

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/FSNVST/DSA/2022

MEMOIRE DE FIN DE MASTER EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DANS

Domaine : SNV Filière : Science Alimentaire

Spécialité : Technologie Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Présenté par :

BAHIRA Amina Rihab & ALLAM Imene

Thème

Enrichissement d'un produit laitier type l'ben Hodna avec la poudre de Rosmarinus officinalis L. et l'étude de sa qualité physicochimique, microbiologique et sensoriel

Soutenu le: 06/07 /2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

KECIRA Fatma Zohra

MAA

Univ. Bouira

Président

MAZRI Chafiaa

MCA

Univ. Bouira

Promoteur

MOUHAMED I Saliha

MAA

Univ. Bouira

Examineur

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciement

Nous tenons d'abord à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

*Nous tenons à exprimer notre plus grand remerciement à nos Très **chers parents** pour leur soutien moral et leurs encouragements.*

*Nous tenons à témoigner de notre profonde gratitude et remerciements à notre encadreur **M^{me} Mazri Chafiaa** qui nous a honorée de sa confiance en acceptant la direction de ce mémoire et a fait preuve de patience à notre égard, pour son aide précieuse qu'elle nous a fournis, ses conseils et ses orientations objectifs pendant notre travail. Nous tenons à la saluer pour sa disponibilité, sa générosité et son ouverture d'esprit qui nous ont laissé une large marge de liberté pour mener à bien ce travail.*

Nous exprimons notre estime et nos vifs remerciements aux honorables membres de jury pour avoir accepté d'examiner et juger ce modeste travail.

*A tous nos collègues et à tous les étudiants de la **2^{ème} année Master Agroalimentaire et Contrôle de Qualité** , promotion 2021/2022.*

Enfin, nos remerciements sont présentés à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, et à notre formation.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*À l'être le plus chère au monde, **ma mère** qui m'a élevé éduqué et sacrifié toutes les belles années de sa vie pour ses enfants « J'espère ma mère que je serai toujours à la hauteur de tes attentes ».*

*À **mon père** qui n'a jamais cessé de combattre pour me voir réussir un jour « J'espère, mon père que tu es fier de moi ».*

Que Dieu vous protège pour moi.

A tous les membres de la famille : ma seule sœur Asma

A mes frères : Riadh, Ahmed et sa petite fille Roukaia.

A mon petit frère Islam.

*A mes **grands-parents** pour leurs supports.*

A mes oncles, tantes, cousins et cousines.

*A mes **meilleures amies** : Aya, Chahra, Zozo, Kaoula, Imene, Manal, pour leurs soutien.*

A tous mes amis sans exception.

Sans oublier les étudiants de ma promotion de Master II (2021/2022)

A toutes les personnes qui m'ont aidées, soutenues et contribuées de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

*Enfin, à mon très cher pays " **l'Algérie**" j'espère être à la hauteur. Incha'Allah.*

Amina Rihab

Dédicace

A l'aide de DIEU, le tout puissant, ce travail est achevé :

Je le dédie à toutes les personnes qui me sont chères ; mes très chers parents pour leurs sacrifices, soutien et amour .je leurs serai éternellement reconnaissante.

A ma mère, la perle la plus chère qui m'a entourée avec sa tendresse et qui n'a cessé de prier pour moi.

A mon cher père, la base de toute ma carrière qui m'a appris que la patience est le secret du succès.

*A mes chers **sœurs** : Nari ,Chayma et Hanaa : merci pour votre générosité, votre affection, votre soutien moral et financier .*

*A mes chers **frères** : Abdelraouf et IshakeMouhammed Lamine.*

*A mes chers **amies** : Nadjat, Nadjat et Samia pour leurs affection.*

A ma chère cousine Latifa.

*Ma chère amie et **binome**Rihab, je la remercie d'avoir été un effet de motivation supplémentaire.*

A tous ceux que j'aime et que je respecte et tous ceux qui me connaissent de près ou de loin.

Et à toute la promotion TAA (2021/2022).

Imene

Tables des matières

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale1

Première partie : Synthèse Bibliographique

1. Généralité sur le Romarin	4
1.1. Détermination botanique du romarin	4
1.2. Classification botanique du romarin	5
1.3. Composition chimique du romarin	5
1.4. L'utilisation du romarin	6
1.4.1. Thérapeutique humaine et animale	6
1.4.2. Alimentation et agro-alimentaire	6
1.4.3. Parfumerie et cosmétique	7
2. Généralité sur l'ben.....	7
2.1. La composition physicochimique de l'ben	8
2.2. La qualité nutritionnel de l'ben	8
2.3. Diagramme de fabrication de l'ben industriel.....	9

Deuxième partie : Partie Pratique

3. Matériel et Méthodes	11
3.1. Matériel végétale	12
3.2. Matériel biologique	12
3.3. Procédé d'élaboration de l'ben avec <i>Rosmarinus officinalis</i>	13
3.3.1. Analyse physicochimiques de la poudre de romarin	15
3.3.2. Les analyses physico-chimiques de l'ben enrichis avec la poudre du romarin	17
3.3.3. Les Analyses microbiologiques	19

3.3.4. Analyse sensoriel.....	23
4. Résultats et Discussions.....	25
4.1. Résultats d'analyse physico-chimiques de l'ben enrichis avec la poudre de romarin.....	25
4.2. Résultats d'analyse microbiologique de l'ben enrichis avec la poudre de romarin	33
4.3. Résultats d'analyse sensorielle de l'ben enrichis avec la poudre de Romarin	33
Conclusion	36

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

CA : Carnosique Acide

C°: Celsius

COVID: Corona Virus Disease

CS : Carnosol Acide

D° : Dornique

g: gramme

h: heure

H : Humidité

JORA: Journal Officiel de la Réglementation Algérienne

L: Lamiaceae

l: litre

ml : millimetre

MM : Matière Ménirale

mn: minute

MO : Matière Organique

M Pe : Masse de Prise d'essai

MS: Matière sèche

NLRP3: NOD- like receptor family, pyrin domin containing 3

N : Normalité

Pe: Prise d'essai

pH: potentiel hydrique

RO : Rosmarinus Officinalis

SNVST : Science de la Nature et de la Vie et science de la terre

s : second

TS: Tryptone Sel

V : Volume

VRBL : Violet Read Bile Lactose

Liste des tableaux

Tableau I : Classification botanique du romarin.....	5
Tableau II : Les constituants chimiques du romarin.....	5
Tableau III : Valeurs moyennes de la composition physicochimique du l'ben.....	8
Tableau IV : La qualité nutritionnelle du l'ben.....	8
Tableau V : les différents services de laboratoire	11
Tableau VI : les paramètres de l'analyse sensorielle.....	23
Tableau VII : Résultat du pH des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.....	25
Tableau VIII : Résultats de l'acidité titrable des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.....	26
Tableau IX : Résultats de la matière grasse des échantillons de l'ben.....	27
Tableau X : Résultats du taux de cendre des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.....	29
Tableau XI : Résultats de la matière sèche des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.....	30
Tableau XII : Résultats de l'humidité des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.....	31
Tableau XIII : Résultats de la matière organique des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin	32

Liste des figures

Figure 01 : <i>Rosmarinus Officinalis</i> (Faculté SNVST de l'Université de Bouira 2022).....	4
Figure 02 : Schéma de fabrication de l'ben industrie.....	9
Figure 03 : Schéma de la préparation de la poudre de <i>Rosmarinus officinalis</i>	12
Figure 04 : L'enrichissement de l'ben avec la poudre de romarin.....	13
Figure 05 : Schéma de la préparation de l'ben industriel enrichis au <i>Rosmarinus officinalis</i>	14
Figure 06 : Recherche des coliformes fécaux à 44C°.....	21
Figure 07 : Recherche des coliformes totaux à 30C°.....	22
Figure 08 : Histogramme des résultats du pH des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.....	26
Figure 09 : Histogramme des résultats de l'acidité titrable des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.....	27
Figure 10 : Histogramme de l'évolution de la matière grasse des échantillons de l'ben en fonction de la concentration en poudre de romarin ajoutée.....	28
Figure 11 : Histogramme des résultats de taux de cendre des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.....	29
Figure 12 : Histogramme des résultats de la matière sèche des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.....	30
Figure 13 : Histogramme des résultats de l'humidité des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.....	31
Figure 14 : Histogramme des résultats de la matière organique des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.....	32
Figure 15 : Profil sensoriel de l'ben enrichis avec la poudre de romarin.....	34

Introduction

Introduction:

Depuis notre enfance, nous avons l'habitude de voir nos ancêtres manger tout ce qui vient de la nature, comme les plantes, ils fabriquent leur propre nourriture à partir de ces plantes, comme le romarin. Ce dernier était utilisé dans le passé et actuellement comme un bon arôme qui enlève l'odeur du lait résultant de la traite des vaches. Ils l'utilisent également lors du barattage du lait pour obtenir un lait avec une odeur distinctive et agréable. Même si nos ancêtres n'avaient pas la science mais ils étaient conscients de l'existence de nombreux vertus thérapeutiques de cette plante miracle.

L'incorporation de poudre de plantes dans les aliments est très faible quasi inexistante dans le domaine agroalimentaire, bien que les plantes aient de nombreux avantages, les entreprises n'adoptent pas l'idée d'élaboration d'un aliment fonctionnel enrichi avec des plantes par peur de la réaction du consommateur ainsi que l'acceptabilité de ce genre de produit.

De nombreuses études sur l'effet de l'addition des plantes sous forme de poudres ou bien d'extraits tel que l'essai d'incorporation de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera* dans une crème dessert de "Hodna" par **Mansouri et Arabi, (2020)**, ainsi que la formulation du fromage frais aromatisé à base d'*Artemisia herba-alba* et l'étude des paramètres physicochimiques par **Djaliet al., (2017)**, ainsi que l'analyse sensorielle du lait cru réfrigéré additionné d'extraits naturels de romarin et d'origan (**Lekhnafer et Medjdoub, 2020**).

Notre travail porte sur l'ajout de la poudre de feuilles de romarin au produit laitier type l'ben industriel "Hodna". Par conséquent, l'objectif principal de cette étude est de tester l'effet de la supplémentation de la poudre de romarin au l'ben industriel, par l'élaboration d'un aliment fonctionnel avec des bienfaits gustatifs, aromatiques et médicinales pour le consommateur et réaliser une étude physico-chimique, microbiologique et sensoriel pour déterminer l'effet du romarin sur cet aliment de base. Pour atteindre cet objectif on a procédé à :

- La préparation d'extrait sec à partir de feuilles séchées à l'air libre de *Rosmarinus officinalis* L.
- L'enrichissement de l'ben "Hodna" avec la poudre de romarin en différents pourcentages de l'ordre de 0%, 1%, 1.5% et 2%.
- L'analyse physicochimique, microbiologique des échantillons de l'ben enrichis avec la poudre de romarin.

- Le test sensoriel de produit élaboré pour évaluer son odeur, sa couleur, sa saveur et sa texture pour rechercher l'effet de la poudre de romarin sur la qualité organoleptique d'un produit laitier.

Partie bibliographique

1. Généralité sur le Romarin :

Le Romarin « *Rosmarinus officinalis* » (figure 1), plante commune à l'état sauvage utile pour contrôler l'érosion du sol, est l'une des plantes les plus populaires en Algérie. C'est une plante aromatique originaire de la région méditerranéenne, issue de la famille Lamiaceae (tableau I), qui en plus d'être utilisées en tant qu'arôme alimentaire, est également connue en médecine pour ses puissantes propriétés antibactériennes et antimutagènes, et comme agent chimio-préventif (**Lekhnafer et Medjdoub, 2021**).



Figure 1 : *Rosmarinus Officinalis* (Faculté SNVST de l'Université de Bouira 2022).

1.1. Détermination botanique :

Le romarin est arbrisseau de rocaille à l'état sauvage, de la famille des Lamiacées, peut atteindre 50 cm à 1 m de hauteur, en culture. On le reconnaît aisément, toute l'année, érigé au milieu des buissons méditerranéens. Ses feuilles persistantes sont enroulées sur leurs bords. Elles sont beaucoup plus longues que larges, d'une couleur vert, luisant sur leur face supérieure et à la teinte blanchâtre sur le dessous. Ses fleurs, le plus souvent d'une teinte bleu violacé s'agrègent en grappes courtes, de février à mai. Leur calice a un aspect duveteux, la corolle est bilabée et dotée de quatre étamines, dont deux dépassent la lèvre supérieure. Le fruit du romarin (ovoïde) de forme globuleuse, est un tétrakène brun. Il attire les insectes pour assurer la pollinisation (**Lounis et Habet, 2021**).

