

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf:.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Formulation d'un lait fermenté à valeur ajoutée

Présenté par :
Hadji Narimen
Soutenu le : **03/07/2024**

Devant le jury composé de :

Mme. ADJEROUD. N
Melle. ACHAT. S
Mme. OULD SAADI. L
Melle. DJENAD. F

MCA
MCA
MCB
Doc

Présidente
Promotrice
Examinatrice
Co-promotrice

Année universitaire : 2023 / 2024

Remerciements

Tout au long de la réalisation de ce modeste travail, je tiens d'abords à exprimer ma gratitude au grand DIEU qui m'a donné la santé, le courage, la volonté, le savoir-faire, et la patience d'aller jusqu'à la réalisation de ce travail.

*Je tiens aussi à présenter mes sincères remerciements à ma promotrice Mme **ACHAT. S** qui à contribuer à la réalisation de cette recherche. Ses précieux conseils, son expertise, sa patience et son soutien ont été d'une aide inestimable en réalisant ce projet.*

*Mes remerciements vont aux membres de jury, la présidente Mme **ADJEROUD. N** et l'examinatrice Mme **OULD SAADI. L** qui ont accepté de lire et d'évaluer ce travail. Leurs remarques et suggestions vont être précieuses.*

*Un merci spécial pour ma Co-promotrice **DJENAD F.** Pour sa présence, son aide, ses conseils et sa contribution à la réussite de ce mémoire.*

*J'exprime aussi mes sincères remerciements envers toute l'équipe de la laiterie SOUMMAM spécialement Mme **MAHLOUL. M**, Mr **TAALBA. S**, Mr **HAMITUCHE. B**, Mr **DJAAFRI. B** ainsi que tous les contrôleurs pour leur aide précieuse, leur présence, et leur professionnalisme durant ma période de stage.*

Je ne saurais oublier ma famille pour leur soutien, et pour avoir toujours cru en moi. Leurs encouragements ont été mon refuge et ma motivation tout au long de mon parcours académique.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce modeste travail.

Narimen.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

**A mes très chers parents, mon père LAZIZ,
et ma mère YAMINA pour l'éducation qu'ils
m'ont donné, pour leur soutien, et pour
toutes les sacrifices qu'ils ont faits tout
au long de mon parcours.*

**A mes très chères sœurs, FERROUDJA, NAWAL,
et LISA.*

**A mes aimables frères, HAKIM et GHANI.*

**A tous mes amis et collègues.*

**A tous mes professeurs et enseignants tous
au long de mon parcours.*

**A tous ceux qui m'aiment, a tous ceux que
j'aime.*

Narimen

Table de matière

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction..... 1

Synthèse bibliographique

I-Laits fermentés..... 2

I-1-Lben..... 2

I-1-1-Définition..... 2

I-1-2-Processus de fabrication..... 3

I-1-3-Composition physicochimique de lben..... 3

I-1-4-Critères microbiologiques du lben..... 4

I-2-Rayeb..... 5

I-2-1-Définition..... 5

I-2-2-Processus de fabrication..... 5

I-2-3-Composition physicochimique du rayeb..... 6

I-2-4-Flore lactique de rayeb..... 6

II- Généralités sur lentisque..... 6

II-1-Définition..... 6

II-2- Description botanique..... 7

II-3-Composition chimique de lentisque..... 7

II-4-Huiles essentielles..... 8

II-4-1-Composition chimique des huiles essentielles..... 8

II-5-Activités biologiques des huiles essentielles de lentisque..... 8

II-5-1-Activité antimicrobienne..... 8

II-5-2-Activité antioxydante..... 9

II-5-3-Activité anti-inflammatoire..... 9

II-6-Utilisations de lentisque..... 10

II-6-1-Domaine alimentaire..... 10

II-6-2-Domaine thérapeutique..... 10

II-7-Huiles essentielles et laits fermentés..... 10

Partie expérimental

III- Matériels et méthodes..... 12

III-1-Présentation du sujet.....	12
III-2-Matériel végétal.....	14
III-2-1-Extraction de l'huile essentielle.....	14
III-3-Analyses physicochimiques.....	14
III-3-1-Determination du pH.....	14
III-3-2-Determination de l'acidité titrable.....	14
III-3-3-Determination de la matière grasse.....	15
III-3-4-Determination de l'extrait sec total.....	15
III-3-5-Determination de l'humidité.....	16
III-3-6-Determination de la teneur en cendres.....	16
III-3-7-Determination du degré brix.....	17
III-3-8-Synérèse.....	17
III-3-9-Dosage de taux de protéines.....	17
III-4-Analyses microbiologiques.....	18
III-4-1-Préparation des dilutions décimales.....	18
III-4-2-Recherche et dénombrement des germes.....	18
III-4-2-1-Denombrement de la flore lactique.....	19
III-4-2-2-Denombrement des bifidobactéries.....	19
III-4-2-3-Denombrement des coliformes fécaux et totaux.....	20
III-4-2-4-Denombrement des levures et moisissures.....	20
III-4-2-5-Dénombrement de la FTAM.....	20
III-5-Evaluation sensorielle.....	20
III-6-Etude statistique.....	21
IV- Résultats et discussion.....	22
IV-1-Analyses physicochimiques.....	22
IV-1-1-Matière première.....	22
IV-1-2-Produits finis.....	23
IV-1-2-1-Extrai sec total.....	23
IV-1-2-2-Humidité.....	24
IV-1-2-3-Cendres et brix.....	25
IV-1-2-4-Taux de protéines.....	26
IV-1-2-5-Synérèse.....	26
IV-1-2-6- pH et acidité titrable.....	28

IV-1-2-7-Matière grasse.....	30
IV-2-Analyses microbiologiques.....	31
IV-2-1-Flore lactique.....	32
IV-2-2-Bifidobactéries.....	33
IV-3-Analyse sensorielles.....	34
IV-3-1-Characterisation du produit.....	34
IV-3-1-1- Pouvoir discriminant par descripteur.....	34
IV-3-1-2- Coefficients des modèles.....	35
IV-3-1-3- Moyennes ajustées par produit.....	38
IV-3-2- Cartographie externe de préférence (PREFMAP).....	39
IV-3-2-1- Analyse en composantes principales (ACP).....	39
IV-3-2-2- Classification ascendante hiérarchique (CAH).....	40
IV-3-2-3- Courbes de niveau et carte des préférences PREFMAP.....	41
Conclusion et perspectives.....	43
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des abréviations

HE : Huile essentielle.

UFC : Unité Formant Colonie.

DPPH : 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl.

ABTS : Acide 2,2'-Azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique).

COX : Cyclooxygénase.

TNF : Facteur de nécrose tumorale.

IL-6 : Interleukine-6.

YB : Yaourt brassé.

HET : Huile essentielle de thym.

HER : Huile essentielle de romarin.

pH : potentiel d'Hydrogène.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

°D : Degré Dornic.

MG : Matière grasse

EST : Extrait sec total.

AT : Acidité titrable.

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

AOAC : Association of Official Analytical Chemists (Association Officiels des Chimistes Analytiques).

Cd % : Teneur en cendres.

PCA : Plate Count Agar.

FTAM : Flore totale aérobie mésophile.

VRBL : Gélose Biliée au Cristal Violet et au Rouge neutre.

YGC: Yeast Extract Glucose Chloramphenicol.

MRS: De Man, Rogosa et Sharpe.

TOS : Tryptone Soya Sucrose.

PREFMAP : préférence Mapping.

JORA : Journal Officiel République Algérienne

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique.

ACP : Analyse en composantes principales.

Min : Minimum.

Listes des figures

N°	Titre	Page
01	Processus de fabrication de lben traditionnel	3
02	Feuilles et fruits de Pistacia lentiscus L	7
03	Processus de fabrication de lben et rayeb industriels additionnés de l'huile de lentisque	13
04	Suivi de l'évolution de l'extrait sec total des différents échantillons	23
05	Taux d'humidité des échantillons analysés	24
06	Taux de cendres et taux de brix de différents échantillons analysés.	25
07	Teneur en protéines de différents échantillons de Lben	26
08	Synérèse des échantillons de lben et rayeb	27
09	Evolution des valeurs du pH et d'acidité de lben au cours de stockage	28
10	Evolution du pH et AT du rayeb au cours de stockage	29
11	Suivi de l'évolution de la matière grasse des produits finis	30
12	Suivi de l'évolution de la flore lactique de lben	32
13	Suivi de l'évolution de la flore lactique du rayeb	33
14	Suivi de l'évolution des <i>bifidobacterium</i> des échantillons de lben et rayeb	34
15	Pouvoir discriminant par descripteur : (A) Lben ; (B) Rayeb.	35
16	Coefficients des modèles des formulations de lben.	36
17	Coefficients des modèles de rayeb.	37
18	Corrélation entre les variables et les facteurs lben et rayeb	39
19	Profil des classes créées des lben formulés	40
20	Profil des classes créées des rayeb formulés	41
21	Carte de préférence PREFMAP pour les Lbens élaborés	42
22	Carte de préférence PREFMAP pour les rayeb.	42

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Caractéristiques physicochimiques du lben	4
II	Paramètres physico-chimiques du lben industriel et lben traditionnel	4
III	Caractéristiques microbiologiques du lben	5
IV	Caractéristiques physicochimiques du rayeb.	6
V	La flore lactique dominante dans le rayeb	6
VI	Applications des huiles essentielles sur les laits fermentés	11
VII	Analyses microbiologiques effectuées sur les produits finis	18
VIII	Résultats d'analyses physicochimiques de lait cru	22
IX	Résultats des analyses microbiologiques des échantillons.	31
X	Moyennes ajustées par produit (Lben).	38
XI	Moyennes ajustées par produit (Rayeb).	38

Introduction

Les produits laitiers fermentés sont consommés à l'échelle mondiale et occupent une place cruciale dans l'alimentation humaine dans de nombreuses régions. Ces dernières années, leur consommation a considérablement augmenté grâce à leurs bienfaits nutritionnels et sanitaires significatifs, contribuant ainsi à la promotion et au maintien de la santé humaine (**Benkirane et al., 2022; Salama et al., 2022**). Le lben et le rayeb sont des produits fermentés de haute valeur nutritionnelle et gustative, connus et très appréciés par les consommateurs depuis des siècles. Ils peuvent être consommés frais ou accompagnés de certains aliments comme le pain. Le rayeb peut être baratté pour séparer le lben du beurre traditionnel (**Mohran et al., 2018**).

Les consommateurs du monde entier exigent des produits laitiers de haute qualité, répondant à des normes strictes d'hygiène et de sécurité. La préoccupation croissante concernant les dangers associés à l'utilisation de matières synthétiques et de conservateurs chimiques incite les consommateurs à privilégier des aliments naturels, tels que les plantes médicinales aromatiques, ou leurs huiles essentielles (HE) (**Zaky et al., 2013**).

Ces huiles essentielles dérivées de plantes sont de riches sources de composés biologiques, tels que les composés phénoliques, les acides et les terpénoïdes, qui possèdent des propriétés antibactériennes, antifongiques et antioxydantes (**El-Sayed & El-Sayed, 2021**). Grâce à leurs propriétés antimicrobiennes reconnues, elles ont été utilisées comme agents aromatisants dans les aliments depuis l'Antiquité (**Karimi Sani et al., 2020**) et sont également employées en médecine. Dans l'industrie alimentaire, elles sont appliquées pour prolonger la durée de conservation des produits et pour conférer les propriétés organoleptiques souhaitées (**Mehdizadeh et al., 2019**).

Pistacia lentiscus L. est l'une des espèces végétales utilisées pour la production des huiles essentielles. Ses huiles essentielles sont obtenues à partir des parties aériennes telles que les feuilles, les rameaux, les fleurs et les baies (**Catalani et al., 2017**). Elles sont largement utilisées dans plusieurs domaines, en parfumerie, dans l'industrie pharmaceutique et alimentaire et comme arôme dans les boissons (**Sehaki et al., 2022**).

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est d'aromatiser avec l'huile essentielle de lentisque deux produits fermentés type lben et rayeb au bifidus fabriqués par la laiterie Soummam, en utilisant différentes concentrations. L'étude se concentre sur l'impact de cette addition pendant la durée de stockage en suivant les paramètres physicochimiques, microbiologiques et sensoriels de ces produits.

I-Laits fermentés

I-1-Lben

I-1-1-Définition

Le lben est un lait fermenté acido-alcoolique, traditionnellement fabriqué dans les pays d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient en utilisant du lait cru de vache et/ou de chèvre (**Mangia et al., 2014**). C'est une boisson écrémée rafraîchissante, qui est largement consommée en raison de ses valeurs nutritionnelles et ses caractères organoleptiques qui sont appréciés par les consommateurs (**Sarhir et al., 2019**). Il est obtenu soit traditionnellement par fermentation spontanée du lait cru à température ambiante ou industriellement en ajoutant des levains (cultures bactériennes) au lait pasteurisé (**Sarhir et al., 2019**), afin d'obtenir un produit fermenté présentant les caractéristiques souhaitées résultant de l'activité métabolique et les propriétés technologiques des souches lors de leur croissance dans le lait (**Samet-Bali et al., 2012**).

I-1-2-Processus de fabrication

➤ Lben traditionnel

Pour préparer le lben traditionnel, le lait est généralement placé dans un pot en faïence, ou dans un sac en cuir appelé «Checoua» (sous forme d'un sac obtenu à partir de la peau de chèvre ou peau de mouton), et laissé à température ambiante pendant 24 à 48 h jusqu'à ce que l'acidification et la coagulation se produisent, le produit obtenu est appelé rayeb qui peut être consommé tel qu'elle. Après cette étape, quelques litres d'eau tiède sont ajoutés au lait pour faciliter l'agglomération des globules gras (**Benkirane et al., 2022**), et le mélange est baratté en secouant vigoureusement le récipient. Durant cette phase la fluidisation du contenu est produite avec la coalescence des globules gras qui en résulte la séparation du lben (le crémeux, phase liquide) et le beurre. Le lben traditionnel se conserve généralement pendant 2 à 3 jours, car après cette période il devient trop aigre, acquiert une forte saveur de levure et un goût amer. C'est généralement dû à la présence de micro-organismes indésirables dans le lait cru et la prolifération des levures qui sont les principales causes de détérioration et/ou de production d'arôme(s) désagréable(s). De plus, les levures sont généralement responsables de la production de dioxyde de carbone, ce qui entraîne le soufflage du récipient d'emballage (**Mangia et al., 2014**). Ces étapes sont résumées dans le schéma suivant (figure 01) :

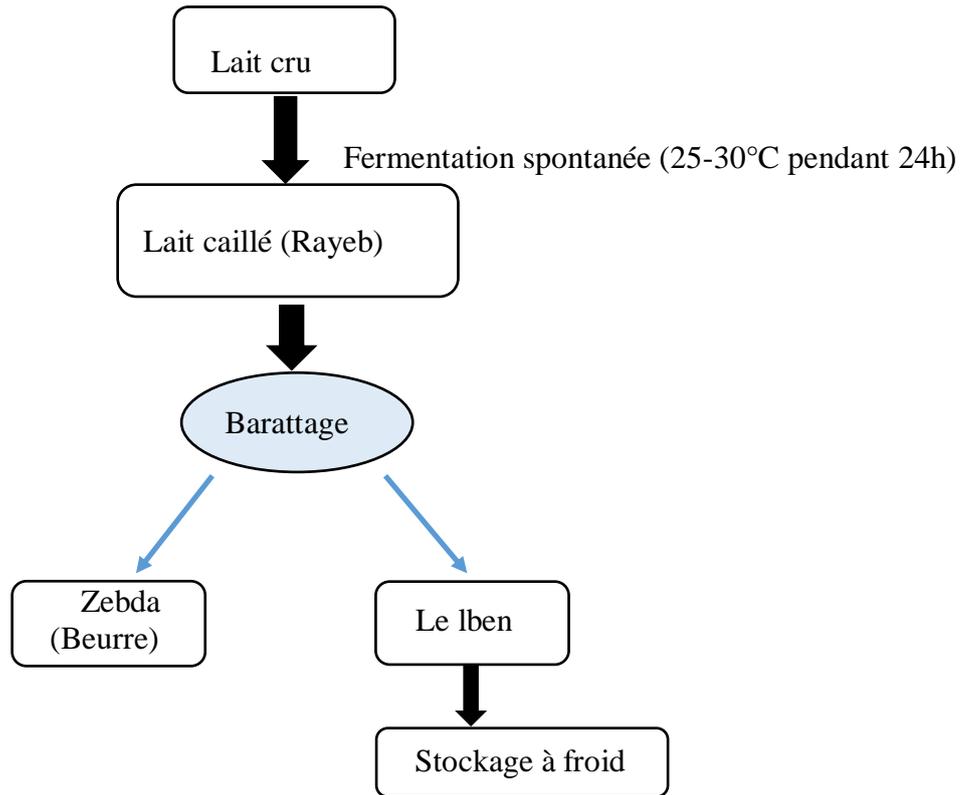


Figure 01 : Processus de fabrication de lben traditionnel (Derouiche et al., 2020)

➤ **Lben industriel**

Le lben est également fabriqué à l'échelle industrielle sous forme de lait fermenté pasteurisé. L'acidification est provoquée par l'inoculation de ferments lactiques mésophiles. Le lait utilisé va subir une pasteurisation à 84°C pendant 30 s, suivi d'un refroidissement à 22°C, puis ensemencé avec des micro-organismes qui sont responsables de la fermentation lactique et le développement des arômes, le cas de *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Lactococcus garvieae* et d'*Enterococcus durans* (Sarhir et al., 2023). Ces dernières sont capables de coaguler le lait, d'inhiber la croissance de micro-organismes nuisibles, assurer une prolongation de la durée de conservation des produits par leur puissance d'acidification, elles contribuent également à l'amélioration des propriétés nutritionnelles et sensorielles telles que la fraîcheur, la texture, la douceur et la saveur (Sarhir et al., 2019).

I-1-3- Composition physico-chimique de lben

La composition physico-chimique de lben varie selon la composition chimique du lait cru utilisé, qui dépend des régions, des localités et des fermes productrices. Le tableau suivant

représente les caractéristiques physico-chimiques de deux lben différents, l'un est fabriqué à partir du lait de vache et l'autre à partir de lait de chèvre :

Tableau I : Caractéristiques physicochimiques du lben (Derouiche et al., 2020).

Paramètres	Lben à partir du lait de :	
	Vache	Chèvre
pH	4.6 ± 0.03	4.61 ± 0.08
Acidité titrable (%)	0.39 ± 0.11	0.43 ± 0.41
Densité	1.016 ± 0.15	1.102 ± 0.51
Matière sèche (g/L)	90.6 ± 0.4	97.2 ± 0.8
Matière grasse (g/L)	8.95 ± 0.38	13.5 ± 0.75
Protéines (g/L)	30.6 ± 0.49	31.9 ± 0.22
Cendre (g/L)	4.9 ± 0.02	8.5 ± 0.08
Calcium (g/L)	0.7 ± 0.20	0.4 ± 0.19

➤ **Différences entre lben traditionnel et lben industriel**

Le lben traditionnel se caractérise par une haute teneur en protéines, en lactose et en cendres, mais il est moins gras et acide que le lben industriel (Mkadem et al., 2022), comme le montre le tableau présenté ci-dessous.

