

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère De l'Enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université M'hamed Bougara Boumedes

Faculté de Technologie

Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de **Master**

Département : Génie des procédés

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie Alimentaire

THEME

**Essai d'élaboration d'un
Fromage Frais Avec Romarin**

Présenté par :

MERABTI sabrina

KHELFAOUI lamia

Encadré par :

Mme HADERBACHE L.

Année universitaire 2021-2022



Remerciements

On tient à remercier en premier lieu **ALLAH**, le tout puissant de nous donner courage, santé et patience pour achever ce travail

Je tiens à remercier **nos chers parents** qui nous ont soutenus tout au long de notre parcours éducatif, leur dévouement, leur temps, leur patience et leur soutien moral et matériel tout au long de ma vie. Je prie Dieu de perpétuer leur santé et de faire d'eux une couronne sur nos têtes.

Nous exprimons nos sincères remerciements à notre merveilleuse et aimante enseignante, « **Mme HADERBACHE L** ». Nous lui souhaitons plus de succès et de brillance

Enfin, nous remercions également tous les enseignants qui agissent avec conscience professionnelle

Je tiens à remercier tous ceux qui nous ont aidés dans notre cheminement d'étude de près ou de loin



Dédicace

Je dédie cet humble travail

A mes **très chers parents** (tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de consentir pour mon instruction et mon bien être. J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondés en moi. Que dieu tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie Inchallah.

A mes deux sœurs **Samira** et **Faiza** qui m'ont soutenu toute ma vie
À mes frères **Ali** et **Khalid** et **Abd Alaziz** et **Rida** et **Youcef**

Pour mes neveux

Et pour chaque famille, **Merabiti** et **Mokhefi**

Pour mes copines **Houria** et **Roumaissa** et **Donia** et **Lamia**

Et à tous ceux qui m'ont aidé, et que j'ai oublié de mentionner

Sabrina.....



Dédicace

Je dédie cet humble travail

A ceux qui m'ont laissé voir la lumière du jour, à ceux qui m'ont suivi
Pas à pas dans mon cheminement, à ceux à qui je dois ma force, ma patience et
mon courage, ceux qui sont toute ma vie, **mes chers parents.**

A mon mari **Hamza**, mon âme sœur et la lumière de mon chemin qui m'entoure
Avec ses conseils, son soutien constant et son amour bienveillant.

A mes chers et merveilleux frères.
A ma soeur, **Siham**, qui
Sans elle, je n'aurais pas atteint ce niveau.

A la famille de mon mari, en particulier ma belle-mère **Jamila** et le beau-frère de
mon mari **Boualem.**

A mes neveux sans exception.
A mes chers amis sans exception.

A ma très chère amie **Sabrina**, qui m'a soutenu jusqu'à la fin de l'année.
A toutes les personnes qui ont participé à ce travail et à tous
Les gens dont je n'ai pas cité le nom.

Lamia.....



Sommaire

INTRODUCTION	1
I. GENERALITES SUR LES FROMAGES	3
I.1.DEFINITION	3
I.2.HISTORIQUE	3
I.3.LA FABRICATION	3
I.3.1.La coagulation	4
a) La coagulation par l'action des enzymes	5
b) La coagulation par acidification	5
c) La coagulation mixte.....	6
I.3.2.Egouttage.....	6
I.3.3.Affinage.....	6
I.4. COMPOSITION ET VALEUR NUTRITIVE DU FROMAGE.....	6
I.5. CLASSIFICATION DES FROMAGES	8
I.6.LES DIFFERENTS TYPES DE FROMAGE	8
I.6.1.Les fromages à pâte fraîche	8
I.6.2.Les fromages à pâte molle et croûte fleurie	8
I.6.3.Les fromages à pâte molle et croûte lavée.....	9
I.6.4.Les fromages à pâte pressée non-cuite	9
I.6.5.Les fromages à pâte pressée cuite	9
I.6.6.Les fromages à pâte persillée	9
I.6.7. Les fromages fondus	9
I.6.8.Les fromages au lait de chèvre	10
I.7.DEFINITION DES FROMAGES FRAIS	10
I.8.LES DIFFERENTS TYPES DE FROMAGES FRAIS	10
I.8.1.Les fromages frais blancs moulés	10
I.8.2.Les fromages frais à structure homogène	10
I.9.LA COMPOSITION DES FROMAGES FRAIS	11
I.10.LA VALEUR NUTRITIONNELLE DES FROMAGES FRAIS	11
GENERALITES SUR LES ROMARINS.....	12
II.1. LE ROMARIN DANS L'HISTOIRE	12
II.2.ORIGINE DU NOM	12
II.3.CARACTERISTIQUES BOTANIQUES DE <i>ROSMARINUS OFFICINALIS</i> L.....	12
II.4.CLASSIFICATION BOTANIQUE (SYSTEMATIQUE)	14
II.5.ORIGINE ET RECOLTE DE LA PLANTE	14
II.5.1. Aire géographique.....	14
II.5.2.Récolte de la plante	14
II.6. HABITAT ET DESCRIPTION	15
II.7. COMPOSITION CHIMIQUE DU ROMARIN	15
II.8.DOMAINE D'UTILISATION DE LA PLANTE	16
II.8.1.Industrie agro-alimentaire	16
a) Alimentation	16
b) Alimentation diététique, Tisanes herbales.....	16
II.8.2. INDUSTRIE COSMETIQUE ET PARFUMERIE	16
II.8.3 Effets médicaux reconnus.....	16
II.8.4 En thérapie	16

PRESENTATION DE L'UNITE LFB.....	18
III.1.LIEU ET OBJECTIF DU TRAVAIL	28
III.2.MATERIELS ET METHODES	28
III.2.1.Matériel biologique.....	28
III.3. PREPARATION DE FROMAGE FRAI.....	30
III.3.1.Pasteurisation.....	31
a) Principe de la pasteurisation.....	31
III.3.2.Coagulatio.....	31
FORMULATIONS.....	32
III.4. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DU FROMAGE FRAIS ET FROMAGE FRAIS AVEC ROMARIN	32
III.4.1.Détermination du pH (AFNOR, 1986).....	32
III.4.2.Détermination de l'extrait sec total « EST » (AFNOR, 1986).....	33
III.4.3.Détermination de la matière grasse (MG) (AFNOR, 1986)	34
III.5. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DU FROMAGE FRAIS ET FROMAGE FRAIS AVEC ROMARIN.	35
III.6.TEST DE DEGUSTATION	36
II.6.1. Tests axés sur le consommateur	37
III.7. TEST DE STABILITE DE L'ETUVE	37
IV. 1. LES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES	38
IV.1.1 Le pH	38
IV.1.2 L'Acidité.....	38
IV.1.3 Teneur en protéines	38
IV.1.4 Teneur en matières grasses.....	39
IV.2. FABRICATION DE FROMAGE FRAIS ET DE FROMAGE FRAIS AU ROMARIN.	39
IV.2.1 Caractérisation physique et chimique du fromage frais et du fromage frais au romarin.....	39
IV.2.1.Etude de l'effet du pH du fromage frais après ajout de romarin	39
IV.2. ETUDE DE L'EVOLUTION DES MATIERES GRASSES APRES AJOUT DE ROMARIN AU FROMAGE FRAIS :	40
IV.2.2. Etude de l'évolution de la matière sèche après ajout de romarin au fromage frais.....	41
IV.3 ANALYSE MICROBIOLOGIQUE.....	41
IV.4 TEST D'ETUVE	42
IV.5 RESULTATS DU TEST DE DEGUSTATION	44
IV.5.1 Test de Friedman	47
CONCLUSION GENERALE	52

Liste des tableaux

TABEAU 1 : COMPOSITION DE QUELQUES DE FROMAGES (PAR 100G DE FROMAGE) (SCOTT ET AL, 1998).	7
TABEAU 2: VALEUR ENERGETIQUE DE DIFFERENTS FROMAGES (ECK, 1987).	8
TABEAU 3: LES DIFFERENTS CONSTITUANTS DU FROMAGE FRAIS POUR 100 G DE PRODUIT.	11
TABEAU 4 : CLASSIFICATION BOTANIQUE (SYSTEMATIQUE) DU ROMARIN.....	14
TABEAU 5: CAPACITE DE PRODUCTION PAR JOUR AU NIVEAU DE LFB	19
TABEAU 6 : PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT DE VACHE	38
TABEAU 7: RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DU FROMAGE FRAIS ET DU FROMAGE FRAIS AU ROMARIN.	39
TABEAU 8: ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DU FROMAGE FRAIS AVEC ET SANS ROMARIN.....	42
TABEAU 9 : CHANGEMENTS OBSERVES APRES TEST A L'ETUVE	44
TABEAU 10: TABLEAU DES SCORES DES PANELISTES.	46
TABEAU 11: TABLEAU DES CLASSEMENTS.	47
TABEAU 12: TABLEAU DES PARAMETRES P, N ET L POUR NOTRE ESSAI	48
TABEAU 13 : RESULTATS DES SOMMES DES RANGS ET LEUR CARRE PAR PRODUIT ET PAR CRITERE.....	49
TABEAU 14: PARAMETRES STATISTIQUES POUR LE TEST DE FRIEDMAN	49
TABEAU 15: RESULTATS DE LA COMPARAISON DES FORMULATIONS POUR LE CRITERE « GOUT »	50
TABEAU16 :TABLE DE GAUSSIENNE	
TABEAU 17 :TABLE DE KHI X^2	

Liste des figures

FIGURE 1: TRANSFORMATION DU LAIT EN FROMAGE.	4
FIGURE 2 : TIGE PRINCIPALE ET RAMEAU FEUILLE A FLEURS DU ROMARIN (SANON, 1992).	13
FIGURE 3 : PHOTO DES FEUILLES, ET DES FLEURS DU ROMARIN (WWW.JARDINER-MALIN.FR)	15
FIGURE 4 : MORPHOLOGIE CELLULAIRE DE <i>S. THERMOPHILUS</i> OBSERVEE PAR MICROSCOPIE ELECTRONIQUE (DURSO ET HUTKINS, 2003).....	29
FIGURE 5: SCHEMA DE PREPARATION DE FROMAGE FRAIS.....	30
FIGURE 6: SCHEMA DE PREPARATION DE FROMAGE FRAIS (ORIGINALE, 2022).....	33
FIGURE 7 : APPAREIL DE MESURE EXTRAIE SEC (ORIGINALE, 2022)	33
FIGURE 8 : MESURE LA MATIERE GRASS (ORIGINALE, 2022)	34
FIGURE 9 : COMPARAISON DES PH ENTRE LES ECHANTILLONS AVEC ET SANS ROMARIN	40
FIGURE 10 : COMPARAISON DU TAUX DE MATIERE SECHE DANS LES FROMAGES AVEC ET SANS ROMARIN	41
FIGURE 11 : TEST DE VIEILLISSEMENT ACCELERE	43

Liste des abréviations

FAO: Food and Agriculture Organization.

MG : Matière grasse.

MS : Matière Sèche.

Ppm: Partie par million

Introduction

La domestication des ruminants et l'utilisation de leur lait pour faire du fromage datent de plus de 10 000 ans avant Jésus-Christ. Bovins, ovins, camélins et chèvres sont élevés en Algérie et leur lait est considéré comme un aliment complet car il contient tous les nutriments essentiels à des concentrations suffisantes à la croissance et survie humaines. Cependant, ils sont difficiles à entretenir, de sorte que leur conversion en fromage est l'une des méthodes les plus courantes.

La fabrication du fromage est apparue il y a 8 000 ans, peu après la domestication du règne animal. Au départ, l'intérêt principal de la conversion du lait en fromage était que les principaux composants du lait soient conservés. Aujourd'hui, c'est plus un aliment, Possédant des qualités nutritionnelles indéniables **(Cholet, 2006)**.

Une étape clé dans la réussite de tout type de fromage est la prise. Elle Consiste en la formation de gel après modification physico-chimique de la surface des micelles de protéines de fromage bovin. Les coagulants les plus anciens utilisés dans la fabrication du fromage sont les présures. Cette enzyme est extraite de la caillette des veaux non sevrés. D'après **Alaï(1984)**, il faut en moyenne deux morceaux de veau pour produire 1 litre de présure, et selon **Bauer et al. (2010)**, il faut environ 2 litres de présure pour produire une tonne de fromage.

Les humains utilisent des plantes trouvées dans la nature depuis des milliers d'années pour guérir et manger aussi. La flore sauvage fait partie des systèmes de connaissances et des pratiques, les habitants l'ont transmis de génération en génération. La consommation de ces plantes fournit la plupart des vitamines et minéraux essentiels quotidiens de la population rurale, surtout l'acide folique et les vitamines A, complexe B, E et C, dans de nombreux cas, elles possèdent des propriétés médicinales **(Fanzo et al., 2013)**.

De plus, de nombreuses études scientifiques ont montré que manger des fruits et des plantes est bénéfique pour la santé humaine car ils sont riches en molécules dites biologiquement actives et qui jouent un rôle dans la prévention des maladies chroniques telles que le cancer **(Charles, 2012 ; Meddour et al., 2013)**.

L'utilisation des plantes est une méthode nécessaire, aussi bien dans le domaine de l'agroalimentaire que celui de la médecine ou des cosmétiques.

Le romarin, qui porte le nom scientifique *Rosmarinus officinalis* L, est une plante sauvage qui est utilisé dans la plupart des régions du monde presque toute l'année. C'est très populaire chez certains habitants d'Algérie. La présence des acides poly phénoliques (rosmarinique, caféique) (**alberte et steven, 1996 ; muzon, 1999**) donne aux extraits de *Romarin* un pouvoir antioxydant important, ceci rend le *romarin* un conservateur des aliments et des huiles (**poiozzi,1996**).

Le consommateur d'aujourd'hui conscient de l'intérêt de la consommation d'aliments riches en antioxydants bénéfiques à la santé incite ainsi les industriels à la diversification des produits mis sur le marché. C'est dans ce sens que s'inscrit notre étude dont l'objectif consiste à mettre à profit dans l'industrie agro-alimentaire les effets biologiques du romarin et ce, par son incorporation dans un fromage frais.

Ce travail se divise en deux parties principales, une bibliographique sur les fromages et le romarin, et la deuxième pratique qui explique notre démarche, le matériel utilisé et les méthodes, puis viennent les résultats et leurs interprétations.

CHAPITRE I :

Généralités sur les fromages

I. Généralités sur les fromages

I.1. Définition

Les fromages sont des formes ancestrales de conservation et de stockage des substances laitières utiles dont les qualités nutritionnelles et sensorielles sont très prisées (**Jeantet et al, 2007**).