1.2. Classification botanique du romarin :

Tableau I : Classification botanique du romarin.

Règne	Plantes
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i>

Mestfaoui, (2012)

1.3. Composition chimique du romarin :

Selon **Lekhnafer et Medjdoub, (2021)**, le romarin est riche en huiles essentielles tel que l'essence de camphre, de cinéol, de verbénone ou de pinènes. Il contient des métabolites secondaires comme les flavonoïdes (diosmine, lutéoline), les diterpènes et les triterpènes, le rosmadial et l'acide carnosolique, les stéroïdes et les acides phénoliques (acide rosmarinique, acide chlorogénique) et aussi les lipides (alcanes et alcènes). On trouve également des fibres alimentaires sous forme de polysaccharide (tableau II).

Tableau II : Les constituants chimiques du romarin.

Famille de constituant	Constituants
Huile essentielle (1 à 2,5 %)	Camphre, 1,8-cineole, α -pinène, borneol, acetate de bornyle, camphene, α -terpinéol, β -pinene, β -caryophyllene, myrcene, etc.
Diterpènesphénoliquestricycliques	Acidecarnosolique, carnosol, rosmanol, rosmadia, etc.
Flavonoïdes	Hétérosides de la lutéoléine, de la diosmetine Flavones methoxylees: genkwanine et dérivés, cirsimaritrine, scutellareine
Acidesphénols (3,5 %) « tanins des Labiacées »	Acidescaféique, chlorogénique, rosmarinique
Triterpènes, steroids	Acideoleanolique (10 %), dérivés de l'acide ursolique et α - et β -amyrine (5%)
Lipides (cuticulecireuse des jeunesfeuilles)	n-alcanes, isoalcanes, alcènes
Constituants divers	Polysaccharides (6%), traces de salicylate

Lekhnafer et Medjdoub, (2021)

1.4. L'utilisation de romarin :

Le romarin est à la fois une plante ornementale, aromatique et médicinale. Ses feuilles séchées utilisées en tant que condiment et rentrent dans la composition des thés et infusions. Sous forme des feuilles séchées ou d'huile essentielle, trouve sa principale utilisation pour la fabrication des produits cosmétiques. Il sert aussi pour produire les antioxydants naturels qui ont plusieurs utilisations dans les industries agroalimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques (**Benzineb, 2019**).

1.4.1. Thérapeutique humaine et animale :

Le romarin est employé en médecine traditionnelle dans de nombreux pays. Il contient de l'acide carnosique (CA) et du carnosol (CS), des diterpènes phénoliques de type abiétane, qui sont responsables de ses actions biologiques et pharmacologiques, bien que des allégations ont été attribuées à un autre constituant, l'acide rosmarinique. Il a été démontré dans un travail de révision scientifique de (**Takumiet al., 2022**) que le romarin a prouvé ses effets à travers différentes applications potentielles de son AC et de sa CS qui exerce des effets antioxydants, anti-inflammatoires et neuroprotecteurs sur la maladie d'Alzheimer, de Parkinson et le COVID-19, en partie via l'inhibition de l'inflammasome NLRP3, et via l'activation enzymatique qui intervient lors de l'induction de la voie de transcription, qui à son tour atténue l'activation de NLRP3.

Le romarin peut protéger les animaux de compagnie des substances nocives en lavant son coussin avec de l'eau puis en le vaporisant avec du romarin qui est considéré comme un désinfectant (**Haoues et Allane, 2021**).

1.4.2. Alimentation et agro-alimentaire:

Le romarin est très utilisé en tant que condiment pour l'assaisonnement et la conservation des produits alimentaires dans le bassin méditerranéen. C'est une plante mellifère, son miel est d'une renommée internationale avec une marque enregistrée "Miel de Narbonne". Le romarin est utilisé en infusions, sous forme de poudre, extrait sec ou autres préparations galéniques pour usage interne et externe, principalement contre les douleurs d'estomac. Les extraits végétaux de romarin présentent un pouvoir antioxydant important et peuvent être appliqués à la conservation des aliments et des huiles (**Benzineb, 2019**).

Les extraits végétaux de romarin sont une bonne source naturelle de composés antioxydants grâce aux acides polyphénoliques. Il est largement utilisé dans l'industrie agro-alimentaire pour prévenir une éventuelle détérioration des denrées alimentaires (**Lounis et Habet, 2021**).

1.4.3. Parfumerie et cosmétique :

Le romarin est utilisé dans les parfums, en particulier les parfums masculins, les arômes d'agrumes, de bois et de fougère, et dans la formulation de pommades pour la peau, par ce que le romarin a la capacité de stimuler les terminaisons nerveuses de la peau, il peut utiliser dans les pommades pour l'eczéma et les plaies mineures (**Haoueset et Allane, 2021**). Le romarin utilisé aussi comme tonique dans des bains moussants, et ecchymose des muscles fatigués. Dans les lotions et les shampooings, l'extrait de romarin stimule le cuir chevelu (**Djabi et Khobizi, 2018**).

2. Généralité sur l'ben :

Depuis l'Antiquité la fermentation a été utilisée comme moyen de prolonger la conservation des aliments, en particuliers les produits laitiers ; lait caillé, yaourt, kéfir, Komis, et le lait fermenté acidifié "l'ben" sont préparés dans le but de conserver le lait cru plus longtemps grâce à l'abaissement du pH (**Keddar et Koubich, 2009**).

Le l'ben est l'un des produit très connus de la transformation de lait dans les pays du Maghreb du Moyens Orient. Son nom varie selon la zone géographique : en Algérie l'ben et Ighi (kabylie).

Il y a deux types de l'ben : l'ben industriel et l'ben traditionnel.

Selon **Mazari, (1982)** le l'ben industriel est un lait fermenté acidifié, fabriqué à partir de lait reconstitué à l'aide de levure lactique, qui transformant le lactose en acide lactique, produisant des substances aromatiques.

Selon **Benkerroum et Tamime, (2004)**, le l'ben traditionnel est une boisson agréable et se boit fraîche, obtenue par une fermentation spontanée du lait de vache. Parfois, le lait de chèvre ou de brebis. Selon **Cerf, (2002)** les dangers liés à la consommation des produits laitiers traditionnels, sont liés aux germes pathogènes à travers différents contaminations au cours de préparation artisanale sans traitements technologiques.

Les micro-organismes les plus redoutables trouvés dans le lait et les produits laitiers sont :

- ✓ *Salmonella.*
- ✓ *Staphylococcus.*
- ✓ *Listeria monocytogenes.*

2.1. La composition physicochimique de l'ben :

Selon Aissaoui, (2004) la composition physicochimique du l'ben varie en fonction de la nature du lait utilisé dans la fabrication, des conditions de coagulation, de l'intensité de l'écémage et de la quantité d'eau additionnée lors du mouillage.

Selon les auteurs mentionnés dans le tableau suivant les valeurs moyennes de la composition physicochimique du l'ben sont résumée dans le tableau.

Tableau III : Valeurs moyennes de la composition physicochimique du l'ben.

Paramètres	Valeur moyenne					
Matière sèche %	90.8	89	/	8.79	/	9.1
pH	4.2	4.2	4.31	4.68	4.50	4.52
Acidité (°D)	60	82	72.67	90.3	73.12	62.5
Matières grasses %	0.2	8.9	1.47	/	/	1.6
Protéines (g/l)	19.3	25.6	/	/	25.7	/
NaCl	0.08	/	/	/	/	/
Lactose	2.14	2.69	/	/	/	/
	(Boubekri et al., 1984)	(Tanttaoui et Elmarakchi, 1987)	(Dif, 2019)	(Bouguerroudja et al., 2019)	(Ouadghiri, 2009)	(Boucenna, 2019)

2.2. La qualité nutritionnel de l'ben :

Le l'ben est un lait fermenté utilisé surtout comme boisson rafraîchissante et apprécié pour ces qualités organoleptiques, acidité, arôme... et aussi pour sa valeur nutritionnelle (tableau IV) .(Tantaoui et al., 1983)

Tableau IV: La qualité nutritionnelle du l'ben.

	L'ben industriel g/100g	L'ben traditionnel g/100g
Protéines	3.7	2.26
Lipides	2.9	2.69
Glucides	4.9	1.8

Tantaouiet al., (1983)

2.3. Diagramme de fabrication de l'ben industriel:

Les étapes de fabrication de l'ben industriel (figure 02) selon Avezard et Lablee,(1990) comportent trois étapes essentielles, premièrement la préparation de lait après sa réception puis l'étape de fermentation et finalement le stockage.

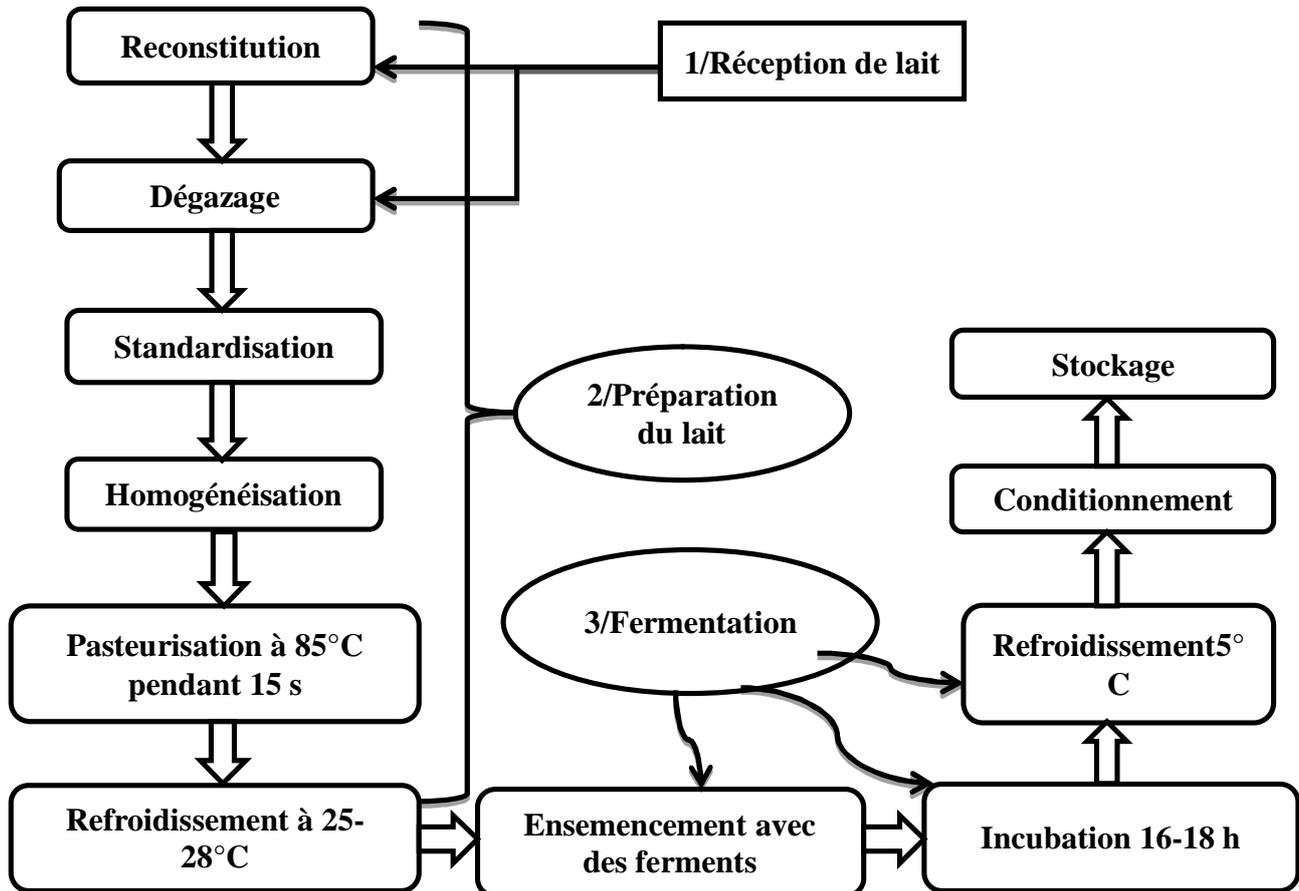


Figure 02: Schéma de fabrication de l'ben industriel selon Avezard et Lablee, (1990)

Matériels et méthodes

3. Matériels et méthodes :

Le présent travail a été réalisé au niveau de laboratoire d'analyse qui située à Sour Elghozlane wilaya de Bouira. Au cours de ce stage nous avons pu s'intéresser aux activités d'analyses de contrôle de la qualité et de la conformité du notre nouveau produit élaboré: l'ben industriel enrichi avec *Rosmarinus officinalis*.

