

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 PHYSICO-  
CHIMIQUE, MICROBIOLOGIQUE ET ORGANOLEPTIQUE D'UN  
FROMAGE ARTISANAL**

Soutenu le : 12/06/2024

Présenté par : **HARIZI Bochra**

Devant le jury composé de :

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

Année universitaire 2023 - 2024

## Remerciements

*Avant tout, je remercie « ALLAH » le tout puissant qui m'a donné la force, la patience, le courage et la volonté, pour accomplir ce fruit d'années d'études et à achever ce modeste travail.*

*Je tiens à remercier Mme **Dr. N. FEKNOUS** pour la confiance qu'elle m'a accordée en acceptant de m'encadrer, pour ces précieux conseils, ces orientations et pour ces tous encouragements durant la réalisation de ce mémoire. Pour l'effort fourni et pour le temps qu'elle a consacré tout au long de cette période.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à Madame **Dr. N. Benrachou** et à Madame **Pr. F. Benmeziane - Derradji** qui ont pris sur leur temps et ont bien voulu examiner et accepter de juger ce modeste travail.*

*En fin, je remercie, tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*À vous tous, un grand Merci.*

## Dédicaces

*Grâce à Dieu, le Tout-Clément et le Miséricordieux, qui m'a guidé et m'a accordé le pouvoir et le courage de persévérer jusqu'au bout. Je dédie ce travail avec fierté et reconnaissance :*

*À mes très chers parents :« **Dzair & Houcine** » Autant de phrases et d'expressions aussi puissantes que puissantes ne pourraient pas exprimer ma reconnaissance et ma gratitude. Je vous suis responsable de ce que je suis aujourd'hui et de ce que je serai demain, et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté et ne jamais vous décevoir.*

*À Mes très chères sœurs : **Khouloud, Rayene , Soraya, Radia, Amel** Je souhaite exprimer ma gratitude pour votre amour, votre soutien, votre confiance ainsi que pour les encouragements que vous m'avez apportés.*

*À Mes oncles : **Daoud & Moustapha***

*Aux êtres les plus chers à mon cœur, Mon soutien moral, et source de stimulation : **Mohamed***

*À ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent l'amour et de la vivacité.*

*À tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.*

## Résumé

Le fromage *El- kfass* est un fromage traditionnel de Boussaâda, classé comme étant le meilleur fromage algérien lors d'une compétition internationale des fromages. L'objectif de notre présent travail est de caractériser la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique de ce fromage. Pour cela, cinq (5) paramètres physicochimiques ont été analysés : le pH, l'acidité titrable en degré Dornic, l'extrait sec total (EST), l'humidité (teneur en eau), le taux de matière grasse (MG), le taux de matière sèche (MS) ainsi que le Rapport matière grasse/matière sèche (Mg/Ms) et sept (07) bactéries ont été recherchées: la flore aérobie mésophile totale (FAMT), les coliformes fécaux, *E.coli*, les clostridiiums sulfito-réducteurs, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.* et *Listeria monocytogenes*. Les résultats obtenus ont montrés que ce fromage traditionnel a un pH moyen de 6.47, une acidité moyenne de 28,5°D, un taux d'humidité de 33,83% , un taux de matière grasse de 19g/l, un taux de matière sèche de 51,16%, et une conductivité électrique estimé à 17,77mS/cm. Les analyses bactériologiques ont montrés l'absence de toutes les bactéries pathogènes recherchées mais une présence de la flore aérobie mésophile totale ( $16.384. 10^3$  UFC/ml) et de coliformes fécaux ( $8.36.10^2$  UFC/ml) dans les normes. L'analyse organoleptique a permis de faire ressortir que le fromage *El-kfass* et le fromage camembert étés appréciés après le fromage à pâte pressée. Le fromage *El kfass*, été de bonne qualité bactériologique, ces résultats témoignent des bonnes pratiques d'hygiènes adoptées lors de la transformation, de la bonne qualité bactériologique du lait cru et de la propreté des matériaux et des équipements de transformation fromagère.

**Mots clés :** qualité bactériologique, qualité physico-chimique, fromage traditonnel, *El-kfass*, caractérisation

## Abstract

Elkfass cheese is a traditional cheese from Boussaâda, classified as the best Algerian cheese during an international cheese competition. The objective of our present work is to characterize the physicochemical, microbiological and organoleptic quality of this cheese. For this, five (5) physicochemical parameters were analyzed: pH, titratable acidity in Dornic degree, total dry extract (EST), humidity (water content), fat content (MG) , the dry matter rate (DM) as well as the fat/dry matter ratio (Mg/Ms) and seven (07) bacteria were searched for: total mesophilic aerobic flora (FAMT), fecal coliforms, E.coli, sulfito-reducing clostridia, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp. and *Listeria monocytogenes*. The results obtained showed that this traditional cheese has an average pH of 6.47, an average acidity of 28.5°D, a humidity level of 33.83%, a fat level of 19g/l, a rate of dry matter of 51.16%, and an electrical conductivity estimated at 17.77mS/cm. Bacteriological analyzes showed the absence of all the pathogenic bacteria sought but the presence of total mesophilic aerobic flora (16,384.103 CFU/ml) and fecal coliforms (8.36.102 CFU/ml) within the norms. The organoleptic analysis showed that El-kfass cheese and Camembert cheese were appreciated after pressed cheese. The El kfass forming was of good bacteriological quality, these results demonstrate the good hygiene practices adopted during processing, the good bacteriological quality of the raw milk and the cleanliness of the materials and cheese processing equipment.

**Keywords:** bacteriological quality, physicochemical quality, traditional cheese, El-kfass, characterization

## الملخص

القفص هو جبن تقليدي من بوسعادة، تم تصنيفه كأفضل جبن جزائري في مسابقة دولية للأجبان. الهدف من هذه الدراسة هو توصيف الجودة الفيزيائية الكيميائية والميكروبيولوجية والحسية لهذا الجبن. ولهذه الغاية، تم تحليل ستة (6) معايير فيزيائية كيميائية: الأس، والرطوبة (محتوى الماء)، (EST) الهيدروجيني، والحموضة القابلة للمعايرة بدرجات الدورنيك، والمستخلص الجاف الكلي (Mg/Ms) ونسبة الدهون/المواد الجافة (MS)، ومحتوى المادة الجافة (MG) ومحتوى الدهون، الفولونيات البرازية، بكتيريا القولونية، (FAMT) وسبعة (07) بكتيريا: مجموع النباتات الهوائية المتوسطة الهوائية (mS/cm) والكلوستريديا المختزلة للكبريتيت، والمكورات العنقودية الذهبية، وبكتيريا السالمونيلا والليستيريا أحادية المنشأ. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن هذا الجبن التقليدي لديه درجة حموضة متوسطة تبلغ 6.47، ومتوسط الحموضة 28.5 درجة الدورنيك، ومحتوى رطوبة 33.83%، ومحتوى دهون 19 جم/لتر، ومحتوى مادة جافة 51.16%، وموصلية كهربائية تقدر بـ 17.77 مللي ثانية/سم. أظهرت التحاليل البكتريولوجية عدم وجود جميع البكتيريا المسببة للأمراض المطلوبة، ولكن وجود البكتيريا الهوائية المتوسطة الهوائية الكلية (16,384,103 وحدة من البكتيريا الهوائية/مل) والفولونيات البرازية (8,36,102 وحدة من البكتيريا الهوائية/مل) ضمن المعايير. وأظهر التحليل الحسي أن جبن الكفاس وجبن الكامبرت قد تم تقديرهما بعد الجبن المضغوط. كانت جودة جبن الكفاس ذات جودة بكتريولوجية جيدة. تشهد هذه النتائج على ممارسات النظافة الجيدة المتبعة أثناء التصنيع، والجودة البكتريولوجية الجيدة للحليب الخام ونظافة مواد ومعدات تصنيع الجبن

**الكلمات المفتاحية:** الجودة البكتريولوجية، الجودة الفيزيائية والكيميائية، الجبن التقليدي، جبن القفاص، التوصيف

## Liste des figures

FIGURE 1.COMPOSITION MOYENNE DU LAIT DE VACHE (PACCALIN ET GALANTIER, 1986).....	4
FIGURE 2.MODELE DE LA MICELLE DE CASEINE AVEC SOUS-UNITE (AMIOT ET AL., 2002).....	5
FIGURE 3.STRUCTURE D'UN GLOBULE DE MATIERE GRASSE DU LAIT (AMIOT ET AL., 2002) .....	6
FIGURE 4.FROMAGE A PATE FRAICHE (REFERENCES??) .....	20
FIGURE 5.FROMAGE A PATE MOLLE (REFERENCES??) .....	21
FIGURE 6.FROMAGE A PATE PERSILLEE (REFERENCES??) .....	21
FIGURE 7.FROMAGE A PATE PRESSEE NON CUITE (REFERENCES??) .....	22
FIGURE 8.FROMAGE A PATE PRESSEE NON CUITE (REFERENCES??) .....	22
FIGURE 9.FROMAGE A PATE FILEE (MOZZARELLA) (REFERENCES??) .....	23
FIGURE 10.SCHEMA GENERAL DE LA FABRICATION DU FROMAGE (JEANTET ET AL., 2008) (REFERENCES??) .....	24
FIGURE 11.JBEN (REFERENCES??).....	25
FIGURE 12.FROMAGE BOUHEZZA (REFERENCES??) .....	25
FIGURE 13.FROMAGE KLILA.....	26
FIGURE 14.FROMAGE KEMARIA (REFERENCES??).....	27
<b>FIGURE 15.FROMAGE AGHOUGLOU (REFERENCES??) .....</b>	<b>28</b>
FIGURE 16.PREPARATION DU FROMAGE (HARIZI, 2024) .....	30
FIGURE 17.LA PESEE D'UN FROMAGE (HARIZI, 2024) .....	31
FIGURE 18.LES DILUTIONS PREPAREES (HARIZI, 2024) .....	32
FIGURE 19.LA RECHERCHE BACTERIOLOGIQUE DES GERMES AEROBIES (HARIZI, 2024).....	33
FIGURE 20.LE DENOMBREMENT BACTERIEN (HARIZI, 2024) .....	34
FIGURE 21.DENOMBREMENT D'ESCHERICHIA COLI (HARIZI, 2024) .....	35
FIGURE 22.SOLIDIFICATION DU MILIEU (HARIZI, 2024).....	35
FIGURE 23.LECTURE DES BOITES APRES INCUBATION (HARIZI, 2024) .....	36
FIGURE 24.BOITE DE BAIRD PARKER ENSEMENCEES (HARIZI, 2024) .....	37
FIGURE 25.LECTURE ET DENOMBREMENT DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS (HARIZI, 2024) .....	37
FIGURE 26.ENSEMENCEMENT SUR GELOSE LISTERIA CHROMO-GENIQUE (HARIZI, 2024).....	38
FIGURE 27.DENOMBREMENT DE CLOSTRIDIUM PERFRINGENS (HARIZI, 2020).....	39
FIGURE 28.LE PRE-ENRICHISSEMENT DES SALMONELLES (HARIZI, 2024) .....	40
FIGURE 29.MILIEUX INOCULES DE RAPPAPORT-VASSILIADIS ET DE MULLER-KAUFFMANN (HARIZI, 2024) .....	41
FIGURE 30.ENSEMENCEMENT (HARIZI, 2024).....	41
FIGURE 31.INCUBATION DES MILIEUX (HARIZI, 2024).....	42
FIGURE 32.MESURE DU PH DU FROMAGE (HARIZI, 2024) .....	44
FIGURE 33.DETERMINATION DU TAUX DE LA MATIERE GRASSE (HARIZI, 2024).....	46
FIGURE 34.CENTRIFUGATION (HARIZI, 2024).....	47
FIGURE 35.LE BUTYROMETRE (HARIZI, 2024) .....	48
FIGURE 36.DETERMINATION DU TAUX DE L'EXTRAIT SEC (HARIZI, 2024) .....	48

FIGURE 37.DETERMINATION L'ACIDITE TITRABLE (HARIZI, 2024) .....	50
FIGURE 38.DETERMINATION DE LA CONDUCTIVITE (HARIZI, 2024).....	51
FIGURE 39. TROIS TYPES DE FROMAGES TESTES .....	52
FIGURE 40.LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DU FROMAGE ÉL KFASS .....	54
FIGURE 41. SEXE RATIO DU PANEL DE DEGUSTATION .....	58
FIGURE 42.APTITUDES GENERALES DU PANEL POUR LA DEGUSTATION.....	59
FIGURE 43. APPRECIATIONS DE LA COULEUR PAR LE PANEL .....	60
FIGURE 44.EVALUATION DE L'ODEUR PAR LE PANEL .....	61
FIGURE 45. APPRECIATION DE L'AVANT GOUT DES FROMAGES ETUDIES.....	62
FIGURE 46. EVALUATION DU GOUT GENERAL.....	62
FIGURE 47. ARRIERE GOUT DES FROMAGES .....	63
FIGURE 48. LA TEXTURE AU TOUCHE (A)ET A LA BOUCHE (B).....	64
FIGURE 49. APPRECIATION GLOBALES DES FROMAGES .....	64

## Liste des tableaux

TABLEAU I. LES TENEURS MOYENNE EN VITAMINES DU LAIT .....	6
TABLEAU II. LA COMPOSITION EN MINERAUX DU LAIT .....	8
TABLEAU III. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES D'UN LAIT CRU .....	11
TABLEAU IV. FLORE ORIGINELLE DU LAIT CRU .....	12
TABLEAU V. INTERPRETATION DES ESSAIS BIOCHIMIQUES .....	43
TABLEAU VI. RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DU FROMAGE EL KFASS .....	56
TABLEAU VII. APPRECIATION FINAL DES FROMAGES .....	65

## Liste des abréviations

<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>°D</b>	Degré Dornic
<b>EST</b>	Extrait Sec Total
<b>g/l</b>	Gramme par litre
<b>H</b>	Heures
<b>Kcal /L</b>	Kilo calories par litre
<b>%</b>	Pourcentage
<b>pH</b>	potentiel Hydrogène
<b>MG</b>	Matière Grasse
<b>MS</b>	Matière Sèche
<b>g</b>	gramme
<b>a<sub>w</sub>:</b>	activité de l'eau
<b>ml</b>	millilitre
<b>VRBL</b>	gélose à la bile, au rouge neutre, au cristal violet et au lactose
<b>TBX</b>	Tryptone-Bile-Glucuronide
<b>UFC</b>	Unités Formant Colonie
<b>PCA</b>	Plate Count Agar
<b>Na OH</b>	Hydroxyde de sodium
<b>M0</b>	Masse (g) de la capsule vide
<b>M1</b>	Masse (g) de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement
<b>M2</b>	Masse(g) de la capsule et de la prise d'essai.
<b>µg</b>	Microgramme.
<b>mS/cm</b>	millisiemens par centimètre
<b>mg/kg</b>	Milligramme par kilogramme

## Liste des annexes

ANNEXE 1. PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES : COMMUNICATION SEMINAIRE INTERNATIONAL .....	74
-----------------------------------------------------------------------------------	----

# Table des matières

RESUME .....	I
ABSTRACT .....	II
المُلخَص .....	III
LISTE DES FIGURES.....	IV
LISTE DES TABLEAUX.....	VI
LISTE DES ABREVIATIONS.....	VII
LISTE DES ANNEXES .....	VIII
TABLE DES MATIERES .....	IX
INTRODUCTION .....	1
<b>1 CHAPITRE I. GENERALITES SUR LE LAIT .....</b>	<b>3</b>
1.1 DEFINITION DE LAIT .....	3
1.2 LA COMPOSITION DU LAIT .....	3
1.2.1 <i>L'eau</i> .....	4
1.2.2 <i>Les Protéines</i> .....	4
1.2.3 <i>Les Glucides</i> .....	5
1.2.4 <i>Les lipides</i> .....	5
1.2.5 <i>Les vitamines</i> .....	6
1.2.6 <i>Matière minérale</i> .....	7
1.2.7 <i>Les Enzymes</i> .....	8
1.3 QUALITE DU LAIT .....	8
1.3.1 <i>Qualité technologique</i> .....	9
1.3.2 <i>Qualité nutritionnelle</i> .....	9
1.3.3 <i>Qualité esthétique</i> .....	9
1.4 SPECIFICATION DU LAIT .....	9
1.5 FACTEURS INFLUENÇANT LA COMPOSITION DU LAIT .....	9
1.5.1 <i>Les facteurs intrinsèques</i> .....	10
1.5.1.1 Facteurs génétiques .....	10
1.5.1.2 Stade de lactation.....	10
1.5.2 <i>Les facteurs extrinsèques</i> .....	10
1.5.2.1 Alimentation.....	10
1.5.2.2 Saison et climat .....	10
1.6 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT CRU .....	10
1.7 CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES DU LAIT CRU .....	11

1.7.1	<i>Flore originelle</i> .....	11
1.7.2	<i>Flore pathogène</i> .....	12
1.7.3	<i>Flore d'altération</i> .....	12
1.8	CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DU LAIT CRU.....	12
1.8.1	<i>La couleur</i> .....	12
1.8.2	<i>L'odeur</i> .....	13
1.8.3	<i>La saveur</i> .....	13
1.8.4	<i>La viscosité</i> .....	13
1.9	LES PRODUITS LAITIERS TRADITIONNELS .....	13
1.9.1	<i>Raïb</i> .....	14
1.9.2	<i>L'ben</i> .....	14
1.9.3	<i>Zebda ou Dhan</i> .....	14
1.9.4	<i>Smen</i> .....	14
<b>2</b>	<b>CHAPITRE II. LES FROMAGES</b> .....	<b>16</b>
2.1	GENERALITE SUR LE FROMAGE .....	16
2.2	DEFINITION DE FROMAGE .....	16
2.3	COMPOSITION.....	17
2.3.1	<i>L'eau</i> .....	17
2.3.2	<i>La matière grasse</i> .....	17
2.3.3	<i>Les protéines</i> .....	17
2.3.4	<i>Les glucides</i> .....	18
2.3.5	<i>Les minéraux</i> .....	18
2.3.6	<i>Les vitamines</i> .....	18
2.4	LE FROMAGE A-T-IL LA MEME VALEUR NUTRITIONNELLE QUE LE LAIT ?.....	18
2.5	CLASSIFICATION DES FROMAGE .....	19
2.5.1	<i>Critères de classification</i> .....	19
2.5.2	<i>Les différents types de fromages</i> .....	19
2.5.2.1	Fromage à pâte fraîche.....	20
2.5.2.2	Fromage à pâte molle.....	20
2.5.2.3	Fromage à pâte persillée .....	21
2.5.2.4	Fromages à pâte pressée non cuite.....	21
2.5.2.5	Fromages à pâte pressée cuite.....	21
2.5.2.6	Le fromage fondu .....	22
2.5.2.7	Le fromage à pâte filée.....	23
2.6	TECHNIQUES DE FABRICATION GENERALES.....	23
2.6.1	<i>Principes généraux</i> .....	23
2.7	LES FROMAGES TRADITIONNELS ALGERIENS .....	24
2.7.1	<i>Jben</i> .....	24

