

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département de Biochimie - Microbiologie

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de master en biologie

Option : Alimentation humaine et qualité des produits

Thème

Essai de fabrication d'un camembert au thym et étude de son effet sur la durée de vie du produit

Réalisé par : AGHERGHOUR Nabila

KHEMIS Lynda

Soutenu le 18.10.2015 devant le jury composé de :

Président : M^f AMROUCHE T. Maitre de conférences à l'U.M.M.T.O.

Examinatrices : M^{me} HELLAL Z. Maitre assistante à l'U.M.M.T.O.

M^{me} REMANE Y. Maitre assistante à l'U.M.M.T.O.

Promotrice : M^{elle} LAMMI S. Maitre assistante à l'U.M.M.T.O.

Année universitaire 2014 - 2015

Remerciements

Nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour la réalisation de ce modeste travail.

Sincèrement, c'est un grand honneur pour nous d'avoir eu la chance de travailler avec M^{elle} LAMMI S., notre promotrice .Aussi, nous tenons à lui exprimer notre profonde gratitude et nos remerciements les plus chaleureux pour son aide la plus précieuse, son apport constructif, ses encouragements ses conseils, sa grande disponibilité et surtout sa modestie qui est aussi grande que son mérite ;

Pour Monsieur AMROUCHE T. Maitre de conférences à l'université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, de nous avoir fait l'honneur de présider le jury et d'évaluer notre travail ;

Pour Mesdames HELLAL Z. et ROMANE Y., Maitres assistantes chargées de cours à l'université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, d'avoir accepté d'être parmi le jury de notre soutenance et d'examiner notre travail ;

Nous tenons à remercier profondément M^{me} GOUNANE, responsable de l'unité le « FERMIER », qui nous a facilité l'accès et surtout, d'avoir mis à notre disposition tout le nécessaire pour réaliser notre étude ; sans oublier, l'ensemble du personnel de l'unité et en particulier l'ingénieur de laboratoire «SOUADE» pour son aide et sa gentillesse.

Et en fin, nous remercions toute personne qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Lynda et Nabila

Dédicace

*Je dédie ce travail à mon **PERE** et ma **MERE***

Mes grandes mères et mon grand père

Mes frères Said ,Aimed ,Tarik et Toufik

Mes sœur Ouardia et Naima

Mes cousines Lyza et Rym

Ma meilleur amie Kahina B

Mes chères amies Nabila A, Nadia A et Souhila B

*A toute la famille **KHEMIS** et **TABLAT***

Lynda

Dédicace

A

Mes parents que j'aime beaucoup

A mon marie NORDINE qui ma donner le courage et la volonté

Mes enfants AMAYAS et ANIA

Mon frère Karim et sa femme Ghania

Mes beaux parents,

Mes beaux frères GHANI . AMIROUCHE. HCINE

MES BELLE SŒUR NADIA ET BAYA

Nabila

RESUME

La composition chimique des plantes aromatiques et leurs teneurs en huiles essentielles, leur confèrent une activité antibactérienne intéressante ; souvent recherchée dans le secteur agroalimentaire pour la conservation des aliments.

Cette étude a été conduite dans le but d'utiliser les feuilles fraîches du thym (*Thymus vulgaris*) comme agent naturel conservateur et aromatique, du fromage à pâte molle de type camembert et d'élargir la gamme de ce produit sur le marché.

Deux concentrations de thym (1% et 3%) ont été utilisées, pour évaluer son efficacité sur la durée de vie du camembert stocké à $4\pm 1\text{C}^\circ$ pendant huit semaines. Les analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées sur les fromages additionnés des feuilles fraîches du thym, montrent que la présence de cette plante limite l'altération microbienne du produit, qui se traduit par la diminution de sa charge de la flore aérobie mésophile totale durant la période de sa conservation, comparé au camembert témoin.

Les résultats de ce travail sont prometteurs et encouragent les industriels agroalimentaires à exploiter les plantes aromatiques, comme alternative naturelle pour la conservation des aliments ; cependant, des études plus approfondies sont nécessaires afin de garantir la sécurité du consommateur.

Mots clés: Camembert, altération, FAMT, bioconservation, thym.

ABSTRACT

The chemical composition of aromatic plant and their contents in essential oils confer their interesting antibacterial activity; often sought in the food industry for foods conservation.

This study was conducted in order to use the fresh leaves of the thyme (*Thymus vulgaris*) as a preservative and aromatic natural agent, cheese soft paw of type and to expand the range of product on the market.

Two thyme concentrations (1% and 3%) were used, to evaluate its effectiveness on the life of the pie stored at $4\pm 1\text{C}^\circ$ of eight weeks. The physico - chemical and microbiological analyses performed on the cheeses added of the cool leaves of the thyme, show that the presence of this plant limits the microbial change of the product, that results in the decrease of the charging total mésophile aerobic during the its conservation period , compared to the control camembert .

The results of this work are promising and encourage food manufacturers to use herbs as natural alternative for the preservation of food;however,further are studies are needed to ensure consumer safety.

Key words: Camembert, change, FAMT, bioconservation, thyme.

LISTE DES ABREVIATIONS

°C : Degré celsius

FLO• : radical flavoxyle

FLOH : molécule de flavonoides

FMAT: Flore Mésophile Aérobie Totale

HEs : huiles essentielles

ml : millilitre

MT: Million de tone

PCA : *Plate Count Agar*

R• : radical libre

RH : molécule stable

pH : potentiel hydrogène

T : Témoin

UFC : Unité Formant une Colonie

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
Figure n° 1 : Photo d'un fromage à pâte molle type camembert	7
Figure n° 2 : Décaillage du caillé avec une tranche caillé	10
Figure n° 3: Brassage	10
Figure n° 4 : Moulage.....	11
Figure n° 5 : Salage	11
Figure n° 6 : L'affinage	12
Figure n° 7 : Principales sources de contamination microbienne lors de la fabrication fromagère	13
Figure n° 8 : Camembert présentant l'aspect de poils de chat.....	15
Figure n° 9 : Camembert avec taches bleu	15
Figure n° 10 : Fromage non cendré (Photo 1) et cendré (Photo 2) présentant le défaut de peau de crapaud	16
Figure n° 11 : Camembert présentant des taches rouges	17
Figure n° 12 : Principaux producteurs de fromage en 2005	18
Figure n° 13: Photo de <i>Thymus vulgaris</i>	20
Figure n° 14 : Aspect morphologique de <i>Thymus vulgaris</i>	21
Figure n° 15: Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne	25
Figure n° 16: Savon à base de thym.....	27
Figure n° 17 : Le thym en cuisine	28
Figure n° 18: Camembert à 3% de thym.....	31
Figure n° 19: Camembert à 1% de thym	31
Figure n° 20 : Photos des camemberts après l'affinage	32

Figure n°21: Mesure du Ph.....	34
Figure n° 22 : Photos des trois échantillons du camembert	35
Figure n° 23 : Photos de la préparation des suspensions mères témoin (1) test 1% (2) et test 3% (3).....	35
Figure n° 24: Photos des dilutions décimales.....	36
Figure n° 25 : Photos de l'ensemencement et incubation des boites	36
Figure n°26: Les camemberts à base de thym.....	38
Figure n° 27: Développement de la FAMT durant la durée de conservation	39
Figure n° 28 : Evolution du pH durant la conservation du camembert.....	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
Tableau n°1: Composition moyenne du lait de vache.....	2
Tableau n°2: Flore originelle du lait cru	3
Tableau n° 3: Les principaux micro-organismes du camembert.....	14
Tableau n°4: Classification botanique de <i>Thymus vulgaris</i>	21
Tableau n°5: Les parties de certaines plantes riches en huiles essentielles	30

SOMMAIRE

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur le lait

I.1. Définition	2
I.2. Composition	2
I.3. Le lait de vache : matière première dans la fabrication du Camembert	3
I.4. Microbiologie du lait cru	3
I.4.1. Flore originelle	3
I.4.2. Flore de contamination	4
I.5. Principales activités microbiennes dans le lait.....	4
I.5.1. Fermentation homolactique et hétérolactique avec acidification du lait.....	4
I.5.2 Protéolyse	5
I.5.3. Autres dégradations.....	5

II. Généralités sur le fromage

II.1. Historique	6
II.2. Définition du fromage	7
II.3. Composition.....	7
II.4. Les étapes de fabrication du fromage	8
II.5.1. Les altérations microbiennes	12
II.5.1.1. Les Mucorales	13
II.5.1.2. Les <i>Penicillium</i>	13
II.5.1.3. Autres espèces.....	13
II.5.2. Défauts de croutage et de présentation	15
II.5.2.1. Accident dû aux Mucor: accident dit du «poil de chat»	15
II.5.2.2. Accident dû aux <i>Penicillium</i> : accident du «bleu»	15
II.5.2.3. Accidents dû à <i>Geotrichum candidum</i> : accident de la «graisse» et de la «peau de crapaud»	16
II.5.2.4. L'accident du rouge	16
II.5.3. Défaut de goût et de saveur	17
II.5.4. Production mondiale du fromage	17

III.5.5. Consommation mondiale du camembert.....	18
--	----

III. Le thym (*Thymus vulgaris* L.)

III.1. Historique	20
III.2. Définition	20
III.3. Description de la plante	21
III.4. Classification botanique	21
III.5. Composition du thym	22
III.6. Utilisation du thym.....	26
a. En médecine.....	26
b. En cosmétique	27
c. En industrie alimentaire	28
d. En cuisine	28

PARTIE EXPERIMENTALE

I. Matériel et méthodes

I.1. Objectif de l'étude.....	29
I.2. Bref aperçu sur l'unité « Le fermier	29
I.3. Matériel	29
I.3.1. Matériel végétal.....	29
I.3.2. Le fromage à pâte môle.....	30
I.4. Protocole expérimental	31
I.4.1. Préparation du camembert à base de feuilles fraîches de thym	31
I.4.2. Mesure du Ph.....	32
I.4.3. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophiles (FTAM)	34
I.5. Analyse statistique	37

II. Résultats et discussion

II.1. Le Ph.....	39
II.2. Dénombrement de la FTAM.....	40

Conclusion et perspectives

Références bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le camembert est un produit alimentaire fabriqué à base de lait, qui renferme, en plus de sa teneur élevée en eau, plusieurs autres nutriments tels que les protéines, les glucides, les vitamines et les matières grasses ; ce qui le rend sujet à différents types d'altérations microbiennes.