Ce laboratoire est organisé en deux départements :

- ✓ Département physicochimique.
- ✓ Département microbiologiques.

Ces départements sont composés de plusieurs salles et chacune à son rôle selon le service et les compétences de la composante des ressources humaine du laboratoire (tableau V).

Tableau V: les différents services de laboratoire.

Service des analyses microbiologiques	Service des analyses biochimiques
<ul style="list-style-type: none">✓ Bureau : chef de département✓ Salle des analyses✓ Salle de stockage des échantillons✓ Salle de distillation✓ Salle de stérilisation✓ Salle de préparation des milieux de culture✓ Salle de préparation des échantillons✓ Salle d'ensemencement✓ Salle d'étuvage✓ La laverie✓ La verrerie	<ul style="list-style-type: none">✓ Bureau : chef de département✓ Salle des analyses✓ Salle de stockage des échantillons Salle d'analyse

L'objectif de ce travail est de tester l'effet de la supplémentation de la poudre de romarin au l'ben industriel "Hodna", par l'élaboration d'un aliment fonctionnel avec des bienfaits gustatifs, aromatiques et médicinales pour le consommateur et réaliser une étude physico-chimique, microbiologique et sensoriel pour déterminer l'effet du romarin sur la texture et la qualité de cet aliment fonctionnel.

3.1. Matériel végétale :

En premier lieu, comme il est schématisé dans la figure 03, on a récolté le matériel végétal en mois d'avril, dans la wilaya de Bouira, après nettoyage de ce dernier on a séché à l'air libre pendant 1 mois et à l'abri de la lumière. Les feuilles séchées de *Rosmarinus officinalis* broyées et purifiées ont fait l'objet d'une extraction de la poudre de cette plante qui va servir pour enrichir le produit laitier type l'ben à différentes doses. La poudre obtenue est conservée dans un sac stérile à une température ambiante et à l'abri de l'humidité et de la lumière jusqu'au jour de son utilisation, les étapes de la préparation de la poudre reproduit en annexe 01.

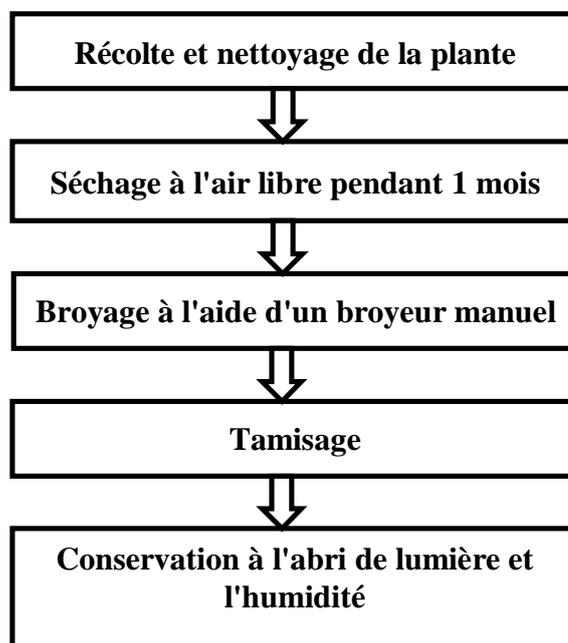


Figure 03 : Schéma de la préparation de la poudre de *Rosmarinus officinalis*.

3.2. Matériel biologique :

Le produit laitier comme matériel biologique utilisé pour cette étude est acquis commercialement auprès de la superette de la wilaya de Bouira, le choix est porté sur le l'ben de "Hodna" (annexe 01 figure 07) parce qu'il lorsqu'on visite cette usine qui se spécialise dans la fabrication des produits laitiers, nous avons constaté que "Hodna" applique un ensemble de pratiques individuelles et collectives d'hygiène visant à maintenir la santé de consommateur.

3.3. Procédé d'élaboration de l'ben avec *Rosmarinus officinalis* :

Le diagramme ci-dessous (figure 05) montre la structure de notre travail dans l'ordre depuis le début de la préparation de l'ben au romarin jusqu'à la consommation en passant par l'analyse physico-chimiques et microbiologiques à l'aide d'un ensemble de matériels et des produits reproduit dans le tableau I annexe 02 .

On a préparé le mélange de l'ben avec du romarin par étapes, d'abord versé 100ml de l'ben dans quatre fioles conique (figure 04).



Figure 04 : L'enrichissement de l'ben avec la poudre de romarin.

Après cela, on a ajouté à l'aide d'une spatule et entonnoir des pourcentages de romarin qui est de (1%, 1,5% et 2%) respectivement à chaque fiole et on a laissé l'un des fioles comme un témoin avec 0% de la poudre de romarin la figure 01 en annexe 02 montre les quatre échantillons de l'ben.

Ensuite, on a utilisé l'agitateur pendant une demi-heure pour chaque échantillon et on commence les analyses physico-chimiques, microbiologiques.

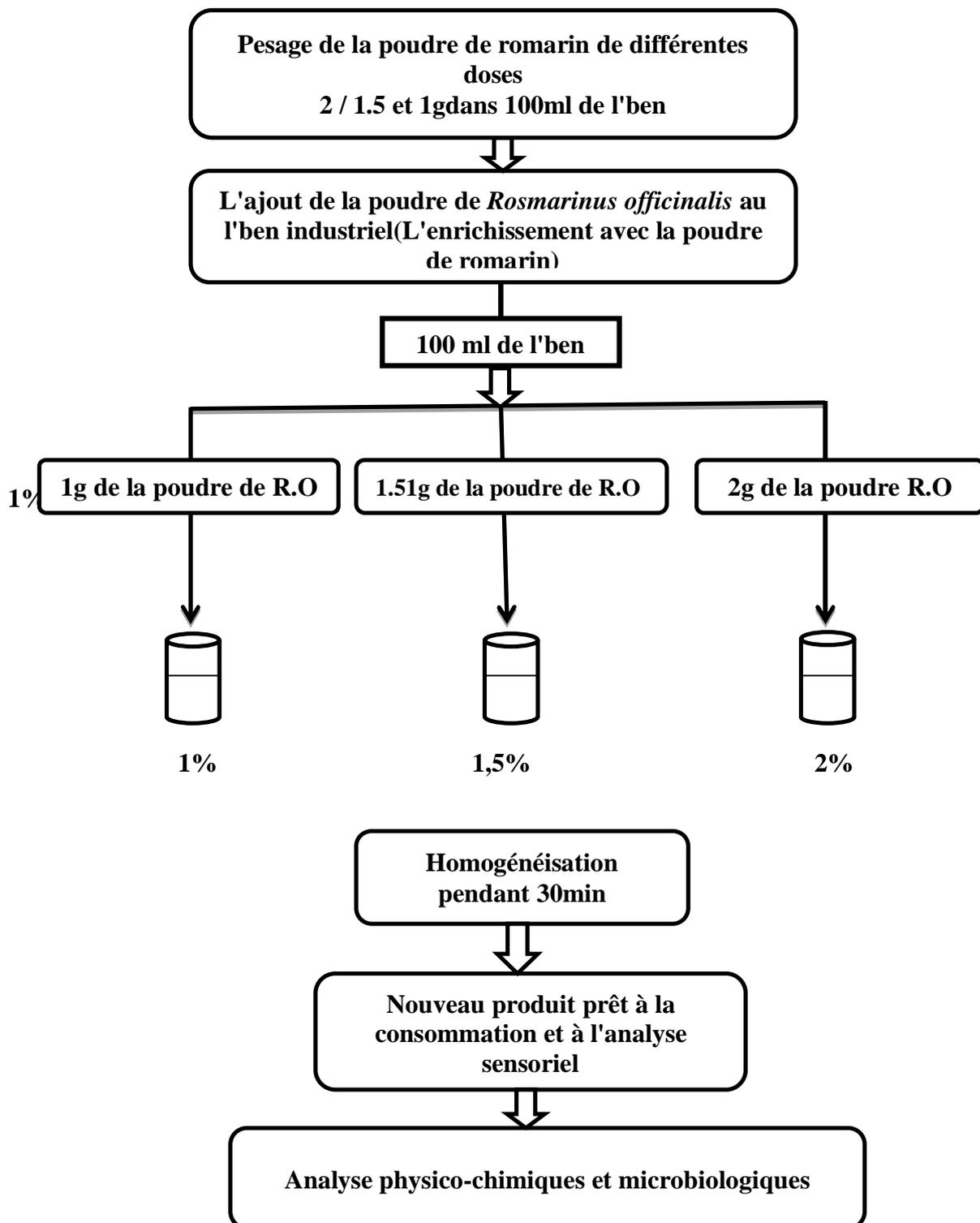


Figure 05 : Schéma de la préparation de l'ben industriel enrichis au *Rosmarinus officinalis*.

3.3.1. Analyse physicochimiques de la poudre de romarin :

- **Détermination de pH :**

Pour la poudre de *Rosmarinus officinalis*, on met 5g dans un bécher et on ajoute 100ml d'eau distillé chaude, et laissé refroidit puis on mesure le pH.

- **Détermination de L'acidité titrable :**

Peser 5g de la poudre de *Rosmarinus officinalis*, placer l'échantillon dans une fiole conique, puis on ajoute 70ml d'eau distillée récemment bouillie et refroidie, puis mélanger jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène, chauffer le contenu au bain marie pendant 30mn, puis refroidir transvaser quantitativement le contenu de la fiole conique dans une fiole jaugée de 100ml et compléter jusqu'au trait de jauge avec l'eau distillée, bien mélanger puis filtrer, prélever 10ml du filtrat dans 10ml d'eau distillée,

Ajouter trois gouttes de phénolphtaléine et tout en agitant, titrer avec de la solution d'hydroxyde de sodium 0.1N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistant pendant 30 secondes. Elle est donnée selon la formule suivante :

$$AT = V \times 10(^{\circ}D)$$

V : Le Volume de Na OH en ml.

- **Détermination de La matière sèche :**

Matière sèche est déterminée par la méthode d'étuvage, dans un capsule sécher et tarée, on introduit 5g de l'ben de chaque échantillon et de la poudre de *Rosmarinus officinalis*, on le met dans l'étuve régler à 105 C° pendant 4h, en suite on refroidit les capsules dans un dessiccateur à la température ambiante puis on le pèse. Elle est donnée par la formule suivante :

$$MS(\%) = [(m_1 - m_2) / Pe] \times 100$$

MS : La matière sèche.

m₁ : La masse de la capsule avec couvercle vide + la prise d'essai après le dernier séchage.

m₂ : La masse de la capsule avec couvercle vide.

Pe : La prise d'essai.

- **Détermination de L'humidité:**

L'humidité des échantillons de l'ben est directement calculée à partir la teneur en matière sèche selon la formule suivante :

$$\mathbf{H \% = 100 - MS\%}$$

H : L'humidité.

MS : La matière sèche de produit.

- **Le taux de cendre :**

Le taux de cendre est une indication de la teneur de la poudre *Rosmarinus officinalis* en matière minérale, dans une capsule tarée et séchée on introduit 5g de la poudre de *Rosmarinus officinalis* puis on le met dans un four à moufle de 550C° pendant 3h, retirer les capsules du four et laisser refroidit dans le dessiccateur à la température ambiante puis on le pèse, la teneur en cendre exprimée en g. Il est donné par la formule suivant :

$$\mathbf{Cendre \% = [(p_2 - p_1)] / M Pe] \times 100}$$

P₁ : La masse en grammes, de la capsule vide.