2.7.2	<i>Bouhezza</i> .....	25
2.7.3	<i>Klila</i> .....	25
2.7.4	<i>Méchouna</i> .....	26
2.7.5	<i>Takammarit</i> .....	26
2.7.6	<i>Madghissa</i> .....	26
2.7.7	<i>Kémaria</i> .....	27
2.7.8	<i>Aoules</i> .....	27
2.7.9	<i>Ibakhbakhane</i> .....	27
2.7.10	<i>Ighounane</i> .....	28
2.7.11	<i>Aghouglou</i> .....	28
<b>3</b>	<b>MATERIEL ET METHODES</b> .....	<b>30</b>
3.1	OBJECTIF DE L'ETUDE.....	30
3.2	LES ANALYSES BACTERIOLOGIQUES.....	30
3.2.1	<i>Préparation de la suspension mère</i> .....	31
3.2.2	<i>Préparation des dilution décimales</i> .....	31
3.2.3	<i>Dénombrement des germes aérobies à 30°C</i> .....	32
3.2.4	<i>Dénombrement d'Escherichia coli</i> .....	34
3.2.5	<i>Dénombrement des coliformes fécaux</i> .....	35
3.2.6	<i>Dénombrement de Staphylococcus aureus</i> .....	36
3.2.7	<i>Dénombrement de Listeria monocytogenes</i> .....	38
3.2.8	<i>Dénombrement de Clostridium perfringens</i> .....	38
3.2.9	<i>Recherche des Salmonella</i> .....	39
3.3	LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES .....	44
3.3.1	<i>Mesure du pH (Méthode AFNOR)</i> .....	44
3.3.2	<i>Détermination de la teneur en matière grasse (Méthode Van Gulik)</i> .....	44
3.3.3	<i>Détermination du taux d'extrait sec (EST)</i> .....	48
3.3.4	<i>Détermination du rapport matière grasse/matière sèche (MG/MS)</i> .....	49
3.3.5	<i>Détermination de l'humidité (teneur en eau)</i> .....	49
3.3.6	<i>Détermination l'acidité titrable en ° Dornic</i> .....	49
3.3.7	<i>Détermination de la conductivité en millisiemens / centimètre (m/s) :</i> .....	50
3.4	LES ANALYSES ORGANOLEPTIQUES .....	52
<b>4</b>	<b>RESULTATS ET DISCUSSION</b> .....	<b>54</b>
4.1	RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES .....	54
4.1.1	<i>Le pH</i> .....	54
4.1.2	<i>Acidité Dornic</i> .....	55
4.1.3	<i>Le taux d'humidité</i> .....	55
4.1.4	<i>Taux de matière sèche</i> .....	55

4.1.5	Taux de matière grasse .....	55
4.1.6	Conductivité électrique.....	55
4.1.7	Rapport Mg/Ms.....	56
4.2	RESULTATS DES ANALYSES BACTERIOLOGIQUES.....	56
4.3	RESULTATS DES ANALYSES ORGANOLEPTIQUES .....	58
4.3.1	Description du corpus questionné .....	58
4.3.1.1	Sexe .....	58
4.3.1.2	Aptitudes générales du panel.....	58
4.3.2	Appréciation de la qualité organoleptique.....	60
4.3.2.1	La couleur .....	60
4.3.2.2	Appréciation de l'odeur.....	60
4.3.2.3	Appréciation de l'avant goût .....	61
4.3.2.4	Appréciation du goût général.....	62
4.3.2.5	Appréciation arrière goût.....	63
4.3.2.6	La texture au touché et à la bouche .....	63
4.3.2.7	Appréciation globale .....	64
4.3.3	Le classement final des fromages étudiés.....	64
<b>CONCLUSION.....</b>		<b>66</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>		<b>67</b>
<b>ANNEXES.....</b>		<b>74</b>

## Introduction

La tradition des produits laitiers dans notre pays est bien établie et joue un rôle essentiel dans la culture algérienne. Cette coutume est héritée d'une génération à l'autre au fil des siècles. En Algérie, on prépare traditionnellement une grande diversité de produits laitiers fermentés dans le but de préserver le lait de manière biologique **(Benkerroum et al., 2004)**.

En raison de ses caractéristiques organoleptiques exceptionnelles et de sa longue durée de conservation par rapport aux autres produits laitiers, il est très apprécié par les consommateurs. Le fromage constitue une excellente source de nutriments essentiels tels que le calcium. Il est riche en protéines et en graisses, ce qui fournit à notre corps des éléments essentiels de construction (acides aminés et acides gras). Le fromage est également riche en autres éléments essentiels, tels que des vitamines et des minéraux indispensables pour maintenir une bonne santé **(Castro et al., 2012)**.

La catégorie des fromages traditionnels est la plus importante et la plus variée des produits laitiers. Le « terroir » est étroitement lié à leur production artisanale **(McSweeney et al., 2017)**. Les fromages traditionnels constituent des éléments culturels qui nécessitent une étude, une caractérisation et une protection **(McSweeney et al., 2004 ; El Rhaziet et al., 2015)**.

Le fromage constitue le lieu d'une prolifération importante de microorganismes provenant de groupes ou d'espèces très variés et provenant de diverses sources : le lait, les levains, le sel ou les saumures, le matériel de la fromagerie ou encore l'atmosphère des locaux **(Choisy et al., 1997)**.

Parmi les produits laitiers traditionnels fabriqués en Algérie, on a le fromage *El-Kfass*, ce dernier est considéré comme un très vieux fromage traditionnel de Boussaâda. Il est recouvert d'herbes de montagne, connu depuis l'Antiquité par les habitants de Bou Saada. Afin de mieux caractériser et identifier ce produit de terroir, nous avons étudié sa qualité physico-chimique, bactériologique et organoleptique.

# **Chapitre 1**

## **Le lait**

# 1 Chapitre I. Généralités sur le lait

## 1.1 Définition de lait

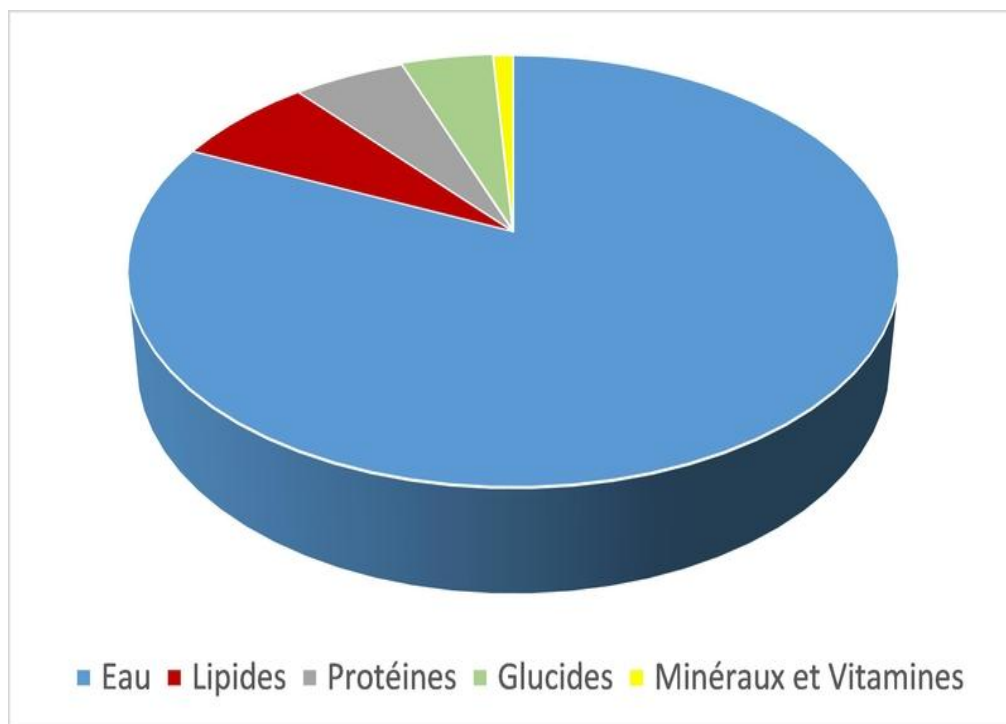
Le lait est un aliment riche en nutriments. C'est l'un des rares aliments à contenir des nutriments de base équilibrés (glucides, lipides et protides). De plus, il est parmi les rares aliments à être compatible avec tous les âges qui le consomment sous forme liquide (lait frais) ou sous forme de produits dérivés tels que le fromage, les yaourts, la crème glacée...etc. **(Luquet, 1986)**. Le lait est un aliment nutritif pour les humains, mais il est facilement périssable et difficile à conserver. En conséquence, il est transformé en produit laitier, ce qui permet de le conserver plus longtemps **(Bencharif, 2001)**.

## 1.2 La composition du lait

Selon **Pougheon et Goursaud (2001)**, les principaux composants du lait sont classés par ordre croissant comme suit :

- L'eau, qui est une composante importante,
- Le lactose est le principal représentant des glucides.
- Les lipides, qui sont principalement des triglycérides qui sont rassemblés dans des globules gras.
- Les sels minéraux à l'état moléculaire et ionique.
- Les globulines solubles, les albumines, les caséines rassemblées en micelles et les protéines.
- Les enzymes, les vitamines et les oligoéléments, qui ont un rôle biologique important, sont des éléments à l'état de trace.

**La figure 1** montre la composition moyenne du lait de vache. Bien qu'elle présente les principales catégories de composants du lait : eau, lactose, matière grasse, protéines et constituants salins, elle ne nous montre pas la variété de ses composants et la complexité de sa composition. Ainsi que les enzymes et les vitamines **(Paccalin et Galantier, 1986)**.



**Figure 1.composition moyenne du lait de vache (Paccalin et Galantier, 1986)**

### 1.2.1 L'eau

La quantité d'eau dans le lait varie de 81 à 87%, tandis que les autres composants sont la matière sèche totale ou l'extrait sec, qui s'élève à 125 à 130 g par litre de lait. Les matières grasses sont exclues de l'extrait sec dégraissé, qui englobe tous les composants de la matière sèche.

Le lait présente deux types d'eau : l'eau libre (représentant 96% de la totalité) et l'eau liée (représentant 4%) à la matière sèche.

La mobilité de l'eau libre entraîne une grande réactivité, ce qui permet l'état de solution du lactose et d'une partie des minéraux, ce qui favorise le développement des microorganismes.

L'eau liée a une forte connexion avec les protéines, la membrane des globules gras et certains sels minéraux ; elle ne subit pas d'effets par les méthodes de transformation traditionnelles et ne participe pas aux réactions chimiques, physiques et enzymatiques (**Carole et Vignola, 2002**).

### 1.2.2 Les Protéines

Elles jouent un rôle essentiel dans le lait et les produits laitiers. Les différentes catégories sont classées en fonction de leur solubilité dans l'eau.

Présence d'environ 80% des caséines ( $\alpha$ -S1,  $\alpha$ -S2,  $\beta$ ,  $\kappa$ ) qui se regroupent en micelles précipitées lors de la présure ou de l'acidification à un pH d'environ 4,6.

Environ 20% des protéines totales se trouvent dans la solution colloïdale des protéines de sérum. L'albumine et la  $\beta$ -lactoglobuline sont les deux principales substances (Amiot et al., 2002).

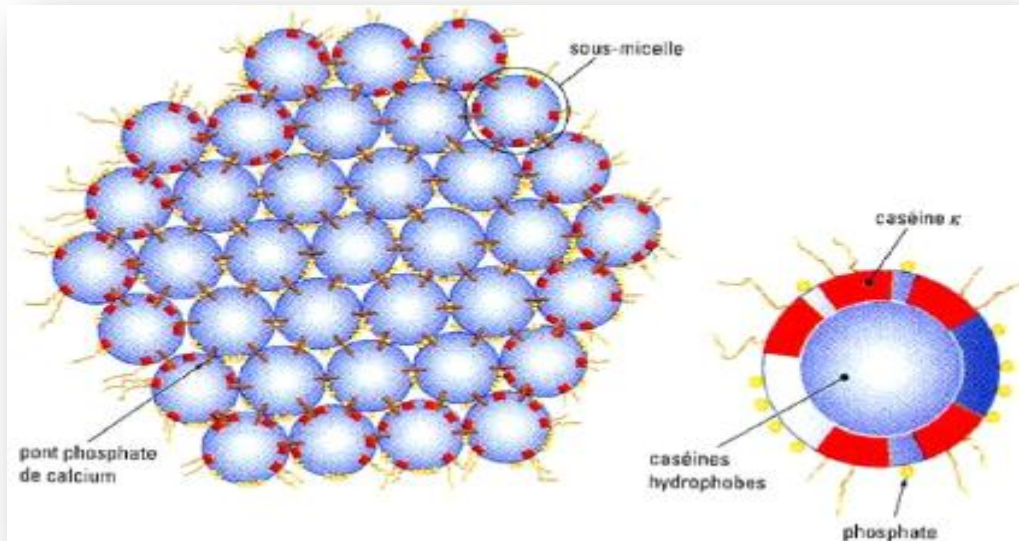


Figure 2. Modèle de la micelle de caséine avec sous-unité (Amiot et al., 2002)

### 1.2.3 Les Glucides

Les glucides présents dans le lait sont principalement constitués du lactose ou du galactosido 1-4 glucose, qui est fabriqué dans la glande mammaire. Il s'agit d'un disaccharide avec une saveur plutôt douce et peu soluble qui présente un groupement réducteur. Le rôle du lactose dans les produits laitiers est crucial car il sert de substrat pour la fermentation des bactéries lactiques qui convertissent ses résidus en acides lactiques (Cheftel et al., 1977).

### 1.2.4 Les lipides

Le lait est principalement constitué de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable principalement composée de cholestérol et de  $\beta$ -carotène (Filq, 2002).

Le lait de chèvre contient peu de carotène, il est plus riche en acides gras à une température de 10 (C) et contient un pourcentage plus élevé de petits globules gras que le lait de vache. Il ne contient pas d'agglutinines et présente une activité lipasique inférieure à celle du lait de vache (Chilliard, 1996).

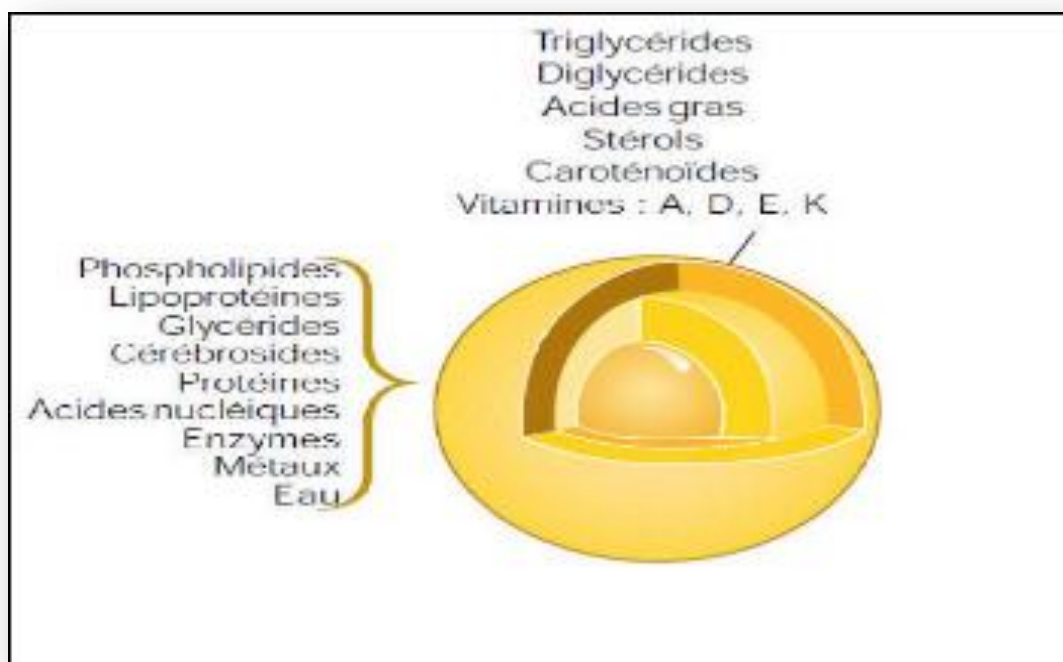


Figure 3. Structure d'un globule de matière grasse du lait (Amiot et al., 2002)

### 1.2.5 Les vitamines

Les vitamines jouent un rôle essentiel dans la vie biologique en jouant le rôle de cofacteurs dans les réactions enzymatiques et les échanges au sein des membranes cellulaires (Vignola, 2002).

La particularité du lait de chèvre réside dans l'absence de  $\beta$ -carotène. La majorité des enzymes présentes dans le lait sont les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases (Amiot et al., 2002).

Tableau I. les teneurs moyenne en vitamines du lait

Vitamines	Teneur moyenne $\mu\text{g}/100\text{ml}$
<b>Vitamines hydrosolubles</b>	
B1 (thiamine)	45 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$
B2 (riboflavine)	175 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$
B6 (pyridoxine)	50 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$
B12 (cobalamine)	0,45 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$

Acide folique	5,5µg/100 ml
Acide pantothénique	350µg/100 ml
Niacine et niacinamide	90µg/100 ml
H (biotine)	3,5µg/100 ml
C (acide ascorbique)	2mg/100 ml
<b>Vitamines liposolubles</b>	
A	40µg/100 ml
D (cholécalférol)	2,4µg/100 ml
E (tocophérol)	100µg/100 ml
K	5µg/100 ml

(Carole et Vignola, 2010)

### 1.2.6 Matière minérale

Le lait renferme des minéraux, que ce soit sous forme de solution dans la fraction soluble ou sous forme liée dans la fraction insoluble (ou colloïdale). Certains minéraux sont uniquement présents sous forme d'ions dissous (comme le sodium, le potassium et le chlore) et sont particulièrement facilement assimilables par l'organisme. Les fractions contiennent des ions calcium, phosphore, magnésium et soufre (**Mathieu, 1998**).

**Tableau II.** la composition en minéraux du lait

<b>Minéraux</b>	<b>Teneur (mg/kg)</b>
Sodium (Na)	445
Phosphore (p)	896
Chlore (Cl)	958
Magnésium (Mg)	105
Potassium (K)	1500
Calcium (Ca)	1180
Fer (Fe)	0,50
Cuivre (Cu)	0,10
Zinc (Zn)	3,80
Iode (I)	0,28

**(Carole et Vignola, 2010)**

### **1.2.7 Les Enzymes**

Les enzymes sont des composés organiques de nature protidique, fabriqués par des cellules ou des organismes vivants, qui jouent le rôle de catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 principales enzymes ont été identifiées dans le lait, dont 20 sont des composants naturels. La majorité se trouve dans la membrane des globules gras, mais le lait renferme de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui produisent des enzymes, ce qui rend difficile la distinction entre les éléments natifs et les éléments extérieurs (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

### **1.3 Qualité du lait**

De manière générale, la qualité peut être définie comme la capacité du produit à répondre aux besoins spécifiques, c'est-à-dire à répondre aux attentes des utilisateurs (**Cauty& Perreau, 2004**).

Il existe donc trois éléments clés de la qualité :

### 1.3.1 Qualité technologique

La composition chimique est influencée par le taux de protéines (le rendement du fromage est directement lié au TP du lait ainsi qu'à un bon caillage) et le taux de butyrique (qualité du beurre, de la crème...etc).

### 1.3.2 Qualité nutritionnelle

La production mondiale de lait est principalement assurée par la vache (90%), même dans les pays tropicaux (70%).

### 1.3.3 Qualité esthétique

Une autre raison qui encourage la consommation du lait est son aspect esthétique attirant. Il est souhaitable mais non indispensable à la qualité du lait (**FAO, 2011**).

