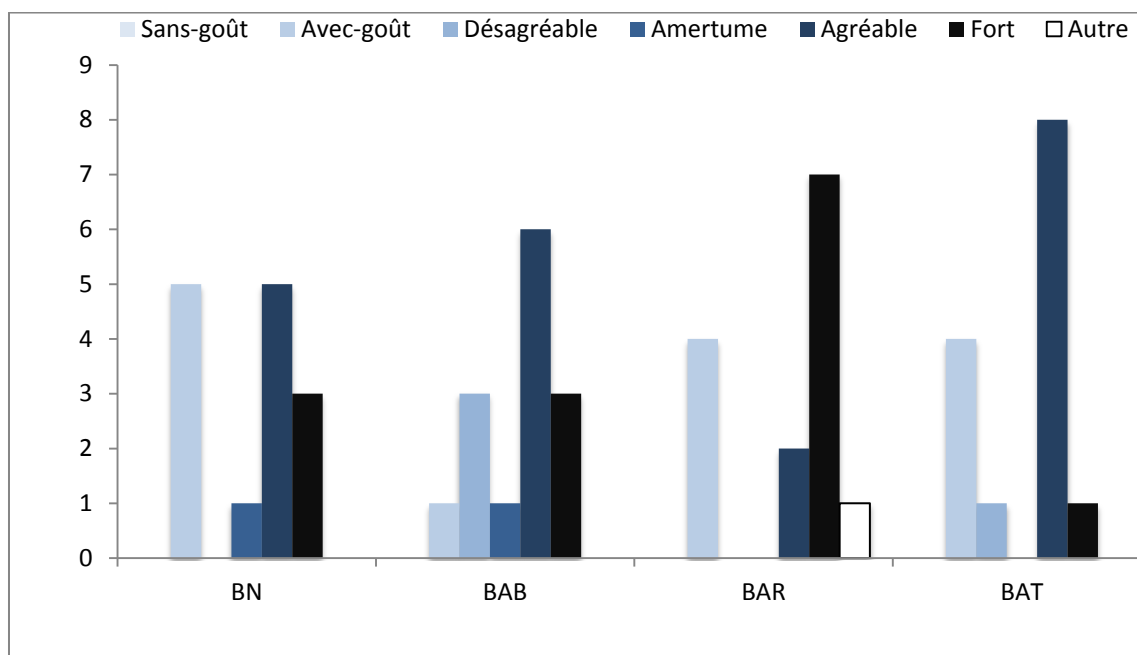


Figure 39. Avant-goût des fromages

Le classement des appréciations des avant-goûts est donné sur le tableau suivant :

Tableau X. Classement pondéré des avant-goûts de fromages

	Moyenne pondérée	Rang
BN	11,6	2
BAB	11,8	3
BAR	10,4	4
BAT	7,2	1

Nous déduisons de cette analyse que le fromage le plus apprécié est le BAT.

5.5.2.4 Le goût général

Le goût général portant sur les critères suivants : amer, épicé, acide, piquant et autres est représenté par la figure ci-dessous

