

République Algérienne Démocratique et Populaire



Université Abdelhamid
Ibn Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie

جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة



DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présentée par

GHALEM IKrame

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES

Spécialité : Microbiologie fondamentale

THÈME

**Essai d'optimisation des procédés
de fabrication du fromage traditionnel
de qualité (jben)**

Soutenu le: 30\06\2025

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE :

Présidente	M ^{me} CHOUGRANI Fadila	Professeur	U. Mostaganem
Examineur	M ^{me} BOUABSA Foufa	MCB	U. Mostaganem
Encadrante	M ^{me} MENAD Najett	MCA	U. Mostaganem
Co-Encadrant	M ^r MOGHTET Snoussi	MCA	C.U. El-Bayadh

Année universitaire: 2024/2025

Remerciements

Je dois remercier tout d'abord **ALLAH le Tout-Puissant**, qui m'a donné la puissance, la volonté et la patience pour élaborer ce travail. Sans Sa volonté, je n'aurais jamais pu arriver jusqu'à ce stade. **Alhamdulillah** pour les épreuves, pour les forces qu'Il m'a données et pour les petites victoires de chaque jour.

Je tiens aussi à remercier **moi-même**, humblement, pour la persévérance et l'endurance dans les moments les plus compliqués. Merci à moi d'avoir cru en ce projet et de ne pas avoir cédé à l'abandon malgré la fatigue.

Mes remerciements les plus sincères vont à **Madame Menad Najett**, mon encadrante, pour sa disponibilité, ses conseils éclairés, son accompagnement bienveillant et sa patience. Merci pour son écoute et pour m'avoir guidé avec respect et confiance tout au long de ce travail.

Je tiens également à exprimer toute ma gratitude à : **Madame Bouabsa foufa** et **Madame Chougrani Fadila**, Merci à eux d'avoir accepté de faire partie du jury et de consacrer leur temps à l'évaluation de mon travail. Leur présence est un honneur pour moi.

Je remercie chaleureusement **Monsieur Cherif Mohamed**, technicien du laboratoire de microbiologie (laboratoire n°2), pour son aide précieuse, ses explications claires et son soutien technique indispensable pendant la phase pratique de mon mémoire.

Je remercie profondément tous mes **enseignants du département de biologie** à l'Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem, pour tout ce qu'ils m'ont appris, pour leur patience et leur passion à transmettre le savoir. Chacun d'eux a laissé une trace dans mon parcours.

Un grand merci également à **mes collègues de master**, qui ont partagé ce chemin avec moi, avec leurs encouragements, leur solidarité et les moments de joie et de fatigue que nous avons vécus ensemble.

Je n'oublie pas tous ceux qui m'ont soutenu, même par un mot gentil, un sourire, ou une prière silencieuse.

Merci du fond du cœur

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À **mes chers parents**, qui m'ont appris le sens du sacrifice et du don sans limite, et qui avez toujours été la première source d'inspiration et de réconfort.

À mes frères bien-aimés : **Fares, Riad, Abdel Rahim**, qui ont été mon soutien à chaque instant, et mes compagnons de route qui m'ont permis de ne jamais être seul grâce à eux.

À **mes grands-parents**, qui ont semé en nous les valeurs nobles et l'amour du savoir, et qui avez toujours été une source de force et de modèle.

À **mes oncles, tantes, cousins et cousines**, qui ont toujours été à mes côtés, me donnant de l'amour et du soutien, et qui ont ajouté à ma vie des chapitres de souvenirs précieux qui restent dans mon cœur.

À Madame **Menad Najett**,

Mon encadrante attentionnée, merci pour votre accompagnement, votre patience et vos conseils tout au long de ce travail. Votre disponibilité et votre rigueur ont été pour moi une source d'inspiration et un véritable appui.

À tous **mes professeurs** qui ont cru en mes capacités et m'ont toujours encouragé à aller plus loin. Merci pour votre dévouement et l'amour que vous portez à l'enseignement.

À toute ma **famille GHALEM**, mes amies et à tous ceux qui me connaissent.

Et enfin, à tous ceux qui m'ont encouragé et m'ont apporté leur soutien tout au long de ma vie.

Merci beaucoup d'être toujours là pour moi.

Résumé :

Parmi les préparations traditionnelles du lait en Algérie, le « Jben » est produit selon des méthodes variées à travers différentes régions. Cette étude vise à évaluer la qualité microbiologique et physico-chimique du lait cru et du « Jben », en examinant l'effet de trois substances naturelles : le sel, le thym et une faible quantité du sel.

Trois échantillons de « Jben » ont été préparés à partir du lait cru de vache provenant de Mostaganem. Les analyses physico-chimiques ont montré un pH de 6,8 et une densité de 25°D pour le lait. Les échantillons de fromage présentaient un pH de 5,2 et une densité de 75°D (avec sel), un pH de 5,8 et une densité de 66°D (avec thym), et un pH de 5,6 et une densité de 81°D (avec peu de sel).

Les analyses microbiologiques ont révélé une contamination du lait et du « Jben » par des germes : FMAT $> 10^3$, champignons $> 10^5$, coliformes thermotolérants (CT) $> 10^3$, et entérobactéries $> 10^5$. Cependant, une réduction notable de cette flore a été observée dans les échantillons de fromage : CT et CF $> 10^2$, et entérobactéries $< 10^5$. Des germes de contamination fécale, tels que les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, ont été détectés, ainsi que la présence de *Staphylococcus aureus*. Aucun germe pathogène majeur (salmonelles, spores bactériennes) n'a été détecté.

Ces résultats s'expliquent en grande partie par le non-respect des règles d'hygiène dans les exploitations (mamelles sales, matériel contaminé, etc.) ainsi que par des conditions du laboratoire susceptibles d'introduire une contamination secondaire. Les substances naturelles testées ont montré une influence sur la qualité microbiologique. Le thym s'est révélé être relativement efficace pour limiter la prolifération microbienne et améliorer la qualité sanitaire du produit final.

Mots clés: fromage traditionnel, Jben, amélioration de qualité, sel, thym.

Abstract:

Among the traditional milk preparations in Algeria, “Jben” is produced using various methods across different regions. This study aims to evaluate the microbiological and physicochemical quality of raw milk and «Jben», by examining the effect of three natural substances: salt, thyme, and a low amount of salt.

Three samples of «Jben» were prepared from raw cow's milk collected in Mostaganem. Physicochemical analyses showed a pH of 6.8 and a density of 25°D for the milk. The cheese samples exhibited a pH of 5.2 and a density of 75°D (with salt), a pH of 5.8 and a density of 66°D (with thyme), and a pH of 5.6 and a density of 81°D (with low salt).

Microbiological analyses revealed contamination of both the milk and the «Jben» by microorganisms: total mesophilic aerobic flora (TMAF) $> 10^3$, fungi $> 10^5$, thermotolerant coliforms (TC) $> 10^3$, and Enterobacteria $> 10^5$. However, a notable reduction in this microbial flora was observed in the cheese samples: TC and total coliforms $> 10^2$, and Enterobacteria $< 10^5$. Fecal contamination germs such as fecal coliforms and fecal streptococci were detected, as well as the presence of *Staphylococcus aureus*. No major pathogenic organisms (such as *Salmonella* or bacterial spores) were detected.

These results can largely be attributed to poor hygiene practices on farms (e.g., dirty udders, contaminated equipment) as well as potential secondary contamination during laboratory handling. The tested natural substances showed varying effects on microbiological quality. Thyme was found to be relatively effective in limiting microbial proliferation and improving the sanitary quality of the final product.

Keywords: traditional cheese, Jben, quality improvement, salt, thyme.

ملخص:

من بين التحضيرات التقليدية للحليب في الجزائر، يُنتج "الجبن" بطرق متنوعة حسب المناطق. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الجودة الميكروبيولوجية والفيزيوكيميائية للحليب الخام و"الجبن"، من خلال دراسة تأثير ثلاث مواد طبيعية: الملح، الزعتر، وكمية قليلة من الملح.

تم تحضير ثلاث عينات من "الجبن" انطلاقًا من حليب بقري خام مصدره ولاية مستغانم. أظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية أن درجة حموضة الحليب كانت 6.8 وكثافته 25 درجة دورنيك (°D). أما عينات الجبن فقد أظهرت: درجة حموضة 5.2 وكثافة 75°D مع الملح، ودرجة حموضة 5.8 وكثافة 66°D مع الزعتر، ودرجة حموضة 5.6 وكثافة 81°D مع كمية قليلة من الملح.

كشفت التحاليل الميكروبيولوجية عن تلوث الحليب والجبن بالجراثيم التالية: العدّ الكلي للجراثيم الهوائية $10^3 > (FMAT)$ ، الفطريات $10^5 >$ ، القولونيات الحرارية $10^3 > (CT)$ ، والمعويات. $10^5 >$ ومع ذلك، لوحظ انخفاض ملحوظ في هذه الحمولة الميكروبية في عينات الجبن CT: والقولونيات الكلية $10^2 >$ ، والمعويات. $10^5 <$ تم الكشف عن جراثيم التلوث البرازي مثل القولونيات البرازية والمكورات العقدية البرازية، بالإضافة إلى وجود *Staphylococcus aureus*. لم يتم الكشف عن أي جراثيم ممرضة رئيسية مثل *السالمونيلا* أو الأبواغ البكتيرية.

تُعزى هذه النتائج بدرجة كبيرة إلى عدم احترام قواعد النظافة داخل المزارع (مثل اتساح الضرع، تلوث الأدوات)، بالإضافة إلى ظروف المختبر التي قد تُسبب تلوثًا ثانويًا. أظهرت المواد الطبيعية المجربة تأثيرًا متفوقًا على الجودة الميكروبيولوجية؛ إذ تبين أن الزعتر هو فعالية نسبية في الحد من التكاثر الجرثومي وتحسين الجودة الصحية للمنتج النهائي.

الكلمات المفتاحية: أجبان تقليدية، الجبن، تحسين الجودة، ملح، زعتر

Liste des abréviations

FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale.

JORA : Journal Officiel République Algérienne.

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

PCA : Plant Count Agar

MRS: de Man Rogosa et Sharpe.

S : *Staphylococcus*.

CT : coliformes totaux

CF : coliformes fécaux

Liste des figures

Figure 01 : Fromage frais.....	16
Figure 02 : Fromage à pâte pressé.....	16
Figure 03 : Fromage à pâte molle.....	17
Figure 04 : Fromage fondu.....	18
Figure 05 : Jben traditionnel.....	23
Figure 06 : Schéma de fabrication traditionnelle du fromage Jben.....	24
Figure 07 : Schéma des étapes de fabrication du fromage Jben.....	30
Figure 08: Représentation du fromage J'ben obtenu à la fin du procédé de fabrication....	30
Figure 09: Variation du pH pour le lait de vache et les différents échantillons des fromages préparés.....	40
Figure 10 : Résultats d'acidité dornic (°D).....	42
Figure 11 : L'évolution de la Flore mésophile totale de lait et de jben.....	43
Figure 12 : Flore mésophile totale sur milieu PCA.....	44
Figure 13: Bactérie lactique sur milieu MRS.....	45
Figure 14 : L'évolution des bactéries lactiques dans le lait et jben.....	45
Figure 15 : La présence des streptocoques dans le lait et jben.....	46
Figure 16 : Streptocoques sur milieu Roth liquide et Eva Litsky.....	46
Figure 17 : Levures et moisissures sur milieu sabouraud.....	47
Figure 18: L'évolution des champignons dans le lait et jben	48
Figure 19: L'évolution Entérobactéries dans le lait et jben	49
Figure 20: Entérobactéries sur milieu Mac Conkey.....	49
Figure 21: La présence des staphylocoques dans le lait et jben	50
Figure 22: Les staphylocoques sur gélose Chapman.....	50
Figure 23 : La présence des clostridium dans le lait et jben.....	52
Figure 24: <i>Clostridium</i> s sulfito-réducteurs dans le milieu VF.....	52
Figure 25 : Les coliformes fécaux dans le lait et jben	53
Figure 26: l'évolution les coliformes totaux dans le lait et jben.....	54

Liste des tableaux

Tableau 01: La composition de lait chez divers mammifères.....	04
Tableau 02: Composition moyenne du lait de vache (g/l).....	05
Tableau 03 : Teneur en vitamine du lait de vache (mg/litre)	06
Tableau 04 : Teneurs en éléments minéraux du lait de vache.....	06
Tableau 05 : Caractéristiques physico-chimiques d'un lait cru.....	07
Tableau 06: Flore microbienne du lait.....	10
Tableau 07 : Composition moyenne pour 100 g du fromage frais.....	13
Tableau 08 : Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage.....	14
Tableau09 : Différents types des fromages.....	15
Tableau 10 : Composition de Jben	23
Tableau 11 : La différence entre Fromages traditionnels Algériens.....	23
Tableau 12 : La moyenne des paramètres chimiques du jben.....	25
Tableau 13: Résultats du contrôle microbiologique.....	42
Tableau 14: Résultats des avis de la majorité des dégustateurs.....	55
Tableau15 : Flores dénombrées et dilutions utilisées dans l'analyse microbiologique du jben.....	72
Tableau 16 : Le pH du lait cru de vache et du fromage jben.....	72
Tableau 17 : Acidité du lait de vache cru et du fromage jben.....	73

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Résumé

Abstrat

ملخص

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....01

Partie bibliographique

Chapitre 01 : Généralités sur le lait

1.1 Définition du lait et du lait cru	03
1.2 La composition du lait.....	03
1.3.1. L'eau.....	04
1.3.2. La matière grasse.....	05
1.3.3. La matière azotée.....	05
1.3.4. Le lactose.....	05
1.3.5. La fraction vitaminique.....	06
1.3.6. Les éléments minéraux.....	06
1.4. Caractéristiques physico-chimiques du lait	07
1.4.1. Densité.....	07
1.4.2. Acidité de titration ou acidité Dornic.....	07
1.4.3. Point de congélation.....	07
1.4.4. pH.....	08
1.4.5. Extrait sec.....	08
1.5. Caractéristiques organoleptiques du lait.....	08
1.5.1. Couleur.....	08
1.5.2. Odeur.....	08
1.5.3. Saveur.....	09
1.5.4. Viscosité.....	09
1.6. Caractéristiques microbiologique du lait.....	09
1.6.1. Flore originelle.....	09
1.6.2. Flore de contamination.....	10
1.6.3. Flore d'altération.....	11
1.6.4. Flore pathogène.....	11

Chapitre 2 : Généralités sur le fromage

2.1. La définition du fromage.....	12
2.2 Composition du fromage.....	13
2.3. Les types des fromages.....	13
2.3.1. Les fromages à pâte fraîche.....	15
2.3.2. Les fromages à pâte pressé.....	16
2.3.3. Les fromages à pâte molle.....	17
2.3.4. Fromage fondu.....	17
2.4. Flore microbien du fromage.....	18
2.4.1. Flore originelle.....	18
2.4.2. Flore apportée.....	20
2.4.3. Flore de contamination.....	21

Chapitre 3 : Fromage traditionnel algérien Jben

3.1. Définition du Fromage traditionnel algérien Jben.....	22
3.2. Composition du fromage traditionnel algérien Jben.....	23
3.3. Préparation du Jben.....	23
3.4. Caractéristique physico-chimiques du Jben.....	25
3.5. Caractéristiques microbiologiques du Jben.....	25
3.5.1. Les microorganismes d'altération.....	26
3.5.2. Microflore lactique du Jben.....	27

Partie expérimentale

Chapitre 4: Matériels et méthodes

4.1. Objectif d'étude.....	28
4.1.1. Prélèvement.....	28
4.1.2 Echantillonnage.....	29
4.1.3 Les étapes de fabrication du fromage (jben).....	29
4.2. Contrôle de qualité du lait.....	31
4.2.1. Analyses physico-chimiques.....	31
4.2.1.1. Détermination de pH.....	31
4.2.1.2. Détermination de l'acidité.....	31
4.2.2 Analyses microbiologiques.....	31
4.2.2.1 Préparation des dilutions décimales.....	31
4.2.2.2 Recherche de la flore mésophile aérobie totale.....	32
4.2.2.3 Recherche des coliformes fécaux et totaux sur milieu BCPL.....	32
4.2.2.4 Recherche des bactéries sporulées sur milieu VF.....	33
4.2.2.5. Recherche des champignons sur milieu sabouraud.....	33
4.2.2.6la recherche des staphes sur milieu Chapman .	34
4.2.2.7 Recherche des Entérobactéries sur milieu Mac Conkey.....	35
4.2.2.8 Recherches et le dénombrement des Streptocoques fécaux sur milieu Roth liquide.....	35
4.2.2.9 Recherche et dénombrement des bactéries lactiques sur milieu MRS.....	35
4.2.2.10 Recherche de <i>Salmonelle</i>	36
4.3. Contrôle de qualité du jben.....	36
4.3.1. Analyses physico-chimiques.....	37
4.3.1.1 Détermination du pH du jben.....	37
4.3.1.2 Détermination de l'acidité du jben.....	37
4.3.2. Analyses microbiologiques.....	37
4.3.3 Tests organoleptiques.....	38

Chapitre5: Résultats et discussion

5.1 Résultats.....	40
5.1.1 Analyses physico-chimiques.....	40
5.1.1.1 Mesure de pH.....	40
5.1.1.2. Mesure de l'acidité.....	41
5.1.2. Analyses microbiologiques.....	42
5.1.2.1 Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale.....	43
5.1.2.2 Dénombrement des bactéries lactiques sur milieu MRS.....	44
5.1.2. Streptocoques.....	46
5.1.2.4 Levures et moisissures.....	47
5.1.2.5 Entérobactéries.....	49
5.1.2.6 Staphylocoques.....	50
5.1.2.7. Salmonelles.....	51
5.1.2.8 <i>Clostridium</i> s sulfito-réducteurs.....	51

5.1.2.9 Coliformes.....	53
5.1.3. Qualité organoleptique.....	55
5.2 Discussion générale.....	57
Conclusion.....	61
Références	
I.Références bibliographiques.....	63
II.webographies.....	71
Annexes.....	72

Introduction

Introduction

Le lait constitue une matière première essentielle dans l'élaboration de nombreux produits alimentaires. Riche en éléments nutritifs, il occupe une place stratégique dans l'alimentation quotidienne de l'homme et est utilisé sous diverses formes (**Guiraud, 2003**). Parmi les différentes espèces productrices du lait, la vache demeure la principale source à l'échelle mondiale, couvrant à elle seule environ 90 % de la production, même dans les régions tropicales (**FAO, 1998**).

Parmi les produits issus du lait, le fromage représente un aliment à haute valeur nutritionnelle. Grâce à ses teneurs élevées en protéines, lipides et lactose, il s'impose comme un aliment énergétique et nourrissant (**Walther et al., 2008**). Au-delà de sa valeur nutritive, le fromage s'inscrit également dans une dimension culturelle. Les fromages traditionnels font partie intégrante du patrimoine culinaire de nombreux pays. Chaque variété reflète les spécificités régionales, tant sur le plan des ressources naturelles que des pratiques ancestrales (**Fox et al., 2000 ; Hayaloglu et al., 2002 ; Irlinger et Mounier, 2009**).