P₂ : La masse en gramme, de la capsule contenant les cendres.

M Pe : Masse de Prise d'essai.

- **Détermination de La matière organique :**

Elle est obtenue par la différence entre le pourcentage de la matière sèche de la poudre de romarin et le pourcentage de la matière minérale de la poudre de romarin en appliquant la formule suivante :

$$\mathbf{MO(\%) = MS(\%) - MM(\%)}$$

MO : La matière organique.

MS : La matière sèche.

MM : La matière Minérale.

3.3.2. Les analyses physico-chimiques de l'ben enrichis avec la poudre du romarin :

- **Détermination de pH :**

Le dosage du pH est réalisé par un pH-mètre, on introduit directement l'électrode de pH mètre dans un bécher contient les échantillons de l'ben, puis on lit la valeur, la figure 04 en annexe 02.

- **Détermination de l'acidité titrable :**

L'acidité déterminer par titration de 10 ml des échantillons de l'ben, puis on ajoutant 3 à 4 gouttes de phénolphtaléine puis on fait le titrage par une solution de la soude dornique à 0.1N, jusqu'à l'obtention d'une couleur rose pale, et on lit la chute de burette. Elle est donnée selon la formule suivante :

$$AT = V \times 10(^{\circ}D)$$

Avec **V**: Volume de

NaOH en ml.

- **Détermination de la matière grasse :**

Dosage de la matière grasse selon la méthode du soxhlet, se fait en deux étapes, premièrement mettre 10g de l'ben ajouter 15ml d'eau distillée, couvrir avec un verre de montre, puis mettre la fiole sur la plaque chauffante pendant 30min on commence de compter les 30min après l'ébullition, versement de contenu chaud de la fiole sur un papier filtre mouillé, laisser filtrer au moins 12h.

Pour la deuxième étape, insertion de papier filtre roulé dans une cartouche d'extraction. Enlever toute les trace de matière grasse avec du coton.

Pesage de la fiole après séchage à 103C°, insertion de la cartouche dans la fiole de soxhlet qui contient le solvant d'extraction éther de pétrole.

Après l'extraction , élimination totale du solvant éther de pétrole de la fiole par courant d'air du soxhlet puis séchage à l'étuve à 103C° pendant 1h comme représenté sur l'annexe 02 la figure 02, pesage après refroidissement. En appliquant la formule ci-dessous :

$$MG = m_1 - m_0 / Pe \times 100$$

Telle que :

m₀ : La masse de la fiole de soxhlet avant l'extraction.

m₁ : La masse de la fiole de soxhlet après l'extraction.

Pe : La prise d'essai.

- **Détermination de la matière sèche :**

Elle s'est faite selon la même méthode utilisée pour la poudre, selon la formule ci-dessus, la figure 05 en annexe 02.

$$MS(\%) = [(m_1 - m_2) / Pe] \times 100$$

MS : La matière sèche.

m₁ : La masse de la capsule avec couvercle vide + la prise d'essai après le dernier séchage.

m₂ : La masse de la capsule avec couvercle vide.

Pe : La prise d'essai.

- **Détermination de l'humidité :**

Elle s'est faite selon la même méthode utilisée pour la poudre, selon la formule suivant :

$$H \% = 100 - MS\%$$

H : L'humidité.

MS : La matière sèche de produit.

- **Détermination du taux de cendre :**

Il se fait selon la même méthode utilisée pour la poudre (la figure 03 en annexe 02), selon la formule suivant:

$$\text{Cendre \%} = [(p_2 - p_1) / m] \times 100$$

Telle que :

P₁ : La masse en grammes, de la capsule vide.

P₂ : La masse en gramme, de la capsule contenant les cendres.

M Pe : Prise d'essai.

- **Détermination de la matière organique :**

Elle s'est faite selon la même méthode utilisée pour la poudre de romarin selon la formule suivant :

$$\text{MO(\%)} = \text{MS(\%)} - \text{MM(\%)}$$

Avec :

MO : La matière organique.

MS : La matière sèche.

MM : La matière minérale.

3.3.3. Analyse microbiologiques :

Les analyse microbiologiques de l'ben commercial comme échantillon standard se fait selon le protocole de laboratoire de Sour Elghouzlane. Notre produit a subi un ensemble de vérification technique de la conformité, l'état de l'absence de dommage occasionné par le transport, l'homogénéité du lot de l'échantillon, un étiquetage conforme, emballage non abimé, le contrôle de la température...etc.

En suivant le protocole on a procédé à l'analyse de notre l'ben, le produit est validé, donc nous avons directement commencé la préparation de nos échantillons au sien de laboratoire microbiologique.

Nous avons pris 25 bouteilles de l'ben, après avoir ajouté de la poudre de romarin, nous avons laissé les échantillons 24h au réfrigérateur à une température de 6C°.

- **Recherche des coliformes fécaux et coliformes totaux :**

Recherche des coliformes fécaux et coliformes totaux dans les quatre échantillons de notre l'ben, le VRBL c'est le violet read bile lactose agar il est utilisé pour dénombrer les coliformes fécaux et totaux.

Pour les coliformes fécaux en mettant 1ml de l'échantillon à l'aide d'une pipette dans chacune des dilution 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} et 10^{-4} couler 12ml de VRBL et mélanger puis laisser solidifier, couler encore une fois 4ml de VRBL et laisser solidifier à nouveau avec une période d'incubation 44C° pendant 24h (figure 06).

Les résultats sont exprimés selon la relation suivante :

$$N = \frac{\sum c}{V(n1 + 0.1n2)d}$$

Σc : La somme des colonies comptées sur les boites.

N : Les nombres des boites comptées à la dilution la plus faible.

V : Les nombres des boites comptées à la dilution la plus élevée.

d : La valeur correspondant à la dilution à partir de laquelle les premiers dénombrement ont été retenus.

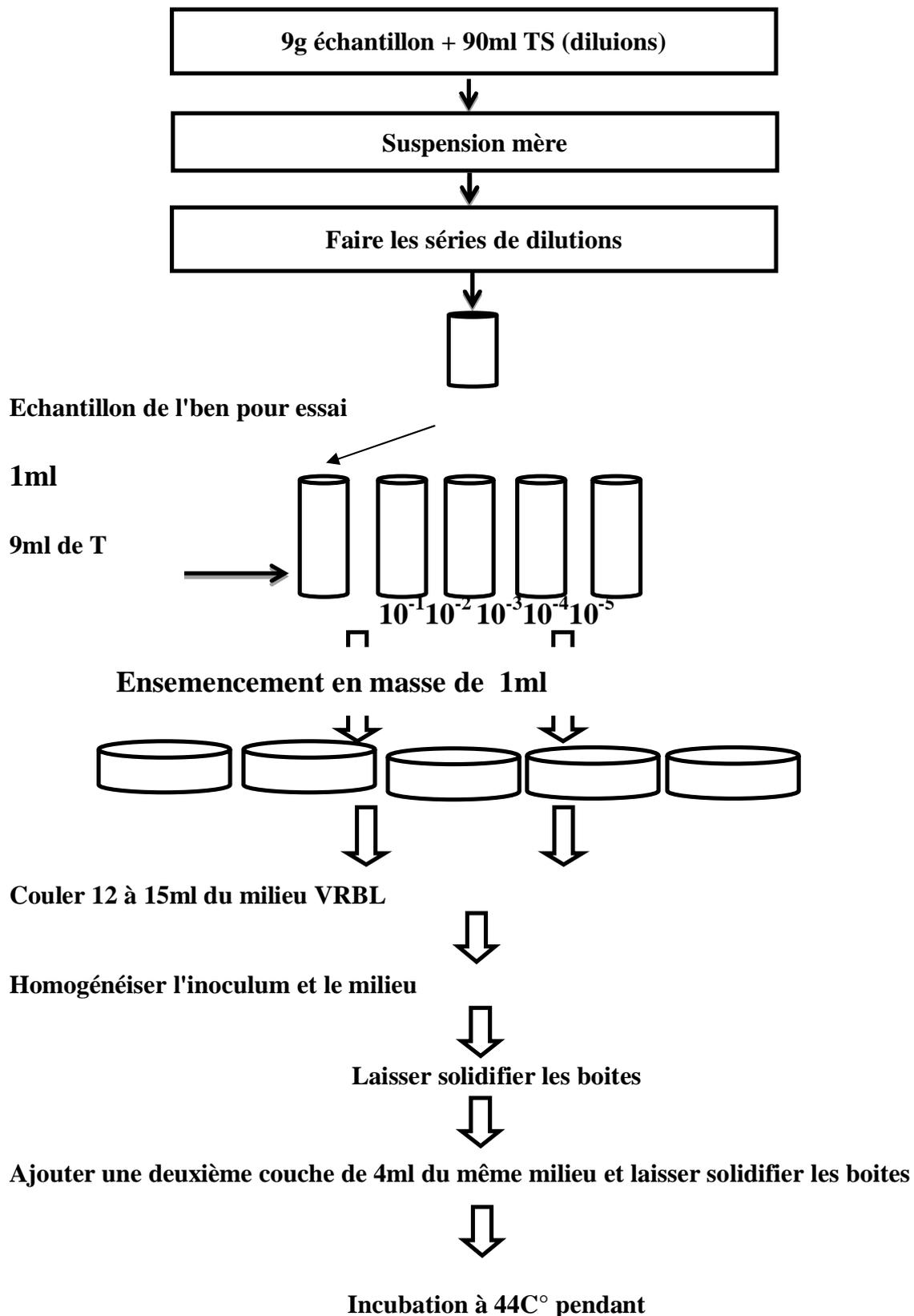


Figure 06 : schéma de recherche des coliformes fécaux à 44C°.

La même méthode pour les coliformes totaux mais pour une seule dilution de 10^{-1} à une température de 30°C pendant 24h (figure 07).

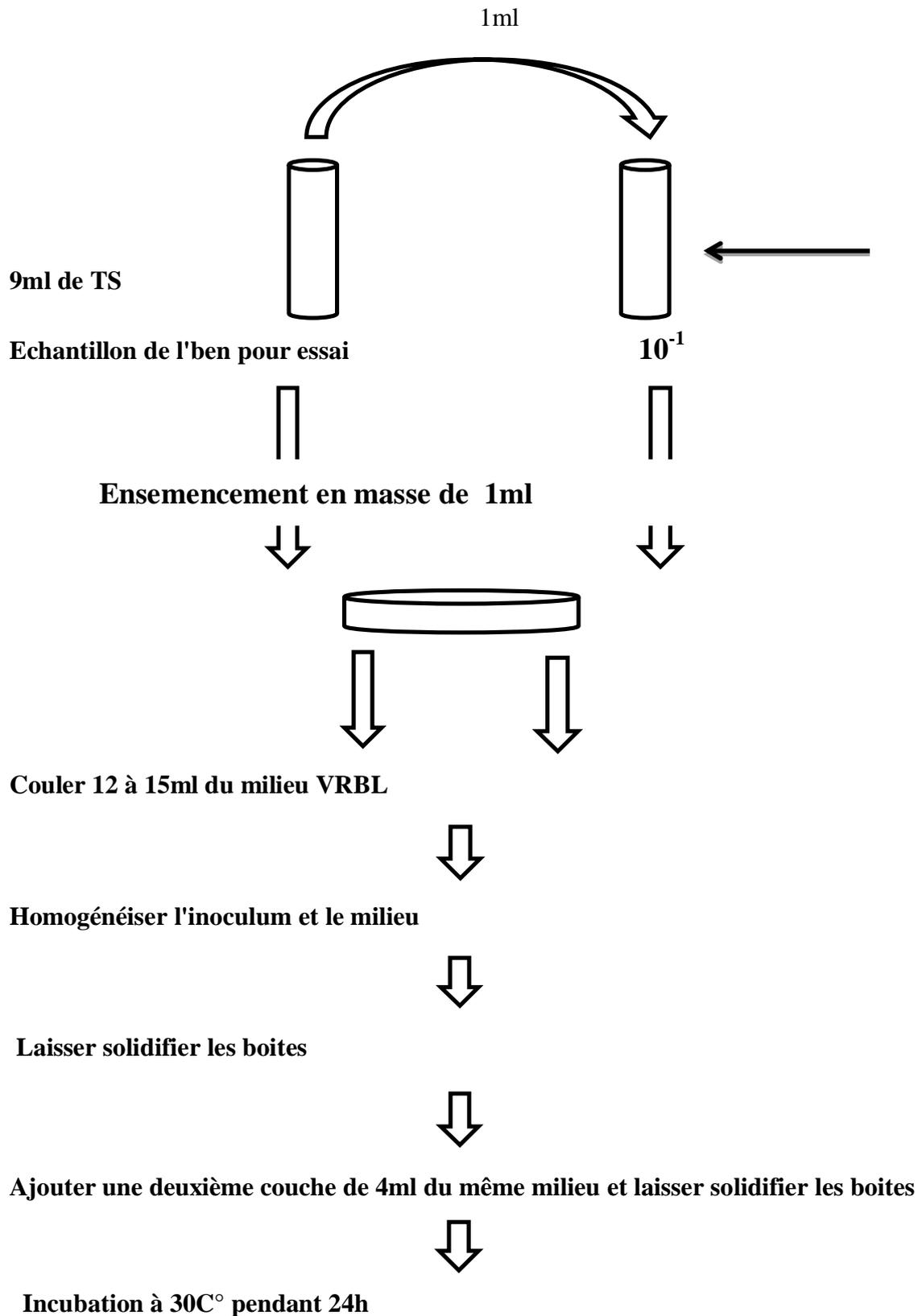


Figure 07 : recherche des coliformes totaux à 30°C .