## 1.4 Spécification du lait

**Il ne faut pas que le lait soit :**

- ❖ Coloré, malpropre ou malodorant.
- ❖ D'animaux souffrant de maladies contagieuses ou de mammite.
- ❖ Inclure des résidus d'antiseptiques, d'antibiotiques et de pesticides.
- ❖ Chauffer jusqu'à ébullition.
- ❖ Émaner d'une traite qui est incomplète.
- ❖ Être victime d'un écrémage, même partiel.

**De plus, il est important que le lait ne soit pas soumis à :**

- ❖ Une diminution ou une substitution de ses éléments nutritifs.
- ❖ De procédés de traitement, tels que le filtrage ou les méthodes thermiques d'assainissement, qui pourraient altérer la composition physique ou chimique, à moins qu'ils ne soient autorisés (**JORA n°69**).

L'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison et l'âge de l'animal sont les principaux facteurs influençant la composition générale du lait de vache (**Aminot et al., 2002**).

## 1.5 Facteurs influençant la composition du lait

Un certain nombre de facteurs influencent la composition chimique et les caractéristiques technologiques du lait. Ils peuvent être intrinsèques à l'animal ou extrinsèques au milieu et à la conduite de l'élevage (**Wolter, 1988**).

## 1.5.1 Les facteurs intrinsèques

### 1.5.1.1 Facteurs génétiques

La composition du lait varie considérablement entre les différentes races laitières et entre les individus d'une même race (**Gaillon et Sigwald, 1998**).

### 1.5.1.2 Stade de lactation

Les taux de matière grasse et de matières azotées, qui étaient élevés à la mise en bas, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent à un niveau minimal au cours du deuxième mois (**Gaillon et Sigwald, 1998**).

Lors d'infection, il y a un appel leucocytaire important qui se caractérise par une augmentation du comptage cellulaire, ce qui entraîne des changements importants dans la composition du lait. (**Badinand, 1994**).

## 1.5.2 Les facteurs extrinsèques

### 1.5.2.1 Alimentation

L'alimentation est cruciale car elle affecte à court terme et différemment les taux de matière grasse et de protéines (**Coulon et Hoden, 1991**).

### 1.5.2.2 Saison et climat

Il a été démontré que la production laitière était au plus haut en juin et au plus bas en décembre. En revanche, en été, les taux de protéines et de butyreux du lait sont les plus faibles et en hiver, ils sont les plus élevés (**Coulon et al., 1991**).

## 1.6 Caractéristiques physico-chimiques du lait cru

La densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité du lait sont les principales propriétés physico-chimiques du lait. En termes physiques, c'est à la fois une solution (lactose, sels minéraux), une suspension (azotes) et une émulsion. Le pH du lait de vache est entre 6,5 et 6,8 et celui du lait de chèvre entre 6,2 et 6,82. Le pH du lait humain est entre 7 et 7,5. La transformation du lactose en acide lactique augmente l'acidité du lait. La présence d'acidité permet d'évaluer le degré de conservation (**Dillon, 2008 ; Hebboul et al., 2005**). Le **tableau 1** ci-dessous représente les principales propriétés physico-chimiques du lait :

**Tableau III.** caractéristiques physico-chimiques d'un lait cru

Caractéristiques	Valeurs
Densité	1,028-1,034
Acidité titrable en degré Dornic (°D)	15-18
Point de congélation	-0,5- 0,55
pH (20°C)	6,5- 6,7
Point d'ébullition	100,5 °C
Energie Kcal/L	701
Potentiel d'oxydoréduction(V)	0,25

(Mathieu, 1985; FAO, 1998)

## 1.7 Caractéristiques microbiologiques du lait cru

Le lait est un aliment de choix car il contient 87 % d'eau, des protéines, du lactose, des graisses, des sels minéraux et des vitamines. Il a un pH de 6,7. Le substrat sera extrêmement favorable au développement des microorganismes.

### 1.7.1 Flore originelle

L'ensemble des microorganismes trouvés dans le lait à la sortie du pis est appelé flore originelle des produits laitiers. Les genres dominants sont principalement les mésophiles lorsqu'ils sont prélevés à partir d'un animal sain (moins de  $10^3$  germes/ml) (Vignola *et al.*, 2002a). Le tableau 2 ci-dessous présente une liste des microorganismes les plus importants originaires du lait avec leurs proportions relatives:

**Tableau IV.** Flore originelle du lait cru

Micro-organismes	Pourcentage (%)
<i>Streptococcus ou Lactococcus</i>	<10
<i>Micrococcus sp.</i>	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
Les bactéries Gram négatif	<10

(Vignola et al., 2002a).

### 1.7.2 Flore pathogène

Les germes pathogènes qui sont considérés comme importants en raison de leur risque ou de leur gravité sont les bactéries infectieuses majeures telles que *Salmonella sp.*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, et les bactéries toxigènes telles que *Staphylococcus sp.* et *Staphylococcus aureus* (Vignola et al., 2002b).

### 1.7.3 Flore d'altération

Elle provoque des défauts de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture. Les germes les plus importants qui ont été identifiés sont *Pseudomonas sp.*, les coliformes, les sporulés comme *Bacillus sp.* et *Clostridium sp.*, ainsi que certaines levures et moisissures (Lamontagne et al., 2002).

## 1.8 Caractéristiques organoleptiques du lait cru

### 1.8.1 La couleur

La teinte blanche du lait est principalement attribuable à la présence de matière grasse et de pigments de carotène (la vache convertit le  $\beta$ -carotène en vitamine A qui se déverse directement dans le lait) (Fredot, 2005).

Selon Treumont (2009), deux éléments présents dans le lait, à savoir les globules de matière grasse et les micelles de caséines, sont responsables de la diffraction de la lumière. Ces agrégats font circuler les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils transmettent est similaire à celui du soleil, c'est-à-dire une lumière blanche.

### 1.8.2 L'odeur

La particularité de l'odeur du lait réside dans le fait que la matière grasse qu'il renferme capte les odeurs animales. Elles sont associées à l'atmosphère de la traite, à l'alimentation (les fourrages contenant de l'ensilage favorisent la flore butyrique, ce qui donne au lait une odeur intense), à la conservation (l'acidification du lait avec de l'acide lactique lui confère une odeur aigrelette) (**Vierling, 2003**).

### 1.8.3 La saveur

La saveur du lait frais ordinaire est plaisante. La version acidifiée du lait est fraîche et légèrement piquante. La saveur des laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) diffère légèrement de celle du lait cru. La saveur salée des laits de rétention et des mammites varie selon leur intensité. Il en va de même pour le colostrum.

L'utilisation de certaines plantes de fourrage ensilé dans l'alimentation des vaches laitières peut causer des saveurs inhabituelles dans le lait, notamment un goût amer. Il est également possible que le lait présente une saveur amère en raison de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**Thieulin et Vuillaume, 1967**).

### 1.8.4 La viscosité

Les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes ont un impact significatif sur la viscosité du lait, une propriété complexe. La viscosité du lait est principalement influencée par la teneur en graisse et en caséine. La viscosité est également influencée par des facteurs technologiques.

Les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur sont intimement liées à la viscosité, qui est une caractéristique essentielle de la qualité du lait. De cette façon, un client en Europe centrale donne une évaluation très favorable au lait concentré à forte consistance (filandreux). Il fait le lien entre la présence élevée de composants dans le lait et sa viscosité élevée (**Rheotest, 2010**)

## 1.9 Les produits laitiers traditionnels

Les technologies de production traditionnelles ont été développées en raison de l'augmentation de la production de lait pendant certaines saisons et de la difficulté de sa conservation sous forme fraîche. La transformation du lait en produits laitiers traditionnels algériens a une importance culturelle, médicinale et économique considérable (**Lahsaoui, 2009**).

### 1.9.1 Raïb

En Algérie, le *Raïb* est un type de lait fermenté connu sous le nom de lait écrémé fermenté. Il existe une tradition très ancienne de le faire en utilisant du lait cru de vache ou de chèvre. La fermentation spontanée du lait donne au produit une apparence de yaourt (**Mechai et Kirane, 2008**).

### 1.9.2 L'ben

Le *Rayeb* est baraté dans une outre appelée « Chekoua » faite de peau de chèvre, ce qui dure 30 à 40 minutes pour produire le *L'ben* (**Benkerroum et Tamime, 2004; Ouadghiri, 2009**).

La composition physico-chimique de L'ben varie en fonction du type de liquide utilisé, de la coagulation, de l'intensité de l'écémage et de la quantité d'eau ajoutée pendant le processus d'extraction (**Aissaoui, 2004**).

### 1.9.3 Zebda ou Dhan

En Algérie, les agriculteurs utilisent une méthode traditionnelle pour produire du beurre (appelé *Zebda Beldia* ou *Dhan* selon les régions). Afin d'obtenir le *L'ben*, le *Raïb* est baraté. Après cela, une quantité d'eau (environ 10 % du volume du lait) est généralement ajoutée, qu'elle soit chaude ou froide selon la température ambiante, afin de ramener la température globale à un niveau approprié pour rassembler les graines de beurre. On agite légèrement pour créer de la mousse ou les globules s'accumulent. La mousse tombe brusquement avec la formation de graines de beurre baignant dans le L'ben, qui grossissent sous l'action de l'agitation, ce qui permet ensuite la libération de la graisse liquide. Ensuite, les graines sont prélevées avec une petite quantité d'eau jusqu'à ce que des morceaux de beurre de la taille d'un poing soient obtenus. Enfin, les morceaux de beurre sont malaxés pour qu'ils ressemblent à des poings (**Abdelmalek, 1978**).

### 1.9.4 Smen

Le Smen sont *Zebda* ou *Dhen*, laissés, salés et malaxés, puis séchés dans des pots en terre cuite, placés dans un endroit froid, sombre et à température ambiante contrôlée (**Sakili et Issoual, 2003 ; Luquet et Corrieu, 2009**).

# **Chapitre 2**

## **Les fromages**

## 2 Chapitre II. Les fromages

### 2.1 Généralité sur le fromage

La légende dit que lors du stockage et du transport du lait, la production de fromage a été accidentellement effectuée. En effet, l'homme a découvert que lorsque le lait était stocké, il caillait et que le coagulum devenait une masse dense une fois séparé du sérum. Cette masse pouvait se dessécher, ce qui permettait son stockage et son transport. La densité du point de départ de la coagulation provoque une acidification spontanée qui fait remonter la crème en surface. Les premiers produits laitiers sont sans aucun doute le lait fermenté, le petit-lait aigre et le beurre. Parce que les moutons et les chèvres ont été domestiqués par l'homme, le lait de brebis et de chèvre est incontestablement le premier lait transformé (**Fox et Mc Sweeney, 2004**).

### 2.2 Définition de fromage

Le *codex Alimentarius (codex stan 283-1978)* définit le fromage comme un produit affiné ou non-affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra dure, qui peut être enrobé et dont le rapport protéines/caséine ne dépasse pas celui du lait, et qui est obtenu par :

- ❖ coagulation ou partielle des protéines du lait, de la crème, de la crème dérivée du lactosérum ou du babeurre partiellement ou entièrement cuits, seuls ou en association, et par l'action de pression ou d'autres agents coagulants adaptés, tout en respectant le principe que la production de lait augmente la concentration des protéines du lait (en particulier de la caséine), la teneur en protéines du lait étant nettement supérieure à celle du mélange des ingrédients primaires susmentionnés qui a été utilisé pour fabriquer le lait et/ou
- ❖ en utilisant des techniques de fabrication qui impliquent la coagulation des protéines du lait et/ou des produits dérivés du lait, on peut produire un produit fini ayant des propriétés physiques, chimiques et organiques similaires à celles du produit défini dans la formule (*Codex Alimentarius, 1978*).

Le fromage est un produit affiné ou non-affiné, molle ou semi-dure, dure ou extra-dure, qui peut être enrobé et dont le rapport protéines/caséine est inférieur à celui du lait (**Codex-283, 2011**).

Le terme "fromage" fait référence à un produit fermenté ou non, obtenu par coagulation du lait, de la crème, du lait écrémé ou d'un mélange de ces produits, suivi d'un égouttage. Le fromage est fabriqué soit par la méthode traditionnelle dans les zones rurales et

traditionnelles, soit par des méthodes industrielles ou semi-industrielles qui sont encore peu utilisées (Guétouache et Guessas, 2015).

## 2.3 Composition

Le fromage est extrêmement riche en protéines, eau, peptides, acides aminés, lipides, acides gras, vitamines et minéraux (Walther *et al.*, 2008).

Le fromage est un aliment laitier équilibré et polyvalent, contenant une grande quantité de nutriments essentiels et précis, qui varient en fonction de divers facteurs tels que le type de lait utilisé (d'espèce, de race, de stade de lactation, de teneur en matières grasses) et les méthodes de fabrication et d'affinage utilisées (Iván *et al.*, 2012 ; Walther *et al.*, 2008 ; Fox *et al.*, 1996).

### 2.3.1 L'eau

En fonction de la quantité de caillé restant, l'eau influence directement la dureté du fromage et donc sa texture. Les fromages sont classés en fonction de leur teneur en humidité. Par exemple, un fromage à pâte molle peut avoir une teneur en humidité supérieure à 50% (g/100g), une pâte semi-dure entre 45 et 50%, tandis qu'une pâte dure en aura entre 35 et 45% (Vignola, 2002).

### 2.3.2 La matière grasse

La concentration de matière grasse dans le fromage varie en fonction du lait utilisé et de la méthode de production. La graisse occupe différentes fonctions dans le fromage, contribuant à l'évolution de l'arôme et de la saveur, ainsi qu'à sa dureté, à sa texture collante et à sa sensation en bouche (Fox *et al.*, 1996).

### 2.3.3 Les protéines

On considère le fromage comme le complément alimentaire le plus riche en protéines, en particulier les fromages à pâte dure dont la teneur en protéines dépasse 30% celle de la viande qui est de 20 % (Eck et Gillis, 2006).

Le fromage renferme une quantité importante de protéines variées. Il contient entre 4% (fromage frais) et 40% (parmesan). La valeur nutritionnelle de la protéine du fromage reste inchangée tout au long du processus de production, et sa quantité est souvent inversement proportionnelle à la quantité de matière grasse (Iván *et al.*, 2012 ; O'Callaghan *et al.*, 2016)

### 2.3.4 Les glucides

Il existe de nombreux fromages qui ne contiennent pas de lactose, ou seulement une concentration très faible, car la majorité du lactose du lait sera absorbé par le lactosérum et le lactose retenu dans le caillé du fromage sera partiellement ou complètement converti en acide lactique par les bactéries initiales (**Renner, 1993**).

### 2.3.5 Les minéraux

Le fromage joue un rôle essentiel en tant que source de divers minéraux, notamment le calcium (Ca), le phosphore (P) et le magnésium (Mg) (**O'Callaghan et al., 2016**).

Prenons l'exemple de 100 grammes de fromage à pâte dure qui peut apporter environ 800 mg de calcium, ce qui correspond à la quantité quotidienne recommandée en calcium pour la plupart des adultes (**Fox et al., 1996**).

### 2.3.6 Les vitamines

Les vitamines se trouvent dans des quantités variées, et on peut identifier :

Les vitamines liposolubles : A, D, E et K présentes dans le fromage sont influencées par la quantité de matières grasses présentes dans le lait utilisé comme base. La quantité de vitamine E reste encore extrêmement basse.

Les vitamines hydrosolubles : qui ont été partiellement éliminées grâce au lactosérum, ce qui rend la plupart des fromages peu intéressants en tant que source de vitamine C et B, tandis que certaines vitamines B sont synthétisées par la moisissure. Ainsi, le fromage contenant de la moisissure interne présente une teneur en vitamines B2 et B6 quatre fois supérieure à celle du lait (**Mahaut et al., 2000**).

## 2.4 Le fromage a-t-il la même valeur nutritionnelle que le lait ?

Durant les différentes étapes de production des fromages, la majorité du lactose est éliminé avec le lactosérum lors de l'égouttage et/ou converti en acide lactique (par le processus de caillage ou d'affinage).

Les fromages à pâte fraîche ou fondus présentent une diminution de la teneur en lactose, tandis que les fromages à pâtes molles et pressées présentent des traces. L'affinage permet de concentrer les nutriments macro et micro du lait. Effectivement, pendant le processus d'affinage, la quantité d'eau diminue et les divers nutriments du fromage se concentrent ainsi.

Les différents fromages ne sont pas fabriqués de la même manière, ce qui explique pourquoi ils présentent des valeurs nutritionnelles différentes. Les niveaux de protéines, de calcium, de lipides et de sel varient considérablement (**Yolande Noël et Mazerolles, 2000**).

## 2.5 Classification des fromage

### 2.5.1 Critères de classification

Il n'y a pas de liste définitive de fromages et d'estimations du nombre de variétés qui en font partie, allant d'environ 400 à 1400. Cependant, de nombreuses variétés présentent en réalité des similitudes en termes de composition, de saveur, de texture et de technologie de fabrication, ce qui les rend assez similaires et doivent donc être considérées comme des variantes plutôt que des variétés. Trois méthodes principales ont été employées comme fondement pour classer les différentes variétés de fromage (**McSweeney, 2007**).

- ✓ Texture, qui est largement déterminée par la teneur en humidité et en matières grasses.
- ✓ Indices de maturation.
- ✓ Méthode de coagulation comme critère principal, mais couplée à d'autres facteurs

### 2.5.2 Les différents types de fromages

Les fromages sont répartis en différentes catégories en fonction de divers critères tels que l'origine animale, la quantité d'eau et la méthode de production. D'après ce dernier critère, les fromages sont répartis en sept catégories principales (**Hamada et Debbakh, 2014; Djafri et Djaout, 2015**).

- ✓ Fromage à pâte fraîche.
- ✓ Fromage à pâte molle.
- ✓ Fromage à pâte persillée.
- ✓ Fromage à pâte pressée non cuite.
- ✓ Fromage à pâte pressée cuite.
- ✓ Fromage à pâte filée.
- ✓ Fromage à pâte fondue.

### ***2.5.2.1 Fromage à pâte fraîche***

La pâte fraîche constitue le fondement de tout fromage, et elle est présente dès le début de toute étape de production, avant toute fermentation et affinage. La pâte fraîche est fabriquée en utilisant du lait, voire du petit-lait (lactosérum), obtenu à partir du lait entier ou écrémé, tel que le fromage à la crème. Certains peuvent être enrichis avec de la crème (**Majdi, 2009 ; vuillemard, 2018**).



**Figure 4. fromage à pâte fraîche**

### ***2.5.2.2 Fromage à pâte molle***

Il s'agit de fromages à pâte molle qui ne sont ni pressés ni cuits. Leur texture est crémeuse, onctueuse et fondante en raison de leur taux d'humidité qui oscille entre 50 % et 60 % et de leur teneur habituelle en matières grasses entre 20 % et 26 %. Il y a une augmentation de ce pourcentage pour les fromages de type double crème ou triple crème, qui sont conçus avec du lait ajouté à la crème (**André et Claude, 2006**).



**Figure 5. fromage à pâte molle**

### ***2.5.2.3 Fromage à pâte persillée***

Les pâtes persillées sont des caillés mixtes avec une acidité très prononcée à la fin de leur production. Ils se distinguent par leur goût épicé et piquant, dû aux méthyl cétones dérivés de la lipolyse intense de la matière grasse. On utilise des aiguilles afin de percer le caillé, ce qui ouvre les ouvertures et permet l'introduction d'oxygène à l'intérieur. Un pénicillium s'y développe, ce qui entraîne la formation des marbrures bleues (Majdi, 2009 ; Vuilleumard, 2018).