Tableau II : Paramètres physico-chimiques du lben industriel et lben traditionnel (Mkadem et al., 2022)

	pH	Acidité (°D)	Viscosité (×10 ⁻¹ Pas)	Lipides (g/L)	Protéines (g/L)	Lactose (g/L)
Lben industriel	4.41	87	4.0	6.2	29.7	24.2
Lben traditionnel	4.64	79	2.3	20.02	36.6	24.1

I-1-4- Critères microbiologiques du Lben :

Les bactéries lactiques (*Lactocoques*, *Lactobacilles* et *Streptocoques*) constituant la flore dominante dans le lben. Elles sont responsables de la fermentation lactique et le développement des arômes (Derouiche et al, 2020). Celles identifiées dans le lben traditionnel appartiennent à *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, et celles utilisées pour le lben industriel sont *Lactococcus lactis lactis*, *Lactococcus lactis diacetylactis* et *Lactococcus cremoris*.(Mkadem et al., 2022)

Le tableau ci-dessous compare les caractéristiques microbiologiques du lben fabriqué à partir de lait de vache et de lait de chèvre. Il met en évidence les différences et similitudes en termes de présence et de concentration de divers micro-organismes, tels que les bactéries lactiques, les coliformes, et les levures. Ces différences microbiologiques influencent la texture, le goût et la conservation du produit final.

Tableau III : Caractéristiques microbiologiques du lben (Derouiche et al., 2020).

Microorganismes	Valeurs moyennes (UFC/ml)	
	Vache	Chèvre
Flore totale	67×10^7	22×10^6
Coliformes totaux	8×10^3	10^2
Coliformes fécaux	7.3×10^1	10^1
Entérobactéries	4.2×10^3	3×10^2
Streptocoques	18.9×10^8	8.3×10^8
Lactobacilles	35.3×10^5	67×10^6
Lactocoques	7.65×10^7	14×10^7
Levure	39×10^2	2.2×10^2

I-2-Rayeb

I-2-1-Définition

Le rayeb est l'un des produits laitiers fermentés le plus populaire dans les régions du Moyen-Orient et les régions rurales, reconnu et grandement apprécié par les consommateurs depuis des siècles (Abou-Dobara et al., 2017). C'est un lait coagulé traditionnel obtenu par fermentation spontanée qui ressemble un peu au yaourt. C'est un produit semi-solide à un goût et une odeur agréable. Il est également lisse, épais et d'aspect uniforme. Plusieurs types de lait peuvent être utilisés dans le processus de fabrication de rayeb (lait de vache, de chèvre, de brebis ou de chameau) et la fermentation se déroule à température ambiante 15 à 30°C /24-72h (Benkirane et al., 2022) qui dépend de l'activité de microorganismes dans le lait cru. Les organismes responsables de fermentation sont des lactobacilles thermophiles en été et lactocoques mésophiles en hiver (Mohamed Ismail et al., 2018).

I-2-2- Processus de fabrication

Le rayeb est traditionnellement fabriqué à partir du lait cru de vaches, de brebis ou de chèvres, versé dans des pots en terre (Ismail et al., 2017) et laissé reposer à 25-30°C pendant 1 à 3 jours selon la saison (12-24h en été, et 24 à 72h en hiver). Cette période est suffisante pour coaguler le lait et former la couche de crème sur la surface (Mohran et al., 2019). Il peut être consommé tel quel ou la crème qui s'est formée à la surface peut être retirée pour la fabrication

de beurre, tandis que le reste du lait aigre (lait partiellement écrémé) est chauffé pour améliorer le caillage du lait et consommé sous forme de rayeb (Abou-Dobara et al., 2017).

A l'échelle industrielle, le rayeb est produit à partir de lait de vache pasteurisé, additionné des levains et de la présure (Ismail et al., 2017). Ce procédé implique l'incorporation de bactéries lactiques, qui fermentent le lactose présent dans le lait, produisant de l'acide lactique et d'autres composés responsables des caractéristiques gustatives et texturales du rayeb (Abd-Rabou et al., 2023).

I-2-3- Composition physico-chimique du rayeb

Les propriétés physicochimiques du rayeb (Tab.IV) sont comparables à celles de produits laitiers tels que le yaourt, le fromage frais et le beurre (Benkirane et al., 2022).

Tableau IV : Caractéristiques physicochimiques du rayeb. (Abd-Rabou et al., 2023)

Paramètres	pH	Acidité	Protéines	Lipides	Lactose	Viscosité
Rayeb	4.6	48	3.34±0.1	3.50±0.1	3.13±0.2	276.8±2.0

I-2-4-Flore lactique de rayeb

Les bactéries lactiques jouent un rôle crucial dans la plupart des aliments fermentés. Elles sont responsables de processus de fermentation et contribuent à prolonger la durée de conservation de ces produits. En outre, elles améliorent les caractéristiques nutritionnels et les aspects sensoriels des aliments (Abd El Gawad et al., 2010). Ce tableau met en évidence les différentes bactéries lactiques impliquées dans la fermentation du rayeb :

Tableau V : La flore lactique dominante dans le rayeb (Ismail et al., 2018)

Microorganismes (UFC)	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Bifidobacterium</i>
Rayeb	8.8±8.00×10 ⁸	5.9±9.00×10 ⁶	2.0±1.00×10 ⁶

II- Lentisque

II-1-Définition

Le lentisque, également appelé « arbre à lentisque », « pistachier à lentisque » ou « *Pistacia lentiscus* L » est un arbuste ramifié à feuilles persistantes (Fig.02) qui pousse spontanément dans les climats méditerranéens. Cette espèce comprend environ 70 genres et plus de 600 espèces appartenant à la famille des *Anacardiaceae* (Zitouni et al., 2023). Cet arbuste aux fruits comestibles se caractérise par son odeur de résine fortement âcre. Presque toutes ses parties

sont utilisables d'une manière ou d'une autre dans le domaine de la phytothérapie grâce à leurs propriétés sédatives, antiathérogènes et anti oxydantes (Milia et al., 2021).

La classification botanique du lentisque est la suivante : (Nahida & Siddiqui, 2012)

Régne : *Plantae*

Division : *Magnoliophyta*

Ordre : *Sapindales*

Famille : *Anacardiaceae*

Genre : *Pistacia*

Espèce : *Pistacia lentiscus*.

Nom binomial : *Pistacia lentiscus* L.



Figure 02 : Feuilles et fruits de *Pistacia lentiscus* L

II-2-Description botanique

C'est un arbuste qui se distingue des autres pistachiers par son feuillage persistant. Il est bien adapté aux conditions de croissance difficiles, à la sécheresse et à un environnement chaud. La plante est dioïque, avec des fleurs mâles et femelles séparées et à des feuilles pennées et petites (4-5 mm. Diam) d'une couleur vert vif. Les fleurs sont unisexuées et regroupées en grappes, la floraison a lieu entre mi-mars et fin avril (Blama et al., 2024). Les fleurs des arbres males sont rouge foncé et celle des arbres femelles sont jaunes (Sehaki, 2022). Le fruit est une drupe charnue, qui mûrit en août et dont la couleur varie du rouge au noir en fonction du degré de maturité (Milia et al., 2021). Egalement, l'arbre développe un exsudat végétal de texture gélatineuse appelé « le mastic » obtenu suite à l'induction de petites coupures sur l'écorce et les branches de l'arbre de *P. lentiscus* (Nahida & Siddiqui, 2012).

II-3-Composition chimique de lentisque

Pistacia lentiscus est réputée pour son abondance en métabolites secondaires et en molécules bioactives. Parmi ces composés on retrouve les flavonoïdes, les polyphénols (Zitouni et al., 2023). De plus c'est une source riche d'huiles essentielles, il comprend des acides gras tels que les acides oléiques (50,72% de la fraction lipidique), palmitique (23,16%) et linoléique (21,75%). Les terpènes (30-40 %) : pinène, myrcène, le sabinène; Sesquiterpènes (20 %) : cadinène, muurolène ; Alcools terpéniques (10 %) : terpinène ; Sesquiterpénols (5 à 10%), et de la résine « mastic de chio » (Blama et al., 2024).

II-4-Huiles essentielles

Les huiles essentielles (HE) sont des mélanges complexes de composés organiques volatils, ils sont constitués d'hydrocarbures et de composés oxygénés. Ils sont souvent responsables de l'odeur distinctive des plantes. L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est obtenue à partir des parties aériennes telles que les feuilles, les rameaux, les fleurs et les baies (Catalani et al. 2017). Elle est également extraite de la gomme de mastic « résine » (Negro et al. 2015). Elle a une couleur jaune, une odeur aromatique et un goût piquant (Negro et al. 2015). Les huiles peuvent être extraites par diverses méthodes et la plus courante est l'hydrodistillation à l'aide d'un Clevenger (Zitouni et al., 2023).

II-4-1-Composition chimique des huiles essentielles

La composition chimique des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* varie selon l'origine de la plante, la nature des parties de lentisque, la période de récolte, le taux d'humidité et la méthode d'extraction, reflétant la biodiversité moléculaire de cette plante (Benterrouche et al., 2023). Au total, 31 constituants ont été identifiés. Les monoterpènes oxygénés constituent 62,97% de l'huile essentielle, avec des composés clés tels que le 1,8-cinéole (29,17 %), l' α -terpinéol (4,28 %), et l'acétate de myrtényle (19,62 %). En parallèle, les monoterpènes hydrocarburés représentent 35,13 % de l'huile essentielle, principalement composés d' α -pinène (25,2 %) et de limonène 9,64 % (Benterrouche et al., 2023).

II-5- Activités biologiques

II-5-1-Activité antimicrobienne

Plusieurs études ont mis en évidence l'activité antimicrobienne des HE de *P. lentiscus*, cherchant à clarifier scientifiquement leur utilisation populaire contre les maladies infectieuses (Zitouni et al., 2023). Ces huiles ont été testées sur des souches bactériennes courantes pathogènes (Gram+ et Gram-), le cas d'*Escherichia coli*, impliquée dans les infections des voies urinaires et respiratoires, *Staphylococcus aureus*, responsable d'infections cutanées, ainsi que *Klebsiella pneumoniae* et *Pseudomonas aeruginosa*, connues pour provoquer des infections nosocomiales, représentant ainsi des enjeux majeurs de santé publique (Hayani et al., 2024). Les résultats ont mis en évidence la robustesse de l'activité antibactérienne de l'HE de *P. lentiscus* contre toutes les souches testées. Notamment, *Staphylococcus aureus* s'est révélé être la souche la plus sensible avec un diamètre de zone d'inhibition de 20,05 mm, suivi par *Escherichia pseudocoloides* (19 mm). En revanche, *Klebsiella pneumoniae* a présenté la moindre sensibilité 12,7 mm (Hayani et al., 2024).

De plus, il a été rapporté que les HE de lentisque contenant du β -myrcène (15,18 %) et du 1,8-cinéole (15,02 %) démontrent une activité antibactérienne remarquable contre *Listeria monocytogenes*. (Hayani et al., 2024). Une autre étude sur les souches de champignons, a montré une faible activité des HE de lentisque contre *Rhizoctonia solani* (RS5.2) (04 mm) et *Fusarium solani* (03 mm). Cependant, aucune activité inhibitrice n'a été détectée contre la souche testée de *C. albicans* (Abidi et al., 2023).

I-5-2-Activité antioxydante :

Les huiles essentielles issues des feuilles de *P. lentiscus* ont démontré une bonne capacité antioxydante, présentant une forte variabilité saisonnière dans leur inhibition des radicaux DPPH (Sehaki et al., 2023). De plus, elles contiennent une fraction élevée d'hydrocarbures monoterpéniques (45-68,35 %) reconnus pour leur grande activité de piégeage des radicaux libres, ainsi que de l'acide digallique qui a la capacité de neutraliser le radical libre ABTS (Nahida & Siddiqui, 2012). Par ailleurs, des recherches montrent que certaines huiles essentielles riches en composés non phénoliques peuvent également avoir un potentiel antioxydant. Les HE de *P. lentiscus* sont particulièrement riches en composants non phénoliques, ce qui pourrait expliquer leurs propriétés antioxydantes (Aouinti et al., 2014).

Des études ont démontré que les HE de *P. lentiscus* possèdent un effet antioxydant, offrant une protection contre le stress oxydatif impliqué dans des maladies chroniques telles que le cancer, le diabète et Alzheimer (Abidi et al., 2023)

La variation de l'activité antioxydante peut être attribuée à la diversité de la composition chimique des huiles essentielles. Il est difficile de lier ces différences à un seul composant, car les composés mineurs peuvent également jouer un rôle important dans l'activité antioxydante, en plus des composés majeurs. En effet, l'activité réductrice des HE est généralement liée aux composés oxygénés et aux terpènes avec des doubles liaisons conjuguées présents dans ces huiles essentielles (Sehaki et al., 2022).

I-5-3-Activité anti-inflammatoire

L'effet anti-inflammatoire du *P. Lentiscus* est d'une grande importance dans l'ethnopharmacologie. Les HE extraites des feuilles de lentisque ont été testées contre la COX (cyclooxygénase). Les résultats ont montré une activité inhibitrice plus élevée envers la COX-2 (cyclooxygénase 2) que la COX-1 (cyclooxygénase 1). Les valeurs d'inhibition étaient de 10-4 g/mL et 6-2 g/mL d'HE de *P. lentiscus* pour COX-1 et COX-2, respectivement. De plus, Ces HE inhibent de manière significative le développement des granulomes ainsi que les taux

sériques de TNF (facteur de nécrose tumorale) et d'IL-6 (interleukine-6) en réponse aux irritants (Sehaki et al., 2023).

II-6- Utilisations de lentisque

Pistacia lentiscus L. a eu un large éventail d'applications au fil des siècles, elle est connue comme faisant partie de la pharmacopée traditionnelle de plusieurs pays méditerranéens et c'est une plante utilisée depuis longtemps dans l'alimentation humaine, le domaine pharmaceutique et la médecine traditionnelle :

II-6-1-Domaine alimentaire

L'extrait aqueux de feuilles de *P. lentiscus L.* est très populaire dans les pays d'Afrique du Nord et devient de plus en plus populaire dans le monde entier, en raison de ses propriétés bénéfiques pour la santé (Nahida & Siddiqui, 2012). Ses fruits peuvent être consommés directement, crus ou même grillés, ainsi que d'autres parties de la plante, sont utilisés pour l'extraction d'HE. Les HE obtenues à partir des parties aériennes de *P. lentiscus* sont largement utilisées comme agents aromatisants dans les boissons alcoolisées, les gommes à mâcher, les biscuits, les glaces, les bonbons au mastic, la farine, le beurre, le thé (Zitouni et al., 2023). Outre que le pouvoir aromatique, les parties de *P. lentiscus* sont également utilisées comme agents stabilisants dans les fromages, les pizzas (gomme mastic), et surtout comme colorants alimentaires naturels (Blama et al., 2024).

II-6-2-Domaine thérapeutique

Depuis l'Antiquité, toutes les parties de la plante (les feuilles, les fruits, les racines et les tiges), sont utilisées en médecine traditionnelle pour leurs bienfaits sur la santé. En Algérie, les parties aériennes de cette plante sont traditionnellement employées pour traiter les maux d'estomac, les maux de gorge, la toux, l'eczéma, les calculs rénaux et la jaunisse (Sehaki et al., 2023). Les infusions de gomme de mastic et de feuilles sont également réputées pour leur effet bénéfique dans la prévention des troubles respiratoires et des affections gastro-intestinales (Zitouni et al., 2023), ainsi que pour le traitement des troubles circulatoires comme l'hypertension et les maladies cardiaques, et du diabète de type 2. (Sehaki et al., 2023).

II-7- Huiles essentielles et laits fermentés

Plusieurs travaux ont été rapportés dans la littérature dans le domaine d'application des huiles essentielles dans la gamme des laits fermentés, comme le révèle le tableau ci-après :

Tableau VI : Applications des huiles essentielles sur les laits fermentés.

Huiles essentielles	Laits fermentés	Résultats	Références
Huiles essentielles de menthe verte, citronnelle, clou de girofle et cannelle	Yaourt brassé (YB)	Tous les YB aromatisés ont été très appréciés. Le YB aromatisé à la citronnelle a été le plus préféré, suivi de celui à la cannelle, à la menthe puis au clou de girofle.	(Salama et al., 2022)
Huile essentielle de thym (HET) (<i>Thymus vulgaris</i>)	Labeneh (lait fermentés traditionnel de Liban)	La nano émulsion d'HET à 0,1% a démontré sa capacité à prolonger la durée de conservation du labeneh jusqu'à 6 semaines en stockage à froid, avec un goût et un arôme acceptable	(El-Sayed & El-Sayed, 2021)
Huile essentielle de romarin (HER)	Yaourt brassé	Les résultats des caractéristiques antibactériennes du HER ont indiqué qu'il pourrait être utilisé comme conservateur naturel dans la fabrication de yaourt brassé.	(Kamel et al., 2022)
Huile essentielle de <i>Mélissa officinalis</i>	Yaourt	Les résultats ont montré que l'activité antioxydante des échantillons de yaourt a été augmentée par l'incorporation d'huile essentielle encapsulée	(Karimi Sani et al., 2020)
Huiles essentielles d'aneth et de carvi	Labeneh	L'utilisation des huiles essentielles d'aneth et de carvi a amélioré la qualité organoleptique de labeneh, en particulier le goût et l'odeur.	(Zaky et al., 2013)

III-Matériels et méthodes

III-1- Présentation du sujet

L'objectif de cette étude est d'analyser l'impact de l'huile essentielle des feuilles de lentisque sur deux types de laits fermentés : le lben et le rayeb. À cet effet, des prélèvements aléatoires ont été réalisés, comprenant 12 échantillons de lben au bifidus et 12 échantillons de rayeb au bifidus de la laiterie Soummam (provenant des mêmes lignes de production de chaque produit). L'enrichissement des laits fermentés (lben et rayeb) avec l'huile essentielle de lentisque a été réalisé dans le laboratoire de contrôle de qualité de la laiterie Soummam dans des conditions aseptiques en respectant le diagramme de fabrication suivant :

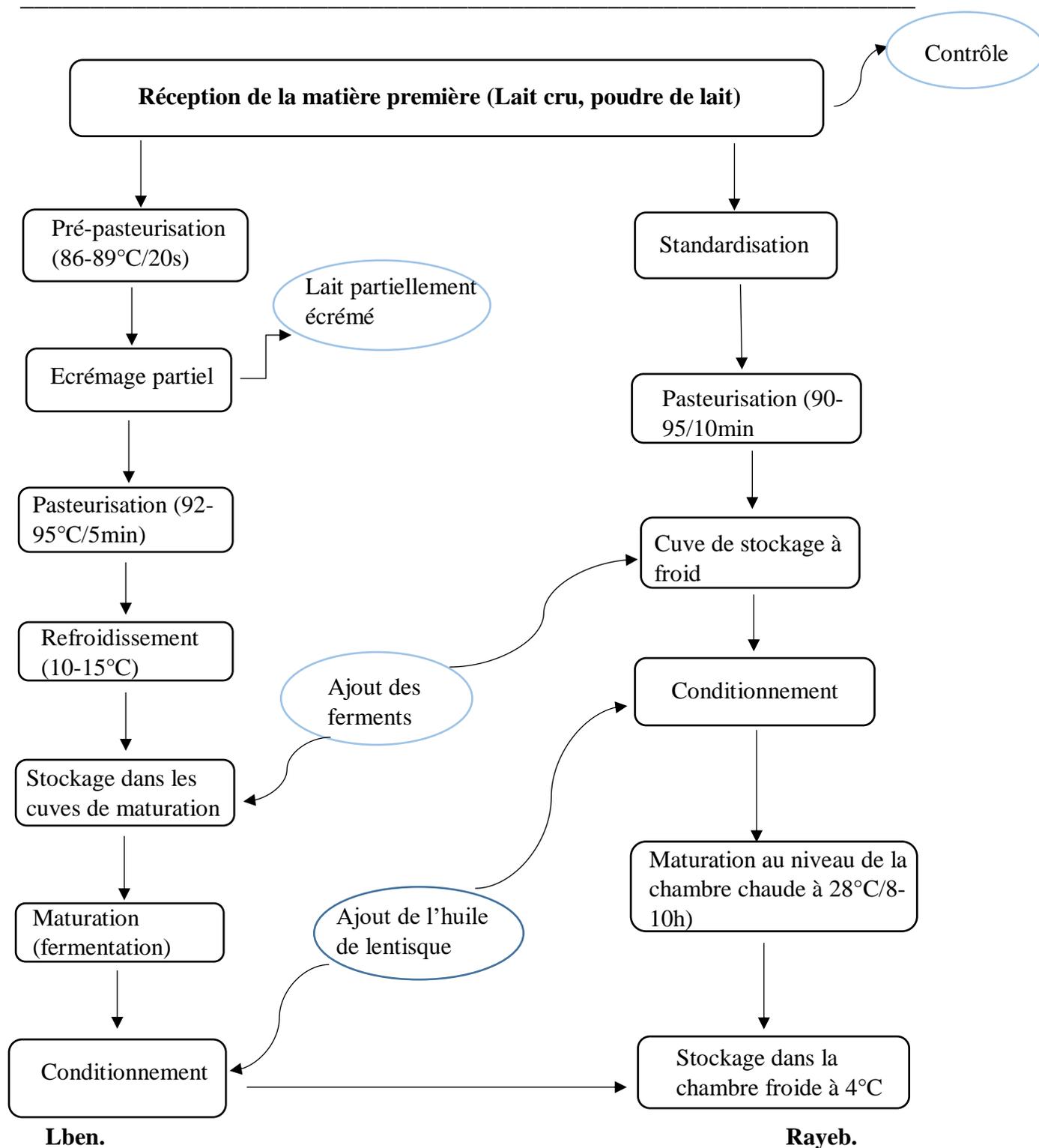


Figure 03 : Processus de fabrication de lben et rayeb industriels additionnés de l’huile de lentisque.