Une altération de la qualité hygiénique du camembert met en cause la santé du consommateur. Cette altération est généralement invisible, elle est due à un développement de microorganismes pathogènes responsables d'intoxications alimentaires de gravités diverses. Une autre altération de la qualité marchande du camembert modifie ses caractéristiques organoleptiques (rancissement, altération du goût) ; bien que non dangereuse pour le consommateur, elle rend ce produit non commercialisable (Bouix et Leveau, 1984).

Malgré l'amélioration des techniques de conservation des aliments, la nature des conservateurs alimentaires reste une des questions les plus importantes pour la santé publique (Burt, 2004). L'un des principaux problèmes de l'industrie agro-alimentaire est d'assurer une bonne conservation des aliments ; beaucoup d'attention a été accordée aux composés d'origines naturels (Hsieh *et al.*, 2001; Alzoreky et Nakahara, 2003).

Aujourd'hui, la science confirme les différentes vertus des plantes aromatiques et leurs extraits bruts ; dont les domaines d'application sont très variés et qui sont largement utilisés dans l'industrie alimentaire comme additifs pour rehausser le goût, aromatiser et colorer les aliments (Aprotosoiaie *et al.*, 2010). D'autre part, les plantes aromatiques possèdent des profils de composition chimique différents, permettant de les employer comme agents naturels de conservation des aliments (Holleyet et Patel D., 2005). Cela évitera les effets toxicologiques indésirables de nombreux conservateurs synthétiques limités dans plusieurs pays.

De même, la tendance actuelle des consommateurs à chercher une alimentation plus naturelle, a incité la recherche au développement et l'application de nouveaux produits naturels ayant des activités antimicrobiennes et antioxydante, dans le but de les utiliser comme alternatives aux conservateurs synthétiques dans le domaine des industries agro-alimentaires.

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

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur le lait

I.1. Définition

Le premier congrès international pour la répression des fraudes alimentaires, tenu à Genève en 1908 a défini le lait comme étant le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum (Alais, 1975).

Selon Deforges et *al.* en 1999, le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent ; notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservée au lait de vache selon le décret Français du 25 Mars 1924.

La commercialisation du lait n'a connu une dimension importante qu'à partir du XIX^{ème} siècle, avec l'avènement des transports rapides et la découverte de la pasteurisation qui permet d'éviter la transmission des affections de l'animal à l'homme (Zaidi et Mahiout, 2012).

I.2. Composition

Le lait de vache est un lait caséineux. Sa composition générale est représentée dans le tableau n°1. Les données sont des approximations quantitatives, qui varient en fonction d'une multiplicité de facteurs : race animale, alimentation et état de santé de l'animal, période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite. Il reste que la composition exacte d'un échantillon de lait ne peut s'obtenir que par analyse (Roudaut et Lefrancq, 2005).

Tableau n°1 : Composition moyenne du lait de vache (Alais et *al.*, 2008).

Constituants	Composition g/l
Eau	905
Glucides (lactose)	49
Protides	
Caséine	34
Protéines solubles (globuline, albumines)	27 2,5
substances azotées non protéiques	1,5
Sels	
De l'acide citrique(en acide)	9
De l'acide phosphorique (P ₂ O ₃)-	2
Du chlorure de sodium (Na Cl)	2,6
Constituants divers (Vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces
Extrait sec totale	127
Extrait sec non gras	92

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.3. Le lait de vache : matière première dans la fabrication du Camembert

La fabrication du fromage à pâte molle exige l'emploi d'un lait de haute qualité bactériologique et physico-chimique. Ainsi, dans les pays à grande tradition fromagère tel que la France, ce fromage est élaboré, soit directement à partir du lait cru, soit à partir du lait pasteurisé. Remeuf et *al.*, en 1991 soulignent que la fromageabilité du lait : c'est à dire, l'aptitude à la transformation du lait en fromage est dépendante d'un certain nombre de paramètres dont :

- Sa composition chimique (richesse en caséines) ;
- Son comportement vis-à-vis de l'enzyme coagulante la présure;
- Son aptitude au développement des bactéries lactiques (résidus d'antibiotiques) ;
- Enfin, sa charge microbienne et la nature de sa microflore.

I.4. Microbiologie du lait cru

Le lait contient un nombre variable de cellules; celles-ci correspondent à la fois à des constituants normaux comme les globules blancs, mais également à des éléments d'origine exogène que sont la plupart des microorganismes contaminants (Gripon et *al.*, 1975). Mais, on peut aussi trouver des levures et des moisissures, voire des virus.

De très nombreuses espèces bactériennes sont susceptibles de se développer dans le lait qui constitue, pour elles, un excellent substrat nutritif. L'importance et la nature des bactéries contaminants le lait, dépendent de l'état sanitaire de l'animal, de la nature des fourrages (Agabriel et *al.*, 1995), mais aussi des conditions hygiéniques observées lors de la traite, de la collecte, de la manutention et de la température de conservation du lait (Robinson, 2002).

I.4.1. Flore originelle

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml) (Guiraud, 2003).

A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile et est protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (Cuq, 2007). La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (Claude et *al.*, 2002).

Le tableau n°2 regroupe les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives.

Tableau n°2: Flore originelle du lait cru (Vignola, 2002)

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

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.4.2. Flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (Claude et al., 2002).

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origine diverses :

- Fèces et téguments de l'animal : coliformes, entérocoques, *Clostridium*, éventuellement Entérobactéries pathogènes (*Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*) ;
- Sol : *Streptomyces*, *Listeria*, bactérie sporulées, spores fongiques, ect ;
- Litières et aliments : flore banale variée, en particulier lactobacilles, *Clostridium* butyrique (ensilages) ;
- Air et eau : flores divers dont *Pseudomonas*, bactéries sporulées, etc. ;
- Equipement de traite et de stockage du lait : microcoque, levures et flore lactique avec lactobacilles, streptocoques (*Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*) Leuconostoque, ect., cette flore est souvent spécifique d'une usine ;
- Manipulateurs : staphylocoques dans le cas de la traite manuelle, mais aussi germes provenant d'expectorations, de contamination fécales, etc. ;
- Vecteurs divers (insectes en particulier) : flore de contamination fécale (Guiraud, 2003).

Le niveau de contamination est étroitement dépendant des conditions d'hygiène dans lesquelles sont effectuées ces manipulations, à savoir l'état de propreté de l'animal et particulièrement celui des mamelles, du milieu environnant (étable, local de traite), du matériel de récolte du lait (seaux à traire, machines à traire) et enfin, du matériel de conservation et de transport du lait (bidons, cuves, tanks) (FAO, 1995).

I.5. Principales activités microbiennes dans le lait

Les altérations du lait sont associées à la multiplication de levures, moisissures et bactéries. Ces processus de dégradation sont possibles, lorsque les conditions du milieu environnant sont favorables à la prolifération microbienne et à l'activité enzymatique. De graves défauts de goût et d'odeur peuvent apparaître par accumulation des produits issus, soit du métabolisme cellulaire, soit de l'action de systèmes enzymatiques complexes sur les constituants du lait (Kim et al., 1982).

I.5.1. Fermentation homolactique et hétérolactique avec acidification du lait

Un tel processus conduit à la coagulation de la caséine et à la prise en masse du lait. Selon la température du lait et les bactéries impliquées, le phénomène de coagulation sera plus ou moins rapide : de 10°C à 37°C, le germe le plus fréquemment impliqué est *Streptococcus lactis* avec plus rarement association avec des coliformes, entérocoques, microcoques et lactobacilles. Au dessus de 37°C, les germes en cause sont *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecalis* et *Lactobacillus bulgaricus*. A des températures inférieures à 10°C, le processus est plus lent, la prise en masse nécessite

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

un délai relativement important. Le caillot peut être dégradé dans une seconde étape par les espèces psychrotrophes protéolytiques : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *microcoques* ... (Guiraud et Galzy, 1980 ; Leyral et Vierling, 2007).

I.5.2 Protéolyse

Au cours de leurs activités métaboliques, certains microorganismes, grâce à l'action de leurs protéases, dégradent des fractions protéiques du lait. Ce phénomène produit la libération de sous produits très variés, dont des peptides à longue ou courte chaîne à l'origine des goûts amers, des saveurs non désirées et atypiques ou de textures inadéquates des fromages contaminés. Les germes incriminés sont *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* ainsi que d'autres germes de la flore banale à Gram négatif (Guiraud, 2003).