On obtient le fromage par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de Cette coagulation (**Codex Alimentarius, 2006**). Les matières premières peuvent avoir subi un premier traitement thermique (pasteurisation/traitement thermique) ou peuvent être utilisés tel quel (lait cru).

I.2. Historique

Le nom fromage dérive du mot latin « formaticus » qui signifie former ou mouler. La première occurrence de l'utilisation du fromage comme aliment est inconnue, les ethnologues tiennent preuve que l'homme connu depuis longtemps le phénomène de coagulation du lait depuis la découverte sur les rives du lac Neuchâtel (en suisse) des moules à caillé datant de 5000 ans av J-C. (**Katz et Weaver, 2003**).

Les peaux d'animaux et les viscères soufflés étant utilisés depuis l'Antiquité comme réceptacles pour stocker de nombreuses denrées alimentaires, il est possible que le procédé de fabrication du fromage ait été découvert par hasard lorsque du lait ai était stocké dans un récipient fabriqué à partir de l'estomac d'un ruminant, le lait s'est ainsi transformé en caillé et en lactosérum par la présure déposée dans l'estomac. C'était déjà une pratique courante dans l'Antiquité, en Europe de l'Est et en Asie de l'Ouest, de transporter du lait. Certains facteurs étaient certainement nécessaires pour transformer le lait en fromage comme la chaleur, l'acidité et les sucs gastriques. Ainsi, des extraits d'estomac de plusieurs types d'animaux (moutons, chèvres, vaches), mais également des extraits de plantes ont été utilisés pour la préparation de fromages (**AbiAzar, 2007**).

I.3. La fabrication

Le fromage est formé à la suite de la coagulation ou de la coagulation du lait, c'est-à-dire sa transformation d'une forme liquide à une forme de gel cohésif par l'ajout de présure ou par l'acidité formée à la suite de l'ajout d'initiateurs contenant des bactéries lactiques. Le lactosérum contient principalement du lactose et certaines protéines appelées protéines de

lactosérum fromagères et le caillé contient l'agglomération des éléments protéiques du lait, principalement de la caséine qui emprisonne les autres constituants. Par la suite on assiste à l'agglomération de morceaux de caillé qui seront moulés... La fabrication comprend trois étapes : la coagulation du lait (formation d'un gel de caséines), l'égouttage (déshydratation partielle du gel) qui aboutit à un caillé et enfin le Salage. Ces étapes concernent les fromages frais. Le reste des fromages subissent en plus une étape d'affinage, ce sont les fromages affinés (**Luquet, 1990**) (**Andre et al, 1997**).

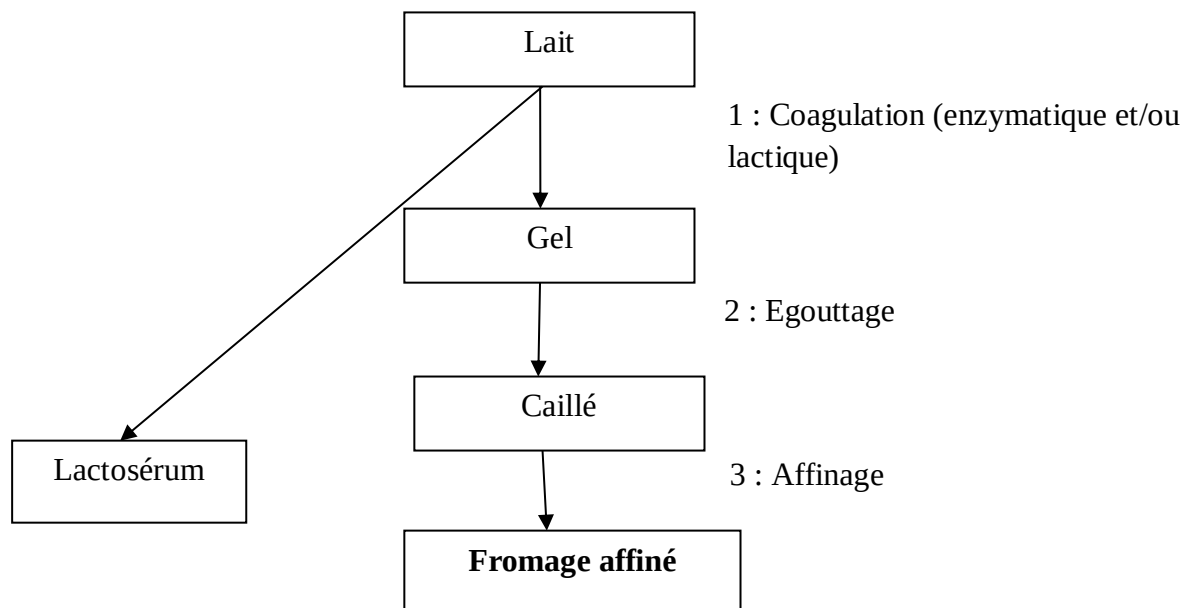


Figure 1: Transformation du lait en fromage.

I.3.1. La coagulation

Elle correspond à une déstabilisation des micelles de caséine qui flocculent puis se soudent pour former un gel emprisonnant des éléments solubles du lait. Elle peut être provoquée par l'action d'une enzyme, par acidification, ou par l'action combinée des deux. On distingue trois types de coagulation :

- Coagulation acide ;
- Coagulation par voie enzymatique ;
- Coagulation mixte (**St-Gelais and Tirard-Collet, 2002**).

a) La coagulation par l'action des enzymes

Elle consiste à transformer le lait à l'état de gel par action d'enzymes protéolytique d'origine animales (présure, pepsine), végétales (bromélie, ficine) ou microbiennes (enzymes de certaines moisissures ou bactéries) (FAO, 1995 ; Mahaut et al.2003).

La présure :

est une enzyme protéolytique sécrétée par les muqueuses gastriques du quatrième estomac du jeune veau (également du chevreau et de l'agneau) avant sevrage. Cette sécrétion se fait à l'état de précurseur inactif, la pro présure qui, en milieu neutre, n'exerce pas d'activité enzymatique, mais devient rapidement présure active en milieu acide. La présure contient, en fait, deux enzymes : la chymosine comme principal constituant, puis la pepsine. Au sevrage, la pepsine devient fortement dominante, alors que s'arrête la production de chymosine. On extrait la présure des caillettes en les faisant tremper dans la saumure. (ABOUTAYEB, 2018)

Il existe quatre sources principales de présure: la présure animale (extraite de l'estomac des veaux), la présure microbienne, la chymosine recombinante obtenue grâce aux OGM (organismes génétiquement modifiés) et la présure végétale, issue des plantes. La plupart des fromagers utilisent aujourd'hui de la présure animale, mais plus récemment, divers facteurs ont conduit à un regain d'intérêt pour l'utilisation de sources d'origine végétale dans la

Fabrication du fromage

Parmi ces facteurs, on trouve le prix élevé et la disponibilité des ressources en quantités limitées d'estomacs de ruminants, les régimes alimentaires tels que le lacto-végétarisme, les restrictions religieuses (casher et halal par exemple) ou l'interdiction de la présure de veau recombinante dans de nombreux pays européens (France, Allemagne et Pays-Bas).(Strefeler, 2021).

Remplacer la présure animale par des enzymes extraites de plantes pour fabriquer du fromage n'est toutefois pas la solution la plus simple. En effet, ces enzymes péjorent la saveur et la qualité de la texture du fromage. Elles ont également un rendement inférieur à celui d'autres sources de présure.(MANZOOR Ahmad Shah, 2014).

b) La coagulation par acidification

L'abaissement du pH du lait a pour effet de neutraliser progressivement les charges négatives de la caséine. Cette dernière entraîne une diminution du potentiel de surface, entraînant une diminution de la capacité de chélation de la caséine et une augmentation de la

solubilité des sels de calcium dans l'eau, ainsi privés de leur élément stabilisant (phosphate de calcium).

c) La coagulation mixte

La coagulation mixte, est réalisée selon deux phénomènes : L'acidification (qui consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique ($pH_i = 4,6$) par acidification à l'aide de ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique et l'addition de l'enzyme coagulante. En pratique cette méthode est utilisée pour la fabrication de fromage frais (petit suisse, demi-sel, etc.) et les fromages à pâte molle (camembert, brie, etc.) (**MAHAUT et al, 2003**).

I.3.2. Egouttage

Il correspond à une élimination progressive de lactosérum qui s'accompagne d'une rétraction et d'un durcissement corrélatif du gel, il conduit à l'obtention d'une masse de caillé dont l'extrait sec est plus ou moins concentré et qui correspond au fromage formé (**RAMET, 1997**). Malgré son apparente simplicité, l'égouttage est un phénomène complexe dont les mécanismes ne sont pas entièrement connus, il est le résultat de deux phénomènes physiques différents (**FAO, 1995**).

I.3.3. Affinage

C'est la phase ultime de la fabrication du fromage, elle correspond à un ensemble de dégradations enzymatiques, qui lui conférera à la fin une texture et une saveur caractéristique selon le type du fromage recherché (**FAO, 1995**). Il s'agit d'un processus très complexe en raison de la nature du substrat, de la variété des agents responsables de la conversion, de la variété des modifications subies par les ingrédients et de la variété des produits qui se forment. La maturation produit une variété de phénomènes biochimiques dont les plus importants sont la fermentation du lactose résiduel, la dégradation enzymatique des protéines et l'hydrolyse des graisses. Ces transformations biochimiques confèrent au caillé de nouvelles caractéristiques. En fait, la pâte dure initiale, ferme et sans grand goût, va changer de composition, de structure et d'aspect. En même temps, la saveur et l'arôme se développent.

I.4. Composition et valeur nutritive du fromage

Les fromages représentent un groupe alimentaire très hétérogène dont la constitution est très variable selon la qualité de la matière première utilisée ou selon la technologie de fabrication. Les compositions des fromages sont dues aux constituants énergétiques tels que les

protéines, les sels minéraux, les vitamines, l'eau et les lipides (Eck, 1987). La composition de certains fromages est donnée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition de quelques de fromages (par 100g de fromage) (Scott et al, 1998).

Fromages Composés	Parmesan	Cheddar	Edam	Cottage	Feta
Eau (g)	18,4	36	43,3	79,9	58
Protéines(g)	39,4	25,2	6,0	14	20
Lipides (g)	32,7	34,4	25,4	4	21
Cholestérol (µg)	100	100	80	13	70
Energie Kcal	452	412	33	98	250
Vitamines (µg)					
Vitamine A	345	325	175	-	-
Vitamine D	0,25	0,26	0,19	0,03	0,5
Vitamine E	700	480	480	80	370
Minéraux (mg)					
Sodium	1090	670	1020	380	1440
Potassium	110	77	97	89	95
Calcium	1200	720	770	73	360
Magnésium	45	25	39	9	20
Phosphore	810	490	530	160	280
Zinc	5,3	2,3	2,2	0,6	0,9
Sulfure	250	230	-	-	-
Chlorides	1820	1030	1570	550	2350

Par ailleurs, la teneur calorique des fromages varie d'un type à un autre, l'essentiel de ces calories provient des lipides (tableau 2).

Tableau 2: Valeur énergétique de différents fromages (Eck, 1987).

Composition	Fromage fondu	Fromage à pâte pressée non cuite
Eau (g)	48	40
Energie (Kcal)	280	355
Lipides (g)	22	24
Protéines (g)	18	28
Glucides (g)	2,5	3
Calcium (mg)	680	700
Phosphore (mg)	900	360
Potassium (mg)	95	100

I.5. Classification des fromages

Il existe de nombreuses méthodes de classification des fromages qui diffèrent entre elles selon le type de critère retenu : le type de lait utilisé, le pays d'origine, la technique de fabrication, le mode d'affinage, l'aspect extérieur, la teneur en eau. Parmi ces classifications, celle de Steven Jenkins basée sur les caractéristiques générales du fromage (apparence, mode de production, etc.) et qui décrit huit familles de fromages dont le fromage frais, fromage à croûte soit naturelle, fleurie ou lavée, fromage bleu veiné, fromage non cuit à pâte pressée, fromage cuit et pressé, et enfin le fromage fondu (**Katz et Weaver, 2003 ; Pradal, 2012**).

I.6. Les différents types de fromage

I.6.1. Les fromages à pâte fraîche

Brousse de Provence, Creuset d'Anjou, la Faisselle, etc. sont des fromages qui n'ont pas été affinés. Le lait sous l'action de la présure et des ferments lactiques se transforme pour devenir du caillé. Celui-ci est ensuite égoutté pour extraire le lactosérum (petit-lait). Certaines variétés de fromages frais sont ensuite moulées. Leur taux d'humidité est supérieur à 60 %. Ce sont des fromages à la texture onctueuse et fondante, qui se consomment rapidement après leur fabrication.

I.6.2. Les fromages à pâte molle et croûte fleurie

Les fromages à pâtes molles ont une texture onctueuse, fondante, crémeuse. Ils sont fabriqués avec du lait caillé, ensuite moulé puis enfin égoutté. Une fois démoulé le lait caillé est salé puis séché. La surface extérieure est ensuiteensemencée d'un champignon (généralement du *Penicillium Candidum*). Au fil de l'affinage, une croûte blanche et duveteuse

va se former, appelée la « fleur ». Leur taux d'humidité est compris entre 50 et 60 % (pourcentage plus élevé pour les doubles ou triples crèmes, pour lesquels de la crème est additionnée au lait).

I.6.3. Les fromages à pâte molle et croûte lavée

La fabrication des fromages à pâte molle et à croûte lavée est la même que celle des croûtes fleuries jusqu'à l'affinage ; durant cette période, les fromages vont être lavés et brossés à plusieurs reprises avec de la saumure, à laquelle il est parfois ajouté de l'alcool (Marc de Bourgogne pour l'Epoisses, par exemple). Ces fromages sont réputés pour leur odeur forte et leur croûte humide souvent de couleur orangée.

I.6.4. Les fromages à pâte pressée non-cuite

C'est la croûte du fromage qui donne toute la saveur et l'arôme à cette pâte. Le lait également, s'il est de vache ou de brebis, impose son goût aux fromages. Cette pâte plus ou moins épaisse selon la durée d'affinage, est obtenue en pressant mécaniquement le lait caillé pour en extraire le petit-lait (lactosérum). Son taux d'humidité est entre 45 et 50 %.

I.6.5. Les fromages à pâte pressée cuite

Pour conserver ces fromages de vaches et pouvoir les consommer toute l'année, le caillé a été chauffé et pressé, d'où leur nom de « pâtes dures ». Les pâtes pressées cuites sont à l'origine des fromages d'alpages, fabriqués en montagne l'été, quand le lait est riche et abondant, puis descendus dans la vallée pendant l'hiver. Certains se présentent sous la forme de grosses meules. Actuellement, ils peuvent être produits de manière plus industrielle.