Des différents échantillons de lben et rayeb ont été enrichés avec des concentrations différentes de l’huile de lentisque dans des conditions aseptiques : quatre concentrations différentes pour le lben (C1, C2, C3, C4), et trois autres concentrations pour le rayeb (Cr1, Cr2,

Cr3). Ces derniers sont conservés dans la chambre froide à 4°C afin de réaliser un suivi physicochimique et microbiologique au cours de stockage allant de la date de production jusqu'à la date de péremption (J+1, J+7, J+14, J+21, J+28, J+32).

III-2-Matériel végétal

Les feuilles de lentisque (*Pistacia lentiscus*) ont été récoltées en avril et en mai 2024, durant la saison de floraison, dans la région de Chemini, située dans la wilaya de Béjaïa.

III-2-1-Extraction de l'huile essentielle

L'extraction de l'huile essentielle (HE) a été réalisée par la méthode d'hydro-distillation à l'aide d'un Clevenger. Les feuilles de *P. lentiscus* ont été lavées et séchées à l'air libre, puis déchiquetées et immergées dans un ballon rond contenant de l'eau distillée. Le mélange (eau/feuilles) a été porté à ébullition pendant 3 heures avec un rendement d'extraction calculé à 1.12%. L'HE obtenue a été conservée à 4°C.

III-3- Analyses physicochimiques

Les analyses physico-chimiques sont réalisées afin de vérifier et garantir les caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques du produit, en se basant sur le Manuel d'analyses physico-chimiques de la laiterie Soummam.

III-3-1-Détermination du pH

a)-Principe

Le pH sert à quantifier la concentration en ion H⁺ dans l'échantillon. Ces ions confèrent au milieu son caractère acide ou basique (**Rejsek, 2002 ; Amiot et al., 2000**). L'appareil utilisé est le pH-mètre muni d'une électrode qui renferme une solution aqueuse acide, comporte une membrane de verre spéciale perméable aux ions hydrogènes (**Vignola, 2002**).

b)-Mode opératoire

La sonde de la température et l'électrode du pH-mètre (préalablement étalonné avec des solutions tampons) ont été plongées dans un volume suffisant du produit (environ 30 ml). La valeur du pH s'est affichée sur l'écran de l'appareil.

III-3-2-Détermination de l'acidité titrable

a)-Principe

L'acidité titrable consiste à mesurer la quantité d'acide lactique contenue dans le produit. Son principe se base sur le titrage volumique à l'aide d'une solution alcaline d'hydroxyde de sodium (NaOH) (1/9 N), en présence de la phénolphtaléine (1%) comme un indicateur coloré.

b)-Mode opératoire

Quelques gouttes de l'indicateur coloré phénolphtaléine (1 %) ont été ajoutées à 10 ml de produit à analyser. La solution alcaline a été versée goutte à goutte jusqu'à ce que le mélange vire au rose clair, indiquant un pH de 8,3. Enfin, le volume de la chute de la burette a été noté.

c)-Expression des résultats

L'acidité est exprimée en degré Dornic (°D) comme suit :

$$\text{Acidité (°D)} = \text{Volume de chute de la burette (ml)} \times 10$$

III-3-3-Détermination de la matière grasse MG

a)-Principe

C'est la détermination de la MG par centrifugation, ce test se fait par la méthode nommée GERBER. Les protéines du lait sont dégradées par l'acide sulfurique dans une réaction exothermique, libérant de la chaleur qui fait fondre la matière grasse du lait. L'ajout d'alcool iso amylique, un solvant organique, facilite la séparation de la matière grasse. Ensuite, la centrifugation permet de séparer les phases grasses et aqueuses. La teneur en matière grasse est ensuite déterminée par une lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

b)-Mode opératoire

La matière grasse est séparée par centrifugation dans un butyromètre après l'ajout de 10 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 1,86 g/l, de 5,5 ml d'eau distillée et de 5,5 ml du produit à analyser, suivi de l'ajout de 1 ml d'alcool isoamylique. Le butyromètre est agité pour dissoudre complètement la caséine, puis placé dans une centrifugeuse pendant 10 minutes à une température de 65 ± 2 °C.

c)-Lecture

La lecture doit être effectuée rapidement. Tenir le butyromètre bien vertical, puis lire la Valeur de la graduation. Elle est donnée en %.

III-3-4-Détermination de l'extrait sec total (EST)

a)-Principe

Le principe repose sur l'évaporation complète de l'eau présente dans l'échantillon en le chauffant à 105 °C pendant 15 minutes, afin de ne conserver que la matière sèche qu'il contient. La mesure est réalisée à l'aide d'un dessiccateur (Sartorius MA 100).

b)-Mode opératoire

4 g du produit à analyser ont été déposées sur le support de la coupelle du dessiccateur. L'appareil s'arrêtera automatiquement à la fin de l'analyse. La valeur de l'EST s'affiche directement sur l'écran de l'appareil.

III-3-5-Détermination de l'humidité

a)-Principe

Le principe de la détermination de la teneur en eau est basé sur l'élimination de l'eau contenue dans un échantillon donné par chauffage dans une étuve ventilée à 105°C jusqu'à ce que le poids de l'échantillon devienne constant (NF V 18-109, 1982).

b)-Mode opératoire

3g de chaque échantillon ont été placés dans l'étuve à 105°C pendant 3 heures, puis pesés. (AOAC, 1990).

c)-Expression des résultats

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{(m1-m2)}{p} \times 100$$

H : Humidité (%).

m1 : Masse de pot avec l'échantillon avant séchage (g).

m2 : Masse de pot avec l'échantillon après séchage (g)

p : Masse de l'échantillon (g).

III-3-6-Détermination de la teneur en cendres

a)-Principe

La détermination du taux de cendres consiste à calciner les échantillons dans un four à moufle jusqu'à ce que toute la matière organique soit entièrement brûlée, ne laissant que les résidus minéraux incombustibles et l'obtention d'une poudre blanche ou grise (NF V05-113,1972).

b)-Mode opératoire

Le taux de cendres a été déterminé comme suite : 3g de chaque échantillon ont été mises dans des creusets, qui sont placés dans un four à moufle à 650°C pendant 5 heures (AOAC, 1990).

c)- Expression des résultats :

Le taux de minéraux est calculé selon la formule suivante :

$$Cd\% = \frac{(M1-M2)}{P} \times 100$$

Cd : Teneur en cendres (%).

M1 : Masse du creuset + cendres (g).

M2 : Masse du creuset vide (g).

P : La masse de la prise d'essai (g).

III-3-7-Détermination du degré Brix

a)-Principe

Le degré Brix correspond à la teneur en sucre exprimée en grammes (g) pour 100g d'échantillon (**Smati et al. 2017**). Il indique ainsi le taux de matière sèche soluble présent dans une solution. Ce paramètre est défini par un appareil qui est le réfractomètre qui mesure l'indice de réfraction (**Reid, 2003**).

b)-Mode opératoire

La lecture a été faite à l'aide d'un réfractomètre, et cela en déposant simplement une goutte de l'échantillon sur la surface du prisme du réfractomètre, face à une source lumineuse. La valeur est directement indiquée sur l'appareil en degré Brix (**Witherspoon et Jackson, 1995**).

III-3-8- Synérèse

Pour l'analyse de la synérèse, 25 mL de l'échantillon ont été versés dans des éprouvettes graduées et laissés à reposer pendant 72 heures à 25 °C. Les échantillons ont été observés pour la séparation des phases après un stockage de 12, 24, 48 et 72 heures. La phase aqueuse des échantillons a été séparée de la phase sérique, et cette séparation a été exprimée en mL pour 25 mL de babeurre cultivé (**Mahmoudi et al., 2022**).

III-3-9-Dosage de taux de protéines

Le dosage est effectué à l'aide de l'appareil Milko Scan FT120 qui est un spectrophotomètre spécialement conçu pour la mesure des paramètres physico-chimiques tels que le taux de protéines, taux de matière grasse, extrait sec des produits liquides au cours de fabrication. Cet appareil se compose de deux unités principales : une unité de mesure et un ordinateur qui contrôle son fonctionnement. Le processus de mesure consiste en l'aspiration de deux fois 5 mL du produit par l'appareil, puis les rayonnements infrarouges vont pénétrer la cuvette contenant le produit pour obtenir la moyenne des deux mesures, qui va s'afficher sur l'écran de l'ordinateur.

- Les produits analysés pour le taux de protéines sont : le lait cru (la matière première de lben), le lben (produit fini) et le lben avec une concentration de l'huile essentielle.

III-4-Analyses microbiologiques

La qualité microbiologique du lben et du rayeb enriché a été évaluée en dénombrant tous les organismes viables, afin de garantir la commercialisation des produits de bonne qualité répondant aux exigences du consommateur et à la réglementation en vigueur. Cette évaluation repose sur la recherche de la flore de contamination (les bactéries aérobies mésophiles, levures et moisissures, les coliformes fécaux et totaux), et sur le suivi du développement de la flore lactique (*streptococcus thermophilus* et *lactobacillus bulgaricus*) ainsi que les bifidobactéries.

III-4-1- Préparation des dilutions décimales

Dix grammes des produits préparés sont pesés séparément, dans des conditions aseptiques, à l'aide d'une balance de précision puis ajoutés dans des flacons contenant 90 ml d'eau physiologique stérile. Les mélanges sont ensuite agités afin d'obtenir la première dilution 10^{-1} . Les autres dilutions décimales sont réalisées en transférant un 1ml de la première dilution dans un tube contenant 9 ml de l'eau physiologique, ce qui donne une dilution de 10^{-2} . La série de dilutions est poursuivie de la même manière jusqu'à atteindre la dilution 10^{-8} .

III-4-2- Recherche et dénombrement des germes

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des germes recherchés, leurs milieux de culture et leurs températures d'incubation pour les différents échantillons de lben et rayeb :

Tableau VII : Analyses microbiologiques effectuées sur les produits finis.

Germes	Milieu de culture	Dilution	Type d'ensemencement	Température et temps d'incubation
Flore totale aérobie mésophile (FTAM)	PCA	Solution mère	Double couche	30°C/72h
Coliformes fécaux et totaux	VRBL	Solution mère	Double couche	44°C/24h (CF) 30°C/24h (CT)
Levures et moisissures	YGC	Solution mère	Une seule couche	25°C/5 jours
Flore lactique	MRS	10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4}	Double couche	30°C/72h
	M17	10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7}	Une couche	30°C/72h
Bifidobactéries	TOS	10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}	Double couche	37°C/72h

PCA : Plate Count Agar, **VRBL** : milieu lactosé bilié au cristal violet et au rouge neutre, **YGC** : Yeast Extract Glucose Chloramphenicol, **MRS** : De Man, Rogosa et Sharpe, **TOS** : Tryptone Soya Sucrose.

III-4-2-1-Dénombrement de la flore lactique

Dénombrement sur milieu solide en aérobiose pour *Streptococcus thermophilus* (M17), et en anaérobiose pour *Lactobacillus bulgaricus* (MRS). Ensemencer les dilutions 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} pour les lactobacilles et 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} pour les streptocoques.

- **Mode opératoire**

A l'aide d'une pipette stérile, transférer aseptiquement 1ml de la dilution dans une boîte de Pétri (deux boîtes pour MRS et deux boîtes pour M17 pour chaque dilution). Puis couler 15ml de milieu MRS, après solidification ajouter 5 ml pour la deuxième couche. Enfin, incuber à 30°C pendant 72 heures. Faire de même pour le milieu M17 sans l'ajout de la deuxième couche.

III-4-2-2-Dénombrement des bifidobactéries

Dénombrement sur milieu solide en anaérobiose à 37°C.

- **Mode opératoire**

-Les dilutions 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} ont été ensemencées (deux boîtes pour chaque dilution). 1ml de chaque dilution a été transféré sur une boîte de Pétri, puis 15ml de milieu TOS auquel on a préalablement ajouté la solution Lithium Mupirocine, ont été ajoutés. Après solidification, une couche du TOS a été ajoutée afin d'obtenir les conditions de semi-anaérobiose.

-Les boîtes ont ensuite été placées dans une jarre d'anaérobiose à laquelle on a ajouté l'anaerocult A (le réactif d'anaérobiose).

-Incuber la jarre à 37°C pendant 72 heures.

- **Résultats**

Compter les colonies sur la boîte contenant entre 15 et 300, et les résultats sont exprimés en nombre de germes par « ml » ou par « g » de produit selon la formule suivante :

$$N = \frac{\Sigma c}{(n_1 + 0.1n_2) d}$$

Où

N : Nombre de germes par « ml » ou par « g » de produit.

Σc : La somme des colonies comptées sur toutes les boîtes contenant entre 10 et 300 colonies.

n_1 : Le nombre des boîtes comptées à la dilution la plus faible.

n_2 : Le nombre de boîtes comptées à la dilution la plus élevée.

d : Facteur de dilution pris en compte.

III-4-2-3-Dénombrement des coliformes fécaux et totaux

- **Mode opératoire**

1ml du produit fini (solution mère) a été ensemencé sur la boîte de Pétri à l'aide d'une pipette stérile en ajoutant 15ml de la gélose VRBL. Après solidification, une deuxième couche a été ajoutée. L'incubation a été réalisée à 30 °C et 44°C pendant 24h respectivement pour les coliformes totaux et les coliformes fécaux.

- **Résultats**

Après 24h d'incubation, les colonies caractéristiques des coliformes totaux et fécaux sont violacées, d'un diamètre de 0.5mm ou plus et parfois entourées d'une zone rougeâtre à la précipitation de la bile.

III-4-2-4- Dénombrement des levures et moisissures

- **Mode opératoire**

1ml du produit fini a été ensemencé en masse en utilisant la gélose YGC. L'incubation a été réalisée à 25°C pendant 5 jours.

- **Résultats**

La présence de levures est indiquée par la formation de colonie ovoïde, lisses de couleur blanchâtre, tandis que les moisissures se présentent sous forme de grandes colonies de couleur variable.

III-4-2-5- Dénombrement de la FTAM

- **Mode opératoire**

Le dénombrement de cette flore a été réalisé sur la gélose PCA, après un ensemencement en masse, une homogénéisation et une incubation à 37°C pendant 48 heures ont été effectuées.

- **Résultats**

Le dénombrement des colonies de couleur jaune blanchâtre au fond et en surface des boîtes est effectué manuellement ou par un compteur de colonies (toutes les colonies développées sont dénombrées).

III-5- Evaluation sensorielle

L'analyse sensorielle a été réalisée dans le laboratoire de contrôle de qualité de la laiterie Soummam par ses experts sur quatre échantillons de lben (un témoin, trois autres avec des concentrations différentes de l'huile), et quatre échantillons de rayeb (un témoin et trois autres

avec des concentrations différentes de l'huile). Le panel de dégustation est constitué de 16 experts pour le lben, et 10 experts pour le rayeb.

Deux questionnaires ont été remis au jury de dégustation pour évaluer les caractéristiques organoleptiques : couleur, odeur, texture, Arome, saveur acide, arrière-goût, amertume et préférence globale des échantillons.

III-6-Etude statistique

L'analyse de variance des résultats physico-chimiques dans cette étude est effectuée par le test ANOVA, ainsi des méthodes statistiques unies variées sont employées dans tous les tests. Les résultats sont ensuite suivis par le test Tukey's HSD avec un niveau de signification de 5% ($p = 0.05$). Le logiciel utilisé est JMP 10. Les données sont représentées par leur moyenne \pm erreur standard par rapport à la moyenne. Pour toutes les méthodes, trois répétitions sont effectuées (triplicata).

Les données recueillies de l'évaluation sensorielle ont été traitées en se référant au logiciel XLSTAT version 2014.

IV-Résultats et discussion

Cette partie recèle les différents résultats obtenus lors des analyses physicochimiques, microbiologiques et sensorielles des laits fermentés élaborés : lben et rayeb au bifidus enrichis avec l'huile essentielle de lentisque.

IV-1-Analyses physicochimiques

IV-1-1-Matière première (lait de vache)

L'un des paramètres de qualité les plus importants pour les industries laitières est la stabilité thermique du lait. Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur le lait cru à la réception sont cités dans le tableau VIII :

Tableau VIII : Résultats d'analyses physicochimiques de lait cru.

Paramètres	Résultats	Normes Soummam
pH	6.73	6.60 à 6.80
Acidité Dornic (°D)	17	15 à 18
Extrait sec total (%)	12.35	12 à 13
Taux de matière grasse (%)	3.45	Min 3.3
Taux de protéines (%)	3.01	3 à 3.5
Densité	1028.61	1028 à 1032
Lactose	4.01	/

D'après les résultats obtenus, le lait de vache utilisé dans la fabrication du lben et rayeb répond aux normes exigées par la laiterie (normes internes de l'entreprise), ce qui caractérise un lait normal et stable. En effet, les données enregistrées à savoir : 6,73 ; 17°D ; 1028,61 respectivement du pH, Acidité Dornic et densité se situent dans l'intervalle des résultats recelés par **Albert et al. (2024)** ayant trouvé des valeurs très proches (6,76 ; 16.63°D ; 1031 pour le pH, l'acidité et la densité respectivement). Le pH est proche de ceux obtenus par **Gaddour et al. (2013)** (6,7), et par **Bedjera et al. (2024)** qui est de 6,67. Cependant, il est inférieur à celui rapporté par **Raounek et al. (2022)** dont les valeurs varient entre 6,95 et 7,77. En Effet, le pH ainsi que le goût du lait peuvent dépendre de plusieurs facteurs tels que la nature du fourrage, la génétique, l'état de santé de l'animal et de la disponibilité en eau (**Albert et al., 2024**).

L'acidité trouvée dans ce présent travail est inférieure à celle obtenue par **Benbrahim et al. (2023)** (19-23°D), ainsi que par **Elhadj et al. (2015)** ayant observé des valeurs comprises entre

18°D à 20°D, et par **Bedjera and al. (2024)** (20,33±1,11). Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, des conditions d'hygiène et la manipulation du lait lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique (**Albert et al., 2024**).