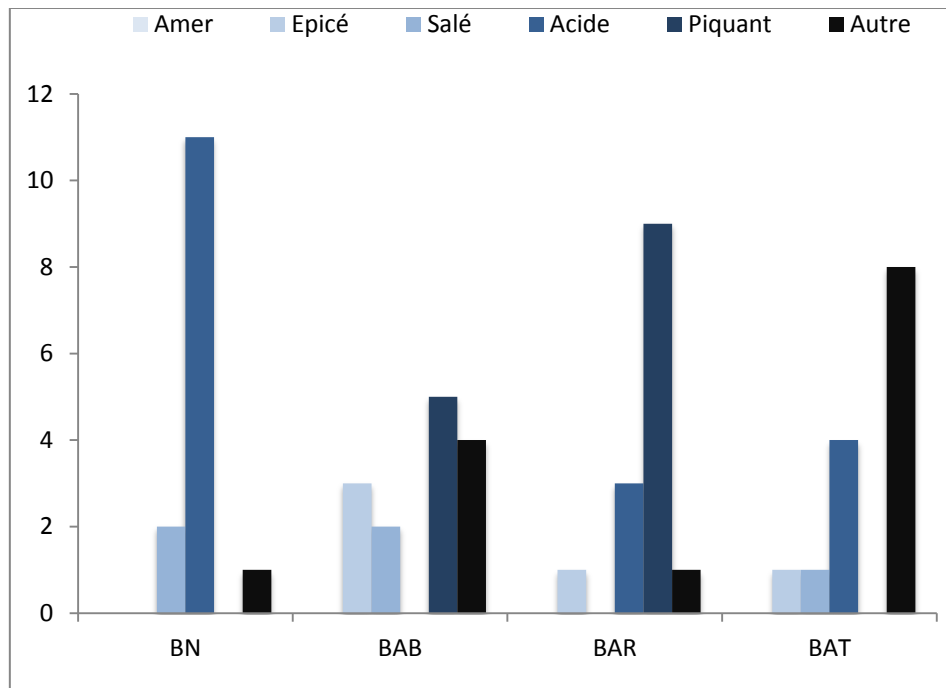


Figure 40. le goût général des fromages Bouhezza

5.5.2.5 Texture

Les textures de nos 4 variétés de fromages sont représentées dans la figure ci-dessous

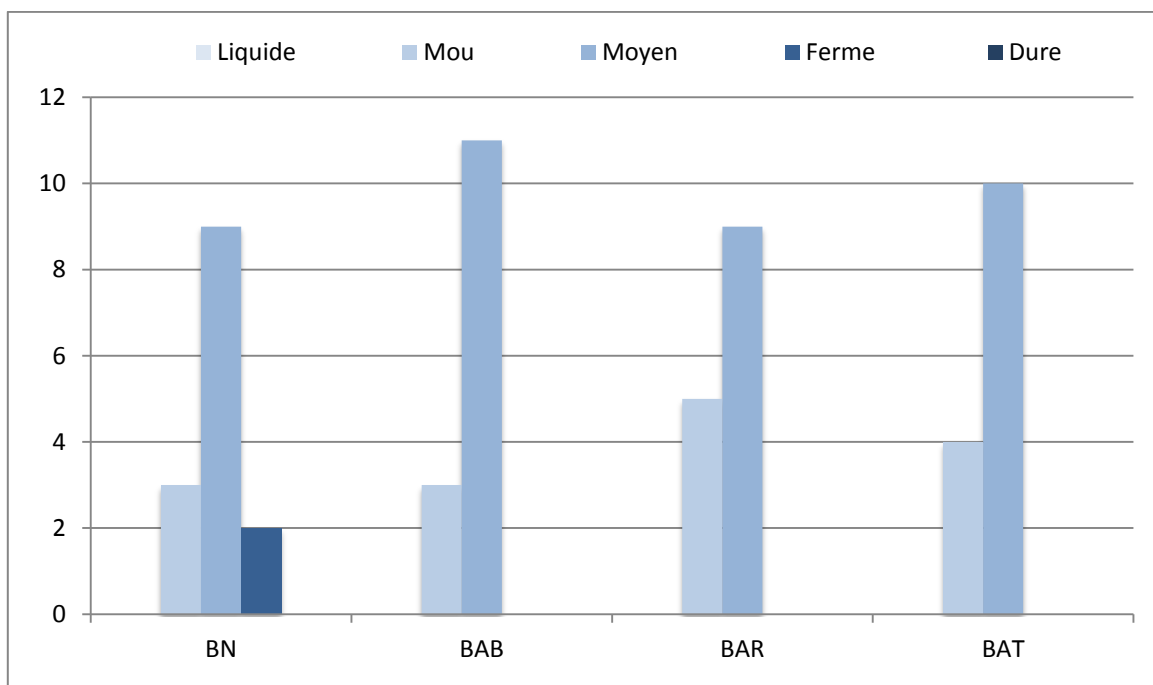


Figure 41. La texture des variétés de fromages Bouhezza

5.5.3 Classement final

Nous déduisons que le BN reste celui le plus apprécié par le panel questionné.

