

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn Badis
Mostaganem



جامعة عبد الحميد ابن باديس

مستغانم

Faculté des Sciences de la Nature et
de la Vie

كلية علوم الطبيعة والحياة

Département des Sciences Alimenta

Mémoire de fin d'études

Présenté par:

KADDOUR PACHA Saliha

Pour l'obtention du diplôme de

Master en Sciences Alimentaires

Spécialité: Production et transformation laitière

THÈME

**Optimisation du procédé d'affinage d'un fromage local
de type J'ben avec une flore lactique autochtone.**

Soutenu publiquement le 03/07/2025

Devant les membres du jury

Président	Dr DAHOU Abdelkader El Amine	Maître de conférences A	U. Mostaganem
Examinatrice	Dr. ALACHAHER Fatima Zohra	Maître de conférences B	U. Mostaganem
Encadreur	Dr. CHERRAD HAYAT	Maître de conférences B	U. Mostaganem

Travail réalisé au Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale

Année universitaire 2024-2025

Remerciement

*Avant tout, je rends grâce à **Dieu** Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires à la réalisation de ce travail.*

*J'exprime ma profonde gratitude à ma directrice de mémoire, **Dr CHERRAD Hayat**, pour sa disponibilité constante, sa générosité et ses conseils précieux qui m'ont accompagné tout au long de mes études et durant l'accomplissement de ce projet.*

*Je remercie également le président du jury **Dr DAHOU Abdelkader El Amine** ainsi que l'examinatrice **Dr. ALACHAHER Fatima Zohra**, pour avoir accepté d'évaluer et de juger mon travail avec bienveillance et professionnalisme.*

*Ma reconnaissance s'étend également à l'ensemble des membres du laboratoire des sciences et techniques de production animale de l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, et tout particulièrement à **M. BENHARRAT Noureddine**, pour sa gentillesse, sa disponibilité et son soutien précieux.*

Enfin, je remercie chaleureusement toutes les personnes, de près ou de loin, qui ont contribué, d'une manière ou d'une autre, à la réalisation de ce travail.

Qu'elles trouvent ici l'expression de ma sincère gratitude.

Dédicaces

*À la fin de mon projet, je remercie d'abord **ALLAH** qui m'a toujours aidée et m'a accordé le courage et la patience tout au long de mon parcours scolaire. Avec tous mes sentiments de respect et de reconnaissance, je dédie ce modeste mémoire à tous ceux qui me sont chers.*

*À mon paradis, à la prunelle de mes yeux, à la source de ma joie et de mon bonheur, ma lune et le fil d'espoir qui allume mon chemin, la première personne à croire en mes ambitions, à mon amour merveilleux et ma moitié, ma mère **BESAAD Maghnia**. Aucun mot ne saurait traduire la profondeur de l'amour et de l'affection que me ressens pour toi. Tu es bien plus qu'une mère, tu es mon phare de générosité et mon exemple de dévouement. Je te suis*

*reconnaissante pour chaque instant où tu as été là pour moi, sans jamais faillir. Merci pour ta présence rassurante et pour tous ces instants où ton amour inconditionnel a été ma plus grande force. À celui qui m'a fait une femme, ma source de vie, d'affection, à mon soutien constant et fidèle. Mon prince, mon père **KADDOUR PACHA Mohamed**.*

À mes chères sœurs: Zahia, Samira, Houria, Nesrine, Chaïma et Athmaniya, pour leur amour, leurs encouragements, leurs conseils et leur présence dans chaque étape de ma vie. À ma précieuse amie HADDAD Nabila, pour ton soutien sincère, ton écoute fidèle, et ton amitié inestimable.

*À mes chers professeurs, pour leurs enseignements précieux et rigoureux et leurs conseils avisés et Je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères à notre estimé professeur, **Dr. Dahou Abdelkader El Amine**, pour ses efforts et son aide précieuse qui nous ont permis d'achever ce travail de recherche.*

Ce travail est le fruit de vos efforts combinés, et je vous en suis profondément reconnaissante. Et à moi-même, pour ma patience, ma détermination et ma persévérance, me voilà aujourd'hui en train de conclure tout ce que j'ai vécu avec fierté et réussite. Cette dédicace exprime ma gratitude envers chacun d'entre vous, pour avoir enrichi ma vie par votre présence et votre amour.

Résumé

Ce travail démontre que l'utilisation de la flore lactique autochtone optimise l'affinage du fromage traditionnel J'ben, en améliorant ses qualités microbiologiques, physico-chimiques et sensorielles. Après 10 jours d'affinage, on observe une acidification progressive, marquée par une diminution du pH (de 4,78 à 3,99) et une augmentation de l'acidité titrable, favorisant la sécurité microbiologique et la stabilité du produit. L'humidité s'élève (jusqu'à 93,2 %), conférant au fromage une texture plus lisse, onctueuse et fondante, tout en préservant la teneur en protéines. Sur le plan microbiologique, une augmentation notable de la flore lactique a été constatée, notamment des espèces *Lactobacillus spp.* et *Lactococcus spp.*, jouant un rôle essentiel dans la fermentation, l'arôme et la maturation. L'analyse physico-chimique a montré aussi un enrichissement en matière sèche et une meilleure conservation des nutriments (azote protéique et azote soluble). L'évaluation sensorielle (7,74/10) a révélé une excellente acceptabilité, caractérisée par une saveur lactique équilibrée, une légère acidité et une texture crémeuse très appréciée. Ces résultats confirment l'importance d'utiliser des souches indigènes pour valoriser le savoir-faire artisanal, préserver l'authenticité du J'ben et garantir un produit

sain et de haute qualité, répondant aux attentes des consommateurs modernes. Ce travail ouvre la voie à des perspectives futures visant la sélection moléculaire des souches lactiques, l'étude des arômes volatils et le développement de modèles prédictifs pour un affinage maîtrisé

Mots-clés: Fromage J'ben, affinage, flore lactique autochtone, fermentation, acidification.

المخلص

يظهر هذا العمل أنّ استخدام الفلورا اللبنيّة المحليّة يساهم في تحسين عمليّة إنضاج جبن الجبن التقليدي، من خلال تحسين خصائصه الميكروبيولوجية، والفيزيوكيميائية، والحسية. بعد 10 أيام من الإنضاج، لوحظت حموضة تدريجية، تميزت بانخفاض في قيمة الـ (pH) من 78.4 إلى 99.3، مع زيادة في الحموضة العيارية، مما يعزز السلامة الميكروبية واستقرار المنتج. كما ارتفعت نسبة الرطوبة (حتى 2.93%)، مما منح الجبن قواماً أكثر نعومة وكرامية، مع الحفاظ على نسبة البروتينات والمركبات النيتروجينية. على الصعيد الميكروبيولوجي، سُجّلت زيادة ملحوظة في الفلورا اللبنيّة، خاصة أنواع *Lactobacillus spp.* و *Lactococcus spp.*، والتي تلعب دوراً أساسياً في التخمر، والنكهة، و عمليّة النضج. أظهرت التحاليل الفيزيوكيميائية كذلك إثراءً في المادة الجافة وتحسيناً في حفظ المغذيات (النيتروجين البروتيني والنيتروجين الذائب). أما التقييم الحسي (10/74.7) فقد أظهر قبولاً ممتازاً، تميز بنكهة لبنيّة متوازنة، وحموضة خفيفة، وقوام كريمي مرغوب جداً. تؤكد هذه النتائج أهمية استعمال السلالات المحليّة لدعم الحرفيّة التقليديّة، والحفاظ على أصالة جبن الجبن، وضمان منتج صحي وعالي الجودة يلبي تطلعات المستهلكين العصريين. كما يفتح هذا العمل آفاقاً مستقبلية واعدة، مثل التوصيف الجزيئي

للسلالات اللبنيّة، ودراسة المركبات العطرية، وتطوير نماذج تنبؤية لضبط وتحسين الإنضاج

الكلمات المفتاحية: جبن الجبن، الإنضاج، الفلورا اللبنيّة المحليّة، التخمر، الحموضة.

Abstract

This study demonstrates that using indigenous lactic acid flora optimizes the ripening process of traditional J'ben cheese by enhancing its microbiological, physicochemical, and sensory qualities. After 10 days of ripening, a progressive acidification was observed, marked by a decrease in pH (from 4.78 to 3.99) and an increase in titratable acidity, thus improving microbiological safety and product stability. Moisture content increased (up to 93.2%), giving the cheese a smoother, creamier, and more melt-in-the-mouth texture while maintaining its protein and nitrogenous content. On the microbiological level, a significant increase in lactic flora was observed, particularly *Lactobacillus spp.* and *Lactococcus spp.*, which play a key role in fermentation, flavor, and maturation. Physicochemical analyses also showed an enrichment in dry matter and better preservation of nutrients (protein nitrogen

and soluble nitrogen). The sensory evaluation (7.74/10) revealed excellent acceptability, characterized by a balanced lactic flavor, slight acidity, and a very creamy texture highly appreciated by tasters. These results highlight the importance of using indigenous strains to promote artisanal know-how, preserve the authenticity of J'ben, and ensure a healthy, highquality product that meets modern consumer expectations. This work also opens up promising future prospects, such as molecular selection of lactic strains, analysis of volatile aromatic compounds, and development of predictive models for controlled and consistent ripening.

Keywords: J'ben cheese, ripening, indigenous lactic flora, fermentation, acidification.

Table des matières

REMERCIEMENT

DÉDICACES RÉSUMÉ

المخلص

ABSTRACT

LISTE DES ABRÉVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ANNEXES

INTRODUCTION 1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I HISTORIQUE DU FROMAGE J'BEN

I. Historique du fromage J'ben 4

II. Flore lactique autochtone 5

II.1 Définition et caractérisation 5

II.2	Rôle dans l'élaboration des saveurs et textures	5
III.	Fromages de tradition algérienne	6
III.1	Variétés de fromages traditionnels algériens	7
III.2	Fromages frais	7
	III.2.1 Jben (Aguissi)	
	7
III.2.2	Ighounane	8
III.2.3	Aghoughlou	8
III.2.4	Mechouna "Chnina"	8
III.2.5	Oudiouan Oulli	9
III.3	Fromages à pâte molle affiné	9
III.3.1	J'ben Elgafs	9
III.3.2	Bouhezza	10
III.4	Fromages à pâte dure	11
III.4.1	Kemariya (Takemmérite)	11
III.4.2	Ioulsân "Aoules"	11
III.4.3	Klila	11
III.4.4	Takammart	12
III.5	Autres produits au titre du fromage	12
III.5.1	Tchoukou	13

III.5.2	Imadhghass (Medghissa, Zerrigua)	13
III.5.3	Ibakhbakhane	13
III.5.4	L'Adhghass	13
IV. L'affinage		14
IV.1	Impact des techniques d'affinage	14
IV.2	Amélioration des procédés d'affinage	15
IV.3	Opportunités d'amélioration	15

PARTIE EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES

	I. Cadre d'étude	18
	II. Méthodologie	18
II.1	Origine du fromage	18
II.2	Phase de salage	19
II.3	Élaboration de la saumure	19
II.4	Pasteurisation de la saumure	19
II.5	Refroidissement de la saumure	19
II.6	Salage du fromage J'ben	20
II.7	Observation de l'affinage	21
II.8	Analyses effectuées comprenaient	21
II.8.1	Analyses microbiologiques	21