Leur maturation lente et longue leur donne leur saveur fruitée et leur texture ferme. La pâte est de couleur jaune. Ce sont les plus riches en calcium et en protéines.

I.6.6. Les fromages à pâte persillée

Ils développent des points bleuâtres ou verdâtres dans la pâte. Au moulage, le caillé estensemencé d'un champignon (*Penicillium glaucumroqueforti* ou *Penicillium candidum*) pour permettre de développer des moisissures dans la pâte. Pendant plusieurs mois, les fromages sont affinés dans un milieu humide et piqués avec de longues aiguilles pour faciliter la circulation de l'air dans la pâte et stimuler le développement des moisissures.

I.6.7. Les fromages fondus

Ce type de fromages est obtenu par la fonte de fromages ou d'un mélange de fromages. Des aromates, épices ou autres types de produits laitiers peuvent être ajoutés à sa préparation. Il peut s'agir de crèmes (comme la Cancaillotte), de fromages à tartiner, de fromages d'apéritifs, etc. La plupart portent le nom d'une marque déposée par une entreprise.

I.6.8. Les fromages au lait de chèvre

Les fromages de chèvres ont des textures et des goûts bien différents. En fonction de la technique de fabrication, il y a des fromages de chèvre dans toutes les familles de pâtes. Il en existe une multitude, fabriqués comme des fromages frais ou affinés, cendrés ou non, sous différentes formes : crottins, bâches, pyramides, bouchons, palets, etc. Parmi les plus réputés, on retrouve le Crottin de Chavignol, le Rocamadour, le Valençay, etc. **(formaticus,2018)**

I.7.Définition des fromages frais

La fabrication de ces produits, encore nommés fromages blancs, est très simple. Le caillage, essentiellement lactique, se prolonge souvent pendant 24 heures et plus. L'égouttage, même lorsqu'il est favorisé par un « rompage » du caillé suivi de pression, n'est jamais poussé. Aussi, les fromages frais sont-ils toujours très humides (60 à 80 % d'eau). On les consomme, comme leur nom l'indique, sans être affinés mais on les additionne habituellement et selon les cas, de sucre, de sel, d'ail, d'échalotes, etc. afin de relever leur saveur toujours aigrelette. Ces fromages, à cause de leur humidité, sont toujours de très courte conservation. Leur transport sur de longues distances est donc difficile.

La pasteurisation du lait et de la crème est nécessaire dans ces fabrications car les germes pathogènes, lorsqu'ils sont présents, restent intacts en raison de l'absence d'affinage. On peut distinguer les fromages frais d'après leur mode d'égouttage. En effet, celui-ci peut être réalisé en moules (fromage à la pie, fromage de régime), en sacs ou sur toiles, la pâte obtenue étant alors vendue en vrac (caillé maigre ou gras) ou après mise en forme (Neuchâtel, Gournay, Suisse, etc.) **(Veisseyre, 1975)**.

I.8.Les différents types de fromages frais

Selon **(Luquet 2002)** les différents types de fromages frais les plus consommés et les plus connus sont :

I.8.1. Les fromages frais blancs moulés

On peut l'appeler aussi la caille garde, son individualité à l'état de bloc ou de grains (type faisselle ou campagne).

I.8.2. Les fromages frais à structure homogène

- à extrait sec plus élevé et texture à tartiner comme les petit suisses.
- à extrait sec faible et texture onctueuse, comme les fromages blancs battus ou lisses.

I.9. La composition des fromages frais

La valeur énergétique d'un fromage frais est due aux lipides, protides et éventuellement glucides, acide lactique et acide citrique qu'il contient. Ces substances représentent la majeure partie de la matière sèche comme le montre le tableau 3.

Tableau 3: Les différents constituants du fromage frais pour 100 g de produit.

Eléments	Quantités (g/100g)
Eau	79
Glucides	4
Lipides	7,5
Protéines	8,5
Calcium	0,100
Phosphore	0,140
Magnésium	0,010
Potassium	0,130
Sodium	0,040
Zinc	0,0005
Vitamines A	0,00007

I.10. La valeur nutritionnelle des fromages frais

Le développement des pâtes fraîches a été important dans les vingt dernières années. Ce développement mondial s'explique par la conjonction de nombreux facteurs favorables :

- Aspect nutritionnel élevé en tant que concentré de protéines ;
 - Qualité hygiénique élevée : d'une part à cause de la conception des chaînes de production et de conditionnement, et d'autre part à cause du rôle positif des espèces lactique contenues dans la pâte ;
 - Conditionnement varié et peu coûteux ; allant de la portion individuelle au seau de plusieurs Kilos ;
 - Rendement élevé par rapport au lait utilisé ; les nouvelles techniques (procédé thermo quark, ultrafiltration) donnant un lactosérum à faible teneur en protéines.
 - Procédé simple, généralement continu, peu exigeant en main d'œuvre.
 - Possibilité de fabrication ; non seulement avec du lait nature, mais aussi pour les pays à production laitière insuffisante, à partir de poudre de lait et d'huile de beurre.

CHAPITRE II

GENERALITES SUR LES

ROMARINS

Généralités sur les romarins

II.1. Le romarin dans l'histoire

Le romarin est un arbrisseau qui se reconnaît de loin à son odeur pénétrante (**Beniston, 1984**). C'est l'espèce la plus utilisée dans la méditerranée surtout en Algérie. Elle possède plus de 3 300 espèces et environ 200 genres.

Le romarin est retrouvé à l'état sauvage mais il peut être cultivé. C'est la plante la plus populaire dans la Grèce Antiques: Les étudiants se confectionnaient des Couronnes de romarins car elles avaient la réputation d'améliorer la mémoire et les facultés intellectuelles. Les Romains tressaient des couronnes de romarin dont ils coiffaient les mariés le jour de leurs noces.

II.2. Origine du nom

Le mot romarin (*Rosmarinus*) dérive du latin «Ros» : rosée et «Marinus» : marin ou de marin. Les noms que peut porter cette plante sont les suivants :

- **Nom commun** : Romarin
- **Noms vernaculaires** : Iklil Al Jabal, Klil, Hatssalouban, Hassalban, Lazir ,AzÎir, Ouzbir ,Aklel, Touzala (**O.P.U.N.T.WS.Benston**).
- **Autres noms** : herbes aux couronnes, herbes aux troubadours, encensier, arbre de marine, rose de mer, rose de marine, roumaniou, roumarine.
- **Nom scientifique** : *Rosmarinus officinalis* L.

II.3. Caractéristiques botaniques de *Rosmarinus Officinalis* L.

Le *Rosmarinus* en Latin signifie la rosée marine, ce qui fait référence à la fois à la présence du romarin sur les côtes et les îles de la méditerranée et à diverses légendes liées à cette plante (**Boudy, 1948 ; Favre et Magnopla, 1981 ; Grégory, 1988**).

Le romarin est un arbrisseau dont la tige pouvant atteindre deux mètres, est couverte d'une écorce grisâtre. Elle se divise en nombreux rameaux opposés, tortueux. Les fleurs sont bleues pâles à bleues violacées, hermaphrodites, visibles de janvier en mai. Elles sont groupées à l'extrémité des rameaux, à la base des feuilles. Les feuilles opposées décussées insérées sur une tige à section carrée, étroites, lancéolées, linéaires, à bords roulés en dessous, sont vertes foncées et luisantes à la face supérieure (**voir figure2**).

Le fruit, ovoïde, est entouré par un calice persistant, sec est constitué de quatre akènes (tetrakène).

Il attire les insectes (entomophiles) pour assurer la pollinisation (**entomogame**) (Boudy, 1948 ; Grégory, 1988 ; Eloutssi, 2004).

Cette plante appartient à la famille des Labiées. Elle se présente sous forme d'arbuste, sous arbrisseau ou herbacée (Zeghad, 2008) mesurant environ de 0,8 à 2 m de hauteur (Bekkara etBousmaha, 2007).

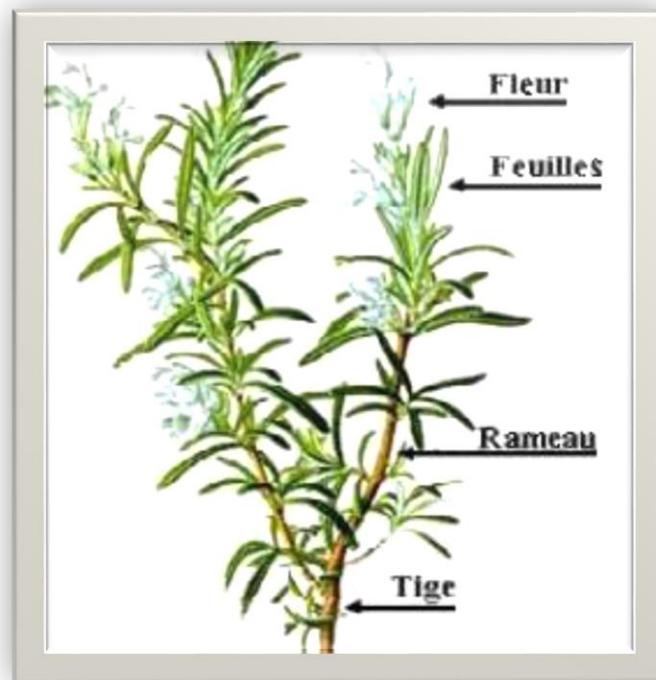


Figure 2 : Tige principale et rameau Feuillé à fleurs du romarin (Sanon, 1992).

II.4. Classification botanique (systématique)

Le tableau suivant donne l'appartenance du romarin et sa filiation botanique.

Tableau 4 : Classification botanique (systématique) du romarin

Règne	Végétal
Sous règne	Cormophytes
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiosperme
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Gamétophytes
Série	superovariées tétra cyclique
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae (Labiées)
Tribu	Ajugoidées
Genre	Rosmarinus
Espèce	Rosmarinus officinalis L.

II .5. Origine et Récolte de la Plante

II.5.1. Aire géographique

Le Romarin spontané qui pousse sur les côtes méditerranéennes, et le Sud-Ouest de l'Asie, est souvent cultivé dans les jardins comme clôture. Le Romarin affectionne particulièrement les terrains calcaires. C'est pourquoi on le trouve essentiellement dans les garrigues maquis non-loin de la mer. En Algérie, le Romarin est l'une des sept espèces végétales excédant 50 000 hectares sur le territoire national (**O.P.U. NT. WS. Benston**).

II.5.2. Récolte de la plante

La récolte du Romarin en fleurs est possible pendant presque toute l'année, mais on la pratique avec plus de profit de Mai à Juillet ou Septembre en temps chaud et sec (**Med-Checklist,1986**).

II.6. Habitat et description

Originnaire des régions méditerranéennes, le Romarin pousse spontanément dans le Sud de l'Europe. On le cultive dans le monde entier à partir de semis ou de boutures au printemps. Il apprécie les climats chauds modérément secs, les branches récoltées pendant l'été sont séchées à l'air et à l'ombre.



Figure 3 : Photo des feuilles, et des fleurs du romarin (www.jardiner-malin.fr)

II.7. Composition chimique du romarin

Les sommités fleuries renferment une essence aromatique riche en camphre, en cinéole, en alpha-pinène, en bornéol et en camphène. Elle est riche en tanins, en flavonoïdes (apigénine, diosmine), en diterpènes tricycliques, triterpènes et en acides-phénols, dont l'aciderosmarinique et la rosmarinine. L'huile essentielle du romarin (1 à 2 % dans la plante) contient de l' α -pinène (7 à 80 %), de la verbénone (1 à 37 %) du camphre (1 à 38 %) de l'eucalyptol (1 à 35 %) du bornéol (4 à 19 %) de l'acétate de bornéol (jusqu'à 10 %) et du camphène.

En plus de l'huile essentielle on trouve dans le romarin: 2 à 4 % de dérivés triterpéniques tels que: l'acide ursolique, l'acide oléanolique, l'acétate de Germanicol, et des lactones diterpéniques: picrosalvine, Dérivés de l'acide carnosolic, rosmanol, rosmadial, des acides phénoliques décanoïques, des acides gras organiques tels l'acide citrique, glycolique et glycérique, des stérols, de la choline, du mucilage (**Bellakhdar, 1997**) et de la résine (**Beloued, 1998**).

Concernant les éléments minéraux, la spectrométrie d'émission atomique a pu identifier 18 éléments dont approximativement en mg/kg:

Al : 146; Ca : 7791; Fe : 330 ; K : 14916 ; Mg : 1634; Na : 2711 ; P : 1474; Cr : 97 ; Sr : 74 mg/kg selon **Arslan et al. (2007)**.

II.8. Domaine d'Utilisation de la Plante

II.8.1. Industrie agro-alimentaire

La présence des acides polyphénoliques (rosmarinique, caféique) (**alberte et steven, 1996 ; muzon, 1999**) donne aux extraits végétaux de *Romarin* un pouvoir antioxydant important, ceci le rend comme un conservateur des aliments et des huiles (**poiozzi, 1996**).

a) Alimentation

Les pays occidentaux, utilisent le romarin dans les boissons alcoolisées, les aliments cuits, la viande et les produits de viande, les condiments et assaisonnements et ils utilisent l'huile du romarin dans les vinaigrettes.

La quantité utilisée dans les aliments industriels (casse-croûte, sauces et autres) est maximale, et d'environ 0,41 % (4 098 ppm) dans les aliments cuits. N'oublions pas les quantités utilisées dans les desserts glacés, confiseries, aliments cuits, gélamines et pouding, viande et produits de viande qui est presque à 0,003 % (26,2 ppm).

b) Alimentation diététique, Tisanes herbales

Ces espèces sont utilisées sous forme d'infusions, de poudres, extraites sèches avec de l'eau pour usage interne et externe, principalement contre les douleurs d'estomac (**piozzi, 1994**).

II.8.2. Industrie cosmétique et parfumerie

Au 19ème siècle l'essence de Romarin servait à la préparation de la très célèbre eau de Cologne de la reine de Hongrie. Aujourd'hui, on trouve le romarin dans la composition de savons, détergents, crèmes et la plupart des eaux de Cologne; le taux d'utilisation maximum est rapporté à 1 % dans la dernière catégorie.

II.8.3. Effets médicaux reconnus

Le romarin est un véritable chasseur de toxines, il détruit les radicaux libres et est antioxydant (action des flavonoïdes et des diterpènes). La teneur en acide rosmarinique confère à cette plante un effet anti-inflammatoire (**Teuscher et Anton, 2005**). C'est un hypoglycémique, il soigne les affections oculaires (**Bnouham et Mekhfi, 2002**) et est utilisé comme antiseptique, cholagogue, antispasmodique, vulnéraire et diurétique (**Koubissi, 2002**).