En Algérie, malgré une diversité régionale notable, les fromages traditionnels demeurent peu recensés et insuffisamment étudiés. À ce jour, une dizaine de variétés sont connues à travers le pays (**Aissaoui Zitoun et al., 2011**). Parmi ces fromages, le jben occupe une place particulière dans la tradition fromagère algérienne, mais reste fabriqué selon des méthodes artisanales qui varient d'une région à une autre, souvent sans standardisation ni maîtrise optimale des procédés.

Historiquement, les micro-organismes ont joué un rôle fondamental dans la transformation et la conservation du lait. La fermentation est une technique ancienne, largement utilisée depuis l'antiquité dans les civilisations africaines, asiatiques et européennes. Si la connaissance scientifique des agents microbiens responsables de la

fermentation a émergé au XV^{II}^e siècle, ce n'est qu'au XX^e siècle que leur application industrielle s'est développée (**Monsallier *et al.*, 2009**).

L'objectif principal de ce travail est d'étudier la qualité physico-chimique, microbiologique du fromage frais traditionnel Jben, fabriqué à partir du lait cru de vache. À travers cette étude, nous visons à mieux comprendre l'évolution des caractéristiques de ce fromage durant sa conservation, afin de contribuer à sa valorisation et à une meilleure maîtrise de sa fabrication artisanale.

Pour atteindre cet objectif, nous avons fabriqué trois échantillons de Jben selon des variantes de préparation, à partir du lait cru de vache. Ces échantillons ont été analysés à différents intervalles de temps : après 24 heures, puis aux jours 7, 14, 21 et un mois. Les analyses ont porté sur des paramètres physico-chimiques et microbiologiques.

Notre mémoire est structuré en deux parties : une partie bibliographique comportant trois chapitres (généralités sur le lait, généralités sur le fromage, et présentation du fromage Jben), et une partie expérimentale détaillant les méthodes utilisées, les résultats obtenus et leur interprétation.

Partie bibliographique

Chapitre 01

Généralités sur le lait

1.1 Définition du lait et du lait cru

Selon le congrès de Genève de **1910**, le lait est défini comme le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée il doit être recueilli proprement et ne pas contenir le colostrum (**Konte, 1999**).

Le codex alimentaire en **1999\2022**, le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destinés à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

Le lait est un aliment de couleur blanchâtre produit par les cellules sécrétrices des glandes mammaires des mammifères femelles. Le lait sécrété dans les premiers jours après la parturition s'appelle le colostrum (**Vilain, 2010**).

Le lait cru est défini par le règlement européen **853/2004**, comme un produit issu de la sécrétion de la glande mammaire d'animaux d'élevage, non chauffé à plus de 40°C et non soumis à un traitement équivalent. Il peut être entier ou écrémé, et il est utilisé pour la fabrication de produits laitiers comme le beurre ou le fromage (**Diversi FERM et APAQ-W, 2014**).

1.2 La composition du lait

La composition du lait varie selon les espèces animales, mais aussi entre les races d'une même espèce. Elle peut également fluctuer chez une même vache laitière en fonction de la période de lactation et du régime alimentaire. C'est pourquoi il n'est possible de parler que de valeurs moyennes (**Konte, 1999**).

La composition du lait, sa couleur et sa saveur varient en fonction de plusieurs facteurs tels que l'espèce animale, la race, l'âge, l'alimentation, le stade de lactation, le nombre de vêlages, le système d'élevage, l'environnement physique et la saison.

Le lait de vache, par exemple, contient en moyenne entre 3 et 4 % de matières grasses (tableau 1), environ 3,5 % de protéines et 5 % de lactose. Cependant, sa composition chimique varie selon la race. Ainsi, le lait des vaches *Bos indicus* est généralement plus riche en matières grasses que celui des vaches *Bos taurus*, avec une teneur moyenne atteignant environ 5,5 % (FAO, 2025). Le lait contient également des anticorps, des hormones, et peut parfois contenir des résidus d'antibiotiques (Vilain, 2010).

Tableau 01: la composition du lait chez divers mammifères (Dillon, 2008)

Composition moyenne du lait (g)								
Vache	Eau	Extrait sec	Matière grasse	Protéines			Glucides	Matière minérale
	900	130	35_40	Totale	Caséine	Albuminé	Lactose	8_10
				30_35	27_30	3_4	45-50	

Le lait normal contient, outre de l'eau : des lipides, des protides, du sucre (lactose), des matières salines (minérales et organiques, dont des oligo-éléments), des diastases, des vitamines, des gaz dissous, des éléments cellulaires (leucocytes et cellules épithéliales), enfin, des micro-organismes (microcoques saprophytes de la mamelle et ferments lactiques) (tableau 2) (Theiulin, 1995).

1.3.1. L'eau

L'eau constitue, en poids, la majeure partie du lait, représentant environ 90 % de sa composition (Vignole *et al.*, 2002).

1.3.2. La matière grasse

La matière grasse du lait se présente sous forme de globules lipidiques finement émulsionnés dans sa phase aqueuse (**Vignole et al., 2002**).

Tableau 02 : composition moyenne du lait de vache (g/l) (**Methieu, 1998**).

Constituant du lait	Teneur en gramme par litre
Eau	90,2
Constituant salins minéraux	6,9
Gaz dissous	0,1
Constituant organique	1,7
Lactose	49
Matière grasse	38
Caséine	32
Protéines dites solubles	26
Constituants azotés non protéiques	6
Autres constituants	1,5

1.3.3. La matière azotée

Le lait contient deux types de substances azotées : les protéines, qui représentent environ 95 % de l'azote total, et les composés azotés non protéiques, qui en constituent environ 5 % (**Vignole et al., 2002**).

1.3.4. Le lactose

La saveur douce du lait est attribuée à la présence du lactose, un sucre du lait composé de deux unités : une molécule de glucose et une molécule de galactose (**Raynal et Remeuf, 2000**).

1.3.5. La fraction vitaminique

Le lait constitue une source précieuse de vitamines, car il renferme une large gamme de vitamines liposolubles (A, D, E, K) et hydrosolubles (B, C) en concentrations élevées, ce qui en fait un aliment à fort intérêt nutritionnel (tableau 3) (FAO, 1990).

Tableau 03: Teneur en vitamine de lait de vache (mg/litre) (FAO, 2002).

Vitamine	Teneur en vitamine (mg/l)
B ₁	0,42
B ₂	1,72
B ₆	0,48
B ₁₂	0,0045
Acide nicotinique	0,92
Acide folique	0,053
C	18
A	0,37
β- carotène	0,21

1.3.6. Les éléments minéraux

Le tableau N°4, ci-dessous présente les principales éléments minéraux du lait.

Tableau 04 : Teneurs en éléments minéraux de lait de vache (FAO, 2002)

Minéraux	Teneurs en éléments minéraux
Calcium	1250
Phosphore	950
Magnésium	120
Potassium	1500
Fer	0,2 0,5
Chlore	1,00

1.4. Caractéristiques physico-chimiques du lait

Le tableau N°5 ci-dessous présente les principales caractéristiques physico-chimiques du lait.

Tableau 05 : caractéristiques physico-chimiques du lait cru (Mathieu, 1998)

Caractéristiques	Valeurs
Densité	1,028-1,034
Point de congélation	-0,5- 0,55
Acidité titrable en degré Dornic (°D)	15 – 18
Point d'ébullition	100,5 °C
PH (20°C)	6,5-6,7

1.4.1. Densité

La densité du lait varie selon les échantillons individuels et n'est donc pas constante. À une température de 20°C, elle se situe en moyenne entre 1,030 et 1,033. Pour les laits issus de grands mélanges, la densité moyenne est généralement de 1,032 (Alais, 2008).

1.4.2. Acidité de titration ou acidité Dornic

L'acidité de titration reflète la quantité d'acide lactique produite à partir du lactose. Un lait frais présente généralement une acidité comprise entre 16 et 18°D. Lorsqu'il est conservé à température ambiante, ce lait s'acidifie de manière naturelle et progressive (Mathieu, 1998).

1.4.3. Point de congélation

Le point de congélation du lait représente l'une de ses propriétés physiques les plus stables. Pour les laits issus de vaches individuelles, cette valeur moyenne se situe généralement entre -0,54°C et -0,55°C (Mathieu, 1998).

La détermination de ce paramètre permet d'estimer une éventuelle dilution du lait par ajout d'eau. En effet, une adjonction de 1% d'eau provoque une élévation du point de congélation d'environ 0,0055°C (**Goursaud, 1985**).

1.4.4. pH

Le pH constitue un indicateur fiable de la fraîcheur du lait. En général, le lait de vache frais présente un pH avoisinant 6,7 (**CIPC lait, 2011**).

1.4.5. Extrait sec

L'extrait sec regroupe toutes les substances contenues dans le lait, à l'exception de l'eau. Sa concentration varie selon l'espèce animale, allant de 100 à 600 g par litre. Cette s'explique principalement par la différence de teneur en matières grasses (**ALAIS, 1984**).

1.5. Caractéristiques organoleptiques du lait

1.5.1. Couleur

Le lait présente une couleur blanche mate, principalement attribuable à sa teneur en matière grasse ainsi qu'aux pigments caroténoïdes. En effet, la vache convertit le bêta-carotène en vitamine A, laquelle se retrouve directement dans le lait (**Fredot, 2005**).

1.5.2. Odeur

L'odeur du lait est spécifique et résulte principalement de sa teneur en matière grasse, qui fixe les arômes d'origine animale. Cette odeur varie selon plusieurs facteurs : les conditions de la traite, l'alimentation des animaux (par exemple, les fourrages ensilés favorisent le développement de la flore butyrique, ce qui confère au lait une odeur

prononcée), ainsi que les conditions de conservation (l'acidification du lait par l'acide lactique lui confère une odeur légèrement aigre) (**Vierling, 2003**).

1.5.3. Saveur

La saveur du lait frais normal est généralement agréable. Cependant, les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) présentent un goût légèrement différent de celui du lait cru. L'alimentation des vaches laitières avec certains fourrages ensilés peut transmettre au lait des saveurs anormales, notamment une amertume.

De plus, cette saveur amère peut apparaître lorsque certains germes d'origine extramammaire se développent dans le lait (**Thieulin et Vuillaume, 1967**).

1.5.4. Viscosité

La viscosité du lait dépend de l'espèce animale. On distingue :

- Un lait visqueux chez les monogastriques (jument, ânesse, carnivores et femme), que l'on qualifie de lait albumineux.
- Un lait moins visqueux chez les herbivores, avec par exemple un lait de brebis plus visqueux que celui de la vache. Ce type de lait est appelé lait caséineux (**Alais, 1984**).

1.6. Caractéristiques microbiologique du lait

1.6.1. Flore originelle

La flore originelle des produits laitiers désigne l'ensemble des micro-organismes naturellement présents dans le lait dès sa sortie du pis. Lorsque le lait est collecté dans de bonnes conditions sanitaires et provient d'un animal sain (contenant moins de 10^3 germes/ml), les micro-organismes dominants appartiennent principalement à des espèces mésophiles (**Vignola, 2002**).

Il s'agit principalement de microcoques, ainsi que de streptocoques lactiques et de lactobacilles. La présence de ces micro-organismes, en quantités variables, est étroitement liée à l'alimentation de l'animal (Guiraud, 1998). Toutefois, ils n'ont pas d'impact significatif sur la qualité du lait ni sur son rendement de production (Sutherland et Varnam, 2001).

1.6.2. Flore de contamination

Il s'agit de l'ensemble des micro-organismes contaminant le lait depuis la collecte jusqu'à sa consommation. Cette flore peut inclure des micro-organismes responsables de l'altération du lait, entraînant des défauts sensoriels ou une diminution de la durée de conservation des produits, ainsi que des micro-organismes pathogènes potentiellement dangereux (tableau 6) (Vignola, 2002).

Le niveau de contamination dépend étroitement des conditions d'hygiène lors des différentes manipulations : la propreté de l'animal, en particulier celle des mamelles, ainsi que la salubrité de l'environnement (étable, salle de traite), du trayon, du matériel de collecte du lait (seaux, machines à traire) et enfin des équipements utilisés pour la conservation et le transport du lait (bidons, cuves) (FAO, 1995).

Tableau 06: Flore microbienne du lait (Leyral et Vierling, 2001).

Flore originale		Flore de contamination	
Bactéries des canaux galactophores	Bactéries contaminant le lait pendant et après la traite	Bactéries d'origine fécale	Bactéries présentes sur l'animal malade
<i>Lactobacilles</i> <i>Streptocoques lactiques</i>	<i>Pseudomonas</i> <i>Flavobactérium</i> <i>Entérobactéries</i> <i>Microcoques</i> <i>Corynébactéries Bacillus</i> <i>Streptocoques faecalis</i> <i>Clostridium</i>	<i>Clostridium</i> <i>Coliformes fécaux</i> <i>Salmonella</i> <i>Yersinia</i> <i>Campylobacter</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Brucella</i> <i>Listeria</i>

1.6.3. Flore d'altération

Elle est principalement constituée de genres tels que *Acinetobacter*, *Pseudomonas* et *Flavobacterium*, qui se développent à des températures comprises entre 3 et 7°C (**Leveau et Bouix, 1993**). On y retrouve également *Listeria monocytogenes*, capable de se multiplier à basse température (**Rosset, 2001**).

1.6.4. Flore pathogène

Des micro-organismes peuvent être présents dans le lait lorsqu'il provient d'un animal malade. Il peut s'agir d'agents responsables de mammites, c'est-à-dire d'infections du pis, tels que *Streptococcus pyogenes*, *Corynebacterium pyogenes*, *Staphylococcus*, etc. On peut également retrouver des germes à l'origine d'infections générales, comme *Brucella*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter* spp., *Mycobacterium bovis*, *M. tuberculosis*, *Bacillus anthracis*, *Coxiella burnetii*, ainsi que d'autres agents contaminants du lait (**Prescott et al., 2003**).

Chapitre 02

Généralités sur le fromage

2.1. La définition du fromage

Le fromage est un produit, affiné ou non, pouvant avoir une texture molle, semi-dure, dure ou très dure, et éventuellement enrobé. Il se caractérise par un rapport protéines de lactosérum/caséine qui ne dépasse pas celui du lait (**CODEX STAN 283- 1978**).

Il est obtenu selon l'un des procédés suivants :

a) Par coagulation partielle ou totale des protéines contenues dans le lait, le lait écrémé ou partiellement écrémé, la crème, la crème de lactosérum ou le babeurre — utilisés seuls ou en combinaison — sous l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés.

Cette coagulation est suivie d'un égouttage partiel du lactosérum, et permet de concentrer les protéines du lait, notamment la caséine. Ainsi, la teneur en protéines du fromage obtenu est nettement plus élevée que celle du mélange de départ.

b) Par l'utilisation de techniques de fabrication qui provoquent la coagulation des protéines du lait ou de ses dérivés, donnant un produit final présentant les mêmes caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques que celui obtenu selon la méthode décrite au point (**Codex Alimentarius Commission, 1978**).

Le fromage est produit en coagulant le lait, totalement ou partiellement, à l'aide de présure ou d'autres agents coagulants adaptés, suivi d'un égouttage partiel du lactosérum issu de cette coagulation.

Il est également possible d'utiliser des procédés de fabrication différents, à condition qu'ils provoquent la coagulation du lait et permettent d'obtenir un produit final aux propriétés physiques, chimiques et sensorielles comparables à celles du fromage tel que défini (**St-Gelais et al., 2002**).

2.2 Composition du fromage

Le fromage se distingue par une composition particulièrement riche, comprenant des protéines, de l'eau, des peptides bioactifs, des acides aminés, des lipides, des acides gras, ainsi que des vitamines et des minéraux (Walther *et al.*, 2008).

La composition du fromage frais varie en fonction de celle du lait utilisé ainsi que de la technologie de fabrication employée (Mahaut *et al.*, 2000). Le tableau 7 présente la composition moyenne pour 100 g de fromage frais.

Tableau 07: Composition moyenne pour 100 g du fromage frais (Eck et Gillis, 2006).

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

2.3. Les types des fromages

La réglementation internationale du Codex Alimentaires (FAO/OMS, 1987) reste de portée générale. Elle permet de classer les fromages selon leur teneur en eau dans le fromage dégraissé (H.R.E.D. : humidité rapportée à l'extrait sec dégraissé), leur teneur en matière grasse dans l'extrait sec (M.G. /E.S. : matière grasse sur extrait sec), ainsi que

selon leurs principales caractéristiques de maturation (Eck, 1986).

La fabrication du fromage repose sur quatre ingrédients essentiels : le lait, la présure, les microorganismes et le sel (Beresford *et al.*, 2001).

Il existe de nombreuses façons de classer les fromages, selon divers critères tels que la source du lait utilisé, le pays d'origine, les méthodes de fabrication, le type d'affinage, les procédés de coagulation et d'égouttage, l'apparence extérieure, la teneur en eau, ainsi que l'espèce animale productrice du lait (David et Forte, 1998).

Le tableau 08 illustre cette classification des fromages comme suit :

Tableau 08: Classification des fromages en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage (FAO, 1995)

Formule I		Formule II		Formule III
H.R.E.D %	La première phrase de la dénomination sera :	M.G/E.S %	La deuxième phrase de la dénomination sera :	Désignation d'après les principales caractéristiques de maturation
<41	Pâte extra-dure	>60	Extra gras	1. Muri ou affiné a. Surtout la surface b. Surtout la masse
49-56	Pâte dure	45-60	Gras	
54-63	Pâte demi-dure	25-45	Demi gras	
61-69	Pâte demi-molle	10-25	Quart gras	2. Muri ou moisissures a. Surtout la surface b. Surtout la masse
>67	Pâte molle	<10	Maigre	3. Non muri ou non affiné

À ce jour, plus d'un millier de variétés de fromages sont recensées à travers le monde (Ross *et al.*, 2002 ; Fox et McSweeney, 2004). En fonction des procédés de transformation du lait et de son traitement thermique (comme la pasteurisation), une grande diversité de fromages peut être regroupée en trois grandes catégories (Eck, 1984 ; Mahaut *et al.*, 2000). Cette classification est clairement présentée dans le tableau 09.