Dans d'autres cas, la protéolyse est recherchée, elle est contrôlée et joue un rôle primordial dans l'obtention d'une texture caractéristique et de saveurs désirées de divers types de fromage lors de l'affinage (Claude P et al, 2002).

I.5.3. Autres dégradations

La matière grasse peut être dénaturée par les *Pseudomonadaceae* et les sporulées (*Bacillus cereus*), soit par oxydation des acides gras insaturés, soit par l'hydrolyse ou les deux. D'autres germes, *Pseudomonas fluorescens* ou *Alcaligenes faecalis*, peuvent provoquer une alcalinisation avec formation d'urée, d'ammoniac et de carbonate. *Lactococcus lactis* var *maltigenes* peut donner au lait un goût de caramel. Enfin des micro-organismes pigmentés peuvent entraîner des colorations parasites : bleu (*Pseudomonas synchyanea*), jaune (*Flavobacterium*) ou rouge (*Brevibacterium erythrogenes*) (Guiraud, 2003).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

II. Généralités sur le fromage

II.1. Historique

Le terme "fromage" est dérivé du latin "*formaticum*" qui signifie « être fait dans la forme ».

La première occurrence de l'utilisation d'un fromage comme aliment est inconnue. Les technologues tiennent la preuve que l'homme connaît depuis longtemps le phénomène de coagulation du lait depuis la découverte, sur les rives du lac Neuchâtel, de moules à cailler datant de 5000 ans av. J-C (Amiot J et *al.*, 2012).

Selon Mahiout et Zaidi (2012), Il aurait été découvert, tout à fait par hasard, au Moyen Orient, par un nomade, lors d'une traversée de désert. Le lait qu'il transportait depuis quelques jours s'était transformé en fromage ; il fut, le premier à « faire le baptême » de cet aliment.

A partir du XIX^{ème} siècle, la fabrication du fromage passera du stade artisanal au stade industriel, donnant alors naissance à un marché de fromage inévitablement de moindre qualité gustative.

II.2. Définition du fromage

Un fromage est un aliment obtenu à partir de lait coagulé ou de produits laitiers, comme la crème, puis d'un égouttage suivi ou non de fermentation et éventuellement d'affinage (fromages affinés). Le fromage est fabriqué à partir de lait de vache principalement, mais aussi de brebis, de chèvre ou de bufflonne. Le lait est acidifié, généralement à l'aide d'une culture bactérienne. Une enzyme, la présure, ou un substitut comme par exemple de l'acide acétique ou du vinaigre, est ensuite adjointe afin de provoquer la coagulation et former le lait caillé et le petit-lait. Certains fromages comportent de la moisissure, soit sur la croûte externe, soit à l'intérieur, soit sur la croûte et à l'intérieur, voire la figure n°1.

Des centaines de types de fromage sont produits dans le monde. Leurs différents styles, goûts et textures dépendent de l'origine du lait (y compris le régime alimentaire de l'animal), si le lait a été pasteurisé, du pourcentage de matière grasse, de l'espèce des bactéries et des moisissures choisis, du procédé de fabrication, ainsi que du temps de maturation. Des herbes, des épices, ou la fumaison peuvent être utilisées pour varier le goût.

Le fromage est un aliment de base, riche en graisses, protéines, calcium et phosphore à longue conservation en comparaison de la durée de conservation du lait à partir duquel il est fabriqué (Gripon et *al.*, 1975).

❖ Définition du camembert selon de CODEX

Le Camembert est un fromage à pâte molle, affiné en surface, principalement par des moisissures, conformément à la Norme générale pour le fromage (CODEX STAN 283-1978), qui se présente sous la forme d'un cylindre plat ou de morceaux

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

dudit cylindre. La pâte a une couleur allant du blanc cassé au jaune pâle et une texture molle mais non friable, affinée de la surface au centre du fromage. Les trous de gaz sont généralement absents, mais la présence de quelques ouvertures et fissures est acceptable. Une croûte molle, entièrement recouverte de moisissures blanches. (CODEX STAN 283-1978) (Figure n°1).



Figure n°1: fromage à pâte molle type camembert
(anonym₁, 2014)

II.3. Composition

Le camembert comme tous les fromages est considéré comme aliment de croissance et de l'entretien de l'organisme humain, sa composition chimique est donnée dans l'annexe 9.

II.4. Les étapes de fabrication du fromage

Le fromage résulte de la concentration sélective du lait. L'eau en est éliminée en proportions variables selon les variétés, entraînant avec elle une partie des éléments solubles et des protéines non coagulées. L'eau retenue dans le fromage joue un rôle important. Pour les microorganismes, elle influence selon son taux la vitesse de fermentation et de maturation, la durée de conservation, la texture, tout en contribuant au rendement. La matière grasse se répercute sur la texture, la saveur, le rendement et quelque peu la couleur. Le lactose agit comme substrat pour la formation d'acides avec ses conséquences sur la coagulation du lait, l'égouttage et la texture du caillé de même que sur la croissance des microorganismes. Quant à la caséine qui, en coagulant, constitue la base de la pâte fromagère ; sa dégradation contribue à engendrer une gamme de saveurs. Pour leur part, les protéines du sérum conservées dans le caillé contribuent à sa valeur nutritive tout en jouant un rôle dans l'affinage. De leur côté les matières minérales interviennent dans la coagulation du lait et ont une influence sur l'égouttage et la texture du fromage.

La fabrication du fromage se fait principalement en trois étapes : le caillage (ou la coagulation du lait), la déshydratation du coagulum et l'affinage au cours de laquelle l'action des microorganismes et des enzymes apporte les modifications voulues (St-Gelais et Tirard-Collet, 2002).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

➤ La pasteurisation et la phase de maturation du lait

La pasteurisation est le chauffage du lait, à une température comprise entre 72 – 80°C, pour détruire les bactéries pathogènes et permettre la conservation sans pour autant changer la composition, la saveur ou la valeur nutritive du liquide. On pasteurise le lait en le chauffant à une température de 78 °C pendant 20 s, puis au niveau de la salle de maturation on le réserve dans une cuve à une température 36- 38°C, et on ajoute des ferments pour favoriser la fermentation et du calcium pour enrichir le lait (Bourdier et Luquet ,1991).

➤ Le caillage

Cette opération sert à la coagulation du lait sélectionné, vache, chèvre, brebis, c'est à dire la séparation du lactosérum (petit lait) et d'une matière gélatineuse (coagulant); c'est cette pâte qui nous donne la base du fromage.

Le lait est constitué d'eau, de sucres et surtout de lactose, de caséine et de sels minéraux. Lorsqu'il repose dans un endroit tiède, le lait s'acidifie naturellement par la présence des ferments lactiques (des levures) qui se nourrissent du lactose ; il en résulte la précipitation de la caséine : c'est la *coagulation*. La masse granuleuse qui contient cette caséine solidifiée s'appelle le *caillé*, et le liquide qui se sépare, le *lactosérum* (petit-lait). Artificiellement, le lait peut également coaguler par l'ajout d'une enzyme extraite du suc gastrique du veau, la *présure*. Celle-ci va dégrader chimiquement la caséine et favoriser la formation homogène du caillé dans l'ensemble de la masse. En général, le caillage est à la fois naturel et artificiel, les deux procédés agissant ensemble dans la formation du caillé (St- Gelais et *al.* , 2005).

➤ Coagulation par acidification

La coagulation de la caséine par acidification (fermentation) résulte de la perte de sa charge électrique jusqu'à son point isoélectrique (pH 4,6). L'abaissement du pH par acidification (ion H⁺) réduit en effet jusqu'à sa neutralisation l'ionisation négative des micelles de caséine. Au pH 5,2 (à 20°C) elles deviennent suffisamment instables pour former un début d'agglomération, alors qu'au pH 4,6, leur charge électrique est devenue complètement nulle, entraînant ainsi leur coagulation complète.

En même temps, l'acidité du milieu a pour effet d'augmenter la solubilité des minéraux, de sorte que le calcium et le phosphore organiques de la micelle passent graduellement en solution dans la phase aqueuse. Il s'ensuit donc un caillé partiellement déminéralisé qui laisse facilement traverser le lactosérum.

Le coagulum obtenu par acidification présente des propriétés chimiques et physiques dont il faut tenir compte dans la fabrication du fromage. Ainsi, bien que d'une certaine fermeté, il est poreux, friable et inapte à se contracter : ce qui rend son raffermissement difficile, d'autant plus qu'il ne se prête pas à des traitements mécaniques.

La coagulation par acidification est la technique régulière dans le cas des fromages frais. Le lait au repos devient un gel homogène sous l'effet de l'accroissement progressif de l'acidité

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

par des cultures lactiques. Il importe que le lait soit apte à fermenter, exempt d'antibiotiques et de tout agent inhibiteur et que la culture soit active (Mietton ,1995).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

➤ **Coagulation par la présure**

En fromagerie, on fait appel davantage à la coagulation par la présure. Il s'agit, dans ce cas, d'ajouter au lait une enzyme qui a la propriété de coaguler le complexe caséine. La présure est une enzyme protéolytique, un extrait coagulant commercial obtenu à partir de caillette de jeunes bovidés nourris au lait, qui hydrolyse les caséines K. Cet extrait contient de la Chymosine (80%) et de la Pepsine (20%) et s'active en milieu acide.

Il importe de noter que le caillé présure n'est pas déminéralisé comme le caillé acide : c'est la différence fondamentale entre les deux. Cette situation lui attribue des propriétés particulières: il est compact, souple, élastique, imperméable et contractile. Ces caractères se répercutent principalement au niveau de l'égouttage et du raffermissement du caillé et le rendent capable de supporter des interventions mécaniques au cours de la fabrication (Veisserye, 1975).