II.8.4. En thérapie

Dans le Moyen-Orient, il y a aussi un remède à base de plantes célèbre pour l'asthme. Il s'agit d'un mélange d'extrait de cumin noir, de cannelle, de camomille, de romarin, de clou de

girofle, de la sauge, de menthe verte, de thym, et d'autres plantes. Ce mélange est extrait puis pris avec du miel. Le cumin noir, le thym et le romarin sont connus pour inhiber la contraction trachéale. Les autres plantes de la préparation contiennent beaucoup d'antioxydants.

Il était déjà décrit dans les grands ouvrages de médecine arabe classique (**Leclerc, 1877**) pour ses propriétés hépatotrope, diurétique et emménagogue qui sont dues aux présences des flavonoïdes et des acides phénoliques.

En Europe, les feuilles de *Romarin* sont utilisées dans la phyto-médecine pour les brûlures d'estomacs et les thérapies d'appui des maladies rhumatismales; et en usage externe pour les problèmes de circulation. Dans les bains de sonna, l'herbe est utilisée comme stimulant externe pour l'accroissement sanguin fourni à la peau (**Frouhatet Lahcini, 2013**), et diminuant la chute des cheveux (**Poiozzi, 1996**).

Ces caractéristiques sont en relation avec la présence de nombreux acides phénoliques signalés dans beaucoup de labiées (Lit-Vinenko, voir bugle, marrube), et qui sont ici les acides: caféique, chlorogénique, néochlorogénique, reosmarinique, ce dernier, de saveur astringente, consistant en un diacide caféique et dihydrocaféique (**Deans et al, 1998**).

Les di terpènes phénoliques présents dans le Romarin tel que l'acide carnosique et le carnosol ont des effets d'inhibition contre des virus de HIV-1(**Paris et al, 1993**) et certains cancers et d'autres composés entrants dans cette fraction ont un effets carcinologique (**karin et waldemar,1992**).

Présentation de l'unité LFB

La laiterie fromagerie de boudouaou (LFB) se situe à l'entrée de la ville de Boudouaou dans la wilaya de Boumerdés. Elle s'étale sur une surface totale de 7 hectares, l'activité principale de la LFB est la production et la commercialisation des laits et des produits laitiers. Elle a été créée en 1969 par un groupe privé sous l'appellation : fromagerie de la Mitidja, elle fut nationalisée en 1972 et léguée aux biens de l'office national du lait (ONALAIT), elle appartenait à l'office régional du lait et produits laitiers du centre (ORLAC).

L'unité comprend un effectif de 445 personnes dans trois directions principales :

1. Direction de l'administration et des finances.
2. Direction commerciale.
3. Direction technique.

Gamme de production

1. Le lait de consommation
2. Lait pasteurisé.
3. Lait partiellement écrémé.
4. Lait entier.
5. L'ben pasteurisé

Produits laitiers :

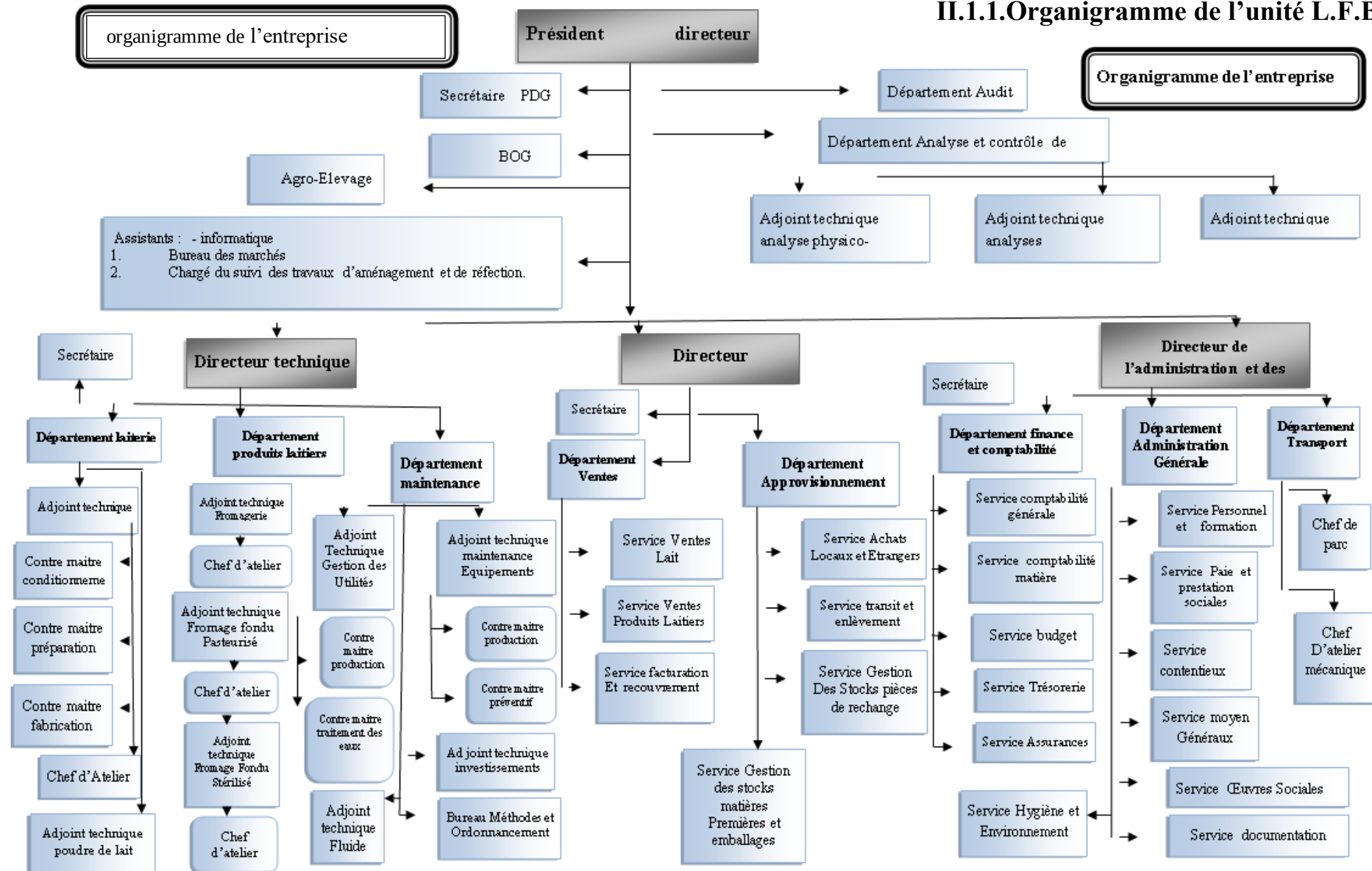
6. Fromage bloc.
7. Fromage fondu pasteurisé.
8. Fromage fondu en portion (boîtes de 8 et 16 portions).
9. Fromage fondu en barre
10. Fromage fondu stérilisé.
11. Fromage Edam.
12. Beurre.
13. Crème fraîche
14. Poudre de lait conditionnée en sachet de 19 g.

Le tableau qui suit montre la capacité de production journalière de l'unité LFB.

Tableau 5: Capacité de production par jour au niveau de LFB

Gamme de produit	Capacité de production
Lait pasteurisé	280.000 L/j
L'ben pasteurisé	20.000 L/j
Fromage fondu en portion et en barre	6 tonnes /j
Fromage type bloc et Edam en boule	2,8 tonnes /j
Boites de conserve de 200 gramme	5 tonnes /j

II.1.1. Organigramme de l'unité L.F.B



CHAPITRE III

Matériels et méthodes

III.1. Lieu et objectif du travail

Ce travail a été réalisé à l'intérieur du laboratoire de génie alimentaire au niveau de la faculté de technologie, Université de M'hamed Bougara Boumerdes, et également au niveau de la laiterie et fromagerie de Boudouaou.

Le but de ce travail est de fabriquer du fromage frais avec l'ajout de romarin et d'étudier les changements physiques et chimiques qui se produisent sur ce dernier.

III.2. Matériels et méthodes

III.2.1. Matériel biologique

Romarin :

La plante de romarin a été cueillie des hautes montagnes de Cap d'Jinet dans la wilaya de Boumerdes, elle a été lavée et nettoyée puis séchée dans un four à une température de 37°C jusqu'à ce qu'elle sèche bien, puis elle a été broyée avec un broyeur électrique.

Lait frais :

Du lait frais a été apporté d'une ferme d'élevage située dans la région de Cap d'Jinet, et a été filtré sur un tissu propre perméable, puis a été mis dans un bol et mis au congélateur jusqu'à utilisation.

Présure :

La présure travaille à coaguler le lait, c'est-à-dire à le convertir d'une forme liquide à une forme de gel cohésif.

Levains :

Comme nous n'avons pas trouvé le levain, nous l'avons remplacé par du yaourt nature car il contient les mêmes bactéries que l'on retrouve dans le levain, qui a son tour est un facteur important dans la fabrication du fromage frais.

Les bactéries nécessaires à la fabrication du fromage frais sont :

Staphylococcus. thermophilus :

S. thermophilus (**Fig 4**) est l'une des bactéries lactiques thermophiles, largement employée en tant que levain dans la fabrication de certains produits laitiers fermentés tel que le yaourt (en culture mixe avec *Lb. bulgaricus*) et les fromages à pâte cuite (en culture mixe avec *Lb. helveticus*), notamment la Mozzarella (**Hols et al . 2005 ; Delorme , 2008**). Elle est connue par une forte production d'arôme tel que l'acétaldéhyde, et par sa capacité de produire de l'acide folique et des exo polysaccharides (**Chaves et al . 2002 ; Delorme , 2008**) Cette espèce est caractérisée par l'utilisation du glucose seul à partir du lactose, ayant pour résultat des produits fermentés contenant du galactose résiduel (**Hols et al.2005**) .

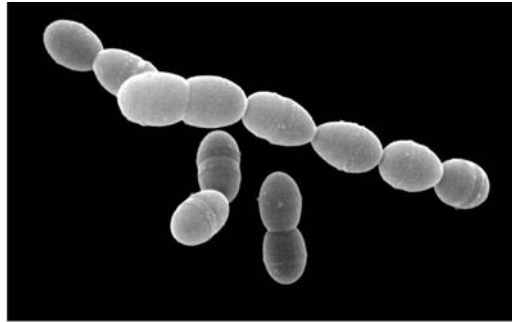


Figure 4 : Morphologie cellulaire de S.Thermophilus observée par microscopie électronique (DURSO ET HUTKINS, 2003)

Lactobacillusbulgaricus :

Lactobacillus delbrueckii subsp. **bulgaricus** est un micro-organisme du genre *Lactobacillus*. C'est un bacille gram positif. Sa découverte est due à l'étudiant bulgare de médecine Stamen Grigorov en 1905. (**Grigoroff, Stamen .1905**)

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus* (connu jusqu'en 2014 sous le nom de *Lactobacillus bulgaricus*) est l'une des plus de 200 espèces publiées dans le complexe du génome de *Lactobacillus* (LGC). (**Wittouck, et al, 2019-09-03**) et est la principale bactérie utilisée pour la production de yaourt. Il joue également un rôle crucial dans l'affinage de certains fromages. (**Stachelska, et al 2018**), ainsi que dans d'autres processus impliquant des produits naturellement fermentés. Il est défini comme une bactérie lactique homofermentaire car l'acide lactique est le seul produit final de sa digestion des glucides. Il est également considéré comme un probiotique. (**Chen, He; et al, 2017-12-30**).

C'est un bâtonnet gram positif qui peut paraître long et filamenteux. Il est immobile et ne forme pas de spores. Il est également non pathogène. Il est considéré comme acidurique ou acidophile, car il nécessite un pH bas (environ 5,4 à 4,6) pour se développer efficacement. De plus, il est anaérobie (**Hao, et al, 2011-01-17**). En se développant sur des produits laitiers crus, il crée et maintient l'environnement acide dont il a besoin pour prospérer via sa production d'acide lactique. De plus, il pousse de manière optimale à des températures de 40 à 44 °C dans des conditions anaérobies. Il a des besoins nutritionnels complexes qui varient selon l'environnement. Ceux-ci comprennent les glucides, les acides gras insaturés, les acides aminés et les vitamines.

Préparation de fromage frais

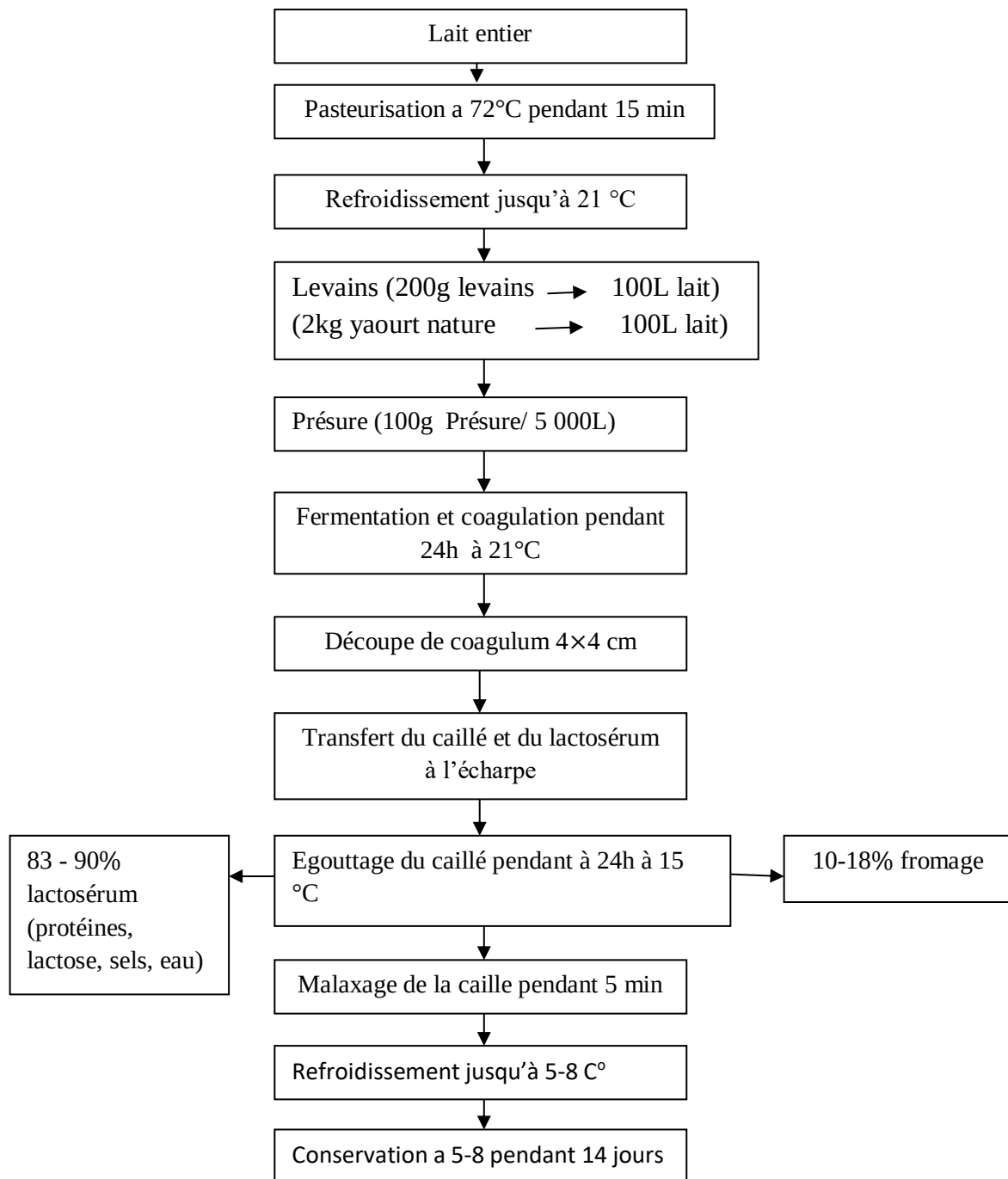


Figure 5: Schéma de préparation de fromage frais

III.3.1. Pasteurisation

La pasteurisation est un processus de aliments qui consiste à les chauffer à une température entre 62 et 88 °C durant une durée déterminée avant un refroidissement brusque, de manière à éliminer les micro-organismes pathogènes et réduire les autres de façon à éviter la prolifération de ceux qui restent.