Tableau 09: Différents types des fromages (Majdi, 2009)

Type du fromage	Fromage type lactique	Fromage type présure	Fromage type mixte
Caractéristique	<p>- Obtenus essentiellement par coagulation biologique appelé aussi coagulation lactique ou coagulation par acidification.</p> <p>- Ce sont des fromages à pâtes fraîches.</p> <p>- Ils sont fabriqués à une température qui va de 16 à 23°C.</p> <p>- Ce type de fromage demande pour sa fabrication 3 à 10 ml de présure pour 100 L de lait.</p>	<p>- Obtenu essentiellement par coagulation chimique appelé aussi coagulation par l'action de l'enzyme (la présure)</p> <p>- Ce sont des fromages à pâtes pressée à pâte ferme cuite et à pâte Ferme non cuite.</p> <p>- Ils sont fabriqués à une température qui va de 34 à 40°C.</p> <p>Ce type de fromage demande pour sa fabrication 25 à 35 ml de présure pour 100 L de lait</p>	<p>- Obtenir par coagulation chimique et par coagulation biologique.</p> <p>ils sont obtenus par les deux méthodes de manière équivalente.</p> <p>- Ce sont des fromages à pâte molle.</p> <p>ils sont fabriqués à une température de 28 à 37°C.</p> <p>- Ce type de fromage demande pour sa fabrication 15 à 25 ml de présure pour 100 L de lait.</p>
Exemple	<p>Fromage à pâtes fraîches :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Petite Suisses • Fromage demi-sel • Chabichou • Mothais sur feuille • Rocamadour • Picodo 	<p>Fromage à pâtes pressée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saint-nectaire • Tome de Savoie • Saint-Paulin • Port- salut • Reblochon <p>Fromage à pâte ferme non cuite :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantal • Laguiole <p>fromage à pâte ferme cuite:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comté • Emmenthal 	<p>Fromage à pâte molle :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Camembert • Brie • Carré de l'Est • Bleu • Roquefort • Munster • Punt • L'évêque • Maroille • Livarot.

2.3.1. Les fromages à pâte fraîche

Le fromage frais est un produit laitier de couleur blanche, présentant une texture

molle (figure 1) qui peut être granuleuse, lisse, crémeuse ou veloutée. Il se distingue par une forte teneur en humidité et en matières grasses, généralement comprise entre 60% et 80% (Majdi, 2009).

Il s'agit de fromages faiblement égouttés et non affinés, obtenus uniquement par coagulation des protéines du lait sous l'action des ferments lactiques (par acidification). Les micro-organismes utilisés dans ce processus incluent : *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* et *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* (Chamba, 2008).



Figure 1 : Fromage frais (site 01).

2.3.2. Les fromages à pâte pressé

Ces produits laitiers sont élaborés par pressage du caillé après soutirage, suivi d'une phase de maturation (Martinez, 2009). Ils se divisent en deux grandes catégories : les fromages à pâte pressée non cuite, et ceux à pâte pressée cuite, caractérisés par une pâte dure et un caillé chauffé jusqu'à 65°C (figure 2) (Majdi, 2009).



Figure 2 : Fromage à pâte pressé (site 02).

2.3.3. Les fromages à pâte molle

Selon la norme internationale du Codex Alimentarius (**CODEX STAN A-6-1973, adoptée en 1973, révisée en 1999 et amendée en 2001**), les fromages à pâte molle sont définis comme les fromages dont la teneur en eau, après extraction des matières grasses, dépasse 67 %.

Ces fromages présentent une texture tendre, souvent crémeuse et veloutée, avec une certaine souplesse. Ils se caractérisent par une couleur variant du blanc cassé au jaune pâle. Le terme « fromage à pâte molle » fait notamment référence au camembert, qui subit un affinage en surface, développant une croûte souple recouverte de moisissures blanches (figure 3) (Mdahou, 2017).



Figure 3: Fromage à pâte molle (site 03).

2.3.4. Fromage fondu

Ces fromages, également appelés fromages fondus ou remaniés, sont élaborés à partir d'un mélange de fromage, de beurre, de crème et de lait, soumis à une pasteurisation (à 95°C) ou à une stérilisation (à 125°C). Il en existe de nombreux types, dont certains sont fabriqués à partir de fragments récupérés de fromages à pâte ferme, comme le Gruyère, présentant divers défauts.

En réalité, il s'agit davantage d'un processus de dissolution et de dispersion des protéines dans l'eau que d'une véritable fonte au sens physico-chimique du terme — laquelle implique la désintégration d'une structure cristalline solide sous l'effet de la

chaleur ou de la pression. Aucun ferment lactique n'est ajouté au cours de ce procédé (figure 4) (Boutonnier, 2012).



Figure 4: Fromage fondu (site 04).

2.4. Flore microbienne du fromage

2.4.1. Flore originelle

➤ Streptocoques lactiques

Ce sont des bactéries strictement homofermentaires, présentes chez l'homme et les animaux. Bien que la majorité soit de nature saprophytes, certaines présentent des caractéristiques pathogènes. Ce groupe comprend également une bactérie d'intérêt industriel et nutritionnel, largement utilisée dans la fabrication du fromage (Luquet, 1986 ; Jamet, 2009).

➤ Lactocoques

Ces micro-organismes possèdent un métabolisme homofermentaire facultatif. Certaines caractéristiques biochimiques permettent de différencier les sous-espèces et bivariants, notamment la capacité à produire du diacétyle à partir du citrate, la désamination de l'arginine, ainsi que leur aptitude à croître en présence de 4 % de sel, à un pH de 9,2 et à une température de 40 °C (Badis *et al.*, 2004 ; Badis *et al.*, 2005 ; Jamet, 2009).

➤ Lactobacilles

Ce groupe comprend de nombreuses espèces impliquées dans diverses industries laitières. Ces micro-organismes présentent des besoins nutritionnels complexes, notamment en acides aminés, vitamines, acides gras, glucides et minéraux (**Badis et al., 2005 ; Luquet, 1986 ; Jamet, 2009**).

➤ Pédiocoques

Ces bactéries, de type homofermentaire, se présentent sous une forme sphérique, sans former de chaînettes, mais ne sont jamais isolées. Leur croissance optimale varie entre 25 et 40°C selon les espèces. Elles ne sont pas capables de métaboliser le lactose. Toutefois, de nombreuses souches sont présentes dans les fromages affinés, en particulier *Pediococcus acidilactici* et *Pediococcus pentosaceus*, reconnues pour leur capacité à acidifier le lait et pour leurs activités protéolytiques (protéasiques et peptidasiques) élevées, supérieures à celles des bactéries lactiques non starters (NSLAB) (**Jamet, 2009**).

➤ Entérocoques

Ces bactéries lactiques sont naturellement présentes dans l'intestin de l'homme et des animaux, ainsi que dans la flore du lait cru et des fromages, à des concentrations dépassant 10⁶UFC/g. Elles possèdent un métabolisme strictement homofermentaire. Elles se distinguent des autres cocci par leur capacité à croître à basse température (10°C), leur résistance élevée aux sels (jusqu'à 6,5 % de NaCl et 40% de sels biliaires), ainsi qu'à certains facteurs environnementaux, notamment les traitements thermiques (30 minutes à 60°C).

Opportunistes par nature, elles sont capables de produire des bactériocines et d'exercer une activité antagoniste contre certains agents pathogènes. Elles peuvent

également être utilisées comme indicateur de contamination fécale (Pillet *et al.*, 2005 ; Jamet, 2009).

➤ Leuconostocs

Ces bactéries sont fréquemment présentes dans le lait cru et les fromages fermiers. Elles sont également utilisées dans la fabrication de certains fromages, comme le Roquefort, en raison de leur capacité à produire des composés aromatiques (tels que le diacétyl et l'acétoïne) ainsi que du dioxyde de carbone (CO₂), issu de leur métabolisme hétérofermentaire.

Ce gaz contribue à la formation des ouvertures dans la pâte du fromage, favorisant ainsi le développement de *Penicillium roquefortis*. Certaines espèces ont aussi la particularité de métaboliser l'acide citrique présent dans le lait en diacétyl, en synergie avec d'autres bactéries lactiques, ce qui permet de générer l'arôme de beurre caractéristique des fromages frais (Jamet, 2009).

2.4.2. Flore apportée

Les ferments lactiques utilisés dans les procédés fromagers sont constitués de souches commerciales spécifiques. Parmi eux, on retrouve principalement des bactéries lactiques mésophiles, couramment utilisées dans la fabrication des fromages à base du lait de vache.

Ces souches incluent des flores d'acidification, telles que *Lactococcus lactis* et *Lactococcus cremoris*, ainsi que des flores d'aromatisation comme *Lactococcus lactis* biovar *diacetylactis*. À cela s'ajoutent des bactéries thermophiles, notamment *Streptococcus thermophilus*, qui sont employées dans les fromages à coagulation rapide (comme le camembert), en raison de leur activité protéolytique, favorisant le développement d'une saveur plus prononcée (Jaouen et Mouillot, 1985).

2.4.3. Flore de contamination

La présence de contaminants dans les fromages varie en fonction de leur capacité à se développer, ce qui dépend des caractéristiques physico-chimiques du produit, ainsi que des conditions d'affinage et de stockage. Trois critères principaux influencent cette dynamique:

1. L'activité de l'eau (A_w) : elle diminue avec le salage et devient inhibitrice pour la plupart des micro-organismes en dessous de 0,95.

2. Le potentiel d'oxydoréduction (E_h) : il est élevé en surface (milieu aérobie) et faible au cœur de la pâte (milieu anaérobie), ce qui favorise une sélection spécifique de la flore microbienne.

3. Le pH : il évolue dans le temps, différemment en surface et en profondeur selon le type de fromage. Un pH compris entre 4,5 et 5,2 représente une limite pour la croissance de nombreux micro-organismes. Toutefois, certaines exceptions existent, notamment les moisissures capables de croître même à des pH inférieurs à cette plage.

En l'absence de traitement thermique, comme c'est le cas pour les fromages au lait cru, les bactéries pathogènes peuvent se multiplier de manière significative si les conditions technologiques leur sont favorables. Ces bactéries peuvent être d'origine **exogène** (environnementale) ou **endogène** (provenant d'un animal malade). La majorité des agents pathogènes retrouvés dans le fromage sont des ubiquistes, notamment ceux issus du lait cru comme les agents de mammites, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* et *Campylobacter jejuni* (Eck & Gillis, 2006).

Chapitre 03

Fromage traditionnel

Algérien jben

3. Fromage traditionnel algérien Jben

3.1. Définition du fromage traditionnel algérien Jben

Le « Jben » est le fromage frais le plus répandu et consommé depuis longtemps, tant en milieu rural qu'urbain. Ces dernières années, sa consommation a connu une hausse notable, notamment avec la prolifération de laiteries traditionnelles en milieu urbain. Celles-ci produisent le Jben à partir de lait cru, selon des méthodes artisanales.

Parallèlement, certaines unités laitières semi-industrielles se sont également intéressées à sa fabrication, en utilisant du lait pasteurisé et des procédés de production plus ou moins modernisés. Ainsi, il existe aujourd'hui une grande diversité de méthodes de fabrication du Jben, ce qui a donné lieu à la commercialisation de plusieurs variétés de ce fromage frais, connues sous l'appellation populaire commune de « Jben », aussi bien au Maroc qu'en Algérie (**Benkerroum et Tamime, 2004**).

Le Jben est un produit laitier largement reconnu et consommé en Algérie depuis des générations, notamment dans les régions steppiques et sahariennes, aussi bien en milieu rural qu'urbain.

Il résulte de la transformation de laits provenant d'un cheptel diversifié, combinée à une fermentation naturelle assurée par une flore lactique indigène. En tant que fromage frais traditionnel, le Jben se décline en une grande variété de produits, aux caractéristiques distinctes, reflétant la diversité des méthodes de fabrication utilisées (**Nouani et al., 2009**).

Le Jben est l'un des fromages frais traditionnels les plus connus en Algérie, particulièrement répandu dans les régions de l'Est telles que Souk Ahras, Guelma, Tébessa, Khenchela et Batna (**Mechai et al., 2014**).

Dans d'autres pays arabes, ce fromage est couramment désigné sous le nom de « Jibneh Beida » (fromage blanc) (figure 5) (**Arous et Kadoun, 2018**).



Figure 05: Jben traditionnel (Kediri et Abderrahim, 2019).

3.2. Composition du fromage traditionnel algérien Jben

Le tableau ci-dessous présente sa composition :

Tableau 10: Composition de Jben (Abdelaziz et Ait Kaci, 1992).

Composition du Jben	Eau	Matière grasse	Protéine	Calcium
Les valeurs	65.27	18.72	13.73	0.14

3.3. Préparation du Jben

Le Jben est traditionnellement élaboré à partir de lait cru, qu'il soit de vache, du chèvre, du brebis, ou d'un mélange de ces laits (tableau 11) (Meghoufel, 2019).

Tableau 11: La différence entre fromages traditionnels Algériens (Abdelaziz et Ait Kaci, 1992).

Fromage	Matière première	Ajout	Observation
Jben	Lait	Présure animale et épices	Peu salé ou additionné d'épices ou de plantes aromatiques

Le processus de fabrication du Jben comporte trois étapes principales : la maturation, la coagulation et l'égouttage du caillé.

Le lait cru est laissé à température ambiante pendant 24 à 48 heures, selon la saison, afin de s'acidifier naturellement. Cette étape se déroule dans une peau de chèvre (ouater) ou dans une jarre en terre cuite. L'acidification spontanée favorise la prolifération de la flore lactique, qui joue un rôle crucial dans la transformation du lait.

La coagulation est ensuite provoquée par l'ajout d'un agent coagulant enzymatique. Celui-ci peut être d'origine végétale, extrait de fleurs de cardon ou d'artichaut (*Cynara cardunculus L.* ou *Cynara scolymus*), de latex de figuier (*Ficus carica*), ou encore de graines de citrouille. Les fleurs sont macérées dans le lait pour accélérer la coagulation et conférer une saveur particulière au fromage. Une coagulation d'origine animale peut également être utilisée, notamment à base de caillotte bovine (appelée "Hakka"), après un léger chauffage du lait à environ 35–45°C.

Une fois la coagulation obtenue, le caillé (coagulum) est transféré dans un sac en mousseline afin d'être égoutté pendant 2 à 3 jours. Cette période de drainage peut être prolongée jusqu'à 10 jours pour obtenir une texture plus ferme. Enfin, le fromage est démoulé, découpé en tranches, puis salé (figure 6) (Benkerroum et Tammime, 2004 ; Nouani *et al.*, 2009).

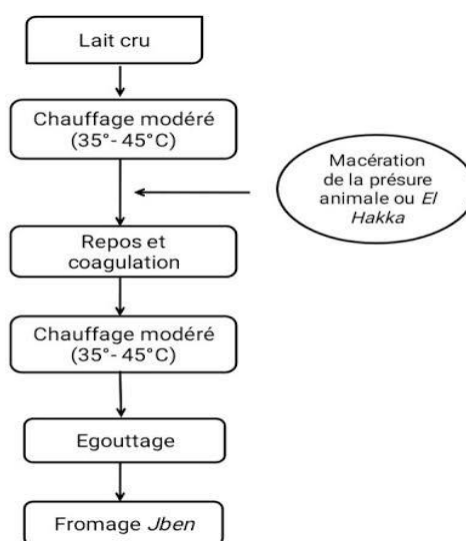


Figure 06: Schéma de fabrication traditionnelle du fromage Jben (Amimour, 2019).

3.4. Caractéristique physico-chimiques du Jben

Le fromage frais « Jben » se distingue par une acidité titrable relativement élevée (supérieure à 0,9 %) et un pH bas (inférieur à 4,2), indiquant une fermentation lactique intense (Abid, 2015).

Les matières solides totales du Jben (notamment les lipides, le lactose et les protéines) représentent les éléments les plus variables, leur teneur étant influencée principalement par la durée d'égouttage et de salage. En revanche, l'acidité et le pH sont des paramètres relativement stables dans la composition du Jben (Benkerroum et Tammime, 2004).

Les caractéristiques finales du Jben varient en fonction des méthodes artisanales employées et de l'origine du lait cru utilisé lors de sa fabrication, ce qui influence directement sa qualité (tableau 12) (Amri et Deboub, 2019).

Tableau 12: La moyenne des paramètres chimiques du jben (Arous et Kadoun, 2018).

Paramètres	Acidité titrable	pH	Humidité	Lactose	Teneur en matière grasses	Protéine brutes
Valeurs	1,04 %	4,1	62,5%	4,1%	16,5%	15,8%

3.5. Caractéristiques microbiologiques du Jben

Selon Benkerroum et Tammime (2004), la composition microbiologique du Jben est dominée par la flore lactique, représentant la population principale (de l'ordre de 10^8 à 10^9 UFC/g). On y trouve également une présence modérée de levures et de moisissures (plus de 10^6 UFC/g). Cette diversité microbienne ne compromet toutefois pas la qualité hygiénique du produit.

Le Jben est principalement constitué de trois genres de bactéries lactiques : *Lactobacillus*, *Lactococcus* et *Leuconostoc*, présents dans des proportions relativement

similaires, estimées respectivement à $3,2 \times 10^8$ UFC/g, $5,1 \times 10^8$ UFC/g et $2,6 \times 10^8$ UFC/g (Guetouache *et al.*, 2015; Khater et Ghedar, 2017).

3.5.1. Les microorganismes d'altération

Il s'agit de micro-organismes indésirables introduits par contamination. Cette flore comprend des bactéries thermorésistantes, des coliformes, des bactéries psychrotolérantes ainsi que des levures et moisissures (Djoughri et Madani, 2015).

- Les coliformes

D'un point de vue technologique, certains coliformes fermentent le lactose de manière hétérofermentaire. Ces bactéries produisent diverses substances qui peuvent provoquer un gonflement prématuré des produits laitiers, y compris le fromage. Beaucoup de coliformes sont des habitants habituels de l'intestin des mammifères. Ils peuvent être responsables d'intoxications alimentaires, et leur présence a longtemps été utilisée comme un indicateur de contamination fécale. Cet indicateur est ainsi exploité pour évaluer la qualité sanitaire des produits laitiers (Djoughri et Madani, 2015 ; Kediri et Abderrahim, 2019).

- Levures et moisissures

Les levures, peu présentes dans le lait mais plus courantes dans le fromage, sont des champignons bénéfiques en industrie laitière, notamment comme agents d'aromatisation. Cependant, elles peuvent aussi provoquer des altérations du produit final, telles que des odeurs désagréables ou le gonflement des produits et de leur emballage (Bouaguel et Bouguedah, 2020 ; Kediri et Abderrahim, 2019).

Certaines levures sont capables de fermenter le lactose en produisant de l'éthanol. À ce jour, aucune levure pathogène n'a été identifiée dans le domaine laitier. Par ailleurs,

certaines levures contribuent à l'affinage de certains fromages, tandis que d'autres interviennent dans la fabrication de produits laitiers fermentés (Amri et Deboub, 2019).

Les moisissures, champignons microscopiques, se développent à la surface ou à l'intérieur des parties aérées des produits (Kediri et Abderrahim, 2019). Elles produisent des enzymes telles que les lipases et les protéases. Parmi les genres rencontrés figurent *Penicillium* et *Geotrichum*. Les moisissures fréquemment associées aux produits laitiers comprennent notamment *Geotrichum candidum* et *Sporendonema sebi* (Amri et Deboub, 2019). Ces micro-organismes peuvent causer des altérations visibles, des défauts de goût, ou dans les cas plus graves, la production de mycotoxines (Kediri et Abderrahim, 2019).

