

Réf :.....

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

MASTER
Thème

*Incorporation du thym comme
bioconservateur dans un fromage frais*

Présenté par:

HAFFAF Céline et HADDAD Hanane

Soutenu le : 20/09/2021

Devant le jury composé de :

M^r BENDJEDDOU K

MCA

Président

M^{me} FARADJI.-HAMMA S

MCA

Encadreur

M^{me} TITELI Fatiha

MCB

Examinatrice

Année universitaire : 2020 / 2021

Remerciements





Nous exprimons toute notre gratitude et nos vifs remerciements à notre encadreur Mme FARADJI née HAMMA Samia qui nous a honorés en acceptant de diriger ce travail, pour ses encouragements, ses conseils et sa disponibilité. Merci d'avoir su nous guider avec patience.

Nous exprimons toute notre gratitude aux membres de jury :

Mr BENDJEDOU pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury

Mme TITELI Fatiha, pour avoir bien voulu examiner notre travail et rehausser sa qualité à travers ces remarques critiques et judicieuses

Enfin, on tient à remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique de la faculté SNV.

Dédicaces





Tout au début, je tiens à remercier le bon Dieu de m'avoir donné du courage et de la patience afin de réaliser ce modeste travail que je dédie à :

A mes chers parents,

Pour leur amour et leur sacrifice jusqu'au bout et spécialement pour Ma chère mère qui m'a appris à être femme et qui m'a beaucoup aidé dans mes études, pour les sacrifices qu'elle a fait, pour mon éducation et l'amour qu'elle m'a toujours accordé.

Que Dieu leur accorde une longue vie et encore une fois Merci

Mes chers frères et sœurs ainsi que ma belle sœur

Samir, Farouk, Linda, Assia , thiziri

Mon Amour qui a illuminé ma vie

ABDELKADER

Mes adorables neveux et nièces :

HOCINE, YACINE, YSSER, WASSIME, IMEN, SARAH, LINA, NIHED

Mon binôme

Celina avec qui j'ai partagé de très beaux moments

HANANE



Tout au début, je tiens à remercier le bon Dieu de m'avoir donné du courage et de la patience afin de réaliser ce modeste travail que je dédie à :

A mes chers parents

Quoi que je dise et quoi que je fasse, je ne saurai vous remercier pour tous vos sacrifices, votre affection et vos prières tout au long de mes études. Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible.

Merci d'avoir cru en moi

A mes grands parents

Pour leur tendresse et leurs précieuses prières. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A mes chères sœurs

SARA, SOFIA et KENZA

Pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral tout au long de mon parcours universitaire. Que dieu veille sur elles.

A tous mes amis

Pour leur soutien et les moments agréables que nous avons partagés.

A mon binôme

Hanane avec qui j'ai partagé de très beaux moments

CELINA

Liste des abréviations

- **AFNOR** : Association Française de Normalisation
- **AT** : Acidité Titrable
- **BL** : Bactéries Lactiques
- **CSR** : Clostridium Sulfito-Reducteur
- **D°** : Degré Dornic
- **DVI** : Direct Vat Inoculation
- **EST** : Extrait Sec Total
- **FAO/OMS** : Food and Agriculture Organization / Organisation Mondiale de la Santé
- **FTAM** : Flore Totale Aérobie Mésophile
- **GN** : Gélose Nutritive
- **HCl** : Acide Chlorhydrique
- **HEs** : Huile Essentielles
- **JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne
- **MG** : Matière Grasse
- **MRS** : Man, Rogosa et Sharpe
- **NaCl** : Chlorure de Sodium
- **NaOH** : Hydroxyde de Sodium
- **PCA**: Plate Count Agar
- **SM** : Solution Mère
- **VF** : Viande de Foi
- **VRBRG** : Violet cristal Rouge neutre Bile Glucosée

Liste des figures

Numéro	Titre de la figure	Page
01	photo du Thym (<i>thymus vulgaris</i>)	12
02	Ajout de la présure	20
03	Homogénéisation du lait après ajout de la présure	20
04	Egouttage du fromage	21
05	Appréciation de l'odeur, texture et de la saveur des deux types de fromages.	35
06	Appréciation final de deux fromages.	36

Liste des tableaux

Numéro	Titre du tableau	page
I	Analyses microbiologiques réalisées pour le lait cru	17
II	Dénombrement de la flore microbienne du fromage.	22
III	Résultats de l'enquête de terrain.	24
IV	Résultats des analyses physicochimiques des deux échantillons de lait cru.	25
V	Résultats de MG et EST du lait cru	26
VI	Résultats de l'analyse microbiologique du lait cru	27
VII	Résultats obtenus pour chaque essai de la mise au point du fromage frais.	29
VIII	Résultats de l'analyse physico-chimique des deux fromages (EST et MG)	30
IX	Résultat de l'analyse physico-chimique des deux fromages (pH et acidité).	31
X	Résultat de l'analyse microbiologique du fromage témoin.	32
XI	Résultats de l'analyse microbiologique du fromage enrichis en thym.	33

Liste des figures en annexe

Numéro	Titres de la figure
01	Aspect morphologique de <i>thymus vulgaris</i> .
02	Appréciation de l'odeur.
03	Appréciation de la texture.
04	Appréciation de l'amertume.
05	Appréciation de l'acidité.
06	Le taux d'appréciation des niveaux de l'odeur des deux types de fromages témoin et enrichis en thym.
07	Le taux d'appréciation des niveaux de la texture des deux types de fromages témoin et enrichis en thym.
08	Le taux d'appréciation des niveaux de l'amertume des deux types de fromages témoin et enrichis en thym.
09	Le taux d'appréciation des niveaux de l'acidité des deux types de fromages témoin et enrichis en thym.

Liste des tableaux en annexe

Numéro	Titre des tableaux
I	Gélose VRBG.
II	Gélose PCA.
III	Gélose MRS.
IV	Gélose Nutritif.
V	Gélose Slanetz.
VI	Gélose Baird Parker.
VII	Gélose viande Foie.
VIII	Composition de la phénolphtaléine.
IX	Hydroxyde de sodium (NaOH) à 1/9 N.
X	Solution Hcl à 1N.
XI	Composition générale du lait de vache.
XII	Les principales caractéristiques physico-chimiques du lait cru de vache.
XIII	Flore originelle du lait cru.
XIV	Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de fromage frais
XV	Classification botanique du thym.

Sommaire

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Partie I : Synthèse Bibliographique

I. Fromage	2
I.1.Définition.....	2
I.2. Historique.....	2
I.3. Types de fromages	2
I.3.1. Les fromages à pâtes fraîches	2
I.3.2. Les fromages à pâtes molles.....	2
I.3.3. Les fromages à double présentation	3
I.3.4. Les fromages à pâte persillée	3
I.3.5. Les fromages à pâte pressée	3
I.3.6. Autres types de fromage.....	3
II. Le Fromage frais.....	3
II.1. Définition.....	3
II.2. types de fromages frais.....	4
III. Composition et valeurs nutritionnelles du fromage frais.....	4
IV. Microflore du fromage frais.....	5
IV.1. La flore bénéfique	5
IV.2. La flore d'altération.....	5
IV.3.La flore pathogène.....	6
V. Les ferments lactiques.....	6
V.1. Généralités sur les ferments lactiques.....	6
V.2. Définition.....	6
V.3.Rôle des ferments.....	6
V.4.Type des ferments.....	7
V.1.4.1.Ferments artisanaux.....	7
V.1.4.2.Ferments commerciaux.....	7

Sommaire

VI. Enzymes coagulantes (présure).....	8
VI.1. Origine.....	8
VI.2. Mode d'action.....	8
VII. Etapes de fabrication d'un fromage frais.....	8
VII.1. Maturation du lait.....	9
VII.2. Coagulation.....	9
VII.3. Egouttage.....	9
II. Plantes Médicinales et Aromatiques.....	10
II.1.Plantes Médicinales.....	10
II.1.1.Historique	10
II.1.2.Définition	10
II.2.Plantes Aromatiques	11
II.2.1. Définition	11
III. Le Thym.....	11
III.1. Historique	11
III.2. Définition.....	12
III.3.Utilisation du thym.....	12
III.3.1.En médecine.....	12
III.3.2.En cosmétique.....	12
III.3.3.En alimentation.....	13

Partie II : Matériel et Méthodes

I. Enquête	14
II. Analyse du lait.....	14
II.1. Echantillonnage.....	14
II.2. Analyses physico-chimiques.....	14
II.2.1. Mesure du pH.	14
II.2.2. Détermination de l'acidité titrable.....	15
II.2.3. Détermination de l'extrait sec total.....	15
II.2.4. Détermination de la matière grasse	16
II.3. Analyses microbiologiques.....	16

Sommaire

II.3.1. Préparations des dilutions.....	16
II.3.2. Analyses effectuées.....	17
III. Essais de reformulation du fromage frais.....	18
III.1. Préparation du thym.....	18
III.2. Détermination du taux d présure et de thym.....	18
IV. Etapes de fabrication du fromage selon la reformulation retenue.....	19
IV.1. Chauffage du lait	19
IV.2. Ajout des ferments.....	20
IV.3. Homogénéisation.....	20
IV.4. Maturation	20
IV.5. Ajout de la présure.	20
IV.6. Egouttage.....	21
V. Analyse physico-chimique du fromage frais.....	21
VI. Analyse microbiologique du fromage frais.....	22
VII. Analyse hédonique.....	23

Partie III : Résultat et discussion

I. Enquête.....	24
II. Analyse du lait cru.....	25
II.1. Analyse physico-chimique.....	25
II.1.1. Détermination du pH.....	25
II.1.2. Détermination de l'acidité titrable.....	26
II.1.3. Détermination de la matière grasse et de l'extrait sec total.....	26
II.2. Analyse microbiologique du lait cru.....	27
III. Résultats obtenus pour l'essai de la mise au point du fromage.....	30
IV. Résultats de l'analyse physico-chimique du fromage.....	30
IV.1. La matière grasse.....	30
IV.2. L'extrait sec total.....	30
IV.3. Le pH.....	31
IV.4. L'acidité titrable.....	31
V. Résultats de l'analyse microbiologique du fromage.....	32
V.1. Levures et moisissures.....	33
V.2. Les coliformes	33
V.3. Clostridium sulfito-réducteurs.....	34

Sommaire

V.4. Les bactéries lactiques.....	34
V.5. Dénombrement de la FTAM	34
VI. Résultats de l'analyse hédonique.....	35
Conclusion	37
Références bibliographiques	

La plupart des cultures à travers le monde connaissent le fromage depuis des temps immémoriaux. Il s'agissait principalement d'une forme de conservation des principaux constituants du lait. Historiquement, plusieurs écritures indiquent que la fabrication du fromage est apparue il y a 8000 ans, peu après la domestication des animaux. A l'origine, l'intérêt majeur de la transformation du lait était de conserver les principaux constituants du lait. Il s'agit plutôt d'un aliment, possédant des qualités nutritionnelles indéniables (**Cholet, 2006**).

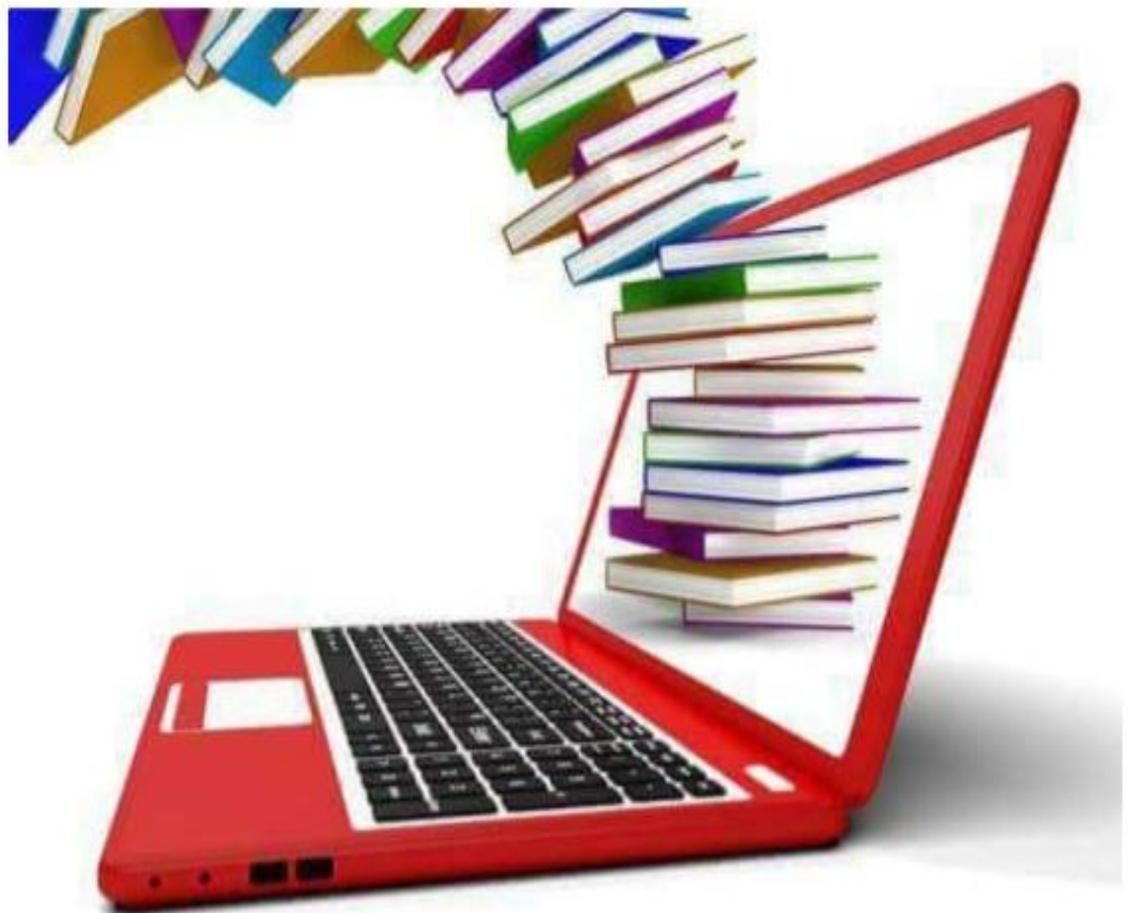
Il existe une variété de fromage qui est celle des fromages frais enrichis aux herbes, épices et autres condiments qui sont ajoutés au fromage en vue d'améliorer leur saveur, couleur et présentation ainsi que leur attractivité vis-à-vis des consommateurs. De plus ces herbes et épices sont une source de composés favorisant la santé et le bien-être des consommateurs (**Hayaloglu et Farkye, 2011**).

Selon **Vivek et al.,(2012)**, l'utilisation de substances d'origine naturelle comme bioconservateur est de plus en plus appréciée par les consommateurs comme alternative aux produits chimiques hautement dangereux pour la santé humaine.

Les plantes aromatiques et médicinales comme le thym, le romarin, le basilic et l'ail présentent une source de métabolites secondaires biologiquement actifs, qui présentent plusieurs propriétés biologiques. (**Fadili et al.,2015**). Tel que le thym qui est riche en vitamines (B1, C), magnésium et fer et qui est utilisé pour ses propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne. Ces dernières sont aussi utilisées dans les produits laitiers pour améliorer leurs propriétés sensorielles et prolonger leur durée de conservation (**Oraon et al., 2017 ;Kaptan et Sivri, 2018**).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, qui consiste à un essai de fabrication d'un fromage frais au thym et l'étude de son effet sur la durée de vie du produit.

Partie bibliographique



I. Le Fromage

I.1. Définition

Selon le **CODEXALIMENTARIUS/CODEX STAN 283-1978**, le fromage est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport de lactosérum/caséine ne dépasse pas celui du lait. Le fromage est obtenu grâce à des produits exclusivement laitiers (lait, lait écrémé ou partiellement écrémé, crème ou babeurre) qui subissent une coagulation complète ou partielle suivie d'une étape d'égouttage.