Tableau XI. Appréciation générale

Appréciation générale	Rang
BN	1
BAB	3
BAR	4
BAT	2

Conclusion

Un lait de vache cru de bonne qualité bactériologique et conforme aux normes physico-chimiques a été utilisé pour la préparation de 4 variétés de fromage *Bouhezza* avec ail. Les qualités bactériologiques, physico-chimiques et organoleptiques de *Bouhezza* neutre (Bn), de *Bouhezza* à l'ail triquètre (Bat), de *Bouhezza* à l'ail blanc (Bab) et de *Bouhezza* à l'ail rouge (Bar) ont été étudiés. Les résultats obtenus ont montrés que tous les fromages avaient une qualité bactériologique satisfaisante et que Barété de meilleure qualité bactériologique. Les paramètres physico-chimiques tels que le pH, l'acidité Dornic, l'humidité, le taux de matière grasse, le taux de matière sèche et le rapport Mg/Ms ont montrés respectivement les résultats suivants : Bn (4.67, 45°D, 53%, 23.9%, 47.2%, 50.65%), Bat (4.56, 41.5°D, 54.55%, 23.65%, 47.05%, 50.25%), Bab (4.98, 42°D, 53.45%, 23.25%, 48.15%, 48.35%) et Bar (4.77, 41.5°D, 52.4%, 23.95%, 47.2% , 50.7%). Les analyses organoleptiques ont fait ressortir que BN était le plus apprécié suivi de Bat, Bab et Bar.

Références bibliographiques

- [01]. **Aicha B., Romaiss S., & Nouria, B. (2021).** Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait cru chez les Trois espèces (bovins, ovins, et caprin) (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).
- [02]. **Aissaoui Z.O. (2006).** Le fromage traditionnel algérien «bouhezza». Séminaire d'animation régional. "Technologies douces et procédés de séparation au service de la qualité et de l'innocuité des aliments", INSAT-Tunis (communication orale), Tunisie/27-28-29 novembre Actes des sommaires p 118 à 124.
- [03]. **Aissaoui Z.O. (2014).** Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien « Bouhezza ». Thèse de doctorat en Sciences alimentaires, INATAA Constantine. Université de Constantine 1. 174P.
- [04]. **Aissaoui Z.O., Benatallah L., Boughellout H., Attia H. et Zidoune M. N. (2014).** Fromage traditionnel Bouhezza : Etude des caractéristiques rhéologiques et texturales au cours de la fabrication (P31). 1st INTERNATIONAL MEETING ON : Milk vector of development, Rennes, France,
- [05]. **Aissaoui Z.O., Pediliggieri C., Benatallah L., Lortal, S., Licitra G., Zidoune, M.N., Carpino S. (2012).** Bouhezza, a traditional Algerian raw milk cheese, made and ripened in goatskinbags. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, (10) 289-295.
- [06]. **ATTOU.(2021).** Conservation du fromage traditionnel à base de lait de chèvre avec utilisation d'un antioxydant naturel (Sirop de datte ou Robb) : Mémoire de Master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- [07]. **Bárcenas P., Pérez Elortondo F.J. And Albisu M.(2005).** Sensory comparison of several of several cheese varieties manufactured from different Milk sources. *J. of Sensory Studies*, 20, 62–74.
- [08]. **Belbeldi A. (2013).** Contribution à la caractérisation du fromage Bouhezza: Contenu lipidique et vitamines. Mémoire de magister. INATAA (Université Mentouri Constantine, Algérie).
- [09]. **Benkerroum N., Tamime A.Y. (2004).** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Lben, Jben and smen) to small industrial scale. *Food Microbiology*, (21) 399-413.