3.3.4. Analyse sensoriel :

Notre analyse sensorielle consiste à étudier les propriétés d'un produit, elle se base sur l'analyse des propriétés organoleptiques des produits par les organes du sens.

Tableau VI: les paramètres de l'analyse sensoriel.

Les caractéristiques sensorielles	(couleur, odeur, saveur et texture)
Echantillons supplémentés de l'ben enrichis au <i>Rosmarinus officinalis</i>	(2%, 1.5%, 1% et 0%) ont été évaluées par un jury de 30 dégustateurs.
l'échelle d'appréciation	1 à 3/10 ——— M auvaise. 4 à 5/10 ——— A ceptable. 6 à 7/10 ——— B onne. 8 à 9/10 ——— T ès bonne. 10/10 Excellent →

Le test a été réalisé au niveau de la cité des filles Baanoun Youcef à la bibliothèque, après avoir préparés les produits d'analyse au niveau de laboratoire de Sour Elghozlane ainsi que les fiches de dégustation qui sont reproduites en annexe 03.

Résultats et discussion

4. Résultats et discussions :

4.1. Résultats d'analyse physico-chimiques de l'ben enrichis avec la poudre de romarin :

- pH:

Le tableau VII et la figure 07 résumant la moyenne des pH mesurés en deux répétitions des différents échantillons de la matrice alimentaire "l'ben" enrichi avec différents pourcentages de la poudre de romarin (0%, 1%, 1,5% et 2%) ainsi que le pH du produit à valoriser.

Tableau VII: Résultat du pH des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

	Echantillon de(0%)	Echantillon de (1%)	Echantillon de (1.5%)	Echantillon de (2%)	La poudre de romarin
Ph	04,52	04,57	04,60	04,62	05,49

Les résultats obtenus pour le pH de l'ben enrichis avec la poudre de romarin sont compris entre 4,52 et 4,62. Le pH de l'ben de notre étude "Hodna" est de l'ordre de 4,52, ce résultat est inclus dans la fourchette de la norme fixée dans le journal officiel de la réglementation algérienne **J.O.R.A., (1993)** pour le petit lait qui est entre 4,40-4,60, par contre ils est inférieure à celui cité par **Bouguerroudja et al.,(2019)** qui est de 4,68 et supérieure à la valeur de **Dif,(2019)** de 4,32 pour l'ben de Soummam et 4,38 pour l'ben de Sweetlé.

Dans la figure 08 on représente le pH du romarin comme produit à valoriser et celui de l'ben "Hodna" comme matrice alimentaire enrichi avec différentes concentrations de ce produit. On observe que le pH des échantillons augmente avec l'augmentation de la concentration du romarin, avec des valeurs de 4,52, 4,57, 4,60 et 4,62 pour 0%, 1%, 1,5% et 2% respectivement. Il est à noter que le pH de la poudre du romarin est de l'ordre de 5,49 ce qui est probablement à l'origine de l'influence de la poudre de la plante sur le pH des échantillons de l'ben enrichi avec différentes concentrations du romarin. **Zantaret al., (2013)** ont trouvé que l'augmentation significative du pH fromage de chèvre frais et semi-affiné, est attribuée à l'inhibition de la flore microbienne et en particulier les bactéries lactiques responsables de l'acidification des produits laitiers. Ils ont constaté que le pH mesuré pour le fromage enrichi avec l'huile de *Rosmarinus officinalis* augmente par rapport à celui sans l'huile de romarin.

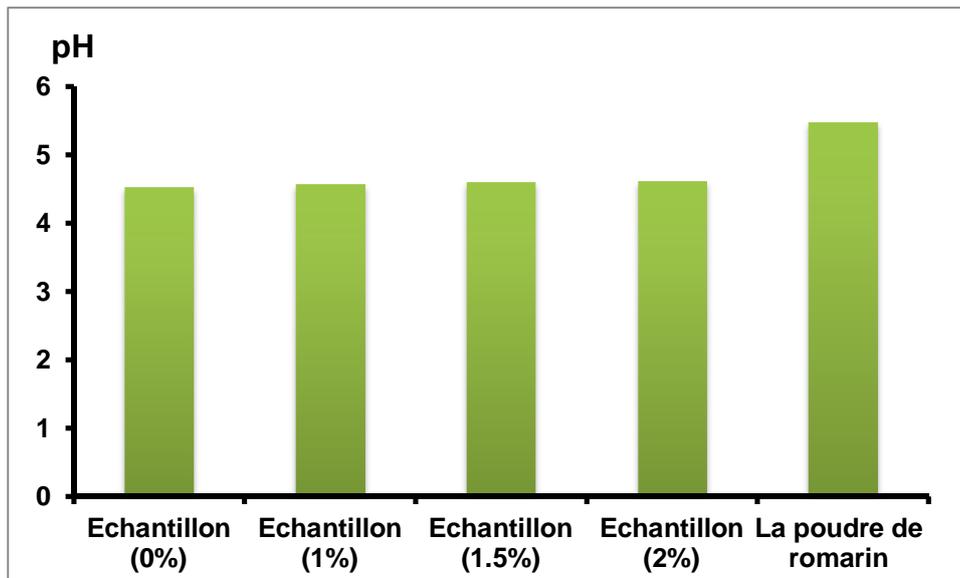


Figure 08 : Histogramme des résultats du pH des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

- **Acidité titrable :**

Le tableau VIII et la figure 08 résument la moyenne de l'acidité titrable mesurés en deux répétitions des différents échantillons de la matrice alimentaire "l'ben" enrichi avec différents pourcentages de la poudre de romarin (0%, 1%, 1,5% et 2%) ainsi que l'acidité titrable du produit à valoriser.

Tableau VIII: Résultats de l'acidité titrable des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

	Echantillon de (0%)	Echantillon de (1%)	Echantillon de (1.5%)	Echantillon de (2%)	La poudre de romarin
Acidité titrable (°D)	70	74	78	80	27.5

Les résultats obtenus pour l'acidité titrable de l'ben enrichis avec la poudre du romarin sont compris entre 70°D et 80°D. La valeur moyenne de l'acidité titrable échantillon de l'ben "Hodna" sans enrichissement est de 70°D est conforme aux exigences de **J.O.R.A(1993)** qui est entre 65 – 75°D, il est presque égale à celle cité par l'auteur de mémoire **Dif, (2019)** qui est 72.67 pour "Soummam" et supérieur à 74°D pour "Sweetlé" et inférieur de 90.3°D qui est cité par l'auteur de mémoire (**Bouguerroudjaet al., 2019**).

Dans la figure 09 on représente l'acidité de romarin comme produit à valoriser et celui de l'ben "Hodna" comme matrice alimentaire enrichi avec différentes concentrations de ce produit. On observe que l'acidité titrable des échantillons augmente avec l'augmentation de la concentration du romarin, avec des valeurs de 70 jusqu'à 70,74, 78, 80°D, pour 0%, 1%, 1,5% et 2% respectivement. L'acidité de la poudre du romarin est de l'ordre de 27,5°D, on suppose que la teneur en acidité de la plante a clairement affecté l'acidité du l'ben après chaque enrichissement. **Bardache et Bachiri, (2019)** ont mentionné que l'acidité du fromage augmentait après l'ajout de thym en poudre ce qui est en contradiction avec nos résultats, cela signifie probablement que le romarin élimine les bactéries lactiques.

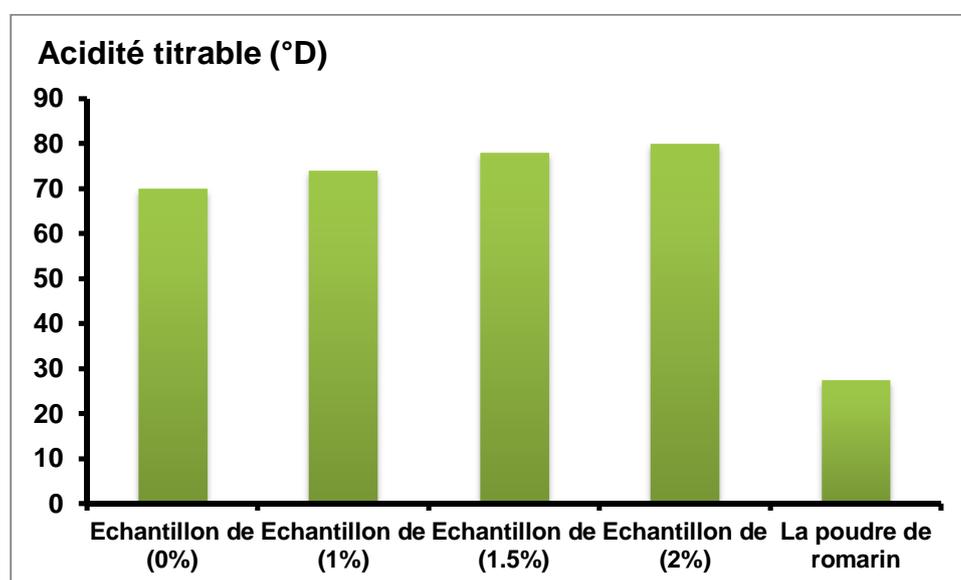


Figure 09 : Histogramme des résultats de l'acidité titrable des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

- **La matière grasse :**

Le tableau IX et la figure 10 représentent les résultats de la matière grasse des échantillons de l'ben enrichis avec différents pourcentages de la poudre de romarin (0%, 1%, 1,5% et 2%).

Tableau IX: Résultats de la matière grasse des échantillons de l'ben.

	Echantillon de (0%)	Echantillon de (1%)	Echantillon de (1.5%)	Echantillon de (2%)
Matière grasse (%)	1,14	1,23	1,98	2,23

Les valeurs de la matière grasse de l'ben enrichis avec la poudre de romarin sont comprises entre 1,14 et 2,23%. Celle de l'ben "Hodna" est de l'ordre de 1,14% ce qui est conforme aux exigences de **J.O.R.A(1993)** entre 0,15 - 5 %, elle est supérieur à celle cité **Dif, (2019)** qui est de: 1,47% pour "Soummam" et 1,37% pour "Sweetlé".

Dans la figure 10 on représente la matière grasse romarin comme produit à valoriser et celui de l'ben "Hodna" comme matrice alimentaire enrichi avec différentes concentrations de ce produit. On observe que la valeur de la matière grasse de l'ben enrichi avec la poudre de romarin augmente avec l'augmentation de la concentration de la poudre ajoutée, cela démontre que la poudre de romarin influe sur la matière grasse de notre produit laitier. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par **Bardache et Bachiri, (2019)** qui ont trouvé une légère augmentation du pourcentage de matière grasse dans le fromage enrichi avec la poudre de thym.