II.8.2	Analyses physico-chimiques	21
II.8.3	Analyse sensorielle	21
II.9	Étude de la flore lactique indigène	22
II.9.1	Objectif de l'étude	22
II.9.1.1	Préparation de la solution mère et des dilutions décimales	22
	Homogénéisation:	22
II.9.1.3	Réalisation des dilutions:	23
II.9.2	Inoculation sur milieu de culture	23
II.9.3	Ensemencement en conditions aérobies	24
II.9.4	Isolement des colonies typiques	25
II.9.4.1	Sélection des colonies	25
II.9.4.2	Coloration de Gram	25
□	Examen au microscope optique	25
II.9.5	Identification des bactéries	26
II.9.5.1	Tests biochimiques	26
II.9.5.2	Test de catalase:	26
II.10	Analyses physico-chimiques et sensorielles	26
II.10.1	Mesure du pH	27
II.10.2	Teneur en matière sèche et humidité	28
II.10.3	Mesure de l'azote protéique et de l'azote soluble	28

II.11	Calcul du rendement	29
II.12	Conservation des isolats	30
II.13	Évaluations sensorielles	30
II.13.1	Panel de dégustateurs	30

CHAPITRE III RÉSULTATS ET DISCUSSION

I.	Appréciation de la qualité microbiologie du fromage 'Jben'	33
I.1	Dénombrement microbien	33
I.2	Examen macroscopique des colonies	34
II.	Suivi d'affinage	38
II.1	Appréciation de la qualité physique et chimique du fromage 'Jben'	38
II.1.1	pH	39
II.1.2	Acidité	39
II.1.3	Humidité	40
II.1.4	Extrait sec	40
II.1.5	Azote soluble	40
II.1.5.1	Azote protéique	41
II.2	Rendement technologique	41
II.3	Analyse sensorielle	42

CONCLUSION	45
------------	-------	----

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	43
-----------------------------	-------	----

Liste des abréviations

AFNOR: Association Française de Normalisation

°D: Degré Dornic (mesure de l'acidité)

F.I.L: Fédération Internationale de Laiterie

H: Humidité

J0: Jour 0 (début de l'affinage)

J10: Jour 10 (fin de l'affinage)

MRS: Milieu de culture de Man, Rogosa et Sharpe

MS: Matière sèche

NP: Azote protéique

NS: Azote soluble

PCA: Plate Count Agar (Milieu pour flore mésophile totale) **pH:**

Potentiel Hydrogène (mesure de l'acidité)

UFC: Unité Formant Colonie

Liste des tableaux Tableau 1:Résultats de la numération microbienne (UFC/g)..... 33

Tableau 2:L'observation morphologique des colonies 34

Tableau 3:Résultats des analyses physico-chimiques du fromage 'Jben' et lactosérum . 37

Tableau 4:analyse sensorielle du fromage j'ben affiné avec une flore lactique autochtone
..... 41

Liste des figures

Figure 1:Fromage jben après démoulage prêt pour l'Etat de salage	18
Figure 2:Contrôle de la température de la saumure lors de la pasteurisation à 85°C	19
Figure 3:Refroidissement de la saumure dans un réfrigérateur à4°C avant son application sur le fromage.	20
Figure 4:Fromage j'ben immergés dans la saumure pour l'étape de salage (15 à 20 min)	20
Figure 5:Appareil stomacher	23
Figure 6:Dilutions décimales successives des échantillons de fromage	24
Figure 7:Incubation des boîtes de pétri à 37°C	24
Figure 8: coloration de gram	25
Figure 9: Mesures du ph du fromage j'ben à l'aide d'un PH- mètre électronique	27
Figure 100: Détermination de l'acidité titrable	27
Figure 11 : <i>lactobacillus et lactococcus</i>	37
Figure 12 : Graphique qui présent récapitulatif des résultats des évaluations physico-chimique.	41
Liste des annexes	
Annexe 1:Composition des milieux de culture	53
Annexe 2:Normes de qualité hygiénique (FAO/OMS, 2019) et de conformité physico-chimique des laits (IDF, 2018)	54
Annexe 3: Fiche d'analyse sensorielle comparative des fromages (F.I.L 2018)	55

INTRODUCTION

Introduction

L'affinage joue un rôle crucial dans la production du fromage, en ayant un impact direct sur sa texture, son odeur et ses caractéristiques microbiologiques. Ce processus s'appuie sur des interactions complexes entre les micro-organismes présents de manière naturelle et les conditions environnementales favorisant la maturation. Concernant le fromage J'ben, qui est traditionnellement apprécié en Algérie, l'utilisation de cultures lactiques indigènes pourrait représenter un atout stratégique pour rehausser sa spécificité tout en assurant une qualité irréprochable. En incorporant ces souches particulières, on peut maintenir les propriétés organoleptiques distinctives de ce produit régional, tout en augmentant sa sécurité microbiologique et ses avantages nutritionnels (Leroy & De Vuyst, 2016).

L'utilisation de cultures lactiques autochtones dans le processus d'affinage des fromages traditionnels présente sans aucun doute des bénéfices notables, mais pose aussi de nombreux défis sur les plans technique et scientifique. Avant tout, il est essentiel de saisir les avantages concrets de ces microorganismes sur la qualité sensorielle et microbiologique du J'ben. Puis, déterminer les souches les plus appropriées à ce fromage est essentiel pour maximiser leur activité fermentaire et assurer des résultats constants. Pour garantir la stabilité du produit tout en préservant ses caractéristiques authentiques, il est essentiel de déterminer et de modifier les paramètres d'affinage, tels que la température, l'hygrométrie et le temps de maturation. Une administration efficace de ces composants pourrait considérablement rehausser la qualité du J'ben, tout en conservant son identité locale et en assurant un meilleur contrôle des processus de fermentation (Montel *et al.*, 2014).

Dans ce cadre, cette étude a pour objectif d'améliorer l'affinage du fromage j'ben en valorisant les flores autochtones du lait et en complétant par des bactéries lactiques spécifiques améliorer les propriétés organoleptiques.

Ce travail est structuré en deux grandes parties la partie bibliographique qui s'intéresse à l'intérêt de l'affinage et les différents fromages fabriqués en Algérie

La partie expérimentale qui précise le matériel utilisé et les méthodes suivies puis la présentation des résultats et leur discussion et ensuite la conclusion.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I
HISTORIQUE DU FROMAGE
J'BEN

I. Historique du fromage J'ben

Le J'ben est un fromage phare de la tradition gastronomique algérienne. Il trouve ses racines dans des techniques de production ancestrales, où il était fabriqué manuellement dans les habitations rurales à partir de lait non pasteurisé de brebis ou de chèvre. Cette expertise, transmise de génération en génération, s'appuie sur des méthodes simples mais performantes, qui permettent de convertir le lait en un fromage plein de goût et d'éléments nutritifs. (Benkerroum, 2008)

Dans les zones du Tell et du Haut-Plateau, le J'ben était traditionnellement affiné dans des conditions naturelles, sans une supervision rigoureuse des paramètres microbiologiques. Le lait était coagulé grâce à l'utilisation de présure naturelle, puis égoutté avant d'être salé et entreposé dans des contenants appropriés pour la maturation. Ce processus stimule la croissance de souches bactériennes indigènes qui ont un impact sur la texture et la saveur du produit fini. (Tamime & Robinson, 2007).

Grâce à l'industrialisation et aux progrès scientifiques dans le domaine de la technologie laitière, diverses méthodes modernes ont été mises en œuvre pour optimiser la qualité et la conservation du J'ben. L'un des changements majeurs notés au cours du temps est l'usage de cultures de départ qui visent à uniformiser le profil aromatique et assurer une stabilité hygiénique. L'ajustement des paramètres d'affinage, comme la température et l'humidité dans les caves d'affinage, a permis de perfectionner la texture et d'éviter l'apparition de moisissures non souhaitées. De même, l'optimisation du salage, incluant des variations dans la concentration et la technique d'application du sel, a permis une meilleure gestion de la maturation du fromage. (Fox *et al.*, 2000)

Ces progrès ont facilité la conservation de l'authenticité du J'ben tout en garantissant un meilleur contrôle de sa qualité, minimisant ainsi les fluctuations entre les lots faits à la main (Benkerroum, 2008). Cependant, en dépit de ces progrès, la normalisation du J'ben reste un challenge. Sa dimension traditionnelle se fonde sur des méthodes locales fortement inspirées par le terroir et la variété des flores lactiques qui y sont présentes. La gestion des fermentations naturelles est une question cruciale, étant donné qu'elle a un impact direct sur les caractéristiques organoleptiques du fromage. (El-Hadi *et al.*, 2019).

D'après Benkerroum (2008), une méthode qui fusionne les procédés contemporains et le savoir-faire artisanal serait parfaite pour maintenir un équilibre entre la qualité, la typicité et la sécurité alimentaire. Il est crucial de maintenir cette balance entre l'innovation et la sauvegarde des traditions pour assurer la durabilité de ce produit singulier du patrimoine algérien.

II. Flore lactique autochtone

II.1 Définition et caractérisation

Le terme « flore lactique autochtone » fait référence à toutes les bactéries qui se trouvent naturellement dans le lait cru et qui jouent un rôle essentiel dans la fermentation et l'affinage des fromages. À l'inverse des ferments industriels uniformisés, ces souches sont adaptées à leur milieu et à leur zone de production, ce qui donne aux fromages une caractéristique distincte et une variété microbienne spécifique à leur terroir.

Principalement, ces bactéries se classent dans les genres *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* et *Leuconostoc*, qui sont essentiels pour la conversion du lait en fromage. Plusieurs critères, tels que la composition du lait, le procédé de fabrication et les conditions d'affinage, influencent leur présence et leur diversité. Fox *et al.* (2017)

Ils mettent en évidence que ces souches indigènes ont un impact sur des critères clés comme l'acidification du lait, le développement de la texture et la stabilisation microbiologique du fromage.

L'examen de ces bactéries natives est essentiel pour saisir les processus de fermentation et choisir les souches les plus appropriées pour optimiser les méthodes d'affinage du J'ben. Une caractérisation minutieuse permet de déterminer les souches qui contribuent à la création des arômes et des textures propres à ce fromage traditionnel algérien.

II.2 Rôle dans l'élaboration des saveurs et textures

Plusieurs processus biochimiques sous-tendent l'influence des bactéries lactiques sur la saveur et la consistance du fromage. Ces microbes transforment les sucres présents dans le lait, principalement le lactose, en produisant des acides organiques tels que l'acide lactique. Cette dernière joue un rôle clé dans l'acidification et la stabilité du fromage.

De plus, durant la période d'affinage, ces bactéries jouent un rôle clé dans la conversion des protéines et des lipides, ce qui entraîne la libération de composés aromatiques indispensables tels que:

- Les acides gras libres, qui ont un impact sur la complexité aromatique du fromage.
- Les cétones et les esters, qui confèrent des nuances florales et fruitées.
- Les peptides et les acides aminés, qui amplifient la richesse des saveurs et contribuent à la texture crémeuse du fromage.

La recherche réalisée par Gobbetti *et al.* (2018) souligne l'importance de ces bactéries dans le développement des propriétés sensorielles du fromage au cours du processus d'affinage. L'interaction de ces micro-organismes avec les enzymes naturelles modifie la structure du J'ben, lui conférant une consistance plus molle et crémeuse au fil du temps.

Il est donc crucial de contrôler la composition de la flore lactique autochtone pour améliorer les qualités organoleptiques du J'ben. En stimulant la croissance de certaines souches et en modifiant les conditions d'affinage, on peut parvenir à un produit plus constant, doté d'arômes et d'une texture affinée tout en maintenant son caractère traditionnel.

III. Fromages de tradition algérienne

L'Algérie a une longue tradition de fabrication de fromage, chaque région ayant ses propres spécialités uniques façonnées par le climat, les variétés de lait employées et les techniques artisanales transmises de génération en génération. Ces fromages ne diffèrent pas seulement par leur texture et leur saveur, mais également par leur procédé d'affinage, ce qui les rend fondamentaux au patrimoine gastronomique local.