a) Principe de la pasteurisation

Pour une pasteurisation efficace, les aliments doivent être chauffés entre 62 et 88 °C, 72°C dans notre cas, en milieu anaérobie. En deçà, les températures sont trop basses pour éliminer les micro-organismes ; au-dessus, elles risquent de dénaturer le produit et son goût.

Soumis à une forte chaleur durant une certaine durée, les bactéries et autres microbes pathogènes succombent massivement. On estime même que leurs populations seraient divisées par 100 000. Tous les germes ne sont malgré tout pas détruits. C'est pourquoi l'aliment est ensuite placé au frais (environ 4 °C) afin de limiter, voire de bloquer, la prolifération des micro-organismes encore vivants. Si cela permet de repousser la période de comestibilité d'un aliment, le chauffage peut aussi éliminer des bactéries utiles et détériorer certaines protéines et vitamines (Janlou, 2021)

III.3.2.Coagulation

Deux modalités sont en usage pour faire cailler le lait en fromagerie : l'acidification et l'addition de présure ; donnant lieu à deux types de caillé, soit le caillé acide et le caillé présure. Les propriétés et le comportement de chacun d'eux diffèrent sensiblement, si bien que leurs différences sont à la base de la technologie et des caractères des divers types de fromage(ABOUTAYEB, 2018)

Coagulation présure

En fromagerie, on fait appel davantage à la coagulation présure. Il s'agit, dans ce cas, d'ajouter au lait une enzyme qui a la propriété de coaguler le complexe caséine. Exprimé de façon sommaire, c'est le phénomène où le phosphocaséinate de calcium à l'état soluble dans le lait est transformé, sous l'action d'une enzyme coagulante, en phosphoparacaséinate de calcium, insoluble. Il importe de noter que le caillé présure n'est pas déminéralisé comme le caillé acide : c'est la différence fondamentale entre les deux. Le calcium en particulier, de même que le phosphore, jouent un rôle important dans le mécanisme de coagulation et demeurent des éléments constitutifs du gel de caséine. Cette situation lui attribue des propriétés particulières: il est compact, souple, élastique, imperméable et contractile. Ces caractères se répercutent

principalement au niveau de l'égouttage et du raffermissement du caillé et le rendent capable de supporter des interventions mécaniques au cours de la fabrication.(ABOUTAYEB, 2018)

Lactosérum

C'est la partie liquide résiduelle du lait caillé. Le lactosérum est un liquide jaune verdâtre composé d'environ 94 % d'eau, de sucre (lactose), de protéines et de très peu de matières grasses. L'industrie fromagère a longtemps été considérée comme un sous-produit volumineux. Une nouvelle technologie a permis en 2018 d'isoler ses principaux composants pour en extraire des composants très fins, comme la protéine de lactosérum. Ceux-ci sont incorporés dans la transformation des aliments.

Formulations

Nous avons prélevé 5 échantillons de fromage frais, chaque œil pesait 100 g

Échantillon 1 : nous l'avons laissé tel quel

Échantillon 2 : nous avons ajouté 0,5 g de romarin

Échantillon 3 : nous avons ajouté 1 g de romarin

Échantillon 4 : nous avons ajouté 1,5 g de romarin

Échantillon 5 : nous avons ajouté 2 g de romarin

Nous avons ajouté du romarin après avoir fabriqué du fromage frais et l'avons distillé à partir du lactosérum

III.4. Analyses physico-chimiques du fromage frais et fromage frais avec romarin

III.4.1. Détermination du pH (AFNOR, 1986)

Principe

La mesure du pH se fait directement en introduisant une électrode de pH-mètre (pH-mètre HANNA IH 8424) et une sonde de température dans l'échantillon à analyser.

Mode opératoire

Lire le pH directement sur un pH-mètre électronique.



Figure 6: Schéma de préparation de fromage frais (originale, 2022)

III.4.2.Détermination de l'extrait sec total « EST » (AFNOR, 1986)

Principe

Le principe de la méthode est le séchage par évaporation d'eau à 85°C. La matière sèche est exprimée en pourcentage massique.

Mode opératoire

À l'aide d'un dessiccateur, placez 0,2 à 0,5 g de fromage préparé sur du papier d'aluminium préposé et placez-le dans un appareil de dessiccation pour l'évaporation.

Expression des résultats

Lorsque l'appareil ne détecte aucune perte de poids, la détermination de la matière sèche est automatiquement arrêtée et le pourcentage en poids correspondant à l'échantillon analysé est lu directement sur l'écran.



Figure 7 : Appareil de mesure extraie sec (originale, 2022)

III.4.3.Détermination de la matière grasse (MG) (AFNOR, 1986)

Principe

Pour déterminer la teneur en matière grasse, la protéine du fromage est d'abord dissoute dans un mélange d'alcool iso amylique et d'acide sulfurique, puis la matière grasse est séparée par centrifugation dans un butyromètre à fromage, et enfin la lecture est effectuée sur ce dernier.

Mode opératoire

Après préparation de l'échantillon, on pèse 3 g dans un godet adapté muni d'un bouchon approprié et l'introduire dans la chambre du butyromètre puis on ferme le col par un bouchon. On ajoute l'acide sulfurique par l'ouverture de la tige jusqu'à l'immersion du fromage. Après avoir bouché l'ouverture, on place le butyromètre (le col en bas) dans un bain d'eau de température comprise entre 85°C et 90°C pendant 5 min. On agite énergiquement pendant 10 secondes. On répété l'opération de chauffage et agitation jusqu'à dissolution de tous les composants du fromage sauf la matière grasse. On retire le butyromètre du bain-marie et on agite puis on ajoute 1 ml de l'alcool iso-amylique et on complète par l'acide sulfurique (H_2SO_4) jusqu'à un volume de 35 ml et on centrifuge pendant 5 min.

Expression des résultats

La lecture se fait directement sur le butyromètre et la teneur en matière grasse est exprimée en pourcentage massique en g pour 100 grammes de fromage.

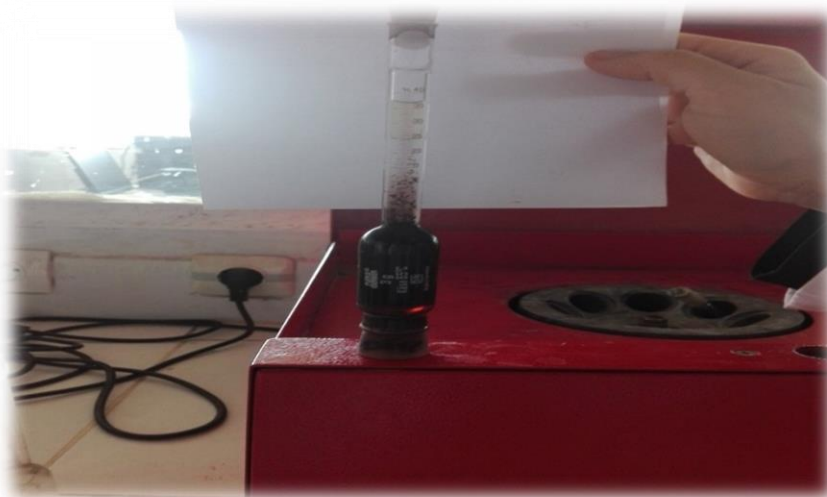


Figure 8 : mesure la matière Grass (originale, 2022)

III.5. Analyses microbiologiques du fromage frais et fromage frais avec romarin.

Coliformes totaux

Les coliformes totaux sont des bactéries de la famille des Enterobacteriaceae, qui comprennent des espèces bactériennes qui vivent dans les intestins des animaux à sang chaud, mais sont également présentes dans l'environnement général (sol, végétation et eau). Cette population bactérienne est utilisée comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau car elle contient des bactéries d'origine fécale comme *Escherichia coli* (*E. coli*) (CEAEQ, 2015a). Ce sont des anaérobies, aérobie ou facultatifs en forme de bâtonnets, avec des enzymes β -galactosidases qui libèrent des réactifs chromogéniques dans le milieu utilisé pour les reconnaître (Archibald, 2000; CEAEQ, 2015a; Edberg et al., 2000; Canada Ministry of Health, 2012; OMS, 2011). Les principaux genres bactériens inclus dans ce groupe sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia* (CEAEQ, 2015a; Santé Canada, 2012; OMS, 2011). La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé (Edberg et al. 2000; WHO, 2011), à l'exception de certaines souches d'*E. Coli* ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes.

Il est possible de procéder à l'identification des coliformes totaux de trois manières (APHA, AWWA et WEF, 2012; Santé Canada, 2012) :

- Méthode qualitative présence/absence;
- Filtration sur membrane (méthode quantitative);
- Fermentation en tubes (méthode semi-quantitative).

La méthode présence/absence et la filtration sur membrane (FM) avec un milieu de culture à substrats enzymatiques qui permettent la détection simultanée d'*E. Coli* et des coliformes totaux sont les plus employées actuellement.

Méthodes d'analyse

La méthode utilisée dans cette analyse est la fermentation en tube (méthode semi-quantitative). 25g de l'échantillon à étudier sont mis dans une solution EST. La solution est agitée pour donner une solution mère, puis 20 gouttes sont prélevées et placées dans une boîte de Pétri en milieu désoxycholate et incubée à 44 °C pendant 24h.

Interprétation et dénombrement

Pour leur dénombrement, nous avons utilisé deux boîtes de pétri, que nous présentons en bas 1 ml de dilution 10^{-3} par boîte, puis verser dans 13 ml de milieu à 0,1% de désoxycholate trop froid. Mélanger et mettre. Incuber à 37°C pendant 24 Heure.

Norme = 10 UFC/100 ml ou moins (≤ 10 UFC/100 ml)

Groupe hétérogène de bactéries rencontré dans l'environnement pouvant se trouver naturellement dans le sol ou la végétation. Leur présence dans l'eau potable n'indique généralement pas une contamination fécale ni un risque sanitaire, mais plutôt une dégradation de la qualité bactérienne de l'eau. Un résultat de 10 UFC/100 ml ou moins est considéré conforme, mais nécessite un suivi dans le temps afin de s'assurer qu'il ne s'agit pas d'une contamination en croissance. Une 2e analyse dans les mois suivants un résultat entre 1 et 10 est recommandée. (<https://h2lab.ca>).

Les moisissures et les levures

Les **moisissures** et les **levures** sont des champignons microscopiques (micromycètes). Ce sont des organismes eucaryotes constitués soit d'éléments unicellulaires, soit de filaments isolés ou agrégés et se reproduisent par l'intermédiaire de spores. <https://www.anses.fr>

Méthodes d'analyse

Les méthodes analytiques traditionnellement utilisées pour le dénombrement des levures et moisissures ont des délais d'obtention de résultats qui varient généralement de 5 à 7 jours qui sont placés en milieu de Sabouraud à température ambiante, les produits ne sont pas extraits et livrés avant 5 jours.

Les Germe Totaux

Germes totaux (ou flore totale) : Ils représentent l'ensemble des micro-organismes aérobies présents dans le produit, qu'ils soient utiles ou néfastes. Ils peuvent être issus de la microflore environnementale ou encore d'infections de l'animal. La teneur dans le lait est ainsi très variable d'un animal à l'autre et d'un jour à l'autre (<https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/coliformes-totaux>).

Méthodes d'analyse

Le milieu de culture recommandé pour la croissance des micro-organismes est le TSA (gélose trypticasesoy). L'incubation est réalisée à 30°C en conditions aérobies dans un milieu PCA pendant 3 jours (conditions optimales pour la croissance des spores d'origine humaine).

III.6. Test de dégustation

L'analyse sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel aux dégustateurs et à leur sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits. Aucun instrument ne peut reproduire ou remplacer la réaction humaine, ce qui fait que l'élément «évaluation sensorielle» de toute étude alimentaire est essentiel. L'analyse

sensorielle s'applique à toute une gamme de domaines comme le développement et l'amélioration des produits, le contrôle de la qualité, l'entreposage et le développement des processus.

II.6.1. Tests axés sur le consommateur

Quand on veut faire de vrais tests auprès des consommateurs, Un large échantillon aléatoire de personnes est sélectionné, représentatif des groupes cibles de consommateurs potentiels pour obtenir des informations sur leurs attitudes ou préférences. Les personnes retenues pour participer à ces tests de consommation ne sont ni expérimentées, ni choisies pour leur acuité sensorielle mais devraient être des consommateurs du produit. Pour ce type de test, on demande généralement 20 à 30 personnes, les résultats sont utilisés pour la prédiction grâce à l'analyse statistique des réponses par le test de Friedman.