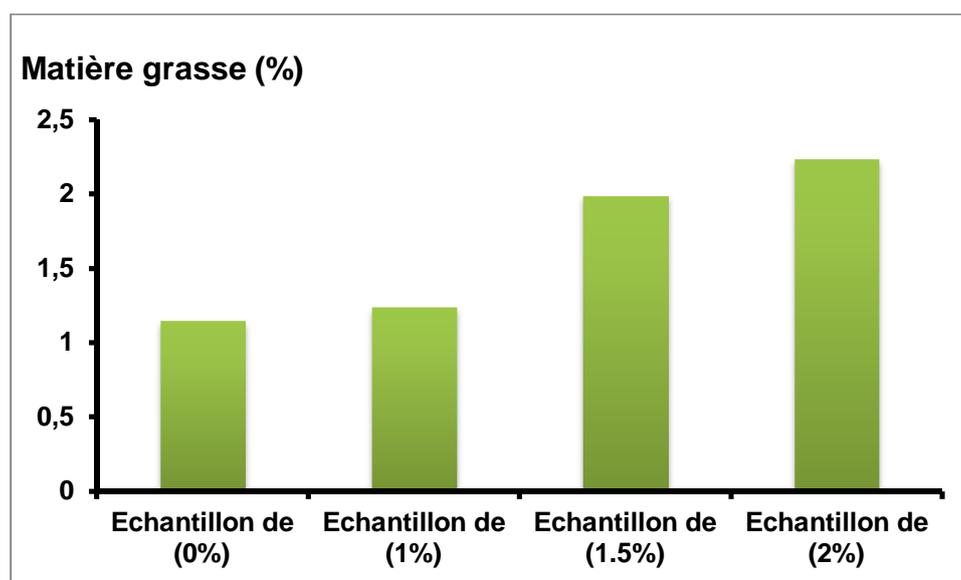


Figure 10: Histogramme de l'évolution de la matière grasse des échantillons de l'ben en fonction de la concentration en poudre de romarin ajoutée.

- **Le taux de cendre :**

Dans le tableau X et la figure 11 on retrouve les valeurs de taux du cendre du romarin et des différents échantillons de notre produit laitier "l'ben" enrichi avec la poudre de cette plante à valoriser.

Tableau X: Résultats du taux de cendre des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

	Echantillon de (0%)	Echantillon de (1%)	Echantillon de (1.5%)	Echantillon de (2%)	La poudre de romarin
Le taux de cendre (%)	0,80	0,90	0,98	0,99	1,45

Le taux de cendre de la poudre de romarin est de l'ordre de 1.45%, et la concentration de ce paramètre augmente avec l'augmentation du taux de poudre ajouté au l'ben "Hodna", ce qui démontre une légère augmentation de la minéralisation de nouveau produit laitier enrichi avec de romarin. *Zantaret al., (2013)* ont étudié l'effet de l'utilisation des huiles essentielles du romarin sur les propriétés physicochimiques, microbiologique et sensorielle du fromage de chèvre frais et semi- affiné, ils ont constaté que le pourcentage de taux de cendre dans le fromage semi-affiné augmentait après l'ajout d'huile du romarin, il passe de 1,99% dans le fromage témoin à 2,25% dans le fromage enrichi avec l'huile de romarin.

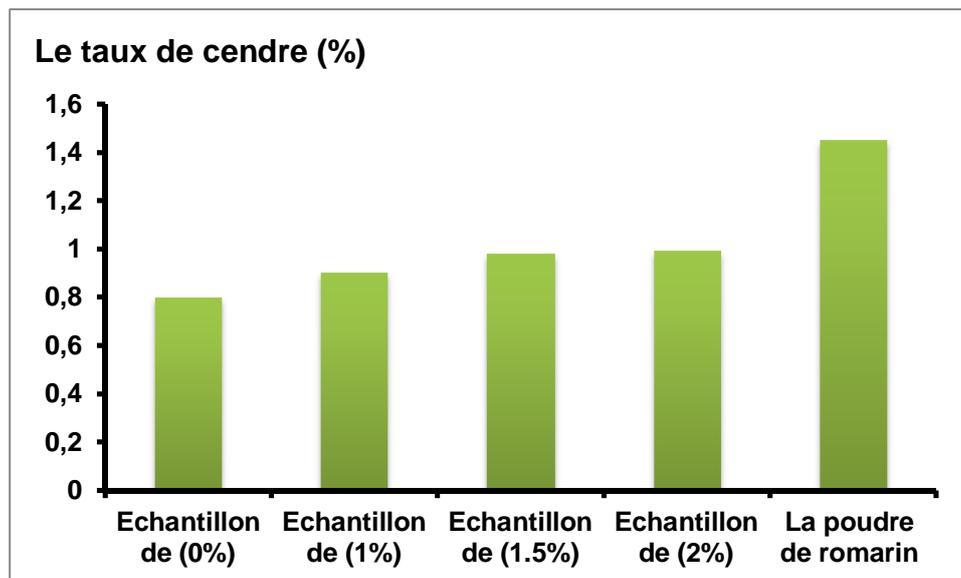


Figure 11 : Histogramme des résultats de taux de cendre des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

- **La matière sèche :**

Les valeurs de la matière sèche des différents échantillons de "l'ben" enrichi avec différents pourcentages de la poudre de romarin (0%, 1%, 1,5% et 2%) ainsi que la matière sèche de la poudre de romarin.

Tableau XI: Résultats de la matière sèche des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

	Echantillon de (0%)	Echantillon de (1%)	Echantillon de (1.5%)	Echantillon de (2%)	La poudre de romarin
La matière sèche (%)	10,14	10,66	11,00	11,46	92,18

Les résultats obtenus de la matière sèche des échantillons de l'ben enrichis avec la poudre de romarin ont montré des valeurs variées entre 10,14 à 11,46%. La matière sèche de l'ben "Hodna" est de l'ordre de 10,14% en comparant ce résultat avec celui mentionné par le (J.O.R.A ,1993) qui préconise que la teneur en matière sèche de l'ben doit être comprise dans l'intervalle de 10,9 - 11,1% on constate que cette valeur est conforme aux exigences de (J.O.R.A , 1993).

La matière sèche de la poudre de romarin est de l'ordre de 92,18% elle est supérieure à celle citée par Yahiaoui, (2009) qui est de l'ordre de 66,67%. L'étude de Zantaret *al.*, (2013) sur l'évolution de la matière sèche de fromage semi-affiné enrichi avec l'huile essentielle de romarin diminue légèrement après l'enrichissement de ce dernier avec l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*.

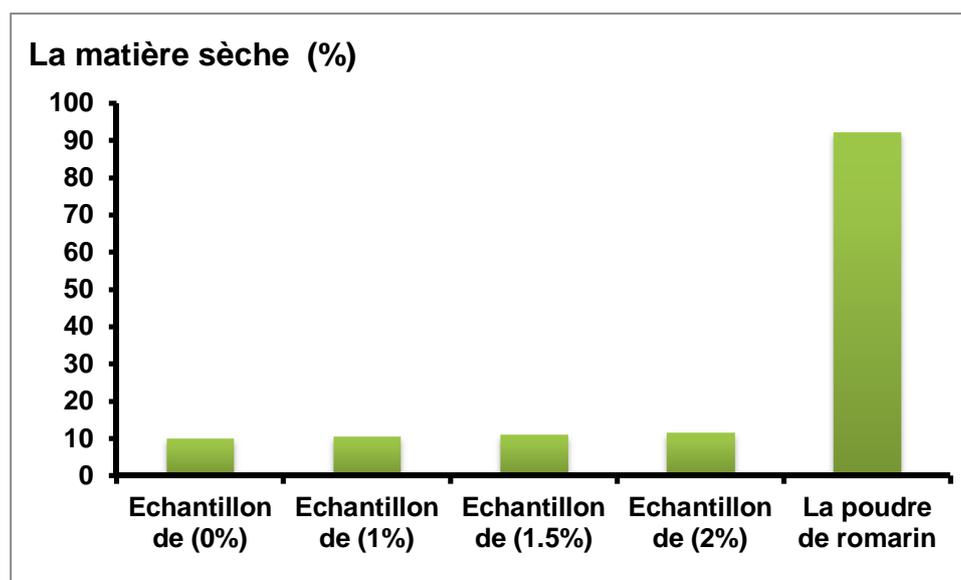


Figure 12 : Histogramme des résultats de la matière sèche des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

- **L'humidité:**

Le tableau XII et la figure 13 résument les valeurs de l'humidité des différents échantillons de la matrice alimentaire "l'ben" enrichi avec différents pourcentages de la poudre de romarin (0%, 1%, 1,5% et 2%) ainsi que l'humidité du produit à valoriser.

Tableau XII: Résultats de l'humidité des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

	Echantillon de (0%)	Echantillon de (1%)	Echantillon de (1.5%)	Echantillon de (2%)	La poudre de romarin
L'humidité(%)	89,86	89,34	89	88,54	7,82

D'après les résultats, il apparaît que les valeurs de l'humidité varient entre 89,86 à 88,54 %. La valeur de l'humidité pour l'ben "Hodna" est de l'ordre de 98,86%. Puis l'humidité est diminuée légèrement sous l'effet d'enrichissement avec la poudre de romarin qui est de l'ordre de 7,82%. L'humidité de fromage enrichi avec un autre type de plante médicinale des Lamiacées "le thym" en poudre connaît le même sort provoqué par la poudre de romarin (Bardache et Bachiri, 2019).

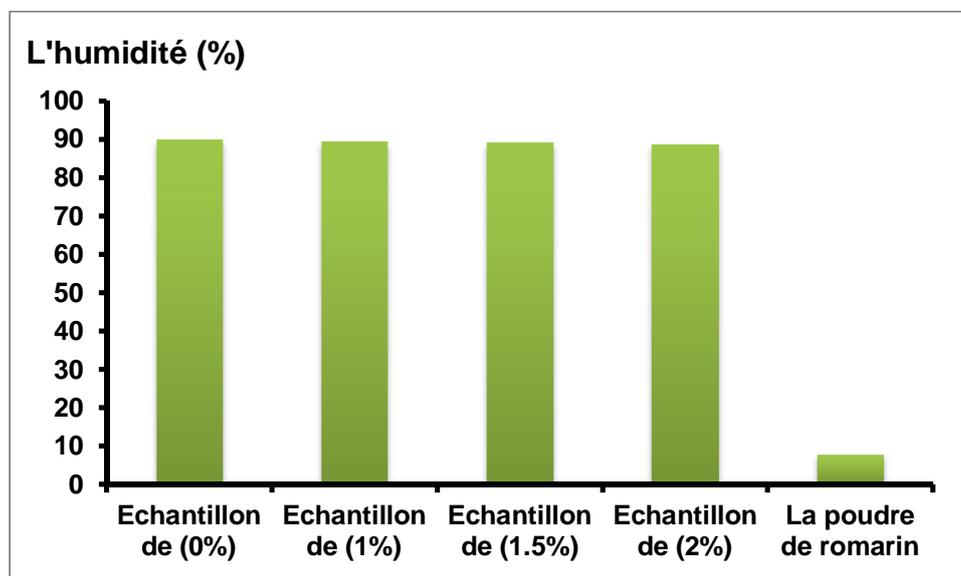


Figure 13: Histogramme des résultats de l'humidité des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

- **La matière organique :**

Le tableau XIII et la figure 14 résument les valeurs de la matière organique des différents échantillons de la matrice alimentaire "l'ben" enrichi avec différents pourcentages de la poudre de romarin (0%, 1%, 1,5% et 2%) ainsi que la matière organique du produit à valoriser.

Tableau XIII: Résultats de la matière organique des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

	Echantillon de (0%)	Echantillon de (1%)	Echantillon de (1.5%)	Echantillon de (2%)	La poudre de romarin
La matière organique (%)	9,34	9,76	10,02	10,58	90,73

Les valeurs de la matière organique sont comprises entre 9,34 et 10,58%. La valeur enregistrée chez la poudre de romarin est 90,73%, elle est presque égale à celle citée par **Yahiaoui, (2010)** qui est de l'ordre de 89,96%.

La valeur de la matière organique de l'échantillon de l'ben "Hodna est de l'ordre de 9,34% cette valeur est inférieure à celle citée par **Bouguerroudja et al., (2019)** qui est de l'ordre de 8,3% de la matière organique pour l'ben industriel.