III.1 Variétés de fromages traditionnels algériens

En Algérie, il n'y a pas de système officiel de classification ou d'étiquetage pour les fromages artisanaux, garantissant leur conformité continue à un cahier des charges, sauf pour le fromage Bouhezza. Celui-ci est reconnu comme produit d'origine agricole (JORA, 2020), suite à la demande de l'association IMESSEENDA d'Oum El Bouaghi.

Selon Meribai *et al.* (2017), les noms de ces types de fromages et leurs techniques de production peuvent varier d'une région à une autre, en tenant compte de facteurs comme le processus de coagulation, la texture, l'affinage ou encore les critères technologiques selon Leksir *et al.* (2019). Cependant, le classement des fromages en fonction de leur teneur en eau,

Les standards de teneur en matières grasses et d'affinage sont établis conformément au Codex Stan (1978).

Effectivement, les fromages artisanaux se caractérisent par une diversité riche en bactéries technologiques, qui est influencée par l'exploitation, la région, les méthodes courantes et les procédés de fabrication (Ouadghiri, 2009). Il est indéniable que les fromages traditionnels algériens sont souvent négligés et peu recherchés, toutefois, ces dernières années, l'intérêt de la communauté scientifique pour ce sujet a été ravivé.

Selon les sources bibliographiques examinées, plusieurs fromages sont recensés dans diverses régions du pays, excepté le j'ben Elgafs qui, à ce jour, n'a pas été l'objet d'une recherche approfondie.

La majorité des fromages se classent parmi les fromages frais. On les connaît surtout pour la " Klila " et le " jben ". On les trouve dans tout le territoire algérien et même au Maghreb (Lahsaoui, 2009; Leksir et Chemam, 2015). Ces variétés de fromages peuvent être réparties comme suit:

III.2 Fromages frais

III.2.1 Jben (Aguissi)

Il s'agit d'un fromage frais consommé dans les régions pastorales rurales de toute la steppe (Mechai *et al.*, 2014). Il est élaboré à partir de lait cru de vache, de brebis ou de chèvre qui a été soumis à une acidification spontanée à température ambiante pendant 24 heures (Benkerroum et Tamine, 2004). En fonction des régions, le lait acidifié est coagulé soit par l'incorporation d'un agent coagulant d'origine végétale (Nouani, 2009) provenant des fleurs de cardon (*Cynara cardunculus*), d'une plante épineuse sauvage (*Cynarahumilis*), d'artichaut (*Cynara scolymus*) ou de graines de courge. Il s'agit de présure animale, c'est-à-dire un fragment de proventricule provenant d'un poulet ou d'un veau/agneau, également appelé « Hakk » en arabe ou en Chaoui,

à la fois salé et séché. L'introduction de ces agents coagulants nous donne des produits aux goûts extrêmement diversifiés. Le caillé est par la suite égoutté et assaisonné ou mis en saumure dans une solution salée (25 à 30 g de sel pour 100 ml d'eau) dans un endroit tempéré pendant une durée de 2 à 15 heures. Il arrive parfois que le fromage soit conservé sans salage, en fonction des goûts personnels, affichant une humidité moyenne de 62.5 %, une MG de 16.5 %, une MP de 15.8 %, un lactose de 4.1 % et un pH de 4.1 (Leksir *et al.*, 2019). Parfois, on ajoute de l'ail, du persil ou du poivre pour rehausser le goût du fromage. À ce niveau, on pourrait le comparer à la Jibnah Beida du

Proche-Orient (FAO, 1990). Le Jben est largement apprécié dans les nations du Maghreb: Dans les zones montagneuses du Rif, situées au nord du Maroc, ainsi qu'en Algérie et en Tunisie (Benkerroum et Tamime 2004; Mennane *et al.*, 2007).

III.2.2 Ighounane

C'est un fromage frais élaboré à base de colostrum dans les montagnes du Djurdjura. On ajoute du sel au lait, puis on le chauffe dans des cuves en argile recouvertes d'huile d'olive. Le caillé obtenu est ensuite égoutté et servi frais (Lahsaoui, 2009).

III.2.3 Aghoughlou

Ce fromage, élaboré en Kabylie, est conçu à partir de lait de vache ou de chèvre coagulé grâce à la sève du figuier (*Ficus carica*). Le caillé qui en résulte est généralement consommé frais le jour même (Hallal, 2001; Mahamedi, 2015).

III.2.4 Mechouna "Chnina"

Le Mechouna, un fromage à texture douce très prisé dans la région de Tébessa, était traditionnellement élaboré à partir de lait de chèvre, bien qu'il soit tout à fait possible de le confectionner avec du lait de vache. Pour préparer cela, on combine du lait bouilli et refroidi avec une demi-mesure de Lben, on ajoute du sel, puis on chauffe le mélange jusqu'à ce que le lactosérum soit séparé de son coagulum. Le caillé sera tamisé et comprimé afin d'en retirer le plus possible du lactosérum (Derouiche et Zidoune, 2015). Le fromage obtenu peut être conservé pendant environ une semaine. Son pH est de 5.85 ± 0.15 et il possède un extrait sec de 41 ± 1 . On peut déguster la Mechouna avec du pain ou des galettes, des pâtes, voire du couscous.

Pour affiner son goût, elle peut être assaisonnée selon les préférences du consommateur. Dans ce contexte, la Mechouna est désignée sous le nom de « Chnina » (Lemouchi, 2007).

III.2.5 Oudiouan Oulli

Il s'agit d'un fromage touareg proche du fromage blanc, proposé en petites bouchées et consommé frais ou sec.

III.3 Fromages à pâte molle affiné

III.3.1 J'ben Elgafs

J'ben Elgafs est un fromage traditionnel mi-gras à pâte molle, particulièrement affiné, qui est majoritairement fabriqué dans la région des steppes, plus précisément dans la Wilaya de M'sila, en grande partie dans la zone de Boussaâda, au Nord-Est de l'Algérie.

Le fromage peut être produit à partir de divers laits, qu'il s'agisse de lait de vache ou de lait provenant de petits ruminants. Tout d'abord le lait est filtré pour enlever les impuretés, ensuite il est versé dans une bassine et laissé reposer à température ambiante sans l'ajout de présure. Selon la saison, le lait fermenté est délicatement réchauffé pendant 20 minutes après une période allant de 24 à 72 heures, jusqu'à ce qu'un coagulum se forme.

Le caillé est salé et égoutté dans un tissu semblable à la mousseline en le suspendant pour retirer le plus de lactosérum possible. Le temps d'égouttage est déterminé par la texture du fromage que l'on veut obtenir. Le coagulum est façonné manuellement en une forme ovale, ensuite enveloppé autour d'un lit de tiges tressées d'une plante indigène nommée « El halfa » (*Stipa tenacissima*), qui a été attendrie à l'aide d'eau salée bouillante, et recouvert de deux plantes aromatiques locales : Chih « *Artemisia vulgaris* » et Tgouft « *Artemisia campestris* », reconnues pour leurs vertus médicinales et leur effet astringent. Le terme « Elgafs » vient du fait que la nappe d'alfa est fermée et resserrée de part et d'autre. Cela aide à développer les caractéristiques et les saveurs distinctives de ce type de j'ben, tout en permettant une conservation qui peut s'étendre de quelques jours à plusieurs mois. L'alfa sert d'hôte naturel pour les moisissures. Il contrôle le processus de maturation afin d'éviter le dessèchement du j'ben, d'améliorer sa consistance crémeuse et de lui donner une texture qui est à la fois délicate et plaisante en bouche.

Pour finir, j'ben Elgafs est déplacé dans une chambre où la température est maintenue entre 12 et 15°C avec un taux d'humidité de 90 à 95% durant un certain temps. Le délai de maturation.

peut fluctuer selon le producteur et également en fonction des préférences du consommateur. À maturité, j'ben Elgafs prend la forme d'un fuseau, atteignant une hauteur de 13 à 18 cm et un poids variant de 0.8 à 1.5 kg.

III.3.2 Bouhezza

On retrouve largement ce genre de produit traditionnel dans la vallée des Aurès, située dans l'est algérien, notamment dans les Wilayas d'Oum El Bouaghi, Batna, Khenchela et Tébessa. On l'y désigne souvent sous les noms Malh Dh'ouab, Bou mellal ou même Bouaâza à Hammamet et Chréa (W. Tébessa). C'est un fromage à pâte molle affinée, qui a un goût aigre et piquant, ainsi qu'un parfum et une essence typiquement lactés et animaux (Aissaoui *et al.*, 2011). La production de Bouhezza nécessite l'utilisation d'une peau animale (qu'il s'agisse de chèvre ou de mouton) élaborée comme chekoua, qui est perméable (Belbeldi, 2013). Bouhezza est traditionnellement élaboré à partir de lait cru de brebis ou de chèvre, voire d'un mélange, en fonction des choix des foyers. Toutefois, actuellement, il est produit à partir de lait de vache en raison de sa disponibilité. On prépare celui-ci en utilisant du Lben légèrement acide, auquel on incorpore graduellement des doses de Lben écrémé, également faiblement acide ou de lait cru tout au long de la phase de production, en fonction du taux d'égouttage. On assaisonne ensuite la pâte du fromage en ajoutant du sel et des épices, comme du piment doux ou fort, en fonction des préférences. Le fromage est mûri dans sa baratte (chekoua) dans un lieu ombragé et bien ventilé. Le processus d'affinage peut s'étendre

de quelques semaines à plusieurs mois (Belbeldi, 2013). Selon le codex alimentaire (Aissaoui Zitoun, 2004), Bouhezza est classé avec un TEFD de 71,9%, une composition en matière sèche approximativement de 36% et un rapport MG/ES de 30%. Selon Saoudi (2012), sa microflore lactique est principalement dominée par les lactobacilles et les lactocoques, avec une concentration allant de 106 à 107 ufc/g.

III.4 Fromages à pâte dure

III.4.1 Kemariya (Takemmérite)

Le Takemmérite jouit d'une grande popularité parmi les habitants du M'zab. Dans un premier temps, il est fabriqué à partir de lait de chèvre cru, mais sa préparation peut également se faire avec n'importe quel type de lait. La coagulation est réalisée en utilisant de la présure, qu'elle soit d'origine végétale ou animale. On utilise du sel de table ou de l'alun pour le salage. Autrement, il s'agit d'une production de fromage traditionnelle. Ce fromage se distingue par le fait qu'il peut être dégusté enrobé de miel, agrémenté de cacahuètes et accompagné de thé lors des célébrations. C'est ce qui explique sa popularité (Bousnane et Djadi, 2009). Le tableau 1 en dessous expose la composition physico-chimique de ce genre de fromage. D'après ces informations, le fromage Kemariya élaboré à partir de lait de vache contient davantage de nutriments que celui produit à partir du lait de chèvre.