III.7. Test de stabilité de l'étuve

Il s'agit de la vérification en laboratoire de la stabilité des produits. Ce test, réalisé selon les exigences de la NF V08-408 fait appel à des tests d'étuvage à 55°C et 37°C pendant 7 jours. A l'issue, le laboratoire s'assure que le produit ne présente pas de modifications d'aspect, de variation anormale de pH afin de s'assurer qu'aucun développement microbien n'a eu lieu dans le produit **(M.boyer, 2016)**.

IV. 1. Les analyses physicochimiques

Le tableau ci-dessous représente les résultats des analyses physico-chimiques du lait de Vache étudiée.

Tableau 6 : Paramètres physico-chimiques du lait de vache

Paramètres	Espèces	Lait de vache
pH		6,58±0,21
Acidité D°		16,6±0,14
Protéines (g/l)		34,2±0,63
Matières grasse (g/l)		32,7±0,00

Les répétitions (n=2)

IV.1.1. Le pH

Le pH moyen du lait était de $6,58 \pm 0,21$ (tableau 1). Selon **Alai (1984)**, ce dernier tourne autour de 6,45-6,8. La valeur du lait étudié est et cette fourchette et concorde avec les données de la FAO (1995)

Le pH n'est pas une valeur fixe et peut varier en fonction du cycle de lactation et la ration alimentaire, si le pH est inférieur à la normale, cela indique généralement une acidification, due à un stockage inadapté (**Diao, 2000**).

IV.1.2. L'Acidité

L'acidité du lait de vache est de 16,8 D selon **Siboukeur (2007)**. Le résultat que nous avons obtenu est de 16,6 ; nous en concluons que le lait que nous avons utilisé est de bonne qualité.

L'acidité du lait peut être un indicateur de la qualité du lait au moment de la livraison, parce qu'elle permet d'évaluer la quantité d'acide produite par les bactéries (**Joffin, 1999**). Selon **Aggad et al. (2009)**, **Kuneba (2007)**, L'acidité peut être liée au climat, Stade de lactation, saison, gestion de l'élevage, notamment l'alimentation et la consommation d'eau.

IV.1.3 Teneur en protéines

La valeur moyenne enregistrée pour notre échantillon de lait de vache est de 34,2 (g/L). La valeur est proche de celle du lait de vache qui est de 33,3 g/L selon **Siboukeur (2007)**.

IV.1.4. Teneur en matières grasses

Le résultat obtenu montre que le lait de vache est riche en matières grasses 32,7 (g/L) qui est proche de la valeur 30 (g/L) selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (1995).

IV.2. Fabrication de fromage frais et de fromage frais au romarin.

IV.2.1.Caractérisation physique et chimique du fromage frais et du fromage frais au romarin.

Le tableau suivant présente les valeurs de pH, d'extrait sec total (matière sèche) et de matière grasse pour des échantillons de fromage frais et de fromage frais au romarin.

Tableau 7: Résultats des analyses physico-chimiques du fromage frais et du fromage frais au romarin.

échantillons analyse physique		Fromage Frais	Fromage Frais avec 0,5gromarin	Fromage Frais avec 1gromarin	Fromage Frais avec 1,5gromarin	Fromage Frais avec 2gromarin
pH	pH1	6,270	6,380	6,360	6,210	6,080
	pH2	6,250	6,380	6,370	6,200	6,070
	Moyenne	6,2±0,014	6,4±0,0	6,4±0,007	6,2±0,007	6,1±0,007
matières grasses (%)	MG1	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
	MG2	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
	Moyenne	15,00±0,00	15,00±0,0 0	15,00±0,00	15,00±0,00	15,00±0,00
matière sèche (%)	MS1	28,66	25,06	29,92	28,75	30,22
	MS2	29,39	27,23	32,92	27,87	27,37
	Moyenne	27,0±0,5	28,2±1,5	29,4±2,1	30,3±0,6	32,8±2,1

IV.2.1.Etude de l'effet du pH du fromage frais après ajout de romarin

La valeur moyenne du pH des échantillons de fromage auxquels du romarin a été ajouté est de $6,2 \pm 0,13$ (**tableau 7**).

Il est proche du pH trouvé par **Bensmaïle et al (2013)** 6,28 pour le fromage frais préparé avec du lait reconstitué et de la présure commerciale.

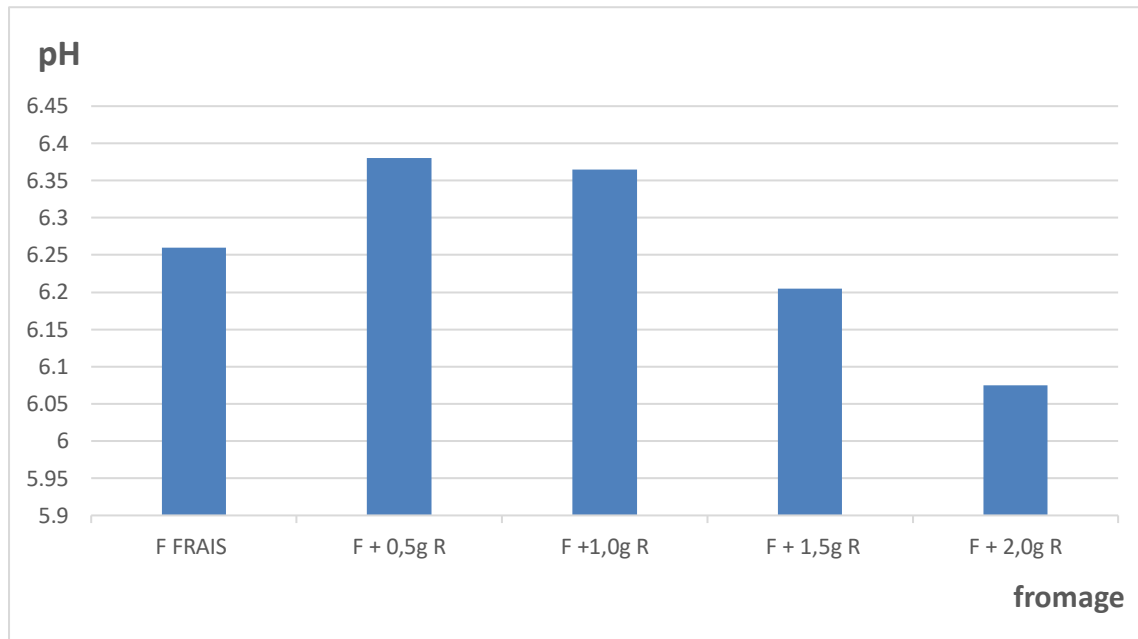


Figure 9 : Comparaison des pH entre les échantillons avec et sans romarin

Les échantillons de fromage étudiés se distinguent par une légère acidité. C'est ce que nous avons conclu à travers notre étude du graphe représenté par les histogrammes.

Nous avons observé que la modification de la concentration de romarin ajouté au fromage frais n'affectait pas le pH. Par conséquent, nous avons conclu que les changements d'acidité du fromage n'étaient pas associés à des changements de concentration de romarin. Il existe d'autres facteurs qui peuvent affecter les changements de pH dans le fromage.

IV.2. Etude de l'évolution des matières grasses après ajout de romarin au fromage frais :

Nous notons à travers le **(tableau 7)** que le pourcentage de matières grasses dans le fromage frais est constant et nous concluons donc que la couronne de romarin ne contient pas de substance grasse et n'affecte en rien celle du fromage frais.

Et ce résultat était très cohérent avec le résultat que nous avons obtenu dans le lait frais, qui était de 3,3 % de matières grasses

100% de lait → 10-18 % de fromage frais

IV.2.2. Etude de l'évolution de la matière sèche après ajout de romarin au fromage frais

La valeur moyenne de la matière sèche des échantillons de fromage auxquels du romarin a été ajouté était de $29,53 \pm 2,403$ (tableau 7).

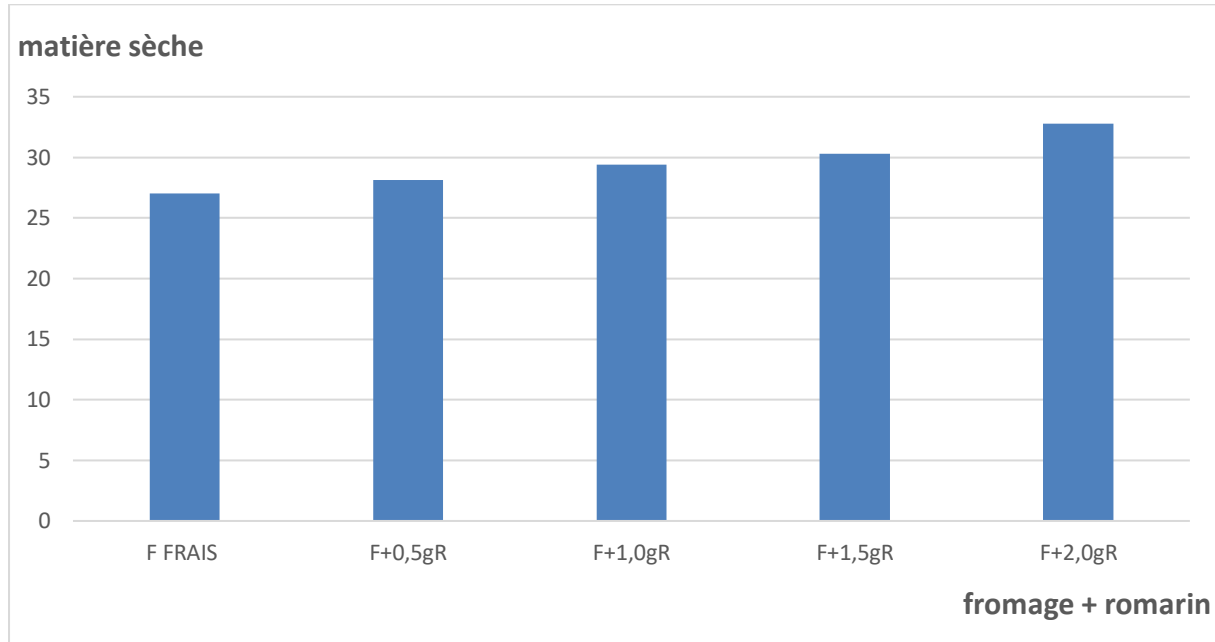


Figure 10 : Comparaison du taux de matière sèche dans les fromages avec et sans romarin

Les échantillons de fromage étudiés se caractérisent par une légère variation du pourcentage de matière sèche. C'est ce que nous avons trouvé à travers notre étude du graphe représenté par les histogrammes. Par conséquent, nous avons conclu que les changements de pourcentage de matière sèche étaient liés aux changements de concentration de romarin.

IV.3 Analyse Microbiologique

L'analyse microbiologique a pour but de vérifier la qualité hygiénique des aliments.

Tableau 8: Analyses microbiologiques du fromage frais avec et sans Romarin

Germe recherché		Germe Totaux	Coliformes fécaux	Levures et Moisissures
Produit analysée				
Fromage Frais	Fromage Frais	276×10	Absence	Absence
Fromage frais Avec Romarin	+0,5g de romarins	40×10	Absence	Absence
	+01g de romarins	58×10	Absence	Absence
	+1,5g de romarins	80×10	Absence	Absence
	02g de romarins	92×10	Absence	Absence

Comme nous le constatons, les fromages élaborés ne contiennent pas de germes pathogènes, ni de levures et moisissures, mais contiennent une flore mésophile qui est de plus en plus importante avec l'augmentation du taux de romarin, ce qui conduit à penser qu'elle est apportée par lui.

Mais le taux élevé dans le fromage frais sans ajout ne peut s'expliquer que par un mauvais traitement thermique de départ ou une contamination au cours de la préparation.

IV.4 Test d'étuve

Le test de stabilité est utilisé pour surveiller le développement des bactéries, de levures ou moisissures pour les fromages additionné de romarin destiné à être conservé à 6C°. Le produit doit être conditionné dans un emballage spécial et stocké dans des conditions hygiéniques après fabrication, ce test permet d'évaluer la stabilité des produits fabriqués, la DLC (la date limite de d'utilisation) et les possibilités de traitements ultérieurs.

Déroulement du test

Les 5 échantillons (un échantillon de fromage frais + 4 échantillons de fromage frais additionnés de romarin) sont mis dans une étuve à une température 35 C° pendant cinq jours entiers et les différentes modifications sont notés (la modification sensorielle : couleur, odeur et moisissures).Les résultats ci-dessous résument cette évolution.

Chapitre IV : Résultats et discussions

	Fromage frais	Fromage frais+0,5romarin	Fromage frais+1romarin	Fromage frais+1,5romarin	Fromage frais+2romarin
Jour 1					
Jour 2					
Jour 3					
Jour 4					
Jour 5					

Figure 11 : Test de vieillissement accéléré

Tableau 9 : Changements observés après test à l'étuve

Différents changements		
Date (par jour)	Organoleptique	moisissures
1	-	-
2	-	-
3	+	+
4	+	+
5	+	+

Observation

Nous avons remarqué des changements dans les échantillons à partir du troisième jour. Où nous avons noté l'apparition de taches noires sur les échantillons ; la taille des taches augmentait à mesure que la concentration de romarin augmentait dans le fromage frais. Nous concluons que le romarin n'a pas prolongé la durée de conservation du fromage, mais a plutôt contribué à augmenter le taux de moisissures, surtout que le fromage frais est riche en humidité et en nutriments.

Nous avons utilisé la chaleur lors du séchage pour expulser l'humidité du romarin, car les microbes qui causent la détérioration des aliments ont besoin d'humidité pour se développer. Lorsque les aliments sont séchés au point où ils perdent la majeure partie de l'eau qu'ils contiennent, les micro-organismes ne peuvent pas s'y développer mais restent tout de même vivantes.

Ce test accéléré confirme l'analyse microbiologique initiale.

IV.5 Résultats du test de dégustation

Le test de dégustation préparé, a été réalisé sur un panel de dégustateurs non entraînés au nombre de 19, le support utilisé étant la fiche de dégustation suivante. Les résultats des notations et des classements se trouvent dans des tableaux récapitulatifs.

Fiche de Dégustation

Individu N° :

Age :

Sexe (Homme- Femme-Enfant) :

	A	B	C	D	E
Apparence (المظهر الخارجي)					
Odeur (الرائحة)					
Goût (الذوق)					
Amertume (المرارة)					

L'échelle :

[1] Très mauvaise سيئة جدا

[3] Mauvaise سيئة

[5] Moyenne متوسطة

[7] Bonne جيدة

[10] Très bonne جيدة جدا

MERCI.

Figure: Fiche de dégustation.

Tableau 10: Tableau des Scores des panélistes.