➤ **Décaillage**

C'est l'opération qui consiste à trancher en portions égales la masse de lait coagulé à l'aide des tranches caillées, (voir la figure n°2). On l'appelle aussi « découpage » Cette opération permet d'augmenter la surface totale d'exsudation du sérum et de favoriser l'égouttage. Le caillé est tranché en cubes pour favoriser le déplacement des bactéries et leurs proliférations (Bertrand,1988).



Figure n°2 : Décaillage du caillé avec une tranche caillé

➤ **Brassage**

L'agitation mécanique des grains de caillé dans le lactosérum a pour effet d'éviter leur agglomération et d'accélérer leur déshydratation, évacuer le lactosérum et gérer la fermentation(voir la figure n°3). Elle doit être conduite de façon à empêcher le bris des grains de caillé et d'entraîner ainsi des pertes.



Figure n°3 : Brassage

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

➤ Moulage

Consiste à mettre le caillé dans des moules afin de donner une forme au fromage, voir la figure n°4. C'est à partir de cette étape que commence l'égouttage, car la grande partie du lactosérum est évacuée lors du moulage et c'est à ce moment qu'on lui donne une reconnaissance visuelle.



Figure n°4 : Moulage

➤ L'égouttage

Se déroule dans la salle d'égouttage à une température 25-28°C pendant 24h. Cette étape consiste à éliminer le lactosérum du fromage. La pâte qui en résulte est formée essentiellement de caséine et de la matière grasse. Et c'est à ce niveau qu'on fait des retournements dans le but est d'évoluer l'acidité.

➤ Le salage

Le salage s'effectue en immergeant le fromage dans de la saumure (température 12-14°C et densité 150 g/L) pendant 40mn (voir la figure n°5). Le sel ralentit la production d'acide lactique et l'activité bactérienne et conserve le fromage, rehausse l'arôme et le goût et accélère le processus d'égouttage par le phénomène d'osmose (Vignola, 2002).

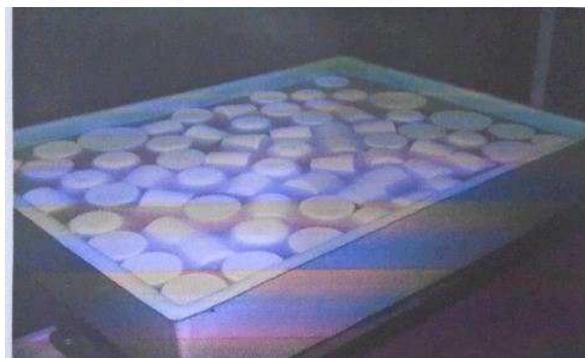


Figure n°5: salage

➤ Le ressuage

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Se déroule dans une salle dotée de ventilation, la température est entre 12-14°C pendant 24h. A ce niveau on fait 1 seul retournement, afin de favoriser l'égouttage et gérer la fermentation.

➤ L'affinage

L'affinage est un procédé de vieillissement du fromage. Celui-ci est placé pendant 9-10 jours dans une salle, où la température est entre 12 et 14°C : pendant ce temps, le fromage est retourné chaque 2 jour pour uniformiser la couche de *Penicillium* qui se développe au cours de cette étape. Le fromage devient plus compact, sa croûte se forme et son goût s'affirme au cours de l'affinage (voir la figure n°6). Pendant le vieillissement, le caillé peut fermenter, transformant le sucre restant en gaz carbonique et en acide lactique, les matières grasses en acides gras et les protéines en acides aminés. Cette fermentation interne produit des gaz qui ne peuvent s'échapper du fromage ; c'est ainsi que se forment les vacuoles (les « trous ») (Mietton, 1995)



Figure n°6 : l'affinage

➤ L'emballage

Après la production du fromage, le produit doit être emballé afin de le conserver et de protéger des différentes altérations pendant sa distribution, et son stockage. L'emballage du fromage passe par deux étapes : la mise en papier, et la mise en boîte

Sur l'emballage on mentionne le nom du produit, sa composition, la date de fabrication, la date d'expiration (45 jours après la date de fabrication), poids net et le lieu de fabrication.

Après emballage, le fromage est soit commercialisé, soit stocké dans des chambres froides à température 4-5°C.

II.5. Les altérations microbiennes

En fromagerie, on considérera comme espèces contaminants toutes les moisissures dont la présence sur les fromages est indésirable, car elles entraînent des défauts d'aspect, de saveur ou des risques pour le consommateur. La flore contaminante du Camembert est surtout constituée de bactéries à Gram négatif comme *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Aeromonas* ou

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Enterobacteriaceae, voir tableau n°4 (Choisy *et al.*, 1987). Elle peut provenir de l'air, du lait, des équipements ou de la saumure (voir la figure n°7).

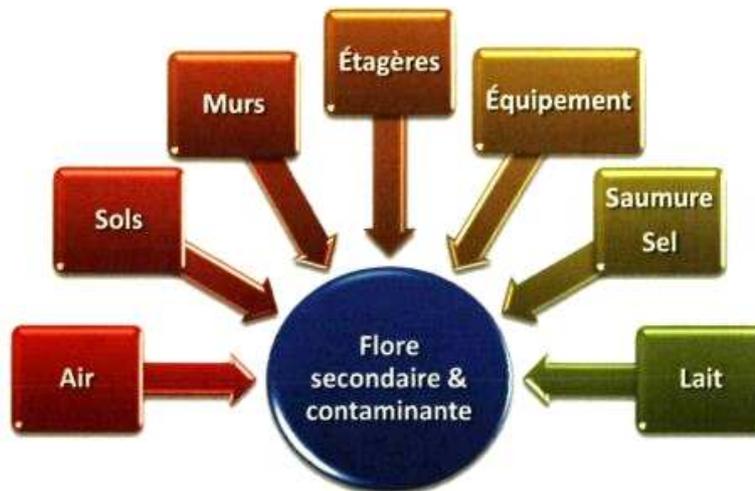


Figure n°7: Principales sources de contamination microbienne lors de la fabrication fromagère (Baroiller et Schmidt, 1990 ; cholet, 2006)

La flore d'altération peut provoquer une trop forte activité lipolytique, ce qui mène au développement de goûts rances et amers (Gripou, 1993; Pemodet, 1987). La moisissure *Penicillium roqueforti* est un contaminant du Camembert puisqu'elle produit un goût et une couleur caractéristiques aux fromages bleus. Les contaminations avec *Penicillium sp.* sont les plus fréquentes puisque celles-ci peuvent croître aux températures de réfrigération (Pitt et Hocking, 1985). Les principales moisissures contaminant les fromages font partie des Mucorales, les espèces *Penicillium spp.* et *Aspergillus spp.* (Bars-Bailly *et al.*, 1999).

II.5.1. Les Mucorales

Les Mucorales sont responsables de nombreux incidents en technologie fromagère. Les fromages à pâte molle sont très sensibles à cet accident de fabrication appelé «poil de chat». Les espèces impliquées le plus souvent sont : *Mucor racemosus*, *M. plumbeus*, *M. hiemalis*, *M. globosus*, *M. fuscus*, *M. mucedo*, *Rhizopus stolonifera* (*R. nigricans*).

II.5.2. Les *Penicillium*

Les *Penicillium* sont les contaminants les plus fréquents en fromagerie. De nombreuses études soulignent cette prédominance, mais aussi la diversité des espèces trouvées. Contrairement aux *Mucor*, les *Penicillium* ont une croissance lente. Leur thalle est dense et a tendance d'étouffer les autres espèces

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

II .5.3. Autres espèces

D'autres espèces peuvent contaminer les fromages. Mais, étant toute fois beaucoup moins fréquentes et n'entraînant pas de réel incident en fromagerie, ou de véritable risque pour le consommateur, nous ne ferons que les citer : *Sporendonema casei*, *Chrysonilia sitophila*, *Trichothecium roseum*,... A celles-ci, s'ajoutent un ensemble de moisissures que l'on ne considère pas comme de réels contaminants car elles constituent la flore naturelle de surface de certains fromages à pâte pressée (Tome de Savoie, Saint-Nectaire...), participant plus ou moins à l'acquisition des caractéristiques organoleptiques de ces derniers au cours de l'affinage (Bars-Bailly et al, 1999). Le tableau n°3 représente les principaux microorganismes infectants le camembert.

Tableau n°3 : Liste des principaux microorganismes du camembert (Mariae, 2009)

Moisissures	Levures	Bactéries
<i>Cladosporium sp/ Mucor sp</i> <i>Penicillium candidum</i> <i>Penicillium camemberti</i> <i>Penicillium roqueforti</i>	<i>Candida catenulata</i> <i>Candida famata</i> <i>Candida kefyr</i> <i>Candida lipolytica</i> <i>Candida utilis</i> <i>Debaryomyces hansenii</i> <i>Geotrichum candidum</i> <i>Kluyveromyces lactis</i> <i>Kluyveromyces marxianus</i> <i>Pichia sp.</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ' <i>Torula sp.</i> <i>Torulopsis versatilis</i> '	<i>Acinetobacter sp</i> <i>Aeromonas sp.</i> <i>Brevibacterium aurantiacum</i> <i>Brevibacterium linens</i> '' <i>Campylobacter sp.</i> <i>Citrobacter freundii</i> i '' <i>Corynebacterium sp.</i> <i>Enterobacteriaceae sp.</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Hafnia alvei</i> <i>Lactobacillus sp.</i> <i>Lactococcus sp.</i> <i>Lactococcus lactis</i> <i>Leuconostoc</i> <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Micrococcus sp.</i> <i>Moraxella sp.</i> <i>Pseudomonas sp.</i> <i>Serratia liquefaciens</i> <i>Staphylococcus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i> <i>Streptococcus thermophilus</i>

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

II.6. Défauts de croutage et de présentation

II.6.1. Accident dû aux *Mucor*: accident dit du «poil de chat»

Ces accidents peuvent se présenter sous deux formes, soit par l'apparition à la surface des fromages, de quelques touffes blanchâtres terminées par des petites boules noires, l'aspect des thalles rigides, parallèles et serrés, rappelle les poils d'un chat, soit leur surface est envahie de touffes grisâtres à noirâtres donnant au produit un aspect peu engageant (figure n°8), une odeur plus ou moins prononcée de moisi et un goût altéré.