3.5.2. Microflore lactique du Jben

Les bactéries lactiques (BL), naturellement présentes dans le lait cru, sont des microorganismes Gram positifs, non sporulés, anaérobies facultatifs ou microaérophiles, capables de tolérer les environnements acides ($\text{pH} \leq 5$). Leur croissance s'étend sur une large gamme de températures, bien que la majorité soit mésophile ($\approx 30^\circ\text{C}$) ou modérément thermophile ($\approx 40^\circ\text{C}$) (Carr *et al.*, 2002 ; Savadogo et Traoré, 2011 ; Refay *et al.*, 2020 ; Hutkins, 2006).

Elles produisent principalement de l'acide lactique, et leurs métabolites jouent un rôle essentiel dans les qualités sensorielles, la texture et la conservation des aliments. À l'échelle internationale, les BL font l'objet de nombreuses recherches pour leurs propriétés technologiques et leur potentiel probiotique, notamment leur capacité à synthétiser des composés antimicrobiens (Fguiri *et al.*, 2016). En technologie laitière, les genres *Aerococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Streptococcus* sont considérés comme les plus représentatifs (Refay *et al.*, 2020).

Partie expérimentale

Chapitre 4

Matériels et méthodes

4.1. Objectif d'étude

Dans le but d'optimiser les procédés de fabrication du fromage traditionnel frais (Jben) à base du lait cru de vache préparé de manière artisanale, et d'étudier l'influence du thym comme substance naturelle sur la qualité technologique du produit final, une série d'analyses physico-chimiques et microbiologiques a été réalisée au laboratoire de microbiologie N° 02 de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie – Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, durant la période allant du 6 avril au 2 juin.

L'étude a porté sur trois échantillons du fromage : un échantillon auquel du thym a été ajouté, et deux autres préparés de manière traditionnelle sans ajout.

Une méthodologie scientifique rigoureuse a été suivie, en contrôlant les conditions de fabrication et en analysant les variations microbiologiques et physico-chimiques résultant de l'ajout du thym, aux intervalles suivants : 24 heures, 7, 14, 21 et 30 jours de conservation.

4.1.1. Prélèvement

Un échantillon du lait cru de vache a été prélevé à la ferme de Mr.Brabeh dans la région d'Achaacha-Mostaganem, en respectant toutes les règles d'hygiène. Le lait a été collecté à 18 heures et utilisé directement pour la fabrication du fromage frais (Jben) le même jour.

Après la préparation du fromage, celui-ci a été conservé au réfrigérateur à une température de 4°C, puis transporté au laboratoire avec une quantité du lait de réserve à 6 heures du matin le lendemain, dans une glacière afin de préserver la fraîcheur et la qualité de l'échantillon et d'éviter toute contamination.

Le transport jusqu'au laboratoire a duré environ deux heures, afin de réaliser les analyses microbiologiques, physico-chimiques et sensorielles.

4.1.2 Echantillonnage

Trois échantillons du « jben » ont été préparés à partir du lait cru de vache. Après l'étape de l'égouttage, les échantillons ont été conservés à température ambiante jusqu'au début des manipulations.

- **Échantillon 1** : jben du lait de vache additionné du sel **0.5 %**
- **Échantillon 2** : jben du lait de vache additionné du thym **0.5 %**;
- **Échantillon 3** : jben du lait de vache additionné du sel en quantité réduite **0.25%**.

4.1.3 Les étapes de fabrication du fromage (jben)

La fabrication du fromage a débuté le 6 avril, où environ 3 litres du lait frais provenant d'une vache ont été collectés vers 18 heures, puis transportés directement à la maison dans une bouteille propre placée dans une glacière.

Tout d'abord, le lait a été chauffé progressivement jusqu'à atteindre une température d'environ 37°C, température idéale pour activer les enzymes coagulantes. Ensuite, le lait a été filtré à l'aide d'un tissu propre pour éliminer les impuretés.

Après la filtration, une enzyme coagulante, fournie par l'encadrante, a été ajoutée au lait à raison de 1 ml par litre, soit un total de 3 ml. Le mélange a été délicatement agité, couvert, puis laissé au chaud pour coaguler.

Tout au long du processus, les règles d'hygiène ont été strictement respectées afin d'assurer la qualité et la sécurité du produit (figure 7).

Après la préparation des échantillons, ils ont été transportés au laboratoire pour réaliser les analyses microbiologiques, physico-chimiques et sensorielles (figure 8).

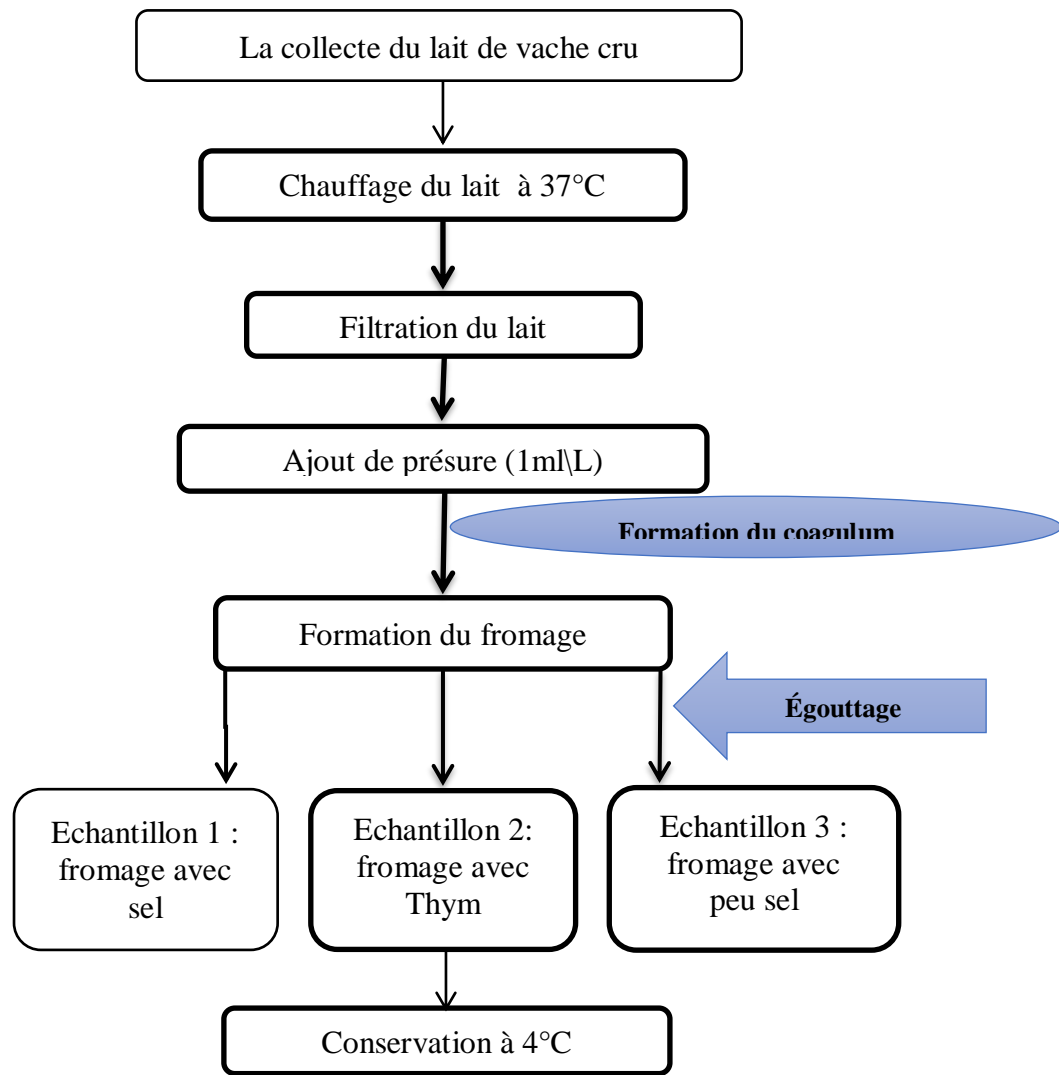


Figure 07 : Schéma des étapes de fabrication du fromage Jben



Figure 08: Représentation du fromage J'ben obtenu à la fin du procédé de fabrication.

4.2. Contrôle de qualité du lait

Afin de vérifier la qualité du lait cru de vache utilisé dans la production du jben, nous avons effectué une série d'analyses:

4.2.1. Analyses physico-chimiques

4.2.1.1. Détermination du pH

Le pH de l'échantillon est déterminé à l'aide d'un pH-mètre, par lecture directe de la valeur affichée sur l'appareil après stabilisation de celle-ci (Vignola, 2002).

4.2.1.2. Détermination de l'acidité

Pour mesurer l'acidité du lait cru de vache, on utilise une méthode simple appelée titrage. On prend 10 mL du lait, on y ajoute quelques gouttes de phénolphtaléine, puis on verse doucement une solution de soude (NaOH 0,1 N) jusqu'à ce que le mélange devienne légèrement rose. Cette acidité est exprimée en °D, sachant que 1°D correspond à 0,1 gramme d'acide lactique par litre de lait (Mathieu, 1998).

La valeur de l'acidité est calculée selon la formule suivante :

$$A=V.10$$

V : volume (en mL) de la solution de soude utilisée lors du titrage.

4.2.2 Analyses microbiologiques

4.2.2.1 Préparation des dilutions décimales

1ml de dilution (10^{-1}) est prélevé aseptiquement à l'aide d'une pipette stérile et introduit dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau physiologique. On obtient ainsi

la dilution 10^{-2} et ainsi jusqu'à la dilution 10^{-6} (**Arrêté 11 septembre 2004, JORA n° 70 du 7 novembre 2004 ; Guiraud, 2003**).

Pour réaliser des dilutions décimales du lait cru de vache jusqu'à 10^{-6} , on commence par prélever 1 mL du lait que l'on ajoute dans un tube contenant 9 mL d'eau physiologique, ce qui donne une dilution de 10^{-1} . Ensuite, on prélève 1 mL de chaque dilution jusqu'à atteindre la sixième dilution, soit 10^{-6} . Chaque étape doit être bien agitée pour homogénéiser le mélange avant de passer à la dilution suivante.

4.2.2.2 Recherche de la flore mésophile aérobique totale

La recherche de la flore mésophile aérobique totale a été réalisée sur gélose PCA (Plate Count Agar). Une prise d'essai de 100 μ L provenant des dilutions décimales comprises 10^{-4} et 10^{-5} et 10^{-6} a étéensemencée par étalement en surface, selon la méthode décrite par Lebres et al. (**2002**).

Le dénombrement des germes totaux incubés pendant 48 heures à 30°C constitue une méthode de référence pour évaluer l'indice de salubrité et la qualité microbiologique des aliments dans le cadre du contrôle industriel (**Bonnyfoy et al., 2002**).

Les boîtes de Pétri présentant moins de 30 colonies ou plus de 300 ont été exclues de l'analyse, conformément aux normes en vigueur. Le calcul du nombre de micro-organismes par millilitre de lait a été effectué selon la formule standard (**Guiraud, 1998**) :

$$N \text{ (UFC/mL)} = \frac{\sum c}{(n_1 + 0,1 n_2) d}$$

Où :

$\sum c$: Nombre total de colonies dénombrées dans les boîtes de Pétri présentant un nombre de colonies compris entre 20 et 300.

n_1 : Nombre de boîtes de Pétri comptabilisées pour la première dilution.

n_2 : Nombre de boîtes de Pétri comptabilisées pour la deuxième dilution.

d : Facteur de dilution correspondant à la dilution la plus basse pour laquelle les premiers dénombrements ont été réalisés.

4.2.2.3 Recherche des coliformes fécaux et totaux sur milieu BCPL

Pour la recherche des coliformes totaux et fécaux sur milieu solide VRBL, un volume de 1 mL de différentes dilutions (10^{-1} et 10^{-2}) du lait cru a été ensemencé en surface dans des boîtes de Pétri. Ensuite, environ 15 à 20 mL du gélose VRBL fondue et refroidie à environ 45°C ont été ajoutés. Le contenu a été mélangé délicatement en agitant doucement les boîtes afin d'assurer une bonne répartition de l'échantillon, puis la gélose a été laissée à solidifier. Les boîtes destinées à la recherche des coliformes totaux ont été incubées à 37°C pendant 48 heures, tandis que celles pour les coliformes fécaux ont été incubées à 44°C pendant 48 heures. Le dénombrement a été effectué sur les boîtes contenant entre 15 et 150 colonies.

4.2.2.4 Recherche des bactéries sporulées sur milieu VF

La recherche des bactéries sporulées, en particulier les Clostridium sulfitoréducteurs, a été réalisée sur milieu VF en tubes. Deux dilutions (10^{-1} et 10^{-2}) de l'échantillon ont été préparées. Afin d'éliminer les formes végétatives et d'activer les spores, un traitement thermique a été appliqué à 80°C pendant 10 minutes. Après ce traitement, 1 mL de chaque dilution a été ensemencé dans des tubes contenant le milieu VF fondu et refroidi à environ 45°C . Les tubes ont ensuite été incubés à 37°C pendant 48 heures dans des conditions strictes d'anaérobiose. L'apparition de colonies noires dans le milieu indique la présence de clostridium sulfitoréducteurs, capables de réduire les sulfites en sulfures.

Les clostridium sulfitoréducteurs sont dénombrés sur le milieu de culture VF agar en tubes de deux dilutions (10^{-1} , 10^{-2}) pour favoriser les conditions d'anaérobiose, avec un traitement thermique 10 min à 80°C afin d'activer les spores des clostridies. Les tubes sont incubés à 37°C pendant 48 h (Rhiatm *et al.*, 2011).

4.2.2.5. Recherche des champignons sur milieu sabouraud

La recherche des champignons (levures et moisissures) a été réalisée sur gélose Sabouraud, un milieu spécifique utilisé pour leur dénombrement. Une quantité de 0,1 mL de dilutions (10^{-1} et 10^{-2} et 10^{-3}) a étéensemencée en surface sur des boîtes de gélose Sabouraud. Les boîtes ont ensuite été incubées à 28°C pendant 24 heures. Le développement de colonies indique la présence de levures ou de moisissures dans l'échantillon.

4.2.2.6 Recherche de *Staphylococcus aureus* sur milieu Chapman

On a effectué la recherche de *Staphylococcus aureus* à partir de trois dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) préparées à partir d'un échantillon du lait cru. Une quantité de 0,1 mL de chaque dilution a étéensemencée à la surface de deux boîtes de Pétri pour chaque dilution, en utilisant la technique d'ensemencement en surface avec un étaleur stérile. Ensuite, les boîtes ont été incubées à 37°C pendant 48 heures.

Le résultat est considéré comme positif lorsqu'on observe des colonies de couleur dorée ou blanche accompagnées d'un changement de couleur du milieu autour des colonies, ce qui indique la présence possible de *Staphylococcus aureus* dans l'échantillon.

4.2.2.7 Recherche des Entérobactéries sur milieu Mac Conkey

Pour le dénombrement des entérobactéries, 1 mL des dilutions décimales (10^{-3} et 10^{-4}) est ensemencé en profondeur sur un milieu solide Mac Conkey. Les boîtes sont ensuite incubées pendant 24 heures à 37°C.

4.2.2.8 Recherches et le dénombrement des Streptocoques fécaux sur milieu Roth liquide

La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux, également appelés Streptocoques du groupe D, s'effectuent à l'aide d'une méthode en deux étapes utilisant un milieu liquide spécifique :

- **Le test de présomption** : consiste à ensemencer des dilutions décimales de l'échantillon (par exemple 10^{-1} et 10^{-3}) dans des tubes contenant du milieu Roth, puis à les incuber à 28°C pendant 24 heures. L'apparition d'un trouble dans ces tubes indique une présence présumée de Streptocoques fécaux.

- **Le test de confirmation** : les tubes positifs sont ensuite repiqués sur un second milieu, Eva Litsky, pour le test de confirmation. Après une nouvelle incubation de 24 heures à 37°C, un trouble dans ce second milieu confirme la présence des Streptocoques fécaux. Le dénombrement peut alors être effectué selon la méthode du Nombre le Plus Probable (NPP), en se basant sur le nombre de tubes positifs à chaque dilution (Lebres *et al.*, 2002).

4.2.2.9 Recherche et dénombrement des bactéries lactiques sur milieu MRS

Le dénombrement et l'isolement des bactéries lactiques s'effectuent sur gélose MRS, un milieu sélectif adapté à leur croissance. Pour cela, 1 mL des dilutions 10^{-5} et 10^{-6} de l'échantillon est ensemencé en profondeur dans des boîtes de Pétri contenant la gélose MRS fondue et maintenue à environ 45°C. Après solidification, les boîtes sont incubées à 30°C pendant 48 heures. À l'issue de l'incubation, les colonies caractéristiques des bactéries lactiques sont comptées, ce qui permet d'estimer leur concentration dans l'échantillon.

4.2.2.10 Recherche de *Salmonelle*

Pour commencer, prélever 1 mL de la suspension mère et l'ajouter à 9 mL d'eau peptonée tamponnée. Le mélange doit être bien homogénéisé, puis incubé à 37°C pendant 24 heures. Cette étape permet de réactiver les cellules bactériennes éventuellement stressées sans inhiber leur croissance.

Après incubation, prélever 1 mL du bouillon pré-enrichi et l'ajouter dans 9 mL de bouillon de sélénite F (SFB). Ce milieu est sélectif et favorise la croissance des *Salmonella* spp. en limitant celle des bactéries concurrentes. Le tube est ensuite incubé à 37°C pendant 24 heures. Prélever une goutte du bouillon de sélénite incubé et l'ensemencer en surface sur une boîte de gélose Hektoen. Incuber à 37°C pendant 24 heures.

Les *Salmonella* apparaissent généralement sous forme de colonies translucides avec un centre noir, dues à la production de sulfure d'hydrogène (H_2S) sur le milieu.

4.3. Contrôle de qualité du jben

Afin d'évaluer la qualité du Jben obtenu à la fin du procédé de fabrication, nous avons réalisé une série d'analyses physico-chimiques et microbiologiques sur trois échantillons du Jben, analysés après 24 h, puis aux 7, 14, 21 jours et après un mois de conservation.

Ces contrôles permettent de vérifier la conformité du produit aux normes d'hygiène et de sécurité alimentaire, ainsi que d'apprécier ses caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles.

4.3.1. Analyses physico-chimiques

4.3.1.1 Détermination du pH du jben

Le pH du fromage a été mesuré après homogénéisation de l'échantillon avec de l'eau distillée dans un rapport de 1:10 (p/v), à l'aide d'un pH-mètre numérique (CRISON, Basic 20) préalablement étalonné à l'aide de solutions tampons de pH 4,0 et 7,0 (Tavares *et al.*, 2021).

La mesure du pH du fromage Jben consiste à prélever environ 5 g du produit, à le diluer avec 10 mL d'eau distillée, puis à homogénéiser le mélange. Après avoir calibré le pH-mètre, on plonge l'électrode dans l'échantillon et on lit la valeur une fois stabilisée.