- [10]. **Benlahcen K., Mahamedi AE., Djellid Y., Sadeki IF., Kihal M. (2017).** Microbiological characterization of Algerian traditional cheese “Klila”. Journal of purity, utility, reaction and environment.
- [11]. **BENTIBA, G. (2023).** Essai de fabrication d’un fromagetraditionnel frais type « Jben » enutilisant la pepsine de poulet. Mémoire de Master. Université de Chahid Chikh Larbi Tébessa –Tébessa.
- [12]. **Berodier F., Lavanchy P., Zannoni M., Casals J., Herrero L. et Adamo C., 2003.**Guide d'évaluation olfacto-gustative des fromages à pâte dure et semi-dure. /11/05 miguidef.doc. Version abrégée, 26p
- [13]. **Bonnefoy C., Guillet F., Leyral G. et Bourdais E-V. (2002).** Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. In science des aliments. Edition Doin CRDP Aquitaine, pp: 45, 79, 83, 103.(240pages).
- [14]. **Bouarissa R., Herizi L. (2020).** Généralités sur le lait de vache. Mémoire de master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
- [15]. **Boudalia S., Boudebbouz A., Gueroui Y., Bousbia A., Benada M., Leksir C., Boukaabene Z., Saihi A., Touaimia H., Ait-Kaddour A., (2020).** Characterization of traditional Algerian cheese “Bouhezza” prepared with raw cow, goat and sheep milks. Food Science and Technology.
- [16]. **Boudjerare H., Messaoudi R. (2018).**Caractérisation physico-chimiques et microbiologique du fromage Bouhezza au cours de sa conservation : Détermination d’une date limite de conservation (DLC). Mémoire de master. Oum El Bouaghi.
- [17]. **Boudjlida L., Toumi S. (2021).** Les fromages frais de chèvre additionnés de ferments lactiques et de plantes médicinales locale. Université mohammed seddik benyahia Jijel.
- [18]. **BOULLOUF A. (2016).** Etude du pouvoir technologique de quelques bactéries lactiques du fromage traditionnel « Bouhezza ». Mémoire Magister. UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI CONSTANTINE (I.N.A.T.A.A.).
- [19]. **Bouslah I., Kadem M.(2020).** L’appréciation de la qualité bactériologique du fromage Bouhezza fabriqué à partir de lait vache selon les conditions de stockage et de conservation : Mémoire de master. Université L’Arbi Ben M’Hidi, Oum-El Bouaghi.
- [20]. **Branger A. (2012).**Fabrication de produits alimentaires par fermentation : l'ingénierie, f3501, Paris-France, p : 17.
- [21]. **Cayot & Lorient. (1998).** Cité par **Bouslah, I., Kadem, M. (2022).**L’appréciation de la qualité bactériologique du fromage Bouhezza fabriqué à partir de lait vache selon

les conditions de stockage et de conservation. Mémoire de master. Université L'Arbi Ben M'Hidi, Oum-El Bouaghi

- [22]. **Chamba J. F. (2008)**. Applications des bactéries lactiques lors des fabrications fromagères. In : Corrieu, G. and Luquet, F.M. (Eds.), Bactéries lactiques - De la génétique aux ferments.
- [23]. **Chekired N., Chekired R. (2021)**. Contrôle microbiologique du camembert produit par l'industrie laitière «Numidia» : Mémoire Master Professionnalisant. Université des Frères Mentouri Constantine 1.
- [24]. **Chetate A., Dif B. (2022)**.Caractéristique du fromage traditionnel Algérien Bouhezza : Mémoire de master. Université de Larbi Tébessi –Tébessa.
- [25]. **Cniel.(2006)**. Cité par **Badri N., Necib T. (2016)**. Etude de la sensibilité aux antibiotiques des souches des entérobactéries isolée de fromage frais artisanale "Jben". Mémoire de master. Université de Larbi Tébessi –Tébessa.
- [26]. **Courtet Leymarios F.(1985)**.Thèse de Doctorat Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ces acides gras. Voies d'amélioration par alimentation p.26.
- [27]. **Cuq J.L. (2007)**.Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. pp: 20-25.
- [28]. Dairy Sci. Technol. 88, 389–405.
- [29]. **Derouiche M., & Zidoune M. (2015)**.Caractérisation d'un fromage traditionnel, le Michouna de la région de Tébessa, Algérie. Livestock Research for Rural Development, 27(11).
- [30]. **Derriche S. et DjarloulA. (2019)**.Suivi des analyses physico_ chimiques et microbiologiques du lait pasteurise et du fromage (camembert) au niveau de la laiterie la vallee. Bejaia. Thèse de Doctorat, vétérinaire, université Saad Dahlab-Blida 1-p6_7, 78
- [31]. **Dib N., Filali R. (2018)**. Caractérisation des paramètres microbiologiques et physico-chimiques du fromageBouhezza au cours de sa conservation par réfrigération : détermination de la durée limite de conservation (DLC). Mémoire de master. Université L'Arbi Ben M'Hidi, Oum-El Bouaghi.
- [32]. **Dieng M. (2001)**. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché dakarais. Thèse de médecine vétérinaire. Université de Dakar. Dakar, 10p
- [33]. **Eck A et Gillis. J-C. (1998)**. Le fromage de la science à l'assurance –qualité. 3ème Edition, Tec et Doc Lavoisier, Paris, P 891.