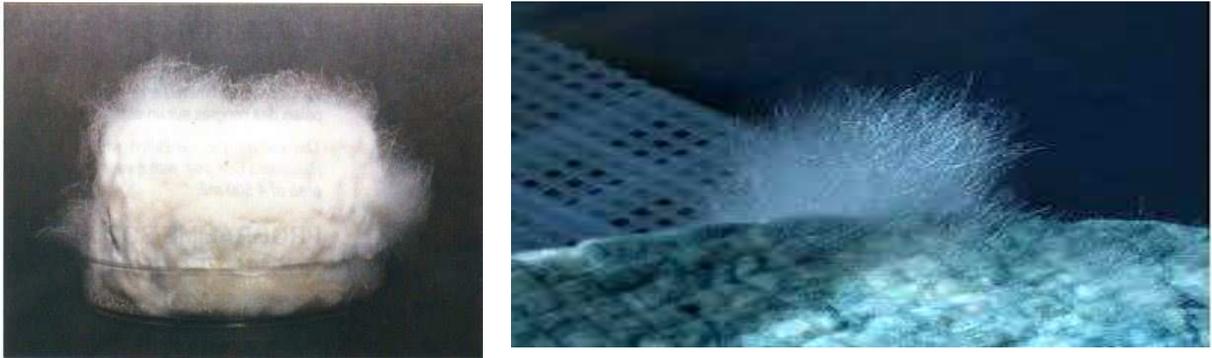


Figure n°8: camembert présentant l'aspect de poils de chat

(Bars-Bailly et al , 1999).

II.6.2. Accident dû aux *Penicillium*: accident du « bleu »

Il peut être dû aux plusieurs espèces de *Penicillium*; il existe ainsi des variations dans le délai d'apparition, la durée, la gravité et les aspects observés. D'une manière générale, cet accident se manifeste par l'apparition de taches bleu-verdâtres plus ou moins étendues (voir la figure n°9), voire par l'envahissement total de la surface. L'espèce responsable est le *Penicillium camemberti*



Figure n°9 : camembert avec taches bleu (Anonyme₂, 2009)

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

II.6.3. Accidents dû à *Geotrichum candidum* : accident de la «graisse» et de la «peau de crapaud»

C'est un germe utile et nécessaire participant à la typicité des fromages, par son rôle prépondérant dans le profil aromatique des fromages, il s'agit essentiellement de l'espèce *G. candidum*. Il fait partie de la flore normale de nombreux fromages à pâte molle ou à pâte pressée non cuite, chez lesquels il contribue à améliorer les qualités organoleptiques et pour certaines souches, à diminuer les risques de poil de chat. Mais si le développement de *G. candidum* est trop important, il provoque un véritable accident qui touche surtout les fromages à pâte molle.

Lorsqu'il est accompagné d'autres micro-organismes comme des levures, des microcoques, le caillé se recouvre très rapidement d'une couche gluante, grasseuse qui glisse sous les doigts et que les fromagers appellent «graisse» (voir la figure n°10). Cette peau grasse empêche la flore désirée de s'implanter correctement, en l'occurrence le *Penicillium camemberti*, la texture et les qualités organoleptiques du fromage sont altérées.



Figure n°10: Fromage non cendré (Photo 1) et cendré (Photo 2) présentant le défaut de peau de crapaud (Claudi lebas, 2004)

II.6.4. L'accident du rouge

L'accident du rouge peut être causé par toute une variété de micro-organismes, ce qui rend le diagnostic parfois difficile. L'un des premiers agents potentiellement responsables de l'apparition de taches rouges orangées sur les fromages est une bactérie voir la figure n°11, *Brevibacterium linens*, plus communément appelée « ferment du rouge » (Guiraud, 2003).



Figure n°11: camembert présentant des taches rouges (Centre Fromager de Bourgogne , 2006)

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

II.6.3. Défaut de goût et de saveur (Bars-Bailly et al., 1991)

➤ L'amertume

En fabrication du Camembert, la cause majeure de l'amertume résulte d'une trop grande activité de la protéase acide de *P. camemberti*, éventuellement liée d un pH de surface trop faible.

➤ Goût de rance

Le goût de rance dans les fromages est dû à une teneur anormalement élevée en acides gras libres. Ceci peut découler d'un choix de souches microbiennes trop lipolytiques. *P. camemberti* ou *P. roqueforti* présentent, en effet, des aptitudes à produire des lipases très variables d'une souche à l'autre.

➤ Goût de champignon

Ce goût résulte d'une production par certaines souches de *P. camemberti* d'une dose anormalement élevée de 1-octéne-3-ol, composé issu de l'oxydation des acides gras polyinsaturés.

➤ Goût « levuré »

Le goût « levuré », saveur douçâtre, est dû à un développement excessif de *Geotrichum candidum*. Les fromages les plus sensibles sont les fromages frais (fromages blancs, petits-suisse). Ce type de produit, par ses caractéristiques physico-chimiques, est très propice au développement des levures et du *Geotrichum candidum*.

Cette contamination massive résulte d'un défaut d'hygiène lors de la fabrication et du conditionnement de ce type de produits.

➤ Saveurs fruitées et typiques

Des défauts de saveurs ou atypique apparaissent lorsque se développent, durant l'affinage des bactéries non désirables, leur présence est attribuable à une mauvaise hygiène des salles d'affinage, à un lait de mauvaise qualité microbiologique, ou a une température d'affinage trop haute (Bars-Bailly et al., 1991).

II.6.4. Production mondiale du fromage

Les plus grands producteurs de fromages sont les Etats-Unis, l'Allemagne, l'Italie et la France. Le fromage est le produit laitier le plus répandu : il utilise 40 % de la production mondiale de lait. Les États-Unis sont le 1^{er} pays producteur de fromage, voir la figure n°12. Mais ils sont très marginaux dans les exportations, l'essentiel de leur production étant destiné au marché intérieur. La France est le premier exportateur mondial de fromage en valeur, tandis que l'Allemagne est le premier en quantité. Parmi les dix premiers exportateurs, seuls l'Irlande, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas et l'Australie ont une production de fromage principalement orientée vers l'export : respectivement 95 %, 90 %, 72 % et 65 % de leur production fromagère est exportée. Seulement 30 % de la production française est exportée.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Les Etats-Unis représentent 14 millions de tonnes sur les 20 MT de la production mondiale de fromage. Les autres producteurs de fromage importants sont l'Océanie, la Russie, le Canada, le Brésil, le Mexique, l'Ukraine, l'Argentine, le Japon, l'Égypte ou l'Iran. Les fabrications se développent dans les pays émergents pour répondre à la demande locale. Globalement, la production mondiale de fromages croît de 2% par an (Anonyme₃, 2006).

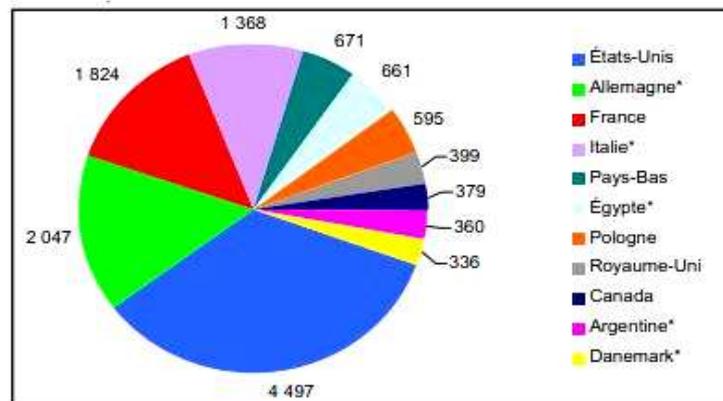


Figure n°12: Principaux producteurs de fromage en 2005 (anonyme₄, 2007)

II.6.5. Consommation mondiale du camembert

C'est en Asie où l'on ne produit presque pas de fromage que la consommation de fromage est la moins développée : 0,3 kg/habitant en Malaisie, 0,2 kg en Chine, 0,1 kg aux Philippines et en Thaïlande... Le Japon (2 kg/habitant) et la Corée du Sud (1,6 kg) tirent néanmoins leur épingle du jeu : le fromage y est assimilé à un produit de luxe, car essentiellement importé de France.

Pour l'avenir, on s'attend à ce que le fromage soit de plus en plus consommé dans le monde, mais que sa zone de consommation reste essentiellement l'Union Européenne et les États-Uni (Anonyme₅, 2010).