4.3.1.2 Détermination de l'acidité du jben

Pour mesurer l'acidité du Jben, 3g du fromage ont été mélangés à 50 mL d'eau physiologique stérile. Le mélange a été soigneusement homogénéisé, puis 3 gouttes de phénolphtaléine ont été ajoutées en tant qu'indicateur de virage de pH. Le titrage a été effectué à l'aide d'une solution de soude (NaOH 0.1N) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle stable.

La valeur de l'acidité est calculée selon la formule suivante :

$$A=V.10$$

V : volume (en mL) de la solution de soude utilisée lors du titrage.

De l'acidité 100ml du produit était prélevé, 10g du jben ajouter de 90ml d'eau physiologie stérile à 5 gouttes de phénolphtaléine puis titrer avec du NaOH N/9 jusqu'à l'apparition d'une couleur rose pâle persistante (Amariglio, 1986).

4.3.2. Analyses microbiologiques

L'étude du contrôle microbiologique des échantillons du fromage a été effectuée selon les mêmes méthodes que celles utilisées pour l'analyse du lait.

Après la préparation de la solution mère par une homogénéisation de 1 g du Jben avec 9 mL d'eau physiologique à l'aide d'un vortex permet d'obtenir la dilution mère (DM), correspondant à une dilution au dixième (10^{-1}). Ensuite, on refait la même chose plusieurs fois jusqu'à avoir la dilution 10^{-6} . On procède à :

- Un dénombrement des germes totaux a été réalisé sur milieu PCA;
- Un dénombrement des champignons a été effectué sur milieu Sabouraud;
- Un dénombrement des entérobactéries sur un milieu solide Mac Conkey;
- Une recherche des coliformes totaux et fécaux sur milieu VRBL;
- Les streptocoques du groupe D, également appelés streptocoques fécaux, sont recherchés en milieu liquide Rothe ;
- *Staphylococcus aureus* est recherché sur milieu Chapman;
- La recherche des bactéries sporulées, notamment les *Clostridium*s sulfitoréducteurs, a été réalisée sur milieu VF (viande-foie) en conditions anaérobies;
- Recherches et le dénombrement des bactéries lactiques sur milieu MRS;
- Recherche de salmonelles. Les Salmonelles se présentent sous forme de colonies translucides avec un centre noir sur le milieu gélose Hektoen.

4.3.3 Tests organoleptiques

Vingt-quatre heures après leur mise en conservation à 4°C, les fromages expérimentaux ont fait l'objet d'une évaluation organoleptique réalisée par un panel de 20

dégustateurs. Cette analyse sensorielle a été effectuée à l'aide d'une échelle de notation de 1 à 10, en se basant sur les critères organoleptiques suivants :

- **Couleur** : Évaluation de la préférence visuelle des panélistes pour la teinte du fromage;
- **Aspect homogène** : Appréciation du degré de régularité et d'uniformité du caillé;
- **Aspect grumeleux** : Mesure de l'intensité de la granulation dans le caillé;
- **Odeur** : Analyse de la force des arômes libérés par les composés volatils du fromage;
- **Acidité** : Évaluation de l'acidité perçue en bouche lors de la dégustation;
- **Salinité** : Notation du niveau de salinité gustative ressenti;
- **Arrière-goût** : Jugement de l'intensité de l'amertume ou du goût persistant après dégustation.;
- **Texture collante** : Appréciation du caractère collant du fromage au toucher (pouce/index).

Chapitre 5

Résultats et discussion

5.1 Résultats

5.1.1 Analyses physico-chimiques

5.1.1.1 Mesure du pH

Les résultats de la variation du pH du lait de vache et les différents échantillons du jben préparés sont représentés dans la figure suivante:

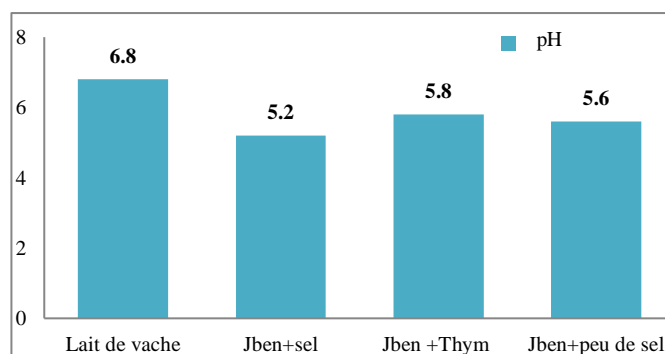


Figure 09: Variation du pH pour le lait de vache et les différents échantillons des fromages préparés.

Le pH mesuré pour le lait de vache est de 6,8, ce qui indique qu'il s'agit d'un lait frais. Selon Doyle et al. (2001), le pH du lait est légèrement acide (compris entre 6,4 et 6,8 pour le lait de vache). D'après Alais (1984), les microorganismes peuvent proliférer dans un intervalle de 6,6 à 6,8 d'un pH.

Le pH des trois échantillons analysés varie entre 5,2 et 5,8. L'échantillon «Jben + sel» présente la valeur la plus basse avec un pH de 5,2, tandis que «Jben + peu de sel» affiche un pH légèrement plus élevé (5,6), et la valeur la plus élevée est observée dans «Jben + thym» avec un pH de 5,8.

Ces valeurs indiquent une acidité relativement faible comparée aux résultats rapportés par Belyagoubi et Abdelouahid (2013), ainsi qu'à ceux trouvés par Rhiat et al. (2011) dans leur étude sur le jben marocain. Cette différence peut être attribuée à plusieurs facteurs, notamment la méthode de préparation, le type du lait utilisé, la durée d'égouttage, ou encore l'ajout d'ingrédients tels que le sel ou le thym.

Il est particulièrement notable que l'ajout du thym a contribué à l'augmentation du pH, probablement en raison de ses propriétés antimicrobiennes qui réduisent l'activité de la flore microbienne responsable de la fermentation.

5.1.1.2. Mesure de l'acidité

L'acidité indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose sous l'effet de l'activité microbienne. Elle est exprimée en degrés dornic (°D). Selon Vingola (2002), l'acidité du lait doit être comprise entre 14 et 18°D.

Dans notre cas, l'acidité du lait de vache utilisé est de 25°D (figure 10), ce qui montre qu'il est légèrement acide par rapport aux normes.

Cela peut être dû à un début de fermentation causé par une conservation à température ambiante, comme le confirment Doyle et al. (2001), qui rapportent que l'acidité augmente avec le temps à cause de la transformation du lactose en acide lactique par les microorganismes.

Concernant le jben, les mesures d'acidité ont montré des valeurs élevées et variables allant de 66°D à 81°D (figure 10). L'échantillon « jben + peu de sel » présente l'acidité la plus élevée avec 81°D, suivi de « jben + sel » avec 75°D, puis « jben + thym » avec 66°D.

Cette différence peut s'expliquer par la fermentation plus ou moins avancée selon les ingrédients ajoutés, notamment le sel qui favorise la rétention d'humidité et la multiplication des bactéries lactiques, responsables de la production d'acide lactique (Gelais *et al.*, 2002).

Bien que ces variations soient notables, elles ne semblent pas affecter de manière significative les propriétés organoleptiques du produit final.

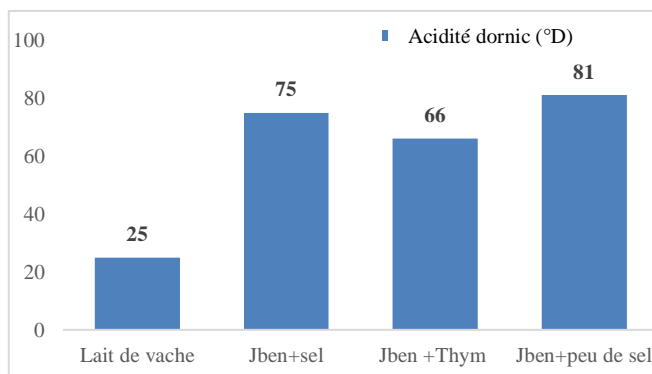


Figure 10 : Résultats d'acidité dornic (°D).

5.1.2. Analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques du lait et les échantillons du jben exprimés en UFC/ml sont présentés dans le tableau sous dessous qui représente la charge bactérienne de microflores recherchées.

Tableau 13: Résultats du contrôle microbiologique

Echantillon	Contrôle du lait	1 ^{er} contrôle du jben (1jour)			2 ^{ème} contrôle du jben (7 jours)			3 ^{ème} contrôle du jben (14 jours)		4 ^{ème} contrôle du jben (21 jours)			5 ^{ème} contrôle du jben (30 jours)	
		F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F2	F3	F3	F2
Staph	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
FTAM(UFC)	9,4. 10 ⁵	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind
Champignons (UFC)	8,8×10 ²	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind
Coliformes totaux (UFC)	1,2×10 ³	3.18 ×10 ²	8.18 ×10 ³	4.00 ×10 ²	0	3.97 ×10 ³	3.17 ×10 ³	<3.0 ×10 ²	3.0× 10 ²	5.91 ×10 ³	1.5× 10 ⁴	1.2× 10 ³	2.1× 10 ³	2.8× 10 ³
Coliformes fécaux (UFC)	<3.0× 10 ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bactéries sporulées	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Bactéries lactiques (UFC)	6,4×10 ⁴	4.91 ×10 ⁴	4.25 ×10 ⁷	2.79 ×10 ⁷	1.7 1× 10 ⁷	2.86 ×10 ⁷	2.55 ×10 ⁷	3.64 × 10 ⁸	4.82 ×10 ⁸	2.0× 10 ⁸	2.5 ×10 ⁸	2.0 ×10 ⁸	4.9× 10 ⁷	3.73 ×10 ⁷
Streptocoques	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Entérobactéries	4,1×10 ⁴	<3.0 ×10 ³	4.44 ×10 ²	6.87 ×10 ³	8.1 8 × 10 ³	5.22 ×10 ³	4.70 × 10 ⁴	6.55 ×10 ⁵	<3.0 ×10 ³	<3.0 ×10 ³	0	0	0	0
Selmonelles	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ind: indénombrable, Abs: absence, F1: jben +sel, F2: jben +thym, F3: jben + peu du sel

5.1.2.1 Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale

C'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques. La flore aérobie mésophile totale des échantillons du lait et du jben cultivée sur le milieu PCA présente une charge microbienne très élevée, avec des valeurs non dénombrables, dépassant $\geq 9,4 \times 10^5$ UFC/ml. Ces niveaux ont été observés tant dans le lait que dans les échantillons du jben.

Ces résultats (figure 11 et 12, tableau 13) indiquent une contamination significative et présentent une grande variabilité. Le dénombrement de cette flore dans les échantillons collectés montre que le lait cru et le jben sont fortement contaminés durant toute la période de conservation. Selon les normes en vigueur, ces échantillons seraient considérés comme étant de mauvaise qualité.

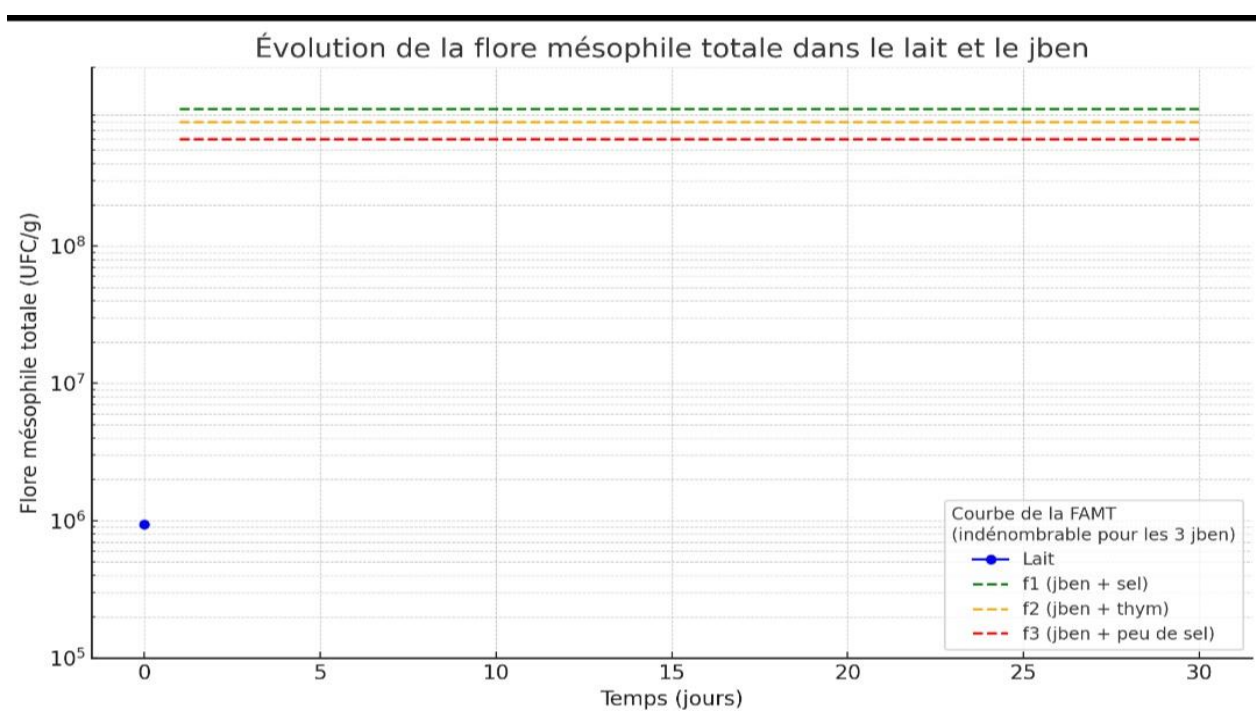


Figure 11: l'évolution de la flore mésophile totale du lait et jben.

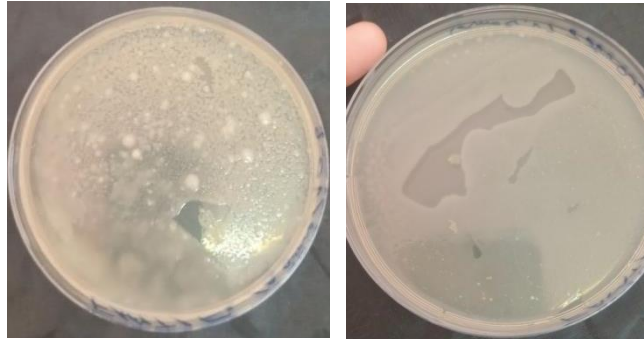


Figure 12 : Flore mésophile totale sur milieu PCA.

En effet, selon JORA (1998), les niveaux de contamination en flore totale observés dépassent la limite fixée par la norme, qui est de 10^5 UFC/ml. Ils excèdent également les charges microbiennes maximales tolérées, fixées respectivement à 5×10^5 UFC/ml et 3×10^5 UFC/ml (Alais, 1984).

Une flore totale élevée dans le jben est généralement le reflet d'une forte charge microbienne initiale du lait, souvent due à un non-respect des règles d'hygiène. En effet, le matériel de traite, la litière, la qualité de l'air ainsi que les pratiques d'élevage représentent autant de sources potentielles de contamination (Amhourri *et al.*, 2010).

5.1.2.2 Dénombrement des bactéries lactiques sur milieu MRS

L'observation directe des colonies sur milieu solide MRS permet de mettre en évidence leurs caractères macroscopiques : elles sont généralement blanches, rondes, bombées, de tailles variées et parfois de contours irréguliers (figure 13). Ces colonies correspondent aux lactobacilles, des bactéries naturellement présentes dans la flore du lait (Benhannah *et al.*, 2006).



Figure 13 : Bactérie lactique sur milieu MRS

La présence de bactéries lactiques a été détectée dans l'ensemble des échantillons de lait et de jben analysés, avec des dénombrements variant de 10^4 à 10^8 UFC/g (tableau 13, figure 14). Cette population microbienne est attribuée à la flore indigène ou originelle du lait. Ces résultats ne sont pas conformes à ceux rapportés par Hamama (1997), puisque la charge en lactobacilles observée dans nos échantillons est inférieure à celle décrite dans son étude.

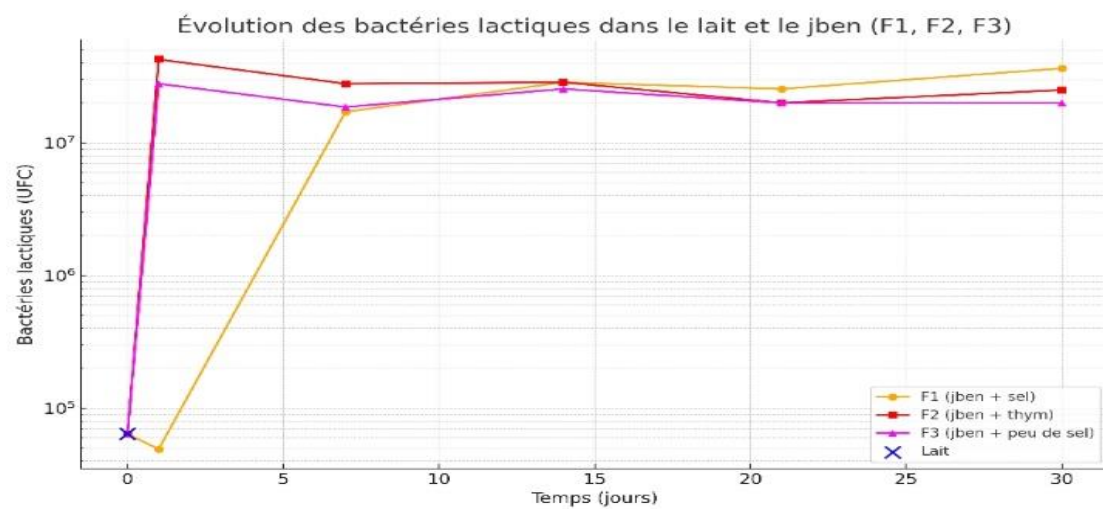


Figure 14 : l'évolution des bactéries lactiques dans le lait et jben

5.1.2.3 Streptocoques

Les streptocoques fécaux ont été fréquemment détectés dans les échantillons du lait et du jben analysés, avec des taux élevés et similaires (figure 15, figure 16).