I.2. Historique

D'après (**Fox et Mc Sweeney(2004)**), rien ne permet de déterminer avec certitude l'origine du fromage. Cependant, certaines découvertes archéologiques ont permis de situer sa fabrication à la période néolithique, origine de l'élevage, soit il y'a environ huit mille ans.

L'homme s'aperçut que le lait qu'il entreposait se coagulait et lorsque le lactosérum éliminé, il obtenait une masse compacte ; une fois séchée elle devenait plus facile à transporter et ce conserver plus longtemps. Cette coagulation est le résultat d'une acidification spontanée, la lenteur de celle-ci permet la remontée de la crème à la surface, ce qui constitue des laits fermentés, du petit lait aigre et du beurre, qui restent, sans doute, les premiers produits laitiers fabriqués. Selon la même source, les laits de brebis et de chèvres furent les premiers laits transformés.

I.3. Types de fromages

La grande diversité de fromages a poussé les spécialistes à établir différentes classifications selon différents caractères. La classification de **Pernodet 1987** a permis de catégoriser les fromages selon l'induction de la coagulation, les différents modes d'égouttage ainsi que le type d'affinage :

I.3.1. Les fromages à pâtes fraîches

Ce sont des fromages à caillage lactique avec une pâte très humide, ils présentent un faible taux d'extrait sec (11,5% -35%). Ce type de fromage est consommé directement après égouttage et il ne subit aucun affinage.

I.3.2. Les fromages à pâte molle

C'est le résultat d'un caillage mixte, ils présentent une pâte crémeuse et onctueuse qui est due à l'affinage par des moisissures blanches. Exemple : le Camembert.

I.3.3. Les fromages à double présentation

Ce sont des fromages qui présentent le même procédé de fabrication et la même composition physico-chimique que les fromages frais et qui subissent un affinage, comme c'est le cas pour les fromages à pâte molle. Exemple : le Saint Florentin.

I.3.4. Les fromages à pâte persillée

Aussi appelés les fromages bleus, ils sont obtenus par caillage lactique. Leur pâte est sillonnée par de filament mycélien de la moisissure *Penicilium glaucum*. Le plus connu de ces fromages est le Roquefort.

I.3.5. Les fromages à pâte pressé

Fromages à caillage enzymatique et dont la pâte subit un pressage mécanique après égouttage. On distingue deux types de fromages à pâte pressée, à savoir : les pâtes cuites qui subissent un égouttage poussé par cuisson et les pâtes non cuites qui ne subissent aucun traitement thermique après égouttage.

I.3.6. Autres types de fromages

Cette catégorie regroupe les pâtes filées, les fromages séchés, les fromages aromatisés, le Feta, le Metton et les fromages de type sarde.

II. Le Fromage frais

II.1. Définition

Produit fermenté ou non, obtenu par coagulation du lait, de la crème ou de leur mélange, suivie d'une étape d'égouttage et qui contient au minimum 23 grammes de matière sèche pour 100 grammes de fromage (**Grospiron, 1988 ; Larpent, 1997**).

Les fromages frais sont des fromages non affinés prêts à la consommation peu de temps après leur fabrication (**CODEX STAN 221-2001**). La gamme de ce type de fromages est très vaste et diversifiée, ils peuvent être nature, aromatisés, allégés en matière grasse, enrichis en crème, sucrés ou édulcorés (**Veisseyre, 1975 ; Trémolières et al., 1984 ; St-Gelais et Collet, 2002**).

II.2. Types de fromages frais

Les fromages frais sont classés selon le degré d'égouttage du coagulum et la teneur en matière grasse du lait mis en œuvre (**Mahaut et al., 2000**).

Selon le taux de matière grasse, on distingue quatre catégories :

- **Le fromage blanc** : il est appelé « frais » lorsqu'il renferme une flore vivante, il contient de 0% à 40% de matière grasse.
- **Le petit suisse** : une quantité de crème est ajoutée au caillé après égouttage. Sa teneur en matière grasse varie selon la quantité, elle est de 40% pour 30 grammes et de 60% pour 60 grammes.
- **Le fromage aromatisé** : après égouttage, il est aromatisé aux herbes, à l'ail, aux épices ... c'est un fromage souvent enrichi en crème.
- **Le demi-sel** : c'est un fromage salé avec un minimum de matière grasse de 40%.

Selon le mode d'égouttage, on distingue les pâtes lisses qui sont obtenues par égouttage mécanique (par centrifugation) et les pâtes non lissées qui subissent un égouttage spontané, statique (sans action mécanique) (**Eck et Gillis, 2006**).

III. Composition et valeurs nutritionnelles du fromage frais

Les fromages frais sont considérés comme une forme de conservation de protéine de matière grasse et aussi d'une partie du calcium et du phosphore (**Mahaut et al., 2000**). De ce fait, ce sont des produits très riches en protéines, en peptides bioactives, acides aminés, en lipides et en acides gras, mais également en vitamines, en minéraux et en eau (**Walther et al., 2008**). (Annexe V).

IV. Microflore du fromage frais

La microflore du fromage frais est très vaste et variée, il est donc très difficile de mentionner toutes les espèces qui entrent dans sa fabrication, en particulier dans le cas du fromage frais au lait cru (**Guiraud, 2003**). Cette microflore est composée d'un grand nombre de microorganismes ($2 \text{ à } 3 \cdot 10^9$ UFC/g) appartenant à des groupes et des espèces très diversifiées, ces derniers sont issus de différentes origines (lait, matériels de fromagerie, atmosphère des locaux ainsi que le manipulateur et l'animal) (**Mahaut et al., 2000**).

IV.1. La flore bénéfique

Représente la flore lactique, elle forme un groupe hétérogène de bactéries de formes bacilles et coccobacilles caractérisées par la production de l'acide lactique. (**Badis et al., 2005**).

Cette flore est responsable de l'acidification du lait, de la maturation de la crème ainsi que la coagulation (**Roissaut et Luquet, 1994**).

IV.2. La flore d'altération

La composition des produits laitiers ainsi que leurs conditions de production, les exposent aux contaminations par des microorganismes qui, en se multipliant provoquent des transformations nuisibles à la qualité du produit et cela, en dégradant leur constituant ou en libérant des composés indésirables. Ces dégradations peuvent être dues à des bactéries ainsi qu'aux levures et moisissures. (**Hermier et al., 1992**).

➤ Les bactéries psychotropes

Ce sont les bactéries capables de se développer à $+7^\circ\text{C}$, on retrouve essentiellement le genre *Pseudomonas*. Ce groupe de bactéries sont responsables de la viscosité du fromage, du mauvais goût et aspect ainsi que d'une mauvaise couleur. (**Guiraud, 2003**).

➤ les coliformes

De la famille des entérobactériaceae, les coliformes possèdent une capacité à dégrader le lactose. Ces bactéries peuvent causer un gonflement précoce du fromage (**Tromo, 2010**).

➤ les levures et moisissures

Très présentes dans le fromage, les levures et moisissures provoquent un changement de goût et une modification organoleptique et chimique du produit (**Larpen, 1997**).

IV.3. La flore pathogène

Selon (Eck et Gillis, 2006), le fromage au lait cru est plus susceptible aux contaminations par les bactéries pathogènes. Elles peuvent être d'origine exogène (environnement) ou endogène (animal malade). Les bactéries pathogènes responsables de ces contaminations sont essentiellement originaires du lait cru (agents de mammites) tel que : *Listeria monocytogenèse*, *Staphylococcus aureus*, *E.coli* et *Salmonella*.

V. Les ferments lactiques

V.1. Généralités sur les ferments lactiques

Les ferments lactiques sont ajoutés au lait pour démarrer le procédé de fermentation. Ils sont employés pour la production d'une grande gamme de produits laitiers, comme le fromage, le yaourt, le lait fermenté, le beurre et la crème (Wildman, 2007 ; Chen, 2010). Les ferments lactiques ajoutés au lait, suite à l'étape de pasteurisation, assurent une fermentation plus contrôlée et plus prévisible (Parente et Cogan, 2004 ; Badis et al., 2005 ; Makarova et al., 2006 ; Chamba, 2008 ; Yıldız, 2010).

V.2. Définition

Un ferment lactique est une préparation comprenant un grand nombre de micro-organismes (une seule espèce ou plusieurs), qui est ajoutée au lait pour produire un aliment fermenté en accélérant et en orientant son processus de fermentation (Yıldız, 2010 ; Leroy et De Vuyst, 2004).

V.3. Rôle des ferments

Le rôle principal des ferments est d'initier et conduire le procédé de fermentation selon les propriétés souhaitées dans le produit fini (Carminati et al., 2010 ; Mozzi et al., 2010 ; Saithong et al., 2010). Les ferments contribuent également aux caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles et sensorielles des produits et à leur sûreté (Yıldız, 2010). L'impact sur la qualité du produit est fortement dépendant de la souche utilisée et varie entre les souches selon leurs activités et voies métaboliques (Hylckama et Hugenholtz, 2007). Les ferments sont utilisés en raison de leur capacité de production d'acide lactique à partir du lactose. De plus, ils possèdent d'autres fonctions importantes comme l'inhibition des micro-organismes indésirables, l'amélioration des propriétés sensorielles, en plus de leurs bienfaits prouvés pour la santé.

Etant donné que les ferments commerciaux comportent des souches choisies d'espèces prédéfinies ayant des propriétés métaboliques connues, l'introduction de ces ferments a significativement amélioré la qualité commerciale et hygiénique des produits laitiers fermentés et a contribué à l'harmonisation des normes de qualité (Parente et Cogan, 2004).

V.4. Types de ferments

Les ferments peuvent être classés sur la base de leur fonction, leur température de croissance, ou leur composition. (Marth et Steele, 2001).

On distingue donc deux catégories principales de ferments : les ferments artisanaux utilisés dans les procédés traditionnels et les ferments commerciaux utilisés dans les procédés modernes.

V.1.4.1. Ferments artisanaux

Tous les ferments disponibles actuellement sont dérivés des starters artisanaux de composition non définie (contenant un mélange de différentes souches et/ou espèces non définies (Uchida *et al.*, 2007 ; Brusetti *et al.*, 2008).

Deux sous-types de ferments (naturels) artisanaux sont identifiés, des starters du lait et des starters du lactosérum, selon le substrat et la technique utilisée pour leur reproduction, on trouve :

➤ **Cultures naturelles du lactosérum (Natural Whey Cultures, NWC)**

Les NWC sont préparées par l'incubation d'une partie du lactosérum vidangé de la cuve de fromage pendant la nuit sous conditions plus ou moins sélectives. C'est le cas dans la fabrication des fromages Parmesan, Reggiano et Grana Padano, (Carminati, 2010).

➤ **Cultures naturelles du lait (Natural Milk Cultures, NMC)**

Les NMC sont encore employées dans de petites usines de fabrication de fromage en Italie pour la production de fromages traditionnels, et moins utilisées en Argentine. La méthode employée pour les préparer et la composition microbiologique du lait cru utilisé détermine leur flore microbienne (Robinson, 2002 ; Carminati, 2010).

VI.1.4.2. Ferments commerciaux

Les ferments commerciaux sont en général commercialisés sous forme lyophilisée et peuvent être utilisés pour l'inoculation directe de la cuve de fermentation (Direct Vat Inoculation, DVI). Ces ferments sont développés en grands volumes à partir d'une culture initiale définie ou non définie, concentrée (typiquement par centrifugation) et ensuite congelée ou lyophilisée pour le stockage et la distribution (Marth et Steele, 2001 ; Robinson, 2002).

Le ferment concentré est directement introduit dans la cuve, ce qui évite la contrainte de la propagation sur place. Actuellement, les ferments de type DVI sont devenus plus accessibles,

vu l'amélioration des technologies de la concentration et la conservation de ces micro-organismes (**Carminati, 2010**).

Selon leur composition, les ferments commerciaux peuvent être classés en trois catégories :

- ❖ **Les ferments purs** : constitués d'une souche d'une seule espèce bien caractérisé ;
- ❖ **Les ferments mixtes** : dont la composition est partiellement ou non déterminée ;
- ❖ **Les ferments mixtes sélectionnés** : qui contiennent plusieurs souches bien définies issues d'une ou de plusieurs espèces (**Robinson, 2002 ; Corrieu et Luquet, 2008 ; Carminati et al., 2010**).

VI. Enzymes coagulantes (présure)

VI.1. Origine

La dénomination « présure » est réservée à l'extrait coagulant provenant de la troisième poche de l'estomac du chevreau ou du veau, appelée « caillète ». A l'heure actuelle, la présure reste l'enzyme la plus utilisée en fromagerie. La présure est utilisée sous deux formes liquide et solide. La forme liquide est la plus utilisée en industrie, du fait de sa commodité d'utilisation et de sa disponibilité. (**Ramet, 2006**).

VI.2. Mode d'action

C'est une endopeptidase qui entraîne la coagulation du lait par hydrolyse de la caséine kappa, cette hydrolyse déstabilise les micelles de caséine ce qui conduit à la formation d'un gel appelé « coagulum ».

Elle renferme deux enzymes actives : la chymosine qui est la protéase majeure responsable d'au moins 85% de la coagulation et la pepsine qui apporte le complément à l'enzyme précédemment citée. (**Ramet, 2006**).

VII. Etapes de fabrication d'un fromage frais

D'après (**Brulé et al., 1997**), le fromage frais est fabriqué essentiellement à partir du lait de vache. La fabrication de ce type de fromage comporte trois étapes essentielles qui peuvent être précédées par une étape de standardisation du lait qui comprend l'ajustement du pH et de la matière grasse et/ou des protéines, l'ajout de minéraux et la réduction de la teneur en lactose. (**Vignola, 2002**).

VII.1. Maturation du lait

Durant cette étape le lait cru est incubé à température ambiante pendant un temps variable, cela va permettre de favoriser la flore lactique qui joue un rôle important dans l'acidification du lait et donc dans la coagulation. La maturation du lait peut être spontanée ou provoquée par adjonction d'un levain. **(Randazo et al., 2002).**

VII.2. Coagulation

La coagulation du lait est une étape qui permet le passage du lait de l'état liquide à l'état solide par la formation d'un coagulum appelé « caillé » **(Gassi et al., 2017)**. On distingue, principalement, deux types de coagulation : la voie lactique et la voie enzymatique.

➤ La voie lactique

La coagulation est obtenue par ajout de ferments lactiques, qui transforment le lactose en lactate, ce qui permet d'abaisser le pH. **(Fox et Mc Sweeny, 2017)**. L'abaissement du pH provoque la solubilisation du phosphate de calcium, élément essentiel dans la stabilité des caséines, les micelles vont alors s'accoler entre-elles pour former un gel cassant et peu flexible. **(MIETTON, 1995)**.

➤ la voie enzymatique

Cette voie de coagulation fait intervenir essentiellement un mélange d'enzymes d'origine animal appelés « présure » **(André, 2011)**. Cependant il existe des substitutions de présure appelées « coagulant » d'origine végétale comme la cyprosiine et le cardosine, ou microbienne (*Mucor pusillus*, *Mucor meihei*). **(Veisseyre, 1975)**.

➤ la voix mixte

Il existe une troisième voie de coagulation qui est le résultat de l'action conjointe de la présure et de l'acidification lactique dans la pratique industrielle. Cependant, la formation du coagulum se fait essentiellement sous l'action dominante de la présure. Cette voie est dite voie mixte. **(FAO, 1996)**.

VII.3. Egouttage

L'égouttage est une étape essentielle dans la fabrication du fromage. C'est un phénomène dynamique qui est caractérisé par la quantité de lactosérum éliminée durant le temps, il permet alors de fixer les caractéristiques physiques et chimiques du caillé. **(WEBER, 1997)**.

Ce processus est lié à différents facteurs, des facteurs directs (traitement mécanique et thermique), des facteurs indirects (acidification et coagulation enzymatique) et des facteurs liés à la matière première (richesse en caséines, en protéines et en matière grasse) (**RAMET 1986 et 1997**).

II. Plantes Médicinales et Aromatiques

II.1.Plantes médicinales

II.1.1. Historique

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine. On appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies (**Schauenberg et Paris ,2006**).