➤ En Algérie

Le lait et les produits laitiers représentent globalement le deuxième poste de la facture alimentaire derrière les céréales. Les Algériens sont les plus gros clients du groupe Bel qui détient la marque "La vache qui rit", et le volume de production de l'usine algérienne ne cesserait d'augmenter.

L'Algérie est désormais le premier marché mondial pour La Vache qui Rit, d'après le journal économique Les échos. Le groupe Bel qui détient une usine en Algérie, y produit le quart de ses volumes de son fromage.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Aujourd'hui, les fromages fabriqués en Algérie restent peu nombreux. Il s'agit essentiellement du camembert et autres pâtes pressées, du fromage frais et du fromage fondu. Les entreprises algériennes ont effectivement encore du mal à mettre en place les techniques de production nécessaires, notamment pour la conservation du lait cru.

Les Algériens sont de plus en plus friands de fromage. Ils consomment surtout du fromage fondu et en portion (Anonyme₆,2011)

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

III. Le thym (*Thymus vulgaris* L.)

III.1. Historique

Le terme « thym » est apparu dans la langue française au XIII^e siècle, d'abord sous la forme de « tym ». Selon certaines sources, il est dérivé du latin *Thymus*, qui l'a 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 on lui attribuait alors le pouvoir d'éloigner les créatures venimeuses ; ou encore de « *thio* » qui signifie « je parfume ». D'autres 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 depuis 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 le papier contre la moisissure et qu'il fait de nos jours partie des liquides d'embaumement utilisé pour conserver les pièces de collection botaniques et anatomiques.

Au Moyen Age, les nobles portaient du thym sur leurs habits pour se protéger des épidémies et maladies du peuple, en éloignant les microbes et autres bactéries venant du peuple.

Les Grecs brûlaient du thym dans les lieux sacrés pour parfumer les temples. Les Romains l'utilisaient pour purifier leurs appartements ; et les guerriers prenaient des bains pour se fortifier et ne pas perdre le courage pendant la bataille. (Anonyme⁷, 2015).

III.2. Définition

Le thym est une plante vivace, aromatique, de la famille des Labiées (Lamiacées) voir la figure n°13, 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, rocailleux et ensoleillés jusqu'à 1500 m d'altitude.

Il est très abondant dans les régions de garrigues et de maquis, typique de la région méditerranéenne, 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, également en cuisine en tant qu'antiseptique et condiment (Teuscher et *al.*, 2005).



Figure n°13 : Photo du thym (*Thymus vulgaris*) (anonyme⁸, 2014)

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

III.3. Description de la plante

- * **Plante** : petite plante buissonnante, touffue, ces rameaux très aromatiques d'un aspect grisâtre ou vert grisâtre, peuvent atteindre 7 à 30 cm de hauteur (Figure 13).
- * **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. Elles 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, 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.

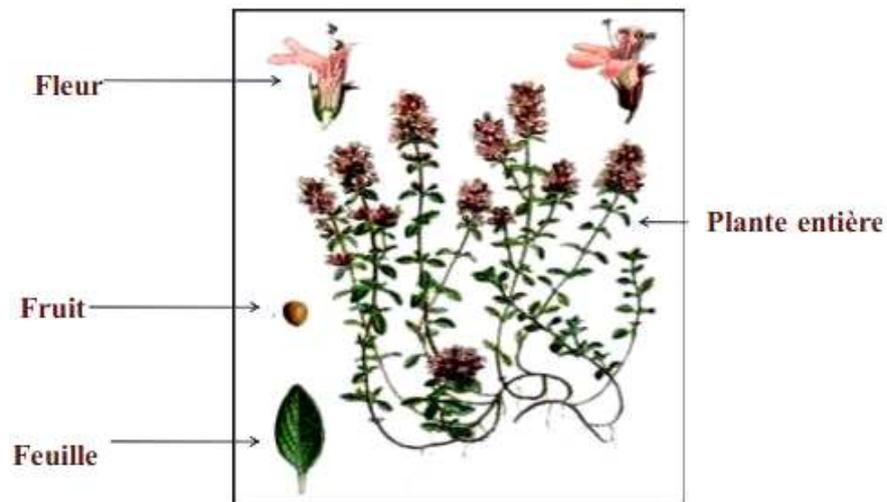


Figure n° 14 : Aspect morphologique de *Thymus vulgaris* (Iserin, 2001)

III.4. Classification botanique

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

Tableau n°4 : Classification botanique de *Thymus vulgaris*

Règne	Plante
Sous règne	Plantes vasculaires
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Lamidées
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées Labiées
Genre	<i>Thymus</i>
Espèce	<i>Vulgaris</i>

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

III.5. Composition du thym

De nombreuses études, ont révélé que les parties aériennes de *Thymus vulgaris* sont très riches en plusieurs constituants ; dont la teneur varie selon la variabilité des conditions géographiques, climatiques, de séchage, de stockage et des méthodes d'études (extraction et détection). L'hybridation facile de l'espèce mène à une grande variabilité intraspécifique, qui affecte l'homogénéité du rendement d'extrait et sa composition en produits chimique (Amiot, 2005).

III.5.1. Composés actifs du thym et leur mode d'action

III.5.1.1. Les composés phénoliques

- **Le Thymol**

Est un phénol contenu dans l'huile de thym et dans les huiles essentielles (volatiles) de plusieurs autres plantes. Il se présente sous forme de cristaux incolores avec une odeur aromatique caractéristique. Il est soluble dans les alcools, le gras et l'huile et peu soluble dans l'eau. On l'utilise notamment pour ses propriétés antiseptiques, antibactériennes et antifongiques ainsi que pour stabiliser les préparations pharmaceutiques (Dorland, 2009).

- **Le Carvacrol**

Le carvacrol se trouve dans les huiles essentielles obtenues notamment à partir de l'origan, du thym, du cresson alénois ou de la moutarde. Chez le thym, l'huile essentielle contient, selon les sous-espèces, de 5 % à 75 % de carvacrol.

Le carvacrol inhibe la croissance de plusieurs souches de bactéries. Sa faible toxicité ainsi que son goût et son arôme agréables ont conduit à son utilisation comme additif alimentaire pour prévenir la contamination bactérienne.

- **Les Acides phénols**

Les acides phénols présent dans la feuille de thym : caféique, chlorogénique, lithospermique, rosmarinique et leurs dérivés, sont d'importants antioxydants qui réduisent les dommages causés par les radicaux libres dans le corps, qui sont impliquées dans les maladies cardiovasculaires, de certains cancers et de maladies liées au vieillissement. (Anonyme, 2010).

- ❖ **Mode d'action**

Les composés phénoliques participent activement aux interactions de la plante avec son environnement, en jouant soit le rôle des signaux de reconnaissance entre les plantes (Allélopathie) et les symbioses ; ou bien, lui permettant de résister aux diverses agressions vis-à-vis des organismes pathogènes. Ils participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux à des stress variés, donc ces composés jouent un rôle essentiel dans l'équilibre et l'adaptation de la plante au sein de son milieu naturel.

D'un point de vue appliqué, ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve chez les plantes médicinales, alliées à leur difficulté de production. Chez l'homme,

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

ces molécules traces jouent un rôle important en agissant directement sur la qualité nutritionnelle des fruits et légumes et leur impact sur la santé des consommateurs (effet antioxydant, effet protecteur contre l'apparition de certains cancers) (Macheix *et al.*, 2005)

III.5.1.2. Les Flavonoïdes

La feuille de thym contient des flavonoïdes aux propriétés anti-inflammatoires, anti-oxydantes. On les retrouve dans beaucoup d'autres plantes mais, dans la feuille de thym, ils ne sont associés ni à des alcaloïdes ni à d'autres composés plus ou moins toxiques (Anonyme¹⁰, 2010).

❖ Mode d'action des Flavonoïdes

➤ Propriétés antiradicalaires (piégeage des radicaux libres)

Les flavonoïdes sont capables de piéger les radicaux libres en formant des radicaux flavoxyles moins réactifs, cette capacité peut être expliquée par leur propriété de donation d'un atome d'hydrogène à partir de leur groupement hydroxyle selon la réaction représentée ci-dessous :



En outre, les radicaux flavoxyles peuvent interagir entre eux pour former des composés non réactifs (Amicé *et al.*, 2003)

➤ Propriétés antibactériennes

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents a entraîné la sélection de souches multirésistantes, d'où l'importance d'orienter les recherches vers la découverte de nouvelles voies qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base des plantes, sous forme de métabolites secondaires dont les composés phénoliques ; qui sont toujours utilisés dans l'industrie alimentaire et cosmétique et comme agents antimicrobiens en médecine populaire (Cowan, 1999).

III.5.1. Les huiles essentielles

Le thym renferme une huile essentielle composée de Thymol et de Carvacrol, des acides rosmarinique et caféiques, des tanins et des flavonoïdes dont l'apigénine, la naringénine, la lutéoline et la thymonine. Les feuilles de thym sont aussi riches en vitamines (B1, C), magnésium et fer.

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne.

Dans les domaines phytosanitaires et agro-alimentaires, les huiles essentielles ou leurs composés actifs, pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant les denrées alimentaires.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Les huiles essentielles les plus étudiées dans la littérature pour leurs propriétés antibactériennes et antifongiques appartiennent à la famille des Lamiacées: thym, origan, lavande, menthe, romarin, sauge, etc. L'huile essentielle de thym d'Espagne (*Thymus capitatus*) est souvent rapportée comme étant parmi les huiles les plus actives (Bandoniene et *al.*, 2000).