	Apparence					Odeur					Goût					Amertume				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	1 0	1 0	1 0	1 0	9	9	1 0	1 0	1 0	1 0	9	9	9	1 0	9	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0
2	7	7	7	7	7	7	1 0	1 0	1 0	1 0	7	9	6	6	5	7	7	5	5	5
3	1 0	7	5	1 0	5	7	7	5	1 0	5	1 0	7	7	1 0	7	1 0	7	7	1 0	7
4	5	1 0	1 0	1 0	7	7	7	7	7	3	7	1 0	1 0	7	5	7	1 0	7	5	3
5	7	7	7	7	7	1 0	7	7	5	3	1 0	7	5	3	1	7	7	5	5	1
6	1 0	1 0	1 0	7	7	7	1 0	1 0	7	7	7	7	7	7	5	1 0	1 0	7	1 0	1 0
7	1 0	1 0	1 0	7	1 0	1 0	7	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	7	1 0	7	1 0	7
8	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	7	7	7	7	7	1 0	1 0	1 0	1 0	5	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0
9	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	7	7	7	1 0	1 0	7	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0
10	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	9	9	1 0	9	8	6	5	1 0	8	8	9	9
11	1 0	1 0	1 0	1 0	8	9	8	9	7	8	8	8	1 0	7	7	1 0	7	9	6	4
12	8	8	8	8	7	8	9	9	9	8	8	8	9	9	7	7	7	8	8	7
13	1 0	7	7	8	5	1 0	1 0	1 0	1 0	6	7	7	9	9	6	1 0	1 0	1 0	1 0	7
14	7	1 0	7	7	3	7	1 0	1 0	3	7	1 0	7	3	1	1	7	7	7	3	3
15	8	1 0	9	9	8	1 0	1 0	9	8	8	7	9	8	9	7	6	7	5	7	7
16	1 0	9	9	9	8	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	9	9	8	1 0	5	7	7	8	1 0	5
17	7	1 0	7	1 0	1 0	7	1 0	7	7	7	5	5	5	7	5	5	5	7	1 0	5
18	8	8	8	7	7	7	8	7	8	8	8	9	8	7	7	5	7	6	6	6
19	8	8	8	8	8	9	9	9	1 0	1 0	9	1 0	8	7	8	1 0	7	8	7	9

Tableau 11: Tableau des classements.

	Apparence					Odeur					Goût					Amertume				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	2,5	2,5	2,5	2,5	5	5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	3,5	1	3,5	3	3	3	3	3
2	3	3	3	3	3	5	2,5	2,5	2,5	2,5	2	1	3,5	3,5	5	1,5	1,5	4	4	4
3	1,5	3	4,5	1,5	4,5	2,5	2,5	4,5	1	4,5	1,5	4	4	1,5	4	1,5	4	4	1,5	4
4	5	2	2	2	4	2,5	2,5	2,5	2,5	5	3,5	1,5	1,5	3,5	5	2,5	1	2,5	4	5
5	3	3	3	3	3	1	2,5	2,5	4	5	1	2	3	4	5	1,5	1,5	3,5	3,5	5
6	2	2	2	4,5	4,5	4	1,5	1,5	4	4	2,5	2,5	2,5	2,5	5	2,5	2,5	5	2,5	2,5
7	2,5	2,5	2,5	5	2,5	2,5	5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	3	4	1,5	4	1,5	4
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,5	2,5	2,5	2,5	5	3	3	3	3	3
9	3	3	3	3	3	4	4	4	1,5	1,5	5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	3
10	3	3	3	3	3	2	2	2	4,5	4,5	1	2	3	4	5	1	4,5	4,5	2,5	2,5
11	2,5	2,5	2,5	2,5	5	1,5	3,5	1,5	5	3,5	2,5	2,5	1	4,5	4,5	1	3	2	4	5
12	2,5	2,5	2,5	2,5	5	4,5	2	2	2	4,5	3,5	3,5	1,5	1,5	5	4	4	1,5	1,5	4
13	1	3,5	3,5	2	5	2,5	2,5	2,5	2,5	5	3,5	3,5	1,5	1,5	5	2,5	2,5	2,5	2,5	5
14	3	1	3	3	5	3,5	1,5	1,5	5	3,5	1	2	3	4,5	4,5	2	2	2	4,5	4,5
15	4,5	1	2,5	2,5	4,5	1,5	1,5	3	4,5	4,5	4,5	1,5	3	1,5	4,5	4	2	5	2	2
16	1	3	3	3	5	3	3	3	3	3	2,5	2,5	4	1	5	3,5	3,5	2	1	5
17	4,5	2	4,5	2	2	3,5	1	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	1	3,5	4	4	2	1	4
18	2	2	2	4,5	4,5	4,5	2	4,5	2	2	2,5	1	2,5	4,5	4,5	5	1	3	3	3
19	3	3	3	3	3	4	4	4	1,5	1,5	2	1	3,5	5	3,5	1	4,5	3	4,5	2
R	52,5	47,5	55	55,5	74,5	60	49	53	57	66	51	45,5	52,5	53	83	50,5	52	59,5	52,5	70,5
R ²	2756,25	2256,25	3025	3080,25	5550,25	3600	2401	2809	3249	4356	2601	2070,25	2756,25	2809	6889	2550,25	2704	3540,25	2756,25	4970,25

IV.5.1 Test de Friedman

Le test a porté sur les critères (apparence, odeur, goût, amertume) et 5 produits.

Pour l'interprétation des résultats, nous avons utilisé le test de Friedman basé sur le calcul de critère de Friedman qui sera comparé au critère théorique :

$$F = \frac{12}{n \cdot p \cdot (p+1)} [R_1^2 + R_2^2 + R_3^2 + \dots + R_p^2] - 3 \cdot n \cdot (p+1)$$

Avec :

F: facture de Friedman calculé

n: nombre des sujets (dégustations)

P : nombre de produit

R₁, R₂, R₃, R₄ : Somme des rangs calculés à partir des scores donnés aux produit par n sujets

La valeur de F doit être comparé à L qui est la statistique du test (valeur théorique). L : est lue sur la table de χ^2 à un degré de liberté de (5-1) et une probabilité de 5%.

SI $F < L$: les produit sont perçus comme étant significativement identiques.

SI $F > L$: les produit sont perçus comme étant significativement différents

Quand $F > L$, on poursuit les calculs par la comparaison entre les couple d'échantillons pour déterminer qui sont différents entre eux. Pour cela on effectue un test de comparaison multiple des sommes des rangs, la plus petite différence significative est égale à :

$$\sigma = z * \sqrt{n * p(p + 1)/6}$$

Avec Z la valeur lue dans la table gaussienne sur la base de la valeur de $1-\alpha$, ce dernier est calculé comme suit :

$$\alpha = \frac{2 * \alpha}{p * (p - 1)}$$

Si $|R_i - R_j| > \sigma$ les produits i et j sont perçus comme étant significativement différents.

Si $|R_i - R_j| < \sigma$ les produits i et j sont perçus comme étant significativement identiques.

Tableau 12: Tableau des paramètres p, n et L pour notre essai

Nombre de produits « p »	Nombre de sujet « n »	« L » lue sur la table χ^2
5	19	9,94

Résultats

Les résultats des classements des différents échantillons étudiés ainsi que la somme des rangs par produit de l'ensemble des sujets ont été déterminés et présentés comme suit :

Tableau 13 : Résultats des sommes des rangs et leur carré par produit et par critère

	Apparence					Odeur				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
R	52,5	47,5	55	55,5	74,5	60	49	53	57	66
R ²	2756,25	2256,25	3025	3080,25	5550,25	3600	2401	2809	3249	4356

goût					Amertume				
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
51	45,5	52,5	53	83	50,5	52	59,5	52,5	70,5
2601	2070,25	2756,25	2809	6889	2550,25	2704	3540,25	2756,25	4970,25

Le produit le mieux apprécié sera celui avec la somme des rangs la plus petite, ainsi pour les différents critères ça sera comme suit :

- Apparence :(B)
- Odeur :(B)
- Goût :(B)
- Amertume :(A)

Tableau 14: Paramètres statistiques pour le test de Friedman

Critères paramètres	Apparence	Odeur	goût	Amertume
F	8,905	3,578	18,536	5,810
L	9,94			
α	0,05			
σ	0,5			
Z	2,57			
δ	25,049			

Critère apparence, odeur , amertume

$$F_{\text{calc}}=8,90$$

$$F_{\text{calc}} < L_{\text{thé}}$$

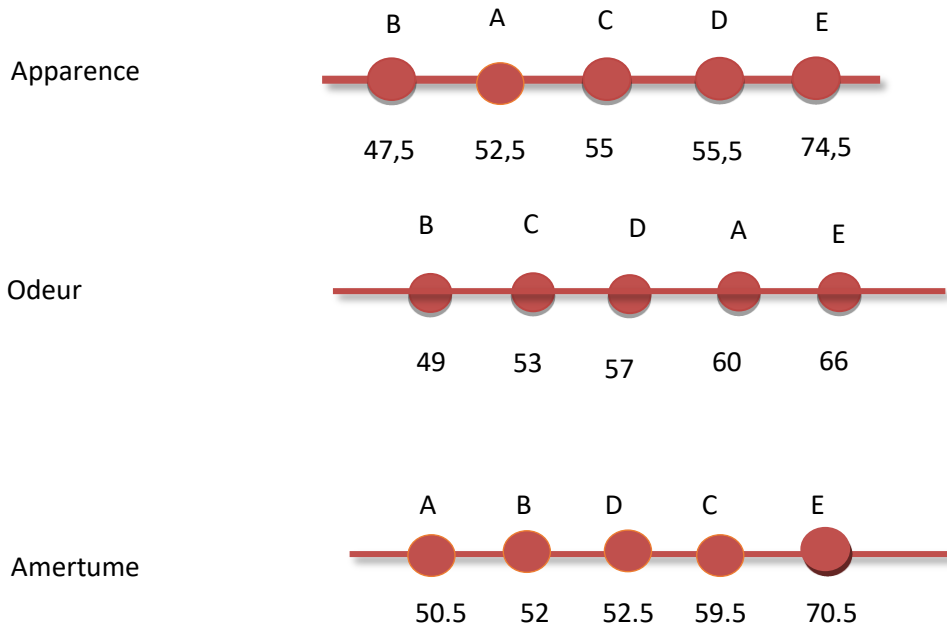
$$F_{\text{calc}}=3,57$$

$$F_{\text{calc}} < L_{\text{thé}}$$

$$F_{\text{calc}}=5,81$$

$$F_{\text{calc}} < L_{\text{thé}}$$

Pour les critères apparence, odeur, amertume : les produits ont été significativement identiques



Critère goût

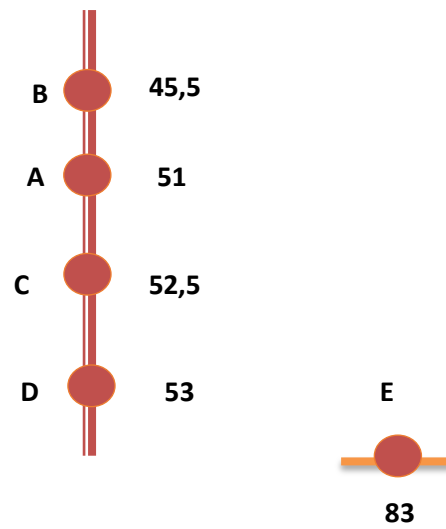
$$F_{\text{calc}}=18,53$$

$$F > L_{\text{thé}}$$

Pour le critère goût, $F > L_{\text{thé}}$ ça implique que les produits sont perçus comme étant significativement différents, pour cela on effectue un test de comparaison multiple des sommes des rangs.

Tableau 15: Résultats de la comparaison des formulations pour le critère « goût »

$ R_i - R_{jt} $	valeur	Par rapport à L	Remarque
$ R_A - R_B $	5,5	<	Significativement identiques
$ R_A - R_C $	1,5	<	Significativement identiques
$ R_A - R_D $	2	<	Significativement identiques
$ R_A - R_E $	32	>	Significativement différents
$ R_B - R_C $	7,5	<	Significativement identiques
$ R_B - R_D $	8	<	Significativement identiques
$ R_B - R_E $	38	>	Significativement différents
$ R_C - R_D $	0,5	<	Significativement identiques
$ R_C - R_E $	30,5	>	Significativement différents
$ R_D - R_E $	30	>	Significativement différents



De cette étude statistique il ressort ce qui suit :

- Le produit préféré par le panel c'est le « B » (0,5 %Romarin), juste après vient le fromage sans additifs.

Conclusion générale

Grâce à sa haute qualité nutritionnelle, sous forme de concentré de protéines, le fromage frais peut améliorer et compléter l'alimentation humaine, il est considéré comme l'un des produits fermentés les plus consommés au monde ;

C'est un élément important de l'alimentation humaine car il est riche en protéines, en minéraux et surtout en Calcium.

Dans le cadre de l'amélioration de sa valeur nutritionnelle, il a été suggéré d'ajouter du romarin aux fromages frais pour évaluer ses effets antibactériens, antioxydants et aromatiques.

C'est une plante traditionnellement comestible aux propriétés biologiques intéressantes qui la rendent intéressante dans divers domaines, notamment en cuisine.

De cette recherche, nous avons pu tirer les conclusions suivantes :

Le lait de vache utilisé est de bonne qualité microbiologique, tous les résultats le concernant sont conformes aux normes.

L'analyse physique et chimique du fromage frais montre qu'il est riche en matières grasses (15%). ce résultat ne change pas avec l'ajout de romarin.

Alors que les valeurs de matière sèche changent avec le changement des concentrations de romarin ajouté, ainsi que le pH change, mais le romarin n'a rien à voir avec son changement, mais il existe d'autres facteurs qui contrôlent son changement.

L'ajout de romarin dans notre cas n'a pas prolongé la durée de conservation du produit, au contraire il a été un facteur accélérant sa dégradation, et ceci est probablement dû à la flore microbienne supplémentaire qu'il a apportée avec lui, et l'insuffisance de temps pour que ces produits actifs diffusent et donnent leurs bénéfices.

Le test de dégustation a conclu que les panélistes ont eu une préférence pour le produit contenant 0,5% de romarin, et qu'ils acceptent facilement son goût.