Ces plantes sont utilisées comme une source principale de nourriture, par la suite ça s'est développé pour les utiliser comme médicaments et remèdes afin de soigner les différentes maladies, les plantes sont encore destinées à la santé humaine (**Damintoti et al., 2005**).

En Algérie, les plantes occupent une place importante dans la médecine traditionnelle, qui elle-même est largement employée dans divers domaines de santé. Des publications anciennes et récentes révèlent qu'un grand nombre de plantes médicinales sont utilisées pour le traitement curatif et préventif de nombreuses maladies. Ces dernières années, la phytothérapie traditionnelle s'est répandue dans le pays. Des chiffres recueillis auprès du Centre national du registre de commerce, montrent qu'à la fin 2009, l'Algérie comptait 1.926 vendeurs spécialisés dans la vente d'herbes médicinales, dont 1.393 sédentaires et 533 ambulants. La capitale en abritait, à elle seule, le plus grand nombre avec 199 magasins, suivie de la wilaya de Sétif (107), Bechar (100) et El Oued avec 60 magasins. (**Boumediou A. Addoun S, 2017**).

II.1.2.Définition

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Cela signifie qu'au moins une de ses parties peut être employée dans le but de se soigner. Leur efficacité relève de leurs composés, très nombreux et très variés en fonction des espèces, et qui présentent des effets thérapeutiques différents. (**Anonyme₁, 2017**).

Selon l'OMS, plus de 20000 plantes utilisées dans le monde pour ses propriétés médicinales, seulement 2000 à 3000 plantes ont été étudiées au niveau scientifique. (**Anonyme₂, 2017**).

II.2. Plantes aromatiques

II.2.1. Définition

Les plantes aromatiques sont un ensemble de plantes utilisées en cuisine et en phytothérapie pour les arômes qu'elles dégagent, et leurs huiles essentielles que l'on peut extraire. Ces plantes aromatiques sont cultivées selon les besoins pour leurs feuilles, tiges, bulbes, racines, graines, fleurs, écorce, etc.... (Wikipédia, 2018)

III. Le Thym

III.1. Historique

Le terme « thym » est apparu dans la langue française au XIII sous la forme de « tym ». Selon certaines sources, il est dérivé du latin emprunté du grec *thumos*, signifiant « grosseur ou loupe », par référence à la glande le Thymus. D'autres pensent plutôt que le mot vient du grec *thymos* ou *thyein* qui signifie « fumée ». En effet, il était jadis brûlé comme encens et lui attribuait alors le pouvoir d'éloigner les créatures venimeuses. Ou encore de « *thio* » qui signifie « je parfume », d'autre encore, font dériver le mot du grec *thumus* qui signifie « courage », la plante étant jadis considérée comme ravigotante (Iserin, 2001).

Le thym est originaire du bassin méditerranéen. Il est utilisé de puis la haute antiquité il y'a 5000 ans en Egypte, lors du processus de momification pour embaumer leurs morts, car il est contesté que le thym a des propriétés conservatrices. C'est ainsi qu'il protège les papiers contre la moisissure et qu'il fait de nos jours partie des liquides d'embaumement utilisés pour conserver les pièces de collection botaniques et anatomiques. (Anonyme3, 2015)

Au Moyen Age, les nobles portaient épidémies et maladies du peuple, en éloignant Les Grecs brulaient du thym dans les lieux sacrés pour parfumer les temples. Les Romains l'utilisaient pour purifier leurs appartements fortifiés et ne pas perdre le courage pendant la bataille. (Anonyme3, 2015)

Les Grecs brulaient du thym dans les lieux sacrés pour parfumer les temples. Les Romains l'utilisaient pour purifier leurs appartements fortifiés et ne pas perdre le courage pendant la bataille. (Anonyme3, 2015)

III.2. Définition

Le thym (annexe VII) est une plante vivace, aromatique, de la famille des Labiées ((Lamiacées), voir la figure n° 01, qui présente 3000 espèces (thym, lavande, romarin, basilic...). Le thym compte plus de 300 variétés différentes, certaines supportent le froid et l'humidité, d'autres la chaleur tropicale. Il pousse sur les coteaux arides, rocaillieux et ensoleillés jusqu'à 1500m d'altitude. Il est très abondant dans les régions de garrigues et de maquis méditerranéens, où il pousse naturellement. On le cultive dans le monde entier. Il est utilisé depuis les temps anciens en médecine pour ses valeurs médicinales, en cosmétique et également en cuisine en tant qu'antiseptique et condiment (Teuscher et al., 2015).



Figure 1 : photo du Thym (*thymus vulgaris*) (Anonyme₆, 2014).

III.3. Utilisation du thym

III.3.1. En médecine

De nombreuses huiles essentielles se trouvent dans différentes préparations pharmaceutiques tels que : le sirop, les gouttes, les gélules. Elles rentrent aussi dans la préparation d'infusion comme : la verveine, le thym, la menthe et autres (Prabusevivan et al., 2006).

III.3.2. En cosmétique (anonymes₅, 2015) :

En cosmétique, il est utilisé dans les déodorants, contre les bactéries responsables des mauvaises odeurs de la transpiration, pour les soins des peaux et cuirs chevelus gras, dans les démaquillants pour son aspect assainissant de la peau et aussi dans les dentifrices et les bains de bouche. Il sert également pour réguler la production de sébum. (Annexe VIII).

III.3.3. Alimentation :

Les plantes aromatiques, les épices et leurs huiles essentielles (HEs) sont utilisées depuis des siècles dans la préparation alimentaire non seulement pour la saveur qu'elles apportent, mais aussi comme conservateurs, dans le but d'empêcher le développement des contaminations alimentaires (**Mebarki, 2010**).

Plusieurs travaux ont montré que les HEs de genévrier, de cannelle, de romarin, de clou de girofle et d'autres plantes aromatiques ont un effet inhibiteur sur la croissance et la toxigenèse de plusieurs bactéries et champignons responsables de toxi-infections alimentaires (**Valero et Francés, 2006**).

Dans la cuisine, le thym est apprécié dans plusieurs plats en tant qu'herbe aromatique et il est également excellent grâce à ses propriétés conservatrices, dans les préparations destinées à conserver des mets. Un autre avantage du thym de jardin, c'est qu'il peut être récolté pendant presque toute l'année car il a des feuilles persistantes. On utilise avant tout les feuilles, fraîches ou séchées dans un endroit bien aéré et ombragé, qui permettent de confectionner des tisanes et des plats, des extraits d'huile et du vinaigre. Ses fleurs donnent par exemple une note particulière au beurre aux fines herbes. (**Anonyme, 2008**).

Matériel et Méthodes



I. Enquête

Avant de mettre au point notre fromage frais enrichis aux plantes aromatiques, il nous a fallu mener une enquête afin de sélectionner une plante aromatique capable d'améliorer la qualité organoleptique et hygiénique de notre produit final. Notre enquête a été réalisée auprès de quelques familles des régions de la wilaya de Bejaïa à savoir : Seddouk, Sidi-Aïch, Amizour, Tazmalt, Souk El Ténine, Toudja, Amtik, Kheratta et Akbou.

Lors de cette dernière nous avons mené un entretien oral composé des questions suivantes :

- Quel-est le type de fromage fabriqué ?
- Comment ce dernier est-il fabriqué ?
- Quelles sont les plantes aromatiques utilisées ?
- Dans quel but sont-elles utilisées ?

II. Analyse du lait cru

II.1. Échantillonnage

Le lait cru, destiné à la production du fromage frais artisanal, est collecté au niveau d'une ferme laitière à Amtik (Bejaia), lors de la traite du matin (7 h). L'échantillon de lait (500ml) est recueilli proprement dans des flacons stériles, ces derniers sont immédiatement transportés dans une glacière vers le laboratoire de microbiologie (bloc9), de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (Université de Bejaia). Dès l'arrivée au laboratoire, des analyses microbiologiques et physico-chimiques sont réalisées, les analyses sont répétées 3 fois pour permettre la confirmation des résultats obtenues. La suite de l'analyse physico-chimique (MG et EST) est réalisée au laboratoire physico-chimique de CANDIA.

II.2. Analyses physico-chimiques

II.2.1. Mesure du pH

Le principe consiste à la mesure de la différence de potentiel entre une électrode de mesure et une électrode de référence réunies en un système d'électrode combinée. Pour mesurer le pH on suit les étapes suivantes (Mathieu, 1998) :

- Etalonner le pH-mètre (**LOVIBOND SENSODIRECT SALT 110**) à l'aide de deux solutions tampons (pH4 et pH7).
- Plonger l'électrode dans le lait et attendre jusqu'à la stabilisation de valeur de pH.
- Lire la valeur de pH directement sur le pH- mètre.
- Retirer l'électrode et le rincer avec de l'eau distillée.

II.2.2. Détermination de l'acidité titrable

Mesure de l'acidité Dornic par le titrage de la soude (NaOH) (1/9N) en présence de quelques gouttes de phénolphthaléine à 1% (Annexe II), comme indicateur de coloration. (**Larpen, 1997**).

Pour mesurer cela on suit ces étapes (**Luquet, 1985**) :

- Transvaser 10 ml de lait dans un Becher.
- Ajouter 03 à 04 gouttes de phénolphthaléine.
- Titrer avec la soude jusqu'à un virage de la couleur vers le rose. L'acidité est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Acidité (°D)} = V_{\text{NaOH}} \times 10$$

V_{NaOH} : Volume de NaOH utilisé pour titrer l'acide lactique contenu dans les 10ml de lait.

II.2. 3. Détermination de l'extrait sec total (EST)

La teneur en EST, est le produit résultant de l'évaporation au bain-marie à 70°C puis dessiccation de l'échantillon (10 ml) 3 heures à l'étuve à 105 ± 2°C (**Amarglio, 1986**). Pour déterminer EST on suit les étapes ci-dessous :

- Peser la capsule vide, tarer la balance et mettre 10 ml du lait dans la capsule.
- Placer la capsule dans l'étuve à 105°C/3 heures.
- A la sortie de l'étuve, peser à nouveau la capsule.

Les résultats sont exprimés en grammes par litres (g/l) comme suit :

$$\text{EST} = (P' - P_0) / P \times 1000 \text{ (g/l)}$$

P_0 : le poids de la capsule vide.

P : le poids du produit avant étuvage (sans la capsule).

P' : le poids de la capsule avec le produit après étuvage.

II.2.4. Détermination de la matière grasse(MG)

La teneur en MG est déterminée par la méthode acido-butyrométrique de Gerber (AFNOR, 1993). On suit les étapes suivantes :

- Introduire 10ml d'acide sulfurique dans un butyromètre de GERBER.
- Ajouter 11ml de l'échantillon du lait.
- Ajouter 1ml d'alcool iso-amylque.
- On ferme le butyromètre à l'aide d'un bouchon, puis on mélange jusqu'à la dissolution totale du mélange.
- Centrifuger à 1200 tours pendant 5 minutes.

Le résultat est exprimé en g/l et la lecture se fait directement sur le butyromètre, en appliquant la formule suivante :

$$(g/l) = (B - A) \times 100$$

B : la lecture de la graduation à l'extrémité inférieure du butyromètre de la MG.

A : la lecture de la graduation à l'extrémité supérieure du butyromètre de la MG.

II.3. Analyse microbiologique

L'analyse microbiologique permet d'avoir une idée générale sur la qualité microbiologique du produit. Cette méthode consiste à faire des dilutions décimales à partir de la solution mère dans de l'eau physiologique.

II.3.1. Préparation des dilutions

Un volume de 01 ml de l'échantillon (lait) a été transvasé dans un volume de 09 ml d'eau physiologique. Cette suspension constitue alors la solution mère (SM) qui correspond à la dilution 10^{-1} . Ensuite 01 ml de la dilution (10^{-1}) est prélevé à l'aide d'une micropipette et introduit dans un tube à essai contenant 09 ml d'eau physiologique. On obtient ainsi la dilution 10^{-2} et jusqu'à la dilution 10^{-7} (JORA n° 70 du 7 novembre 2004. Arrêté 11 septembre 2004).

II.3.2. Analyses effectuées

Les analyses faites concernant la recherche et le dénombrement de certaines flores selon le **JORA** sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I : Analyses microbiologiques réalisées pour le lait cru (**JORA, 2004**) :

Flores	Milieux de culture	Dilutions	Type d'ensemencement	Température et temps d'incubation
FTAM	PCA	10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7}	1ml en masse	30°C/72H
BL	MRS (M17)	10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}	1 ml en masse	30°C/ 24-48H
Levures et moisissures	GN	10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}	1 ml en mase	28°C /72 -5jours
Coliformes totaux	VRBG	10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-6}	1ml en mase	37°C/24-48H
Coliformes fécaux	VRBG	solution mère	1ml en masse	44°C/24-48H
Staphylocoques	Baird Parker	1ml de lait cru, 10^{-2}	1ml en masse	37°C/24-48H
Clostridium sulfito-réducteur	VF Additifs (Alun de Fer + Sulfite de potassium).	Solution mère (1ml).	1ml de lait cru dans un tube, subit un traitement thermique à 80°C/ 10min, puis un refroidissement rapide (choc thermique), ensuite ajout de la gélose VF + Additifs	37°C/28-72H.
<i>S.aureus</i>	Enrichissement sur GC + Tellurite de potassium puis ensemencement sur Braid Parker + additifs (jaune d'œuf et Tellurite de	1ml de lait.	1ml en surface.	37°C/24-48H.

	potassium).			
Streptocoques	Slanetz	$10^{-1}, 10^{-3}, 10^{-5}$	1 ml en masse	37°C/24-48h.

- **Remarque :** la composition des milieux est illustrée dans l'Annexe I.

III. Essais de reformulation du fromage frais

Dans le but de la fabrication du fromage frais et de la maîtrise de sa qualité organoleptique et physico-chimique plusieurs essais ont été nécessaires avant la maîtrise totale de la formule.

III.1. Préparation du thym

Afin de mettre au point le fromage, le thym est récolté de la région de Oued ghir une fois au laboratoire, la plante est lavée plusieurs fois avec de l'eau propre, puis séchée à l'étuve à 40°C. Au terme du séchage, les feuilles sont récupérées et broyées manuellement.

III.2. Détermination du taux de présure et de thym

Afin de déterminer la bonne quantité de présure nécessaire pour la coagulation du lait et la quantité de thym adéquate, cinq essais sont réalisés sur du lait de vache répartie à raison de 100 ml dans des bocaux en verre stériles. Ce Dernier est ensuite pasteurisé (110°C/10min).

III.2.1. Essai 01

Nous avons utilisé une dose de 0,1 g de ferments obtenus au niveau de SOUMAM de la marque « **CHR Hansen FLORA DANICA** » Et 0,1 ml de la présure en format liquide, nous avons laissé mûrir le lait pendant 30 min à l'étuve à 30°C, au terme de la coagulation un tranchage suivi d'un égouttage ont été réalisés. Après cette opération nous avons ajouté 0,2 g de thym.

III.2.2. Essai 02

Nous avons utilisé une dose de 0,1 g de ferments de la marque « **CHR Hansen FLORA DANICA** » Et 0,2 ml de la présure en format liquide, nous avons laissé mûrir le lait pendant 30min à l'étuve à 30°C, au terme de la coagulation un tranchage puis égouttage. Après cette opération nous avons ajouté 0,4g de thym.

III.2.3. Essai 03

Nous avons utilisé une dose de 0,1 g de ferments de la marque « **CHR Hansen FLORA DANICA** » Et 0,3 ml de la présure en format liquide, nous avons laissé maturé le lait pendant 30 min à l'étuve à 30°C, au terme de la coagulation un tranchage puis égouttage. Après cette opération nous avons ajouté 0,6 g de thym.

III.2.4. Essai 04

Nous avons utilisé une dose de 0,1 g de ferments de la marque « **CHR Hansen FLORA DANICA** » Et 0,4 ml de la présure en format liquide, nous avons laissé maturé le lait pendant 30 min à l'étuve à 30°C, au terme de la coagulation un tranchage puis égouttage. Après cette opération nous avons ajouté 0,8 g de thym.