**Figure 6. fromage à pâte persillée**

### ***2.5.2.4 Fromages à pâte pressée non cuite***

Le mot "à pâte pressée" fait référence à un fromage dont le caillé est pressé lors du moulage pour éliminer le plus de lactosérum, puis le laisse affiner (Majdi, 2009 ; Vuilleumard, 2018).

### ***2.5.2.5 Fromages à pâte pressée cuite***

Les fromages à pâte pressée cuite, également appelés pâte dure, sont des fromages où le caillé est chauffé à 65 °C après avoir été pressé, puis laissé à l'affinage :

- Lorsqu'il est chauffé, le lait atteint une température d'environ 65 °C, ce qui ne cause que des dommages à une partie de la flore.

- Une fois pasteurisé, le lait est soumis à une chaleur de 72 à 85 °C pendant un maximum de 20 secondes, puis il est immédiatement refroidi à 4 °C. Cette méthode entraîne la destruction de la flore naturelle présente dans le lait (**Majdi, 2009 ; Vuillemand, 2018**).



**Figure 7.**fromage à pâte pressée non cuite

#### **2.5.2.6 Le fromage fondu**

Au départ, le fromage fondu était utilisé pour recycler le gruyère défectueux, puis pour créer d'autres fromages. On obtient cela en mélangeant des fromages avec des sels minéraux ou organiques autorisés, connus sous le nom de sels de fonte, qui jouent le rôle d'émulsifiants et de chélatants et sont autorisés à 3 % dans le produit final. On emploie ces sels lors de la fonte, ce qui permet de passer à un état homogène où la masse de fromage peut être pasteurisée et versée dans l'emballage à chaud. La stérilisation, la cuisson, et le brassage sont réalisés dans des pétrins à double paroi afin d'atteindre des températures de 90-95 °C, voire 120-125 °C (**Beerens et Luquet, 1987**).



**Figure 8.**fromage à pâte pressée non cuite

### 2.5.2.7 Le fromage à pâte filée

Le fromage à pâte filée est un type de fromage fabriqué en étirant et en formant des fils de fromage à partir d'une pâte caillée. Ce processus confère au fromage une texture filandreuse et élastique. Un exemple célèbre de fromage à pâte filée est la *Mozzarella* (Fox et al., 2017 ; Law, 2010 ; Tamime et al., 2010).



Figure 9. fromage à pâte filée (Mozzarella)

## 2.6 Techniques de fabrication générales

### 2.6.1 Principes généraux

La diversité des fromages est due à leur capacité à gérer trois éléments essentiels :

- L'activité de la présure, qui guide la production soit vers une réduction du caillé et une rétention du calcium, soit vers une coagulation lactique qui entraîne une dissociation puis un étirement de la caséine.
- L'action de la fermentation, qui entraîne l'acidité finale de la caillebotte, influence la minéralisation finale de la pâte, son pouvoir tampon et donc sa capacité à contrôler la croissance des microorganismes pendant l'affinage.
- Le taux d'humidité résiduelle du jeune fromage, déterminant le rendement (Carole et Vignola, 2010).

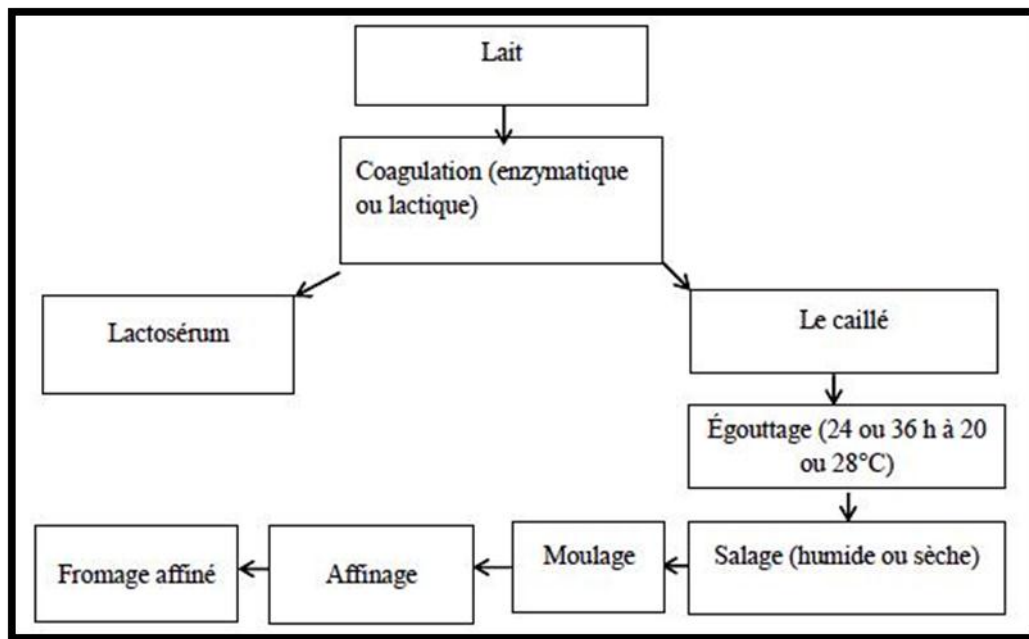


Figure 10. Schéma général de la fabrication du fromage (jeantet et al., 2008)

## 2.7 Les Fromages Traditionnels Algériens

Le concept de fromage traditionnel désigne principalement le fromage fabriqué à la main, en petites quantités, à partir de lait d'origine locale selon des méthodes traditionnelles, sans un processus entièrement mécanisé (Michael et Tunick, 2014).

Depuis longtemps, la transformation du lait en produits dérivés, comme les fromages, est une méthode traditionnelle de conservation. La consommation de fromages et d'autres produits laitiers est une vieille tradition en Algérie qui est liée à l'élevage (Leksir et Chemmam., 2015).

### 2.7.1 Jben

Le Jben est fabriqué avec du lait cru de vache ou de chèvre. Le lait doit être chauffé avant d'être macéré dans le lait, une fois qu'il est tiède. Le caillé est collecté et enroulé dans un tissu propre puis pressé pour égouttage après que le lait ait coagulé. Le caillé est coupé en petits morceaux irréguliers une fois égoutté, et il peut être salé ou ajouté de quelques épices ou de plantes aromatiques (Lahsaoui, 2009).



**Figure 11.Jben**

### **2.7.2 Bouhezza**

Le fromage *Bouhezza* provient des régions de l'Est algérien (Oum El Bouaghi, Khenchella, Batna, Biskra, etc.) qui ont une pratique importante de l'élevage de chevaux et d'ovins (**Figure** ). Il est affiné à la pâte mi-molle. En effet, auparavant, le *Bouhezza* était fabriqué en transformant du lait de chèvre et de brebis, mais actuellement, il semble qu'il soit plus courant d'utiliser du lait de vache(**Mekentichi, 2003 ; Aissaoui et al., 2006**).



**Figure 12.fromage Bouhezza**

### **2.7.3 Klila**

Klila est un fromage traditionnel fermenté fabriqué à partir de Lben de vache, de brebis, de chèvre ou d'un mélange des trois. Le processus empirique de fabrication est encore utilisé et est caractérisé par un chauffage modéré du Lben (50-75°C) jusqu'à ce qu'il devienne caillé, puis égoutté dans un tissu de mousseline, puis égoutté spontanément (**Mennane et al., 2007**).



**Figure 13. fromage klila**

#### **2.7.4 Méchouna**

Il est fabriqué en chauffant le lait cru jusqu'à ébullition. Après cela, on incorpore du lait fermenté, du l'ben ou Rayeb et du sel. Le mélange est laissé égoutter à l'aide d'un tissu poreux. Il est pris cru ou accompagné d'une galette (**Lemouchi., 2008**).

#### **2.7.5 Takammarit**

Le *Takammarit*, qui signifie "fromage" en tamahaq (Touareg), est un fromage originaire de la région désertique du Hoggar (Tamanrasset). Il est créé en ajoutant un morceau de caillette de jeunes chevreaux au lait de chèvre. Le caillé est retiré à l'aide d'une louche et déposé en petits tas sur une natte. Il est ensuite pétri pour évacuer le sérum, puis déposé sur une natte à base de tiges de fenouil qui lui donne un arôme particulier. Ensuite, les nattes sont exposées au soleil pendant deux jours avant d'être placées à l'ombre jusqu'à ce que le fromage durcisse (**Mahamedi, 2015**).

#### **2.7.6 Madghissa**

Le fromage est célèbre dans la région du Chaouia située dans la partie est du pays. Après salage et incorporation du lait frais, la *Klila* fraîche est utilisée pour la préparation. Le tout est mis à ébullition sur un feu doux jusqu'à ce que le caillé et le lactosérum soient séparés. Après que le mélange a refroidi, la marmite est tournée pour retirer le lactosérum. Madghissa est une pâte jaune salée et élastique qui est préparée de cette manière (**Aissaoui, 2003**).

### 2.7.7 Kémaria

C'est un fromage très répandu dans la wilaya de Ghardaïa ou la région du M'zab, également appelé *Kémaria* frais. Le fromage est réalisé à partir du lait cru entier de vache, de chèvre ou de brebis, qui a été préalablement salé avec du sel de table ou de l'alun, et qui a été chauffé à 37°C. Ensuite, il est emprésuré avec du gésier de poulet, de la caillette de chevreau ou de la fleur de cardon. Après 30 minutes de coagulation, le caillé est coupé et égoutté dans un chèche pour 30 minutes à 24 heures. Dans les occasions religieuses, les invitations spéciales et les soirées familiales, la kémaria est consommée avec du thé et du pain (McSweeney et al., 2017).



Figure 14.fromage Kémaria

### 2.7.8 Aoules

Est un fromage traditionnel algérien sec et classique qui est produit en chauffant légèrement du Lben écrémé issu de lait de chèvre coagulé spontanément. Il est composé de 87% à 92% de matière sèche. Le chauffage est effectué dans un récipient en argile jusqu'à ce que les caséines se précipitent. Pour donner la forme d'un petit cylindre plat (2 cm d'épaisseur, 6 à 8 cm de diamètre), le précipité est tendu dans un panier de paille et le caillé est malaxé en petite quantité à la fois. Ensuite, le fromage est broyé, séché au soleil, et peut être mélangé à la pâte des dattes ou à des boissons (Benkerroum, 2013).

### 2.7.9 Ibakhbakhane

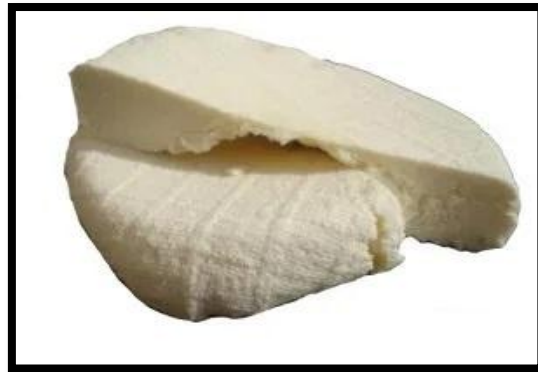
*Ibakhbakhane*, originaire de la région d'Aurès, est fabriqué à partir d'un mélange de frik d'orge (Marmaz) et de lben qui est fermenté à des températures inférieures à 20 °C en immersion dans un puits pendant 2 à 5 jours (Mahamedi, 2015).

### 2.7.10 Ighounane

Le fromage produit à Kabylie est obtenu à partir du colostrum, qui est le premier lait de vache qui sort de la mise bas. La préparation d'Ighounane se fait dans des ustensiles en terre cuite enduits d'huile d'olive, où une petite quantité d'eau salée est versée, puis le lait est chauffé et coagulé. Le caillé qui a été formé est divisé en petits morceaux et ensuite consommé comme il est (**Lahsoui, 2009 ; Mahamedi, 2015**).

### 2.7.11 Aghouglou

Le fromage de Kabylie est produit en coagulant la sève du figuier avec du lait frais de vache ou de chèvre. Pour terminer l'égouttage, le coagulum ainsi formé est coupé et placé dans un tissu fin (**Mahamedi, 2015**).



**Figure 15.fromage Aghouglou**

# **Matériel & méthodes**

### 3 Matériel et méthodes

#### 3.1 Objectif de l'étude

L'objectif de notre présent travail est d'explorer la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique d'un fromage traditionnel artisanal «*El-kffass*». Pour cela, cinq (5) paramètres physicochimiques ont été analysés : le pH, l'acidité titrable en degré Dornic, l'extrait sec total (EST), l'humidité (teneur en eau), le taux de matière grasse (MG), le taux de matière sèche (MS) ainsi que le Rapport matière grasse/matière sèche (MG/MS) et sept (07) bactéries ont été recherchées: la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes fécaux, *E.coli*, les clostridiens sulfite-réducteurs, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.* et *Listeria monocytogenes*.

#### 3.2 Les analyses bactériologiques

L'enveloppe externe du fromage *El-kffass* a été découpée stérilement avec un bistouri stérile dans la zone de protection de bec Bunsen afin de préparer l'échantillon pour une analyse bactériologique (Figure 16).



Figure 16.préparation du fromage (Harizi, 2024)

### 3.2.1 Préparation de la suspension mère

#### Mode opératoire

- Dans une fiole stérile, peser 10 g de fromage (**Figure 17**) ;
- Ajouter une quantité de diluant ( tryptone sel ) égale à 9x la masse pesée.
- Procéder à l'homogénéisation. .On obtient alors la dilution  $10^{-1}$  .



Figure 17.la pesée d'un fromage (Harizi, 2024)

### 3.2.2 Préparation des dilution décimales

- Introduire avec une nouvelle pipette 1 ml de la dilution primaire dans un nouveau tube de 9 ml de diluant (peptone-sel) ;
- Si nécessaire répéter ces opérations avec le diluant stérile en utilisant les dilutions  $10^{-2}$  et les suivantes pour obtenir les dilutions  $10^{-3}, 10^{-4}$ ...etc. (**Figure 18**).



**Figure 18.les dilutions préparées (Harizi, 2024)**

### **3.2.3 Dénombrement des germes aérobies à 30°C**

#### **Mode opératoire**

- Déposer à l'aide d'une pipette graduée stérile 1 ml de la dilution  $10^{-1}$  dans une autre boîte de pétri vide stérile (Si nécessaire, recommencer cette opération avec les autres dilutions décimales).
- Couler dans chaque boîte de Pétri 12 à 15 ml du milieu plate count agar (PCA) préalablement fondu et un bain-marie réglé à 45°C (**Figure 19**) .
- Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu de culture et laisser solidifier en posant les boîtes sur une surface fraîche et horizontale
- Retourner les boîtes ainsi préparées et les placer à l'étuve réglée à 30°C pendant 72h (**Figure 19**).



**Figure 19.**la recherche bactériologique des germes aérobies (Harizi, 2024)

### **Expression des résultats**

- Calculer le nombre de microorganismes par gramme en multipliant le nombre compté par l'inverse de la dilution (**Figure 20**).

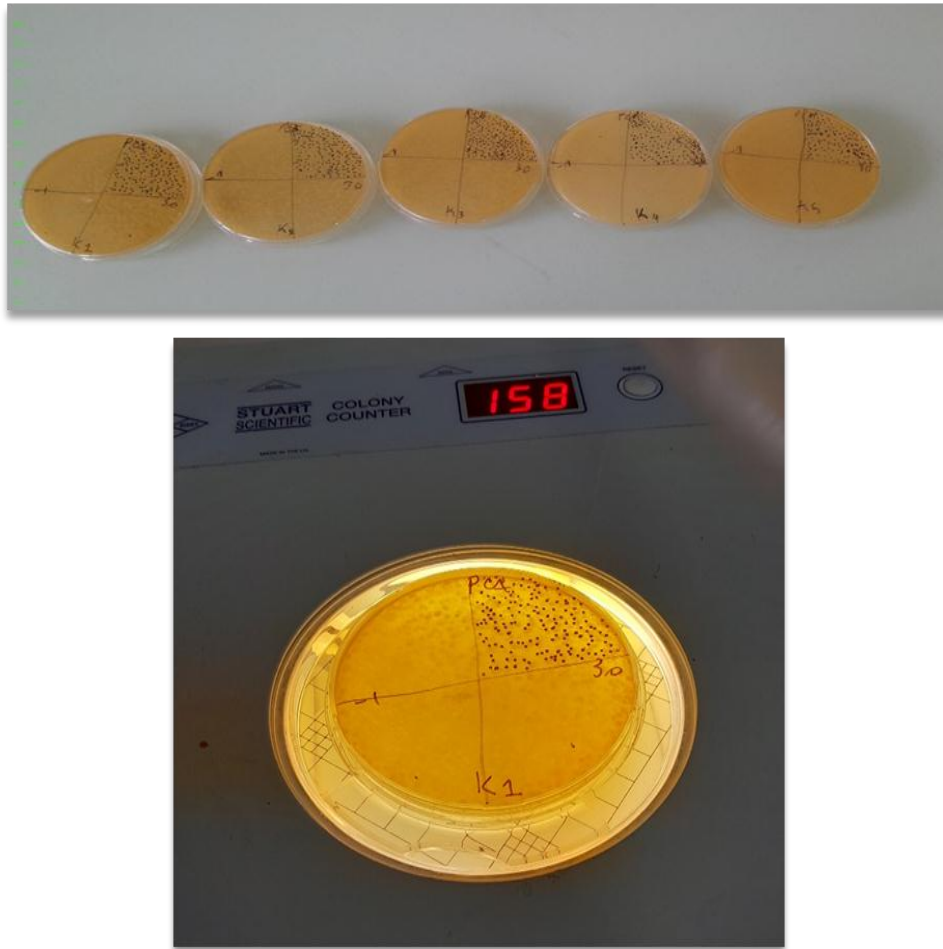


Figure 20. Le dénombrement bactérien (Harizi, 2024)

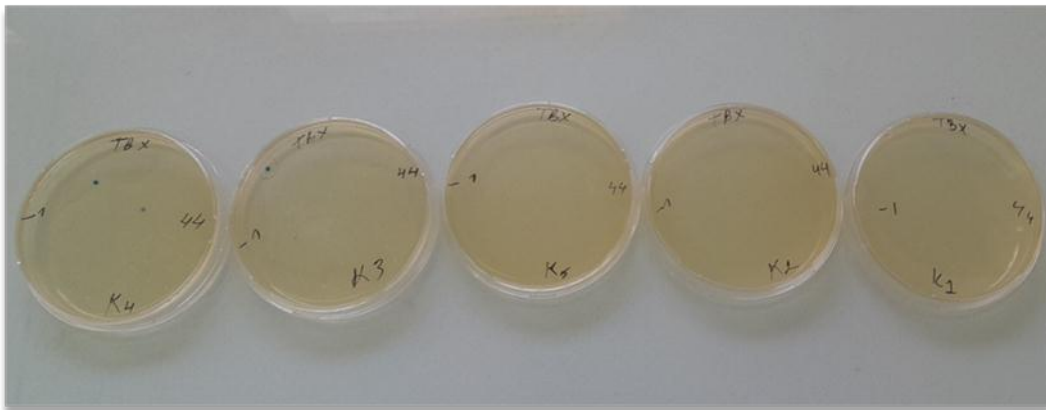
### 3.2.4 Dénombrement d'Escherichia coli

#### Mode opératoire:

- Déposer à l'aide d'une pipette graduée stérile 1 ml de la dilution  $10^{-1}$  dans une autre boîte de pétri vide stérile (Si nécessaire, recommencer cette opération avec les autres dilutions décimales) .
- Couler dans chaque boîte de Pétri 12 à 15 ml de la gélose TBX préalablement fondu et un bain-marie réglé à  $45^{\circ}\text{C}$  .
- Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu de culture et laisser solidifier en posant les boîtes sur une surface fraîche et horizontale .
- Retourner les boîtes ainsi préparées et les placer à l'étuve réglée à  $44^{\circ}\text{C}$  pendant 24h.