Références Bibliographiques

- ABI AZAR R. (2007).**Complication des protéines laitières par les extraits de gousses Vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus. Thèse de Doctorat. Agroparistech.197
- ABOUTAYEB, R. (2018, 12 Mercredi).***scientecal*. <https://scientecal.com/cours/technologie-de-fabrication-du-fromage>
- AFANOR. (1986).** Association française de normalisation recueil des normes Français, contrôle de la qualité des produits laitiers.3ème édition.647-651 PP.
- ALBERT.Y. LEUNG, STEVEN FOSTER, (1996)** Encyclopedia of Common Naturel Ingradients Used In Foods, Drugs, And Cosmetics, 2ème édition, , Awrley- interscience publication, P 445.
- ANDRE ECK ET AL, 1997.** André Eck, Jean-Claude Gillis. 1997. Le fromage, 3ème édition, technique et documentation. Lavoisier, Paris
- APHA, AWWA et WEF (2012).** Standard methods for the examination of water and wastewater. 22e edition. American Public Health Association, American Water Works Association et Water Environment Federation.
- ARCHIBALD, F (2000).** The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems – a cause for concern? Water Qual Res J. Canada, 35:1-22.
- ARSLAN D. AND MUSA OZCAN M. (2007).** Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosmary leaves. Energy Conversion and Management.
- BEKKARAA., F., Bousmaha, L., Taleb bendiab, S.A., Boti, J.B., Casanova J. (2007)** Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L poussant à l'état spontané
- BELLAKHDAR, J. (1997)** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ibis Press (Ed). Paris, 764
- BELOUED, A.(1998).**Plantes médicinales d'Algérie. 2ème Edition. Office des publications Universitaires (Ed). Alger, 274p.
- BENISTON (1984).** Fleurs d'Algérie« *Rosmarinus officinalis* ».E.N.L.Alger. p 47.
- BOUDY P., (1948).** Economie forestière Nord-africain, Tome I : Milieu physique et milieu humain. Paris Ve, Edition Larose, p 125-216.
- BOYERM.. (2016, NOVEMBRE 6).***vigilab*. Récupéré sur <https://www.vigilab.com>
- CEAEQ (2015a).** Recherche et dénombrement simultané des coliformes fécaux et d'*Escherichia coli* dans l'eau potable avec le milieu de culture MI; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.
- CHAPUT, J. (2021).** *FUTURA SANTE*. <https://www.futura-sciences.com/>

- CHAVES A.C. ,fernandez M. , Lerayer A.L. , Mierau L. , Kleerebezem M. , &Hugenholtz J. , 2002 :** Metabolic engineering of acetaldehyde production by *Streptococcus thermophilus* . *Applied Environmental Microbiology* .68 : 5656 5662 .
- CODEX ALIMENTARIUS, (2006).** Codex General Standard for Cheese: CODEX STAN A-6-1978. 26th Session FAO/WHO Food Standards Programme.
- DEANS et al.,** Chimi cal Composition, Antibactéri al, and Antioxi dative Activity of Laurel, Sage, rosmar y, Oregano and Coriander Essential Oils. *J. Essent. Oil Res.* 1998, 10, P 618
- DELORME C. , 2008 :** Safety assessment of dairy microorganisms : *Streptococcus thermophilus* . *International Journal of Food Microbiology* .126 : 274-277
- DURSO L. ,&Hutkins R. , 2003 :** Starter cultures . University of Nebraska , Lincoln , NE , USA . Elsevier Science Ltd. pp : 5583-5593
- ECK .A. (1987).** Le fromage. 2ème édition. Technique et documentation. Lavoisier, paris 390p
- ELOUTSSINOUREDDINE, (2004)** Elaboration de procedes biotchnologiques pour la valorisation du Romarin (*Rosmarinus officinalis*) Marocain), mémoire pour l'obtention du doctorat des sciences en Biologie, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, P12.
- FAO (1995).** Lait et produit laitiers dans la nutrition humaine, www.fao.org
- FAVRE R., MAGNOPLAY P., BLANE A., MEILLAND E., SORIANO J., VACHEROT M. ET VIARE J. (1981).** Apha flore, Encyclopédie des plantes; les plantes vivaces : Médicinales et aquatiques, volume 4; Importance et classement des végétaux. Editions grammont S.A.; Paris.
- FORMATICUS. (2018, 01 28).** Récupéré sur <https://www.restaurant-formaticus.fr/connaissiez-8-familles-de-fromages/>
- FROUHAT ZOULIKHA ET LAHCINI BASMA,(2013)** Lutte biologique par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*, mémoire pour l'obtention du diplôme de master académique en biochimie appliquée, universite kasdimerbah –ouargla, p4, 5,6.
- GELAIS D., TIRARD – COLLET P. (2002).** Fromage, in : Vignola C.L, 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. Presse internationale polytechnique, Montréal (Canada).
- GONZALEZ-TRUJANO, M.E.,** Pena, E.I., Martinez, A.L., Moreno, J., Guevara Fefer, P., Deciga- Campos, M., Lopez-Munoz, F.J. (2007) Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. *J Ethnopharmacol.* 111: 476-482.
- GREGORY C., (1988).** Encyclopédia Universalis, Aolto Anabaptisme, Corpus 1, France S.A.
- GRIGOROFF, Stamen** Étude sur un [lait fermenté](#) comestible. Le “[Kissélomléko](#)” de Bulgarie. *Revue Médicale de la Suisse Romande*. Genève. Georg & G., Libraires-Éditeurs. Librairie de L'Université. 1905
- HAO, Pei; Zheng, Huajun; Yu, Yao; Ding, Guohui; Gu, Wenyi; Chen, Shuting; Yu, Zhonghao; Ren, Shuangxi; Oda, Munehiro; Konno, Tomonobu; Wang, Shengyue (2011-01-17).** Ahmed, Niyaz (ed.). ["Complete Sequencing and Pan-Genomic Analysis](#)

[*of Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus Reveal Its Genetic Basis for Industrial Yogurt Production*](#) . PLOS ONE . 6 (1): e15964. [Bibcode : 2011PLoSO...615964H](#) . [doi : 10.1371/journal.pone.0015964](#) . [ISSN 1932-6203](#) . [PMC 3022021](#) . [PMID 21264216](#) .

HOLS P. , Hancy F. , Fontaine L. , Grossiord B. , Prozzi D. , Leblond - Bourget N. , Decaris B. , Blotin A. , Delorme C. , Dusko Ehrlich S. , Guedon E. , Monnet V. , Renault P. , & Kleerebezem M. , 2005 : new insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus thermophilus* revealed by comparative genomics . FEMS Microbiology Reviews .29 : 435-463 .

JEANTET ROMAIN, THOMAS CROGUENNEC, PIERRE BRULE. (2007).Science Des Aliments : Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits. 2 : 12, 15 Tec & Doc Lavoisier. Londres-Paris New York. L.). Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia, 32,203–221pp

KATZ. H et WEAVER W.W. (2003). Encyclopedia of food and culture. Volume 1: Acceptance to food politics. Charles Scribner's Sons. New York, 718p.

KOUBISSI H. (2002). Dictionnaire des herbes et des plantes médicinales. Édition Daar el kooub el Elmia Bierut, Liban, 82.

LAUREL (1998), Sage, rosemary, Oregano and Coriander Essential Oils. J. Essent. Oil Res., 10, P 618.

LECLERC L. (1877). Traduction du 'traité des simples' de Ibn El Beithar. Notices extraites Des manuscrits de la Bibliothèque Nationale Publié par l'Institut National de France. Imprimerie Nationale (Paris), tome 23.53-54, 230-231. & 244-245.

LUQUET, F., (1990). Lait et produits laitiers (vache, chèvre, brebis): transformation et technologie. Techniques et documentation Lavoisier. Paris, 41-65.

MAHAUT M. (2003). Initiation à la technologie fromagerie techniques et documentation- Lavoisier, Paris, 194p

MANZOOR Ahmad Shah, SHABIR Ahmad Mir, MOHD Amir Paray. Plant proteases as milk-clotting enzymes in cheesemaking: a review. *Dairy Science & Technology*. 2014. 94(1), pp. 5-16. DOI 10.1007/s13594-013-0144-3

MED- Checklist. Edition W. Greuter. H. M. Burdet 1986- Volume: 3; P 2316.

MICHAYLOVA M, Minkova S, Kimura K, Sasaki T, Isawa K (April 2007). "[Isolation and characterization of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* from plants in Bulgaria](#)". *FEMS Microbiology Letters*. **269** (1): 160–9. [doi:10.1111/j.1574-6968.2007.00631.x](#). [PMID 17257163](#).

MURE-RAVAUD, B. (2020). <https://laboxfromage.fr/blog/presure-fromage>

MUZON OZCAN. Antioxydant Activity of Rosemary, (1999), 50(50), P: 355.

O.P.U. NT. WS. BENSTON, *Fleurs algériennes*. P 54.

PARIS et al. (1993), effect of Carnosolic Acid Products, , Vol 56, N°8, P 1426.

- PIOZZIF.** (1996), J. Phytochemistry Vol : 6, 146
- PIOZZIF.**(1994), J. Phytochemistry, , Vol : 3, P 125
- PRADAL. M. (2012).** La transformation fromagère caprine fermière: Bien fabriquer Pour mieux valoriser ses fromages de chèvre. Lavoisier, 295p.
- QUEZEL ET SANTA, (1963),** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales Tome II. C.N.R.Sc. Paris.pp.781-783-793.
- RAMET (1997).** Les agents des transformations du lait. In : le fromage. Edi. Lavoisier, Paris (France)
- SANON E., (1992)-**Arbre et arbrisseaux en Algérie O.P.U. Ben Aknoun.Algerie N°686 Alger. 121p.
- SCHOOL of Food and Biological Engineering, Shaanxi University of Science and Technology Xi'an, China; Shaanxi Heshi Dairy, China; Chen, He; Huang, Jie; Shi, Xiaoyu; Li, Yichao; Liu, Yu (2017-12-30).** ["Effects of six substances on the growth and freeze-drying of Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus \[pdf\]"](#). *ActaScientiarumPolonorumTechnologiaAlimentaria*. **16** (4): 403–412. [doi:10.17306/J.AFS.2017.0512](#).
- SCHWARZ K. AND TERNES W. (1992),** *Isolation and Formation of Other Phenolic Diterpens*, Z, Lebensonunterfrsch, Vol195, P 99.
- SCOTT .R. RICHARD .K.R. WILBEY .A. (1998).** Cheese making practice. 3rd Edition. Springer, 449 p
- STACHELSKA, Milena Alicja; Foligni, Roberta (2018).** ["Development of a time-effective and highly specific quantitative real-time polymerase chain reaction assay for the identification of Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus and Streptococcus thermophilus in artisanal raw cow's milk cheese"](#). *ActaVeterinaria Brno*. **87** (3): 301–308. [doi:10.2754/avb201887030301](#). [ISSN 0001-7213](#).
- STREFELER, M. (2021).**<https://www.alimentarium.org/fr>
- TEUSCHER, E., ANTON, R. , ET LOBSTEIN, A, 2005.** Plantes aromatique.les éditions Tec & Doc-Lavoisier, paris, 560 p.
- VEISSEYRE, R. (1975).** Technologie du lait. Technologie du lait. Paris: La Maison rustique, 505_506p
- WHO (2011).** Guidelines for drinking-water quality, Thirdeditionincorporating the first and second addenda, volume 1, Recommendations. Repéré à http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204411/1/9789241547611_eng.pdf?...
- WITTOUCK, Stijn; Wuyts, Sander; Meehan, Conor J.; van Noort, Vera; Lebeer, Sarah (2019-09-03).** Gibbons, Sean M. (ed.). ["A Genome-Based Species Taxonomy of the Lactobacillus Genus Complex"](#). *mSystems*. **4** (5): e00264–19. [doi:10.1128/mSystems.00264-19](#). [ISSN 2379-5077](#). [PMC 6722421](#). [PMID 31481601](#)

ZEGHAD N.(2008) Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêtÉconomique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinusofficinalis*) et évaluation de leur activitéAntibactérienne), Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister (Ecole doctorale), Université Mentouri ConstantineP8.

ZOUBEIDI C.(2004) Etude antioxydants dans le *rosmarinusofficinalis*. *labiatea*, mémoire pour l'obtention du diplôme de magister en chimie organique, université d'ouargla P5.

Annexes

Tableau 16 : Table de gaussienne

	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7703	0,7734	0,7764	0,7793	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8906	0,8925	0,8943	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986

Tableau 17 : Table de Khi X²

α ddl	0,99	0,975	0,95	0,90	0,10	0,05	0,025	0,01	0,001
1	0,0002	0,001	0,004	0,016	2,71	3,84	5,02	6,63	10,83
2	0,02	0,05	0,10	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3	0,11	0,22	0,35	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4	0,30	0,48	0,71	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5	0,55	0,83	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	20,51
6	0,87	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,48	24,32
8	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	26,12
9	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11	3,05	3,82	4,57	5,58	17,28	19,68	21,92	24,73	31,26
12	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	34,53
14	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,85	32,00	39,25
17	6,41	7,56	8,67	10,09	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,81	42,31
19	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	45,31
21	8,90	10,28	11,59	13,24	29,62	32,67	35,48	38,93	46,80
22	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,42	39,36	42,98	51,18
25	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,89	41,92	45,64	54,05

Résumé

Le but de notre travail est de fabriquer du fromage frais avec de la présure animale, ainsi que d'augmenter sa durée de conservation de manière naturelle en ajoutant du romarin, qui contient des substances qui tuent les microbes.

Les résultats après le test de goût ont montré une bonne appréciation de l'aspect, du goût et de l'amertume ; Quant aux résultats du test de stabilité à l'étuve, les résultats étaient plutôt médiocres. Plus la concentration de romarin est élevée, plus le taux de moisissures est élevé, probablement en raison de la méthode de séchage de la couronne.

Mots clés : romarin, fromage frais, analyse physique, chimique et microbiologique

ملخص

الهدف من عملنا هو صنع جبن طازج بمنفحة حيوانية وأيضا زيادة مدة حفظه بطريقة طبيعية وذلك من خلال إضافة إكليل الجبل الذي يحتوي على مواد مضادة للمكروبات أظهرت النتائج بعد اختبار التذوق تقديرا جيدا بالنسبة للمظهر والذوق والمرارة أما نتائج اختبار الثبات في الفرن فالنتائج كانت سيئة نوعا ما فكلما زاد تركيز إكليل الجبل زادت سرعة التعفن وذلك راجع إلى طريقة تجفيف الإكليل

الكلمات المفتاحية : إكليل الجبل , الجبن الطازج , التحاليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجي

Abstract

The objective of our work is to make fresh cheese with animal rennet and also to increase its shelf life in a natural way by adding rosemary, which contains antimicrobial substances

The results after the taste test showed a good assessment of the appearance, taste and bitterness. As for the results of the oven stability test, the results were rather poor. The higher the concentration of rosemary, the faster the rotting speed, which is due to the method of drying the wreath.

Keywords: rosemary, fresh cheese, physical, chemical and microbiological analysis