La densité du lait dépend essentiellement de sa teneur en matières grasses qui influencée par l'alimentation des vaches. La valeur de la densité trouvée dans ce travail indique que le lait n'a pas été dilué et que sa teneur en matière grasse est normale. Ce résultat est légèrement supérieur à ceux rapportés par **Sboui et al. (2023)**, avec une valeur de 1028, et **Benbrahim et al. (2023)** avec des valeurs comprises entre 1025 et 1040.

Les résultats obtenus lors de l'analyse de l'extrait sec total, le taux de protéine et le lactose (respectivement 12,35% ; 3.01% ; 4.01), différent considérablement de celles trouvées par **Yang et al. (2024)**, qui ont enregistré une valeur de 9,81% pour l'extrait sec, une teneur de protéine de 3,90% et une valeur de 5,07 pour le lactose. Toutefois, les résultats de ce travail indiquent la bonne qualité du lait.

IV-1-2-Produits finis

Les résultats des analyses physico-chimiques (l'extrait sec total, l'humidité, les cendres, le brix, les protéines et la synérèse) effectuées sur les deux types de laits fermentés (lben et rayeb) avec ou sans l'huile de lentisque, sont présentés dans les figures suivantes :

- **Extrait sec total**

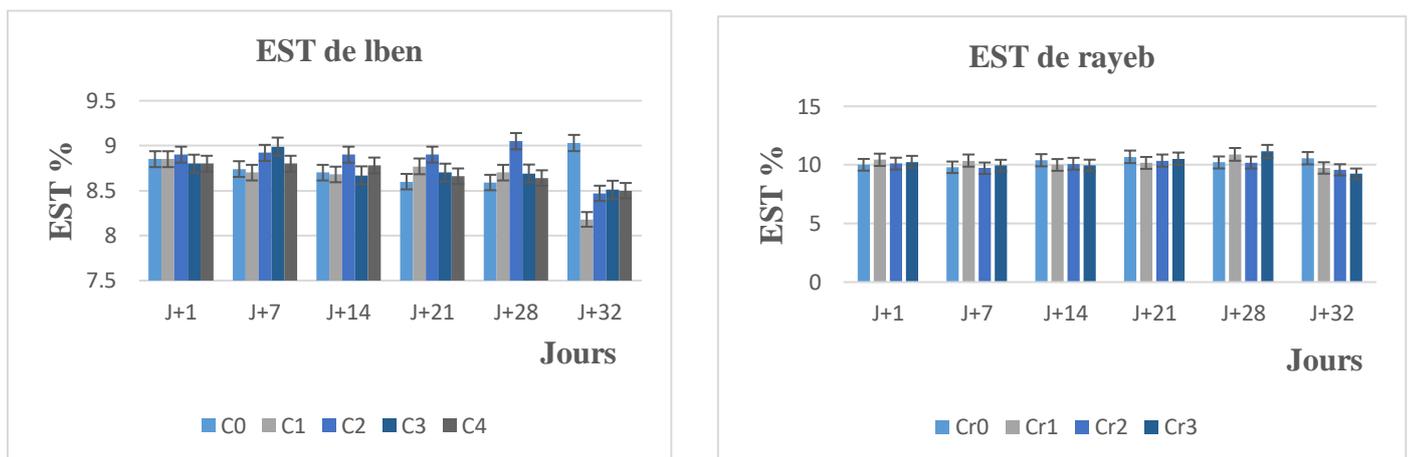


Figure 04 : Suivi de l'évolution de l'extrait sec total des différents échantillons durant le stockage à froid.

L'ensemble des résultats obtenus sont conformes aux normes internes de l'entreprise. Il n'existe pas une grande différence de l'extrait sec entre les différents échantillons de lben et rayeb. Les

valeurs de l'extrait sec sont entre 8,60 à 9,05% pour les échantillons de lben et entre 9,80 à 10,60% pour le rayeb.

• **Humidité**

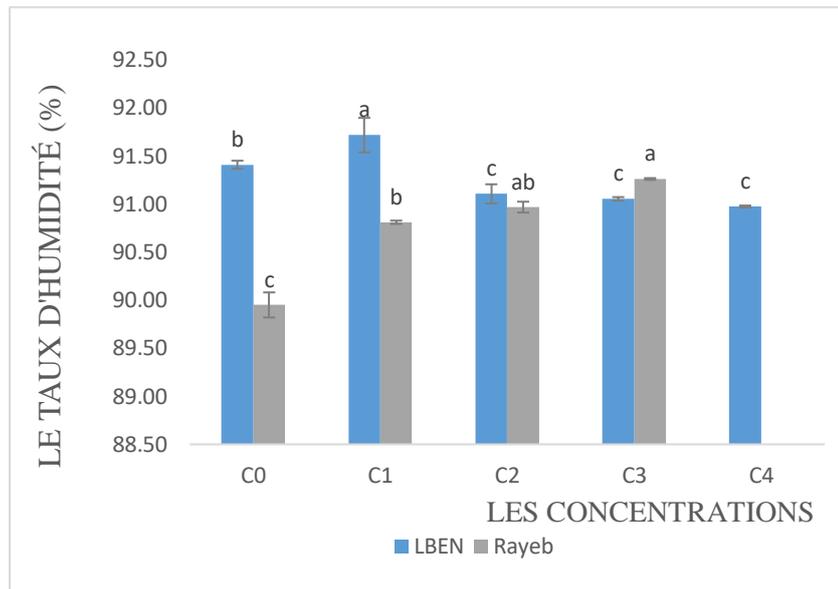


Figure 05 : Taux d'humidité des échantillons analysés (les lettres a, b, et c indiquent des différences significatives $p \leq 0,05$).

La détermination de l'humidité est un paramètre très important en agroalimentaire car la teneur en eau des aliments est directement corrélée avec leur durée de conservation (**Faiveley, 2012**). L'échantillon de lben C1 présente la teneur en eau la plus élevée avec une valeur de 91,75%, tandis que la teneur en eau de lben contrôle (C0) est de 91,45%. Il est également à noter qu'il n'y a pas de grande différence entre les teneurs en eau contenues dans les échantillons C2, C3 et C4, et il existe une différence significative entre les échantillons C0 et C1.

Pour le rayeb, l'échantillon Cr3 présente une valeur élevée de la teneur en eau qu'est 91,26% contrairement au rayeb contrôle (Cr0) qui présente un taux d'humidité faible par rapport aux autres échantillons à 89,95%. On remarque que le taux d'humidité augmente avec l'augmentation des concentrations de l'huile essentielle de lentisque, cette différence pourrait être due à l'activité antimicrobienne des huiles essentielles. En effet, les micro-organismes contribuent à la teneur en eau du lait fermenté par leurs activités métaboliques (**Noël et al. 2026**). Selon **Bawinto et al. (2015)**, la durée de stockage influence aussi la teneur en eau des aliments, notamment lorsque la période de conservation est longue. Et d'après **Krisnaningsih et al. (2021)**, une baisse du pH du lait fermenté pendant le stockage peut provoquer une réduction de sa capacité à retenir l'eau.

• Cendres et brix

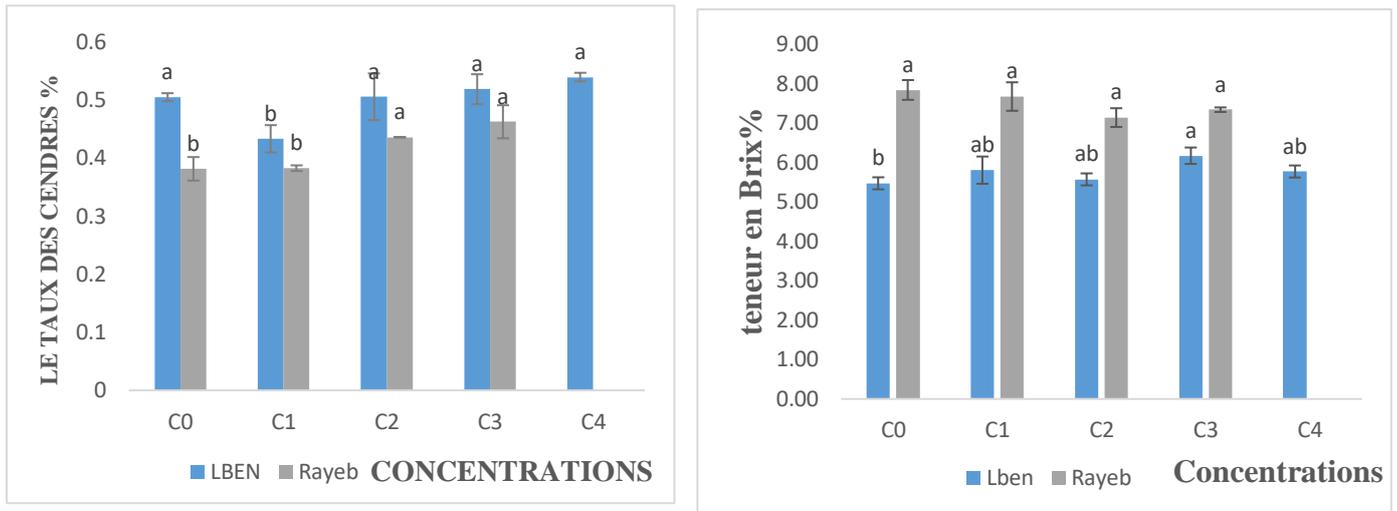


Figure 06 : Taux de cendres et taux de brix de différents échantillons analysés.

• Cendres

La détermination de la teneur en matière minérale nous éclaire sur la qualité nutritionnelle de l'échantillon analysé (Gaouar, 2011). D'après la figure 06 le taux de cendres varie d'un échantillon à un autre, les taux les plus élevés sont observés dans les échantillons ayant la plus grande concentration d'huile avec des valeurs de 0,54% pour lben et 0,46% pour rayeb. Cela indique que l'huile influence positivement la qualité nutritionnelle des laits fermentés.

• Brix

Le degré Brix reflète le taux des matières sèches solubles présentes dans une solution (Reid, 2003). D'après la figure 06 le taux de brix diffère d'un échantillon à l'autre avec des valeurs variant entre (5,47% à 6,17%) pour les échantillons de lben, et des valeurs variant entre (7,13% à 7,83%) pour les échantillons de rayeb.

• Protéines

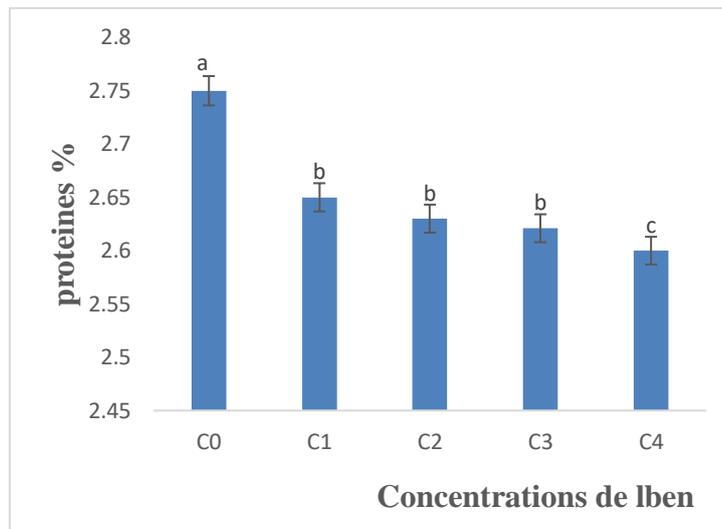


Figure 07 : Teneur en protéines de différents échantillons de lben.

Nous remarquons une diminution du taux de protéines avec l'augmentation des concentrations de l'huile, passant d'une valeur de 2,75% pour le lben de contrôle (C0) à 2,60% pour l'échantillon C4. Ces résultats sont similaires aux ceux rapportés par **Junaid et al, (2022)** qui ont trouvé le taux de protéine de lben de l'ordre de 2,75%. Dans une autre étude menée par **Susmiati et al. (2024)**, la teneur moyenne en protéines trouvée varie de 5,30 à 6.96%, ce qui est largement supérieur à celle trouvée dans ce présent travail.

D'après **Nayak et al. (2020)**, cette variation peut être liée à l'origine du lait utilisé pour la préparation du lait fermenté (le lait de bufflonne contenant généralement plus de protéines que le lait de vache, de chèvres et de chameau). Selon **Susmiati et al. (2024)**, la teneur en protéines peut être réduite aussi lorsque le lait fermenté est conservé pendant une période prolongée.

• Synérèse

La synérèse est la perte de liquide dans les laits fermentés, c'est l'un des principaux paramètres de qualité. Un niveau plus élevé de synérèse indique que le lait fermenté est de faible qualité (**Zare et al., 2011**). Les figures ci-dessous représentent les valeurs de la synérèse des différents échantillons :

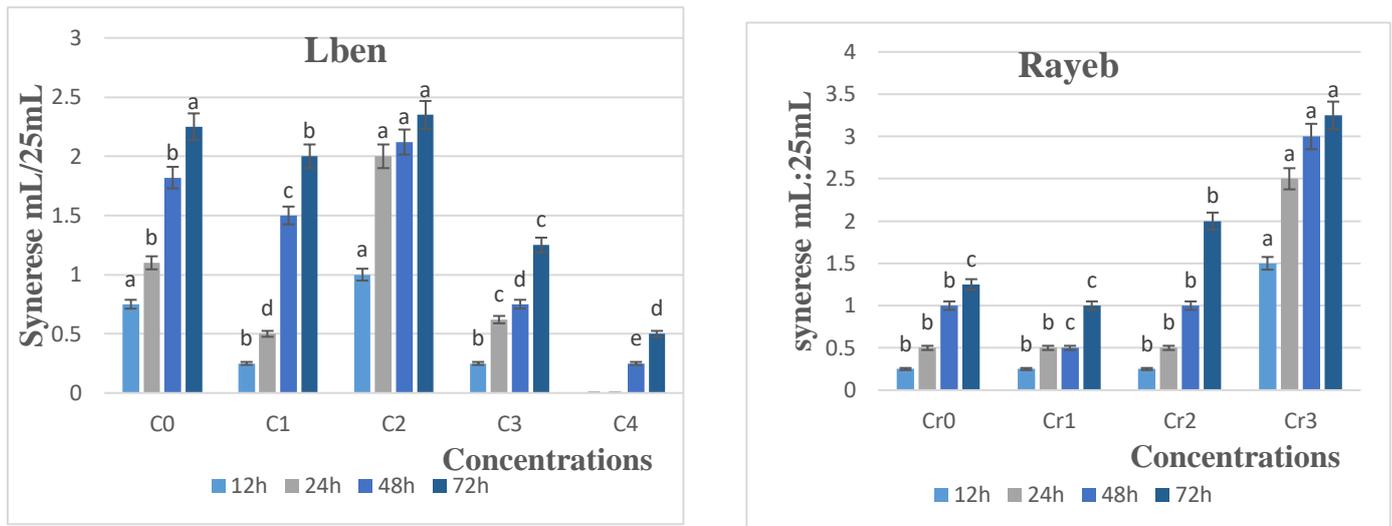


Figure 08 : La synérèse des échantillons de lben et rayeb.

Nous observons une augmentation progressive de la synérèse au fil du temps pour la plupart des échantillons, indiquant que la séparation du liquide augmente avec la durée de stockage. Chaque échantillon montre de différentes valeurs de synérèse sur une période de 72 heures. Pour l'échantillon lben contrôle (C0) présente une augmentation constante de 0,75 ml à 2,25 ml, indiquant une séparation progressive et régulière du liquide. L'échantillon C1 commence avec une faible séparation de 0,25 ml, mais montre une augmentation significative à 2 ml après 72 heures. L'échantillon C2 démarre avec une valeur relativement élevée de 1 ml et atteint 2,35 ml. L'échantillon C3 affiche une augmentation lente de 0,25 ml à 1,25 ml, suggérant une meilleure stabilité du caillé par rapport aux autres. Enfin, l'échantillon C4 montre une synérèse très faible, passant de 0 ml à 0,5 ml, indiquant une excellente stabilité du caillé avec presque aucune séparation du liquide.

Les résultats de synérèse des différents échantillons de rayeb montrent que l'échantillon Cr1 présente la meilleure stabilité du caillé, avec une synérèse faible (0,25 ml à 1 ml). Le rayeb contrôle (Cr0) suit avec une stabilité modérée et une augmentation progressive de la synérèse (0,25 ml à 1,25 ml). L'échantillon Cr2, bien qu'initialement stable, montre une augmentation significative de la synérèse après 72 heures (0,25 ml à 2 ml), indiquant une stabilité réduite à long terme. L'échantillon Cr3 présente une mauvaise stabilité, avec une synérèse élevée dès le début et une augmentation continue (1,5 ml à 3,5 ml), suggérant une séparation rapide et importante du liquide. En conclusion, l'échantillon Cr1 est le plus stable, suivi de l'échantillon

rayeb Cr0, tandis que les échantillons Cr2 et Cr3 montrent une stabilité inférieure, avec l'échantillon Cr3 étant le moins stable.

Il a été démontré dans des études ultérieures que l'ajout d'huile essentielle dans les boissons lactées fermentées peut affecter la synérèse. Par exemple, **Soares Farias et al. (2022)** ont montré que l'incorporation d'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* réduisait la synérèse dans le lait fermenté. De plus, la durée de stockage peut significativement augmenter la synérèse, phénomène qui pourrait être attribué à la dénaturation de la bêta-lactoglobuline dans le lait transformé et à la maturation naturelle du caillé au cours du stockage (**Afzal Hussain et al., 2024**).

En comparant les échantillons, ceux qui montrent une synérèse plus faible au fil du temps sont probablement mieux formulés pour retenir l'eau et maintenir une texture stable.

- **pH et acidité titrable du lben et rayeb**

Les figures ci-dessous représentent le suivi de l'évolution du pH et de l'acidité des échantillons du lben sur une période allant de J+1 à J+32.

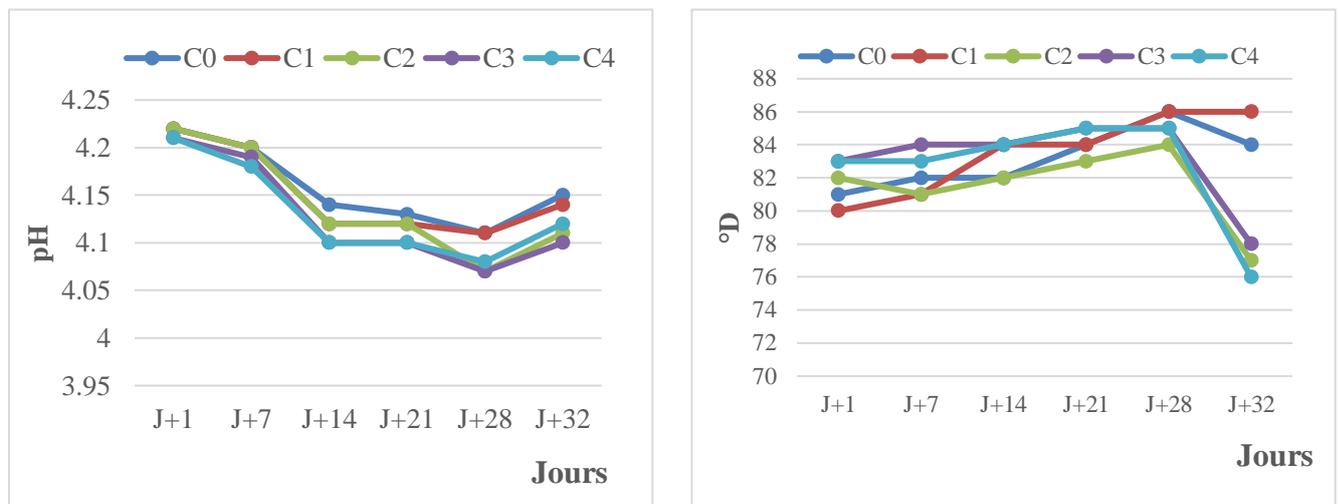


Figure 09 : Evolution des valeurs du pH et d'acidité de lben au cours de stockage.