#### Expression des résultats

Calculer le nombre de microorganismes par gramme en multipliant le nombre compté par l'inverse de la dilution (**Figure 21**).

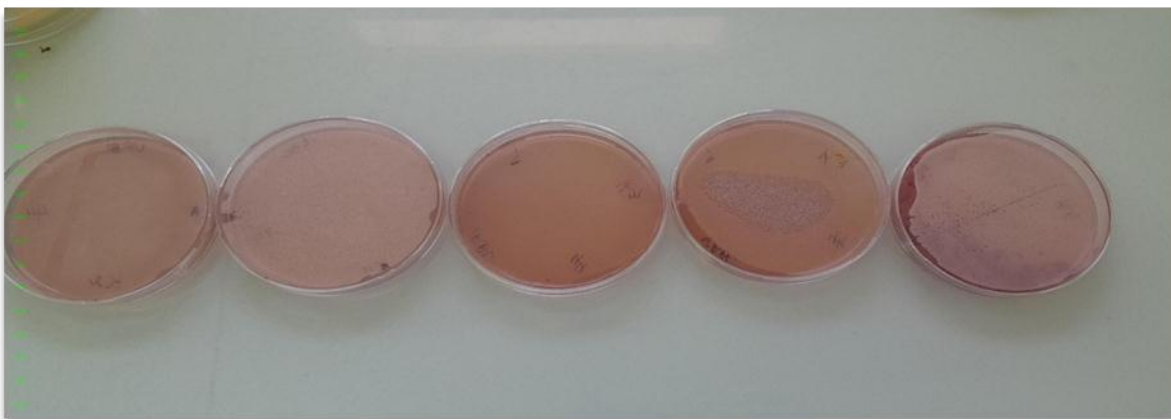


**Figure 21. Dénombrement d'Escherichia coli (Harizi, 2024)**

### 3.2.5 Dénombrement des coliformes fécaux

#### Mode opératoire

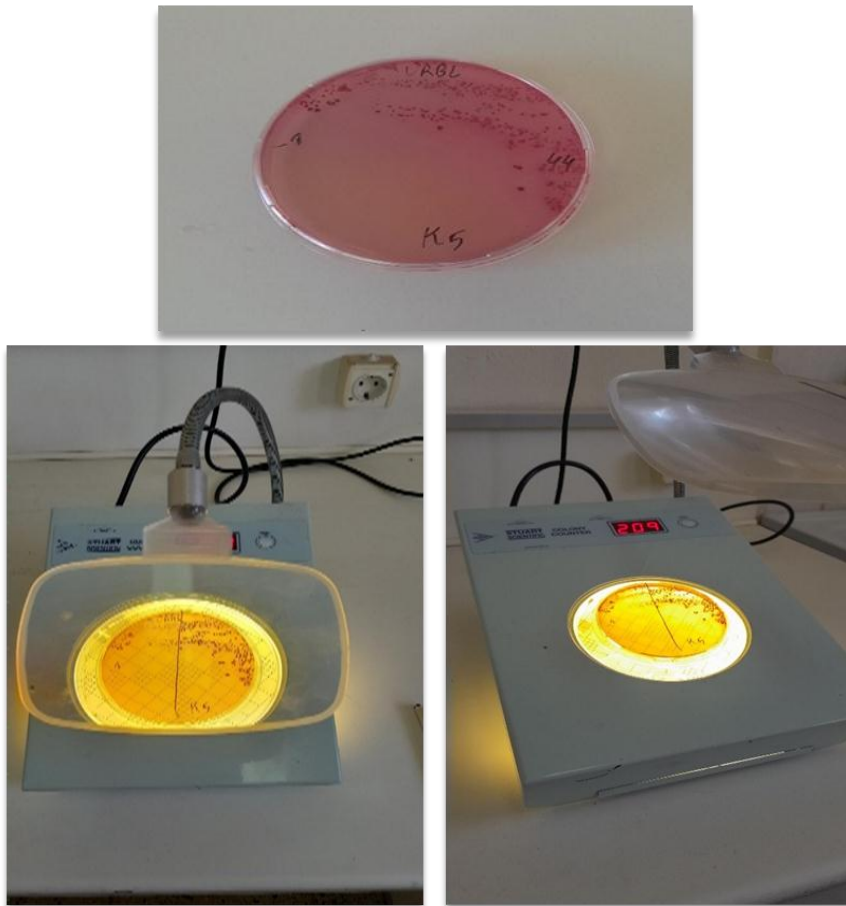
- Déposer à l'aide d'une pipette graduée stérile 1 ml de la dilution  $10^{-1}$  dans une autre boîte de pétri vide stérile (Si nécessaire, recommencer cette opération avec les autres dilutions décimales).
- Couler dans chaque boîte de Pétri 12 à 15 ml du milieu Gélose VRBL (Violet rouge bile lactose) préalablement fondu et un bain-marie réglé à  $45^{\circ}\text{C}$ .
- Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu de culture et laisser solidifier en posant les boîtes sur une surface fraîche et horizontale (**Figure 22**).
- Retourner les boîtes ainsi préparées et les placer à l'étuve réglée à  $44^{\circ}\text{C}$  pendant 24h à 48 h.



**Figure 22. Solidification du milieu (Harizi, 2024)**

## Expression des résultats

Calculer le nombre de microorganismes par gramme en multipliant le nombre compté par l'inverse de la dilution (**Figure 23**).

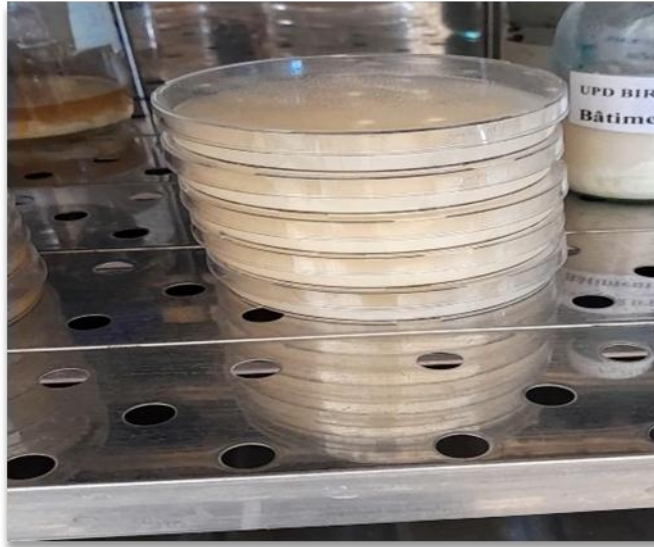


**Figure 23.**Lecture des boîtes après incubation (Harizi, 2024)

### 3.2.6 Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

#### Mode opératoire

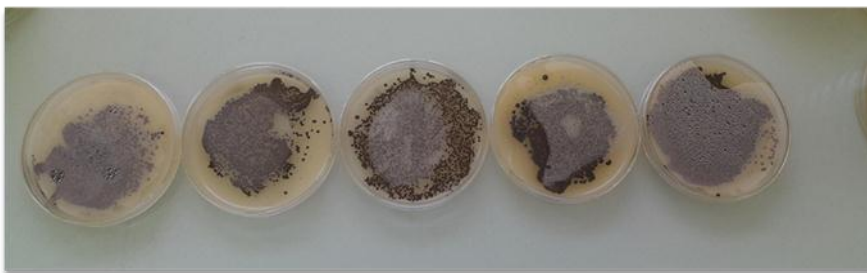
- Déposer à l'aide d'une pipette graduée stérile 0.1ml de la suspension mère (dilution  $10^{-1}$ ) sur la surface d'une boîte de milieu gélosé Baird -Parker .
- Répéter l'opération avec la dilution  $10^{-2}$  et les dilutions suivantes si nécessaire .
- Étaler soigneusement l'inoculum le plus rapidement possible à la surface du milieu gélosé en essayant de ne pas toucher les bords de la boîte avec l'étaler en verre .
- Laisser sécher les boîtes avec leur couvercle durant environ 15 min à la température ambiante.
- Incuber les boîtes durant 24 à 48 h dans l'étuve réglée à 37 °C (**Figure 24**).



**Figure 24. Boîte de Baird Parker ensemencées (Harizi, 2024)**

### **Interprétation**

- Les colonies caractéristiques sont noires, brillantes et convexes (1 à 1.5 mm de diamètre après 24 h d'incubation et 1.5 à 2.5 mm de diamètre après 48 h d'incubation), et entourées d'une zone transparente avec un anneau opalescent clair qui peut être partiellement opaque ;
- Les colonies non caractéristiques sont semblables en apparence mais sont dépourvues de zone claire (**Figure 25**).



**Figure 25. Lecture et dénombrement de Staphylococcus aureus (Harizi, 2024)**

### **Expression des résultats**

Calculer le nombre moyen de *Staphylococcus aureus* avec les résultats obtenus sur les deux séries de boîtes ou avec deux dilutions consécutives.

Multiplier cette valeur par l'inverse du volume de l'inoculum ensuite par l'inverse du taux de dilution de l'échantillon pour essai afin d'obtenir le nombre de *Staphylococcus aureus* par gramme.

### 3.2.7 Dénombrement de *Listeria monocytogenes*

#### Mode opératoire

- Repartir à l'aide d'une pipette stérile 0.1 ml de la suspension mère, à la surface d'une boîte de milieu gélosé *Listeria* chromo génique (**Figure 26**).
- Si nécessaire répéter ces opérations avec le diluant stérile en utilisant les dilutions  $10^{-2}$  et les suivantes pour obtenir les dilutions  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ , ...etc
- Retourner les boîtes ainsi préparées et les placer à l'étuve réglée à  $35^{\circ}\text{C}$  ou  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24h, puis les reincuber pendant 24 h supplémentaires.



Figure 26.ensemencement sur gélose *Listeria* chromo-génique (Harizi, 2024)

#### Expression des résultats

- Considérer comme colonies de *L.monocytogenes* les colonies bleues-vertes entourées d'un halo opaque .
- Calculer et consigner le nombre de *L.monocytogenes* ou *L.spp* en UFC par gramme ou par ml de produit.

### 3.2.8 Dénombrement de *Clostridium perfringens*

#### Mode opératoire

- Prendre 1 autre tube stérile, transférer 1 ml de la dilution  $10^{-1}$
- Si nécessaire, recommencer cette opération avec les autres dilutions décimales (**Figure 27**).
- Couler dans chaque tube 15 ml du milieu TSC (gélose tryptone sulfite à la cyclosérine) préalablement fondu et un bain-marie réglé à  $45^{\circ}\text{C}$

- Mélanger doucement l'inoculum au milieu de culture, sans faire de bulle pour ne pas provoquer une oxygénation milieu, par un mouvement de rotation du poignet
- Laisser le mélange se solidifier en plongeant les tubes dans l'eau froide
- Sans délai, incuber à 46°C pendant 20h
- Prendre 1 tube stérile et à l'aide d'une pipette stérile, transférer dans le tube 1ml de la suspension mère



**Figure 27. Dénombrement de *Clostridium perfringens* (Harizi, 2020)**

### **Comptage des colonies**

Après la période d'incubation, procéder au dénombrement des colonies. Ces dernières sont entourées d'un halo noir.

### **Expression des résultats**

Calculer le nombre de microorganismes par gramme en multipliant le nombre compté par l'inverse de la dilution.

### **3.2.9 Recherche des *Salmonella***

#### **Jour1: Pré-enrichissement**

- Introduire 25g de fromage dans 225ml du milieu d'enrichissement (eau peptonnée tamponnée).
- Incuber les flacons préparés conformément à 37° C durant 16 h. à 20 heures (**Figure 28**).



Figure 28. le pré-enrichissement des salmonelles (Harizi, 2024)

### Jour2:Enrichissement

- Transférer, à l'aide d'une pipette, 0.1 ml du milieu de pré-enrichissement incubé dans un tube contenant 10 ml du milieu d'enrichissement sélectif Rappaport-Vassiliadis soja (**Figure 29**).
- Transférer, à l'aide d'une pipette, 1 ml du milieu de pré-enrichissement incubé dans un tube contenant 10 ml du milieu d'enrichissement Muller Kauffmann (**Figure 29**).



**Figure 29. milieux inoculés de Rappaport-Vassiliadis et de Muller-Kauffmann (Harizi, 2024)**

- Incuber le milieu inoculé Rappaport-Vassiliadis durant 18 h. à 24 heures à 41.5 °C .
- Incuber le milieu inoculé Muller-Kauffmann durant 18 h. à 24 heures à 37 °C .

### **Jour3:Ensemencement et identification**

Ensemencer avec une anse, à partir de la culture des milieux d'enrichissement, la surface d'une boîte de gélose XLD (xylose lysine decarboxylase) et une boîte de la gelose Hektoen (Figure 30)..

Incuber les boîtes (retournées) à 37 ±1°C durant 20 h. à 24 heures.



**Figure 30.ensemencement (Harizi, 2024)**

### **Jour 4:Identification par galerie biochimique**

- Ensemencer les milieux suivants :
  - Gélose de Kligler-Hajna (TSI)
  - Milieu urée indole

- Milieu de décarboxylation de la lysine
- ✓ Incuber les milieux durant 18 à 24 heures à 37 °C.



**Figure 31. Incubation des milieux (Harizi, 2024)**

**Tableau V.** Interprétation des essais biochimiques

<b>Essai</b>	<b>Réaction positive ou négative</b>
Glucose( dégradation du sucre)	+
Glucose (Formation de gaz)	+
Lactose	-
Saccharose	-
Sulfure d'hydrogène	+
Décomposition de l'urée	-
Décarboxylation de la lysine	+

### 3.3 Les analyses physico-chimiques

#### 3.3.1 Mesure du pH (Méthode AFNOR)

##### Mode opératoire

- Peser 10 g de fromage mettre dans un bécher de 100 ml
- Ajuster à 100 ml avec l'eau distillée stérile
- Bien mélanger à l'aide d'un agitateur ou d'une baguette en verre jusqu'à complète dispersion de la prise d'essai. Laisser reposer 10 à 15 minutes
- Mesurer le pH à 20 °C (**Figure 32**)



**Figure 32.**Mesure du pH du fromage (HARIZI, 2024)

##### Lecture

La lecture des résultats se fait directement à partir de l'affichage sur le cadran du pH mètre.

#### 3.3.2 Détermination de la teneur en matière grasse (Méthode Van Gulik)

##### Mode opératoire

- Fermer l'ouverture étroite du butyromètre et introduire l'acide sulfurique par le col jusqu'à ce que le niveau de l'acide atteigne une hauteur d'environ la moitié de la chambre (**Figure 33a**)
- Peser 3g de l'échantillon pour essai dans une capsule (**Figure 33b**).

- Transvaser le fromage dans le butyromètre et fermer le col avec le gros bouchon (**Figure 33c**).
- Placer le butyromètre col en bas durant 5 minutes dans le bain d'eau à 65°C (**Figure 33d**).
- Retirer le butyromètre du bain d'eau et l'agiter énergiquement durant 10 s .
- Poursuivre les opérations durant 15 minutes après que les protéines soient dissoutes .
- Retirer le butyromètre du bain d'eau et, après avoir soigneusement agité, ajouter 1 ml d'alcool iso amylique par l'ouverture étroite (**Figure 33 e et f**).

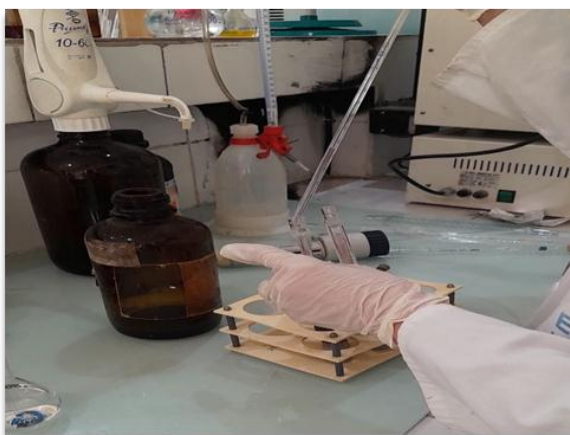
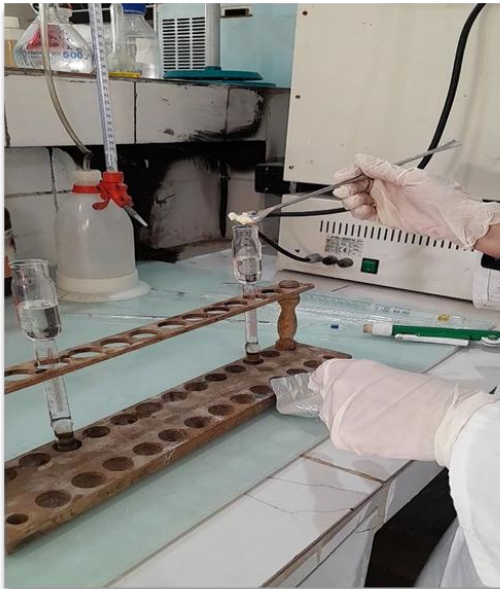
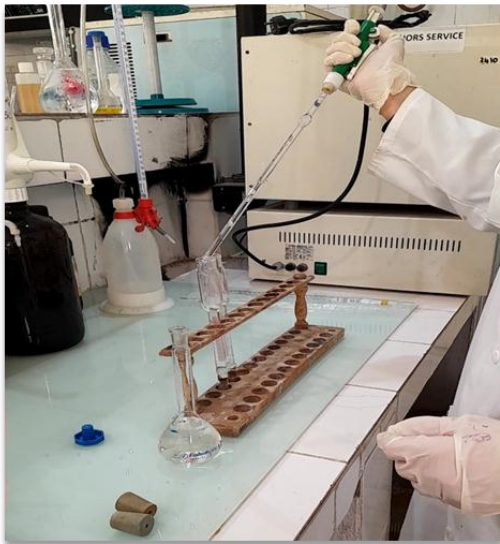


Figure 33.détermination du taux de la matière grasse (Harizi, 2024)

- Agiter immédiatement durant au moins 3s
- Ajouter l'acide sulfurique par l'ouverture étroite jusqu'à ce que le niveau atteigne le trait repère de 35% de l'échelle .Fermer immédiatement avec le petit bouchon et retourner le butyromètre
- Agiter énergiquement durant 10s dès que la matière grasse est montée dans la chambre du butyromètre.
- Placer le butyromètre col en bas durant 5 minutes dans le bain d'eau à 65°C.
- Retirer le butyromètre du bain d'eau et procéder à la centrifugation sans laisser refroidir le butyromètre
- Centrifuger à 1000- tours pendant 10 minutes (**Figure a 34**)



**Figure 34.centrifugation (Harizi, 2024)**

- Sortir le butyromètre de la centrifugeuse et le placer pendant 5 minutes dans un bain-marie à 65-70°C. Sortir le butyromètre du bain-marie
- Placer le butyromètre verticalement et amener par une manoeuvre appropriée du bouchon le plan inférieur de la colonne grasse en coïncidence avec une division représentant un nombre de dizaines de grammes de matière grasse .
- Assurer l'immobilité de la colonne grasse en maintenant le bouchon. Lire le niveau le plus bas du ménisque supérieur de cette dernière en maintenant le butyromètre en position verticale et en effectuant la lecture perpendiculairement à l'appareil (**Figure 35**)



Figure 35.le butyromètre (Harizi, 2024)

### Expression résultat

Xg de matière grasse par litre = valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse

### 3.3.3 Détermination du taux d'extrait sec (EST)

#### Mode opératoire

- Peser la Capsule en verre séchée et refroidie .
- Introduire 5 g de fromage dans la capsule (Figure 36a)



Figure 36.Détermination du taux de l'extrait sec (Harizi, 2024)

- Mettre dans l'étuve réglée à 103-105°C pendant 3 heures (Figure 36b).