III.4.2 Ioulsân "Aoules"

Le fromage Ioulsân, originaire de Tamanrasset, est un fromage à pâte dure élaboré à partir de lait de chèvre. Le lait récupéré est dépouillé de sa crème, puis porté à ébullition dans une marmite en argile jusqu'à ce que les caséines se précipitent. On malaxe ensuite le caillé, puis on le façonne en petites galettes de 2 cm d'épaisseur et de 8 cm de diamètre, avant de le sécher au soleil. Les morceaux de fromage contiennent 92% de matière sèche. On peut les broyer et les combiner à de la pâte de dattes ou à des boissons (Benkerroum, 2013)

III.4.3 Klila

Le Klila est un fromage à texture ferme, pauvre en matières grasses et riche en protéines, produit dans les provinces rurales de diverses régions algériennes, principalement dans les hauts plateaux afin d'assurer la conservation du lait sur de longues durées. Elle peut être dégustée

fraîche ou séchée et gagne en popularité parmi les consommateurs. La Klila est élaborée à partir de lait brut de chèvre ou d'autres types de lait, ce qui conduit à un produit ayant une grande teneur en matière sèche, supérieure à 90%, et des valeurs d'Aw inférieures à 0.5 ainsi qu'un pH inférieur à 4.5 très bas, favorisant une meilleure protection contre les germes pathogènes (Benamara *et al.*, 2016). Pour sa préparation, le lait est laissé à lui-même pour une fermentation lactique, le caillé est ensuite écrémé puis baratté pendant environ trente minutes dans un outre. Après l'élimination des morceaux de beurre, le lactosérum est chauffé doucement entre 55 et 72 °C jusqu'à ce que le sérum se sépare. Le degré d'égouttage est fonction de la consistance souhaitée, qu'elle soit fraîche ou sèche. Dans ce processus, le caillé est d'abord pressé et ensuite émietté sur un tissu propre, puis il est positionné dans un lieu ombragé et bien ventilé pendant quelques jours où il demeurera jusqu'à ce qu'il soit totalement sec. Après durcissement, les morceaux de klila sont entreposés et préservés pour leur consommation hivernale en tant que source protéique (Mennane *et al.*, 2007; Guetouache et Guessas, 2020). Klila, au-delà de ses qualités technologiques liées à l'arôme et au goût, est un produit laitier dont les caractéristiques culinaires satisfont les besoins thermo-fonctionnels des sauces généralement servies chaudes. La Klila sèche se mélange à la sauce et fait office d'agent épaississant.

III.4.4 Takammart

Ou Tamahaq, en dialecte touareg, se traduit par fromage. Le Takammart est un fromage originaire de la région désertique du Hoggar, à Tamanrasset. Il est conçu en intégrant une portion de présure provenant d'un chevreau. On extrait le caillé obtenu à l'aide d'une louche, qu'on dispose en tas sur une nappe. Ensuite, on le pétrit pour éliminer le petit lait et on le dépose sur un tapis fait de tiges de fenouil qui lui apporte des goûts distinctifs. Les nattes sont par la suite placées au soleil pendant deux jours, puis retirées à l'ombre jusqu'à ce qu'elles soient bien fermes (Mahamedi, 2015). Ce fromage ressemble à l'Ahaggar. « Tikkamarin » est un fromage dur et sec fabriqué en Inde, en Afghanistan et au Niger.

III.5 Autres produits au titre du fromage

En dehors des produits précités, il existe des préparations locales limitées à certaines régions d'Algérie, comme:

III.5.1 Tchoukou

Ce mot a ses racines dans la langue haoussa (Niger, Mali et au sud de l'Algérie) et est également exprimé en tant que « Tikomart » dans la langue touarègue. Il s'agit d'un fromage traditionnel sec, élaboré à partir de lait entier provenant de la chamelle, de la vache ou de la chèvre, voire d'une combinaison des trois. Il prend la forme d'une galette sèche, ronde ou rectangulaire, de couleur jaune pâle. Le Tikomart est apprécié tel quel, trempé dans du thé chaud, ou écrasé et incorporé à de la bouillie de mil.

III.5.2 Imadhghass (Medghissa, Zerrigua)

Un fromage fondu à la texture élastique provenant de la région des Aurès, élaboré en combinant du Klila frais ou semi-séchée avec du lait entier. On ne doit pas incorporer la Klila au lait avant que celui-ci ne soit porté à ébullition. Après quelques secondes de cuisson à feu doux, la Klila se transforme en une pâte molle, viscoélastique et humide qui symbolise le fromage Medeghissa accompagné d'un petit-lait clair et blancâtre. L'apparence du fromage Medeghissa est influencée par la durée de cuisson, les caractéristiques du Klila (humidité) et les ingrédients supplémentaires. On le consomme souvent comme en-cas. Le processus de fabrication de Medeghissa dépend principalement de la disponibilité du lait brut et de la Klila utilisée comme ferment pour induire le caillage du lait (Mahamedi, 2015). En fonction des pratiques familiales, la Medeghissa peut être réalisée avec une variété d'ingrédients (sel, sucre, beurre.). On peut également ajouter les œufs à la fin de la cuisson. On peut aussi utiliser de la pâte de dattes dissoute dans du lait chaud avant l'incorporation de la Klila (Khoualdi, 2017).

III.5.3 Ibakhbakhane

C'est aussi un produit de la région des Chaouia, élaboré à partir d'une combinaison de Frik d'orge et de Lben, fermentée à des températures inférieures à 20 °C en le plongeant dans un puits pendant une période de 2 à 5 jours (Mahamedi, 2015)

III.5.4 L'Adhghass

En Chaoui ou "Lbaa", ce fromage est nommé sous les deux appellations chez 100% des femmes de la région des Aurès, réputée pour ses pratiques pastorales, dont l'élevage des ovins.

C'est un fromage fabriqué par chauffage du colostrum (le lait des ruminants après la mise bas) et ce, jusqu'à ce que le lactosérum soit séparé. Du sel et des oeufs sont ajoutés et mélangés au caillé obtenu sous un feu doux. L'Adhghess se déguste seul ou accompagné de la galette. Ce fromage est fabriqué par 41% des femmes enquêtées dans la Wilaya d'Oum El-Bouaghi (Khoualdi, 2017).

En réalité, il y a bien peu de références et de recherches approfondies pour confirmer les données de ces fromages et encore, s'ils existent de nos jours.

IV. L'affinage

L'affinage est une étape clé dans la fabrication du fromage, caractérisée par des transformations biochimiques complexes des composants du caillé, principalement sous l'action d'enzymes d'origine microbienne. Après la coagulation et l'égouttage, le caillé constitue un substrat riche en caséines, matière grasse et lactose, dont une partie est convertie en lactate. Ce milieu est colonisé par divers micro-organismes qui, durant l'affinage, produisent des enzymes capables de dégrader et transformer ces constituants.

Ainsi, l'affinage correspond à une phase de digestion progressive des protéines, lipides et glucides du caillé, conduisant au développement des textures, arômes et saveurs caractéristiques du fromage (McSweeney, 2017).

IV.1 Impact des techniques d'affinage

Le processus d'affinage, qui influence de manière directe la qualité et le caractère distinctif des fromages algériens, est crucial. Cela se passe dans diverses conditions:

- **Affinage en cave:** Encourage le développement de moisissures favorables et produit des arômes sophistiqués
- **Affinage en milieu contrôlé:** Contrôle les interactions avec les micro-organismes et garantit une maturation uniforme.
- **Affinage au soleil:** Technique traditionnelle toujours pratiquée dans quelques régions rurales, qui donne au fromage une consistance plus aride et des goûts plus marqués.

L'amélioration de ces méthodes pourrait non seulement rehausser la qualité des fromages, mais aussi promouvoir leur caractère régional distinctif sur les marchés nationaux et internationaux.

IV.2 Amélioration des procédés d'affinage

L'affinage est une démarche dynamique susceptible d'être optimisée par divers paramètres techniques et microbiologiques. En contrôlant mieux ces variables, on peut assurer une qualité stable tout en préservant l'authenticité du produit.

Facteurs primordiaux influençant le processus d'affinage:

Température et humidité: Ces deux facteurs sont essentiels pour la multiplication des microorganismes et le processus de maturation du fromage. Un contrôle approprié stimule la croissance des bactéries désirées tout en freinant l'expansion de moisissures non désirées.

- **Sélection des souches bactériennes:** Le choix des meilleures souches assure un affinage maîtrisé et une qualité uniforme. Certaines souches indigènes ont été démontrées par des recherches pour améliorer la texture et les arômes du J'ben.
- **Technologies contemporaines :** L'amélioration des conditions de fermentation et l'utilisation de cultures mixtes rendent possible la standardisation du J'ben tout en préservant son aspect traditionnel. La recherche d'Irlinger *et al.* (2015) propose que l'introduction de bactéries choisies, couplée à un contrôle rigoureux des paramètres d'affinage, renforcerait la stabilité microbiologique du fromage.

IV.3 Opportunités d'amélioration

L'amélioration du processus d'affinage implique également une caractérisation plus précise des flores lactiques autochtones, ainsi que l'essai de nouvelles méthodes adaptées aux particularités du fromage J'ben. L'association de l'expertise artisanale et des avancées technologiques pourrait conserver l'authenticité de ce produit tout en satisfaisant les normes du marché relatives à la qualité et à la sécurité alimentaire.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

**CHAPITRE II MATERIEL ET
METHODES**

I. Cadre d'étude

Cette étude, réalisée au laboratoire LSTPA entre le 27 avril et le 07 mai 2025, porte sur l'optimisation de l'affinage du fromage traditionnel J'ben à l'aide d'une flore lactique autochtone. Le fromage, préparé artisanalement, a été analysé à deux stades (J0 et J10) afin d'évaluer son évolution microbiologique, physico-chimique et sensorielle. L'objectif est de valoriser la flore locale pour améliorer la qualité et préserver l'identité traditionnelle du produit.

I.1 Lieu du suivi de la qualité des laits et période expérimentale

Le contrôle de la qualité des laits a été réalisée au niveau du laboratoire de recherche des Sciences et Techniques de Production Animale « LSTPA » de l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Route de Hassi Mamèche.

Période expérimentale: le 27 avril et le 07 mai 2025

II. Méthodologie

II.1 Origine du fromage

Le fromage utilisé dans cette recherche est un J'ben traditionnel, préparé de façon artisanale par une collègue (Dounane Halima). L'expérimentation a débuté à l'étape du salage, considérée comme un point clé du procédé technologique



Figure 1: Fromage jben après démoulage prêt pour l'Etat de salage

II.2 Phase de salage

Le processus de salage joue un rôle crucial dans la production du fromage J'ben, car il affecte la consistance, la conservation et le développement des saveurs. Il est aussi reconnu pour sa fonction dans le contrôle du pH et la gestion de la flore microbienne, comme mentionné dans le décret exécutif n° 16-299 sur la sécurité alimentaire (JORA n° 57/2016).

II.3 Élaboration de la saumure

Pour obtenir la saumure, on a dissous 1 kg de sel dans 4 litres d'eau, ce qui fait une concentration de 25 % (m/v), suivant les recommandations pour les fromages frais traditionnels (JORA n° 36/2019). Cette concentration assure un salage adéquat sans excès de sel, permettant ainsi de maintenir les qualités organoleptiques du fromage.



Figure 2: Contrôle de la température de la saumure lors de la pasteurisation à 85°C

II.4 Pasteurisation de la saumure

La saumure a été chauffée à 85 °C pour éliminer les micro-organismes indésirables présents dans l'eau ou le sel. Cette étape suit les bonnes pratiques d'hygiène approuvées (Naïb et Hanifi 2021) et les directives du ministère de l'Agriculture pour les produits laitiers artisanaux.

II.5 Refroidissement de la saumure

Après la pasteurisation, la saumure a été refroidie jusqu'à 4 °C afin d'éviter toute modification thermique du fromage lors de la mise en immersion. Ce refroidissement rapide aide à stabiliser



Figure 3: Refroidissement de la saumure dans un réfrigérateur à 4°C avant son application sur le fromage.

la solution saline et à conserver la texture du fromage, conformément aux protocoles de production artisanale validés par les institutions académiques en Algérie.

II.6 Salage du fromage J'ben

Les fromages J'ben ont été plongés dans la saumure froide pendant 15 à 20 minutes. Ce temps permet une répartition uniforme du sel dans la croûte et le cœur du fromage, diminuant l'humidité et améliorant la conservation. Le salage est multifonctionnel : il favorise l'évacuation



Figure 4: Fromage j'ben immergés dans la saumure pour l'étape de salage (15 à 20 min)

du lactosérum, régule l'activité microbienne, contrôle le pH, améliore la texture et la saveur, contribue à la formation de la croûte et prolonge la durée de conservation (López-Díaz *et al.*, 2000; Fox *et al.*, 2017).