III.2.5. Essai 05

Nous avons utilisé une dose de 0,1 g de ferments de la marque « **CHR Hansen FLORA DANICA** » Et 0,5 ml de la présure en format liquide, nous avons laissé maturé le lait pendant 30 min à l'étuve à 30°C, au terme de la coagulation un tranchage puis égouttage. Après cette opération nous avons ajouté 1g de thym.

Au terme de chaque essai de formulation, une analyse sensorielle (aspect, gout, texture,) a été réalisée pour le fromage obtenu.

IV. Etapes de fabrication du fromage selon la reformulation retenue

Afin de mettre au point un fromage frais aromatisé au thym, la meilleure reformulation qui a permis l'obtention d'un fromage frais doté d'une acidité et d'une consistance idéale fut sélectionnée, 4 litre de lait ont été récoltés. Ce dernier est préalablement analysé.

IV.1. Chauffage du lait à 30 °C

Nous avons chauffé le lait à une température de 30°C à l'étuve, cette température a été choisi par rapport aux ferments qui sont mésophiles mais aussi car c'est la température optimale d'activité de la présure utilisée.

IV.2. Ajout des ferments au lait selon la reformulation retenue

Dans une boîte de Pétri la quantité nécessaire de ferments « **CHR Hansen FLORA DANICA** » a été pesée aseptiquement à l'aide d'une balance. Cette quantité a été ajoutée au lait maintenu à une température de 30°C.

IV.3. Homogénéisation

Dans le but de bien homogénéiser le lait et les ferments, le lait est mit sur l'agitateur pendant 10 minutes à vitesse 100tr/min et sous chauffage afin de maintenir la température du lait à 30°C.

IV.4. Maturation

Le lait a été mis à l'étuve à 30°C pendant deux heures dans le but d'activer les ferments lactiques et d'entamer l'acidification du lait.

IV.5. Ajout de la présure

Pour la mise au point du fromage, la présure a été prélevée à l'aide d'une micropipette puis ajoutée au lait préalablementensemencé. L'homogénéisation est réalisée à l'aide d'une spatule. Le lait ainsi préparé est de nouveau incubé à 30°C pendant 1 h à l'étuve pour permettre à la présure d'agir.



Figure 02: Ajout de la présure



Figure 03 : Homogénéisation du lait après ajout de la présure

IV.6. Egouttage :

Nous avons transféré le coagulum dans un tissu fin et stérile qui permettrait au lactosérum de s'échapper tout en retenant le fromage, puis nous avons suspendu le fromage en hauteur pour permettre un bon écoulement du lactosérum comme indiqué dans la figure 04.



Figure 04 : Egouttage du fromage

Après cette étape, le coagulum a été pesé et réparti en quantité égale sur 4 boîtes, deux de ces boîtes ont été enrichies en thym les deux autres ont servi de témoin (sans thym).

V. Analyse physico-chimique du fromage frais

Au terme de la mise au point du fromage une analyse physico-chimique a été réalisée pour les deux types de fromages (le fromage enrichi et le fromage témoin). La mesure du pH et de l'acidité titrable a été réalisée au niveau du bloc 9 de l'université de Bejaïa, la détermination de l'EST et MG a été réalisée au niveau de « GIPLAIT Amizour ».

➤ Mesure du pH

Pour mesurer le pH on suit les étapes suivantes :

- Etalonner le pH-mètre à l'aide de deux solutions tampons (pH4 et pH7).
- Plonger l'électrode dans le fromage frais qui est dilué dans de quelques gouttes d'eau distillé et attendre jusqu'à la stabilisation de valeur de pH.
- Lire la valeur de pH directement sur le pH- mètre.
- Retirer l'électrode et le rincer avec de l'eau distillée.

➤ Mesure de l'acidité titrable

Pour le fromage, une dilution est d'abord effectuée en ajoutant 10ml d'eau distillé à 1g de fromage, quelques gouttes de phénolphthaléine sont ajoutés, puis titrés avec une solution de NaOH (1/9N) jusqu'à l'apparition d'une couleur rose. (Shori et Baba, 2013)

L'acidité titrable (TTA%) est calculée selon la formule suivante :

$$TTA(\%) = V_{NaOH} \times 0,1 \times 100 \times 0,009 \times 10$$

Tel que :

VNaOH : volume de NaOH utilisé pour la titration (ml). 0,1 : Normalité de NaOH (N).

10 : Facteur de dilution 10^{-1} dans le cas du fromage

100 : pourcentage

0,009 : coefficient correspondant à l'acidité lactique.

VI. Analyse microbiologique du fromage frais

Afin de connaître l'évolution de la flore du fromage frais, une analyse microbiologique est réalisée pendant 20 jours. Premier jour juste après la fabrication, chaque 7 jours jusqu'au 14^{ème} jours. Cependant, la dernière analyse qui est effectuée au bout du 20^{ème} jours de conservation est juste limitée à une observation à l'œil nu de la qualité organoleptique. (Par manque de moyen).

❖ Dénombrement des différentes flores

• Préparation de la solution mère

Dans des conditions d'asepsie, 1 g de fromage est homogénéisé dans 9 ml d'eau physiologique stérile, ce qui forme la solution mère. Une série de dilutions décimales est réalisée en prélevant 1 ml de la solution mère dans 9 ml d'eau physiologique stérile, ce qui constitue la dilution 10^{-1} , puis après homogénéisation de cette dernière, la même opération est répétée pour la préparation des restes de dilutions.

Tableau II : Dénombrements de la flore microbienne du fromage (J.O.R.A N°70,2004).

La flore	Dilutions	milieux
FTAM	$10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}$	PCA
BL	$10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}$	MRS
Leveur et moisissure	$10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$	GN
Coliforme totaux	$10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-6}$	VRBG
Streptocoque	$10^{-1}, 10^{-3}, 10^{-5}$	Slanetz
Staphylocoque	1ml de fromage, 10^{-2}	Baird Parker
Clostridium sulfito-réducteur	SM (1ml).	VF

***Remarque :** La composition des milieux de culture utilisés est présentée en Annexe I.

VII. Analyse hédonique

L'évaluation hédonique du fromage artisanal est réalisée au niveau du laboratoire Microbiologie (bloc 9) entre 9h et 11h 30, afin de conserver une sensibilité constante.

Le groupe de dégustateurs est constitué de 22 personnes. L'analyse consiste à présenter aux dégustateurs deux échantillons de fromage, l'un est le fromage frais sans thym et l'autre est un fromage frais avec thym fabriqué au laboratoire. Les caractéristiques sensorielles du fromage sont évaluées par des observations visuelles et des dégustations. Le questionnaire de cette épreuve est présenté en (Annexe IX).

Lors de la dégustation, les dégustateurs mangent un bout de pain, suivis du fromage à déguster, puis ils rincent leur bouche avec de l'eau pour pouvoir déguster le deuxième fromage.

Résultat et discussions



I. Enquête

A partir d'une enquête de terrain réalisée dans les différentes régions de la wilaya de Bejaia, on a pris une idée générale sur l'utilisation de plantes aromatiques ajoutées aux produits laitiers. Les résultats de l'enquête montrent que les plantes ajoutés sont utilisés principalement pour l'aromatisation et la coagulation.

Les informations de l'enquête collectées via un questionnaire sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau III : Résultats de l'enquête de terrain.

le nom de l'additif	Raison de l'utilisation	Régions	Mode d'utilisation	Nombre de personne
Romarin	Aromatisation	Seddouk, Sidi-Aïch, Amizour, Tazmalt, Souk El Ténine, Toudja, Amtik, Kheratta et Akbou	Après égouttage	20
Citron	Coagulation	Tazmalt , Toudja, Seddouk	dans le lait	15
Thym	Aromatisation	Seddouk, Sidi-Aïch, Amizour, Tazmalt, Souk El Ténine, Toudja, Amtik, Kheratta et Akbou	Après égouttage	35
Artichaut	Coagulation	Kherrata	Dans le lait	10
Ail	Aromatisation	Seddouk, Sidi-Aïch, Amizour, Tazmalt, Souk El Ténine, Toudja, Amtik, Kheratta et Akbou	Après égouttage	25

Latex figuier	Coagulation	La plus part des régions	Dans le lait	10
Fenouil	Aromatisation	Kherrata	Après égouttage	5
Persil	Aromatisation	Seddouk, Sidi-Aïch, Amizour, Tazmalt, Souk El Ténine, Toudja, Amtik, Kheratta et Akbou	Après égouttage	15

II. Analyses de lait cru

II.1. Analyses physicochimiques

Afin de mettre en production un fromage frais enrichis, deux échantillons de lait ont été analysés. Les résultats relatifs aux analyses physicochimiques des échantillons de lait sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau IV : Résultats des analyses physicochimiques des deux échantillons de lait cru.

Echantillon	Analyse 1	Analyse 2
pH	6,60	6,66
Acidité titrable (°D)	16,66	16,16

II.1.1. Détermination du pH

Les échantillons de lait analysés présentent un pH d'une valeur moyenne de 6,63, c'est une valeur qui témoigne de la fraîcheur du lait. En effet la norme pour le lait de vache frais varie entre (6,6 et 6,8). Selon **J.O.R.A (2004)**, le pH n'est pas une valeur constante et peut varier selon le cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Dans le cas où le pH est inférieur à la norme cela indique une acidification du lait, qui peut être due à un stockage inadéquat (**Diao, 2000**).

II.1.2. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité des échantillons du lait cru est globalement acceptable avec une moyenne de 16,41°D (tableau V). Ces valeurs d'acidité titrable sont conformes à la norme **d'AFNOR (1985)**, dont l'acidité du lait frais est fixée entre 16-18°D. Cette acidité retrouvée peut être naturelle ou développée. Cette dernière peut être un indicateur de la qualité du lait au moment de la livraison car elle permet d'apprécier la quantité d'acide produite par les bactéries ou l'éventuelle fraude (**Mathieu, 1998 ;Joffin et Joffin, 1999**).

II.1.3. Détermination de la matière grasse et de l'extrait sec total

Tableau V : Résultats de MG et EST du lait cru.

Echantillon	Valeurs g/l
MG (g/l)	40
EST (g/l)	136,2

- **Matière grasse**

D'après les résultats obtenus, on constate que la teneur en MG du lait cru est de 40 g/l en **2002**, **Vignola** a trouvé des valeurs de 24 à 37 g/l. La variabilité de la teneur en MG dépend de plusieurs facteurs tels que les conditions climatiques, le stade de lactation, l'alimentation et le rang de la traite (**Kamoun, 1994**).

- **Extrait sec total**

D'après le tableau VI, la valeur de l'EST de notre échantillon de lait cru est de (136,2g/l), c'est une valeur supérieure à la valeur rapportée par **Paul et Southgate. (1978)** (≥ 129 g/l) ce qui nous indique que notre lait est de bonne qualité.

II.2. Analyse microbiologique du lait cru

Les résultats des analyses microbiologiques du lait cru sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau VI : Résultats des analyses microbiologique du lait cru

Les flores (UFC/ml)	1 ^{er} analyse	2 ^{ème} analyse
FTAM	$3,09.10^4$	$3,8.10^4$
LB	$8,9.10^3$	$7,6.10^3$
Levure et moisissure	Absence	Absence
Staphylocoque	10^2	10^2
Coliformes totaux	Absence	Absence
Streptocoques fécaux	Absence	Absence
CSR	Absence	Absence

➤ Flore totale aérobie mésophile :

Les deux échantillons analysés présentent une charge de la FTAM d'une valeur moyenne de $3,44.10^4$ UFC/ml. Le résultat obtenu indique une présence de la flore totale et qui ne dépasse pas la norme fixée par (JORA, 2017) qui est de 10^5 UFC/ml. Cette valeur nous indique une bonne hygiène des étables, des vaches et des bonnes conditions de la traite, mais aussi un bon refroidissement. Selon (Alais, 1984), nos résultats sont inférieurs à la charge maximale tolérée par la réglementation française qui est de 5.10^5 UFC/ml.

➤ Bactéries lactique :

Le lait cru analysé possède un taux de bactéries lactiques d'une charge moyenne de $8,25.10^3$ UFC/ml. Cette flore permet la fermentation lactique du lait, elle est considérée comme un indicateur d'une bonne qualité microbiologique du lait.

➤ Staphylocoques :

Le lait analysé présente une charge moyenne en Staphylocoques de 10^2 UFC/ml, ce qui est conforme à la norme (JORA, 2017) qui est de 10^2 à 10^3 germes dans le lait cru. Cependant, on note l'absence de *S.aureus*.

En effet la présence de *S.aureus* est considérée comme un indicateur d'une infection mammaire, ces dernières s'accompagnent d'une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait qui a pour conséquence des modifications de la composition du lait. (Booth et Dodd, 2000).

➤ Coliformes totaux

L'absence des coliformes totaux dans le lait reprend à la norme rapportée par Afif et al, (2008), avec $3,2.10^5$ UFC/ml,

➤ Levures et moisissures

Une absence totale des levures et des moisissures est à notée, ce qui est inférieurs aux taux tolérer par la norme fixé par (J.O.R.A, 1998). Cette absence indique que le lait utilisé est de bonne qualité hygiénique.

➤ Streptocoques

Une absence de streptocoques totaux et fécaux dans le lait analysé est notée, ce qui rend les résultats obtenues conformes à la norme (J.O.R.A, 1998). Cela peut être due au nettoyage du sol des fèces avant la traite.

➤ Clostridium sulfite-réducteurs

L'absence des CSR dans le lait analysé, témoigne d'une bonne qualité microbiologique du lait dû probablement à une bonne santé des vaches, un bon nettoyage des étables et une bonne hygiène lors de la traite (Benzakour et al. 2009). Leur présence peut traduire un manque d'hygiène, car ces bactéries sont très répandues dans la nature (Gledel, 1978).

III. Résultats obtenus pour l'essai de la mise au point du fromage

Les résultats obtenus pour les cinq essais de mise au point du fromage sont résumés dans le tableau VII.

Tableau VII : Résultats obtenus pour chaque essai de la mise au point du fromage frais.

Essai	Mise au point	Temps de maturation	Quantité de thym (g/100ml)	Résultats de l'analyse sensorielle
Essai 01	- 100 mL de lait cru -0,1g de ferment lactique -0,1 ml de présure	30 min	0,2g	Bonne consistance Acidité normale Odeur moyenne Gout agréable
Essai 02	-100 mL de lait cru -0,1g de ferment lactique -0,2 ml de présure	30 min	0,4g	Bonne consistance Acidité normal Odeur assez forte Gout assez amère
Essai 03	-100ml de lait cru -0,1g de ferment lactique -0,3 ml de présure	30 min	0,6g	Bonne consistance Acidité élevé Odeur forte Gout amère
Essai 04	-100ml de lait cru -0,1g de ferment lactique -0,4 ml de présure	30 min	0,8g	Fromage à consistance élastique Acidité acceptable Odeur forte Gout amère
Essai 05	-100ml de lait cru -0,1g de ferment lactique	30 min	1g	Fromage trop sec Acidité moyenne

	-0,5 ml de présure			Odeur très forte Gout très amère
--	--------------------	--	--	-------------------------------------

Le premier essai de fromage (bonne consistance, acidité normal enrichis avec 0,2g de thym) a été retenu pour la mise au point. En effet pour les 4L de lait, 650,75g de fromage a été obtenue. Ce dernier est partagé dans quatre boites stériles (deux boites de fromage témoins et deux boites de fromage enrichis en thym), chaque boite contient 162,68g. Une analyse physico-chimique et microbiologique est effectuée le même jours, après 7 jours et au bout de 14 jours de conservation à 4°C. Cependant la dernière analyse qui est effectuée au bout de 20 jours de conservation est limitée à une observation de la qualité organoleptique.

IV. Résultats de l'analyse physico-chimique du fromage

L'analyse physico-chimique a été effectuée au niveau de la laiterie « GUPLAIT Amizour ». Les résultats obtenus sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau VIII : Résultats de l'analyse physico-chimique des deux fromages (EST et MG).