Les résultats auxquels on parvenus sont proches entre tous les échantillons, mais il y a une légère augmentation. Cette augmentation due à l'ajout de romarin avec des proportions variables.

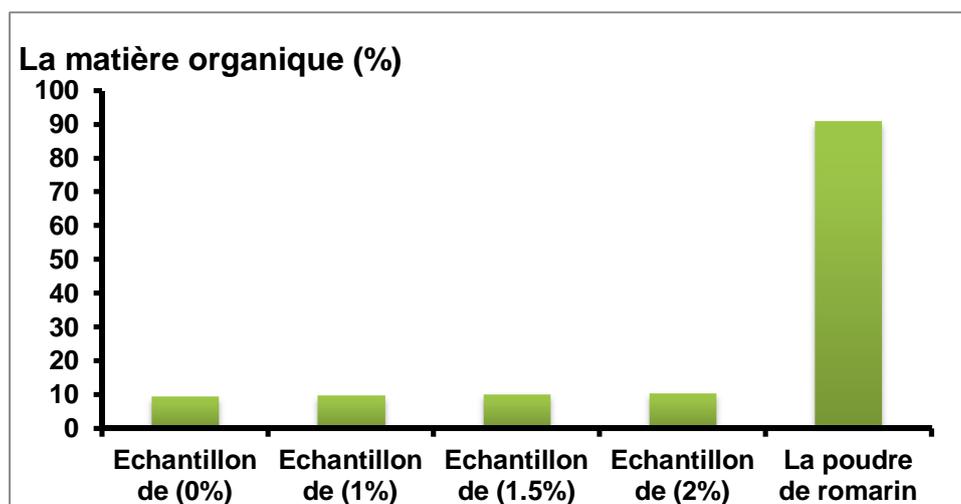


Figure 14: Histogramme des résultats de la matière organique des échantillons de l'ben et de la poudre de romarin.

4.2. Résultats d'analyse microbiologique de l'ben enrichis avec la poudre de romarin:

Les résultats des analyses microbiologiques obtenus pour les échantillons de l'ben enrichis avec la poudre de romarin sont illustrés dans le tableau II en annexe 02, en comparant aux normes du Journal Officiel Algérien, les résultats microbiologiques obtenus dans ce travail sont conformes (absence totale de tous germes pathogènes la figure 06 en annexe 02). La conformité des échantillons de l'ben élaborés est liée aux bonnes conditions hygiéniques lors de l'enrichissement avec la poudre de romarin, ainsi qu'au respect des règles d'asepsies lors des prélèvements des échantillons et leurs analyses. Il est à signaler que d'autres auteurs comme **Zantaret al., (2013)** ont testé l'effet antimicrobien de certaines huiles essentielles de trois plantes myrte, romarin et thym sur les fromages contaminés avec des coliformes totaux, des coliformes fécaux et des levures et moisissures et ils ont conclu que ces huiles réduisent la charge microbienne de fromage.

4.3. Résultats d'analyse sensorielle de l'ben enrichis avec la poudre de romarin:

Les résultats obtenus de l'analyse organoleptique et sensorielle de quatre échantillons de l'ben enrichis avec différents pourcentages de la poudre de *Rosmarinus officinalis* (0%, 1%, 1,5% et 2%), sur la base des données obtenues des 30 fiches d'évaluation (annexe 03 la figure 01) remplies par des dégustateurs de la cité universitaire des filles Baanoun Youcef, des différents paramètres couleur, odeur, saveur et texture notés sur une échelle de 0 à 10 ont permis après analyse statistique sur Excel illustré en (tableau I annexe 03) de tracer un panel d'analyse sensoriel des quatre échantillons de l'ben "Hodna" enrichis avec la poudre de romarin.

Les résultats montrent que la couleur la plus appréciée est celle de l'échantillon témoin de l'ben "Hodna" suivi de l'ben enrichis avec 1%, 1,5 et 2%. De la poudre de romarin cela est dû au changement de couleur du blanc au vert auquel les consommateurs ne sont pas habitués dans le lait et ses dérivés. L'analyse sensorielle du lait cru réfrigéré additionné d'extraits naturels de romarin et d'origan. L'étude de **Lekhnafer et Mdjdoub, (2020)** montrant que la concentration 100 % de l'extrait aqueux du romarin et 25 % de l'origan ont donné la meilleure appréciation chez les dégustateurs.

Les dégustateurs ont qualifié en terme de l'odeur et la saveur l'échantillon de l'ben enrichi avec 1% comme produit apprécié, vient en deuxième lieu l'échantillon de 1,5% suivie par l'échantillon de 2% de la poudre du romarin en dernier classement retrouve l'ben "Hodna" caractérisé par un goût et odeur désagréables, dû aux processus de la chaîne de fabrication et l'odeur typique de la levure utilisée comme ferment. **Ghalem et Benattouche, (2013)** ont étudié la qualité microbiologique, physico-chimique et sensorielle du yaourt enrichi avec

Résultats et discussion

l'huile de *Rosmarinus officinalis* où la plupart des dégustateurs ont préféré le yaourt de 0,14 g/L d'huile de romarin, en terme de saveur, odeur et texture, et indiquant que l'augmentation de la fraction massique de l'extrait aqueux a un effet négatif.

Concernant les résultats de la texture, l'ben "Hodna" et l'ben enrichis avec 1% sont les plus préférés, suivie de l'ben de 1,5% et de 2% de poudre du romarin car les granules de poudre de romarin provoquent une gêne au niveau de la bouche et la langue lors de la mastication. **Zantar *et al.*, (2013)** ont étudié l'effet de l'utilisation des huiles essentielles du thym, du romarin et de l'origan et du myrte sur les propriétés physicochimiques, microbiologiques et sensorielles du fromage de chèvre frais et semi-affiné où la plupart des dégustateurs apprécié le fromage témoin et parmi les fromages aromatisés celle enrichis avec l'huile de myrte a été le moins apprécié.

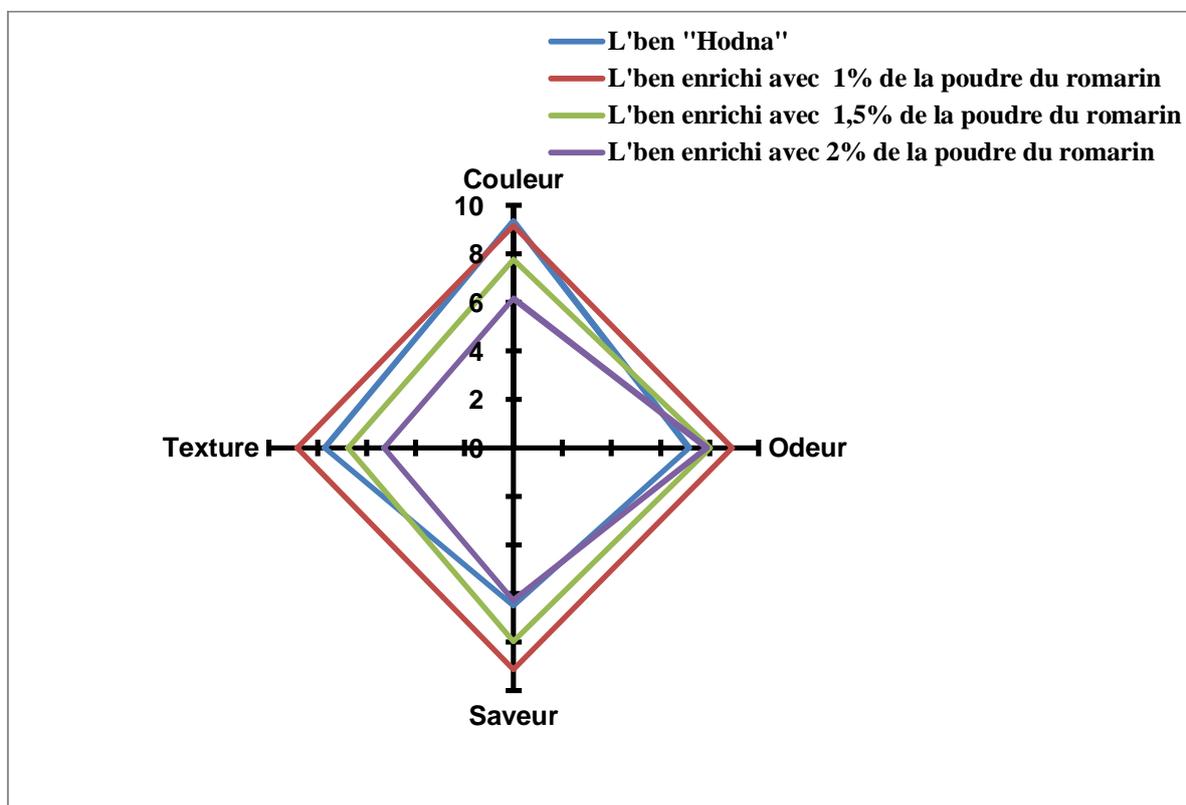


Figure 15: Profil sensoriel de l'ben enrichis avec la poudre de romarin.

Conclusion

Conclusion:

Le présent travail porte sur l'effet de l'enrichissement de l'ben industriel "Hodna" avec la poudre des feuilles de *Rosmarinus officinalis* récoltée dans la wilaya de Bouira et la détermination de l'impact de cette enrichissement sur la qualité physicochimique, microbiologique ainsi que sur le profil sensoriel du nouveau produit.

Notre nouveau produit l'ben enrichi avec la poudre de romarin a donné de bons résultats sur l'échelle sensoriel qui a révélé que le meilleur profil sensoriel a été observé dans le cas de l'ben enrichi avec 1% de la poudre de romarin, il ressort aussi de cette étude une qualité satisfaisante par rapport au recherche microbiologique effectuée de coliforme totaux et fécaux et les germes aérobies et ainsi que les paramètres physicochimique cependant que nous avons constaté une légère augmentation de certain paramètres tel que le pH, l'acidité, la matière grasse, la matière sèche, l'humidité, la matière organique.

L'utilisation de plantes médicinales aromatiques comme ingrédients actifs naturels pour élaborer des produits nouveaux comme aliments fonctionnels est une nouvelle option dans le domaine alimentaire à encourager. En particulier dans les produits laitiers afin de garantir la sécurité alimentaire et préserver la santé du consommateur.

Dans l'avenir il sera intéressant que les recherches dans ce domaine d'enrichissement des aliments avec la poudre du romarin sera étudié pour évaluer l'effet de ses antioxydants sur le stress oxydatif ainsi que le pouvoir réducteur de ses extraits avec le DPPH pour en savoir plus sur la fonctionnalité de la plante.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- **Aissaoui Z. O (2004).** Fabrication et caractéristique d'un fromage traditionnel algérien bouhezza. Thèse de Magister, INATAA, Constantine, Algérie. p138.
- **Avezard C.L, Lablee J. (1990).** Laits et produits laitiers recombines, In LUQUEE F.M, Laits et produits laitiers vache brebis chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris. p 637.

B

- **Bardache H., Bachiri M., (2019).** Etude physicochimique et élaboration d'un fromage Frais a base de *Thymus Vulgaris*. Thèse de Master II en transformation laitier. Université A. Mira – Béjaia. p 25-26
- **Benkerroum N., Tamime A.Y. (2004).**Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Iben, jben and smen) to small industrial scale. Département des Sciences Alimentaires et Nutritionnelles, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202, Rabat 10101, Morocco.
- **Benzineb Z. (2019).** Effets antimicrobiens des extraits de Romarin (*Rosmarinus officinalis*) sur les qualités physico-chimiques et microbiologiques d'un lait fermenté type yaourt. Thèse de Master II en agronomie. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. P 24
- **Boubekri C., Elaraki A. T., Berrada M., Benkerroum N. (1984).** Caractérisation physicochimique du Iben marocain. Le lait, 64(643-644): 436-447.
- **Bouguerroudja I., Deruiche F., Boutine C. (2019).** Contribution à la caractérisation microbiologique et physicochimique d'une boisson lactée « Ighi ». Thèse de Master II en Agroalimentaire et contrôle de qualité. Université de Jijel. P 26
- **Boucenna A. (2019).** Etude physico-chimique de lait et ses dérivés. Thèse de doctorat en Vétérinaire. Université Saad Dahlab Blida. P47

C

- **CERF O. (2002).** Risques bactériens lies aux produits laitiers. Revue française de laboratoire, Décembre 2002, N°348.