- Retirer la boîte de Pétri de l'étuve et la mettre dans le dessiccateur .
- Laisser refroidir la boîte jusqu'à température ambiante .
- Peser à 0.001 g près .

### Expression des résultats

Calculer le taux de matière sèche la formule :

**M1** : Masse en g de capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement

**M0** : Masse en g de la capsule vide

**M** : Masse en g de la prise d'essai

$$\text{Taux de l'extrait sec} = \frac{M1 - M0}{M} \times 100$$

### 3.3.4 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 :

$$R\% = (MG/MS) \times 100$$

Avec:

**MG**: Matière grasse

**MS**: Matière sèche

**R**: Rapport

### 3.3.5 Détermination de l'humidité (teneur en eau)

L'humidité d'un fromage se calcule comme suit:

$$H(\%) = 100 - EST$$

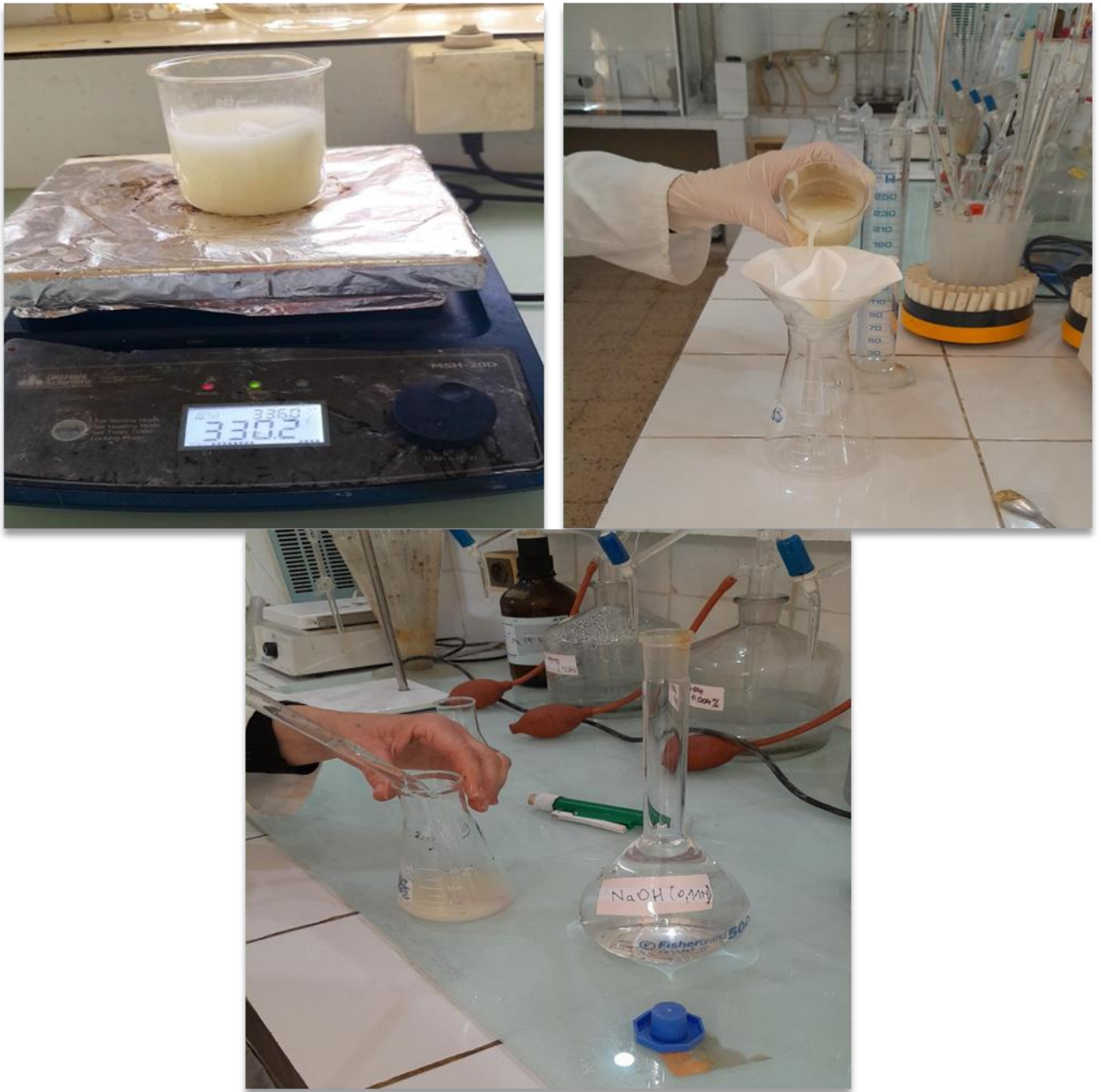
**H (%)**: Humidité en pourcentage

**EST**: Extrait sec total

### 3.3.6 Détermination l'acidité titrable en ° Dornic

#### Mode opératoire

- Peser 10 g de fromage mettre dans un bécher, et ajouter 100 ml d'eau distillée stérile .
- Bien mélanger à l'aide d'un agitateur et chauffée à 80 °C.
- Après refroidi, on mettre la suspension pour filtration (**Figure 37b**).
- On ajoute 3 à gouttes de Phénolphtaléine.
- On titre avec Na OH jusqu'au virage à la couleur rose Pâle (**Figure 37c**).



**Figure 37. Détermination l'acidité titrable (Harizi, 2024)**

**Expression des résultats :**

1 ml Na OH = 10 °D

1 °D = 0.01 % d'acide Lactique

**3.3.7 Détermination de la conductivité en millisiemens / centimètre (m/s) :**

**Mode opératoire**

Il s'agit de déterminer la conductivité de produit donnée, Elle est mesuré par conductimètre.

- Peser 10 g de fromage mettre dans un bécher de 100 ml (**Figure 38a**).
- Ajuster à 100 ml avec l'eau distillée stérile .
- Bien mélanger à l'aide d'un agitateur (**Figure 38b**).
- Lecture (**Figure 38c**)



**Figure 38. Détermination de la conductivité (Harizi, 2024)**

**Lecture:**

La lecture des résultats se fait directement à partir de l'affichage sur le cadran d

### 3.4 Les analyses organoleptiques

Afin de caractériser les propriétés organoleptiques de ce fromage de terroir, une séance de dégustation a été réalisée avec trois (03) types de fromages (fromage à pâte pressée; le fromage *El-kfass* et le fromage camembert).



Figure 39. Trois types de fromages testés

Légende: (a): fromage à pate pressée ; (b): fromage El Kfass ; (c): fromage Camembert

Un panel naïf a donné son avis en remplissant une fiche d'appréciation de fromage (annexe 1)



# **Résultats & Discussion**

## 4 Résultats et Discussion

### 4.1 Résultats des analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques obtenues ont montré les valeurs mentionnées ci-dessous. Les résultats ont été comparés aux paramètres physico-chimiques de certains fromages traditionnels algériens tels que : *Bouhezza* (fromage traditionnel à pâte molle et affinée d'Algérie de la région des Chaouias), *Klila* (fromage traditionnel sec des régions arides d'Algérie) (Meribai et al., 2017), ainsi que les fromages comme le camembert traditionnel, *Djeben* et *Rigouta* qui sont des fromage frais à pâte molle traditionnels originaires de Tunisie de la région de Béja.

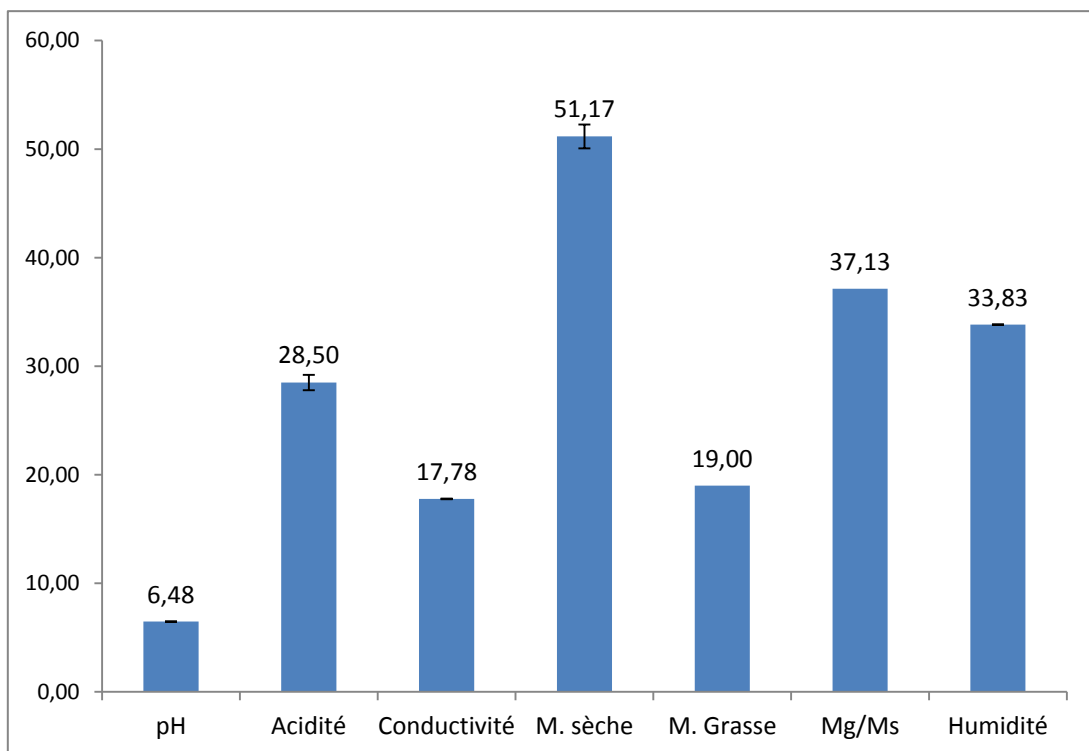


Figure 40. Les paramètres physico-chimiques du fromage El kfass

#### 4.1.1 Le pH

Le pH moyen de notre fromage été de 6.48 (Figure 40), ce pH est légèrement acide. La valeur de ce pH est proche de celui de *Rigouta* (pH allant de 6,10 à 6,80 et de celui de camembert traditionnel, ce dernier a un pH de l'ordre de 5,5-6,0 en fin d'affinage au lieu de 4,5 après

fabrication (Lenoir, 1963). Le pH de fromage *El kfass* est supérieur à celui de *Bouhezza* pH=4 (Meribai et al., 2017) et de *Klila* pH = 4.47 .

#### 4.1.2 Acidité Dornic

L'acidité dans les fromages augmente avec l'augmentation de la teneur totale en acide lactique et est négativement corrélé au pH. L'acidité du fromage *Bouhezza* âgé de 10 semaines est de 20°D. L'acidité de fromage *El kfass* été de 28,5 légèrement supérieure à celle de fromage *Bouhezza* et presque proche de celui de *Klila* 27.71°D (Aissaoui et al. 2011; Ferrier et al., 2013).

#### 4.1.3 Le taux d'humidité

Le fromage *Rigouta* a une à haute teneur en eau. Ce produit traditionnel est caractérisé par une teneur de 70 à 80 % d'humidité. Le taux d'humidité de fromage *El-Kfass* été de 33,83% (Figure 44) bien inférieur aux fromage *Rigouta*, mais supérieur au fromage de *Klila* avec des taux qui varient de 7 à 9.13% (Leksir et Chemmam, 2015).

#### 4.1.4 Taux de matière sèche

Le taux moyen de matière sèche de fromage *El-Kfass* été de 51,16%, ce taux est presque équivalent à celui de *Bouhezza* âgé de 72 jours (51.95%) et il est bien inférieur aux taux de matière sèche de *Klila* (90,87% à 90,98%) (Leksir et Chemmam, 2015).

#### 4.1.5 Taux de matière grasse

Le taux moyen de matière grasse trouvé est de 19g/l, ce taux est inférieur au taux de matières grasses trouvés par Medjoudj et al. (2016) dans le fromage *Bouhezza* et qui a une valeur de 28.87%. Pala et al., (2016), ont trouvés 10–25% de matière grasse dans le fromage *Rigouta* et entre 7 et 10 g pour le fromage *Djeben*. Selon Eck et al. (1987), quand le taux de matière grasse est égal à 20 voir 40% , les fromages sont considérés comme des fromages possédant une faible teneur en matière grasse.

#### 4.1.6 Conductivité électrique

Les taux moyens de conductivité trouvés par Meribai et al. (2017) sur des échantillons de fromage *Klila* étaient de 32, 977 à 36,705 mS/cm, ces taux sont supérieurs aux taux de conductivité moyens trouvés dans le fromage *El-Kfass* et qui sont de l'ordre de 17,77 mS/cm. Ceci atteste d'une faible salinité et minéralisation de ce type de fromage.

#### 4.1.7 Rapport Mg/Ms

Quant aux rapport de **Matière grasse/Matière sèche** été de 37,13%. Selon **Eck et al. (1987)**, les fromages à faible teneur en matière grasse possède un taux de Mg/Ms <20%, les fromages frais à haute teneur en matière grasse ont un rapport de Mg/Ms > à 65%.

#### 4.2 Résultats des analyses bactériologiques

La composition biochimique des fromages (matière grasse, protéines, lactose et l'eau) rends ces produits sensibles à la contamination microbienne. Cette contamination participe à la limitation de la durée de conservation de ces produits fermentés. Plusieurs bactéries ont été recherchées dans cette étude, entre bactéries indicatrices de la qualité hygiénique et bactéries pathogènes responsables de toxi-infections alimentaires, cette recherche a été réalisée afin de mieux caractériser la qualité microbiologique de ce produit laitier traditionnel originaire de Boussaâda. Les résultats des analyses microbiologiques obtenus du fromage *El kfass*, sont représentés dans le **Tableau** ci dessous:

**Tableau VI.** Résultats des analyses microbiologiques du fromage El kfass

Bactéries recherchée	Numération UFC/ml	Limites microbiologiques (ufc (1)/g ou ufc/ml)	
		m	M
<b>Flore aérobie mésophile totale (FAMT)</b>	16,38. 10 <sup>3</sup>	3.10 <sup>5</sup>	3.10 <sup>6</sup>
<b>coliformes fécaux</b>	8.36.10 <sup>2</sup>	5.10 <sup>2</sup>	5.10 <sup>3</sup>
<i>Escherichia coli</i>	Absence	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
<i>Listeria monocytogenes</i>	Absence	100	
<i>Clostridium perfringens</i>	Absence	/	/
<i>Salmonella sp.</i>	Absence	Absence dans 25 g	

Les résultats des analyses microbiologiques obtenus du fromage *El kfass*, ont montrés l'absence des bactéries pathogènes comme *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* et *Clostridium perfringens*. Quant à la flore aérobie mésophile totale et les coliformes fécaux étés respectivement présents avec des taux suivants 16.38.10<sup>3</sup> UFC/g et 8.36.10<sup>2</sup> UFC/g de produit analysé. Ces taux ne dépassent pas les limites microbiologiques Officiels.

Le faible pH du produit constitue l'un des principaux facteurs ayant provoqué une diminution des coliformes et des entérobactéries dans le fromage pendant le stockage.

**Stessl et al. (2011) et Rola et al. (2016)**, ont déclaré que la présence de *S. aureus* dans des produits finis lors de la fabrication des fromages est due à la présence de ce germe sur la peau des fromagers et à l'acidification insuffisante par les ferments lactiques.

La croissance de *Salmonella* se fait à la température optimale qui varie de 32 à 35°C, avec un pH compris entre 4 et 9, 6,5 à 7,5 étant l'idéal (**Jajere, 2019**). Selon **Yoon et al. (2016)**, la production de composés antimicrobiens comme des bactériocines et d'autres substances antimicrobiennes, tel que le peroxyde d'hydrogène et les acides organiques par les bactéries lactiques affectent la croissance de *Salmonella sp.*

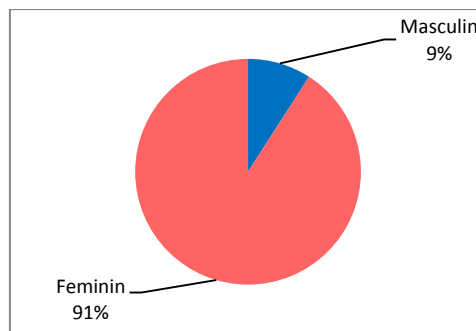
*Listeria monocytogenes* est une bactérie Gram-positive facultative, anaérobie, qui se développe facilement à des températures allant de -0,4 °C à 45 °C et tolère un stress osmotique jusqu'à 14 % de concentration en sel. Il peut également subir une large zone de pH de 4,0 à 9,6 (pH optimal de 6 à 8). L'activité de l'eau de 0,90 est considérée comme le niveau d'activité de l'eau le plus bas auquel *L. monocytogenes* peut survivre (**Välimaa et al., 2015**). Ce Gram+, peut provoquer une infection sporadique mais grave chez certaines populations sensibles, comme les femmes enceintes, les patients dont le système immunitaire est affaibli et les personnes âgées de 65 ans ou plus (**Vázquez-Boland et al., 2001 ; van Nassau et al., 2017**). *Clostridium perfringens* se développe dans les aliments d'origine animale riches en protéines (**CDC, 2017**). Ce germe a été détecté dans un échantillon de fromage traditionnels égyptiens comme *kareish et Domiati* (**El-Bassiony 1980; Enas et al., 2018**)

## 4.3 Résultats des analyses organoleptiques

### 4.3.1 Description du corpus questionné

#### 4.3.1.1 Sexe

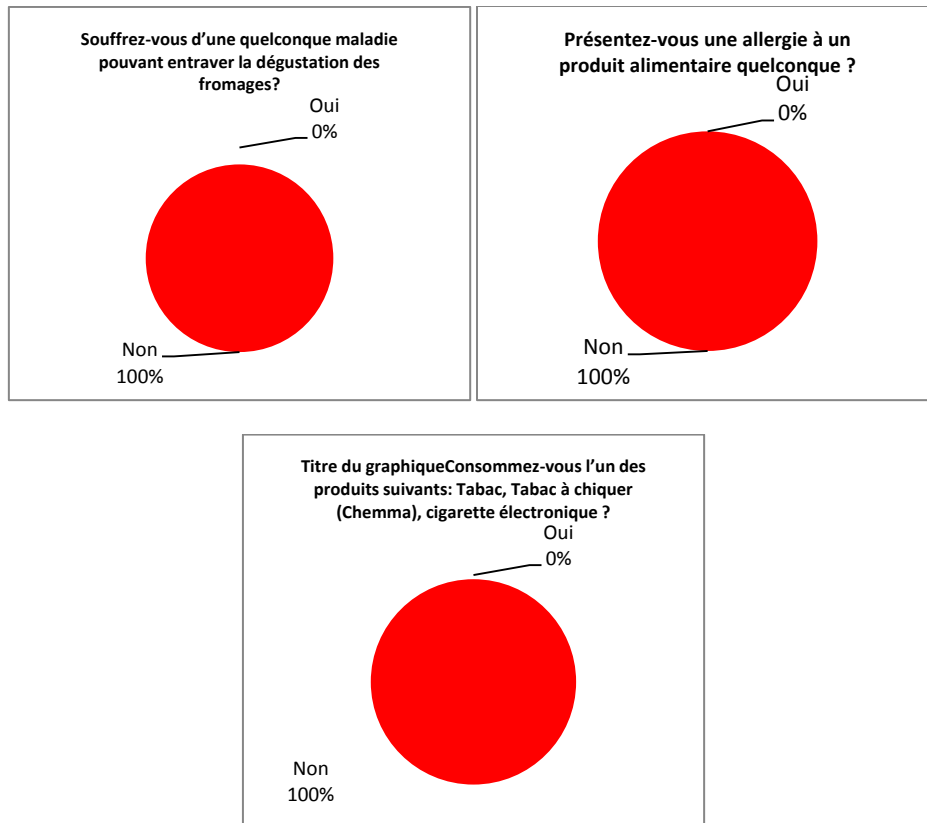
La figure ci dessous montre que le panel de dégustation est composé de 91% de femmes et 9% d'homme. Les femmes représentent la fraction majoritaire dans ce panel.