- **pH**

Les résultats obtenus lors du premier jour (J+1) ont montré une conformité aux normes internes du produit fini qui sont de (4.2 à 4.65) pour le pH.

D'après la représentation graphique, une diminution du pH a été observée tout au long de période de conservation. Dans la période J+1 jusqu'à J+7, on remarque une légère diminution

du pH de lben (C0) et des autres échantillons de lben aromatisés avec les différentes concentrations de l'huile. Par contre, la période J+7 jusqu'à J+14 se caractérise par une diminution rapide de pH pour tous les échantillons de lben jusqu'à ce que le pH atteigne 4,10. Le pH reste constant pendant 7 jours de stockage (J+14 jusqu'à J+21), ensuite il continue à diminuer jusqu'à qu'il atteigne une valeur de 4,07. Ces résultats sont différents de ceux obtenus par **Mkadem et al. (2022)** qui ont trouvé que le pH varie entre 4,41 à 6.61, et ces valeurs sont similaires à celle trouvée par **Samet-Bali et al. (2012)**

Selon **Kiai and Hafidi (2014)**, la valeur du pH du lait fermenté diminue avec le temps en raison de l'activité des bactéries lactiques, qui transforment le glucose, le fructose et le saccharose en acides organiques. De plus, la diffusion de certains phénols acides, et décomposition d'autres composés phénoliques en acides, contribuent également à cette diminution du pH.

- **Acidité titrable**

De l'autre côté le suivi de l'acidité des échantillons en fonction du temps montre une augmentation progressive tout au long de stockage avec un intervalle allant de 80 à 86°D. Presque toutes les périodes de conservations se caractérisent par une augmentation lente de l'acidité jusqu'à J+28 où elle reste constante avec une valeur de 85°D. Selon une étude faite par **Mkadem et al. (2022)**, l'acidité titrable de lben varie entre 17 à 97°D.

Cela se produit lorsque les bactéries lactiques se développent et consomment les sucres présents dans le lait fermenté, produisant de l'acide lactique. Cet acide lactique se décompose plus facilement dans le lait fermenté ayant des valeurs d'acidité plus élevées. Les bactéries lactiques peuvent ainsi se multiplier et produire des métabolites d'acide lactique (**Susmiati et al., 2024**).

Les figures suivantes représentent le suivi de pH et de l'acidité des échantillons du rayeb tout au long de période de conservation :

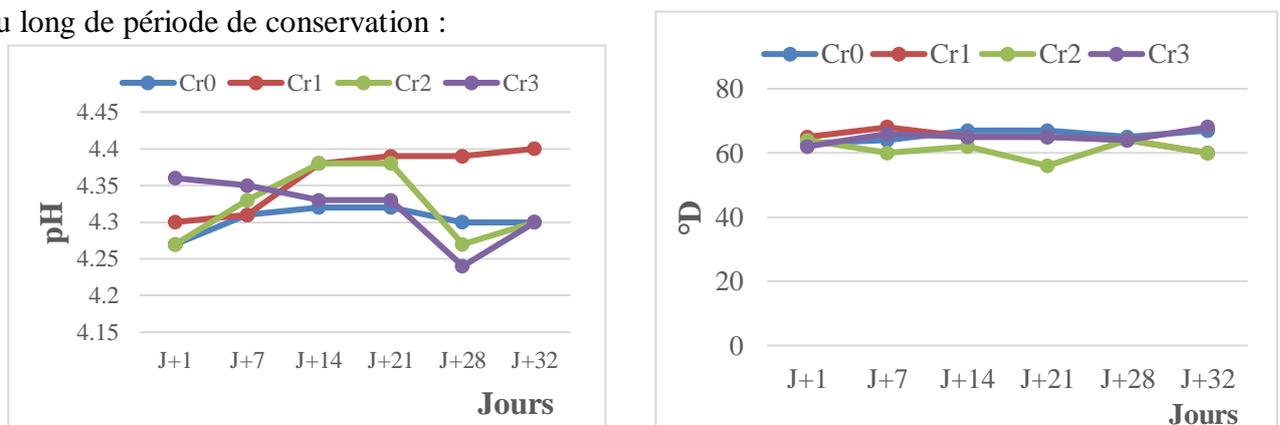


Figure 10 : Evolution du pH et AT du rayeb au cours de stockage.

Les valeurs de pH et de l'acidité du rayeb se situent dans la zone de tolérance de l'entreprise, elles répondent aux normes de conformité (4.2 à 4.60) pour le pH, (60 à 85°D) pour l'acidité. Nous constatons une diminution rapide du pH de l'échantillon Cr1 dans la période J+1 jusqu'à J+7, et de l'échantillon Cr3 dans la période J+21 jusqu'à J+28. Une diminution lente a été observée pour les autres échantillons tout au long de stockage. Dans une étude menée par **Mohamed Ismail et al. (2018)**, le pH de rayeb varie entre $4,61 \pm 0,46$ et $5,46 \pm 0,55$. D'autres auteurs ont trouvé également des valeurs plus élevées par rapport à celle trouvées dans ce présent travail (4,77-4,91) (**Ismail et al., 2017**).

Pour l'acidité, il est à noter une augmentation avec une vitesse lente pour tous les échantillons de rayeb, jusqu'à atteindre une valeur de 75°D. Ces valeurs sont incluses dans l'intervalle rapporté par **Mohamed Ismail et al. (2018)** qui sont situées entre $67 \pm 0,06$ à $79 \pm 0,05$ °D. **Ismail et al., (2017)** également ont trouvé des valeurs proches allant de 66°D à 75°D.

- **Matière grasse de lben et rayeb**

Les résultats des analyses physicochimiques de la matière grasse effectuées sur les échantillons de lben et rayeb à partir de J+1 jusqu'à J+32 sont présentés dans les figures ci-dessous :

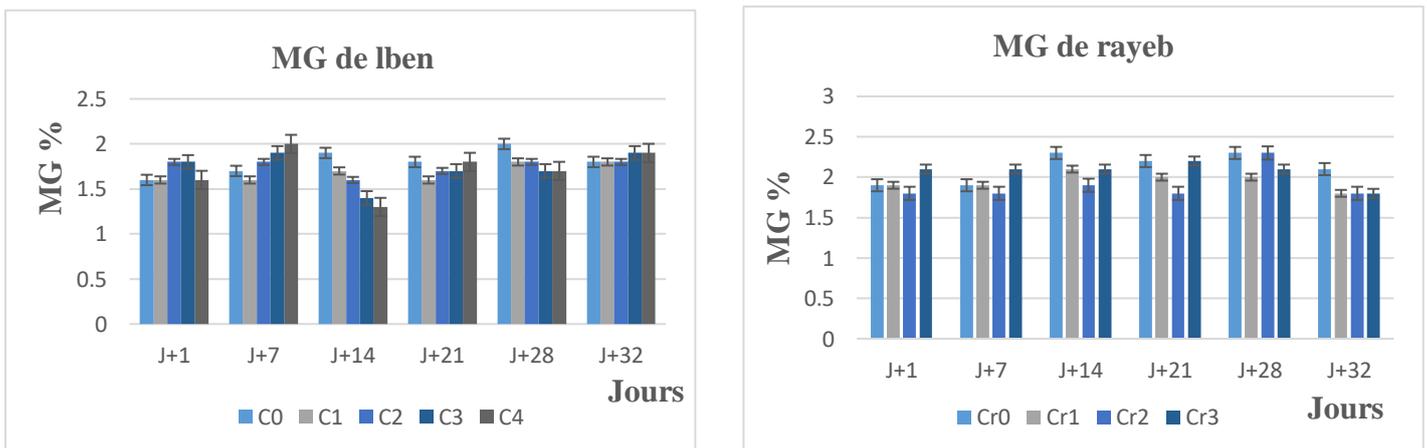


Figure 11 : Suivi de l'évolution de la matière grasse des produits finis.

L'ensemble des résultats obtenus sont conformes aux normes internes de l'entreprise. Les valeurs de la matière grasse varient de 1,6 à 2% et de 1.8 jusqu'à 2.3% pour le lben et le rayeb respectivement. Ces dernières sont inférieures à celles trouvées par **Alhamdan et al. (2021)** qui sont entre 2,73% à 3.16%. Dans une étude menée par **Susmiati et al. (2024)**, ils ont énoncé que la teneur en matières grasses du lait fermenté a été significativement affecté lorsque le lait subit

un long processus de fermentation, avec des valeurs qui varient de 6.01% à 7.49% et qui sont largement supérieures à celles trouvées dans ce présent travail. Une autre étude faite par **Farias et al. (2022)** sur l'ajout d'huile essentielle de *Syzygium spiceum* dans le lait fermenté, ils ont révélé des valeurs entre 1,0 et 1,5 g/100g de produit. Cette différence peut s'expliquer par l'origine et la qualité du lait (la race, l'alimentation), ainsi que par les étapes de fabrication et de fermentations (**Alhamdan et al., 2021**).

Magalhães et al. (2011) ont émis l'hypothèse que des micro-organismes pourraient réduire la teneur en matière grasse contenue dans le lait en produisant des enzymes lipases. Ces enzymes hydrolysent les graisses, diminuant ainsi la teneur en matières grasses, et selon **Wang et al. (2021)**, trois réactions principales se produisent lors de la fermentation du lait par des bactéries : la décomposition du lactose en acide lactique, l'hydrolyse de la caséine en peptides, et la dégradation des protéines en acides aminés, ainsi que la conversion des matières grasses en acides gras libres.

IV-2-Analyses microbiologiques

La qualité microbiologique des échantillons de lben et rayeb aromatisés est représentée dans le tableau suivant :

Tableau IX : Résultats des analyses microbiologiques des échantillons.

Jours / Germes	FTAM	Coliformes fécaux	Coliformes totaux	Levures et Moisissures
J+1	00	00	00	00
J+7	00	00	00	00
J+14	00	00	00	00
J+21	00	00	00	00
J+28	00	00	00	00
J+32	00	00	00	00
Normes		30	3×10^4	
Références	/	J.O.R.A 2017	J.O.R.A 2017	/

D'après les données obtenues une absence totale des bactéries pathogènes a été notée, ce qui confirme que les échantillons formulés de lben et rayeb ont une qualité microbiologique satisfaisante selon les exigences du J.O.R.A 2017. Cette qualité relève du :

- Respect des bonnes pratiques d'hygiène et celles de la fabrication ;

- Respect des traitements thermiques effectués ;
- Bon nettoyage des équipements et des surfaces.

IV-2-1- Flore lactique

Les figures suivantes représentent le suivi de la flore lactique (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) de différents échantillons sur une période de 28 jours :

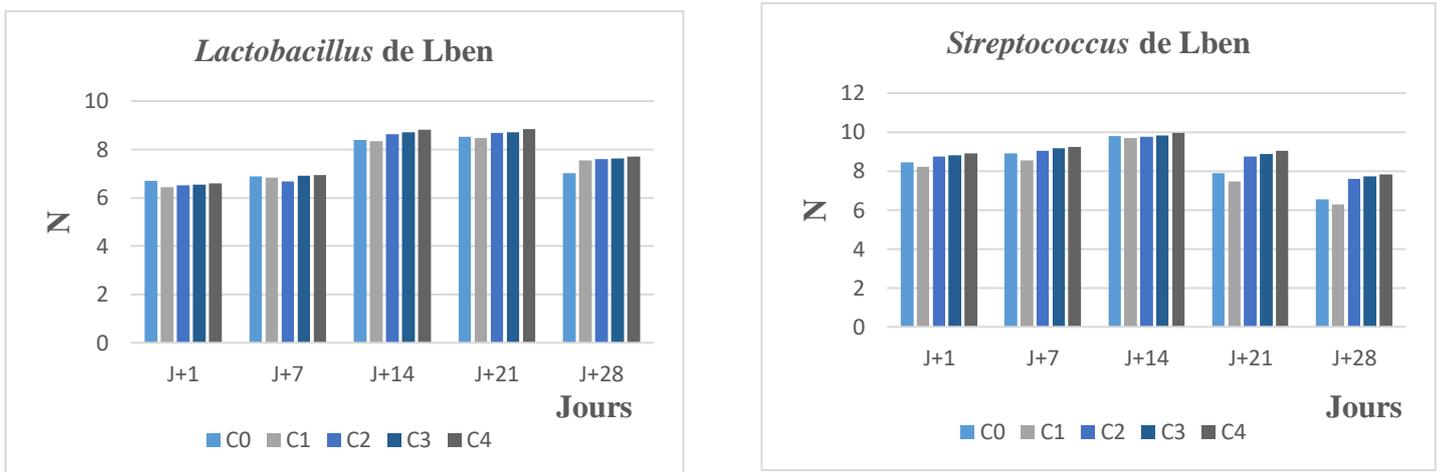


Figure 12 : Suivi de l'évolution de la flore lactique de lben.

En comparant les deux graphes, *Streptococcus thermophilus* (M17) sont les plus dominantes par rapport aux *Lactobacillus bulgaricus* (MRS).

Il apparait clairement une augmentation du nombre de bactéries pendant la période J+1 jusqu'à J+14, ce qui implique qu'elles se multiplient durant cette période. Le nombre de lactobacilles se stabilise pendant 7 jours (dans la période J+14 allant à J+21). Cela signifie que les bactéries ont atteint un équilibre où leur taux de croissance est équilibré par d'autres facteurs tels que l'accumulation de déchets, l'épuisement en nutriments et l'abaissement du pH. Puis on observe une légère diminution à partir de J+21. Par contre, les streptocoques commencent à diminuer à partir de J+14 jusqu'à J+28, cette baisse peut être due à des conditions moins favorables à la survie des bactéries.

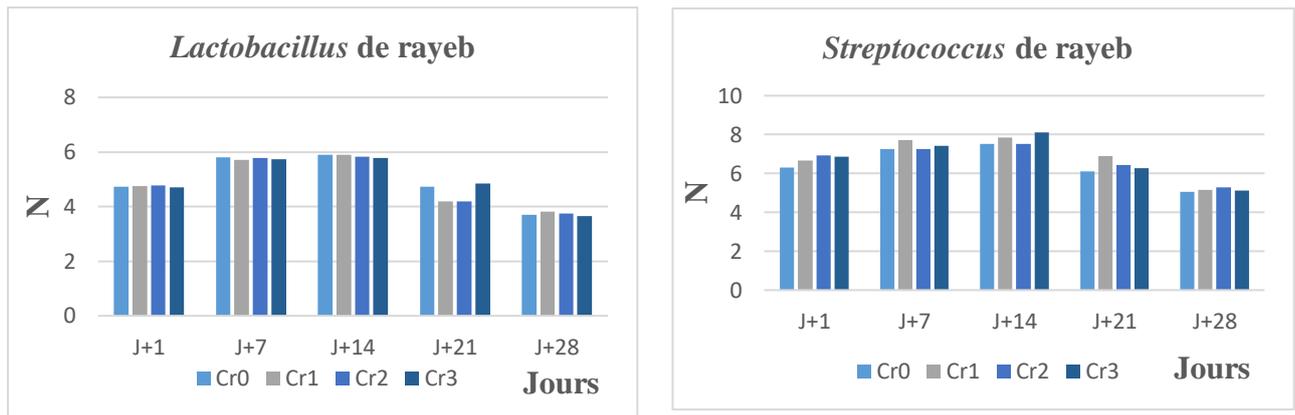


Figure 13 : Suivi de l'évolution de la flore lactique du rayeb.

Dans le rayeb, le nombre de streptocoques se multiplie à partir de J+1 jusqu'à J+14, cette multiplication est basée sur la transformation du lactose en acide lactique comme source d'énergie pour le fonctionnement de leur métabolisme. Puis, une diminution a été observée à partir de J+14 jusqu'à J+28. Pour les lactobacilles, le graphe montre qu'elles se multiplient légèrement au début, et dans la période J+7 elles atteignent une phase de croissance stable, puis diminuent vers la fin de la période de J+14 à J+28.

De façon générale, *Streptococcus thermophilus* est l'une des espèces lactiques, thermophiles, homofermentaires, les plus utilisées en industrie laitière (El Sharoud et al, 2013), la seconde, après l'espèce lactique mésophile *Lactococcus lactis* (Hols et al, 2005). L'espèce assure, en culture mixte avec des *lactobacilles thermophiles* et certaines espèces *Bifidobacterium* (Oliveira et al, 2009), une cinétique d'acidification rapide, par conversion du lactose en acide lactique (Meribai et al, 2010).

Chaque type de micro-organismes possède une température de croissance optimale dont le stockage à une température basse des produits permet de ralentir les altérations et les dégradations des denrées alimentaires. L'activité de ces bactéries se diffère d'un produit à un autre et dépend de certaines conditions physico-chimiques tel que le pH, la température, la composition du produit (manque des facteurs de croissance) et encore les caractères propres aux bactéries notamment leur état physiologique (Al meida et al., (2009).

IV-2-2- Bifidobactérium

La figure ci-dessus représente les résultats du suivi du dénombrement des *bifidobacterium* durant les 28 jours :

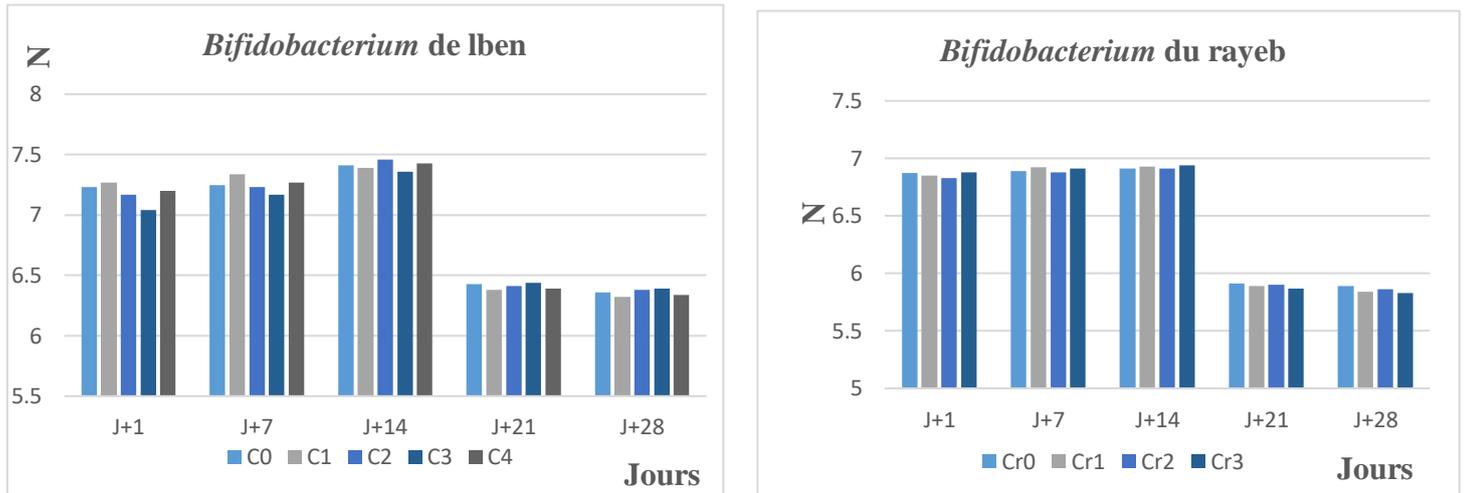


Figure 14 : Suivi de l'évolution des *bifidobacterium* des échantillons de lben et rayeb.