Fromage témoin		Fromage enrichis en thym	
EST(%)	MG(%)	EST (%)	MG(%)
22,41	3,5	24,62	3,3

VI.1 La matière grasse (MG)

Les résultats du dosage de la matière grasse à partir des fromages frais témoin et celui enrichi sont respectivement 3,5% et 3,3% (tableau IX) les deux valeurs sont inférieure à celle rapporté par **Luquet (1990)**, qui est inférieur ou égal à 20g pour 100g de fromage frais après égouttage. Il faut souligner que le mode de fabrication, dont l'égouttage et le passage de la matière grasse vers le lactosérum peut engendrer la diminution de la quantité de la MG dans le fromage qui peut atteindre de 4 à 20 % de **Vingola (2002)**.

VI.2 L'extrait sec total (EST)

La teneur du fromage témoin et celui enrichi en extrait sec total étaient respectivement de 22,41 et 24,62% (tableau IX), des valeurs proches de celles rapportées par (**Abdelaziz et Ait**

Kaci 1992) qui est de 35,23 %. Le taux d'extrait sec total est en fonction de la teneur en matière sèche du lait et de l'importance de l'égouttage, car l'élimination du lactosérum entraîne une forte augmentation de la teneur en matière sèche du fromage (**Fredot, 2009**)

Tableau IX : Résultats de l'analyse physico-chimique des deux types de fromages (pH et acidité titrable)

Durée de conservation	Fromage témoin		Fromage enrichis	
	pH	Acidité °D	pH	Acidité °D
Jour J	4,6	100	4,6	95
Jour 7	4,55	95	4,53	91
Jour 14	4,50	90	4,50	70

VI.3. Le pH

Le pH du fromage témoin varie entre 4,6 le premier jour et 4,50 le 14^{ème} jour (tableau X), des valeurs relativement proches de celles du fromage enrichis en thym qui varient entre 4,6 et 4,50 (Tableau X). La variation du pH dépasse légèrement les valeurs tolérées par la norme algérienne qui est de 4,4 à 4,60 (**J.O.R.A, 1993**).

VI.4. L'acidité titrable

Les valeurs de l'acidité Dornique du fromage témoin obtenus durant la conservation sont comprises entre 90 °D et 100°D (tableau X), celles du fromage enrichis en thym sont comprises entre 70°D et 95°D (tableau X). Une légère diminution de ces valeurs est notée pour le fromage enrichis.

Selon **Tourette et al., (2001)**, il n'y a pas de relation d'équivalence réelle entre le pH et l'acidité Dornic.

V. Résultats de l'analyse microbiologique du fromage

Les résultats de l'analyse microbiologique des fromages au cours de la conservation à 4°C pendant 20 jours sont résumés dans les tableaux suivants :

Tableau X : Résultats de l'analyse microbiologique du fromage témoin .

	1^{ère} Analyse (Jour J)	2^{ème} Analyse (Jour+7)	3^{ème} Analyse (Jour+14)	4^{ème} Analyse (Jour+20)
FTAM (UFC/g)	9,6 .10 ²	6,2 .10 ³	9,72 .10 ³	Apparition de moisissures sur la surface du fromage. Acidification et changement d'odeur
BL (UFC/g)	3,4 .10 ⁹	9,84 .10 ⁸	7,07.10 ⁶	
Levures et moisissures (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	
Coliformes totaux (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	
Coliformes fécaux (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	
Streptocoques (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	
Staphylocoques (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	
CSR (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	

Tableau XI : Résultats de l'analyse microbiologique de fromage enrichis en thym.

	1 ^{ère} Analyse (Jour J)	2 ^{ème} Analyse (J+7)	3 ^{ème} Analyse (J+14)	4 ^{ème} Analyse (J+20)
FTAM (UFC/g)	$5,9 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^2$	$6,4 \cdot 10^2$	Absence de moisissures Conservation de la qualité organoleptique.
BL (UFC/g)	$3 \cdot 10^9$	$8 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^6$	
Levures et moisissures (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	
Coliformes totaux (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	
Coliformes fécaux (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	
Streptocoques (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	
Staphylocoques (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	
CSR (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	

V.1. Levures et Moisissures

Une absence totale est notée dans les deux échantillons de fromage mis au point. Cette absence est liée à une exposition faible du fromage à l'air durant l'égouttage (durée d'égouttage faible), ce qui réduit les contaminations par les spores de cette flore qui se développe généralement bien dans les produits fermentés.

V.2. Coliformes

Les coliformes totaux sont considérés comme des indicateurs d'une contamination qui permet de juger l'état hygiénique d'un produit **Larpent (1991)**. Les deux fromages mis au point

(le fromage témoin et celui enrichis) présentent une absence totale de ces germes, ce qui indique une bonne qualité hygiénique du fromage.

V.3. Clostridiiums sulfito-réducteurs (CSR)

Une absence de CRS est notée dans les deux types de fromages mis au point. Ce résultat a été confirmé suite au traitement thermique du lait de 10 min à 80°C réalisé afin d'activer les spores thermorésistantes, capables de persister sous forme latente dans le lait et germer dès que les conditions sont favorables et de sécréter des substances toxiques.

V.4. Bactéries lactiques

Le fromage témoin présente une charge en flore lactique de $3,4 \cdot 10^9$ UFC/ml le premier jour, une valeur qui diminue pour atteindre $7,07 \cdot 10^6$ UFC/ml le 14^{ème} jour.

Pour le fromage enrichis en thym la charge en bactéries lactiques est de $3 \cdot 10^9$ UFC/ml le premier jour, cette valeurs diminue jusqu'à atteindre $6 \cdot 10^6$ UFC/ml le 14^{ème} jour. Se sont des résultats supérieurs à ceux rapporter par **Marnissi et al. (2013)** qui ont trouvé une moyenne de bactéries lactiques de $5 \cdot 10^5$ UFC/ml. La diminution de la charge initiale peut être due à l'activité antimicrobienne du thym et à la réfrigération à 4°C.

V.5. Dénombrement de la FTAM

Durant les deux premières semaines, on remarque une légère augmentation de la charge de la FTAM pour le fromage témoin allons de $9,6 \cdot 10^2$ UFC/g jusqu'à $6,2 \cdot 10^3$ UFC/g. Cependant pour le fromage enrichis en thym une nette diminution est notée, allons de $5,9 \cdot 10^3$ UFC/g jusqu'à $8 \cdot 10^2$ UFC /g.

Au bout de la 2^{ème} semaine la charge de la FTAM atteint $9,72 \cdot 10^3$ UFC/g pour le fromage témoin et $6,4 \cdot 10^3$ UFC/g pour le fromage enrichis en thym. Ceci s'explique certainement par la présence de thym dans le fromage. Ces résultats concordent parfaitement avec les travaux de (**Cutter, 2000**), qui ont démontrés que les extraits bruts de plantes comme l'origan, la coriandre, le Clous de girofle et le thym inhibent significativement la croissance des bactéries d'altération. Effectivement, selon cet auteur, l'effet antibactérien de certaines plantes peut être due à leurs composés actifs comme l'eugénol dans le clou de girofle, le cinamaldehyde et le carvacrol dans la cannelle et le thymol dans l'origan et le thym. Selon **Zohray et al., 2004** le thymol et le carvacrol sont reconnus comme les deux composés actif les plus bactéricide.

VI. Résultats de l'analyse hédonique

Selon Las (2011), par définition l'analyse sensorielle consiste à analyser les propriétés organoleptiques des produits par les organes de sens. Les caractéristiques organoleptiques des fromages comportent : l'apparence, la texture, et l'ensemble des sensations olfactogustatives). L'appréciation reste un facteur essentiel pour la vulgarisation d'un produit qui n'est pas encré dans les habitudes alimentaires.

Sur l'ensemble des dégustateurs, 46% (Figure 6, Annexe X) on trouvés que le fromage témoin a une odeur peu marqué (Figure 2, Annexe X), pour le fromage enrichis en thym 59% (Figure 6, Annexe X) des dégustateurs trouve qu'il a une odeur typique du thym(Figure 2, Annexe X) .La texture (Figure 3, Annexe X), a était jugé granuleuse par 37% (Figure 7, Annexe X) des dégustateurs en ce qui concerne le fromage enrichis. Tandis que celle du fromage témoin est jugée lisse (46%) (Figure 7, Annexe X). De plus, 41% (Figure 8, Annexe X) des dégustateurs ont signalé l'absence d'amertume (Figure 4, Annexe X) pour le fromage témoin, pendant que 36% (Figure 8, Annexe X) ont signalé une amertume peu marqué pour le fromage enrichis en thym. De même, 36% et 41% (Figure 9, Annexe) des dégustateurs ont jugé que les deux fromages (témoin et enrichis) possèdent une acidité moyenne (Figure 5, Annexe X).

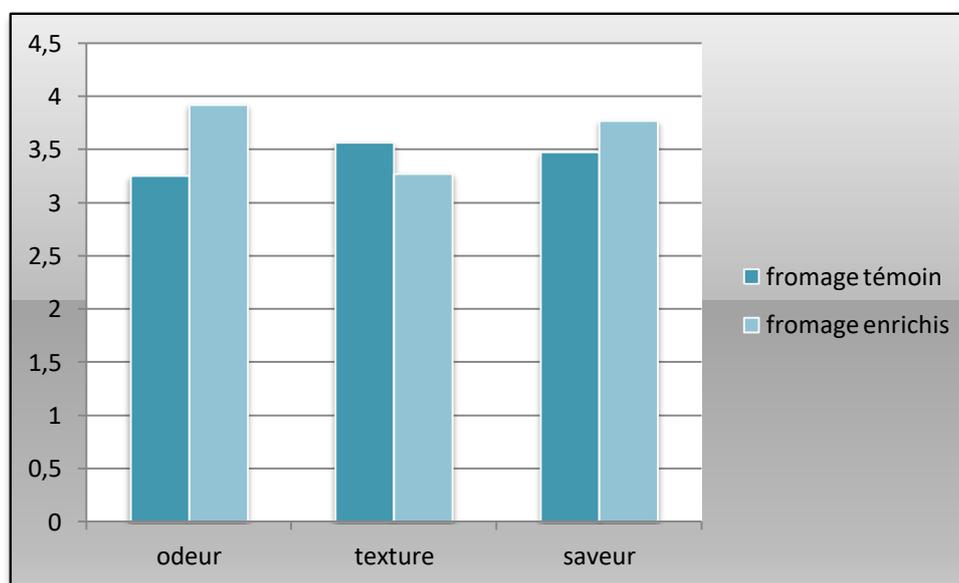


Figure 05: Appréciation de l'odeur, texture et de la saveur des deux types de fromages.

Selon la figure, il apparaît clairement que l'odeur et la saveur du fromage enrichis en thym sont plus appréciées par les dégustateurs que celles du fromage témoin. Cependant, pour la texture les dégustateurs préfèrent la texture du fromage témoin que celle du fromage enrichis.

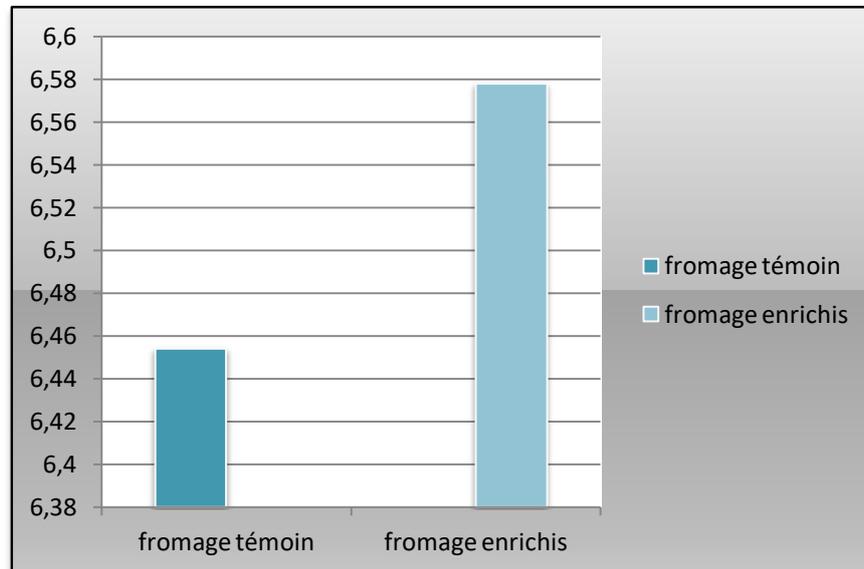
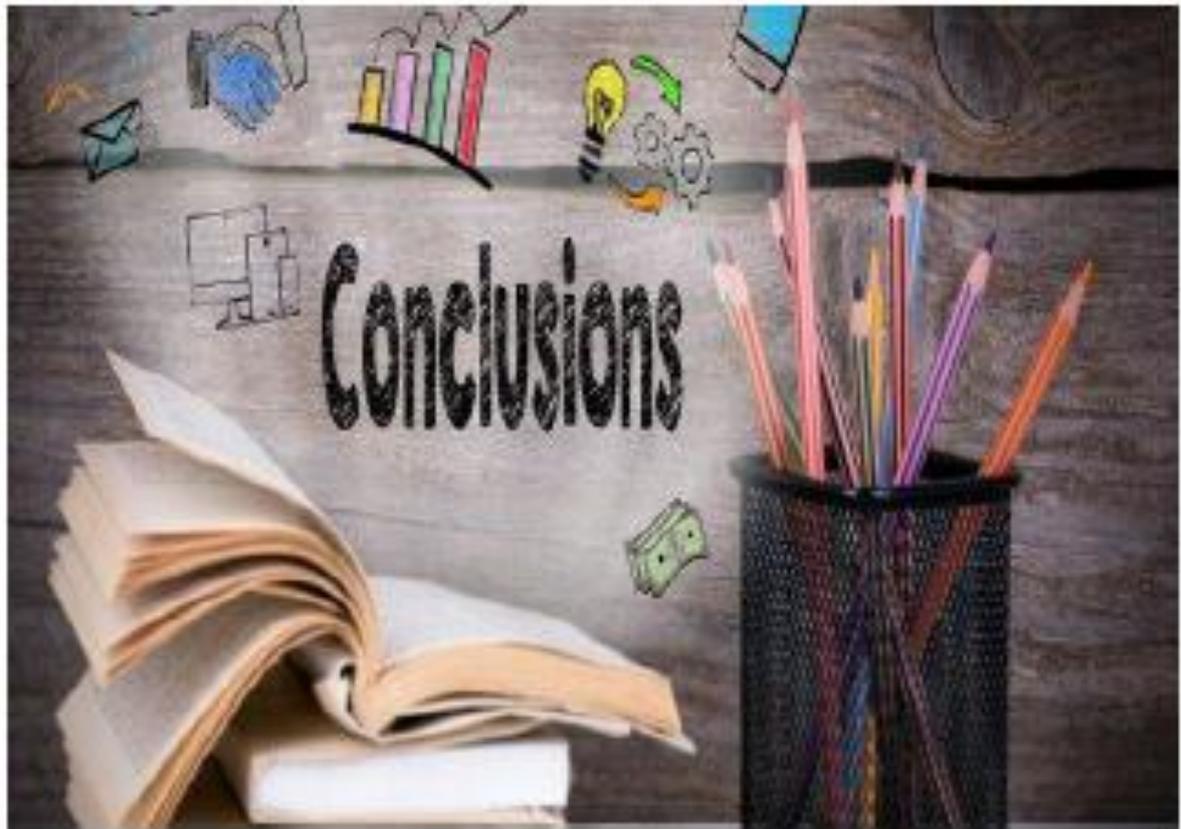


Figure 06: Appréciation final de deux fromages.

En se rapportant aux deux figures, le fromage témoin ainsi que le fromage enrichis en thym présente des caractéristiques assez similaires. Cependant la figure montre clairement que les dégustateurs préfèrent le fromage enrichis en thym au fromage témoin.



La présente étude a permis l'élaboration d'un produit laitier « fromage frais ». Plusieurs paramètres physico-chimique et microbiologique ont été établis.