**Figure 41. Sexe ratio du panel de dégustation**

#### 4.3.1.2 Aptitudes générales du panel

La figure ci-dessous montre que les personnes qui composent le panel ne souffrent d'aucune maladie ou allergie à un produit alimentaire quelconque. Les personnes questionnées ne consomment pas les produits suivants: le tabac, le tabac à chiquer et n'utilisent pas de cigarette électronique.



**Figure 42. Aptitudes générales du panel pour la dégustation**

## 4.3.2 Appréciation de la qualité organoleptique

### 4.3.2.1 La couleur

64% du panel considère que le fromage *El-kfass* (FE) à une couleur Blanche crème, 46% attribue la couleur jaune au fromage camembert (FC) et 46% donnent la couleur crème au fromage à pâte pressée (FP).

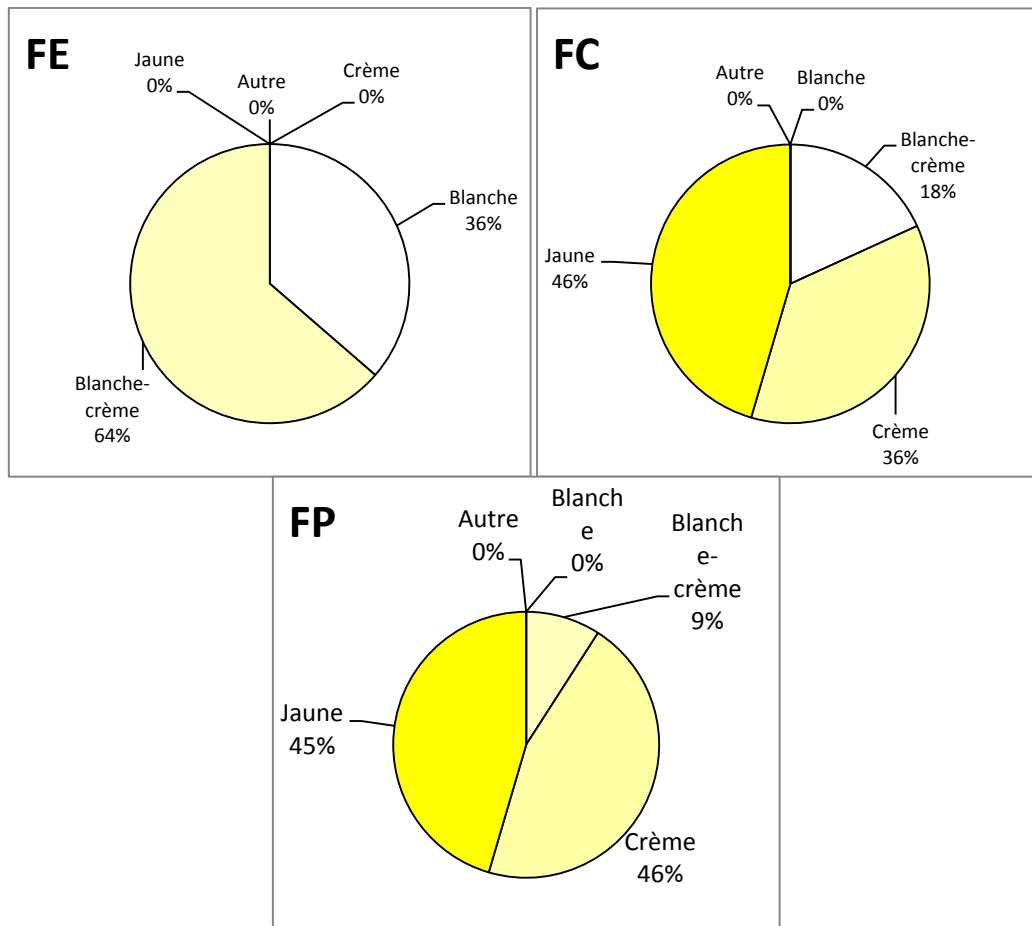
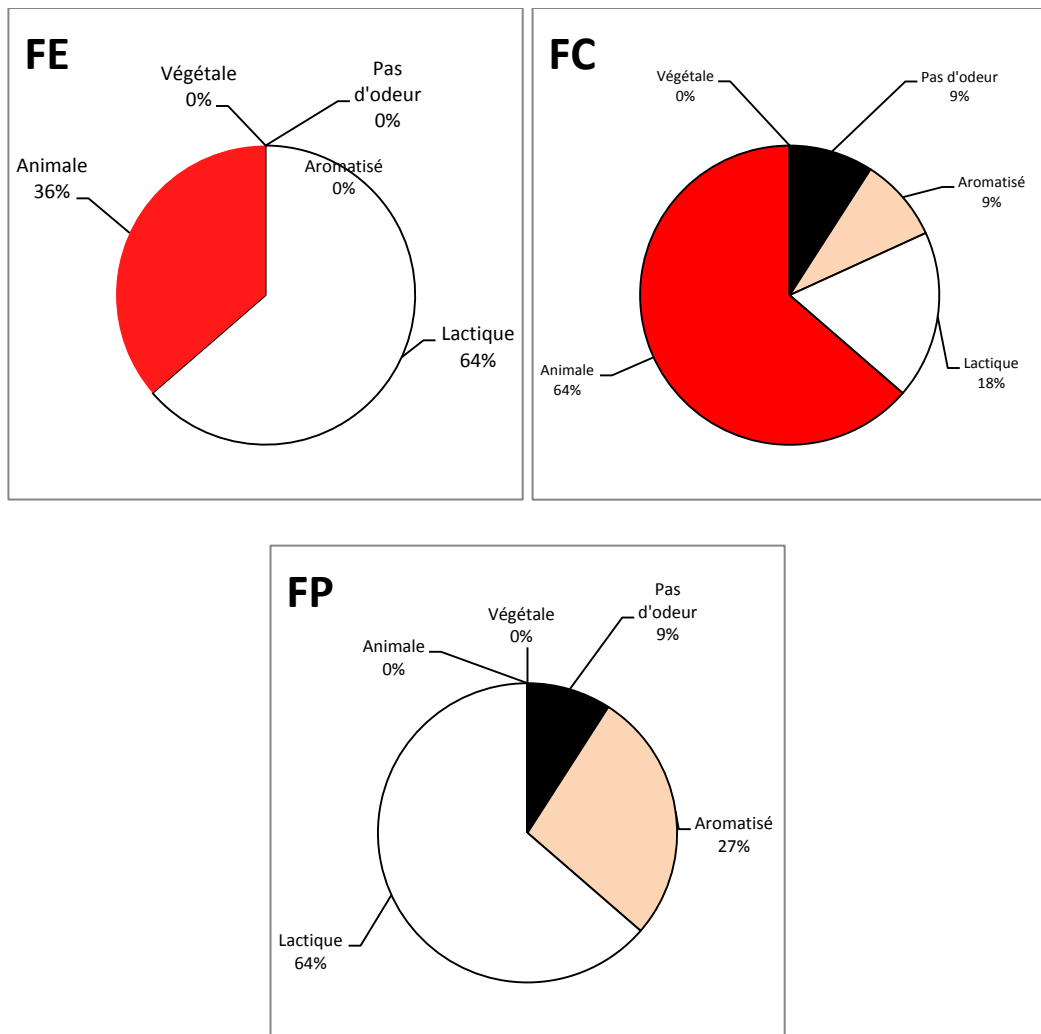


Figure 43. Appréciations de la couleur par le panel

### 4.3.2.2 Appréciation de l'odeur

La figure ci-dessous représente l'évaluation de l'odeur des fromages par le panel, 64% du panel attribue une odeur lactique au FE et au FP et 64% une odeur animale au FC.



**Figure 44.Évaluation de l'odeur par le panel**

#### **4.3.2.3      *Appréciation de l'avant goût***

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

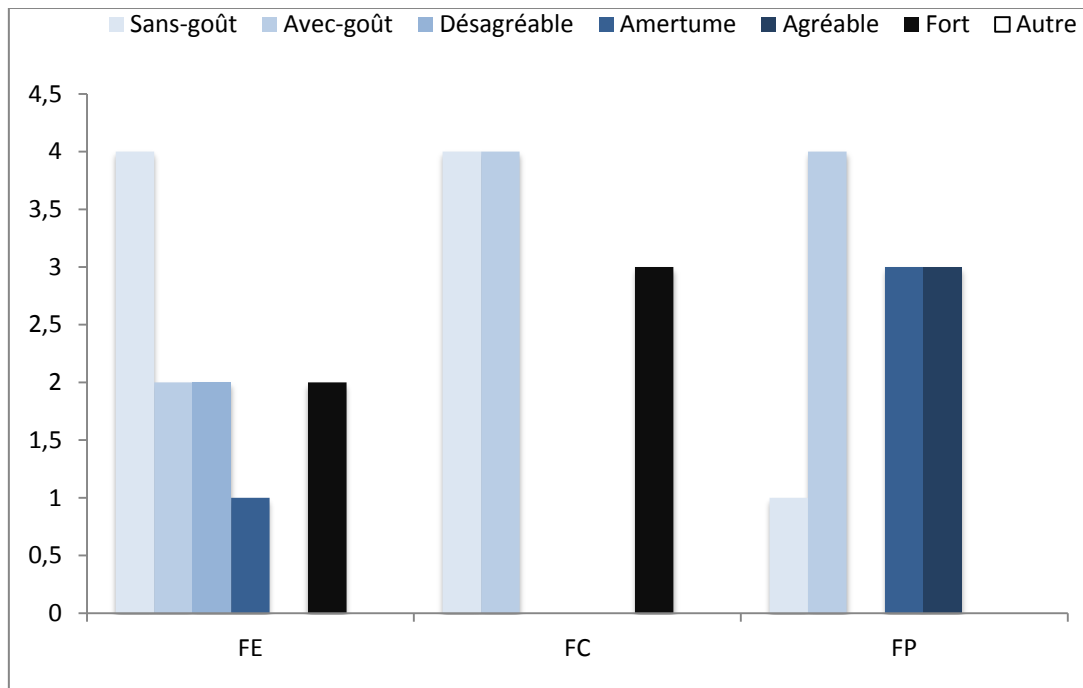


Figure 45. Appréciation de l'avant goût des fromages étudiés

#### 4.3.2.4 Appréciation du goût général

L'évaluation du goût général des fromages est représentée par la figure ci-dessous

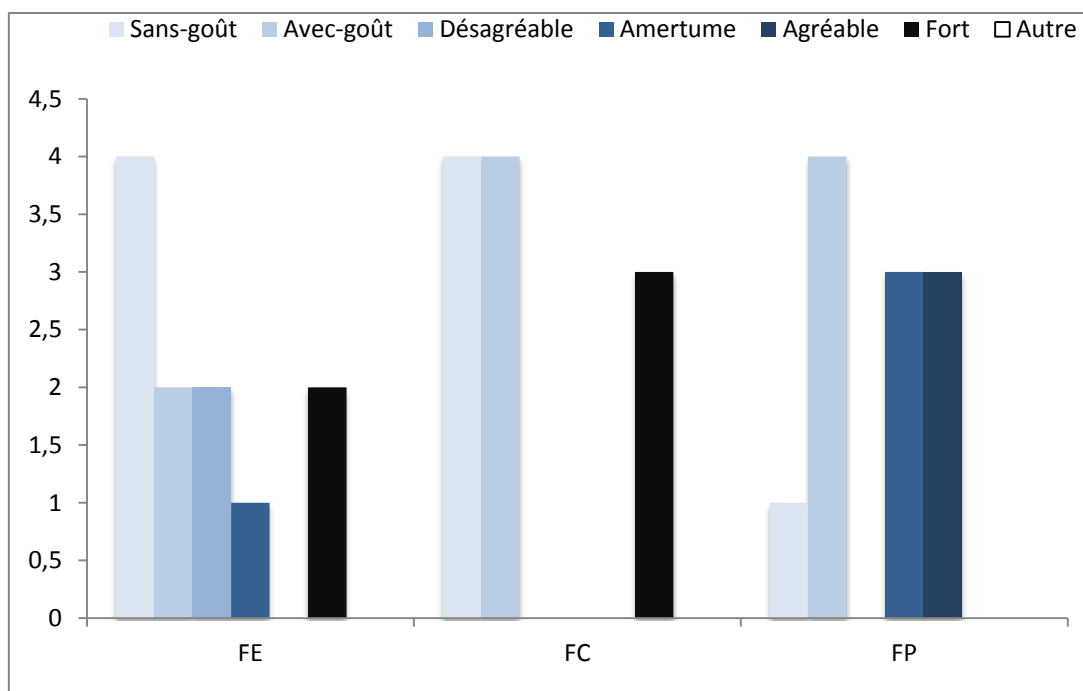


Figure 46. Evaluation du goût général

#### 4.3.2.5 Appréciation arrière goût

Les résultats de l'évaluation de l'arrière goût des fromages est représenté dans la figure 47

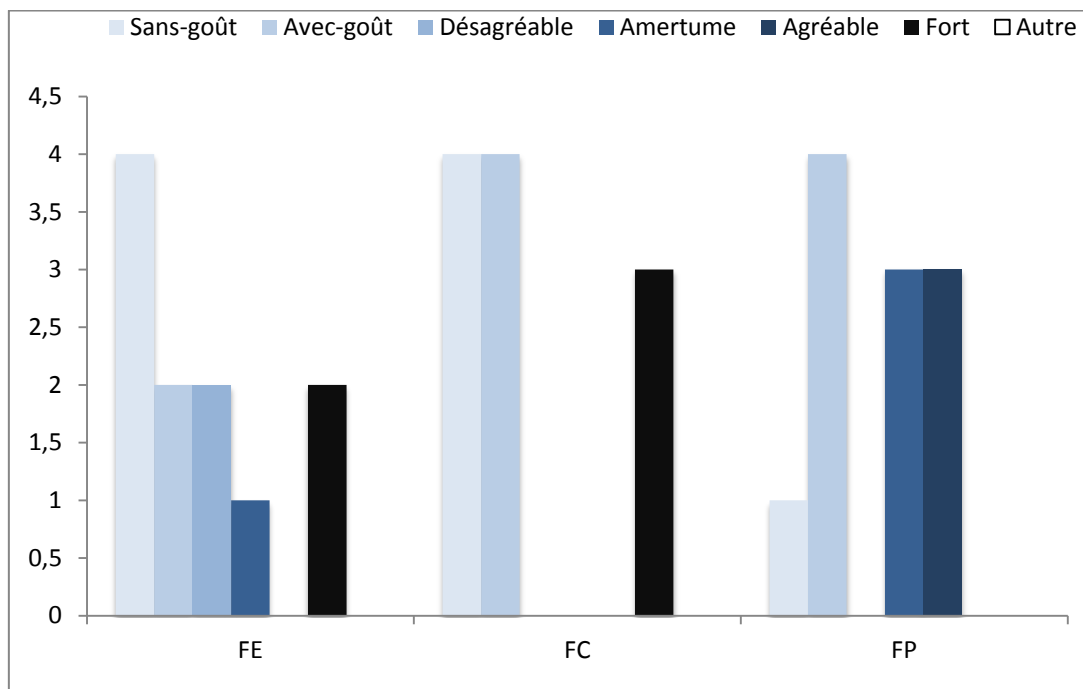
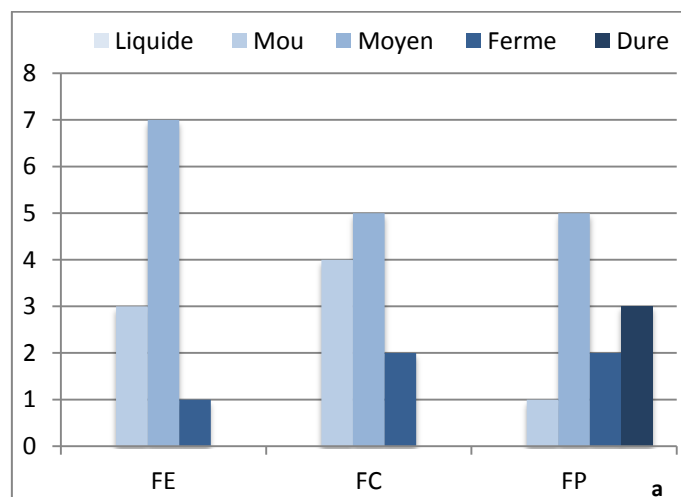


Figure 47. Arrière goût des fromages

#### 4.3.2.6 La texture au touché et à la bouche

La figure 48 montre les résultats obtenus lors de l'évaluation de la texture au touché (a) et à la bouche (b)



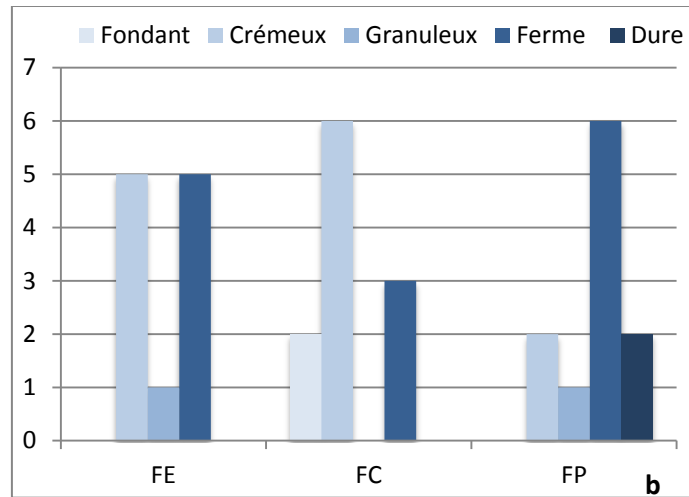


Figure 48. La texture au touché (a) et à la bouche (b)

#### 4.3.2.7 Appréciation globale

L'appréciation globale des fromages FE, FC et FP est donnée par la figure ci-dessous

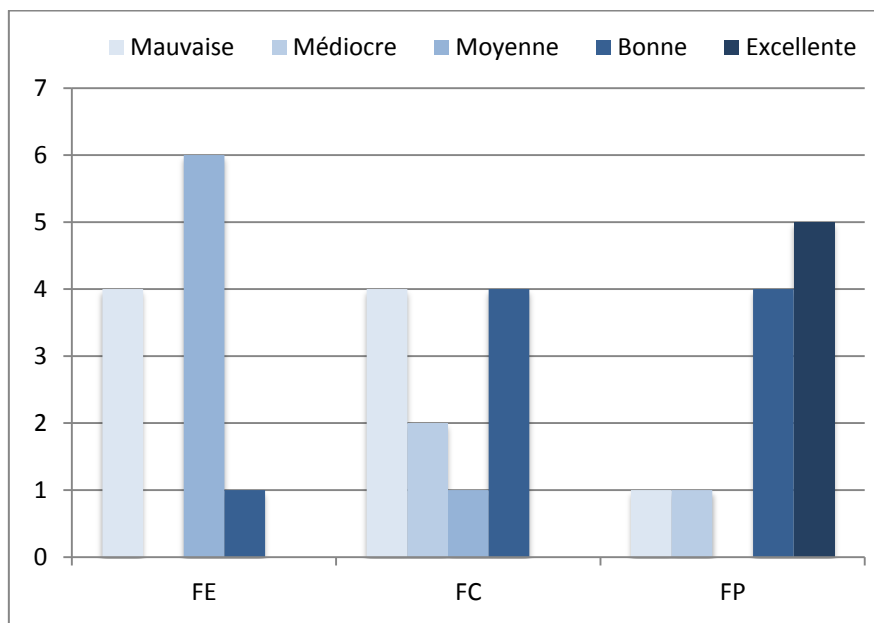


Figure 49. Appréciation globales des fromages

#### 4.3.3 Le classement final des fromages étudiés

Le classement final a montré que le fromage *El-kfass* et le fromage camembert ont été appréciés après le fromage à pâte pressée.