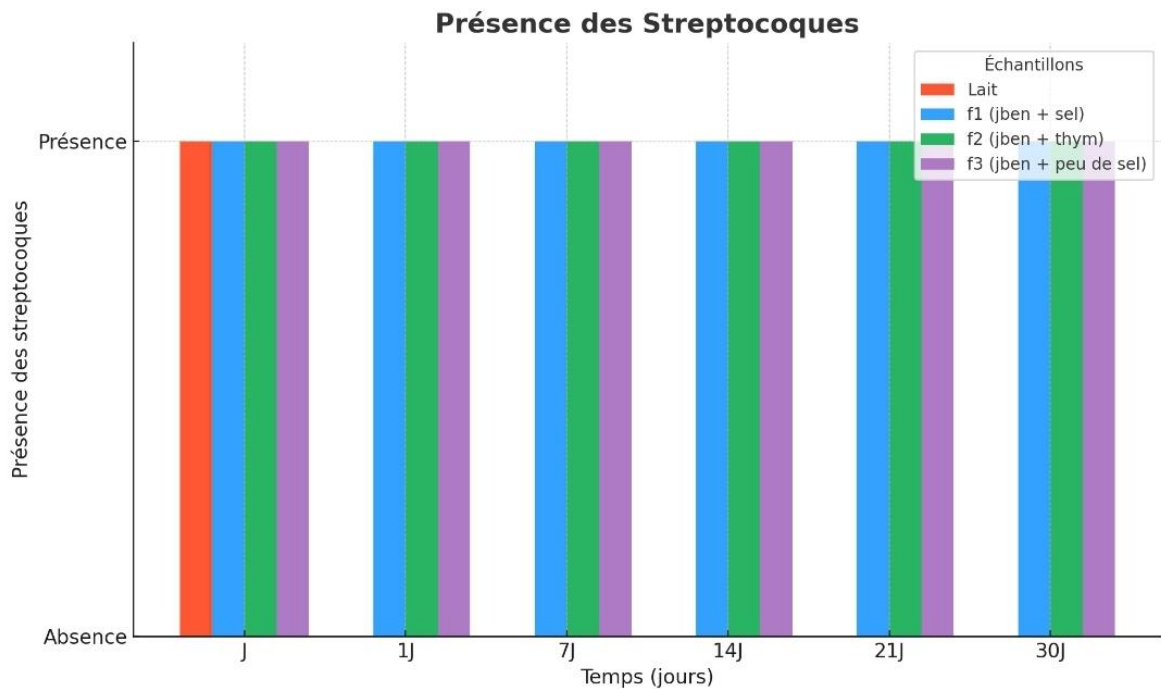


Figure 15 : la présence des streptocoques dans le lait et jben



Figure 16 : Streptocoques sur milieu Roth et Litsky

La présence de ces bactéries dans le fromage frais revêt une importance hygiénique majeure, car elle témoigne d'un défaut d'hygiène au cours du processus de production.

Selon la norme algérienne JORA (1998), les streptocoques fécaux doivent être totalement absents dans 0,1 ml du lait cru. Or, tous les échantillons analysés présentent une charge supérieure à cette limite réglementaire. Ces germes sont considérés comme des indicateurs fiables de contamination fécale.

La contamination du fromage frais par ces bactéries peut également survenir durant les étapes de préparation, notamment à partir des mains des manipulateurs ou par l'utilisation d'ustensiles laitiers déjà contaminés. Cela met en évidence un manque d'hygiène lors de la fabrication (Hamama, 1989).

Le jben marocain étudié par Hamama (1989) présentait également des germes indicateurs de contamination fécale. D'après Waes (1973), la présence de streptocoques en concentrations relativement élevées indique une prolifération bactérienne indésirable dans le lait, ce qui suggère une qualité microbiologique douteuse.

5.1.2.4 Levures et moisissures

Les valeurs obtenues concernant les levures et les moisissures cultivées en surface sur le milieu Sabouraud sont présentées dans la figure 17 et 18.



Figure 17 : Levures et moisissures sur milieu sabouraud.

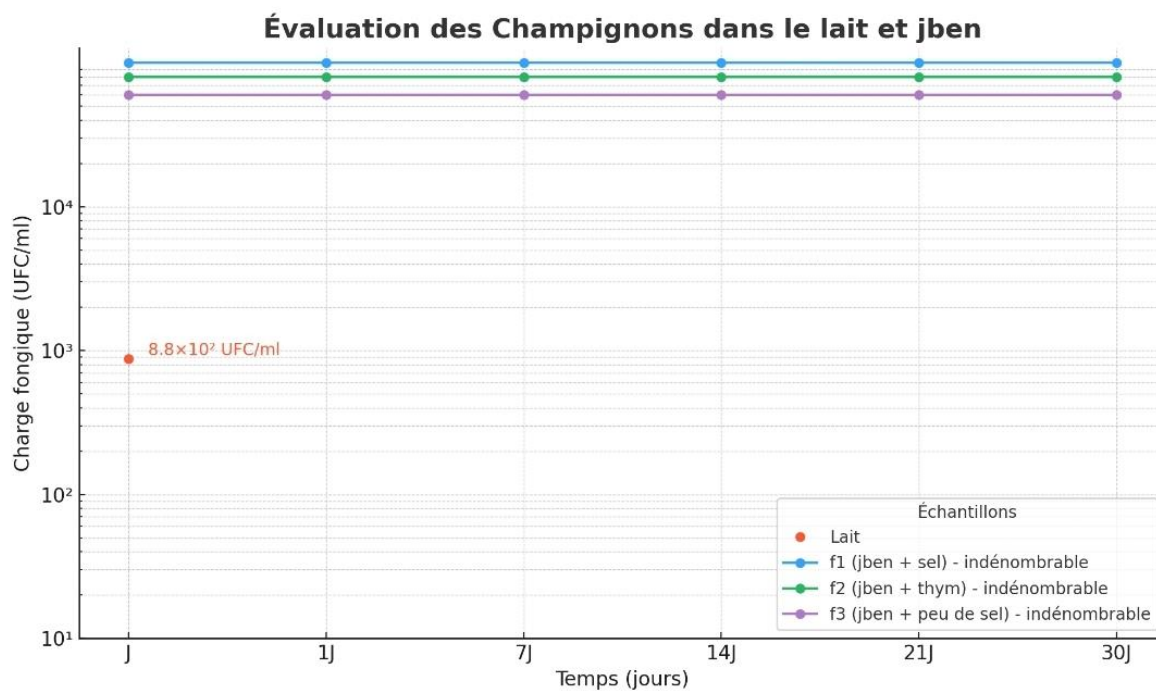


Figure 18: L'évolution des champignons dans le lait et jben

Les résultats montrent que la charge fongique dans le lait est de l'ordre de $8,8 \times 10^2$ UFC/g (tableau 13). Cette valeur reste proche de celle rapportée par Bonfoh et al. (2006), indiquant une contamination fongique notable. En comparaison, la charge fongique dans le jben est indénombrable. Ces valeurs sont supérieures à celles rapportées par Bonfoh et al. (2006).

La charge en levures et moisissures détectée dans les échantillons du lait et du jben analysés pourrait résulter de contaminations externes, notamment provenant de l'environnement de l'étable ou du laboratoire (murs, sol, air). Les moisissures jouent un rôle essentiel dans l'affinage de certains fromages, notamment ceux à pâte molle (Fredot, 2009). La forte présence de moisissures observée dans les échantillons de fromage est probablement liée à leur capacité à tolérer un pH acide et/ou à leur adaptation à une faible activité de l'eau.

5.1.2.5 Entérobactéries

Le groupe des entérocoques constitue un indicateur fiable de contamination fécale.

Leur dénombrement a été réalisé sur milieu Mac Conkey (figure 19, figure 20).

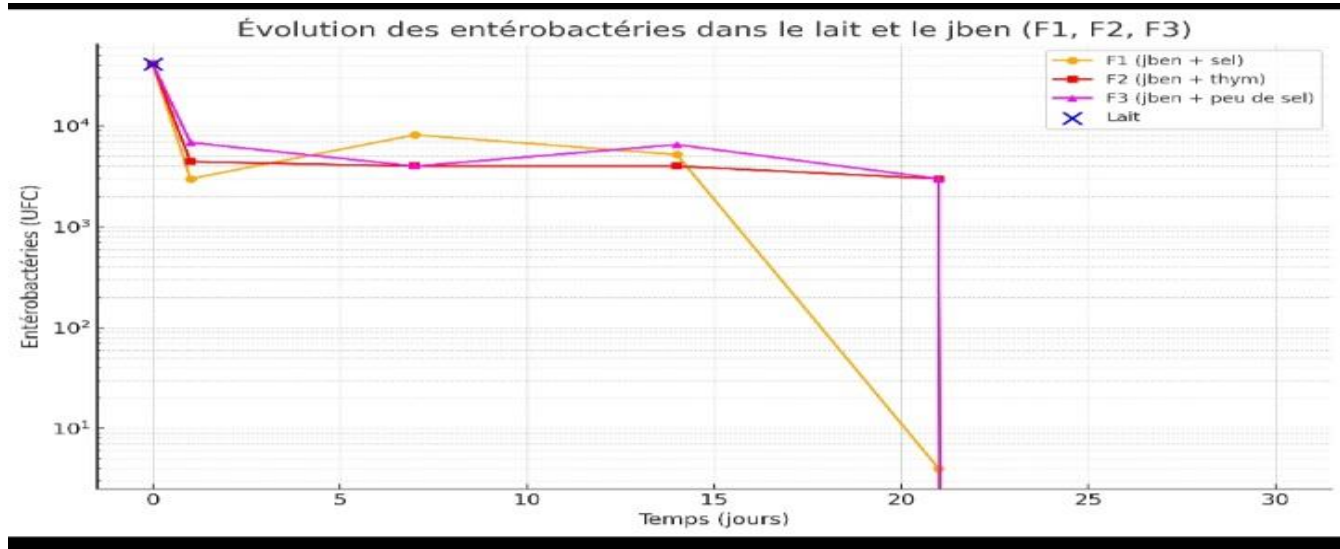


Figure 19: l'évolution Entérobactéries dans le lait et jben



Figure 20: Entérobactéries sur milieu Mac Conkey.

Les entérobactéries ont été détectées dans les échantillons du lait et du jben, avec des taux significatifs variant entre 0 UFC/g et $6,55 \times 10^5$ UFC/g (tableau 13). Une mauvaise maîtrise de l'opération de traite, notamment en cas de mamelles non lavées en début de traite ou d'absence d'élimination des premiers jets de lait, favorise l'augmentation du taux d'entérobactéries dans le lait cru (Bacic *et al.*, 1968). Certaines entérobactéries peuvent

également coloniser la surface des mamelles (Desmasures *et al.*, 1997) ou, plus largement, l'ensemble du corps de la vache (Salama *et al.*, 1995).

5.1.2.6 Staphylocoques

Les staphylocoques ont été recherchés et dénombrés sur gélose Chapman (figure 21). Leur absence totale a été constatée dans de lait et tous les échantillons du jben avant sept jours de conservation. Toutefois, après sept jours, la présence de staphylocoques a été observée dans le jben, et ce dans les trois échantillons analysés (tableau 13, figure 22).



Figure 21: Les staphylocoques sur gélose Chapman

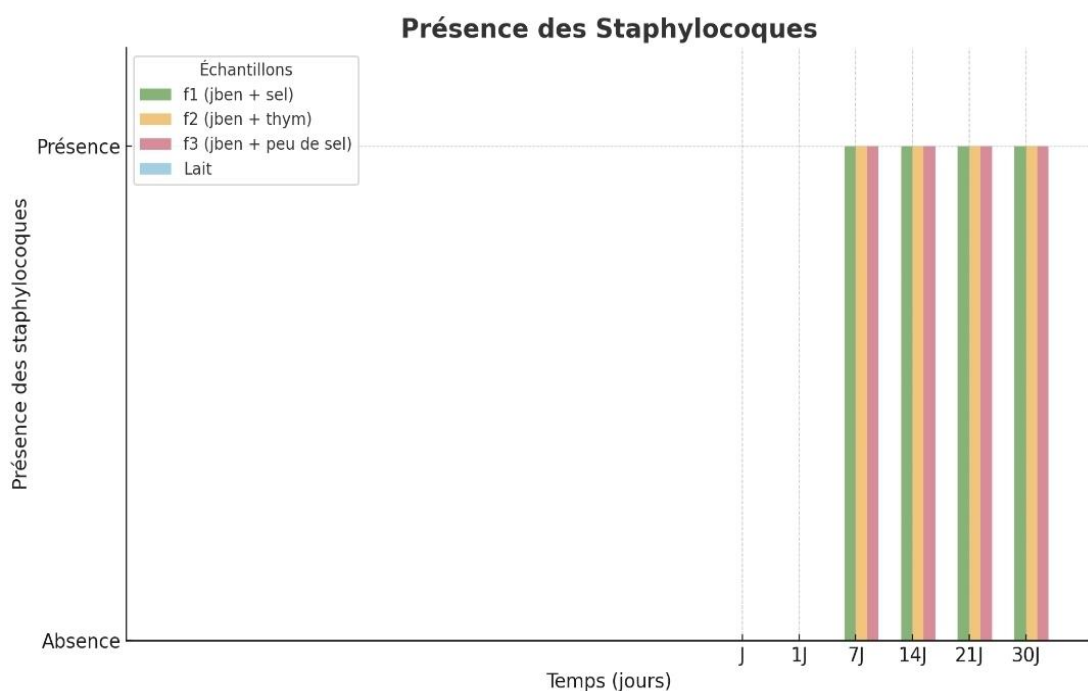


Figure 22: la présence des staphylocoques dans le lait et jben

Selon Dodd et Booth (2000), *Staphylococcus aureus* est considéré comme une bactérie pathogène majeure, responsable d'infections mammaires.

Ces infections entraînent une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait, ce qui provoque des altérations dans la composition du lait et du jben (Rainard et Poutrel, 1993).

Selon JORA (1998) *Staphylococcus aureus* doit être totalement absent dans les produits laitiers. Ainsi, nos résultats sont conformes à cette exigence réglementaire.

5.1.2.7. Salmonelles

L'analyse microbiologique de ce groupe pathogène n'a révélé aucune contamination dans le lait de vache, De manière générale, la détection des salmonelles dans le lait cru demeure difficile à réaliser (Affif *et al.*, 2008).

5.1.2.8 *Clostridium*s sulfite-réducteurs

L'analyse microbiologique de ce groupe pathogène n'a révélé aucune contamination ni dans le lait de vache, ni dans les échantillons du jben, ce qui est conforme à la réglementation algérienne (JORA, 2017).

Cependant, dans l'échantillon du jben numéro 3, après 14 jours de conservation (tableau 13 , figure 23), nous avons détecté la présence de *Clostridium* sp (figure 24).

Cette contamination n'a pas été observée dans le jben au thym, qui semble plus stable microbiologiquement.

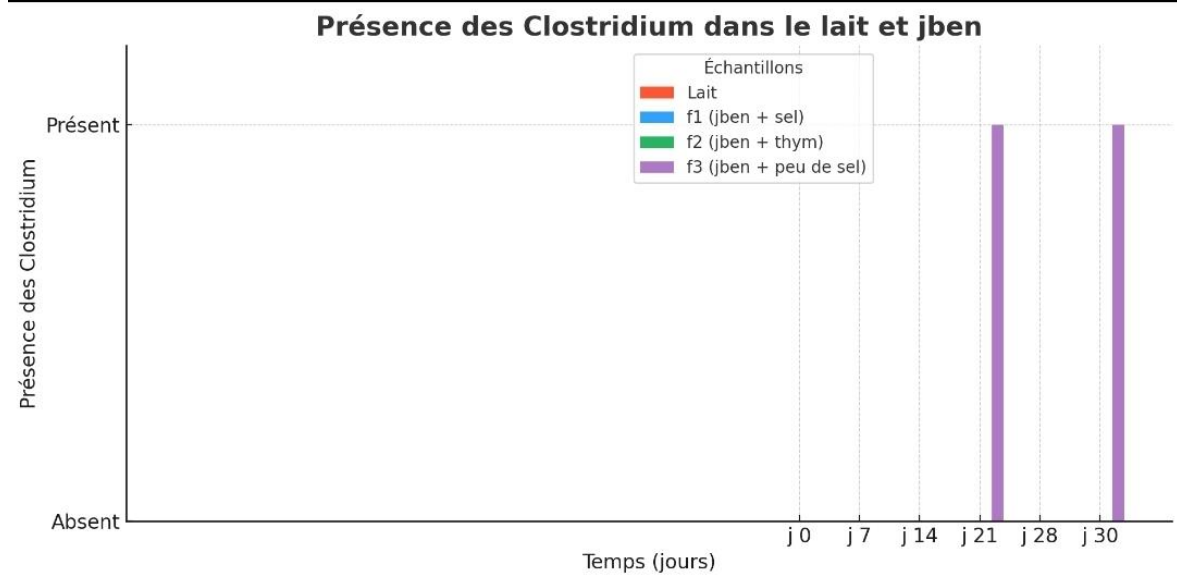


Figure 23 : la présence des *Clostridium* dans le lait et jben

Le lait cru de vache et les échantillons de fromage testés ne présentent pas une qualité microbiologique acceptable du point de vue hygiénique, ce qui pourrait être dû à une mauvaise santé des vaches dans les étables ou à une hygiène insuffisante lors de la traite, contrairement à Benzakour et al. (2009).



Figure 24: *Clostridium*s sulfite-réducteurs dans le milieu VF

5.1.2.9 Coliformes

a. Coliformes fécaux

Les résultats des analyses microbiologiques ont montré que la concentration en coliformes fécaux dans l'échantillon de lait est inférieure à $3,0 \times 10^2$ UFC/mL (tableau 13 figure 25), ce qui est conforme aux limites réglementaires fixées par le JORA (2017) ($\leq 5,0 \times 10^2$ UFC/mL).

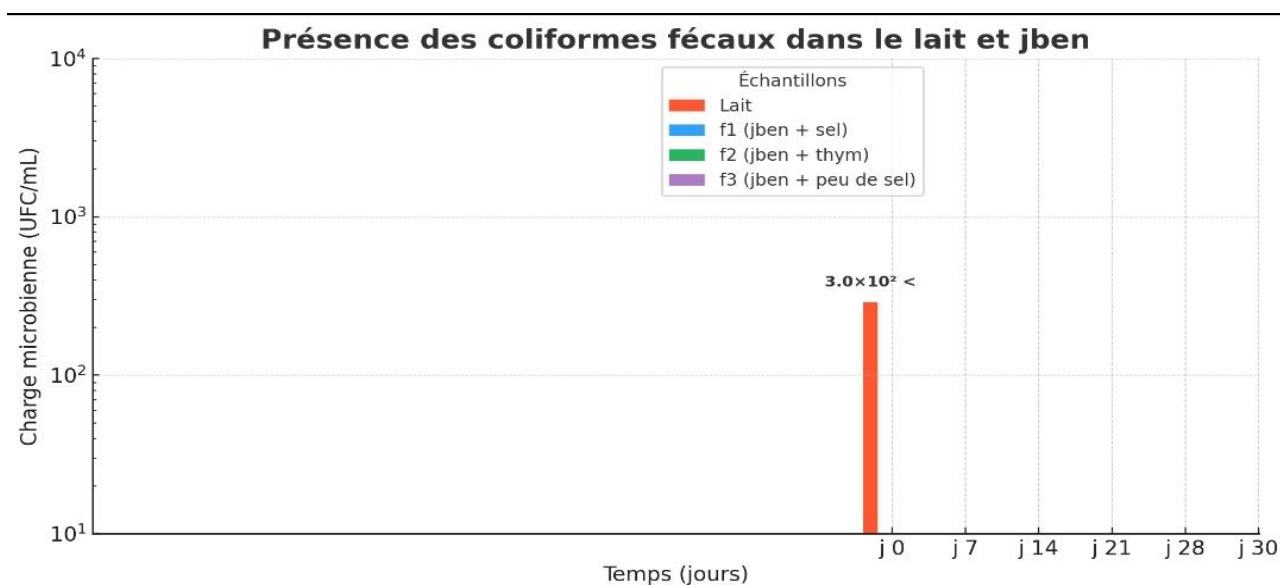


Figure 25 : les coliformes fécaux dans le lait et jben

En ce qui concerne les échantillons du fromage, les analyses ont révélé une absence totale de coliformes fécaux, indiquant l'absence de contamination d'origine fécale. Ainsi, l'ensemble des échantillons est conforme sur le plan microbiologique pour ce paramètre, et ne présente aucun risque sanitaire lié à une pollution fécale.