L'enquête réalisée au niveau de la région de Bejaia a permis de sélectionner une plante aromatique selon sa disponibilité, sa préférence et ses vertus de santé « le thym » avec laquelle le fromage mis au point a été enrichi.

A travers cette étude, nous avons évalué le degré de contamination de la matière première, en l'occurrence le lait cru, destiné à la fabrication du fromage. En se référant aux normes en vigueur, le lait cru est de bonne qualité microbiologique. Une analyse physico-chimique a aussi été réalisée sur ce dernier au niveau de CANDIA, le taux d'EST et de MG étant dans les normes, le lait est fromageable.

Après cinq essais de formulation du fromage en variant la quantité de présure, de ferments et de thym. La formulation pour 100ml de lait cru de 0,1ml de présure et 0,01g de ferment a permis d'avoir un fromage de bonne qualité organoleptique.

La formulation retenue a permis l'obtention de 650,75g de fromage à partir de 4L de lait cru, 4 boîtes de fromage contenant 162,68 g chacune ont été obtenues dont 2 boîtes sont considérées comme témoins, les deux autres boîtes ont été enrichies avec 0,2g de thym. Des analyses microbiologiques et physico-chimiques ont été réalisées pour les deux types de fromages.

Le fromage frais est principalement dominé par la flore lactique. Les germes de la contamination fécale (coliformes fécaux), les germes pathogènes et la flore fongique sont totalement absents.

Les résultats de l'analyse physico-chimique obtenues ont montré que le fromage mis au point est propre à la consommation et qu'il est conforme aux normes en vigueur.

Cependant au bout de 20 jours de conservation à 4°C, un changement d'odeur et l'apparition de moisissures est noté sur le fromage témoin ce qui n'est pas le cas pour le fromage enrichi. Ce résultat, pourrait être dû à un effet antimicrobien du thym, ce qui suggère son utilisation comme bioconservateur.

Néanmoins, les résultats de cette étude restent à être confirmés par plusieurs répétitions

- faire une analyse de la qualité nutritionnelle (protéines, ..),
- confirmer l'activité antifongique du thym,
- essai d'autres plantes aromatiques et médicinales,
- formulation d'autres types de fromages.

Références bibliographiques



A

- ❖ **Abdelaziz et Ait Kaci (1992)**. Contribution à l'étude physico-chimique et microbiologique d'un fromage traditionnel algérien fabriqué à partir du lait de chèvre le "Djben". Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Institut national agronomique d'El Harrach, Alger. 67p.
- ❖ **AFNOR, (1985)**. Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques, 3ème édition.
- ❖ **Affif A, Faid M. et Najimi M, (2008)**. Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. Institute agronomique et vétérinaires Hassan II, Rabat, Maroc.pp : 2-7.
- ❖ **Aissaoui zitoun O, Pediliggieri C, Benatallah L, Lortal S, Licitra G, Zidoune M.N, et Carpimo S. (2011)**. Bouhezza, a transitional Algerian raw milk cheese, made and ripened in goatskin bags. Journal of food, Agriculture et Environnement vol.10, n°2 : p. 298-295.
- ❖ **Akhtar M, Ashfaque M, Hussain I et Kashifa K, (2001)**. Bacteriological studies on rawmilk supplied to Faisalabad city during summer months, Pakistan Vet. J. 21, 2. pp: 77-80.
- ❖ **Alais C, (1984)**. Sciences du lait : principes et techniques laitiers. 4ème édition.- Paris: Edition SEPAIC.-814 p.
- ❖ **Amariglio S, (1986)**. Contrôle de la qualité des produits laitiers : analyses physiques et chimiques. Méthode II-3. AFNOR- ITSU. 123-124
- ❖ **Andrén A., 2011**. Rennets and Coagulants. In: Encyclopedia of Dairy Sciences. Elsevier, 574-578.
- ❖ **Aprotosoia AC., Spac AD., Hancianu M., Miron A., Tanasescu VF., Dorneanu V., Stanescu U.2010**. The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (Foeniculum vulgare Mill.).FARMACIA, 58 (1). pp. 46-54.

B

- ❖ **Badis A., Guetarni D., Kihal M. et Ouzrout R. (2005)**. Caractérisation phénotypique des Bactéries lactiques isolées à partir de lait de chèvre de deux populations locales "Arabia et Kabyle». Sciences & Techniques, 23:30-37pp.
- ❖ **Badis A., Laouabdia-Sellami N., Guetarni D., Kihal M. et Ouzrout R., (2005)**. Caractérisation phénotypique des bactéries lactique isolées à partir de lait cru de chèvre

Références bibliographiques

de deux populations caprines locales ‘ arabia et kabyle’. Science & Technologie C, 23 :30-37.

- ❖ **Benzakour A, Berny EH, Elmoualdi L, Labioui H, Ouhssine M et Yachioui M., 2009.** Étude physicochimique et microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 148.pp: 7-16.
- ❖ **BOUMEDIYOU A. ADDOUN S. [THÈSE].**étude ethnobotanique sur l’usage des plantes toxiques en médecine traditionnelle, dans la ville de Tlemcen .ALGÉRIE . (28/05/2017).
- ❖ **Booth J et Dodd FH, (2000).** Mastitis and milk production. Dans the health y of dairycattle. Edition Andrews. London. pp: 213-255.
- ❖ **Brule G., Lenoir J. et Ramet J.P.(1997).** Les mécanismes généraux de transformation du lait en fromage, chapitre I, la micelle de caséine et la coagulation du lait. Pp. 7 à 39.

C

- ❖ **Chamba J. F., (2008).** Applications des bactéries lactiques lors des fabrications fromagères. In : Corrieu, G. and Luquet, F.M. (Eds.), Bactéries lactiques- de la génétique aux ferments. Lavoisier, Paris, p. 787-815.
- ❖ **Chen G. Q., (2010).** Plastics from bacteria ‘ Natural functions and application’ ,Springer, Microbiology Monographs, Volume 14, Germany, 450p
- ❖ **Cholet O. (2006).** Etude de l’écosystème fromager par une approche biochimique et moléculaire. Thèse doctorat, Institut National Agronomique Paris, Grignon, 192 p.
- ❖ **CODEX STAN 283-1978.** Précédemment CODEX STAN C-33-1973. Adopté en1973. Révision 2007. Amendé en 2008, 2010.
- ❖ **Cutter C. N. 2000.** Antimicrobial effect of herb extracts against *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella typhimurium* associated with beef. *Journal of Food Protection.* 63, 601-607.)

D

- ❖ **Damintoti Dicko, Karou, Mamoudou H Simporé, Jacques Yameogo, Saydou Sanon, Souleymane Traoré, Alfred S. (2005)** Activités antioxydantes et antibactériennes des polyphénols extraits de plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle du burkina faso, Maitrise des procédés en vue d’améliorer la qualité et la sécurité des aliments, utilisation des OGM, analyse des risques en agroalimentaire. ouagadougou, 8-11.

Références bibliographiques

- ❖ **Diao M, (2000).** La qualité du lait et produits laitiers. Institut Sénégalais de recherches Agricoles. Edition : GRET/ ENDA-ERAF Dakar. pp. 1-7.

E

- ❖ **Eck A et Gillis J.C. (2006).** Le fromage. 3eme edition : Tec et Doc, Lavoisier.Paris. 891p.

F

- ❖ **Fadili Kamal, Smail Amalich, Soro K. N'dedianhoua, Mohammed Bouachrine , Fatima El hilali, and Touria Zair (2015).** Teneurs en polyphénols et evaluation de l'activité antioxydante des extraits de deux espèces du Haut atlas du maroc : Rosmarinus Officinalis et Thymus Satureioides Ecole supérieure de Technologie, Université Moulay Ismail, route d'Agouray, Km 5, BP : 3103, Toulal Meknés, Morocco.
- ❖ **FAO/OMS. (1996). Codex Alimentarius. N°A-6-1978.** Code de principes concernant le lait et les produits laitiers. Rome, 258p.
- ❖ **Fredot. (2009).** Connaissance des aliments-Bases aliments et nutritionnelles de la diététique. Edition : TEC et DOC, Lavoisier, Paris, France, 397p.
- ❖ **Fox , et Mc Sweeney (2004).** Cheese an overview. In Cheese: Chemistry Physics and Microbiology, general aspects, third édition. 1: 1 -8p
- ❖ **Fox P.F. & McSweeney P.L.H., 2017.** Cheese: An Overview. *In: Cheese.* Elsevier, 5-21.

G

- ❖ **Grospron P. (1988).** Les industries agricoles et alimentaires. Ed. Paris :Technique et documentation Lavoisier. 354p.
- ❖ **Gassi J. & Schuck P., 2017.** Partie 1: Procédés de transformation fromagère **33**(partie 3), 1-11.
- ❖ **GASTALDI-BOUABID E., 1994.** Etude de l'évolution des micelles de caséine au cours de l'acidification : mise en évidence d'un état de transition entre pH 5.5 et pH 5.0 .Thèse Doctorat Académie de Montpellier. Université de Montpellier II.
- ❖ **Gledel J, (1987).** Aspect microbiologique : matière première de l'industrie laitière.Ed Tecet Doc. Paris .pp : 213-223.
- ❖ **Guiraud J.P, (1998).** Microbiologie alimentaire. 1e Ed, Dunod. Paris. 136-14
- ❖ **Guiraud J.P. (2003).** Microbiologie Alimentaire. Edition. Dunod. Paris.

H

- ❖ **Hayaloglu, A.A. and N.Y.Farkye.(2010).**cheese with Added Herbes, spices and Condiments. 2nd Edn.,Encyclopedia of Dairy Science, USA., pp : 783-789
- ❖ **Hermier J, Lenoir F et Weber F., (1992) :** les groupes microbiens d'intérêt laitier, Ed : CEPIL, Paris :559p.
- ❖ **Holley RA., et Patel D. 2005.** Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiol. 22(4) pp. 273–292.
- ❖ **Hylckama Vliega J. E.T. et Hugenholtz van J., (2007).** Mining natural diversity of lactic acid bacteria for flavor and health benefits, International Dairy Journal, 17:290-1297.

I

- ❖ **Iserin P., Masson M., Restellini JP, Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., Zha E., De la Roque R., De la Roque O., Vican P., Deesalle –Féat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J. et Botrel A. 2001.** Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Edition Larousse. P10-12.

J

- ❖ **Joffin C et Joffin JN, (1999).** Microbiologie alimentaire. Collection biologie et technique.5ème édition, p 11.
- ❖ **JORA : n° 32 du 23 mai (2004).** Arrêté du 27 mars 2004 rendant obligatoire une méthode de dénombrement des organismes microbiens pour le lait fermenté.
- ❖ **JORA : n° 43 du 4 juin (2004).** Arrêté du 24 mai 2004 rendant obligatoire une méthode de dénombrement des coliformes dans les laits fermentés.
- ❖ **J.O.R.A.n°69, (1993).** Arrête interministériel du 29 Safar1414 correspondant au 18 aout 1993 relatif aux spécifications et à la représentation de certains laits de consommation. P. 16.
- ❖ **JORA : n° 70 du 7 novembre (2004).** Arrêté 11 septembre 2004 rendant obligatoire une méthode de préparation des échantillons pour l'essai et les dilutions en vue de l'examen microbiologique.

K

- ❖ **Kamoun M. (1995).** Le lait de dromadaire : production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. In Tisserand J-L. (ed) Elevage alimentaire du dromadaire : Camel Production and nutrition. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, p. 81-103.

- ❖ **Kaptan et Sivri, (2018).** Utilization of Medicinal and Aromatic Plants in Dairy Products. Faculty of Agriculture, Departement of Food Engineering , Namik Kemal University ,Turkey.13p

L

- ❖ **Las. (2011).** Le Laboratoire d'Analyse Sensorielle d'Ambatobe-Le laboratoire d'analyse sensorielle pour vos industries agroalimentaire et cosmétique, Direction des recherches technologiques FOFIFA BP 14444, Ambatobe ,Antananarivo 101,<http://www.galys-evaluation sensorielle.fr>.
- ❖ **Larpent, J.P. (1991).** Microbiologie alimentaire, techniques de laboratoire. Edition :LAVOISIER, Paris
- ❖ **Larpent J.P(1997).**Microbiologie alimentaire, techniques de laboratoire. Edition Tec et doc,Lavoisier, Paris, 1073P.
- ❖ **Larpent JP. (1997).** Mémento technique de microbiologie. 3eme Ed. Technique et Documentation Lavoisier. Paris.910p.
- ❖ **Luquet FM, (1985).** Laits et produits laitiers ; vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle a la laiterie. Société Scientifique d'hygiène Alimentaire. Edition : Technologie et documentation-Lavoisier. Paris, 139p.
- ❖ **Luquet FM, Mathieu H, Mouillet et Boudier, (1979).** A propos de l'origine de la contamination des laits en diphénylespoly chlorés. Le lait, 59. 551p.
- ❖ **LUQUET F, (1990).** Laits et produits laitiers vache brebis chèvre : les produits laitiers transformation et technologies. Ed 2 tec & doc-Lavoisier.100p.

M

- ❖ **Mahaut M., Jeantet R et Brule G. (2000).** Initiation à la technologie fromagère. Ed. Paris: Technique et documentation Lavoisier. 185p.
- ❖ **Mahaut M., Jeantet R., et Brule G. (2000).** Initiation à la recherche fromagère. Edition: Tec et Doc. Lavoisier. Paris.
- ❖ **Makarova K., Slesarev A., Wolf Y., Sorokin A., Mirkin B. et Koonin E.,(2006).** Comparative genomics of the lactic acid bacteria. Proceeding of he National Academy of Sciene, USA, 429(103):15611-15616.
- ❖ **Marinissi, B, Belkhou, R, El Oualilalami, A, Bennani, L. (2013).** Caractérisation Microbiologique et physicochimique du lait cru et de dérivés traditionnels Marocains (L'ben et j ben). Les technologiques de laboratoire, 8(33). 100-111.
- ❖ **Marinou V.M , Belbeldi A , La Terra S, Marenti M , Licitra G et Carpin S . (2012).** A survey of fat-soluble antioxidant, linolenic acid and conjugated linoleic acid content of traditional Algerian Bouhezza cheese, Journal of Food, Agriculture and Environnement Vol.10, 186-190pp.

- ❖ **Mathieu J. (1998).** Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la RocheSur-Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. pp : 12210
- ❖ **Mathieu J. (1998).** Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris.214p.
- ❖ **Mebarki N. 2010.** Extraction de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse- antimicrobienne. Thèse de magister, Département de Génie des Procédés Chimiques et Pharmaceutiques, Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie, Université m'hamed Bougara Boumerdèse
- ❖ **MIETTON B. 1995.** La typologie des fromages, Symposium organisé par la fondation des Gouverneurs et le centre de recherche et de développement sur les aliments d'agriculture et Agroalimentaire Canada, octobre, 245p
- ❖ **Morales R. 2002** The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In : *Thyme : the genus Thymus*.Ed. Taylor & Francis, London. Pp. 1-43.

O

- ❖ **Oraon Lalita, Janna A, Prajapti PS, Priyanka Survera.(2017).** Application of herbs in functional dairy products – a review . *J Dairy Vet Anim Res.* 5(3):109-115.
- ❖ **Ouadghiri, M. (2009).** Biodiversité des bacteries lactiques dans le lait cru et ses derives « Lben » et « Jben » d'origine marocaine.

S

- ❖ **Salmien S., Wright A. et Ouwehand A., (2004).** *Lactic Acid Bacteria Microbiological and Functional Aspects*, Third Edition, arcel Dekker, Inc.USA, 628p.
- ❖ **Shori, A. B & Baba, A. S. (2013).** Antioxidant activity and inhibition of key enzymes linked to type diabetes and hypertension by *Azadirachta indica*-yogurt. *Journal of Saudi Chemical Society*, 17(3), 295-301.