**Tableau VII. Appréciation final des fromages**

<b>Appréciation générale</b>	<b>Rang</b>
<b>FE</b>	2
<b>FC</b>	2
<b>FP</b>	1

## Conclusion

La caractérisation de la qualité bactériologique du fromage *El kfass*, a montrée l'absence de : *Salmonella*, de *Staphylococcus aureus*, de *Listeria monocytogenes* et de *Clostridium perfringens* et une présence de coliformes fécaux et de flore aérobie à des taux conformes aux normes. Quant à la caractérisation de la qualité physicochimique de ce fromage traditionnel, elle a démontré qu'il avait un pH moyen de 6.47, une acidité moyenne de 28,5°D, un taux d'humidité de 33,83% , un faible taux de matière grasse de 19g/l, un taux de matière sèche de 51,16% et une faible minéralisation avec une conductivité électrique estimé à 17,77 mS/cm. Ce fromage traditionnel a également bénéficié d'une évaluation organoleptique par un panel naïf en comparaison avec les fromages de textures proches. Cette dégustation a permis de faire ressortir que le fromage à pâte pressée était plus apprécié par rapport au fromage camembert et au fromage *El-kfass*

En perspective il serait intéressant de :

- compléter d'autres paramètres physico-chimiques pour mieux caractériser ce fromage
- de rechercher d'autres bactéries pathogènes
- de caractériser la qualité nutritionnelle de ce fromage
- d'étudier les caractéristiques morphologiques et physiologiques de la flore lactique qui compose ce fromage et d'étudier les aptitudes technologiques des isolats (activité antibactérienne, pouvoir protéolytique...etc.).

## Références bibliographiques

- [01]. **Abd-El-Malek Y. (1978)**. Traditional Egyptian dairy fermentations. *Global Impacts of Applied Microbiology*, 5, 198-208.
- [02]. **Aissaoui zitoun O. (2003)**. Fabrication et caractéristique d'un fromage traditionnel algérien bouhezza .Thèse de magisters. INATAA. Constantine. Algérie, p138
- [03]. **Aissaoui zitoun O. (2004)**. Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnelle algérien « Bouhezza ». Mémoire de Magister. Université Mentouri de Constantine
- [04]. **Aissaoui O., Zitoun M., & Zidoune N. (2006)**. Le fromage traditionnel algérien «Bouhezza». Séminaire d'animation régional. Technologie douce et procédés de séparation au service de la qualité et de l'innocuité des aliments. INSAT-Tunis, Tunisie.
- [05]. **Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P. et Simpson R. (2002)**. Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait in *Sciences et technologies du lait*. Ecole polytechnique de Montréal. Pp .1-69.
- [06]. **Amiot J ., Paul A ., Laurent B ., Jean-Luk B ., Britt M ., Castaigne and François. (2002)**. 'Science et technologie du lait, transformation du lait, 2eme Edition. Fondation de technologies laitières inc, Ecole polytechnique de Montréal'. P 600.
- [07]. **André, E., et Jean,C.G .2006**.Le fromage 4T, TEC & DOC lavoisier .
- [08]. **Badinand F. (1994)**. Maîtrise du taux cellulaire du lait. *Rec. Méd. Vêt*, n°170.
- [09]. **Beerens, H ., Luquet, F.M. (1987)**. Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et des produits laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 144 p.
- [10]. **Bencharif A. (2001)**. Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: états des lieux et problématiques. *Options Méditerranéennes Série B. Etudes et Recherches* 32: 25-45
- [11]. **Benkerroum N., Tamime A. Y., (2004)**. Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Iben, jben and smen) to small industrial scale. *Food Microbiology*, 21(4), 399-413.
- [12]. **Benkerroum N. (2013)**. Traditional Fermented Foods of North African Countries: Technology and Food Safety Challenges With Regard to Microbiological Risks. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 12 :54.
- [13]. **Carrascosa, C.; Millán, R.; Saavedra, P.; Jaber, J.R.; Raposo, A.; Sanjuán, E.** Identification of the risk factors associated with cheese production to implement the hazard analysis and critical control points (HACCP) system on cheese farms. *J. Dairy Sci.* **2016**, 99, 2606–2616.

- [14]. **Carole L., Vignola F. (2002).** Science et technologie du lait, transformation du lait, 349-354.
- [15]. **Carole, L., Vignola, C.L.2010.** Fondation de technologie laitière du Québec Inc. : science et technologie du lait, transformation du lait.
- [16]. **Cauty , & Perreau J-M .2004** : la conduite du troupeau laitier, production, qualité, rentabilité.
- [17]. **Cheftel, J.C ., Cheftel, H ., Tec ., & Doc-Lavoisier.(1977).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments.
- [18]. **Chilliard Y. (1996).** Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre : comparaison avec les laits de vache et humain. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : le lait de chèvre, un atout pour la santé, INRA. Niort, France,51-65.
- [19]. **Codex alimentarius. (1978).** Norme codex pour le fromage fondu et le fromage fondu pour tartine portant un nom de variété (Codex StanA-08 (a)-1978), et norme codex pour les préparation à base de fromage fondu (process (ed) cheese food and process (ed) cheese spread) ( codex stan A-08 (c)-1978).
- [20]. **Codex standard 283. (2011).** Codex Alimentarius - Lait et produits laitiers. Deuxième Edition. FAO, Rome.P80.
- [21]. **Coulon J. B., Hoden A. (1991a).** Maitrise de la composition du lait. Influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. Édition : INRA Prod. Anim 4 (5) : 361-367.
- [22]. **Coulon J.B., Chilliard Y., Remond B. (1991).** Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques. Édition : INRA Prod. Anim., 4 (3) :219-228.
- [23]. **Dillon J.C. (2008).** Place du lait dans l'alimentation humaine en région chaude. Edition A. P.G (Agro Paris Tech). (Antoine Cogito re). D'animation régional. "Technologies douces et procédés de séparation au service de la « takammerite » de la région de Ghardaïa. Mémoire d'ingénieur état en industrie.
- [24]. **Djafri, N., Djaout ,F. (2015).** Evaluation de la qualité microbiologique et physicochimique de fromages frais de fabrication industrielle ou artisanale, pp02.
- [25]. **Eck, A.,etGillis, J. (2006).** Le fromage.3ème édition. Lavoisier, Paris.
- [26]. **FAO. (1998).** Le Lait et les Produits Laitiers dans la Nutrition Humaine

- [27]. **FAO.(2011)**. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, collection FAO.
- [28]. **Ferrier, R.; Hezard, B.; Lintz, A.; Stahl, V.; Augustin, J.C.** Combining individual-based modeling and food microenvironment descriptions to predict the growth of *Listeria monocytogenes* on smear soft cheese. *Appl. Environ. Microbiol.* **2013**, *79*, 5870–5881.
- [29]. **Fredot E. (2005)**. Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier :10-14 (397 pages).
- [30]. **Fox, P.F., O'Connor, T.P., Mcsweeney, P.L.H., Guinee, T.P.,et O'Brien, N.M. (1996)**. *Advances in Food and Nutrition Research*. Cork, Ireland : Elsevier.
- [31]. **Fox P.F., et Mc Sweeney P.L.H. (2004)**. Cheese an overview. In *Cheese: Chemistry Physics andMicrobiology, general aspects*, third edition. 1: 1 –8p.
- [32]. **Ftlq. 2002**. *Science et Technologie du lait*. Fondation de Technologie Laitière du Québec Inc. Ed, Presses Internationales Polytechnique, Québec, canada, pp. 28-44.
- [33]. **Gaillon P., Sigwald J.P. (1998)**. Résultats de contrôle laitier des espèces bovines et caprine France. Institut de l'élevage. Paris, p110.
- [34]. **Gérard, A.; El-Hajjaji, S.; Van Coillie, E.; Bentaib, A.; Daube, G.; Sindic, M.** Survey on the prevalence of *Listeria monocytogenes* in Belgian artisanal cheeses. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **2020**, *24*, 156–162.
- [35]. **Guetouache M. & Guessas B. (2015)**. Characterization and identification of lactic acid bacteria isolated from traditional cheese (Klila) prepared from cows milk. *African Journal of Microbiology Research*, *9(2)*, 71-77.
- [36]. **Hamada, I., Debbakh, H. (2014)**. Synthèse bibliographique sur la microflore du fromage, pp 04.
- [37]. **Hebboul F.Z., Mazouzi H., Soltani S. (2005)**. Etude comparative de la qualité alimentaire entre trois types de lait frais : bovin, caprin, camelin. Mémoire d'ingénieur, Département de Biologie, Université de Laghouat. pp71.
- [38]. **Iván, L.E., Lourdes, A., Isidra, R.(2012)**. A mini-review on health and nutritional aspects of cheese with a focus on bioactive peptides. *Dairy Science & Technology* , *92* (5) ,419-438.doi : 10.1007/s13594-012-0066-5.
- [39]. **Jeantet, R., Croguennec ,T., Schuck, P., Brale, G. 2008**. *Sciences des aliments Technologie des produits laitiers*, Lavoisier TEC et DOC, Londres. Volume 2, Paris, Newyork, pp. 11-44.
- [40]. **JORA n°69**: Journal officiel de la République Algérienne.

- [41]. **Lahsaoui S.(2009)**. Etude de procédé de fabrication d'un fromage traditionnel (klila). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme d'Ingénieur Université El Hadj Lakhdar Batna, Département d'Agronomie.
- [42]. **Lamontagne M., Champagne C.P., Asseur J.R., Moineau S., Gardner N., Lamoureux M., Jean J. et Fliss I. (2002)**. Microbiologie du lait In : « science et technologie du lait ».Edition. Ecolepolytechnique de monteréal.pp.75-146.
- [43]. **Larpent J.P. (1997)**.Microbiologie alimentaire, techniques de laboratoire. Edition TEC et DOC, Lavoisier, Paris, 1073P.
- [44]. **Law, B. A. (2010)**. Technology of Cheesemaking. BlackieAcademic& Professional.
- [45]. **Lee, S.H.I.; Camargo, C.H.; Gonçalves, J.L.; Cruz, A.G.; Sartori, B.T.; Machado, M.B.; Oliveira, C.A.F.** Characterization of Staphylococcus aureus isolates in milk and the milking environment from small-scale dairy farms of São Paulo, Brazil, using pulsed-field gel electrophoresis. J. Dairy Sci. **2012**, 95, 7377–7383.
- [46]. **Leksir C. & Chemmam M. (2015)**. Contribution on the characterization of klila, a traditional cheese in east of Algéria. Livestock Research for Rural Development, 27(5).
- [47]. **Lemouchi L. (2008)**. Le fromage traditionnel bouhezza : enquête dans la wilaya de Tébessa et suivie de l'évolution des caractéristiques physico-chimiques de deux fabrications. Mémoire d'ingénieur, INATAA, Constantine, Algérie, 65 p.
- [48]. **Luquet FM. (1986)**. Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre. Transformation et technologie. Edition technique et documentation. Lavoisier (2eme édition. Tome 2). P.633
- [49]. **Luquet F. M., Corrieu G., & Marteau P. (2006)**. Bactéries lactiques et probiotiques. Acta Endoscopica, 36(3), 376-376.
- [50]. **Mahamedi, A. E. (2015)**. Etude des qualités: hygiénique, physicochimique et microbiologique des ferments et des beurres traditionnels destinés à la consommation dans différentes régions d'Algérie. Mémoire de Magister en Biologie. Benlahcen K. Université d'Oran. Algérie.111p.
- [51]. **Mahaut, M., Jean, R., Brule, G. (2000)**. Initiation à la technologie fromagère. Éditions TEC & DOC, volume20, p194.
- [52]. **Majdi, A. (2009)**. Séminaire sur les fromages AOP et IGP.INT-Ingénieur agronomie.
- [53]. **Mannane ,Z ., Khedid,K ., Zinedine, A ., Lagzouli, M ., Ouhssine, M ., et Elychioui,M.(2007)**. Microbial Characteristics of Klila and JbenTraditionnalMoroccanCheesefromRawCow's Milk. World Journal of Dairy& Food Sciences. 2 (1) : 23-27.

- [54]. **Mathieu H. (1985)**. Modification du lait après récolte. Dans : Lait et produits laitiers. Vaches, brebis, chèvres. Luquet F.M tome 1. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris
- [55]. **Mathieu J. (1998)**. Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris.
- [56]. **Mechai A. et Kirane D. (2008)**. Antimicrobial activity of autochthonous lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk —Raïbl. African Journal of Biotechnology, 7 (16): 2908-2914.
- [57]. **Mc Sweeney, P. L. (2007)**. Principal families of cheese,. Dans dans Cheese problems solved ,Elsevier Science. Burlington. P181.
- [58]. **McSweeney P.L.H., Ottogalli G., Fox P.F. (2017)**. Chapter 31 - Diversity and classification of cheese varieties: an overview. In : McSweeney PLH, Fox PF, Cotter PD, Everett DW, editors. Cheese. Fourthed. San Diego : Academic Press; p. 781–808.
- [59]. **Mekentichi.2003**. Qualité physicochimique et bactériologique d'un fromage traditionnel (Bouhezza).Thèse. Dépt. Agronomie. Université de Batna, Algérie.
- [60]. **Mekentichi (2003)**. Qualité physicochimique et bactériologique d'un fromage traditionnel (Bouhezza).Thèse. Dépt. Agronomie. Université de Batna, Algérie.
- [61]. **Mennane Z., K. Khedid, A. Zinedine M. Lagzouli, M. Ouhssineet M. Elyachioui, (2007)**. Microbial Characteristics of Klila and Jben Traditionnal Moroccan Cheese from Raw Cow's Milk. World Journal of Dairy & Food Sciences. 2 (1) : 23-27.
- [62]. **Michael, H., et Tunick. (2014)**. The science of cheese. New York: Oxford University Press.
- [63]. **O'Callaghan, Y. C., O'Connor, T. P., &O'Brien, N. M. (2016)**. Nutritional Aspects of Cheese. Fundamentals of Cheese Science, 715–730. doi:10.1007/978-1-4899-7681-9\_20.
- [64]. **Ouadghiri M. (2009)**. Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés «Lben» et «Jben» d'origine marocaine
- [65]. **Paccalin et Galantier (1986)**. composition du lait, Lavoisier. Paris.
- [66]. **Pougheon S. et Goursaud J. (2001)**. « Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques », In : DEBRY, G. Lait, nutrition et santé, Tec & Doc, Paris, 342 p.
- [67]. **Renner, E. (1993)**. Nutritional Aspects of Cheese. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, 557–579. doi:10.1007/978-1-4615-2650-6\_15.

- [68]. **Rheotest M. (2010).** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK-Produits alimentaires et aromatisants. <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.
- [69]. **Sakili D., Issoual D. (2003).** Lactic acid bacteria in processing maroccansmen. copyrightacademid'agriculture de France. Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie Errachidia, Maroc.
- [70]. **Tamime, A. Y., Robinson, R. K., & Clark, S. (2010).** Technology of Cheesemaking. Wiley-Blackwell.
- [71]. **Tiwari, U.; Cummins, E.; Valero, A.; Walsh, D.; Dalmasso, M.; Jordan, K.; Duffy, G.** Farm to Fork Quantitative Risk Assessment of *Listeria monocytogenes* Contamination in Raw and Pasteurized Milk Cheese in Ireland. *Risk Anal.* **2015**, *35*, 1140–1153.
- [72]. **Treumont P. (2009).** Licencié Kinésithérapie, <http://www.medisport.be>.
- [73]. **Vignola, C.L. (2002).** Science et technologie du lait-Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN: 29-34 (600 pages).
- [74]. **Vignola,C.L., Michel,J.C., Laquin ,P., Moineau,M., Ponlont ,M et Simpson, R.2002.** Science et technologie du lait : transformation du lait. technique et documentation Lavoisier.600p.
- [75]. **Vignola C. L., Michel J. & Paquin P.(2002a).** Science et technologie du lait: transformation du lait. Ed Lvoisier, Paris.
- [76]. **Vignola C.L., Michel J.C., Laquin P., Moineau M., Ponlont M. et Simpson R. (2002b).** Science et technologie du lait : transformation du lait. technique et documentation Lavoisier.600p.
- [77]. **Vierling E. (2003).** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine :11(270 pages).
- [78]. **Vuillemard .(2018).** Les fromages Québec presses, Université Laval.
- [79]. **Walther B., Schmid A., Sieber R. et Wehrmuller K, (2008).** Cheese in nutrition and health, Review. *DairySci. Technol*, Vol. 88, pp.389-405.
- [80]. **Wolter R. (1988).** Alimentation
- [81]. **Yolande Noël, G., Mazerolles, R. 2000.** Grappin « La caractérisation des fromages vers une approche globale, intégrée, multi-variables et modulable : Industrie laitière »,Industries alimentaires et agricoles,vol 117,n°12.

- [82]. **Benkerroum, N., Mekkaoui, M., Bennani, N., & Hidane, K. (2004).** Antimicrobial activity of camel's milk against pathogenic strains of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*. *International journal of dairy technology*, 57(1), 39-43.
- [83]. **Castro A. C. S., Pinto Júnior W. R., Tapia D. M. T., Cardoso L.G. V. (2012).** Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de queijos do tipo mussarela comercializados no estado de Vitória da Conquista-Ba. *Alim-Nutr Araraquara* 23(3):407-413.
- [84]. **Choisy, C., Desmazeaud, M. J., Gripon, J. C., Lambert, G., Lenoir, J. (1997).** Partie I les mécanismes généraux de la transformation du fromage Chapitre 4 : la biochimie de l'affinage dans le fromage. 3ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, pp. 86-153.
- [85]. **Mc Sweeney PLH, Ottogalli G, Fox PF.** Chapter 31 - Diversity and classification of cheese varieties: an overview. In: McSweeney PLH, Fox PF, Cotter PD, Everett DW, editors. *Cheese*. Fourth ed. San Diego: Academic Press; 2017. p. 781–808.

## Annexes

### Annexe 1. Productions scientifiques : communication séminaire international