❖ Activités biologiques des huiles essentielles

a. Activité antibactérienne

Plusieurs recherches ont démontré le pouvoir antimicrobien de certaines essences sur une large palette de micro-organismes, y compris sur des bactéries résistantes aux antibiotiques.

Néanmoins, le mécanisme d'action des HEs sur les cellules bactériennes et fongiques reste difficile à cerner, compte tenu de la composition complexe des huiles volatiles (Burt, 2004). La variabilité des constituants des huiles, suggère qu'elles agissent sur plusieurs sites d'action au niveau des cellules microbiennes ; étant donné que chaque composé possède son propre mode d'action (Guinoiseau, 2010).

Les terpènes ainsi que les flavonoïdes peuvent pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne et induire sa rupture. Le contenu cytoplasmique est déchargé à l'extérieur de la cellule impliquant sa destruction (Wendakoon et Sakaguchi, 1995 ; Tsuchiya et *al.*, 1996). Egalement, une perturbation chémo-osmotique et une fuite de potassium intra-cytoplasmique peuvent subvenir, suivi de la libération d'acides nucléiques, de l'ATP, et du phosphate inorganique (Tsuchiya et *al.*, 1996 ; Hammer et *al.*, 1999 ; Daroui-Mokaddem, 2011).

Selon Dorman et Deans (2000), le mode d'action des huiles essentielles contre les bactéries (figure n°15), diffère selon les différentes souches bactériennes, mais d'une manière générale leur action se déroule en trois phases :

- attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires ;
- acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure ;
- destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

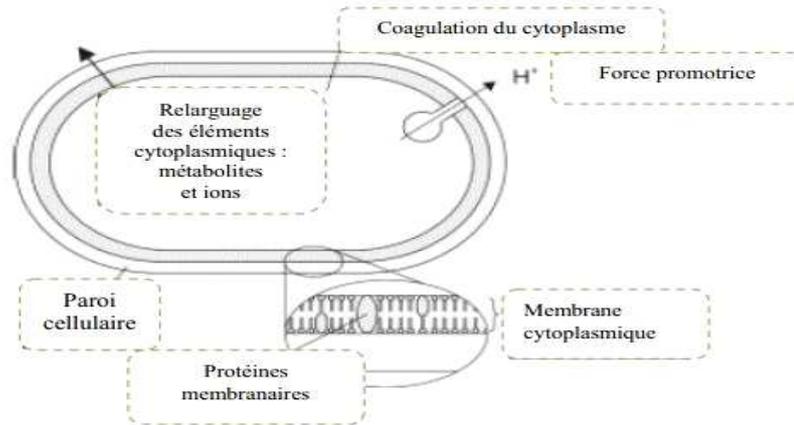


Figure n°15 : Sites d'action des huiles essentielles sur la cellule bactérienne (Burt, 2004)

b. Activité antifongique

De plus en plus, les essences sont utilisées dans l'industrie agro-alimentaire comme arômes également comme conservateurs alimentaires. Les huiles essentielles agissent sur un large spectre de moisissure et de levure en inhibant la croissance des levures et la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation et la production de toxines chez les moisissures.

Comme pour l'activité antibactérienne, le pouvoir antifongique est attribué à la présence de certaines fonctions chimiques dans la composition des HEs.

c. Activité antioxydante

Plusieurs études ont montré que, le thym se situait parmi les fines herbes séchées contenant les plus grandes quantités d'antioxydants ou ayant les plus grandes capacités antioxydantes. Différents composés du thym lui permettent de posséder un tel statut, tels les flavonoïdes, l'acide rosmarinique et l'acide caféique (Vanier, 2006).

Les antioxydants sont des substances capables de protéger l'organisme contre les effets du stress oxydatif (Beirão et Bernardo-Gil, 2006). On distingue trois types d'antioxydants : les antioxydants enzymatiques, les enzymes de réparation, et les antioxydants non enzymatiques. Les substances naturelles dont les huiles essentielles sont classées en tant qu'antioxydants non enzymatiques.

Quelques travaux ont rapporté que certaines huiles essentielles sont plus efficaces que les antioxydants synthétiques (Hussain et al, 2010). Les effets antioxydants d'huiles essentielles et d'extraits des plantes sont dus principalement à la présence des groupes d'hydroxyle dans leur structure chimique (Hussain, 2009).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

III.6. Utilisation du thym

a. En médecine

De nombreuses huiles essentielles se trouvent dans différentes préparations pharmaceutiques: sirop, gouttes, gélules ; elles rentrent aussi dans la préparation d'infusion telle que: la verveine, le thym, la menthe et autres (Prabusevivasan et *al.*, 2006 ; Domaracky et *al.*, 2007).

a.1. Propriétés médicinales connues du thym (Anonyme¹¹, 2015)

➤ Thym et propriétés antibactériennes

Plusieurs études ont confirmé l'activité antibactérienne du thym contre les bactéries pathogènes à Gram positif et à Gram négatif. Ces études ont suggéré l'utilisation de thym comme un antibiotique.

Le thymol est 25 fois plus efficace que le phénol, un antiseptique puissant utilisé en médecine, mais moins toxique. Le carvacrol quant à lui, empêche la croissance de plusieurs souches de bactéries telles que le colibacille.

➤ Thym et action antivirale

Le thym est aussi un remède contre les virus. Parmi les recettes de grands-mères connues pour lutter contre la fièvre et le virus de la grippe, figure l'infusion de thym. Récemment, la science a commencé à explorer les vertus antivirales du thym. Il s'avère que le thym possède des propriétés antivirales contre l'Herpès Simplex.

➤ Thym et propriétés antifongiques

Le thym est un puissant remède antifongique, son huile essentielle est souvent utilisée dans ce but. Il tue les champignons et les parasites.

Une étude a démontré que l'huile essentielle de thym exerce une puissante action 'anti-candida' (*Candida albicans* est une espèce de levure qui peut être responsable d'infections fongiques digestives et gynécologique) qui permet de traiter naturellement et efficacement les candidoses buccales ou vaginales.

➤ Thym et vertus anti-inflammatoires

Une étude récente a indiqué que l'huile essentielle de thym peut réduire l'inflammation. Les chercheurs ont comparé l'effet thérapeutique de l'huile essentielle de thym à six autres huiles essentielles, constatant que l'huile de thym exerce l'action anti-inflammatoire la plus puissante.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

➤ Thym et action antioxydante

Les flavonoïdes contenus dans le thym (apigénine, naringénine, lutéoline, et thymonine) exercent en combinaison avec les vitamines et les minéraux un puissant effet antioxydant. Les antioxydants protègent les cellules de l'oxydation.

Depuis quelques décennies, les propriétés anti-âge et antioxydantes du thym ont été mises en avant par les scientifiques. Certaines variétés de thym, dont le thym à paracymène, sont utilisées afin de soulager les affections ostéo-articulaires telles que les rhumatismes ou l'arthrose.

b .En cosmétique (Anonyme₁₂, 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 aussi pour réguler la production de sébum.

Le thym s'utilise sous différentes formes 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 purifier les peaux grasses, dans une lotion tonique par exemple, ou dans un soin (comme l'huile essentielle thym). Grâce à ses propriétés antioxydantes, 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 micro-circulation, ce qui aide à améliorer l'apparence de la peau en surface (Figure n°16)
- Dans la **bouche** : il combat la plaque dentaire et aide à prévenir la survenue des caries (Anonyme₁₃, 2013).



Figure n°16 : savon à base du thym (anonyme₁₄, 2015)

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

c. En industrie alimentaire

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, pour empêcher le développement des contaminants 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).

d. En cuisine

Dans la cuisine, le thym est apprécié dans bien des plats en tant qu'herbe aromatique et est également excellent voir la figure n°17, grâce à ses propriétés conservatrices, dans les préparations destinées à conserver des mets. Un autre avantage du thym de jardin, 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.

Mais cela vaut également la peine de cueillir les fleurs et de s'en servir pour mettre une touche de couleur ou décorer joliment la cuisine ou les mélanges pour tisanes. Ses fleurs donnent par exemple une note particulière au beurre aux fines herbes, une jolie couleur à un mélange pour tisane, et elles ravissent les sens et nous permettent ainsi de savourer plus encore les mets délicats lorsqu'on en parseme la salade (Anonyme₁₅, 2008)



Figure n°17 : le thym en cuisine (anonyme₁₅, 2008)

PARTIE EXPERIMENTALES

I. MATERIEL ET METHODES

MATERIEL ET METHODES

I.1. Objectif de l'étude

Notre étude expérimentale est réalisée au niveau de la laiterie-fromagerie « Le fermier » et s'est étalée sur deux mois (de la mi-mai à la mi-juillet 2015) ; dont l'objectif, consiste dans un premier temps, à préparer un camembert à base de feuilles fraîches de thym ; ensuite, étudier l'effet de ce dernier sur la durée de vie du produit pendant sa conservation, par le suivi de l'évolution de deux paramètres (le pH et la FTAM).

I.2. Bref aperçu sur l'unité « Le fermier »

La laiterie est une entreprise privée unipersonnelle à responsabilité limitée (E.U.R.L). Cette unité implanté à la nouvelle ville du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou, crée en 2004 est gérée par monsieur AMYOUN Smail ; qui a pu mettre en place un encadrement technique jeune et dynamique spécialisée dans l'industrie agroalimentaire, pour une production meilleure qualitativement et quantitativement et la préservation des équipements.