P

- ❖ **Parente E. et Cogan T.M., (2004).** Tarter cultures: general aspects.In : Fox, P.F., McSweeney P. L.H., Cogan T. M. et Guinee, Y.. P. (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol.I. Chapman and Hall, London, p.123-148.
- ❖ **Paul AA et Southgate DAT, (1978).** *Mc cancer et Widdowson's the composition of foods.* Elsevier/north Holland Biomedical Press. Ed. Amsterdam, 23. 194p.
- ❖ **Pernodet G. (1987).** *Le fromage.* Edition: Lavoisier. Paris, France, pp. 220-224

Références bibliographiques

- ❖ **Pfleir E. A. et Klaenhammer T. R.,(2007).** The genomics of lactic acid bacteria, *Trends in Microbiology*, 15(12): 546-553.
- ❖ **Prabuseenivasan S., Jajacumar M., Ignacimuthus S.2006.**In vitro antibacterial activity of some plant essential oil. *Biomed central complémentart and Alternative Medecine*. 6 (39).

R

- ❖ **RAMET J.P., 1987.** La préparation du caillé, 1- : La présure et les enzymes coagulantes. Dans *Le fromage* (Coord. ECK A.), Tec et Doc. Lavoisier, pp 101-107, 539 p.
- ❖ **RAMET J.P., 1997.** L'égouttage du coagulum. Dans *Le fromage* (Coord. ECK A. et GILLIS J.C.). 3ème édition, Ed. Tec et Doc. Lavoisier. p. 43.
- ❖ **Randazzo C.L., Caggia C. et Neviani C.L.E. (2009)** . Application of molecular approaches to study lactic acid bacteria in artisanal cheeses. *J. Microbiol. Methods*, 78:p 1–9
- ❖ **Rhiat,M. ,Labioui,H.,Driouich,A.,Aouane,M.,Chbab,Y.,Mennane,Z .,&Ouhssine,M (2010).**Etude bactériologique comparative des fromages frais marocains commercialisés (Mahlabats) et des fromages fabrique ou laboratoire. *Afrique science : Revue internationale des sciences et technologie*, 7(3)
- ❖ **RASOOLI I., FAKOOR M.H., YADEGARINIA D., GACHKAR L., ALLAMEH A. and REZAEI M.B. 2008** - Antimycotoxigenic characteristics of *Rosmarinus officinalis* and *Trachyspermum copticum* L. essential oils. *International J of Food Microbiolog*
- ❖ **Richonnet Céline. (2015)** Caractéristiques nutritionnelles des fromages fondus. Edition Elsevier Masson., p 9.

T

- ❖ **Teuscher E., Anton R. et Lobstein A. 2005** .plantes aromatiques: épices, aromates, condiments er huiles essentielles. Tec et Doc éditions, Paris
- ❖ **Tormo (2010).** Diversité des flores microbiennes des laits crus de chevre et facteurs de variabilité.Thèse de Doctorat pathologie, Toxicologie, Génétique, et Nutrition. Faculté sciences écologiques,vétérinaires, agronomiques, et bio-ingénieries (SEVAB). Université de Toulouse. Poligny. 17p.
- ❖ **Tourette, I., Messad, S. et Faye, B. (2001).** Interactions entre les pratiques de traite et la qualité sanitaire du lait de chamelle en Mauritanie. *Atelier Int. Sur le lait de chamelle en Afrique*. FAO-CIRAD-KARKARA, Niamey, 5-8/11/03.

V

- ❖ **Valero M ., Francés E. 2006.** Synergistic bactericidal effect of carvacrol cinnamaldehyde or thymol and refrigeration to inhibit *Bacillus cereus* in carrot broth. *Food Microbiology* . 23: 68-73
- ❖ **Veisseyre R(1975).** Technologie du lait: constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 2^{ème} édition. Maison Rustique. 697 p.
- ❖ **Veisseyere R. (1975).** Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. In *Technologie du lait*. Ed. Paris: la maison rustique. pp. 505, 577.
- ❖ **Vignola C. (2002)** .Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-600.
- ❖ **Vivek K, Bajpai A, Kwang-Hyun Baek A et Sun Chul Kang B. (2012).**Control of *Salmonella* in foods by using essential oils : A review. Dans : *Food Research international*, 45, Issue 2, pp. 722-734.

W

- ❖ **Walther , Schmid , Sieber et Wehrmuller , (2008).** Cheese in nutrition and health. *Dairy Sci. Technol.* 88, 389–405.
- ❖ **WEBER F, 1987.** L'égouttage du coagulum. Dans le fromage (coord. ECK A), 2eme édition. p122.
- ❖ **Wildman R. E. C., (2007).** Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods, Second Edition, CRC Pres Taylor & Francis Group, USA, 541p.

Y

- ❖ **Yildiz F., (2010).** Devloppement and manufacture of yoghurt and other dairy products, CRC Pres Taylor & Francis Group, USA, 435p.

Liste des anonymes

- ❖ **Anonyme1** : Futura santé. Définition-plante-médicinale, principe-actif-substance-active[en ligne]. [Consulté le 05/12/2017]. Disponible sur : <http://www.futura-sciences.com>
- ❖ **Anonyme2**: Doctissimo. définition des plantes médicinales [en ligne].[consulté déc. 2017].disponible sur : www.doctissimo.fr › Santé › Phytothérapie
- ❖ **Anonyme3**: Copyright ©2011-2015MR GINSENG. COM
- ❖ **Anonyme 4** : www.thym-bio.com.
- ❖ **Anonyme5** : Copyright © 2015 naturalexix.com
- ❖ **Anonyme6**: <http://www.consoglobe.com/thym-cosmetique-les-produits-de-beaute-cg>
- ❖ **Anonyme8** : Anonyme7 : En cuisine EGK Caisse de Santé 2008 I Connaissance des herbes , série de Brigitte Speck, Ursula & Christian Fotsch et Susan Wacker - http://fr.wikipedia.org/wiki/plante_aromatique.
- ❖ **Anonyme7**: http://www.consostatic.com/wp-content/uploads/2013/11/thym-vrai_fleur-cosmetique-cuisine-ban.jpg

La plupart des cultures à travers le monde connaissent le fromage depuis des temps immémoriaux. Il s'agissait principalement d'une forme de conservation des principaux constituants du lait. Historiquement, plusieurs écritures indiquent que la fabrication du fromage est apparue il y a 8000 ans, peu après la domestication des animaux. A l'origine, l'intérêt majeur de la transformation du lait était de conserver les principaux constituants du lait. Il s'agit plutôt d'un aliment, possédant des qualités nutritionnelles indéniables (**Cholet, 2006**).

Il existe une variété de fromage qui est celle des fromages frais enrichis aux herbes, épices et autres condiments qui sont ajoutés au fromage en vue d'améliorer leur saveur, couleur et présentation ainsi que leur attractivité vis-à-vis des consommateurs. De plus ces herbes et épices sont une source de composés favorisant la santé et le bien-être des consommateurs (**Hayaloglu et Farkye, 2011**).

Selon **Vivek et al.,(2012)**, l'utilisation de substances d'origine naturelle comme bioconservateur est de plus en plus appréciée par les consommateurs comme alternative aux produits chimiques hautement dangereux pour la santé humaine.

Les plantes aromatiques et médicinales comme le thym, le romarin, le basilic et l'ail présentent une source de métabolites secondaires biologiquement actifs, qui présentent plusieurs propriétés biologiques. (**Fadili et al.,2015**). Tel que le thym qui est riche en vitamines (B1, C), magnésium et fer et qui est utilisé pour ses propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne. Ces dernières sont aussi utilisées dans les produits laitiers pour améliorer leurs propriétés sensorielles et prolonger leur durée de conservation (**Oraon et al., 2017 ;Kaptan et Sivri, 2018**).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, qui consiste à un essai de fabrication d'un fromage frais au thym et l'étude de son effet sur la durée de vie du produit.

*Annexe I***I. Composition des milieux de cultures****Tableau I : Gélose VRBG (institut pasteur d'Algérie)**

Constituants	Quantité en g/l
Extrait de levure	3
Peptone	7
Chlorure de sodium	5
Sel biliaire	1,5
Glucose	10
Rouge neutre	0,03
Cristal violet	0,002
Agar	12
Eau distillée	1L

Autoclaves 20 minute à 120°C ; pH= 7,3

Tableau II : Gélose PCA (Liofilchem, Italie)

Constituants	Quantité en g/l
Tryptone	5
Extrait de levure	2,5
Glucose	1
Agar	15
Eau distillée	1L

Autoclaves 20 minute à 120 °C ; pH=7±0,2

Tableau III : Gélose MRS (institut pasteur d'Algérie)

Constituants	Quantité g/l
Dextrose	20
Peptone	10
Extrait de viande	8
Extrait de levure	4
Tween 80	1ml
Phosphate dipotassique	2
Acétate de sodium	5
Citrate d'ammonium	2
Sulfate de manganèse	0,05
Sulfate de magnésium	0,20
Agar	10
Eau distillée	1L

Autoclaver 20 minute à 120 °C ; pH= 6,2

Tableau IV : Gélose Nutritif (institut pasteur d'Algérie)

Constituants	Quantité en g/l
Extrait de viande	1
Extrait de levure	2
Peptone	5
Chlorure de sodium	5
Agar	15
Eau distillé	1L

Autoclaver 20 minute à 120 °C ; pH=7,1±0,2

Tableau V: Gélose Slanetz (BIOKAR, India)

Constituants	Quantité g /l
Tryptone	20
Extrait de levure	5
Glucose	2
Phosphate dipotassique	4
Azide de sodium	0,4
T.T.C	0,1
Agar	10
Eau distillée	1L

Autoclaver 20 minute à 120 °C ; pH=7,2±0,1

Tableau VI : Gélose Baird Parker (Liofichem, Italie)

Constituantes	Quantité en g /l
Glycine	12
Cassien pancréatique	10
Pyruvate de sodium	10
Extrait de viande	5
Chlorure de lithium	5
Extrait de levure	1
Agar	13
Eau distillée	1L

Autoclaver 20 minute à 120 °C ; pH=6,9±0,2

Tableau VII : Gélose viande foie (institut pasteur d'Algérie)

Constituants	Quantités en g/l
Peptone	20
Extrait de viande foie	10
Glucose	10
Amidon	50
Agar	15
Eau distillée	1L

Autoclaver 20 minute à 120 °C ; pH=7±0,1

Annexe II

Les produits chimiques

Tableau VIII : Composition de la phénolphtaléine.

Constituants	Quantité
Phénolphtaléine	1g
Alcool éthylique à 95°	100 ml

Tableau IX : Hydroxyde de sodium (NaOH) à 1/9 N.

Constituants	Quantité
Hydroxyde de sodium	40 g
Eau distillée	1000

Tableau X : Solution Hcl à 1N

Constituants	Quantité
Eau distillé	1000 ml
Hcl	4ml

*Annexe III***Tableau XI** : Composition générale du lait de vache (Vingola, 2002).

Constituants majeurs	Variations limites (%)	Valeurs moyennes (%)
Eau	85,5 – 89,5	87,5
Matière grasse	2,4 – 5,5	3,7
Protéines	2,9 – 5,0	3,2
Glucide	3,6 – 5,5	4,6
Minéraux	0,7 – 0,9	0,8

*Annexe IV***Tableau XII** : Les principaux caractéristiques physicochimiques du lait cru de vache (Alais, 1984)

Caractéristique	Valeur
Densité à 20°C	1,028 - 1,033
Densité de matière grasse	0,94 - 0,96
Acidité Dornic °D	15°D - 17°D
Point de congélation	-0,52°C - -0,55°D

Point d'ébullition	100,5°C -100,17°C
PH a 20°C	6,6 - 6,8

Annexe V**Tableau XIII** : Flore originelle du lait cru (Vignola, 2002)

Microorganismes	Pourcentage (%)
<i>Micrococcus</i>	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus ou Lactococcus</i>	<10
<i>Gram négatif</i>	<10

Annexe VI**Tableau XIV** : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de fromage frais (Richonnet, 2015)

Composition	Valeur nutritionnelle (/100g)
Eau	79
Energie (kcal)	118
Glucides (g)	4
Lipides (g)	17
Acides gras saturés (g)	12
Protéines (g)	9
Sodium (mg)	520
Calcium (mg)	95
Phosphor (mg)	140

Annexe VII

➤ Description du thym et sa classification

1. Description de la plante (Iserin, 2001) :

- ♣ **Plante** : petite plante buissonnante et touffue. Ces rameaux très aromatiques d'un aspect grisâtre ou vert grisâtre, peuvent atteindre 7 à 30 cm de hauteur (Figure 1).
- ♣ **Tige** : elle est ligneuse à la base et herbacée supérieurement, où elle devient presque cylindrique. Les tiges du thym sont très ramifiées et groupées en buisson très dense. Elle sont rampantes, dressées ou redressées, tortueuses dans leur partie inférieure, velues et blanches tout autour chez les jeunes rameaux.
- ♣ **Feuilles** : elles sont petites, ovales, lancéolées ou linaires et ont des bords légèrement enroulés. Cendrées sur le dessus, plus foncées et légèrement glauques sur le dessous, elles sont disposées en paire se croisant d'un nœud à l'autre.
- ♣ **Fleurs** : elles sont très petites, réunies en verticilles serrés. Présentent une corolle pourpre ou rose rarement blanche, elles s'épanouissent de mars à juillet.

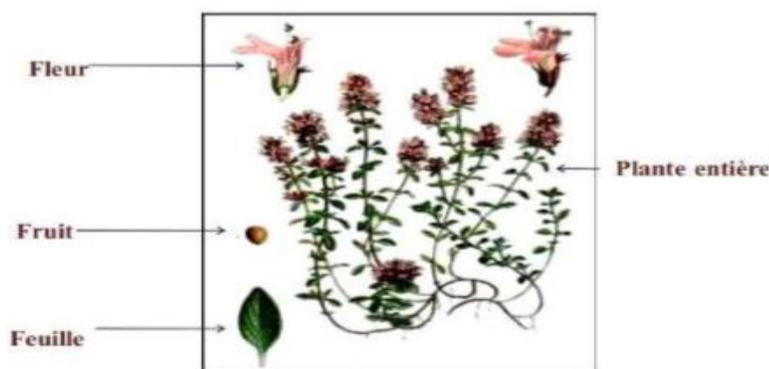


Figure 01 : Aspect morphologique de *thymus vulgaris* (Iserin ,2001).

2. classification botanique

Ce classement se réfère à la classification botanique antérieure (Morales, 2002) synthétisée dans le tableau n°4.

Tableau XV: classification botanique du thym (Morales, 2002)

Règne	Plante
Sous règne	Plantes vasculaires
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Lamidées
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées Labiées
Genre	Thymus

Annexe VIII

➤ **Différentes applications du thym en cosmétique**

Le thym s'utilise sous différentes forme selon les endroits du corps :

- Sur la **peau** : parce qu'il a des vertus purifiantes, son huile essentielle s'utilise dans les soins de peaux à tendance grasse.
- Sur le **visage** : l'hydrolat de thym s'utilise pour purifie les peaux grasses, dans une lotion tonique par exemple, ou dans un soin (comme l'huile essentielle de thym). Grâce à sa propriété antioxydants, l'extrait de feuille de thym est un remède naturel contre les rides.
- Sur les **cheveux** : l'huile essentielle de thym et son hydrolat aident à traiter les cheveux gras.
- Sur le **corps** : ses propriétés antibactériennes permettent de lutter contre les bactéries à l'origine des mauvaises odeurs de la transpiration. Les extraits de feuille de thym stimulent la microcirculation, ce qui aide à améliorer l'apparence de la peau en surface (figure n°3).
- Dans la **bouche** : il combat la plaque dentaire et aide à prévenir la survenue des Caries.

Annexe IX**Questionnaire d'évaluation hédonique d'un échantillon de fromage**

Age :

Date :

Sexe : Féminin Masculin

Chers dégustateurs, il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et attribuer une appréciation et une note aux fromages goûtés

1-Odeur

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

Fromage témoin	Fromage enrichis

. 2-Saveur**a-Acidité**

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

Fromage témoin	Fromage enrichis

b- Amertume

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

Fromage témoin	Fromage enrichis

c-Texture en bouche

- 1- Très lisse
- 2- Lisse.
- 3- Moyenne.
- 4- Granuleuse
- 5- Très granuleuse.