II.7 Observation de l'affinage

Le protocole expérimental a été divisé en deux phases de prélèvement et d'analyse, correspondant aux moments essentiels de la maturation du fromage j'ben:

Jour 0 (J0): juste après le salage, des échantillons ont été recueillis pour effectuer les premières vérifications microbiologiques et physico-chimiques.

Jour 10 (J10): à la conclusion de l'affinage, les mêmes tests ont été réalisés pour évaluer l'évolution des caractéristiques du produit

Pour chaque date, des échantillons ont été collectés en triplet de chaque lot, suivant les recommandations de l'Office National Interprofessionnel du Lait (*ONIL*) et les protocoles approuvés dans les recherches de (Boufeldja 2017) et (Naib et Hanifi 2021).

II.8 Analyses effectuées comprenaient**II.8.1 Analyses microbiologiques**

Comptage de la flore mésophile totale (PCA)

Comptage des bactéries lactiques mésophiles en conditions aériennes et anaérobies (MRS)

II.8.2 Analyses physico-chimiques

Évaluation du pH

Acidité titrable (°D)

Taux d'humidité et d'extrait sec

Dosage de l'azote total, azote protéique et azote soluble

II.8.3 Analyse sensorielle

Évaluation de la texture, de l'odeur, de la couleur et du goût, selon une grille semiquantitative inspirée (Bounécissa 2016).

Cette surveillance minutieuse a permis de consigner l'influence de la flore lactique locale sur la transformation du lait en fromage, en accord avec les exigences du décret exécutif n° 16-299 portant sur la sécurité sanitaire des produits alimentaires (JORA n° 57/2016).

II.9 Étude de la flore lactique indigène

II.9.1 Objectif de l'étude

L'objectif principal est d'analyser les changements microbiens du fromage j'ben entre le jour 0 (après le salage) et le jour 10 (à la fin de l'affinage), en mettant l'accent sur la microflore lactique locale. Ces micro-organismes endogènes jouent un rôle essentiel dans:

Le profil aromatique du fromage par la génération d'acides organiques, d'esters et d'aldéhydes.

La stabilité microbiologique grâce à une rapide acidification qui empêche la prolifération de micro-organismes indésirables.

Les propriétés texturales du fromage par leurs actions protéolytiques et lipolytiques sur la structure du fromage.

Cette démarche s'inscrit dans un cadre de valorisation de la biodiversité régionale, soutenue par les objectifs du Plan National de Développement Agricole (JORA n° 12/2018)

II.9.1.1 Préparation de la solution mère et des dilutions décimales

10 g de fromage sont prélevés de manière aseptique à l'aide d'un scalpel stérilisé avec de l'alcool à 70 %.

Ils sont immédiatement transférés dans un sachet stomacher contenant 90 ml d'eau peptonée tamponnée stérile (Buffered Peptone Water – Oxoid®).

II.9.1.2 Homogénéisation:

Pendant 2 minutes dans un stomacher à 260 rpm pour assurer une distribution uniforme de la microflore.

II.9.1.3 Réalisation des dilutions:

À partir de la dilution A1 (10^{-1}), des dilutions décimales successives sont préparées jusqu'à 10^{-6} .

Chaque dilution est effectuée en transférant 1 ml dans 9 ml d'eau peptonée, dans des tubes stériles.

Toutes les opérations sont réalisées sous une hotte à flux laminaire pour réduire les risques de contamination croisée.



Figure 5:Appareil stomacher

II.9.2 Inoculation sur milieu de culture

Sur gélose PCA (Plate Count Agar)

Objectif: évaluer la flore aérobie mésophile totale (FTAM).

Méthode : étalement en surface de 0,1 ml des dilutions de 10^{-2} à 10^{-6} .



Figure 6:Dilutions décimales successives des échantillons de fromage

Incubation : à 37 °C pendant 24 heures en conditions aérobies.

Résultat attendu : colonies présentant des aspects variés (coques, bacilles), témoignant de la diversité de la flore initiale

Milieu MRS (Rogosa, Sharpe et Man)

Le milieu MRS a été élaboré pour favoriser la culture des bactéries lactiques, soutenant leur développement tant en conditions aérobies qu'anaérobies (Liu *et al.*, 2015). Il a servi à analyser la diversité microbienne dans le fromage J'ben et a permis d'identifier un large éventail de souches indigènes.

II.9.3 Ensemencement en conditions aérobies

- 0,1 ml des dilutions appropriées est étalé sur des plaques de gélose MRS pour encourager la croissance des bactéries tolérantes à l'air (Axelsson, 2004).
- Incubation : 48 heures à 37°C dans un environnement aérobie.

Ensemencement en conditions anaérobies

- Les mêmes dilutions sont transférées sur des plaques de gélose MRS pour cibler les bactéries lactiques qui nécessitent des conditions anaérobies (Hammes et Hertel, 2003).
- Incubation : entre 48 et 72 heures à 37°C dans une jarre anaérobie.



Figure 7:Incubation des boîtes de pétri à 37°C

II.9.4 Isolement des colonies typiques

II.9.4.1 Sélection des colonies

Les colonies sont choisies selon leur forme, leur morphologie et leur taille typiques des bactéries lactiques (Beresford *et al.*, 2001).

II.9.4.2 Coloration de Gram

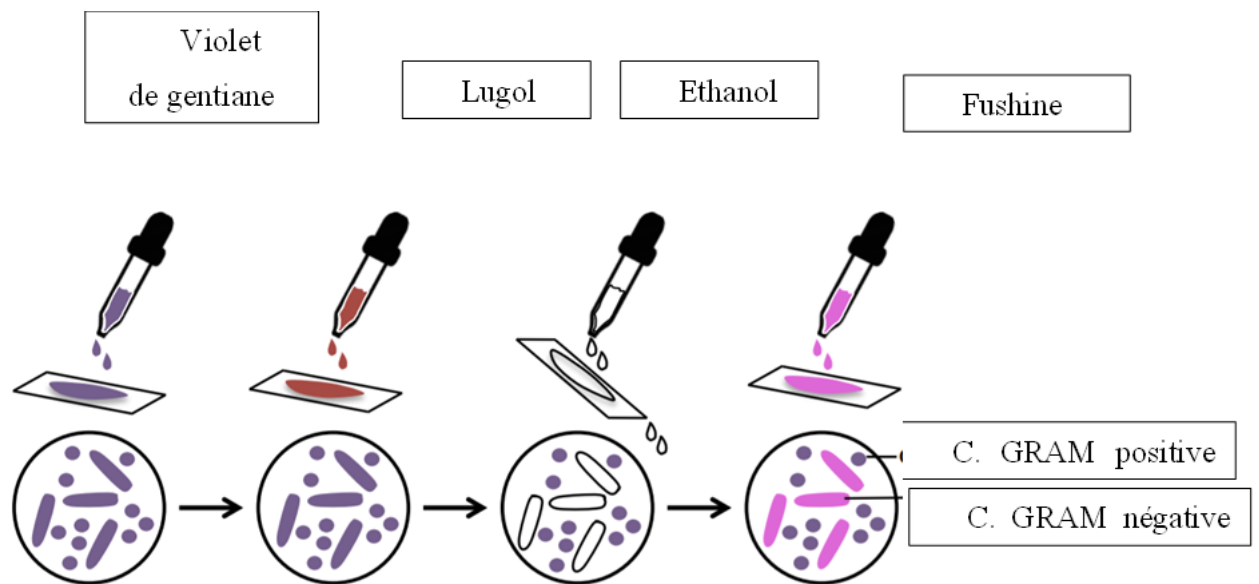


Figure 8: coloration de gram

- **Méthode standardisée**

Fixation sur une lame par exposition à la flamme.

- **Coloration:** violet de gentiane → lugol → décoloration à l'éthanol → contre-coloration à la safranine.
- **Examen au microscope optique (immersion ×100)**

Bactéries Gram (+): violettes → paroi épaisse → caractéristiques des LAB.

Bactéries Gram (-): roses → exclues ou utilisées comme indicateur de flore de dégradation.

Cette méthode fournit une classification morphologique rapide, essentielle pour identifier les souches dominantes lors de l'affinage.



Observation au microscope à un grossissement de 100×

Gram positives: couleur violet Gram

négatives: couleur rose.

II.9.5 Identification des bactéries

II.9.5.1 Tests biochimiques

Les colonies qui ont été isolées subissent des tests biochimiques afin de vérifier leur typicité en tant que bactéries lactiques.

II.9.5.2 Test de catalase:

l'absence de formation de bulles après l'ajout de H_2O_2 indique une souche négative pour la catalase, caractéristique des bactéries lactiques (Axelsson, 2004).

II.10 Analyses physico-chimiques et sensorielles

Les évaluations ont eu lieu à deux moments importants du processus de maturation du fromage j'ben: J0 (après l'étape de salage) et J10 (à la fin de la maturation). Cela a permis de suivre les changements des aspects physico-chimiques, biochimiques et sensoriels, en respect des normes stipulées par le décret exécutif sur la sécurité alimentaire (JORA n° 57/2016).

II.10.1 Mesure du pH

Après étalonnage avec des solutions tampons (pH 7,00 et pH 4,00), l'électrode du pH mètre



Figure 9: Mesures du pH du fromage j'ben à l'aide d'un PH- mètre électronique

est pénétrée dans 10 g du fromage ou lactosérum. La valeur du pH est obtenue par simple lecture sur l'écran du pH-mètre.

Un pH-mètre électronique est utilisé directement sur

- 10 g de fromage J'ben.
- 10 g de lactosérum (Champagne *et al.*, 2016).

Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable a été estimée en effectuant un titrage avec une solution de NaOH à 0,1 N, avec



Figure 100: Détermination de l'acidité titrable

de la phénolphthaléine pour indication. Le volume de soude utilisé a servi à estimer l'acidité, indiquée en degrés Dornic (°D) ou en g/L d'acide lactique. Cette approche est couramment employée dans l'analyse des fromages traditionnels à présure végétale (Bentahar Safia et Takaout Lamia, 2018).

II.10.2 Teneur en matière sèche et humidité

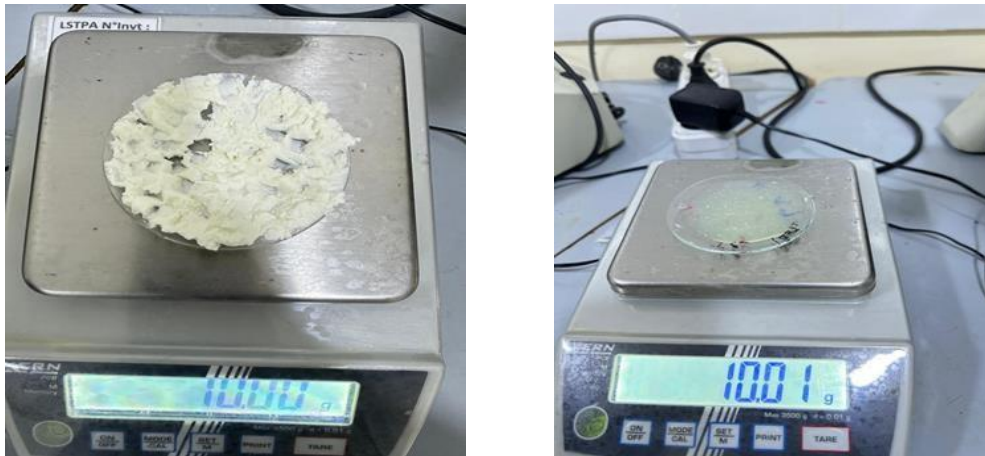


Figure 11: mesure de la matière sèche (j'ben) et de la matière sèche lactosérum

La matière sèche est déterminée par un processus de dessiccation à 103°C pendant 3 heures (Fox *et al.*, 2017).