- [34]. **El Marnissi B., Belkhou R., El Ouali., Lalami A., 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.
- [35]. **Essalhi M.(2002).** Relation entre les systèmes de production bovine et les caractéristiques du lait .Mémoire d'ingénieurs. Institut Agronomique et vétérinaire, Hasan II, Rabat .104p.
- [36]. **Fox P.F., McSweeney P.L., Cogan T. M., & Guinee T. P. (Eds.). (2004).***Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects.* Elsevier.
- [37]. **Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. (2017).** Fundamentals of cheese science (pp. 121-183). New York: Springer US.
- [38]. **Gosta.(1995).** Lait long conservation. In manuel de transformation du lait. Edition: Tétrapack Processing Systems A.B, Sweden. 442p.
- [39]. **Guellif K., Makhjout S. (2020).** Propriétés physico-chimique et protéolyse du fromage traditionnel Bouhezza préparé au lait de chèvre. Mémoire de master. Université L'Arbi Ben M'Hidi, Oum-El Bouaghi.
- [40]. **Guetouache, M., Guessas, B .,Medjekal, S. (2014).** Composition and nutritional value of raw milk. *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research.* 2(10), 115122.
- [41]. **Guiraud J.P. (1998).** Microbiologie des principaux produits alimentaires, Microbiologie alimentaire. Ed ©Dunod. Paris.
- [42]. **Guiraud J-P. (1998).** Microbiologie alimentaire.Ed.DUNOD. p 339-389-401
- [43]. **Hassan F.A., El-Gawad A., Mona A.M., & Enab, A. K. (2012).** Flavour compound in cheese. *International Journal of Academic Research,* 4(5).
- [44]. **Jeantet R., Croguennec T., Schucke P., Brulé G. (2008).** Science des aliments ; volume 2.Technologie des produits alimentaires, chapitre 1 du lait aux produits laitier. Edition Tec et Doc. Pp 43-50.183p.
- [45]. **JORA, N°39.2017.** Cité par **GADI B., HAMAMA M. (2020).** Essai de fabrication et caractérisation d'un fromage frais, à base du lait de dromadaire et lait de chèvre par la pepsine de poulet : Mémoire de Master. Université Elchahid AMMA LAKHDAR D'EL-OUED.
- [46]. **KHATER et GHEFAR, (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.

- [47]. **Khelaifia M.N., Harid N., Seridi C., (2020).**Caractérisation physicochimique, biologique et rhéologique du fromage traditionnel «Bouhezza».
- [48]. **Kongo, J.M., Malcata, F.X. (2016).** Cheese: Processing and Sensory Properties. **In:**encyclopedia of food and health. Elsevier, 748-754.
- [49]. **Lakhdara N. (2016).** Le lait : Cour de zootechnie A3. Université des Frères Mentouri Constantine 1- p7.
- [50]. Lavoisier, Paris, p: 787-815.
- [51]. **Le Jaouen JC.,Remeuf F. et Lenoir J. (1990).**Données récentes sur le lait de chèvre et les fabrications des produits caprins. XXIII International Dairy Congress .Octobre,8-12,Montréal, Québec.
- [52]. **Leksir C., Boudalia S., Moujahed N., and Chemmam M. (2019).** Traditional dairy products in Algeria: case of Klila cheese. Journal of Ethnic Foods 6, 7. 10.1186/s42779-019-0008-4.
- [53]. **Leksir C., Chemmam M. (2015).** Contribution on the characterization of Klila, a traditional cheese in east of Algeria. Livestock Research for Rural Development. 2015 ; 27:5.
- [54]. **Leyral et Vierling.(2001).** Cité par **Badri, N., Necib, T. (2016).** Etude de la sensibilité aux antibiotiques des souches des entérobactéries isolée de fromage frais artisanale "Jben". Mémoire de master. Université de Larbi Tébessi-Tébessa.
- [55]. **Mahaut M., Jeantet R., et Brule G. (2000).** In initiation à la technologie fromagère. Partie2 Généralité sur la technologie fromagère. Edition Tec et Doc Lavoisier .Paris.194p.
- [56]. **Mathieu J.(1998).**Initiation à la physico-chimie du lait .Paris : Lavoisier, «Tec et Doc», 220 p.
- [57]. **Medjoudj H. (2018).** Contribution à l'étude pour la caractérisation du fromage traditionnel « Bouhezza » au lait de chèvre.Thèse de Doctorat. INATAA (Université Mentouri Constantine, Algérie.
- [58]. **Medjoudj H., Zidoune M. N., & Hayaloglu A. A. (2016).**Proteolysis and volatile profile in the Algerian traditional *Bouhezza* cheese made using raw goat's milk. International Journal of Food Properties, 20(8), 1876-1893.
- [59]. **Meribai A., Jenidi R., Hammouche Y., & Bensoltane A. (2017).**Physicochemical characterization and microbiological quality evaluation of Klila, an artisanal hard