D'après les résultats obtenus, l'allure des deux histogrammes indique qu'il y a trois phases différentes pour tous les échantillons de lben et rayeb :

La première phase (à partir de J+1 jusqu'à J+14) : se caractérise par un développement du nombre de germes pendant la durée de stockage, ce qui se traduit par l'adaptation des bactéries aux compositions du milieu, au pH de chaque produit et à la température de stockage. La deuxième phase (J+14 à J+21) : durant cette phase le nombre de bactéries commence à diminuer rapidement et cela peut être lié à plusieurs facteurs comme le pH, méthode de conservation et les conditions de fermentation (**Loumani, 2011**). Cependant dans la troisième phase qui est de (J+21 à J+28), on enregistre une diminution lente du nombre des germes (stable) jusqu'à ce qu'ils deviennent nuls et cela après la date limite de conservation, ce qui veut dire que les bactéries ne se multiplient plus et elles meurent progressivement.

IV-3-Analyses sensorielles

IV-3-1-Caractérisation du produit

La caractérisation de produit permet de décrire les caractéristiques organoleptiques des produits en se basant sur les résultats du panel expert. Elle permet également d'identifier quels sont les descripteurs qui décrivent au mieux les produits et quelles sont les caractéristiques qui ne varient pas significativement entre les échantillons analysés (**Husson et Pages, 2009**).

- **Pouvoir discriminant par descripteur**

Ce test permet de classer les descripteurs du plus fort pouvoir discriminant jusqu'au plus faible. Les résultats de ce test sont illustrés dans la figure 15 :

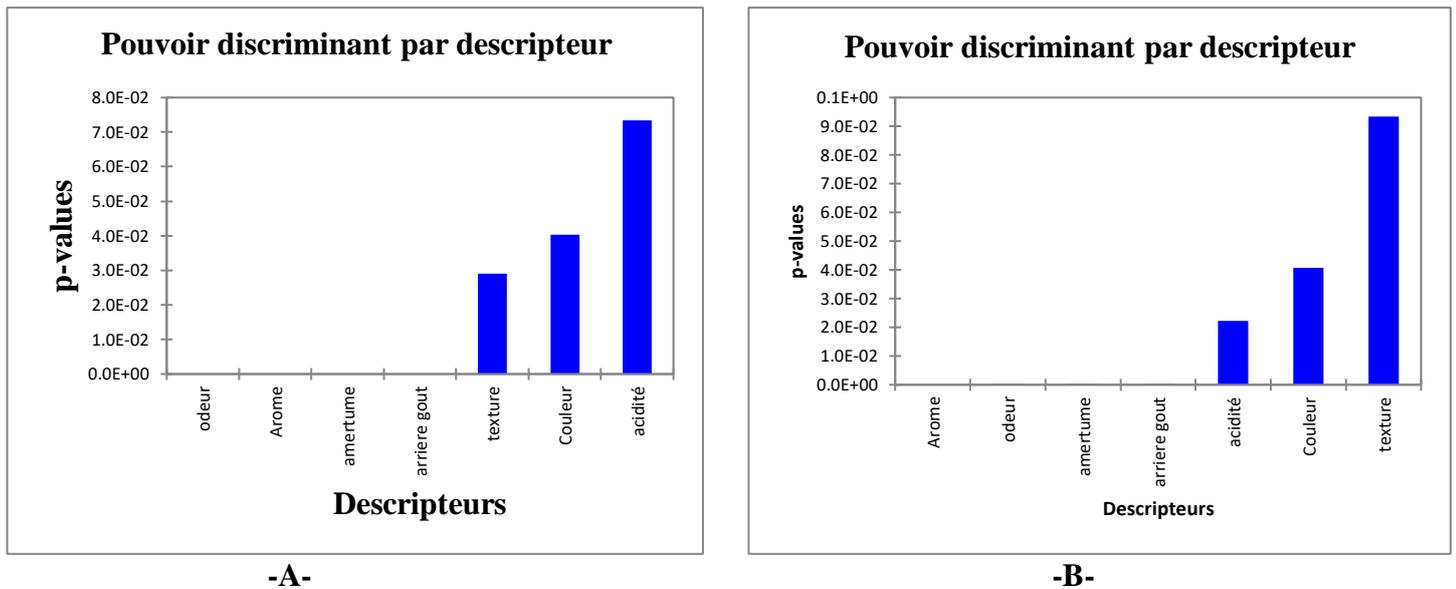


Figure 15 : Pouvoir discriminant par descripteur : (A) Lben ; (B) Rayeb.

Les histogrammes ci-dessus ont permis de visualiser les descripteurs les plus discriminants pour les différentes formulations de lben et rayeb. Les descripteurs odeur, arôme, amertume arrière-gout sont les paramètres les plus discriminants dans le lben, cela témoigne que les juges experts ont constaté une grande différence entre les échantillons préparés. Concernant l'acidité, la texture, et la couleur ont un faible pouvoir discriminant.

Pour le rayeb, l'arôme est le descripteur le plus discriminant, odeur, amertume et arrière-gout ont un pouvoir discriminant légèrement inférieur. En revanche, l'acidité, la texture, et la couleur ont un faible pouvoir discriminant, ce qui signifie qu'il n'y a pas de différence entre ces facteurs dans les échantillons préparés.

- **Coefficients des modèles**

Les graphes ci-après indiquent ce qui définit les produits élaborés pour l'étude sensorielle effectuée. Les résultats sont notés comme suit :

- ✓ **Bleu** : les caractéristiques dont le coefficient est significativement positif.
- ✓ **Rouge** : les caractéristiques dont le coefficient est significativement négatif.
- ✓ **Blanc** : les caractéristiques ne sont pas significatives.

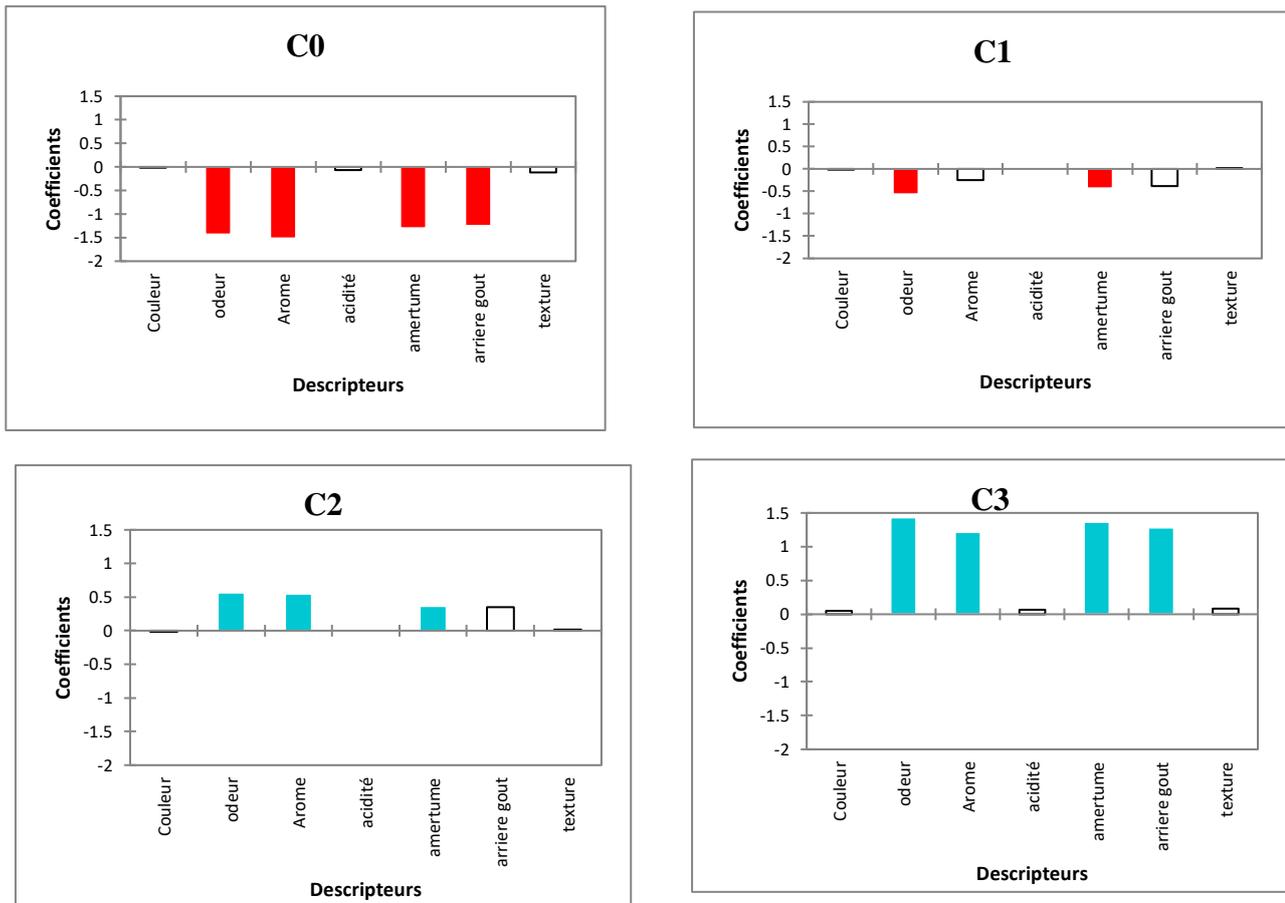


Figure 16 : Coefficients des modèles des formulations de lben.

C0 (témoin) : la couleur, l'acidité et la texture sont des caractéristiques qui ne sont pas significatives. Odeur, arôme, arrière-gout sont significativement négatives (il a aucune odeur, ni amertume, ni arrière-gout).

C1 : selon les experts, il a aucune odeur ni amertume (significativement négatives). Par contre, arôme, couleur, arrière-gout et texture ont un coefficient non significatif.

C2 : on remarque que : odeur, arôme et amertume sont des paramètres significativement positifs. Ce que veut dire que ces échantillons ont une odeur, un arôme et une certaine amertume. Couleur, arrière-gout et texture ne sont pas significatives avec des intensités moyennes selon les juges experts.

C3 : les caractéristiques qui ont un coefficient significativement positif sont : odeur, arôme, amertume et arrière-gout, ils sont intenses en influençant sur la qualité du lben. Alors que, les autres descripteurs (couleur et texture) ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts et leurs coefficients ne sont pas significatifs.

La figure 17 définit l'ensemble des coefficients des modèles de rayeb aromatisé :

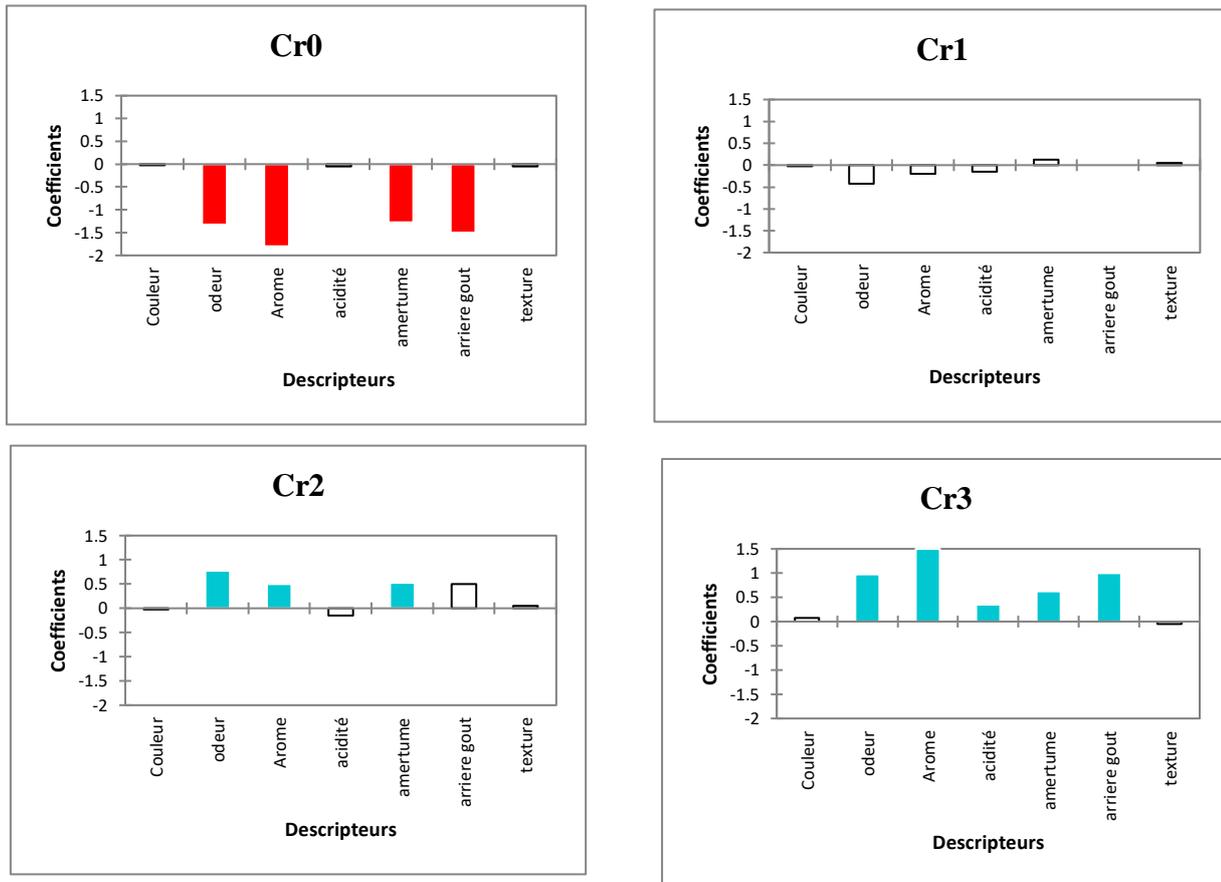


Figure 17 : Coefficients des modèles de rayeb.

Cr0 (témoin) : à l'exception de couleur, acidité et texture qui ne sont pas significatives. L'Odeur, arôme, et arrière-gout sont significativement négatives (il a aucune odeur, ni amertume, ni arrière-gout).

Cr1 : L'ensemble des caractéristiques sont affichées en blanc, donc il n'y a pas de différences significatives entre les moyennes des notes que les juges ont données pour chaque caractéristique. Cela signifie que toutes les caractéristiques sont proches de la moyenne.

Cr2 : L'odeur, arôme et amertume sont des paramètres significativement positifs. Donc ils ont une odeur, un arôme et amertume. Les caractéristiques : couleur, arrière-gout et texture ne sont pas significatives, et selon les juges ils ont des intensités moyennes.

Cr3 : se caractérise par une odeur, un arôme, une amertume et un arrière-gout plus intenses avec des coefficients significativement positifs. Par contre, la couleur et la texture ne sont pas significatives.

• **Moyennes ajustées par produit**

L'objectif de ce test est de définir les moyennes lorsque les différents produits et les caractéristiques sont croisés. Les cellules qui ont une couleur bleue représentent les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale, en rouge celles qui sont significativement plus petites que la moyenne globale. En blanc, sont données les moyennes qui ne sont pas significativement plus grandes ou plus petites que la moyenne globale.

Les résultats des moyennes ajustées par produit sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau X : Moyennes ajustées par produit (Lben).

	Arrière-gout	Amertume	Acidité	Odeur	Arome	Texture	Couleur
C3	4,000	3,867	2,867	4,067	4,200	3,267	1,067
C2	3,067	2,867	2,800	3,200	3,533	3,200	1,000
C1	2,333	2,067	2,800	2,067	2,733	3,200	1,000
C0	1,467	1,200	2,733	1,200	1,467	3,067	1,000

Les descripteurs : arrière-gout, amertume, odeur et arôme ont un effet significativement négatif sur le C0. Les autres caractéristiques sont proches de la moyenne des notes du jury expert. En ce qui concerne C1, l'amertume et l'odeur sont des descripteurs significativement négatifs et les autres paramètres sont proches de la moyenne.

C3 : arrière-gout, amertume, odeur et arôme sont significativement positifs et affectent sur les paramètres sensoriels du lben, alors que seulement l'amertume, l'odeur et l'arôme qui influencent sur la qualité gustative de C2.

Tableau XI : Moyennes ajustées par produit (Rayeb).

	Arome	arrière-gout	odeur	amertume	Couleur	acidité	texture
Cr3	4,800	3,800	3,700	3,200	1,100	2,800	3,700
Cr2	3,800	3,300	3,500	3,100	1,000	2,300	3,800
Cr1	3,100	2,800	2,300	2,700	1,000	2,300	3,800
Cr0	1,500	1,300	1,400	1,300	1,000	2,400	3,700

Arrière-gout, amertume, odeur et arôme ont un effet significativement négatif sur le rayeb témoin (Cr0). Les autres caractéristiques sont proches de la moyenne des notes du jury expert. En ce qui concerne Cr1, tous les paramètres sont proches de la moyenne.

Cr3 : arrière-gout, amertume, odeur et arôme sont significativement positifs et affectent sur les paramètres sensoriels du rayeb, alors que seulement amertume, odeur et arôme qui influencent sur la qualité gustative de Cr2.

IV-3-2- Cartographie externe de préférence (PREFMAP)

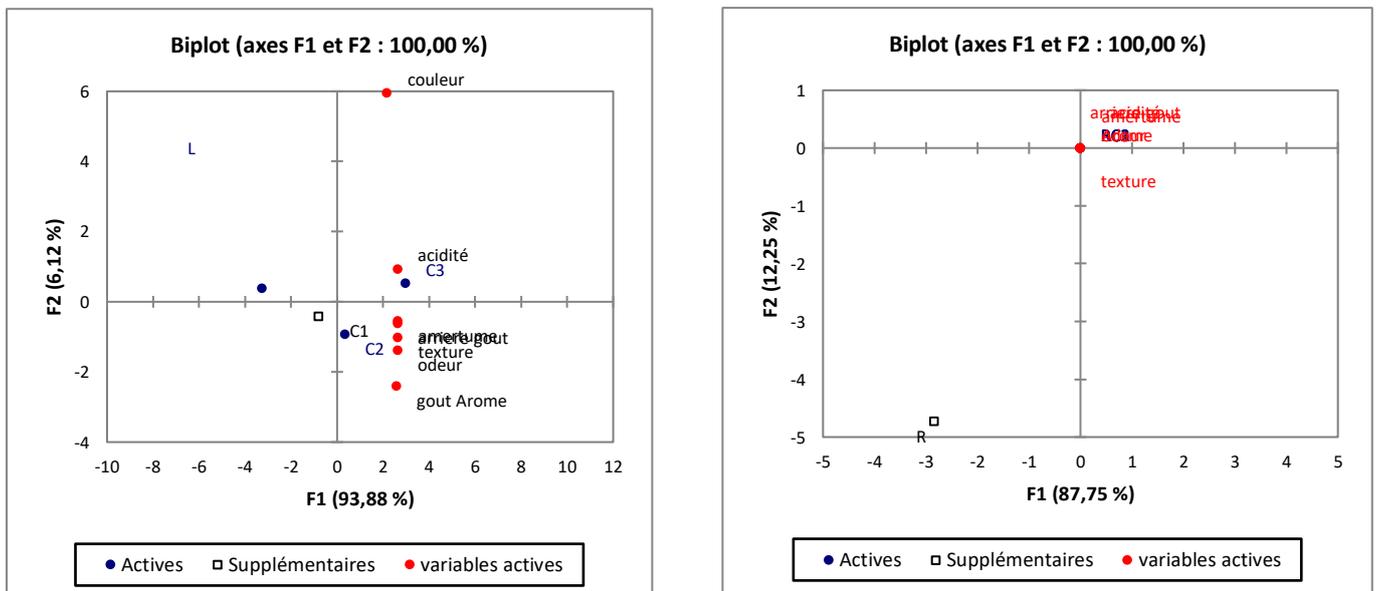
Cette méthode permet de relier les préférences exprimées par les consommateurs aux caractéristiques organoleptiques des produits déterminées par le panel expert. Cette approche est essentielle car c'est sur cette base que les équipes marketing pourront adapter les produits aux goûts des consommateurs.