Formules:

- $MS (\%) = (M_{sec} / M_i) \times 100$
- $H (\%) = 100 - MS$

II.10.3 Mesure de l'azote protéique et de l'azote soluble

La quantité d'azote protéique (NP) et d'azote soluble (NS) a été mesurée en utilisant la méthode de Kjeldahl, qui est traditionnelle pour analyser les protéines dans les produits laitiers (AOAC, 2000).

Étapes de la méthode de Kjeldahl

Pesée: Prendre 0,5 g d'échantillon (fromage ou extrait).

Minéralisation: Incorporer entre 10 et 15 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) ainsi qu'un catalyseur (sulfate de cuivre et sulfate de potassium) (Kirk, Sawyer, 1991). Chauffer jusqu'à obtenir une solution claire, ce qui indique que la digestion est complète.

Refroidissement: Laisser les tubes refroidir entièrement.

Distillation: Ajouter de la soude (NaOH) pour obtenir un environnement alcalin, ce qui libère l'ammoniac (NH₃). Cet ammoniac est dirigé vers un erlenmeyer contenant de l'acide borique (H₃BO₃) (AOAC, 2000).

Titration: L'ammoniac collecté est titré avec une solution d'acide sulfurique (H₂SO₄ 0,1 N).

Calcul de la quantité d'azote

$$\text{Azote (g/100 g)} = (V \times N \times 14 / m) \times (100 / 1000)$$

- V: volume d'acide utilisé (en ml)
- N: normalité de l'acide
- m: masse de l'échantillon (en mg) • 14: masse atomique de l'azote

II.11 Calcul du rendement

Le rendement du fromage a été évalué en pesant le caillé résultant et exprimé en pourcentage (Arlington, 2003).

$$\text{Rendement (\%)} = (\text{Pf} / \text{Qi}) \times 100$$

Pf: Poids du fromage post-maturation

Qi: Quantité de lait initialement utilisée

II.12 Conservation des isolats

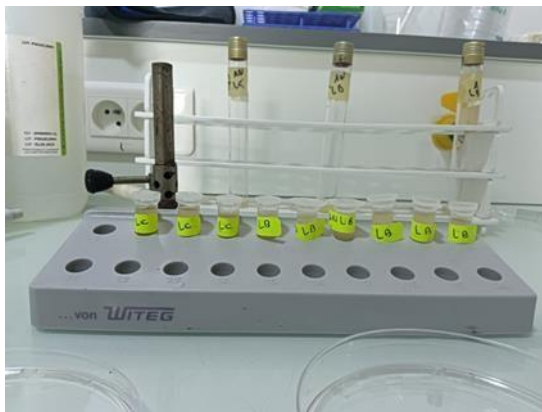


Figure 12: conservation des isolats microbiens dans des micro tubes Eppendorf

Les isolats de bactéries ont été conservés à -18°C dans un mélange de culture incubée durant la nuit, contenant 20 % de glycérol et 0 % de matière grasse (Champagne *et al.*, 2016). Les cultures récentes ont été gardées à 4°C dans 10 ml de bouillon MRS.

II.13 Évaluations sensorielles

L'évaluation sensorielle consiste à analyser les caractéristiques organoleptiques d'un produit par l'intermédiaire des sens humains (Le'èsve et Lasserreau, 2003)

II.13.1 Panel de dégustateurs

- Échantillons testés: J0 et J10



Figure 13: L'analyse sensorielle du fromage j'ben par un panel de dégustateurs

- Participants: Enseignants et étudiants en Master 01 PTL
- Critères évalués
 - o Apparence: surface, couleur, texture, élasticité, uniformité
 - o Profil olfactif: arômes dominants (lactique, fermenté.) et leur intensité
 - o Profil gustatif: saveurs détectées (acide, salé, sucré.), sensations en bouche (crèmeux, fondant, piquant.), impression finale (agréable, typique, persistante.)

Les dégustateurs ont sélectionné des descripteurs et attribué une note sur 10.

CHAPITRE III RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. Appréciation de la qualité microbiologie du fromage 'Jben'

Résultats de l'analyse de la flore lactique aux jours 0 et 10

I.1 Dénombrement microbien

L'analyse microbiologique a été effectuée à J0 (moment de la fabrication) et à J10 (à la fin de l'affinage) sur trois types de milieux de culture:

- PCA (Agar de Comptage des Colonies) → Comptage de la flore mésophile globale

- MRS aérobie → Bactéries lactiques tolérantes à l'oxygène
- MRS anaérobie → Bactéries lactiques strictement sans oxygène

Tableau 1: Résultats de la numération microbienne (UFC/g)

Milieu	J0 (UFC/g)	J10 (UFC/g)
PCA	$2,8 \times 10^5$	$4,4 \times 10^6$
MRS aérobies	$2,7 \times 10^5$	$3,9 \times 10^6$
MRS anaérobies	$1,7 \times 10^5$	$3,4 \times 10^6$

Les analyses microbiologiques du fromage Jben montrent une augmentation importante des flores microbiennes entre J0 et J10.

- **Sur milieu PCA**, les UFC passent de $2,8 \times 10^5$ à $4,4 \times 10^6$, traduisant une croissance globale des bactéries.

Ces observations sont en accord avec celles de Guetarni *et al.* (2019), qui ont signalé une diversification progressive de la flore bactérienne au cours de l’affinage, favorisant le développement aromatique.

- **Sur milieu MRS aérobies**, elles passent de $2,7 \times 10^5$ à $3,9 \times 10^6$, confirmant une bonne activité de la flore lactique aérobie. Djeghaba *et al.* (2020) ont montré une évolution similaire, où les levures cèdent progressivement la place aux bactéries lactiques, ce qui est essentiel pour l’acidification complète et la stabilité du fromage.

- **Sur milieu MRS anaérobies**, elles augmentent de $1,7 \times 10^5$ à $3,4 \times 10^6$, indiquant le développement des bactéries lactiques anaérobies.

Ces résultats montrent une bonne acidification, un développement aromatique optimal et une amélioration de la qualité du Jben grâce à la flore lactique autochtone. Selon la Fédération Internationale du Lait (FIL), un fromage affiné doit atteindre environ 10^6 à 10^7 UFC/g pour garantir une bonne qualité. Les valeurs obtenues sont conformes à ces standards, prouvant la réussite du procédé d’optimisation.

Cette évolution est conforme aux observations de Djeghaba *et al.* (2020), qui ont noté une charge microbienne atteignant 10^7 UFC/g à J10 dans le fromage Jben affiné avec une flore autochtone, indiquant un bon développement microbiologique et une sécurité accrue.

Ces observations sont en accord avec celles de Guetarni *et al.* (2019), qui ont signalé une diversification progressive de la flore bactérienne au cours de l'affinage, favorisant le développement aromatique

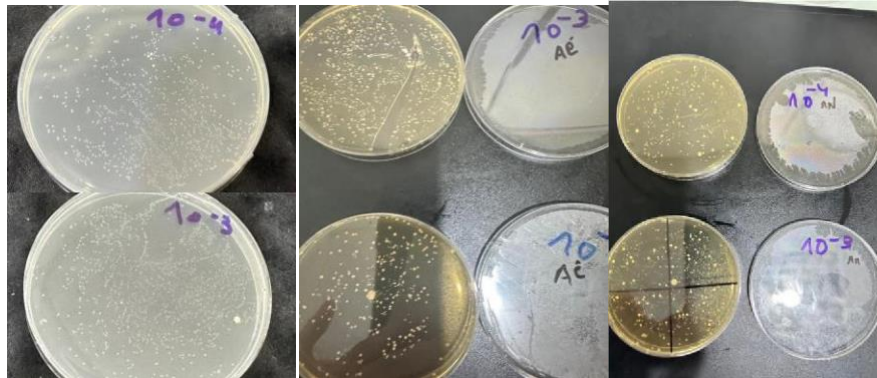


Figure 14: Observation macroscopique des colonies des boîtes à j 0

I.2 Examen macroscopique des colonies

- J0: Un nombre restreint de colonies, principalement de forme ronde, de couleur blanche ou crème typiques des coques ou des bacilles lactiques
- J10: Une augmentation de la densité bactérienne, avec un recouvrement uniforme sur le MRS anaérobie, signifiant que les bactéries lactiques mésophiles se sont adaptées aux conditions d'affinage.



(1)

(2)

(3)

Figure 15: Observation macroscopique des colonies des boîtes à j10

Tableau 2: L'observation morphologique des colonies

Milieu	Jour 0	Jour 10
PCA	<i>Lactococcus, bacillus</i>	<i>Pediococcus, Lactobacillus</i>
MRS Aérobie	<i>Lactobacilles</i>	<i>Lactocoques, Lactobacilles</i>
MRS Anaérobie	<i>Lactobacilles</i>	<i>Lactobacillus, Lactococcus</i>

Milieu PCA

- J0: *Lactococcus spp.* dominant → début de l'acidification.

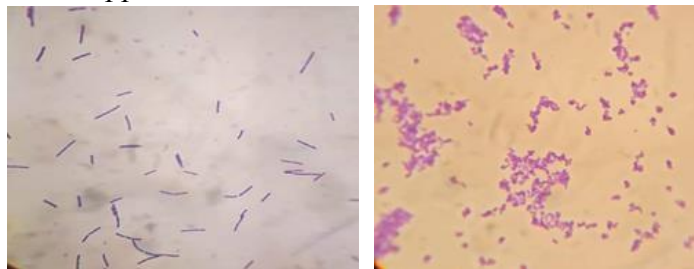


Figure16: Bactérie *Lactobacillus* et *Lactococcus*

- J10: Présence de *Streptococcus spp.*, indiquant une complexité croissante de la flore microbienne.

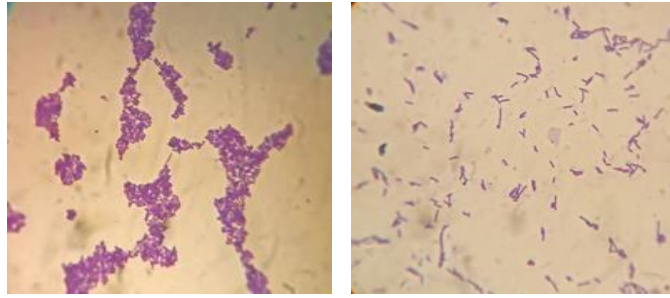


Figure 17: *lactococcus et lactobacillus*

Milieu MRS Aérobie

- J0: Domination des levures, amorçant la fermentation.



Figure18 : *Lactobacillus*

- J10: Disparition des levures, laissant les bactéries lactiques en position dominatrice.

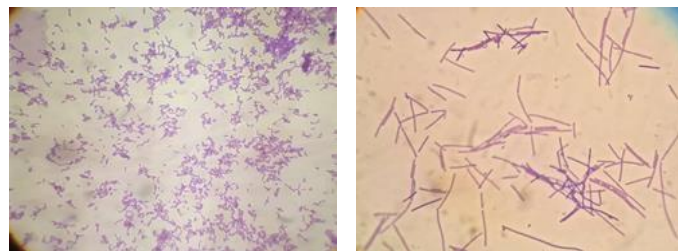


Figure19: *Lactococcus et lactobacillus*

Milieu MRS Anaérobie

- J0: *Lactobacillus* spp. prédominant → acidification rapide.

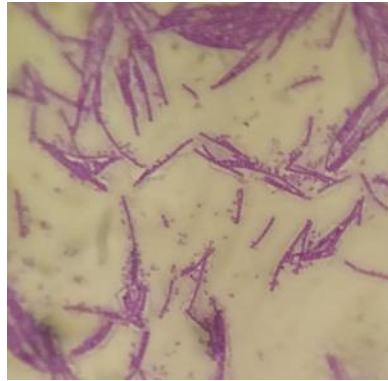


Figure 20: *lactobacillus*

- J10: Coexistence de Lactobacillus et Lactococcus, signe de stabilisation de la microflore.