- dried cheese from Algerian's arid areas: preliminary study. *J New Sci Agric Biotech*, 40, 2169-2174.
- [60]. **Meunier-Goddik, L. (2004)**. Fromage Frais. *Food Science and technology*, 183-194.
- [61]. **Pougheon S., Goursaud J. (2001)**. Le lait : caractéristiques physicochimiques dans lait, nutrition et santé, coordonné par Gérard Debry Lavoisier Londres, Paris, New York Pp : 5 .6.14 .17-.24-27. 37-38.P :565.
- [62]. **Sahraoui F. (2016)**. Essai d'amélioration du fromage traditionnel « KLILA » face au bacille de la tuberculose bovine : Mémoire de Master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- [63]. **Saoudi Z. (2012)**. Caractérisation microbiologique et de la protéolyse du fromage traditionnel algérien *Bouhezza* de ferme. Mémoire de magister. INATAA (Université Mentouri Constantine, Algérie).
- [64]. **Settanni L. et Moschetti G. (2010)**. Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits, *Food Microbiology*, 27:691 -697
- [65]. **Shori AB. (2017)**. Camel milk and its fermented products as a source of potential probiotic strains and novel food cultures: a mini review. *Pharma Nutrition*. 20147 5(3) :84–8.
- [66]. **Silvana M., Mariangela C., Matteo C. G., Fortina R., Andrea M., Parisi M. M. G., ... & Massimo, Z. (2018)**. Typical dairy products in Africa from local animal resources.
- [67]. **Soukehal D. (2011)**. Pour votre culture générale : produits laitiers fabriqués en Algérie *Overblog*.
- [68]. **Troch, T., Lefébure, É., Baeten, V., Colinet, F., Gengler, N., Sindic, M. (2017)**. Cow milk coagulation: process description, variation factors and evaluation methodologies. A review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 21 (4). 276-287.
- [69]. **Veisseyre. (1975). Jeantet et al. (2008)**. Cité par **Khelaifia, D., Mazouzi, N. (2016)**. Mémoire de Master : Microflore pathogène du lait cru de vache et dangers sanitaires. Université 08 Mai 1945 Guelma.
- [70]. **Vignola C. (2002)**. Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75.
- [71]. **Walther B., Schmid A., Sieber R et Wehrmuller K. (2008)**. Cheese in nutrition and health.

- [72]. **Zaidi et al.(2000)**. Zaidi O., Zertal M. et Zidoune M.N., (2000). Présentation d'un fromage traditionnel Bouhezza. J.A.M., n° 02 vol X, mars-avril, pp 96-101.
- [73]. **Zeller, 2005**. Le fromage de chèvre : spécificités technologiques et économiques, Thèse, Toulouse. 78p.

Webographie

<https://www.produits-laitiers-aop.fr/produits/cantal/>

Annexe

Annexe 1. Productions scientifiques : communication séminaire international