Fromage témoin	Fromage enrichis

Veillez indiquer dans le tableau ci-dessous votre préférence selon une note de 0 à 4 correspondantes à son appréciation

Produits	Fromage témoin	Fromage enrichis
Odeur		
Texture		
Saveur		

Veillez attribuer une note finale pour les deux échantillons

Produits	Fromage témoin	Fromage enrichis
Note		

Annexe X

Résultats de l'analyse hédonique

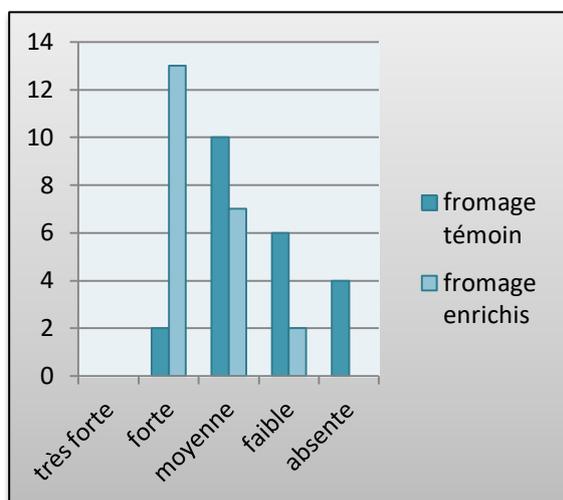


Figure 02 : Appréciation de l'odeur.

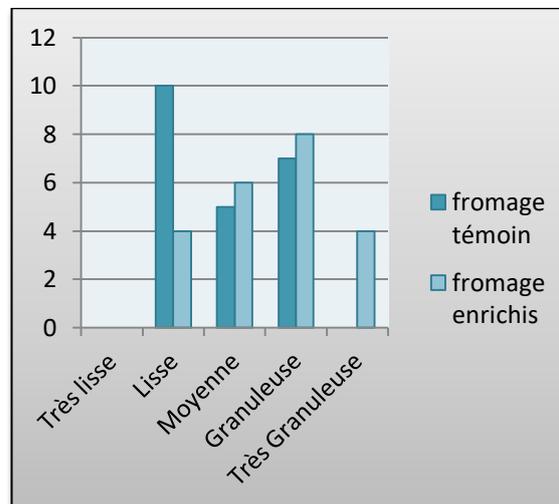


Figure 03 : Appréciation de la texture

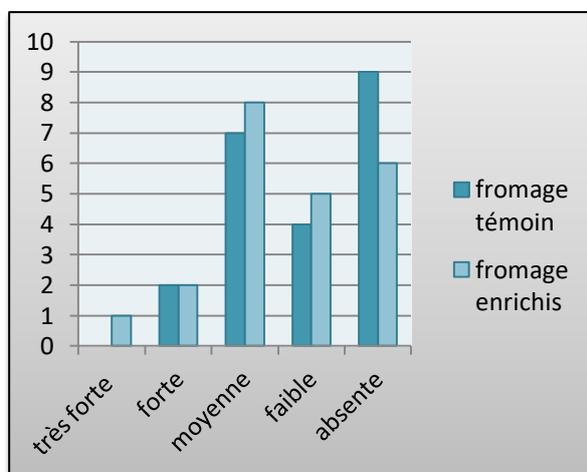


Figure 04 : Appréciation de l'amertume

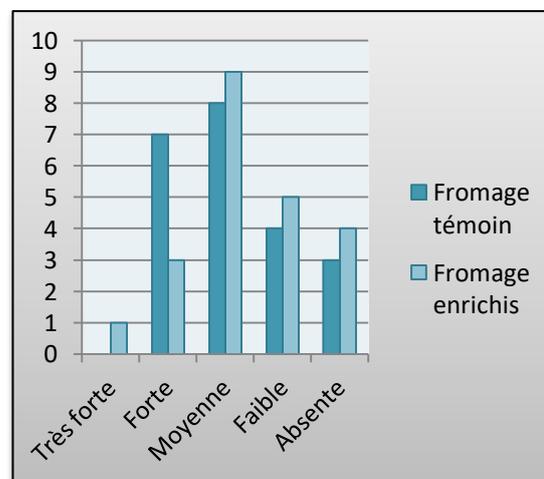


Figure 05 : Appréciation de l'acidité.

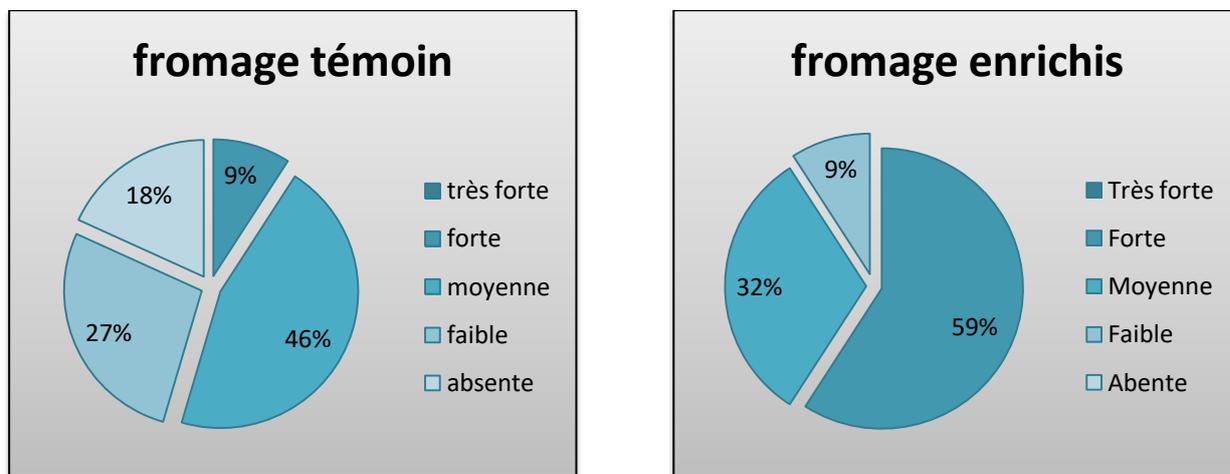


Figure 06 : Le taux d'appréciation des niveaux de l'odeur des deux types de fromages témoin et enrichis en thym.

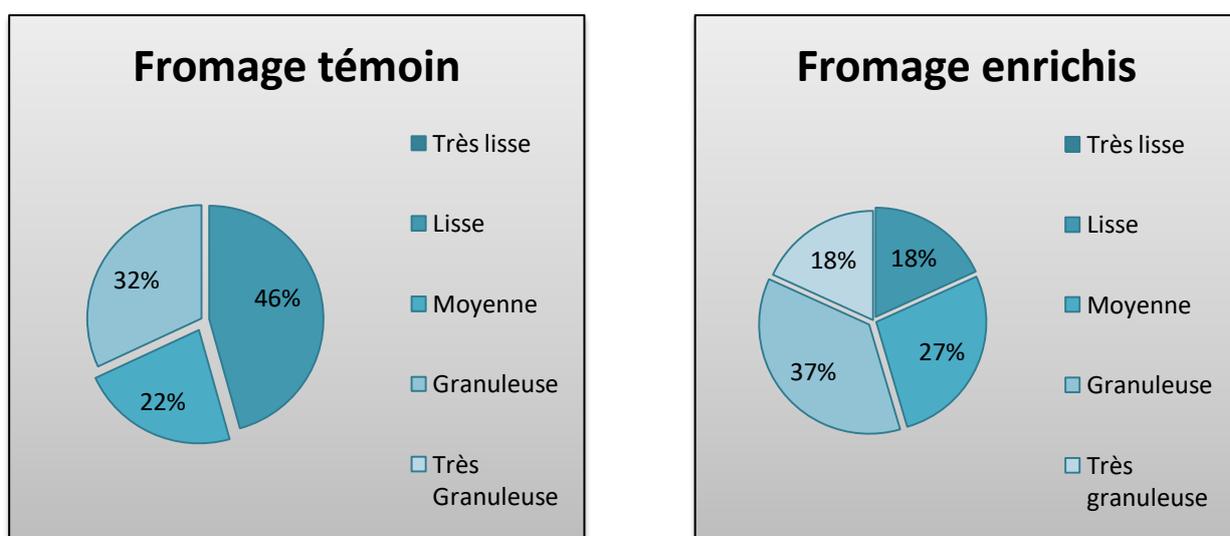


Figure 07 : Le taux d'appréciation des niveaux de la texture des deux types de fromages témoin et enrichis en thym.

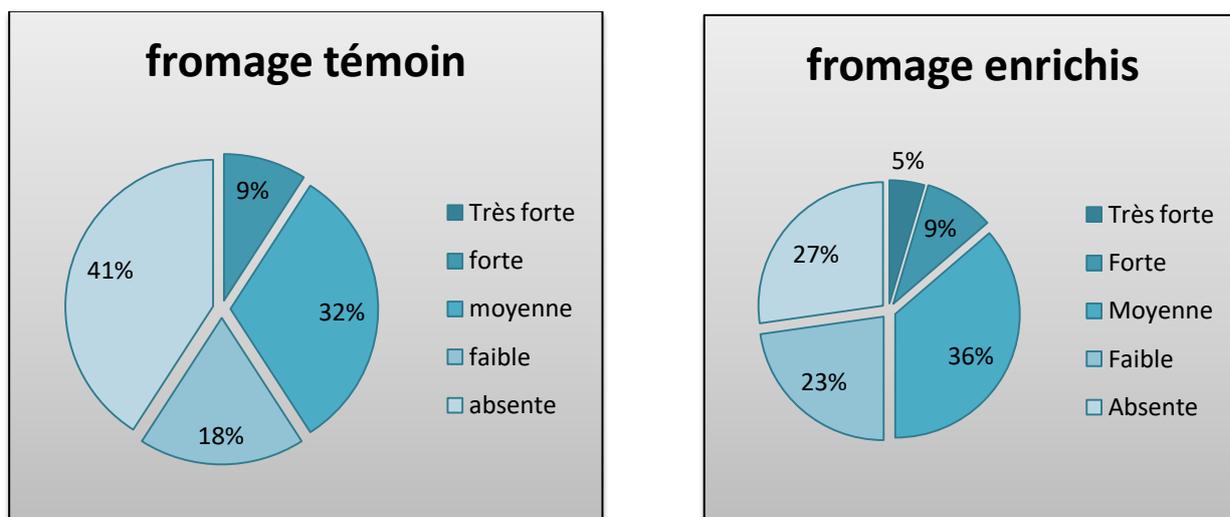


Figure 08 : Le taux d'appréciation des niveaux de l'amertume des deux types de fromages témoin et enrichis en thym.

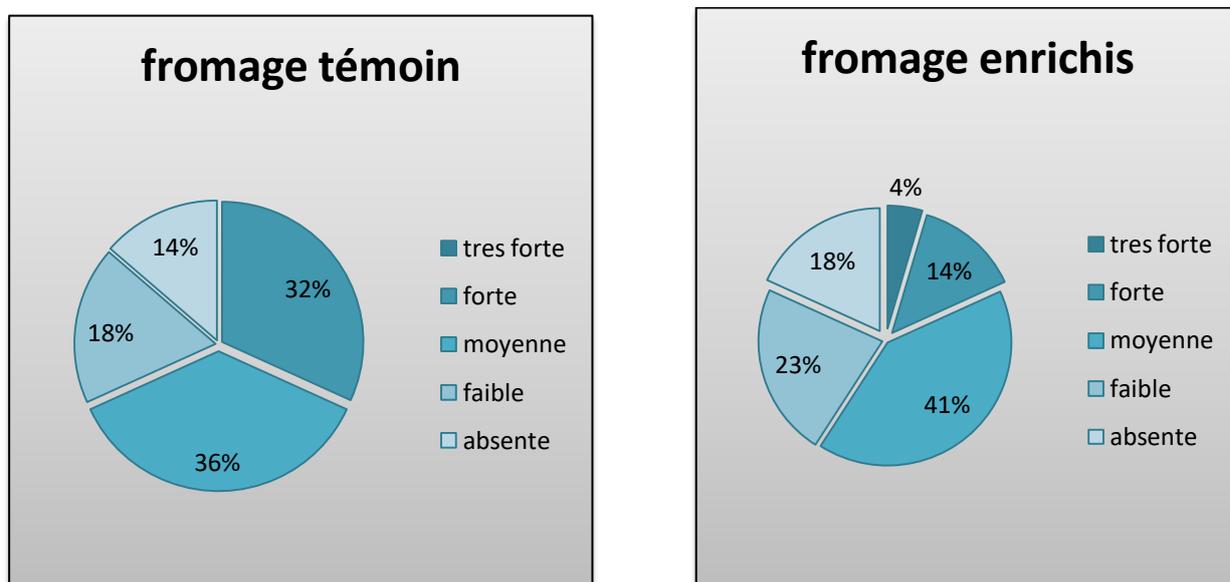


Figure 09 : Le taux d'appréciation des niveaux de l'acidité des deux types de fromages témoin et enrichis en thym.

Résumé

Le présent travail a pour but de réaliser un fromage frais enrichi en herbe aromatique, au terme d'une enquête auprès de plusieurs familles des différentes régions de Bejaïa, le thym a été choisi afin de l'utiliser comme plante aromatique et bioconservateur.

Après cinq essais de formulation du fromage en variant la quantité de présure, de ferments et de thym. La formulation pour 100ml de lait cru de 0,1ml de présure et 0,01g de ferment a permis d'avoir un fromage de bonne qualité organoleptique.

La formulation retenue a permis l'obtention de 650,75g de fromage à partir de 4L de lait cru, 4 boîtes de fromage contenant 162,68 g chacune ont été obtenues dont 2 boîtes, sont considérées comme témoin, les deux autres boîtes ont été enrichies avec 0,2g de thym. Des analyses microbiologique et physico-chimique ont été réalisées pour les deux types de fromages.

Le fromage frais est principalement dominé par la flore lactique. Les germes de la contamination fécale (coliformes fécaux), les germes pathogènes et la flore fongique sont totalement absents.

Les résultats de l'analyse physico-chimique obtenues ont montrés que le fromage mis au point est propre à la consommation et qu'il est conforme aux normes en vigueur.

Cependant au bout de 20 jours de conservation à 4°C, un changement d'odeur et l'apparition de moisissures est notée sur le fromage témoin ce qui n'est pas le cas pour le fromage enrichi. Ce résultat, pourrait être dû à un effet antimicrobien du thym, ce qui suggère son utilisation comme bioconservateur.

Mots clés : Plantes Aromatiques, Thym, Fromage frais, Bioconservateur.

Abstract

This work aims to achieve a fresh cheese enriched with aromatic herbs, after a survey of several families in different regions of Bejaia, the thyme was chosen to use as aromatic plants and bioconservative.

After five trials of cheese formulation by varying the quantity of rennet, ferments and thyme. The formulation for 100ml of raw milk of 0.1ml of rennet and 0.01g of ferment allowed to have a cheese of good organoleptic quality.

The selected formulation allowed to obtain 650.75g of cheese from 4L of raw milk, 4 boxes of cheese containing 162.68g each were obtained of which 2 boxes are considered as control, the two other boxes were enriched with 0.2g of thyme. Microbiological and physico-chemical analyses were performed for both types of cheese.

The fresh cheese is mainly dominated by lactic flora, fecal contamination germs (fecal coliforms), pathogenic germs and fungal flora are totally absent.

The results of the physico-chemical analysis obtained showed that the cheese developed is suitable for consumption and complies with the standards in force.

However, after 20 days of storage at 4°C, a change in odor and the appearance of mold was noted on the control cheese, which was not the case for the enriched cheese. This result could be due to an antimicrobial effect of thyme, which suggests its use as a bioconservative.

Keywords : Aromatic Plants, Thyme, Fresh Cheese, Bioconservative