La présence de coliformes fécaux traduit une contamination fécale importante, qu'elle soit d'origine animale ou humaine (Benkerroum *et al.*, 2004).

En effet, les premiers jets du lait sont souvent les plus contaminés par des microorganismes potentiellement pathogènes, notamment en présence de mammites (Hamama, 2006).

b. Coliformes totaux

La présence des coliformes totaux (C.T) dans le lait et tous les échantillons du fromage, en particulier dans l'échantillon (F2) du fromage additionné du thym (tableau 13, figure 26), pourrait être due à une faible efficacité des composés antimicrobiens présents dans le thym, qui n'ont pas réussi à inhiber complètement la croissance d'*E. coli*, tandis que des concentrations plus élevées des extraits du thym se sont révélées plus efficaces contre les autres types de bactéries (Zhang *et al.*, 2008).

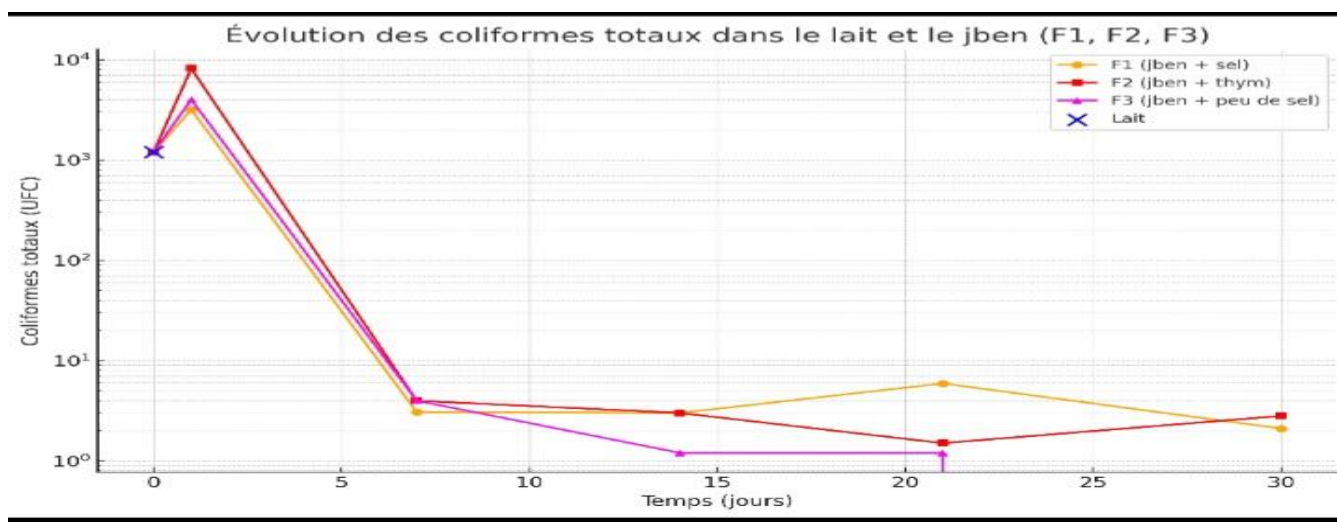


Figure 26: l'évolution des coliformes totaux dans le lait et jben

De plus, la présence d'une faible concentration de coliformes fécaux (C.F) dans F2, de l'ordre de $1,5 \times 10^5$ UFC/mL (tableau 13), pourrait être attribuée à une contamination fécale de la matière première ou à une faible concentration des substances actives dans le thym ajouté.

Les coliformes totaux sont présents dans tous les échantillons, avec un taux plus élevé que celui des coliformes fécaux. En comparant nos résultats avec ceux du jben marocain décrits par Rhiat (2011), nos valeurs sont inférieures.

Les coliformes totaux étaient présents en grand nombre dans tous les échantillons du lait, et dans quelques échantillons du jben, ce qui reflète une hygiène défectueuse lors des conditions de production du lait.

Selon Magnusson et al. (2007), la présence des coliformes témoigne d'un manque d'hygiène au niveau de l'environnement des animaux, pendant la traite ainsi que durant le stockage et la conservation du lait.

5.1.3. Qualité organoleptique

Trois échantillons de fromage ont été présentés à un panel de 20 dégustateurs. Chaque échantillon se distingue par un ingrédient spécifique (sel ou thym). Après la dégustation, les panelistes ont donné leur avis selon plusieurs critères organoleptiques. Les avis de la majorité des dégustateurs étaient comme suit :

Tableau 14: Résultats des avis de la majorité des dégustateurs

Les paramètres organoleptiques	Échantillon 1 : Fromage avec sel	Échantillon 2 : Fromage avec thym	Échantillon 3 : Fromage avec peu de sel
Couleur	Blanc légèrement jaunâtre, uniforme et attrayant.	Blanc avec des traces vertes visibles de thym, apparence attrayante	Blanc légèrement terne, moins attrayant que les deux autres échantillons.
Aspect homogène	Texture ferme et cohérente, sans séparation des composants.	. Très bon, texture restée cohérente malgré la présence de thym	Moyennement uniforme, avec quelques légères cassures dans la texture.
Aspect grumeleux	Presque inexistant, surface lisse.	Légèrement perceptible à certains endroits à cause du thym, mais non gênant.	Assez visible, texture moins lisse
Odeur	Odeur lactique naturelle, distincte mais non dérangeante.	Arôme agréable, mélange harmonieux entre l'odeur du fromage et celle du thym.	Faible, presque neutre, moins marquée.
Acidité	Équilibrée, n'altère pas la saveur générale	Légère, adaptée à la saveur aromatique.	Relativement élevée, compensant en partie le manque de sel.
Salinité	Modérée et appropriée, renforce le goût global.	Modérée, bien équilibrée avec le goût du thym.	Faible, plusieurs dégustateurs ont noté un manque de saveur.
Arrière-goût	Saveur douce qui reste en bouche, sans amertume.	Goût de thym prononcé et persistant, très apprécié.	Très discret, peu persistant

➤ **Échantillon 1 : Fromage avec sel**

C'est un produit traditionnel satisfaisant, apprécié par la majorité des membres du panel grâce à son bon équilibre et son caractère classique.

➤ **Échantillon 2 : Fromage avec thym**

Très apprécié par la majorité du panel, surtout pour son originalité et sa saveur distinctive. Considéré comme le meilleur en termes de goût et d'innovation.

➤ **Échantillon 3 : Fromage avec peu de sel**

Acceptable pour ceux qui préfèrent les produits faibles en sel, mais jugé globalement moins savoureux que les autres échantillons.

Selon les avis du panel de dégustation, l'échantillon F2, le fromage au thym, a obtenu la meilleure évaluation grâce à un bon équilibre entre la saveur et l'arôme, ainsi qu'une touche originale apportée par le thym. L'échantillon F1, le fromage salé à teneur normale en sel, a été jugé très satisfaisant par la majorité des dégustateurs, représentant un choix classique et bien équilibré.

En revanche, l'échantillon F3, le fromage à faible teneur en sel, a reçu l'évaluation la plus basse en termes de goût. Toutefois, il peut être considéré comme une option plus saine, adaptée à certains consommateurs qui préfèrent des produits moins salés.

5.2 Discussion générale

Les résultats de cette étude révèlent une variabilité notable de la qualité du lait cru et du fromage frais, tant d'un échantillon à un autre que selon la durée de conservation, notamment après l'ajout d'additifs tels que le sel, le thym ou une faible teneur en sel.

Les analyses physico-chimiques ont montré une conformité avec les normes et étaient adaptées à l'état frais du lait cru selon Alais (1984). Le pH du lait était d'environ 6,8, tandis que les valeurs de pH pour le fromage frais variaient entre 5,2, 5,6 et 5,8.

En ce qui concerne l'acidité, celle du lait était d'environ 25°D, alors que l'acidité du fromage frais variait entre 66 et 81°D, avec une moyenne autour de 75°D. Cette variation reflète l'impact des différents additifs, des méthodes de préparation du fromage, de la durée de conservation ainsi que du type d'alimentation des animaux (Ouahghiri, 2009).

Il existe une relation inverse claire entre le pH et l'acidité, ce qui influence directement le goût et la qualité finale du produit. Le pH et l'acidité sont influencés par la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions (Alais, 1984).

Selon Mathieu (1998), le pH varie en fonction de la composition du lait ; une concentration élevée en substances acides telles que les protéines, les anions phosphates, le citrate ou l'acide lactique est associée à un pH faible.

De nombreuses sortes de micro-organismes peuvent contaminer le lait, notamment les bactéries, les moisissures et les levures. Le type et la quantité de ces contaminants dépendent à la fois de l'état sanitaire de l'animal et des conditions d'hygiène durant la traite, la collecte et le stockage du lait, en particulier la température. Un lait est dit faiblement contaminé s'il contient seulement quelques centaines à quelques milliers de germes par millilitre. En revanche, un lait fortement contaminé peut renfermer plusieurs centaines de milliers, voire plusieurs millions de germes par millilitre.

Parmi les micro-organismes contaminant le lait, les bactéries sont les plus présentes.

Elles influencent directement la qualité hygiénique du lait, ainsi que sa capacité à être conservé ou transformé. Les conditions d'affinage et de stockage jouent également un rôle important en orientant le développement de la flore microbienne. La détection de micro-organismes indicateurs d'une contamination d'origine fécale permet d'évaluer l'état sanitaire du produit. Même en faible quantité, leur présence reflète une hygiène insuffisante lors de la traite ou du transport (**Labioui et al., 2009**).

Les fromages analysés dans le cadre de notre étude présentent une charge bactérienne relativement élevée. Cela pourrait s'expliquer par la qualité microbiologique du lait cru utilisé. Ce niveau élevé de contamination est souvent dû à un manque d'hygiène lors des différentes étapes de fabrication, à la manipulation humaine, ainsi qu'à l'état du matériel utilisé (**Hamama, 1989**). Par ailleurs, cette contamination peut également être liée à la rétention physique des micro-organismes dans le caillé et à leur multiplication pendant les phases de coagulation et d'égouttage du lactosérum (**Mikulec et Jovanovic, 2005**).

La flore totale est considérée comme un indicateur global de la qualité d'un produit. Elle reflète les conditions de production, notamment les pratiques d'hygiène appliquées lors de la réception du lait et de sa transformation. Les résultats obtenus montrent une charge microbienne très élevée. Cette situation s'explique par le manque d'hygiène durant la transformation. Ce problème est accentué par l'environnement global dans lequel se déroule cette activité : propreté insuffisante des sols, des récipients, des ustensiles et de la vaisselle utilisée (**Ouadghiri et al., 2009**).

Cependant, le taux de la flore totale varie d'un fromage à l'autre ainsi que dans le lait, ce qui pourrait être dû aux différences dans les conditions de fabrication, la composition, et la qualité des matières premières utilisées.

Dans cette étude, le nombre de coliformes recensés dans le lait est élevé, tandis que dans le jben, il varie d'un échantillon à l'autre. Nous avons constaté que trois des

échantillons analysés présentent des charges en coliformes totaux comprises entre $3,0 \times 10^2$ et $1,5 \times 10^4$ UFC/ml, et des coliformes fécaux variant entre 0 et $< 3,0 \times 10^2$ UFC/ml. Selon le tableau 13, les résultats les plus faibles ont été enregistrés pour les deux échantillons du jben additionnés du thym (F2) et du sel (F1). En revanche, une concentration nettement plus élevée de ces bactéries a été observée dans l'échantillon contenant peu de sel (F3).

Nos analyses microbiologiques confirment l'absence de coliformes fécaux dans la majorité des échantillons analysés, à l'exception du lait de vache, où un niveau très élevé a été enregistré.

La présence de streptocoques dans l'ensemble des échantillons analysés indique une contamination d'origine fécale.

Tous les échantillons analysés ont révélé l'absence de *Staphylococcus aureus* durant les 7 premiers jours. Nos résultats sont en accord avec ceux de Hamama (1992), qui a également obtenu un résultat négatif lors de la recherche de cette bactérie pathogène. Cependant, après 7 jours, la présence de *S. aureus* a été détectée.

Le dénombrement des champignons sur milieu Sabouraud, effectué sur le lait et les échantillons du jben, a révélé la présence de levures et de moisissures avec des valeurs estimées relativement élevées. Ce résultat pourrait s'expliquer par une contamination extérieure ainsi qu'une hygiène insuffisante du matériel utilisé.

Pour limiter les infections bactériennes, notamment les bactéries toxiques comme *Staphylococcus aureus*, il est essentiel de respecter des protocoles stricts d'hygiène et de désinfection au sein des laboratoires. Les surfaces et le matériel doivent être régulièrement désinfectés à l'aide de produits efficaces tels que l'éthanol ou l'eau de Javel, tandis que les instruments réutilisables doivent être stérilisés à l'autoclave. Il est également crucial de contrôler la température et l'humidité du laboratoire afin d'empêcher la prolifération microbienne, et de conserver les échantillons à une température réfrigérée ne dépassant pas 4 °C. L'utilisation d'équipements de protection individuelle, tels que les gants et les

masques, ainsi que l'évitement de toute contamination croisée entre les échantillons, sont également indispensables. En outre, il est recommandé d'employer des milieux de culture sélectifs pour isoler avec précision les différentes espèces bactériennes, et de réaliser des contrôles réguliers afin d'assurer la qualité de l'environnement de travail. Le respect de ces mesures permet de réduire efficacement les risques de contamination bactérienne et de garantir des résultats fiables et sécurisés.

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par la FAO, qui fixe les normes à 10^8 UFC/ml pour les levures et 10^6 UFC/ml pour les moisissures.

Après l'ajout de certaines substances naturelles telles que le sel et le thym, une réduction du nombre de germes altérant a été observée dans nos échantillons du jben. Bien que cette diminution reste modérée, ces substances ont montré une activité antimicrobienne notable, en particulier contre certaines bactéries telles que les bactéries sporulées, les entérobactéries et les coliformes totaux.

En conclusion, le thym et le sel se sont révélés être des agents actifs contre les bactéries pathogènes. De plus, le thym a exercé un effet antibactérien significatif, en réduisant notablement la présence de *Clostridium* par rapport aux autres substances ajoutées.

Conclusion

Conclusion

La qualité physico-chimique et bactériologique du lait de vache demeure instable en raison de plusieurs facteurs, notamment l'alimentation des bovins, le manque d'hygiène, la race de l'animal et la saison. Ces éléments influencent fortement la qualité du lait. Le jben est souvent préparé de manière artisanale ou traditionnelle à partir de lait cru de vache, du chèvre ou du brebis. Il peut être consommé frais, ou bien on y ajoute du sel, du thym ou d'autres ingrédients, soit pour en améliorer le goût, soit pour en assurer une meilleure conservation.

Ce travail avait pour objectif d'analyser un fromage frais élaboré de manière traditionnelle à partir du lait de vache, et de comparer l'effet de différentes substances d'affinage (sel, thym, faible teneur en sel) sur la qualité microbiologique du fromage.

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que le lait est conforme aux normes, tandis que le fromage ne respecte pas les exigences réglementaires.

Vingt-quatre heures après la préparation du fromage, des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été de nouveau réalisées. Ces tests avaient pour but de détecter les différentes microflore d'altération présentes dans le produit, notamment la flore totale, la flore lactique, les coliformes totaux et fécaux, les staphylocoques, les salmonelles, les bactéries sporulées, les streptocoques, les entérobactéries, ainsi que les levures et moisissures.

L'objectif était également d'évaluer le rôle protecteur des substances naturelles utilisées dans l'affinage, telles que le sel et le thym, et de déterminer laquelle de ces substances s'est révélée la plus efficace pour préserver la qualité microbiologique du fromage.

Après 7 jours de conservation à 4°C, une augmentation des bactéries lactiques a été observée dans le fromage contenant du thym, par rapport à celui analysé le premier jour de

sa préparation.

L'absence de flore pathogène, notamment la *Salmonelle* et les *Clostridium* sulfitoréducteurs, constitue un indicateur positif de la qualité hygiénique du fromage étudié dans le cadre de notre travail. La présence de flore pathogène, en particulier les *Staphylococcus*, constitue un indicateur défavorable de la qualité hygiénique du fromage analysé dans le cadre de notre étude.

Dans le but d'améliorer la qualité de ce fromage, plusieurs pistes peuvent être envisagées :

- Introduire des souches probiotiques pour enrichir la flore bénéfique et renforcer la sécurité microbiologique du fromage .
- Utiliser des extraits de plantes naturelles antimicrobiennes (romarin, thym, ail...) pour prolonger la durée de conservation du produit .
- Faire le test de toxicité pour évaluer l'efficacité réelle des substances naturelles utilisées
- Collaborer avec des centres de recherche pour bénéficier d'un appui scientifique dans l'amélioration continue de la qualité .
- Organiser des formations pour les producteurs artisanaux, afin de renforcer leurs compétences en matière d'hygiène et de technologies de production.

Référence

I. Références bibliographiques

Abdelaziz S., Ait Kaci F. (1992). Contribution à l'étude physico-chimique et microbiologique d'un fromage traditionnel algérien fabriqué à partir du lait de chèvre le "Jben". (Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie). Institut national agronomique d'El Harrach, Université El Harrach, Alger.

Abid Z. (2015). Étude de l'activité antimicrobienne des souches de bactéries lactiques isolées d'un produit laitier traditionnel Algérien « Jben ». (Mémoire de master). Université Abou Bekr Belgaid.

Aissaoui Zitoun O., Benattalah L., Ghennam E.H. Zidoune M.N. (2011). Manufacture and characteristics of the traditional Algerian ripened Bouhezza cheese. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9 (2), 196–100.

Alais C. (1975). Sciences du lait: Principes des techniques laitières. Sepsac.

Alais C. (1984). Sciences du lait: Principes de techniques laitières (3e éd.). Publicité France.

Alais C., Linden G., & Miclo L. (2008). Biochimie alimentaire (6e éd.). Dunod.

Amimour M. (2019). Essais d'optimisation des procédés de fabrication des fromages traditionnels de qualité (J'ben). (Thèse de doctorat d'état). Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem.

Amri R., & Deboub H. (2019). Etude physico-chimiques et microbiologiques des quelques types des fromages traditionnels fabriqués à partir du lait de chèvre. (Mémoire de master). Université Echahid Hamma Lakhdar, El Oued.

Arous R., & Kadoun I. (2018). Caractérisation et étude comparative entre le Djben traditionnel et le fromage industriel (vache qui rit). (Mémoire de master). Université de Blida 1.