La cartographie Preference Mapping (PREFMAP) permet de visualiser sur une même représentation graphique (en deux ou trois dimensions) d'une part des objets, et d'autre part des indications montrant le niveau de préférence de juges (en général des consommateurs). Pour réaliser cette carte de préférence, il faut un ACP et une CAH.

- **Analyse en composantes principales (ACP)**

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse des données multi variées les plus utilisées, elle peut être considérée comme une méthode de projection qui permet de construire des variables appelées composantes principales qui sont des combinaisons linéaires des variables initiales à partir de n variables (Tufféry, 2012).

Les cartes ci-dessous présentent les corrélations entre les variables et les facteurs pour l'ACP :



(A) : Lben

(B) : Rayeb

Figure 18 : Corrélation entre les variables et les facteurs lben et rayeb.

- ✓ **Lben** : On observe que les produits ont été perçus par le jury expert comme assez différents vu que tous les descripteurs sont représentés dans le cercle et qu'un niveau de 100 % de la variabilité a été enregistré. Pour les produits situés dans des différents quadrants sont sensiblement différents sur le plan sensoriel, tandis que ceux dans le même quadrant partagent des similitudes.

- ✓ **Rayeb** : Cr1, Cr2 et Cr3 sont situées ensemble dans le quadrant positif avec les caractéristiques, ce qui indique qu'elles partagent des profils sensoriels similaires et sont perçues de manière similaire par les évaluateurs. Le Cr0 est situé seule dans le quadrant négatif, ce qui suggère qu'il a un profil sensoriel distinct et potentiellement opposé à celui des autres échantillons Cr1, Cr2 et Cr3.

L'analyse ACP montre une distinction nette entre le rayeb témoin (Cr0) et les autres échantillons (Cr1, Cr2, Cr3). Cr0 possède un profil sensoriel unique qui le différencie des autres, tandis que Cr1, Cr2 et Cr3 sont sensoriellement similaires.

- **Classification ascendante hiérarchique (CAH)**

La CAH est une méthode de classification qui permet de visualiser des regroupements successifs produisant un arbre binaire (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus. Ce dendrogramme représente une hiérarchie de partitions. Ce qui permet de choisir une partition en tronquant l'arbre à un niveau donné, le niveau dépendant soit des contraintes de l'utilisateur (l'utilisateur sait combien de classes il veut obtenir), soit de critères plus objectifs (Everitt et al., 2001).

Les graphes en-dessous représentent le profil des différentes classes créées :

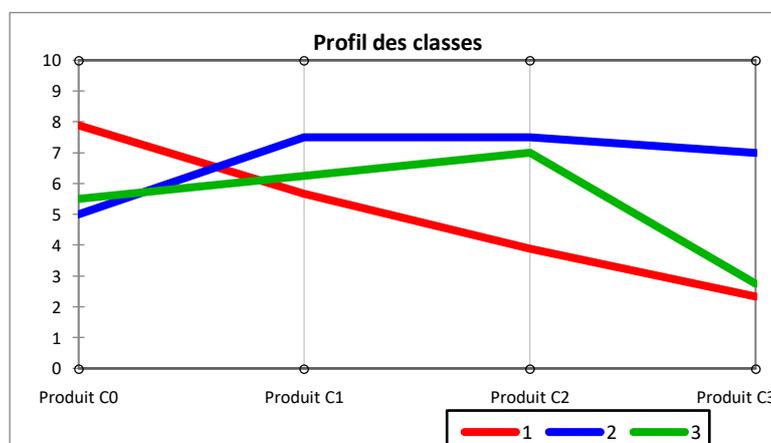


Figure 19 : Profil des classes créées des lben formulés.

L'application de l'analyse des données CAH génère plusieurs tableaux et graphes. Le graphe du profil des classes (réalisé à partir des données de préférences) permet de comparer visuellement les moyennes des différentes classes créées :

Classe 1 (le rouge) : préfère le produit C0 (Iben témoin)

Classe 2 (bleu) : préfère le produit C1 (Iben à C1)

Classe 3 (vert) : préfère le produit C2 (Iben C2)

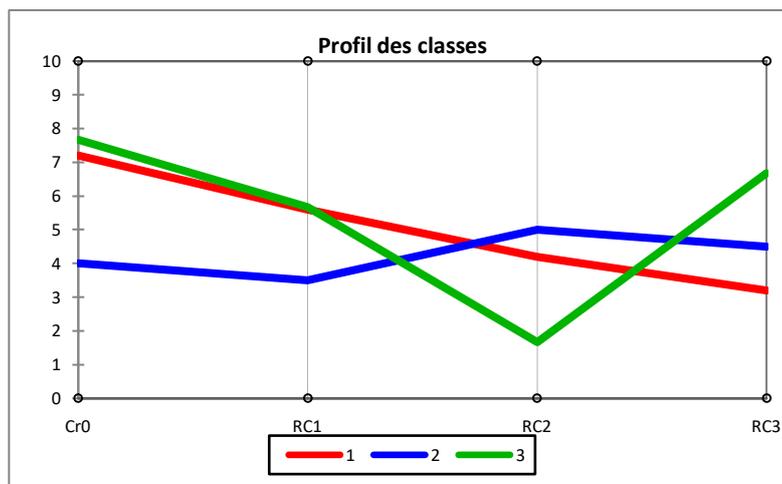


Figure 20 : Profil des classes créées des rayeb formulés

La classe 1 (le rouge) : préfère le produit Cr0 (Rayeb témoin).

La classe 2 (bleu) : préfère le produit Cr2 suivis par Cr3.

La classe 3 (vert) : préfère le produit Cr0 (Rayeb témoin), Suivi par Cr3 après Cr1 et enfin Cr2.

- **Courbes de niveau et carte des préférences PREFMAP**

Ce test a été réalisé dans le but de connaître les préférences du consommateur vis-à-vis de nos produits et connaître les raisons pour lesquelles ils les ont choisis.

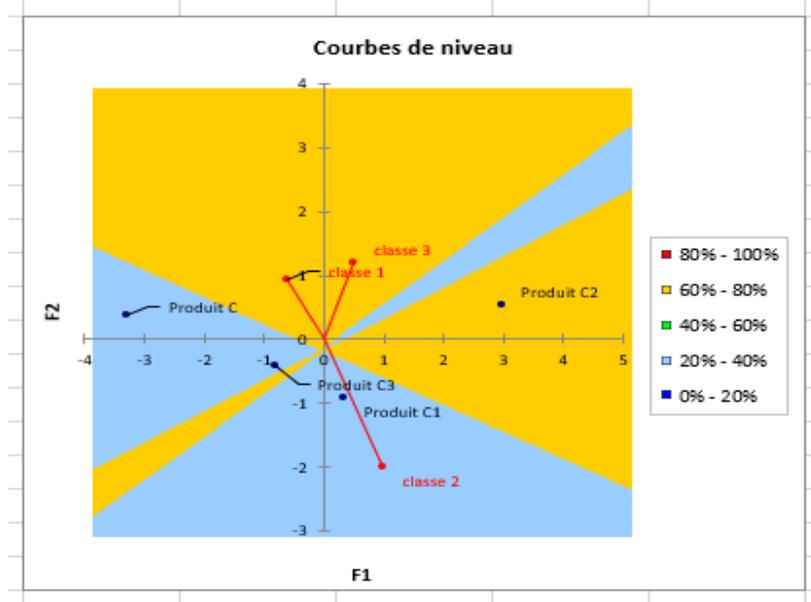


Figure 21 : Carte de préférence PREFMAP pour les Lbens élaborés.

D'après cette figure le lben C2 est le plus apprécié (60 à 80% des consommateurs) suivi par C0 (lben témoin), après C1 et enfin C3 (20 à 40% des consommateurs).

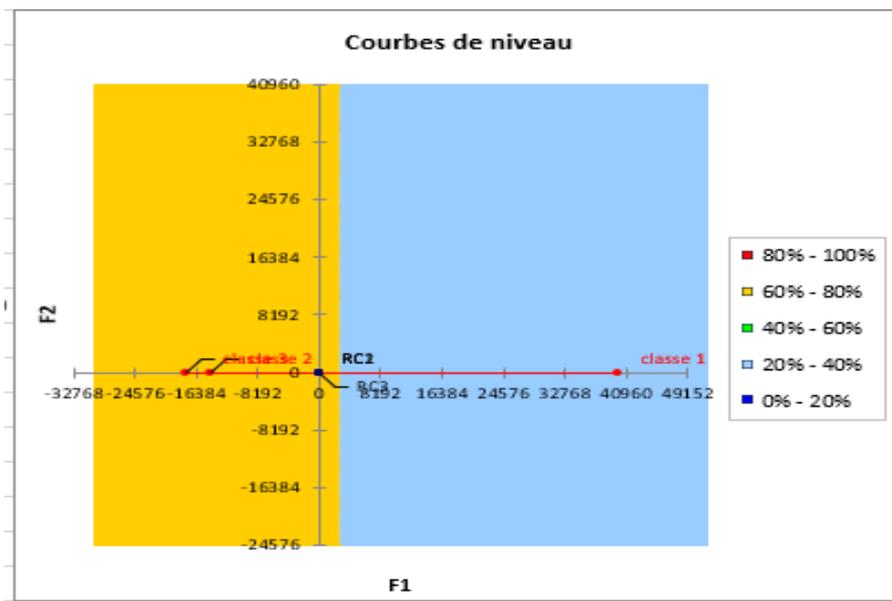


Figure 22 : Carte de préférence PREFMAP pour les rayebs.

Le fait que toutes les boissons (Cr0, Cr1, Cr2, Cr3) soient situées dans la même zone sur la carte PREFMAP indique qu'elles ont des profils sensoriels similaires ou qu'elles sont perçues de manière similaire par les consommateurs, (elles sont appréciées par 60 à 80%) des consommateurs.

Conclusion

Ce travail vise à explorer l'incorporation de l'huile essentielle de lentisque dans les produits fermentés tels que le lben et le rayeb au bifidus, fabriqués par la laiterie de Soummam. En utilisant des concentrations variées, cette étude a évalué l'effet de l'huile essentielle sur la qualité physicochimique, microbiologique et sensorielle de ces produits tout au long de leur durée de stockage.

L'ensemble des analyses physico-chimiques ont montré une diminution de pH de tous les échantillons allant de 4,22 à 4,07 pour le lben et de 4,39 à 4,22 pour le rayeb accompagnée d'une augmentation de l'acidité titrable (80°D à 86°D pour le lben et 62°D à 75°D pour les échantillons de rayeb).

L'analyse de l'humidité des échantillons de lben et de rayeb a révélé des variations significatives liées aux concentrations d'huile essentielle de lentisque. En effet, une augmentation de l'humidité en fonction des concentrations croissantes d'huile essentielle a été enregistrée. La plus grande teneur en °brix est observée dans l'échantillon de lben C3 ainsi que dans l'échantillon rayeb de contrôle (Cr0). L'incorporation de cette huile dans le lben influence également la diminution du taux de protéines, proportionnellement à l'augmentation des concentrations d'huile. Les échantillons qui présentent une séparation de phases réduite au fil du temps sont l'échantillon C4 pour le lben et l'échantillon Cr1 pour le rayeb, ce qui indique qu'ils sont mieux formulés pour retenir l'eau et maintenir une texture stable. Le taux de la matière grasse se varie entre 1,3% à 1,9% pour lben et entre 1,8% à 2,3% pour le rayeb.

Les résultats de l'analyse microbiologique des différents échantillons montrent clairement leurs conformités aux normes en vigueur, ce qui témoigne de leurs salubrités par rapport aux germes recherchés et ce qui indique le respect des bonnes pratiques d'hygiène et de sécurité.

Le suivi de l'évolution de la flore lactique a révélé différentes phases au cours de la période de stockage, caractérisées par une augmentation initiale suivie d'une diminution en fin de la période pour les trois types de ferments (*Bifidobacterium*, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*).

L'évaluation sensorielle a révélé que les experts ont apprécié le lben à la concentration C2 et ils n'ont pas pu choisir entre les échantillons de rayeb (pas de préférence).

Les résultats de la présente étude restent préliminaires. Il serait donc intéressant d'envisager d'autres aspects à savoir :

- ✓ La mesure d'autres paramètres physicochimiques des produits fermentés tels que la viscosité et la couleur ;
- ✓ Suivre l'effet antioxydant et anti-inflammatoire de l'huile essentielle de lentisque ;
- ✓ Évaluation de l'activité antioxydante des produits formulés.

Références bibliographiques

-A-

- Abidi, O., Abdelkafi-Koubaa, Z., Fares-Zagrouba, N., Elkahoui, S., Toumi, L., Marzouki, L., & Souilem, O. (2023). Phytochemical analysis and biological activities of two oil-bearing extracts from fresh *Pistacia lentiscus*. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 37(6), 1487-1501.
- Alhamdan, A. M., Al Juhaimi, F. Y., Hassan, B. H., Ehmed, K. A., & Mohamed Ahmed, I. A. (2021). Physicochemical, microbiological, and sensorial quality attributes of a fermented milk drink (Laban) fortified with date syrup (dibs) during cold storage. *Foods*, 10(12), 3157.
- Abd El Gawad, I. A., Abd El Fatah, A. M., & Al Rubayyi, K. A. (2010). Identification and characterization of dominant lactic acid bacteria isolated from traditional rayeb milk in Egypt. *Journal of American science*, 6(10), 728-735.
- Abd-Rabou, H. S., Mansour, H. M., Matloup, O. H., Sallam, S. M. A., & Elazab, M. A. (2023). Impact of mixing coriander oil with goat feed on the chemical, microbiological and sensory characterizations of bio rayeb milk. *Scientific Reports*, 13(1), 11215.
- Abolghait, S. K., Garbaj, A. M., & El-Gammudi, F. T. (2015). Microbial Food Safety Challenges of Traditional Foods (Guessedid and Lben) of Libya. *Libyan Journal of Veterinary and Medical Sciences*, 1, 1-6.
- Abou-Dobara, M. I., Ismail, M. M., Abdu Mossa, M., & Refat, N. M. (2017). Effect of using vegetarian milk and adding different sweeteners on probiotic activity of rayeb milk. *American Journal of Microbiology and Biotechnology*, 4(5), 44-52.
- Albert, I., Gérard, N., Napoleon, M., & Mélance, N. (2024). *Knowledge of Production Conditions and the Quality of Raw Milk Produced in Burundi*.
- Aouinti, F., Zidane, H., Tahri, M., Wathelet, J. P., & El Bachiri, A. (2014). Chemical composition, mineral contents and antioxidant activity of fruits of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. *Journal of Materials and Environmental Science*, 5(1), 199-206.

-B-

- Bouakline, H., Bouknana, S., Merzouki, M., Ziani, I., Challioui, A., Bnouham, M., Tahani, A., & Bachiri, A. E. (2024). The Phenolic Content of *Pistacia lentiscus* Leaf

Références bibliographiques

Extract and Its Antioxidant and Antidiabetic Properties. *The Scientific World Journal*, 2024.

- Benkirane, G., Ananou, S., Dumas, E., Ghnimi, S., & Gharsallaoui, A. (2022). Moroccan traditional fermented dairy products: Current processing practices and physicochemical and microbiological properties-A review. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 12(1), e5636-e5636.
- Benterrouche, I., Lemzeri, H., & Belhamel, K. (2023). *Comparative essential oil composition of leaves of Pistacia lentiscus L. from different regions of nord eastern Algeria*.
- Blama, A., Fedjer, Z., Mahdeb, A., & Mazari, A. (2024). Ethnobotanical Study on the Traditional Use of Pistacia lentiscus L. Among the Local Population of Northern Central-East Region of Algeria. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(2), 252-258.

-D-

- Desouky, M. (2020). Improving the texture properties of camels' milk rayeb. *Egyptian Journal of Food Science*, 48(1), 89-99.

-E-

- El-Sayed, S. M., & El-Sayed, H. S. (2021). Antimicrobial nanoemulsion formulation based on thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil for UF labneh preservation. *Journal of Materials Research and Technology*, 10, 1029-1041.

-F-

- Farias, P. K., Durães, R. R., Ravnjak, J. M. A., de Souza, C. N., de Andrade Souto, C., de Almeida, A. C., da Fonseca, F. S. A., Martins, E. R., Sales, M. S. M., & Leite, A. S. (2022). The addition of *Syzygium aromaticum* essential oil preserves the microbiological and physicochemical quality of the fermented milk beverage during storage. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*.

-H-

- Hayani, M., Byadi, S., Benabbouha, T., Kachmar, M. R., Chafi, M., Aboulmouhajir, A., & Touriya, Z. (2024). Valorization of *Pistacia lentiscus* extracts from Morocco :

Références bibliographiques

Phytochemistry and antibacterial activity. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 158(1), 201-209.

-I-

- Ismail, M. M., Hamad, M. F., & Elraghy, E. M. (2017). Rheological, physicochemical, microbial and sensory properties of bio-rayeb milk fortified with guava pulp. *International Journal of Food Science and Biotechnology*, 1(1), 8.
- Ismail, M., Hamad, M., & Elraghy, E. M. (2018). Quality of rayeb milk fortified with tamr and honey. *British Food Journal*, 120(2), 499-514.

-K-

- Kamel, D. G., Mansour, A. I., El-Diin, M. A. N., Hammam, A. R., Mehta, D., & Abdel-Rahman, A. M. (2022). Using rosemary essential oil as a potential natural preservative during stirred-like yogurt making. *Foods*, 11(14), 1993.
- Karimi Sani, I., Alizadeh Khaledabad, M., Pirsai, S., & Moghaddas Kia, E. (2020). Physico-chemical, organoleptic, antioxidative and release characteristics of flavoured yoghurt enriched with microencapsulated *Melissa officinalis* essential oil. *International Journal of Dairy Technology*, 73(3), 542-551.

-M-

- Mehdizadeh, T., Mojaddar Langroodi, A., Shakouri, R., & Khorshidi, S. (2019). Physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of probiotic yogurt enhanced with *Anethum graveolens* essential oil. *Journal of Food Safety*, 39(5), e12683.
- Mahmoudi, I., Ben Moussa, O., Chouaibi, M., Telmoudi, A., Boukari, W., & Hassouna, M. (2022). Development and characterisation of functional cultured buttermilk fortified with flaxseed. *Acta Alimentaria*, 51(2), 218-227.
- Mangia, N. P., Garau, G., Murgia, M. A., Bennani, A., & Deiana, P. (2014). Influence of autochthonous lactic acid bacteria and enzymatic yeast extracts on the microbiological, biochemical and sensorial properties of Lben generic products. *Journal of dairy research*, 81(2), 193-201.