D

- **DIF B. (2019).** Caractérisation physico-chimique de quelques types de l'ben (industriel et traditionnel) commercialisés dans la région de Djelfa. Thèse de Master II en Sciences Alimentaires. Université Ziane Achour- Djelfa. p 22-26
- **Djabi A., Khobizi B. (2018).** Etude de l'effet des extraits aqueux et éthaloniques de Romarin sur la croissance de quelques champignons phytopathogènes. Thèse de Mastere II en agronomie. Université Akli Mohande Oulhadj-Bouira. p 11

G

- **Ghalem B.R., Benattouche Z. (2013).** Microbiological and sensory quality aspect of yoghurt enriched with Rosmarinus officinalis. Africal Journal of Biotechnology 12(2): 192-198.

H

- **Haoues A., Allane A. (2021).** Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne et antioxydante du romarin. These de mastere II en microbiologie appliquée. Université Akli Mohande Oulhadj-Bouira. p 12

J

- **J.O.R.A.N°69,1993-**Arreté interministériel du 18 aout 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certain lait de consommation. p16-20

K

- **Keddar F., Koubich S. (2009).** Etude de l'effet antagoniste entre les deux bactéries du yaourt (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) et les germes pathogènes. These de Master en Agronomie. Université de Mostaganem. P59

L

- **Lekhnafer K., Mjdoub N. (2021).** Analyse sensorielle du lait cru réfrigéré additionné d'extraits naturels. Thèse de Mastere II en biochimie appliquée. Université Abdelhafid Boussouf –Mila. p 23
- **Lounis F., Habet H. (2021).** Activité antibactérienne de l'huile d'olive enrichie par une plante médicinale (romarin). Thèse de Mastere II en Microbiologie appliquée. Université Akli Mohande Oulhadj-Bouira. p13

M

- **Mazari B. (1982).** Etude de la valeur nutritive du lait pasteurisée fermenté l'bina et de sa qualité microbiologique au cours de stockage. Mémoire fin d'étude d'ingénieurat.INA. p72
- **Mestfaoui A. (2012).** Contribution a une étude morphométrique de *Rosmarinus officinalis L.* dans la région de Tlemcene. Thèse de Master II en écologie et environnement. Université de Tlemcene. p 02
- **Mansouri Y., Arabi N. E. (2020).** Essai d'incorporation de la poudre des feuilles de *moringa olifera* dans une crème dessert (HOUDNA-LAIT). Thèse de Master II en Technologie Agro-alimentaire et contrôle de qualité. Université Akli Mohand Oulhadj-Bouira. p12

O

- **Ouadghiri M. (2009).** Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés « Lben » et « Jben » d'origine marocaine. Thèse Doctorat en Microbiologie et Biologie Moléculaire. Université Mohammed-Agdal Rabat. p79

T

- **Takumi S., Dorit T., Chang K. O., Stuart A. L. (2022).** Potential Therapeutic Use of the Rosemary Diterpene Carnosic Acid for Alzheimer's Disease, Parkinson's Disease, and Long-COVID through NRF2 Activation to Counteract the NLRP3 Inflammasome.
- **Tantaoui-Elaraki A., El Marrakchi A. (1987).** Study of Moroccan dairy products: lben and smen. MIRCEN journal of applied microbiology and biotechnology, 3(3): 211-220.

Références bibliographiques

- **Tantaoui-Elaraki A., Berrada A., ElMarrakchi B. A. (1983).** Etude sur le Leben marocain .lait, INRA Edition 1983, (231-627) :230 -245.

Y

- **Yahiaoui H. (2010).** Caractéristiques des Antioxydants du Romarin (*Rosmarinus officinalis*) de l'Ouest Algérien et leurs Effets sur la Conservation des Viandes. Thèse de Magister en Sciences Agronomiques. Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem. p79

Z

- **Zantar S., Zerrouk H.M, Zahar M., Saidi B., Notfia Z., Laglaoui A., Larbi T., Chentouf M. (2013).** Effet de l'utilisation des huiles essentielles (du thym, du romarin, de l'origan et du myrte) sur les propriétés physicochimiques, microbiologiques et sensorielles du fromage de chèvre frais et semi – affiné. Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations. N: 108.

Annexes

Annexe 01: Les étapes de préparation de la poudre de Matériel végétale:



Figure 01 : Récolte et nettoyage de la plante.



Figure 02 : Séchage à l'air libre pendant 1 mois.



Figure 03 : L'obtention des feuilles séchées.



Figure 04: Broyage à l'aide d'un broyeur manuel



Figure 05 : la poudre de romarin.



Figure 06 : Conservation à l'abri de lumière et l'humidité.

Matériel biologique :



Figure 07: Bouteille du l'ben "Hodna".

Annexe (02) :

- Matériels utilisés pour les analyses physicochimiques et microbiologiques:

Tableau I : Matériels utilisés.

Verreries	Les appareils utilises	Les produits
<ul style="list-style-type: none"> - Entonnoir - Bécher - Eprouvette graduée - Flacon en verre - Erlenmeyer - Pissette - Boites de pétrie 	<ul style="list-style-type: none"> - Balance de précision - Agitateur - Plaque chauffante - Bec benzène - Autoclave - Spatule - Dessiccateur - Creuset - Capsule - Four à moufle - Extracteur de soxhlet 	<ul style="list-style-type: none"> - L'eau distillée - NaOH - Eau de javel - Milieu VRBL - Ether de pétrole - Phénolphtaléine

- **Analyse physicochimique :**



Figure 01 : Les échantillons de l'ben enrichis avec différents pourcentages (0%,1%,1.5%,2%) de la poudre de romarin.

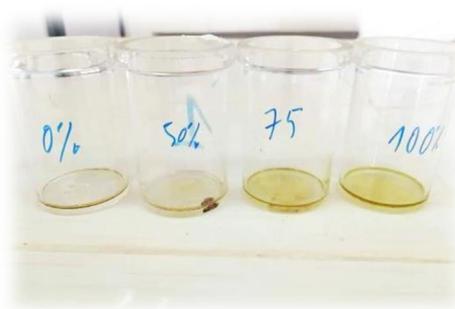


Figure 02 : La détermination de la matière grasse.



Figure 03 : La détermination de taux de cendre.



Figure 04 : Mesure de pH à l'aide d'un pH mètre.



Figure 05 : Détermination de la matière sèche.

- **Résultats d'analyse microbiologique :**



Figure 06 : Résultats d'analyse microbiologique après 24h d'incubation.

Tableau II : Résultat d'analyse microbiologique des échantillons de l'ben enrichis avec la poudre de romarinen UFC/g.

Dilutions	Coliformes totaux à 30C°				CT	Coliformes fécaux à 44C°	
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴		10 ⁻¹	CF
Echantillon de (0%)	-	-	-	-	Abs	-	Abs
Echantillon de (1%)	-	-	-	-	Abs	-	Abs
Echantillon de (1.5%)	-	-	-	-	Abs	-	Abs
Echantillon de (2%)	-	-	-	-	Abs	-	Abs
Norme de (J.O.R.A., 2017)	3×10 ⁴ UFC/g					30 UFC/g	

Abs : absence ; - : résultat négatif ; **UFC**: unité formant colonie ;
CT: Coliformes totaux; **CF**:Coliformes fécaux

Annexe (3) :

- Fiche de dégustation :

Fiche de dégustation

Nom : _____

Prénom : _____

Age : _____

Produit 1 : _____

Couleur :


Odeur


Saveur


Texture


Produit 2 : _____

Couleur :


Odeur


Saveur


Texture


Produit 3 :

Couleur :



Odeur



Saveur



Texture



Produit 4 :

Couleur :



Odeur



Saveur



Texture



Commentaire :

Tableau I : Résultats d'analyse statistique des moyennes des fiches de dégustation par Excel.

	Couleur	Odeur	Saveur	Texture
L'ben "Hodna"	9,3	7,1	6,5	7,7
L'ben enrichi avec 1% de la poudre du romarin	9,1	8,9	9,1	8,8
L'ben enrichi avec 1,5% de la poudre du romarin	7,7	8	7,9	6,7
L'ben enrichi avec 2% de la poudre du romarin	6,1	7,9	6,3	5,3

Résumé:

Rosmarinus officinalis est un arbuste miracle, d'une valeur fonctionnelle très importante et d'intérêt médicamenteux élevé. L'addition de la poudre de feuilles de romarin nous a permis d'obtenir un l'ben enrichi d'une valeur ajoutée pour le consommateur et de prébiotiques pour son microbiote. L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité physicochimiques, microbiologiques et sensoriel de l'ben « Hodna » enrichi avec la poudre de romarin à différentes pourcentages (0%, 1%, 1,5% et 2%), Notre nouveau produit l'ben enrichi avec la poudre de romarin a donné une augmentation des paramètres physicochimiques par rapport au témoin, les analyses microbiologiques ont révélé l'absence des coliformes fécaux et totaux et les germes aérobies, le profil sensoriel a permis de distinguer le produit qui contient 1% de la poudre de romarin comme le préféré des consommateurs. Les résultats de ces analyses ont prouvé que notre produit élaboré avec la poudre de romarin à une valeur ajoutée pour la santé du consommateur vu son effet antibactériens pathogènes et l'amélioration de l'arôme de lait fermenté. A l'avenir il serait intéressant de démontrer la fonctionnalité de romarin par l'analyse de ses ingrédients actifs séparément.

Mots clé : *Rosmarinus officinalis*, ingrédient actif, aliment fonctionnel, produit laitier, nouveau produit.

ملخص

إكليل الجبل هو شجيرة معجزة ، ذات قيمة وظيفية عالية للغاية وذات فائدة طبية عالية. سمحت لنا إضافة مسحوق أوراق إكليل الجبل بالحصول على منتج غني بالقيمة المضافة للمستهلك والبريبايوتكس لميكروباته. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والحسية للبن "حضنة" المضاف إليه مسحوق إكليل الجبل بنسب مختلفة (0% ، 1% ، 1.5% و 2%) ، منتجنا الجديد المضاف الذي أضفنا له مسحوق إكليل الجبل أعطى نتائج على الخطة الفيزيوكيميائية مع ازدياد خفيف مقارنة بالبن الشاهد ، وأظهرت التحاليل الميكروبيولوجية عدم وجود القولونيات البرازية والكلية والجراثيم الهوائية ، وأظهر التحليل الحسي أن أفضل منتج هو الذي يحتوي على 1% من مسحوق إكليل الجبل. أثبتت نتائج هذه التحليلات أن منتجنا المصنوع من مسحوق إكليل الجبل قد أضاف قيمة لصحة المستهلك نظرًا لتأثيره المضاد للبكتيريا الممرض وتحسين نكهة الحليب المخمر. سيكون من المثير للاهتمام في المستقبل إثبات وظيفة إكليل الجبل من خلال تحليل مكوناته النشطة بشكل منفصل.

الكلمات المفتاحية: إكليل الجبل، المادة الفعالة ، الغذاء الوظيفي ، منتج الألبان ، منتج جديد.

Summary:

Rosmarinus officinalis is a miracle shrub, of very high functional value and high medicinal interest. The addition of rosemary leaf powder allowed us to obtain a product enriched with added value for the consumer and prebiotics for his microbiota. The objective of this study is to evaluate the physicochemical, microbiological and sensory quality of ferment milk "Hodna" enriched with rosemary powder at different concentrations (0%, 1%, 1.5% and 2%), our new product l'ben enriched with rosemary powder has given a high physicochemical parameters in comparison with standard ferment milk. Our new product the ben enriched with rosemary powder gave an increase in physicochemical parameters compared to the control, microbiological analyzes revealed the absence of faecal and total Coliforms and Aerobic germs, sensory profil revealed that the best product evaluated by consumers is the one containing 1% rosemary powder. The results of these analyzes proved that our product made with rosemary powder has added value for the health of the consumer given its pathogenic antibacterial effect and the improvement of the flavor of fermented buttermilk. In the future it would be interesting to demonstrate the functionality of rosemary by analyzing its active ingredients separately.

Keywords: *Rosmarinus officinalis*, active ingredient, functional food, dairy product, new product.