Bacic B., Jackson H., & Clegg L. F. L. (1968). Distribution of bacteria in milk drawn directly from the cow's udder. *Journal of Dairy Science*, 51, 47–49.

Badis A., Guetrani D., Moussa-Boudjema B., Henni D. E., & Kihal M. (2004). Identification and technological properties of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk of four Algerian races. *Food Microbiology*, 21(5), 579–588.

- Badis A., Laouabdia-Sellami N., Guetarni D., Kihal M., & Ouzrout R. (2005).** Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locales “Arabia et kabyle”. *Sciences et Technologie*, 23, 30–37.
- Benkerroum N., & Tamime A. Y. (2004).** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Lben, Jben and Smen) to small industrial scale. *Food Microbiology*, 21(4), 399–413.
- Beresford T. P., Fitzsimons N. A., Brennan N. L., & Cogan T. M. (2001).** Recent advances in cheese microbiology. *International Dairy Journal*, 11(4–7), 259–274.
- Boutonnier J.-L. (2012). Fabrication du fromage fondu. In *Techniques de l’Ingénieur (F6310)*. Paris-France.
- Carr F.-J., Chill D., & Maida N. (2002).** The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey. *Critical Reviews in Microbiology*, 28(4), 281–370.
- Chamba J.-F. (2008).** Applications des bactéries lactiques lors des fabrications fromagères. In G. Corrieu & F. M. Luquet (Eds.), *Bactéries lactiques: De la génétique aux ferments*. Lavoisier.
- Chamba J.-F. (2008).** Les fromages frais: Fabrication et caractéristiques microbiologiques. In CNIEL (Ed.), *Les produits laitiers*. Éditions du CNIEL.
- CIPC Lait Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles. (2011).** Avis relatif à la définition et aux méthodes d’analyse de l’acidité du lait n°2011-02.
- Codex Alimentarius Commission. (1978).** General standard for cheese: CODEX STAN 283-1978 (Adopted in 1973 as CODEX STAN A-6-1973; revised in 1999; amended in 2006, 2008, 2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization.
- Codex Alimentarius. (1999/2022).** Norme générale pour l’utilisation de termes de laiterie (CXS 206-1999). FAO/OMS.
- David B., & Forte J. (1998).** Les fromages: Origine, types et fabrications. Éditions France Agricole.
- Desmaures N., Opportune W., & Guéguen M. (1997).** Lactococcus spp. yeasts and Pseudomonas spp. on teats and udders of milking cows as potential sources of milk contamination. *International Dairy Journal*, 7(9), 643–646.

Dillon J. C. (2008). Place du lait dans l'alimentation humaine en région chaude. Edition A. P.G (Agro Paris Tech).

DiversiFERM, APAQ-W. (2014). À propos du lait cru...
Djoughri K., & Madani S. (2015). Etude microbiologique d'un produit laitier fermenté traditionnel (J'ben): isolement et identification des bactéries lactiques. (Mémoire de master). Université Kasdi Merbah.

Doyel T. C., Hansen J. E., & Reisleve. (2001). Tryptophan fluorescence of yeast action resolved via conserved mutations. *Biophysical Journal*, 80(1), 427–434.

Eck A. (1984). Le fromage (2e éd.). Éditions Technique et Documentation – Lavoisier.

Eck A. (1986). Le fromage. Éditions Technique et Documentation – Lavoisier.

Eck A., & Gillis J. C. (2006). Le fromage (3e éd.). Tec & Doc, Lavoisier.

F.A.O. (1998). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. (Alimentation et nutrition, No. 28). Rome, Italie: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

FAO. (1990). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. (Collection FAO/Alimentation et nutrition, No. 23).

FAO. (1995). Classification des fromages en fonction de leur consistance, de leur teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. (Collection FAO Alimentation et nutrition, No. 28).

FAO. (2002). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine: Chapitre 5: laits fermentés. (Collection FAO/Alimentation et nutrition, No. 28).

FAO. (2010). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine - laits de consommation.

FAO. (2025). La composition du lait. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

- FAO/OMS. (1987).** Codex Alimentarius: Normes pour les fromages. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- FAO/WHO. (2001).** Norme pour les fromages affinés à pâte molle (CODEX STAN A-6-1973). Codex Alimentarius.
- Fguiri I., Ziadi M., Atigui M., Ayeb N., Arroum S., Assadi M., & Khorchani T. (2016).** Isolation and characterisation of lactic acid bacteria strains from raw camel milk for potential use in the production of fermented Tunisian dairy products. *International Journal of Dairy Technology*, 79(1), 103–113.
- Fox P. F., Guinee T. P., Cogan T. M., & Mcsweeney P. L. H. (2000).** Fundamentals of cheese science. Aspen Publishers Inc.
- Fox P. F., & McSweeney P. L. H. (2004).** Cheese: Chemistry, physics and microbiology (3rd ed., Vol. 1–2). Elsevier Academic Press.
- Frédot A. (2005).** Le lait: composition et qualité nutritionnelle. Éditions Quae.
- Fredot E. (2009).** Connaissance des aliments: bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Lavoisier.
- Goursaud J. (1985).** Composition et propriétés physico-chimiques. In *Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1: Les laits de la mamelle à la laitière.*
- Guiraud J.-P. (1998).** Rôle des micro-organismes dans l'alimentation animale. *Revue de Microbiologie Appliquée*, 29(4), 215–230.
- Guiraud J. P. (2003).** Microbiologie Alimentaire. DUNOD.
- Hamama A. (1989).** Qualité bactériologique des fromages frais marocains. *Options Méditerranéennes-Série Séminaires*, 6, 223–227.
- Hamama A. (1995).** The significance of pathogenic microorganisms in raw milk. *Trends in Food Science & Technology*, 6(5), 171–172.
- Hayaloglu A. A., Guvena M., & Fox P. F. (2002).** Microbiological, Biochemical and Technological properties of Turkish white cheese 'Beyaz Peynir'. *International Dairy Journal*,

12(7), 635–648.

Hutkins R.-W. (2006). Microbiology and Technology of Fermented Foods. IFT Press series, Blackwell Publishing.

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

Jamet E. (2009). Les bactéries lactiques: une composante de l'écosystème microbien des fromages. In D. J. Drider & H. Prévost (Eds.), *Bactéries lactiques*. Economica.

Jaouen C. L., & Mouillot M. (1985). Fromage a partir de lait de chèvre. In F. M. Luquet (Eds.), *Laits et produits laitiers vache brebis chèvre*. Tec et Doc, Lavoisier.

J.O.R.A. (2017, juillet 2). Arrêté 04 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaire. *Journal Officiel de la République Algérienne*, n°39, 13–14.

Kediri N., & Abderrahim R. (2019). Evaluation de la qualité microbiologique de quelques échantillons du fromage traditionnel (type jben) commercialisé dans la ville de Djelfa. (Mémoire de master). Université Ziane Achour, Djelfa.

Konte M. (1999). Le lait et les produits laitiers: Développement de systèmes de production intensive en Afrique de l'Ouest. ISRA/UPV-LNERV.

Luquet F. M. (1985). Laits et produits laitiers: vache, brebis, chevre. (Vol. 1–3). Editions Techniques et Documentation.

Luquet F.-M. (1986). Les bactéries lactiques. In F.-M. Luquet (Éd.), *Le lait et les produits laitiers* (Tome 3, pp. 343–407). Éditions Techniques et Documentation.

Luquet F. (1997). La lactofermentation. *Revue*, 6, 25–32.
Mahaut M., Jeantet R., & Brule G. (2000). *Initiation à la technologie fromagère: Technique et documentation*. EN6636.

Mahaut M., Jeunet R., & Brule G. (2000). Les fromages. Lavoisier – Tec & Doc.

Mahaut M., Jeantet R., Schak P., & Brul G. (2000). Les produits laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier.

- Majdi A. (2009).** les fromages AOP et IGP. In Séminaire sur les fromages AOP et IGP. INT-Ingénieur agronomie.
- Majdi H. (2009).** Étude des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des fromages frais traditionnels fabriqués en Algérie. (Mémoire de Master). Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen.
- Martinez J. (2009).** Les fromages à pâte pressée: Techniques de fabrication et affinage. (Mémoire de master non publié). Université fictive.
- Martinez V. (2009).** Groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition (GEMRCN) (Decision No. 2009-03).
- Mathieu J. (1998).** Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec & Doc: Lavoisier.
- Mathieu J. (1998).** Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc.
- Mathieu J. (1998).** Initiation à la physicochimie du lait. Lavoisier Tec & Doc.
- Mathieu H. (1985).** Modification du lait après récolte. In F. M. Luquet (Ed.), Lait et produits laitiers: Vaches, brebis, chèvres (Tome 1). Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier.
- Mdahou A. (2017).** Étude des caractéristiques des fromages à pâte molle: texture, composition et affinage. (Mémoire de master non publié). Université fictive.
- Mechai L., Benalia H., & Touzi A. (2014).** Étude microbiologique et physico-chimique du Jben, fromage traditionnel algérien. (Mémoire de Master). Université Frères Mentouri - Constantine 1.
- Meghoufel N. (2019).** Etude de la diversité taxinomique et technologique des bactéries lactiques isolées au cours de la production de Jben et approche moléculaire de leurs interactions au microcosme fromager. (Thèse de doctorat d'état). Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem.

- Monsallier F., Verdier-Metz I., Chanal J., Delbès C., Gagne G., & Montel M. C. (2009, juin 3).** Le trayon est-il une source de diversité microbienne du lait? Journée de Restitution de l'UMT Trèfle, Aurillac.
- Nouani A., Dako E., Morsli A., Belhamiche N., Belbraouet S., Bellal M., & Dadie A. (2009).** Characterization of purified coagulant extract from artichoke flower (*Cynara scolymus*) and from the fig tree latex (*ficus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheese in Algeria. *Journal of Food Technology*, 7(1), 20–29.
- Pillet M. R., Magras C., & Federighi M. (2005).** Bactéries lactiques. In M. Federighi (Eds.), *Bactériologie alimentaire*. Economica.
- Prescott L. M., Harley J. P., & Klein D. A. (2003).** *Microbiologie* (2e éd. française). de Boeck.
- Raynal K., & Remeuf F. (2000).** Effect of storage of 4 degrees C on the psychochemical and renneting properties of milk: a comparison of caprine, ovine and bovine milks. *Journal of Dairy Research*, 67(2), 199–207.
- Refay R. M., Abushady H. M., Amer S. A., & Mailam M. A. (2020).** Determination of bacteriocin-encoding genes of lactic acid bacteria isolated from traditional dairy products of Luxor province, Egypt. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 6(1), 2–14.
- Rosset R. (2001).** Croissance microbienne et froid: Etude du cas particulier de *Listeria monocytogenes*. *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, 185(2), 287–300.
- Ross R. P., Morgan S., & Hill C. (2002).** Preservation and fermentation: Past, present and future. *International Journal of Food Microbiology*, 79(1–2), 3–16.
- Salama M. S., Masafija-Jeknic, T., Sandine W. E., & Giovannoni S. J. (1995).** An ecological study of lactic acid bacteria isolation of new strains of *Lactococcus* including *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. *Journal of Dairy Science*, 78(5), 1004–1017.
- Savadogo A., & Traore A. (2011).** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(5), 2057–2075.

- St-Gelais D., & Tirard-Collet P. (2002).** Fromage. In C. Lapoint-Vignola (Ed.), Science et technologie du lait: Transformation du lait (pp. 349–412). Presses Internationales, polytechniques.
- Sutherland J. P., & Varnam A. H. (2001).** Influence of micro-organisms on milk quality and production yield. *Journal of Dairy Science*, 84(5), 1234–1241.
- Tavares W. P. S. (2021).** Physico-chemical and sensory characteristics of cow's milk cheese produced in São Jorge - Cape Verde. *Revista Brasileira de Estudos Africanos*, 4(8), 330.
- Thieulin G. (1955).** Contrôle vétérinaire de la production du lait. *Le Lait*, 35(349–350), 593–604.
- Thieulin G., & Vuillaume R. (1967).** *Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs.*
- Vierling E. (2001).** *Microbiologie et toxicologie des aliments (3e éd.).* Doin.
- Vierling E. (2003).** *Les corps gras. Aliments et boissons (Filières et produits) (3e éd.).* Doin.
- Vilain A.-C. (2010).** Qu'est-ce que le lait? *Revue française d'allergologie*, 50(2), 124–127.
- Vignola C. L., Michel J., & Paquin P. (2002).** *Science et technologie du lait: Transformation du lait.* Ed Lavoisier.
- Vignola C. L., Michel J. C., Paquin P., Moinneau M., Pouliot M., & Simpson R. (2002).** *Science et technologie du lait: Transformation du lait. Techniques et Documentation* Lavoisier.
- Walther B., Schmid A., Sieber R., & Wehrmuller K. (2008).** Cheese in nutrition and health. *Dairy Science and Technology*, 88(4), 389–405.
- Zhang X. Y., Zhao L., Jiang L., Dong M. L., & Ren F. Z. (2008).** The antimicrobial activity of donkey milk and its microflora changes during storage. *Food Control*, 19(12), 1191–1195.

II. Webographie

1. <https://hainaut-terredegouts.be/produit/fromage-a-pate-fraiche/>
2. <https://www.papillesetpupilles.fr/2015/05/quels-sont-les-fromages-a-pate-pressee-cuite.html/>
3. <https://laboxfromage.fr/blog/fromages-a-pate-molle/>
4. <https://www.silverson.fr/fr/mediatheque/rapports-dapplication/fabrication-de-fromage-fondu>

Annexes

Annexe 01:**Tableau15 :** Flores dénombrées et dilutions utilisées dans l'analyse microbiologique du jben

Flore	Dilution	Milieu de culture	Incubation	Ensemencement
Flore mésophile totale	10 ⁻⁴ , 10 ⁻⁵ , 10 ⁻⁶	PCA	30°C	En surface
Flore lactique	10 ⁻⁵ , 10 ⁻⁶	MRS	30°C	En profondeur
Coliformes totaux	10 ⁻¹ , 10 ⁻²	VRBL	37°C.	En surface
Coliformes fécaux	10 ⁻¹ , 10 ⁻²	VRBL	44°C.	En surface
Entérocoques	10 ⁻³ , 10 ⁻⁴	MAC KONKY	37°C	En profondeur
Champignons	10 ⁻² , 10 ⁻³	SABOURAUD	28°C	En surface
<i>S. Aureus</i>	10 ⁻¹ , 10 ⁻² , 10 ⁻³	CHAPMAN	37°C.	En surface
Streptocoques	10 ⁻¹ , 10 ⁻² , 10 ⁻³	ROTH liquid/ EVA LITSKY	28°C	En tube
<i>Clostridium sulfitoréducteurs</i>	10 ⁻¹ , 10 ⁻²	VF	37°C	En tube
<i>Salmonella sp</i>	10 ⁻¹ (pré-enrichissement). Eau peptone 37°C. En tube	Eau peptone	37°C	En tube

Annexe 02:**Dénombrement des germes totaux:**

$$N(\text{CFU} / \text{nm}) = \frac{\sum c}{(n1 + 0,1n2)d}$$

$\sum c$ = Nombre totale des colonies comptées dans les boites dont le nombre de colonies est compris entre 20 et 300.

VmL : Volume de solution déposée.

n1 : nombre de boites de Pétri comptées de la 1ère dilution

n2 : nombre de boites de Pétri comptées dans la seconde dilution.

d : facteur de dilution à partir duquel les 1er comptages ont été fait.

Annexe 03 :**Tableau 16 :** Le pH du lait cru de vache et du fromage jben

Le pH	24 heures	07 jours	14 jours	21 jours	30 jours
Le lait de vache	6 ,85	\	\	\	\
Jben + Sel	5,33	5 ,21	5 ,14	\	\
Jben + thym	6 ,24	5 ,88	5 ,44	5 ,64	5 ,94
Jben + peu du sel	6,02	5,40	5,29	5,57	6,12

Annexe 04 :**Tableau 17 :** Acidité du lait de vache cru et du fromage jben

Le pH	24 heures	07 jours	14 jours	21 jours	30 jours
Le lait de vache	25	\	\	\	\
Fromage 01	130	60	35		\
Fromage 02	140	40	30	30	90
Fromage 03	165	60	40	40	100

Annexe 05 :**Composition d'eau physiologie 9 /ml NaCl (g/l)**

NaCl 9g
 Eau distillée 1000 ml

Annexe 06 :**Les étapes de fabrication du jben**

Annexe 07 : La fiche de dégustation

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS - MOSTAGANEM
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
LABORATOIRE DE MICROBIOLOGIE

Date :/...../ 2025
Panéliste N° :
Sexe :
Age :
Fonction :

Fiche de dégustation

Critères organoleptiques	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Couleur			
Aspect homogène			
Aspect grumeleux			
Texture collante			
Odeur			
Acidité			
Salinité			
Arrière gout			

Les panelistes sont invités à noter les critères organoleptiques des fromages expérimentaux selon une échelle de notation variable de 0 à 10 (Voir tableau ci-dessous).

Echelle de Notation :

Echelle de Notation	0 – 1	2 – 3 - 4	5 - 6 - 7	8 – 9 – 10
Couleur	Non acceptable	Moins acceptable	Acceptable	Très acceptable
Aspect homogène	Non homogène	Moins homogène	Homogène	Très homogène
Aspect grumeleux	Très grumeleux	Grumeleux	Moins grumeleux	Non grumeleux
Odeur	Désagréable	Ordinaire	Agréable	Très agréable
Acidité	Très acide	Acide	Légèrement acide	Non acide
Salinité	Très salé	Salé	Légèrement salé	Non salé
Arrière gout	Très amère	Amère	Légèrement amère	Non amère
Texture collante	Très collante	Collante	Moins collante	Non collante

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة عبد الحميد بن باديس-مستغانم-
كلية علوم الطبيعة والحياة

تصريح شرفي خاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية
لإنجاز البحث

أنا الممضي أدناه،

الطالب(ة): **غالم إكرام** رقم التسجيل الجامعي: **202037031657**
الحامل لبطاقة التعريف الوطنية رقم: **110020984003080007** والصادرة
بتاريخ: **2021\09\29**

عن أولاد بوغالم_ مستغانم
المسجل بكلية علوم الطبيعة والحياة / قسم بيولوجيا
شعبة علوم بيولوجية/ التخصص ميكروبيولوجيا اساسية

والمكلف بإنجاز مذكرة ماستر بعنوان:

Essai d'optimisation des procédés de fabrication du fromage traditionnel
de qualité (jben)

أصرح بشرفي أنني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية ومعايير الأخلاقيات العلمية والنزاهة الأكاديمية المطلوبة في إنجاز البحث ، وأتحمل المسؤولية الشخصية عن كل المحتوى المتضمن في البحث المذكور أعلاه .

التاريخ: 30\06\2025

إمضاء المعني
غالم

* ملحق القرار الوزاري رقم 933 المؤرخ في 28 جويلية 2016 الذي يحدد القواعد المتعلقة بالوقاية من السرقة العلمية ومكافحتها.