Références bibliographiques

- Milia, E., Bullitta, S. M., Mastandrea, G., Szotáková, B., Schoubben, A., Langhansová, L., Quartu, M., Bortone, A., & Eick, S. (2021). Leaves and fruits preparations of *Pistacia lentiscus* L.: A review on the ethnopharmacological uses and implications in inflammation and infection. *Antibiotics*, *10*(4), 425.
- Mkadem, W., Belguith, K., Semmar, N., Zid, M. B., ElHatmi, H., & Boudhrioua, N. (2022). Effect of process parameters on quality attributes of Lben : Correlation between physicochemical and sensory properties. *LWT*, *155*, 112987.
- Mohamed Ismail, A.-D., Magdy Mohamed, I., & Nawal Mohamed, R. (2018). *Influence of Mixing Peanut Milk and Honey with Cow Milk on the Nutritional and Health Properties of Bio-Rayeb Milk*.
- MOHRAN, M. A., MOHAMED, H. S., MAHMOUD, N. E. H. H., & ABD EL NABY, A. N. (2018). Chemical and microbiological properties of laban rayeb in el-wadi el-gadid (new valley) governorate, Egypt. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, *96*(1), 191-200.
- Mohran, M. A., Tammam, A. A., Ahmed, H. A., & Shahein, Y. H. (2019). Evaluate the Chemical and Microbiological Quality of Laban Rayeb Manufactured. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, *50*(2), 38-52.

-N-

- Nahida, A. S., & Siddiqui, A. N. (2012). *Pistacia lentiscus* : A review on phytochemistry and pharmacological properties. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, *4*(4), 16-20.

-O-

- Ouadghiri, M., Vancanneyt, M., Vandamme, P., Naser, S., Gevers, D., Lefebvre, K., Swings, J., & Amar, M. (2009). Identification of lactic acid bacteria in Moroccan raw milk and traditionally fermented skimmed milk 'lben'. *Journal of Applied Microbiology*, *106*(2), 486-495.

-S-

- Sehaki, C., Jullian, N., Choque, E., Dauwe, R., Fontaine, J. X., Molinie, R., Ayati, F., Fernane, F., & Gontier, E. (2022). Profiling of essential oils from the leaves of *Pistacia lentiscus* collected in the Algerian region of Tizi-Ouzou : Evidence of chemical

Références bibliographiques

- variations associated with climatic contrasts between littoral and mountain samples. *Molecules*, 27(13), 4148.
- Salama, H. H., El-Sayed, H. S., Kholif, A. M., & Edris, A. E. (2022). Essential oils nanoemulsion for the flavoring of functional stirred yogurt: Manufacturing, physicochemical, microbiological, and sensorial investigation. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 21(6), 372-382.
 - Samet-Bali, O., Ennouri, M., Dhouib, A., & Attia, H. (2012). Characterisation of typical Tunisian fermented milk: Lben. *African Journal of Microbiology Research*, 6(9), 2169-2175.
 - Sarhir, S. T., Amanpour, A., Bouseta, A., & Selli, S. (2019). Key odorants of a Moroccan fermented milk product “Lben” using aroma extract dilution analysis. *Journal of Food Science and Technology*, 56(8), 3836-3845.
 - Sarhir, S. T., Belkhou, R., Bouseta, A., & Hayaloglu, A. A. (2023). Evaluation of techno-functional and biochemical characteristics of selected lactic acid bacteria (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* and *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*) used for the production of Moroccan fermented milk: Lben. *International Dairy Journal*, 140, 105592.
 - Sehaki, C. (2022). *Etude de la composition chimique et du potentiel biologique de Pistacia lentiscus, plante médicinale traditionnelle d'Algérie* [PhD Thesis, Université de Picardie Jules Verne; Université Mouloud Mammeri (Tizi-Ouzou ...)].
 - Sehaki, C., Jullian, N., Ayati, F., Fernane, F., & Gontier, E. (2023). A review of *Pistacia lentiscus* polyphenols: Chemical diversity and pharmacological activities. *Plants*, 12(2), 279.
 - SUSMIATI, S., MELIA, S., KHAIRINA, I., & ALZAHRA, H. (2024). Changes in physicochemical, microbiological, and sensory quality of fermented milk with *Lactiplantibacillus pentosus* during cold storage. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25(1).
- Y-
- Yang, M., Ye, A., Gilbert, E. P., Yang, Z., Everett, D. W., & Singh, H. (2024). Pepsin-induced hydrolysis and coagulation of proteins in goat, sheep and cow milk. *International Dairy Journal*, 105898.

Références bibliographiques

-Z-

- Zaky, W. M., Kassem, J. M., Abbas, H. M., & Mohamed, S. H. (2013). Evaluation of salt-free labneh quality prepared using dill and caraway essential oils. *Life Sci. J*, 10(4), 3379-3386.
- ZITOUNI, A., CHEKROUN-BECHLAGHEM, N., GHEMBAZA, N., & BELYAGOUBI-BENHAMMOU, N. (2023). Lentisk fruits (*Pistacia lentiscus* L.) as sources of phytochemicals with potential health benefits : A review. *Journal of Natural Product Research and Applications*, 3(01), 27-44.

Références bibliographiques

Annexe I

I-1-Présentation de l'entreprise (la laiterie Soummam)

I-1-1-Présentation de l'unité

La laiterie Soummam est une entreprise agroalimentaire créée par Lounis Hamitouche en 1993 à Akbou. Depuis sa création la société a connu un développement continu, elle a démarrée avec une seule ligne de production d'une capacité de 10.000 litres de lait par jour. La société a décidé d'investir dans des équipements modernes répondant aux normes internationales en matière de conception, d'hygiène et de productivité en ouvrant une nouvelle unité à Taharacht –Akbou Béjaia, équipée d'un nouveau matériel de haute technologie. Sa capacité de production a augmenté à 160.000 litres de lait par jour, avec un effectif de 200 personnes entre cadres, agents de maîtrise, contrôleurs et ouvriers de production.

La laiterie dispose d'une riche gamme de produit, elle produit et commercialise du lait UHT (nature et aromatisé), des yaourts (en pots et en bouteilles), des fromages frais (nature et aromatisés), des spécialités laitières et autre desserts lactés. En fin de l'année 2018, elle s'est lancée dans la production et la commercialisation des spécialités fromagères fondues et des préparations fromagères.

I-1-2-Présentation du laboratoire de contrôle de qualité

L'élaboration des produits de Soummam est confiée essentiellement au laboratoire d'un équipement sophistiqué et d'un personnel qualifié. L'un de ses rôles consiste à améliorer, innover et concevoir de nouveaux produits, pour que le produit SOUMMAM se distingue par son gout, sa saveur et sa qualité qui restera spécifique et fortement appréciée par fidèles consommateurs.

Le laboratoire de la laiterie est conçu pour le contrôle de la qualité des différents produits de l'entreprise, et pour effectuer les analyses des matières et des produits qui entrent dans le processus de fabrication comme la poudre de lait, l'eau, le produit fini... Il est divisé en :

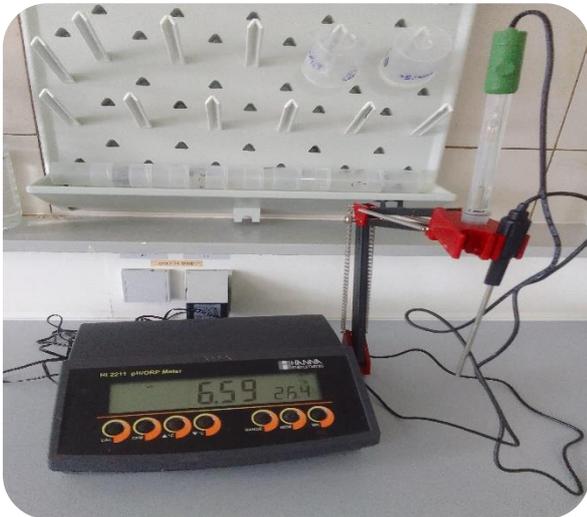
- Laboratoire d'analyses physicochimiques : équipé d'un Ph mètre, balance, dessiccateur, centrifugeuse, butyromètre, microscope optique, bain marie, seringues et béchers.
- Laboratoire bactériologique doté du matériel nécessaire : des bacs benzènes, boîtes de pétri, pipettes graduées stérilisées, flacon, haute, cotons, tubes, portoirs, pissette de l'eau de javel, alcool. En face, il se trouve la salle d'incubation : contient plusieurs étuves réglées à différentes températures (30°C, 44°C, 37°C, 47°C) selon l'analyse et les germes

recherchés. Et une salle de nettoyage et de destruction. De plus, il y'a une salle pour la préparation des milieux de culture dotée du matériel nécessaire : (autoclave, bain marie, balance, plaque chauffante, des milieux de culture déshydratés et des verreries).

- Laboratoire de traitement des eaux : traiter l'eau utilisée dans l'usine pour vérifier qu'elle répond bien aux critères de qualité, et préparer les produits chimiques utilisés pour les analyses : (pH mètre, balance de précision, fioles, burettes, pipettes, flacons, différents réactifs, plaque chauffante, barreau magnétique).

Annexe II

Le matériel utilisé lors de l'analyse physicochimique :



pH mètre

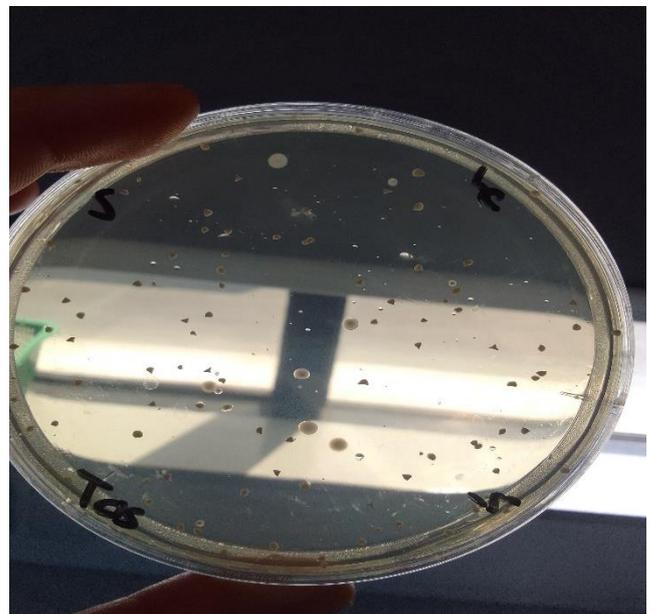
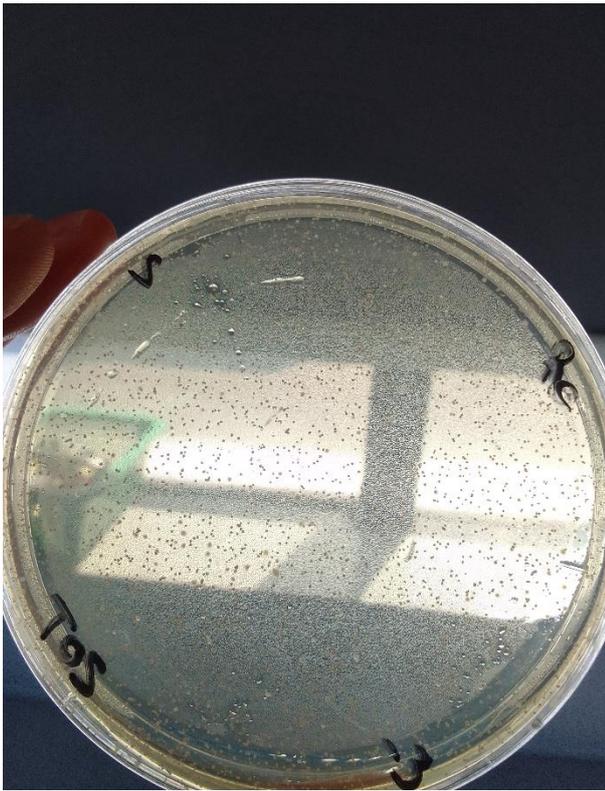


Dessiccateur



Centrifugeuse

Annexe III



Annexe III : Les bifidobactéries de Iben er rayeb.



Annexe IV : La flore lactique.

Annexe V

Questionnaire de l'analyse sensorielle de quatre échantillons de Lben

Sexe : Féminin

Masculin

Age :

Date :

Quatre échantillons de Lben codés 111, 218, 310, 365 vous sont présentés, Nous vous demandons d'évaluer les différentes caractéristiques organoleptiques de ces produits en attribuant une note de 1 à 5, selon les critères présentés ci-dessous :

NB : Veuillez rincer votre bouche à chaque dégustation d'un échantillon.

1-Couleur :

- 1- Blanc.
- 2- Blanc cassé.
- 3- Beige.
- 4- Jaune clair.
- 5- Jaune.

Echantillon 310	Echantillon 111	Echantillon 218	Echantillon 365

2-Odeur :

- 1- Absente.
- 2- Faible.
- 3- Moyenne.
- 4- Forte.
- 5- Très forte.

Echantillon 310	Echantillon 111	Echantillon 218	Echantillon 365

3-Gout aromatisé :

- 1- Absent.
- 2- Faible.
- 3- Moyen.
- 4- Fort.
- 5- Très fort.

Echantillon 310	Echantillon 111	Echantillon 218	Echantillon 365

4-Acidité :

- 1- Absente.
- 2- Faible.
- 3- Moyenne.
- 4- Forte.
- 5- Très forte.

Echantillon 310	Echantillon 111	Echantillon 218	Echantillon 365

5-Amertume :

- 1- Absente.
- 2- Faible.
- 3- Moyenne.
- 4- Forte.
- 5- Très forte.

Echantillon 310	Echantillon 111	Echantillon 218	Echantillon 365

6-Arrière-gout :

- 1- Absent.
- 2- Faible.
- 3- Moyen.
- 4- Fort.
- 5- Très fort.

Echantillon 310	Echantillon 111	Echantillon 218	Echantillon 365

7-Texture :

- 1- Très liquide.
- 2- Liquide.
- 3- Moyenne.
- 4- Epaisse.
- 5- Très épaisse.

Echantillon 310	Echantillon 111	Echantillon 218	Echantillon 365

8- Arôme identifié

- 1- Non identifié
- 2- Le pin
- 3- Le thym
- 4- Lentisque
- 5- Romarin

Echantillon 310	Echantillon 111	Echantillon 218	Echantillon 365

9-Préférence :

Classez selon l'ordre de préférence / acceptabilité générale les quatre échantillons en donnant une note de 1 à 9, sachant que 1 correspond au moins préféré et 9 au plus préféré :

- 1- Extrêmement désagréable.
- 2- Très désagréable.
- 3- Désagréable.
- 4- Assez désagréable.
- 5- Ni agréable ni désagréable.
- 6- Assez agréable.
- 7- Agréable.
- 8- Très agréable
- 9- Extrêmement agréable.

Echantillon 310	Echantillon 111	Echantillon 218	Echantillon 365

Merci pour votre participation.

Questionnaire d'évaluation sensorielle de 04 échantillons de rayeb

Sexe : Féminin

Masculin

Age :

Date :

Quatre échantillons de rayeb codés (195, 200, 206 et 305) vous sont présentés, Nous vous demandons d'évaluer les différentes caractéristiques organoleptiques de ces produits en attribuant une note de 1 à 5, selon les critères présentés ci-dessous :

NB : Veuillez rincer votre bouche à chaque dégustation.

1- Couleur :

- 5- Blanc.
- 6- Blanc cassé.
- 7- Beige.
- 8- Jaune clair.
- 5- Jaune

Echantillon 195	Echantillon 200	Echantillon 206	Echantillon 305

2- Odeur :

- 1- Absente
- 2- Faible.
- 3- Moyenne.
- 4- Forte.
- 5- Très forte.

Echantillon 195	Echantillon 200	Echantillon 206	Echantillon 305

3-Gout aromatisé :

- 6- Absent.
- 7- Faible.
- 8- Moyen.
- 9- Fort.
- 10- Très fort.

Echantillon 195	Echantillon 200	Echantillon 206	Echantillon 305

4- Saveur acide :

- 1- Absente.
- 1- Faible.
- 2- Moyenne
- 4 Forte.
- 3- Très forte.

Echantillon 195	Echantillon 200	Echantillon 206	Echantillon 305

5- Saveur amer :

- 1. Absente.
- 2. Faible.
- 3. Moyenne
- 4. Forte.
- 5. Très forte.

Echantillon 195	Echantillon 200	Echantillon 206	Echantillon 305

6-Arrière-gout :

- 6- Absent.
- 7- Faible.
- 8- Moyen.
- 9- Fort.
- 10- Très fort.

Echantillon 195	Echantillon 200	Echantillon 206	Echantillon 305

7-Texture :

- 6- Très liquide.
- 7- Liquide.
- 8- Moyenne.
- 9- Epaisse.
- 10- Très épaisse.

Echantillon 195	Echantillon 200	Echantillon 206	Echantillon 305

8- Arôme identifié

- 6- Non identifié
- 7- Le pin
- 8- Le thym
- 9- Lentisque
- 10- Romarin

Echantillon 195	Echantillon 200	Echantillon 206	Echantillon 305

9-Préférence :

Attribuer une note entre 1 et 9 pour chaque échantillon selon son appréciation comme présenté dans l'échelle ci-dessous :

- 1. Extrêmement désagréable.
- 2. Très désagréable.
- 3. Désagréable.
- 4. Assez désagréable.
- 5. Ni agréable ni désagréable.
- 6. Assez agréable.
- 7. Agréable
- 8. Très agréable.
- 9. Extrêmement agréable.

Echantillon 195	Echantillon 200	Echantillon 206	Echantillon 305

Merci pour votre participation.

Résumé

L'objectif de ce travail a consisté à incorporer l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* dans deux produits fermentés : lben et rayeb, en utilisant diverses concentrations d'huile pour évaluer ses effets sur les qualités physicochimiques, microbiologiques et sensorielles des produits durant leur stockage. Les résultats physicochimiques ont montré une baisse du pH et une augmentation de l'acidité titrable dans tous les échantillons. L'humidité a augmenté avec des concentrations plus élevées d'huile essentielle. Les échantillons lben C3 et rayeb de contrôle (Cr0) ont présenté les plus hauts niveaux de °brix. L'ajout d'huile essentielle a réduit le taux de protéines. Les échantillons C4 (lben) et Cr1 (rayeb) ont montré une meilleure rétention d'eau et une texture plus stable, avec des taux de matières grasses variant de 1,3% à 1,9% pour le lben, et de 1,8% à 2,3% pour le rayeb. Les analyses microbiologiques ont confirmé que tous les échantillons respectaient les normes de salubrité, soulignant de bonnes pratiques d'hygiène et de sécurité. La flore lactique des ferments (*Bifidobacterium*, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) a enregistré une augmentation jusqu'à J+14, puis une diminution en fin de stockage. L'évaluation sensorielle a révélé une préférence des experts pour le lben à la concentration C2, sans préférence marquée pour les échantillons de rayeb

Mots clés : Lben, rayeb, huile essentielle, *pistacia lentiscus*.

Abstract

The aim of this work was to incorporate essential oil of *Pistacia lentiscus* into two fermented products: lben and rayeb, using various oil concentrations to evaluate its effects on the physicochemical, microbiological, and sensory qualities of the products during storage. The physicochemical results showed a decrease in pH and an increase in titratable acidity in all samples. Moisture increased with higher concentrations of essential oil. The lben C3 and control rayeb (Cr0) samples had the highest °Brix levels. The addition of essential oil reduced the protein content. The C4 (lben) and Cr1 (rayeb) samples showed better water retention and more stable texture, with fat content ranging from 1.3% to 1.9% for lben, and from 1.8% to 2.3% for rayeb. Microbiological analyses confirmed that all samples met safety standards, highlighting good hygiene and safety practices. The lactic flora of the ferments (*Bifidobacterium*, *Streptococcus thermophilus*, and *Lactobacillus bulgaricus*) increased until day 14, then decreased at the end of storage. Sensory evaluation revealed a preference among experts for lben at the C2 concentration, with no marked preference for the rayeb samples.

Key words: Lben, rayeb, essential oil, *pistacia lentiscus*.