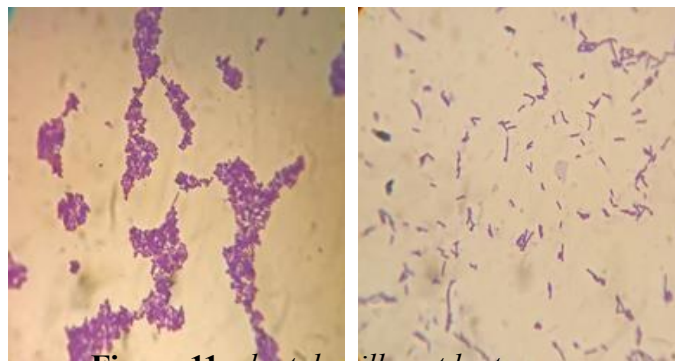


Figure 11 : *lactobacillus et lactococcus*

II. Suivi d'affinage

Pendant l'affinage, le pH a diminué et l'acidité a augmenté, traduisant une bonne activité de la flore lactique autochtone. L'humidité élevée et la légère augmentation de l'extrait sec assurent une texture fraîche et onctueuse. La hausse de l'azote soluble et la baisse légère de l'azote protéique confirment une protéolyse contrôlée, favorisant les arômes et la digestibilité. Ces évolutions montrent un affinage maîtrisé et conforme aux standards de la FIL.

II.1 Appréciation de la qualité physique et chimique du fromage 'Jben'

Tableau 3:Résultats des analyses physico-chimiques du fromage 'Jben' et lactosérum

Paramètre	Échantillon	Jour 0	Jour 10	Unité
pH	Fromage	4,78	3,99	
	Lactosérum	4,02	3,65	
Acidité	Fromage	130	170	°D
	Lactosérum	78	111	°D
Humidité	Fromage	75,8	93,2	%
	Lactosérum	75,5	84,4	%
Extrait sec	Fromage	24,22	24,5	%
	Lactosérum	6,8	15,6	%
Azote soluble	Fromage	9,75	11,38	%
Azote soluble	Lactosérum	0,5	0,09	%
Azote protéique	Fromage	76,10	74,10	%

	Lactosérum	17,5	17,88	%
--	------------	------	-------	---

II.1.1 pH

Le pH du fromage diminue de 4,78 (J0) à 3,99 (J10), traduisant une acidification progressive grâce à la Flore lactique autochthone. Cette diminution est essentielle pour assurer la coagulation, la fermeté et la sécurité microbiologique. Selon la Fédération Internationale du Lait (FIL), le pH optimal pour un fromage frais lactique se situe autour de 4,6 – 4,8, ce qui est respecté ici.

Ces valeurs rejoignent celles rapportées par Benyacoub *et al.* (2021), qui ont enregistré une baisse de pH de 4,7 à 3,8 durant l’affinage du Jben, confirmant une bonne activation fermentaire et la sécurisation du produit.

II.1.2 Acidité

L’acidité titrable du fromage augmente de 130 °D à 170 °D, confirmant une bonne activité fermentaire. Cette augmentation est cohérente avec la baisse du pH et contribue au goût acide caractéristique du Jben. Elle correspond aux exigences de la FIL, qui souligne l’importance d’une acidité élevée pour la stabilité du fromage

Selon Guetarni *et al.* (2019), une acidité élevée (>160 °D) est recherchée dans les fromages lactiques frais pour renforcer la stabilité et favoriser la saveur acide caractéristique.

II.1.3 Humidité

L’humidité passe de 75,8 % à 93,2 % dans le fromage, ce qui est typique des fromages frais non pressés comme le Jben. Cette humidité élevée confère une texture souple et fraîche. La FIL recommande un taux supérieur à 70 % pour les fromages frais, valeur qui est ici bien respectée.

Cette humidité élevée est en accord avec El Kourd *et al.* (2018), qui soulignent qu’un taux >70 % est idéal pour les fromages frais algériens non pressés, comme le Jben.

II.1.4 Extrait sec

L'extrait sec du fromage augmente légèrement de 24,22 % à 24,5 %, indiquant une bonne concentration en matières solides malgré la forte humidité. Cette valeur reflète un bon équilibre entre texture, consistance et rendement. Selon la FIL, un extrait sec autour de 20–25 % est adapté pour les fromages frais.

Des valeurs similaires ont été trouvées par El Kourd *et al.* (2018), qui situent l'extrait sec optimal des fromages frais entre 20 et 25 %, garantissant un équilibre texture-rendement.

II.1.5 Azote soluble

L'azote soluble passe de 9,75 % à 11,38 %, montrant une augmentation de la protéolyse durant l'affinage. Cette hydrolyse partielle des protéines contribue au développement d'arômes et à l'amélioration de la texture. La FIL recommande ce suivi pour garantir une maturation enzymatique correcte.

Cette évolution est conforme aux observations de Guetarni *et al.* (2019), qui ont noté une hausse de l'azote soluble liée à la production d'arômes et à l'amélioration de la texture du Jben.

II.1.5.1 Azote protéique

L'azote protéique total diminue légèrement de 76,1 % à 74,1 %, indiquant une transformation des protéines en composés plus simples. Cette évolution favorise la digestibilité et enrichit le profil sensoriel du fromage. Les valeurs restent élevées, ce qui confirme une bonne qualité protéique conformément aux standards de la FIL.

Ces résultats rejoignent ceux rapportés par Benyacoub *et al.* (2021), qui expliquent que cette transformation contribue à la digestibilité et enrichit le profil sensoriel du fromage.

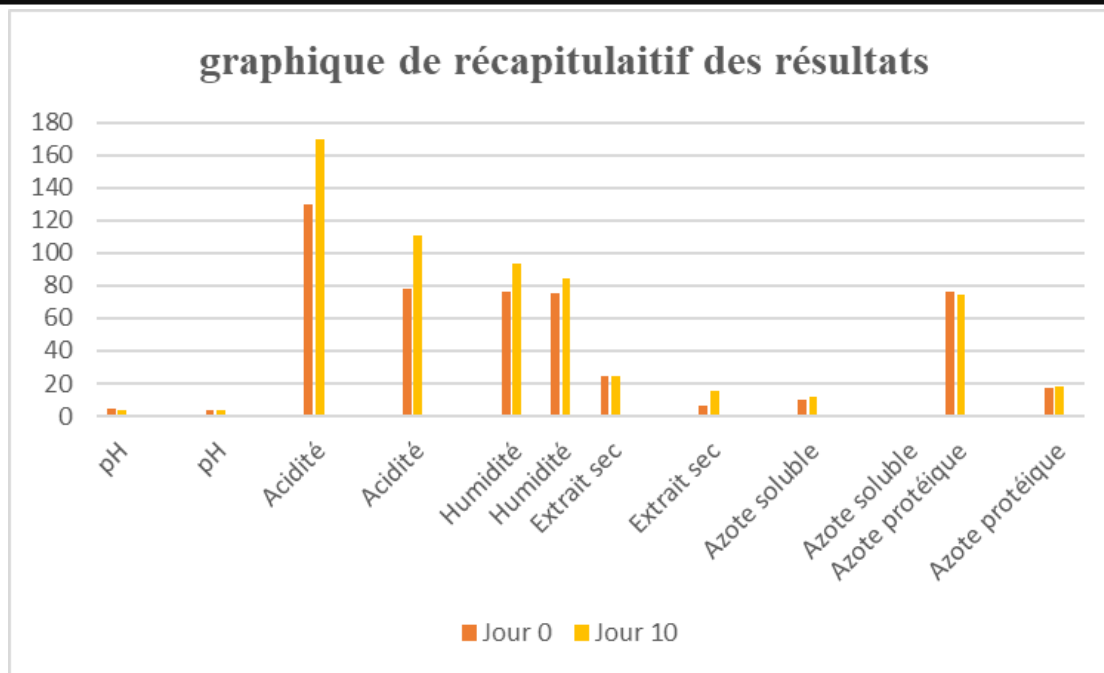


Figure 12 : Graphique qui présent récapitulatif des résultats des évaluations physico-chimique.

II.2 Rendement technologique

Le rendement représente la quantité de fromage obtenue à partir d'un volume donné de lait. Il s'exprime en pourcentage du poids de fromage par rapport au poids de lait transformé.

Formule utilisée:

$$\text{Rendement (\%)} = (\text{Poids du fromage affiné} / \text{Quantité de lait utilisée}) \times 100$$

Application:

$$\text{Rendement} = (2672,81 \text{ g} / 12000 \text{ g}) \times 100 = 22,27 \%$$

Le rendement obtenu (22,27 %) est typique des fromages frais comme le j'ben. Il se situe dans la plage recommandée par la Fédération Internationale du Lait (IDF, 2013), qui varie entre 15 % et 25 %, montrant une bonne rétention des solides et un égouttage maîtrisé. Ce résultat confirme la qualité du lait et l'efficacité du procédé utilisé. Un rendement plus bas indiquerait une perte excessive de solides, tandis qu'un rendement trop élevé signalerait un excès d'humidité

Cette valeur est comparable à celle rapportée par Benyacoub *et al.* (2021), qui ont obtenu un rendement moyen de 21 % lors de l'affinage du fromage j'ben avec flore lactique autochtone, indiquant une bonne rétention des solides et une maîtrise de l'égouttage.

De plus, Djeghaba *et al.* (2020) ont montré qu'un rendement supérieur à 20 % est un indicateur positif pour garantir la texture souple et la fraîcheur caractéristiques du j'ben artisanal.

II.3 Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle donne une note de 7,74/10 au fromage affiné, soulignant:

- Une texture lisse et fondante.
- Un parfum lactique bien équilibré.
- Une saveur légèrement acidulée et crémeuse.

L'interaction entre les éléments microbiologiques et technologiques a permis un bon niveau de qualité du fromage, avec des caractéristiques semblables à celles des produits affinés par des méthodes artisanales optimisées.

Tableau 4:analyse sensorielle du fromage j'ben affiné avec une flore lactique autochtone

Dégustateur	Note /10
1	5,75
2	6,75
3	7.0
4	8.0
5	7.75
6	6.65
7	8.25
8	8.0

9	8.0
10	9,25
11	8
12	4,75
13	7
14	10
15	7
Moyenne	7.74

Conclusion

Conclusion

Conclusion

L'optimisation du procédé l'affinage du fromage local de type j'ben par l'intégration d'une flore lactique autochtone a permis d'obtenir une amélioration significative de la qualité globale du produit fini. Cette étude a démontré que l'utilisation de souches lactiques locales, bien adaptées à l'environnement fromager, favorise non seulement une fermentation plus rapide et contrôlée, mais aussi une meilleure stabilité microbiologique.

Les résultats montrent une acidification accélérée, facilitant la coagulation et contribuant à la texture finale souhaitée du j'ben. Cette acidification rapide se traduit par un abaissement du pH et une augmentation de l'acidité titrable, en accord avec les recommandations de la Fédération Internationale du Lait (FIL) pour les fromages frais à pâte lactique. L'intégration d'une flore lactique autochtone a également permis une meilleure conservation des nutriments, notamment les matières sèches et l'azote soluble, ce qui se traduit par une valeur nutritionnelle plus élevée.

De plus, le rendement fromager a été amélioré, permettant une meilleure valorisation du lait utilisé et réduisant les pertes lors de la fabrication. Sur le plan organoleptique, la dominance des souches du genre *Lactobacillus* an enrichi le profil aromatique du j'ben. Les analyses sensorielles réalisées ont révélé un goût plus doux et une meilleure onctuosité, avec des arômes lactiques typiques très appréciés par les consommateurs. Par ailleurs, l'absence d'additifs chimiques et la présence exclusive de souches naturelles ont permis d'allonger la durée de conservation tout en respectant les exigences actuelles de naturalité et de sécurité alimentaire.

Ce travail s'inscrit dans une démarche de valorisation des ressources locales et contribue à la préservation du patrimoine fromager régional. Il répond également aux attentes croissantes des consommateurs en matière de produits authentiques, de haute qualité et respectueux de l'environnement. À moyen et long terme, cette stratégie d'optimisation pourrait contribuer à établir le j'ben comme un fromage emblématique, représentatif de son terroir, soutenu par un cahier des charges rigoureux et potentiellement protégé par un label de qualité (ex.: indication

géographique protégée). Cette dynamique permettrait non seulement de renforcer la notoriété du j'ben à l'échelle nationale, mais aussi d'envisager une valorisation sur le plan international.

Enfin, cette recherche ouvre la voie à d'autres études complémentaires, telles que:

Conclusion

- La caractérisation moléculaire des souches lactiques autochtones pour une meilleure compréhension de leur rôle fonctionnel.
- L'analyse des composés aromatiques volatils, essentiels pour l'identité sensorielle du fromage.
- L'élaboration de modèles prédictifs permettant de suivre et maîtriser l'évolution de l'affinage, garantissant une qualité constante.

Ainsi, l'intégration d'une flore lactique autochtone dans le procédé d'affinage du j'ben représente une avancée majeure tant sur le plan scientifique qu'économique, consolidant la position de ce fromage dans le panorama des produits laitiers artisanaux et contribuant à la valorisation du patrimoine agroalimentaire local.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références

AFNOR (2000). Produits laitiers – Méthodes d'analyses. Recueil de normes françaises.


Analyse sensorielle et génétique des bactéries lactiques

AOAC (2000). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists.

Axelsson, L. (2004). Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology. Microbiology of Fermented Foods.

Boudjellab, N., & Henni, J.E. (2020). Étude comparative des propriétés physicochimiques du fromage traditionnel « Kemariya » issu du lait de chèvre et de vache dans la région de Djelfa (Algérie). *Revue Nature & Technologie. B — Sciences Agronomiques et Biologiques*, Numéro spécial (Décembre 2020), pp. 44-48.

Benkerroum, N. (2008). Traditional Fermented Foods of North African Countries: Technology and Food Safety Challenges. *Food Control*, 19(4), 356-369.

Benyacoub, L., & Djidel, M. (2021). Influence de la flore lactique autochtone sur les propriétés physico-chimiques et microbiologiques du fromage j'ben traditionnel algérien. *Journal Algérien de Technologie Alimentaire*, 8(2), 45-52.  Djeghaba, Z., Kheroua, O., & Laraba, A. (2020). Optimisation du procédé d'affinage du fromage Jben avec des souches lactiques autochtones. *Revue des Sciences et Technologies Agroalimentaires*, 5(1), 29-38.

Benyacoub, L., & Djidel, M. (2021). Influence de la flore lactique autochtone sur les propriétés physico-chimiques et microbiologiques du fromage Jben traditionnel algérien. *Journal Algérien de Technologie Alimentaire*, 8(2), 45-52.

Beresford, T. P., et al. (2001). Dairy Microbiology and Biochemistry. *Advances in Dairy Chemistry*, 2, 234-256.

Berthier, F., & Ehrlich, S. D. (1998). Genetic Diversity in *Lactococcus lactis*. *Journal of Bacteriology*.

Champagne, C. P., et al. (2016). Microbial Ecology in Dairy Fermentations. *Food Research International*, 89, 455-467.

Références bibliographiques

Djeghaba, Z., Kheroua, O., & Laraba, A. (2020). Optimisation du procédé d'affinage du fromage Jben avec des souches lactiques autochtones. *Revue des Sciences et Technologies Agroalimentaires*, 5(1), 29-38.

Djeghaba, Z., Kheroua, O., & Laraba, A. (2020). Optimisation du procédé d'affinage du fromage Jben avec des souches lactiques autochtones. *Revue des Sciences et Technologies Agroalimentaires*, 5(1), 29-38.

El Kourd, H., & Boukherissa, M. (2018). Qualité technologique et microbiologique des fromages frais traditionnels algériens. *Cahiers de la Recherche Agronomique et Alimentaire*, 14(3), 67-75.

El-Hadi, M., et al. (2019). *Approches biotechnologiques pour la valorisation des produits laitiers traditionnels en Algérie*.

F.I.L (2018). *Guide d'évaluation sensorielle des produits laitiers*. International Dairy Federation

Farkye, N. (2004). *Cheese Technology*. Dairy Processing Handbook.

Fox, P. F., et al. (2017). *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Academic Press.

Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M., & Guinee, T. P. (2000). *Fundamentals of Cheese Science*. Springer.

Fox, P. F., McSweeney, P. L., Cogan, T. M., & Guinee, T. P. (2017). *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Elsevier.

Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., & Rizzello, C. G. (2018). *Cheese Microbiology*. Springer.

Gori, K., Ryssel, M., Arneborg, N., & Jespersen, L. (2007). Isolation and Identification of Yeast and Bacteria from Danish Farmhouse Cheese. *Journal of Applied Microbiology*, 103(4), 1293-1305.

Guertani, D., Ould El Hadj-Khelil, A., & Nait Saada, A. (2019). Évaluation de l'activité protéolytique et des caractéristiques sensorielles du Jben élaboré avec des lactobacilles indigènes. *Revue Africaine de Nutrition et de Technologie Alimentaire*, 10(1), 15-24.

Références bibliographiques

Guertarni, D., Ould El Hadj-Khelil, A., & Nait Saada, A. (2019). Évaluation de l'activité protéolytique et des caractéristiques sensorielles du Jben élaboré avec des lactobacilles indigènes. *Revue Africaine de Nutrition et de Technologie Alimentaire*, 10(1), 15-24.

Guinee, T. P. (2004). Salting of Cheese. *Encyclopedia of Dairy Science*.

Hammes, W. P., & Hertel, C. (2003). The Genera *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*. *The Prokaryotes*.

Irlinger, F., & Mounier, J. (2015). Microbial Interactions in Cheese: Implications for the Composition and Quality of the Product. *Current Opinion in Food Science*, 2, 99-105.

Kirk, R. S., & Sawyer, R. (1991). *Pearson's Composition and Analysis of Foods*. Longman Scientific & Technical.

Le'èsve & Lasserreau (2003). *Sensory Analysis Techniques for Dairy Products*. Food Quality and Preference.

Leroy, F., & De Vuyst, L. (2004). Lactic Acid Bacteria as Functional Starter Cultures for the Food Industry. *Trends in Food Science & Technology*

Leroy, F., & De Vuyst, L. (2016). Functional Role of Lactic Acid Bacteria in the Production of Fermented Meat Products. *Microorganisms*, 4(1), 7.

Lu, Y., et al. (2013). Effect of Salt on Cheese Microstructure. *Journal of Dairy Science*, 96(7), 4120-4128.

Montel, M. C., Buchin, S., Mallet, A., Delbes, C., & Dufossé, L. (2014). Traditional Cheeses: Rich and Diverse Microbial Ecosystems. *Food Microbiology*, 37, 207-216.

Omar, S., Amrane, A., & Boudjemaa, A. (2010). Traditional Cheese Making in Algeria: Microbial Biodiversity and Functional Properties. *Dairy Science & Technology*, 90, 303-317.

Ravyts, F., et al. (2012). Microbial Communities and Lactic Acid Bacteria Dynamics in Cheese Fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 153(2), 205-214.

Ravyts, S., et al. (2012). Microbial Dynamics and Metabolite Production During a Controlled Cheese Ripening Process. *International Journal of Food Microbiology*.

Références bibliographiques

Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and Technology. Woodhead Publishing.

Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007). Yoghurt: Science and Technology. CRC Press.

Technologie fromagère et fermentation.

ANNEXE

Annexes

Annexe 1:Composition des milieux de culture

Tableau: Gélose PCA

Composition	Quantité g/L
Tryptone	5
Extrait de levure	2.5
Glucose	1
Agar	18
Eau distillée	1000 ml

Tableau: Milieu MRS

Composition	Quantité g/L
Peptone	10
Extrait de viande	10
Extrait de levure	5
Glucose	20
Tween 80 I ml	2
Phosphate dipotassique	2
Acétate de sodium	5
Citrate d'ammonium	2
Sulfate de magnésium, 7 H ₂ O	0.2
Sulfate de magnes, 4 H ₂ O	0.5
Agar	18
Eau distillée	1000 ml

Tableau: Eau physiologique

Composition	Quantité g/L
Nacl	9 g
Eau distillée	1000 ml

Annexe

Annexe 2: Normes de qualité hygiénique (FAO/OMS, 2019) et de conformité physicochimique des laits (IDF, 2018)

Normes d'évaluation de la qualité hygiénique et microbiologique du lait:

ANALYSE	Norme
	FAO/OMS, 2019
Cellules somatiques cellules/ml	$400\ 000 < \text{cel/ml lait} \leq 200\ 000$
Germes totaux germes ufc/ml à 37°C	$< 10^5$
Germes psychrotrophes ufc/ml à 15°C	moins de 5000
Germes mésophiles ufc/ml à 30°C	moins de 10000
Germes thermophiles ufc/ml à 45°C	moins de 5000
Germes pathogènes ufc/ml	
Streptocoques fécaux	100
Coliformes	$5 \cdot 10^3$
Coliformes fécaux	Absence
Clostridium butyrique (spore/ml)	10^3
Staphylocoques aureus	
Flore lactique ufc/ml	$> 10^4$

Annexe 3: Fiche d'analyse sensorielle comparative des fromages (F.I.L 2018) Date

:

Nom du dégustateur :

Fonction :

Lieu :

type du fromage :

Examen	Nom du produit	Points à examiner	Vocabulaire
1/ Visuel		Etat de la surface	Surface : lisse, sèche, humide Couleur : blanche, crème, jaune
		Pâte	Elasticité : Souple, ferme, cassante Homogénéité : homogène, crevasse
2/ Olfactif		Arômes	Lactique : lait frais, naturel, Autres : diacétyl, fermenté, synthétique
		Intensité	Forte, fade, typée, piquante

Annexe

3/ Gustatif		Saveurs	Description de la saveur : Sucrée, acide, salée, amer Description des sensations : Douceur, piquant, crémeux, fondant, onctueux Description de la finale bouche : Agréable, très
			typique, riche en arôme, intense et persistante, plutôt courte

Observation aux dégustateurs : Mettre une croix sur l'appréciation (vocabulaire) accordée au produit dégusté

Note d'appréciation sur 10 points : à noter sur la base des résultats formulés par les dégustateurs

A/Etat de la Surface :

Surface /lisse : 1,5 , sèche : 0 , humide : 0,25

Couleur / blanche : 1 , crème : 0,5 , jaune : 0 **B/**

Pâte :

Elasticité/ Souple : 1 , ferme : 0,25 , cassante : 0

Homogénéité/ homogène : 1 , crevasse : 0 **C/**

Arômes :

Lactique / lait frais : 1 , naturel : 0,5

Annexe

Autres/ diacétyl : 1 , fermenté : 0,5 , synthétique :0

Intensité/ forte : 0,25 , fade : 0 , typée : 1 , piquante : 0 **D**/

Saveurs :

Description de la Saveur /Sucrée : 0 , acide : 0,5 , salée :0 , amer :0

Description des sensations / Douceur : 1 , crémeux : 0,5 , piquant : 0, fondant : 0,15 , onctueux : 0,25

56

Description de la finale à la bouche / Agréable : 1 , très typique : 0,5 , riche en arôme : 0,25 , intense et persistance : 0,15, plutôt courte : 0