Cette laiterie est considéré parmi les meilleurs entreprises spécialisées dans la fabrication du lait et ses dérivés, et surtout du fromage de qualité, à base de lait de vache cru issu entièrement de fermes régionales.

Actuellement, l'unité fabrique des produits à base de lait de vache (lait pasteurisé conditionné et lait pasteurisé fermenté «*l'ben*» et fromage à pâte molle «camembert») et un produit à base de lait de chèvre (le camembert «chèvre»)

I.3. Matériel

I.3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de la partie aérienne (feuilles fraîches) de *Thymus vulgaris*. Cette plante aromatique réputée pour ses vertus thérapeutiques, est largement cultivée au niveau du bassin méditerranéen et son utilisation est très répandue dans différentes préparations culinaires. Les feuilles du thym frais sont achetées au marché local de la wilaya de Tizi-Ouzou sous forme de bouquets ; elles ont été triées et soigneusement nettoyées à l'eau distillée stériles puis, séchées avec du papier absorbant.

Il est bien connu que la plupart des huiles essentielles se retrouvent dans des glandes des plantes. Les structures glandulaires et les cellules sécrétrices isolées peuvent se rencontrer

MATERIEL ET METHODES

dans tous les organes végétaux. Le tableau n°5 représente quelques exemples de plantes et leurs parties riches en huiles essentielles (Ntezurubanza, 2000).

Tableau n°5: Les parties de certaines plantes riches en huiles essentielles
(Ntezurubanza, 2000)

Parties de la plante	Exemples de plantes
Feuilles	Romarin, sauge, eucalyptus, menthe, thym
Feuilles de conifères	Sapin, cèdre
Tiges	Citronnelle, lemongrass
Écorces	Cannelier
Racines	Angelica, vetiver
Rhizomes	Acorus, gingembre
Bulbes	Oignon
Bois	Santal, bois de rose
Fruits	Bleuet, citron, fenouil, anis
Fleurs	Jasmin, rose, oranger
Graines	Aneth, coriandre

I.3.2. Le fromage à pâte molle

Vingt quatre (24) unités de camembert produites au niveau de la fromagerie « Le fermier », pesant chacune 180g (petit model), ont été utilisées dans cette étude.

Ces unités sont retirées de la chaîne de production avant l'affinage (voir le diagramme de fabrication du camembert « le fermier » en annexe n°9). Les informations concernant la composition du produit et sa durée de conservation sont mentionnées dans l'annexe n°2.

I.3.3. Matériel de laboratoire et réactifs

Ce sont les éléments utilisés, dans tous les laboratoires d'analyse bactériologique de produits alimentaires (voir annexe n°3).

MATERIEL ET METHODES

I.4. Protocol expérimental

I.4.1. Préparation du camembert à base de feuilles fraîches de thym

Les 24 unités de camembert utilisées, sont réparties en trois lots :

- le premier lot correspond au témoin, il représente le camembert tel qu'il est produit par l'unité (sans le thym) ;
- les deuxième et troisième lots représentent les échantillons tests, qui correspondent aux camemberts additionnés de thym.

Deux concentrations de thym ont été testées dans cette étude (1% et 3%) (P/P), qui correspondent respectivement aux quantités de 1,8g et 4,5g de thym incorporées dans le camembert (voir annexe n°4 pour le calcul).

Les unités de camembert qui correspondent aux lots tests, sont délicatement coupées au centre dans le sens horizontal en deux parties. Les feuilles de thym préalablement nettoyées et séchées sont pesées puis, réparties soigneusement de façon à couvrir toute la surface du disque de camembert.

Une fois les feuilles de thym étalées sur la surface de la partie inférieure du camembert (voir figure n°18 et 19), le disque est refermé en lui remettant sa partie supérieure et en appuyant légèrement pour que les deux parties ne se détachent pas.

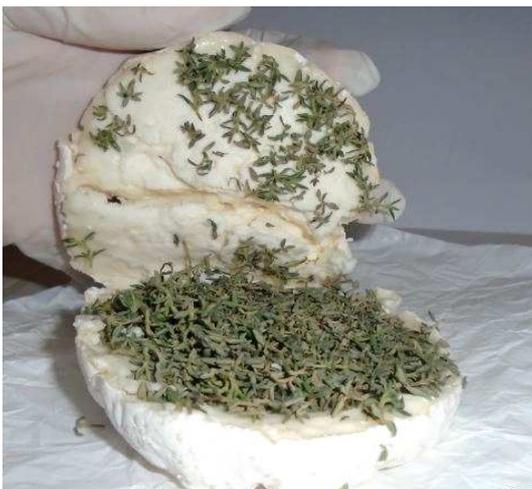


Figure 18: camembert à 3% de thym



Figure 19: camembert à 1% de thym

MATERIEL ET METHODES

Les échantillons de camemberts ainsi préparés, sont placés dans la salle d'affinage pendant 10 jours en les retournant un jour sur deux (voir figure n° 20).



Figure n°20 : Photos des camemberts (témoin et les deux tests) après l'affinage

Après cette période d'affinage, les camemberts sont emballés puis, placés au réfrigérateur à une température de $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ et conservés pendant huit (08) semaines. Le lot témoin est préparé dans les mêmes conditions mais sans le thym.

Trois unités de camembert (le témoin et les deux échantillons tests), sont prélevées après chaque semaine pendant toute la durée de conservation, pour les analyser.

Toutes les étapes de préparations de camembert ont été réalisées dans de bonnes conditions d'hygiène.

I.4.2. Mesure du pH

pH est l'abréviation du potentiel d'hydrogène. Il sert à mesurer l'activité des ions hydrogènes nommés aussi protons. Il peut aussi mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse.

MATERIEL ET METHODES

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du camembert. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du camembert sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration des ions hydronium dans le produit.

- **Mode opératoire**

La sonde du pH est plongée au cœur du camembert puis, on attend jusqu'à la stabilisation de la valeur affichée sur l'écran du pH-mètre. L'opération est répétée trois fois, en rinçant l'électrode à l'eau distillée après chaque prise de mesure (figure 21).



Figure n° 21 : Mesure du pH

I.4.3. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophiles (FTAM)

La plupart des produits utilisés par l'homme sont susceptibles d'être altérés par différentes voies. La principale cause de détérioration de nos aliments est la prolifération de certains microorganismes qui les contaminent.

La Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant une Colonie) dans un aliment. Elle apparaît sous forme de colonies de tailles et de formes différentes. Des levures et des moisissures peuvent également se développer, ces dernières peuvent être présentes dans un produit ou sur une surface.

Son isolement se fait sur un milieu gélosé PCA (*Plate Count Agar*) dit ordinaire ou nutritif, la plupart des microorganismes se développent, sauf les microorganismes exigeants et les microorganismes anaérobies stricts.

MATERIEL ET METHODES

a. Prélèvement

Les analyses sont effectuées au laboratoire d'analyse microbiologique de l'unité de fabrication le fermier. Après l'affinage et l'emballage, trois unités (voir la figure n°22) sont prélevés chaque semaine durant toute la période de conservation (8 semaines) du camembert : un témoin et deux tests.



Figure n°22: photos des trois échantillons du camembert

b. Préparation de la suspension mère

Dix gramme de camembert sont aseptiquement pesés et introduits dans un flacon contenant 90 ml d'eau physiologique stérile puis, soigneusement agités pour homogénéiser le mélange qui correspond à la suspension mère et c'est la dilution 10^{-1} (voir la figure n°23).



Figure n°23 : préparation de la suspension mère

MATERIEL ET METHODES

c. Préparation de la gamme de dilution décimale

Un ml de la suspension mère est aseptiquement prélevé à l'aide d'une pipette Pasteur puis, introduit dans un tube à essai contenant 9ml d'eau physiologique stérile et bien homogénéisé, ce qui correspond à la dilution 10^{-2} (voir la figure n°24).

1ml de cette dilution est aseptiquement prélevé à l'aide d'une pipette Pasteur puis, introduit dans un tube à essai contenant 9ml d'eau physiologique stérile et bien homogénéisé, ce qui correspond à la dilution 10^{-3} . Procéder de la même manière jusqu'à la dilution 10^{-5} .



Figure n°24: photos des dilutions décimales

d. Ensemencement

Un ml de chaque dilution est aseptiquement introduit dans une boîte de Pétri puis, environ 15ml de milieu de culture PCA en surfusion, sont coulés dans chaque boîte et bien homogénéisés. Deux boîtes de Pétri sont ensemencées pour chaque dilution. Après solidification, les boîtes sont incubées dans une étuve à 30°C pendant 48h (voir la figure n°25).

MATERIEL ET METHODES



Figure n°25: photos de l'ensemencement et l'incubation des boîtes

e. Lecture

Après incubation, les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies sont dénombrées. Les résultats sont exprimés en UFC/ g de produit.

I.5. Analyse statistique

Les données expérimentales sont statistiquement testées par l'analyse de la variance (ANOVA), en utilisant le logiciel STATBOX version 6.0 à un seuil de signification de 0.05 afin de déterminer la présence de différence significative entre les trois produits analysés.

II. RESULTATS ET DISCUSSION

RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'objectif principal de ce travail, consiste à fabriquer un camembert à base de feuilles fraîches de thym et ainsi, offrir au consommateur une gamme plus large de ce produit, avec une meilleure qualité organoleptique d'une part ; et contribuer à prolonger sa durée de conservation d'une autre part.

La figure n°26 illustre les camemberts à base de thym obtenus après 10 jours d'affinage.

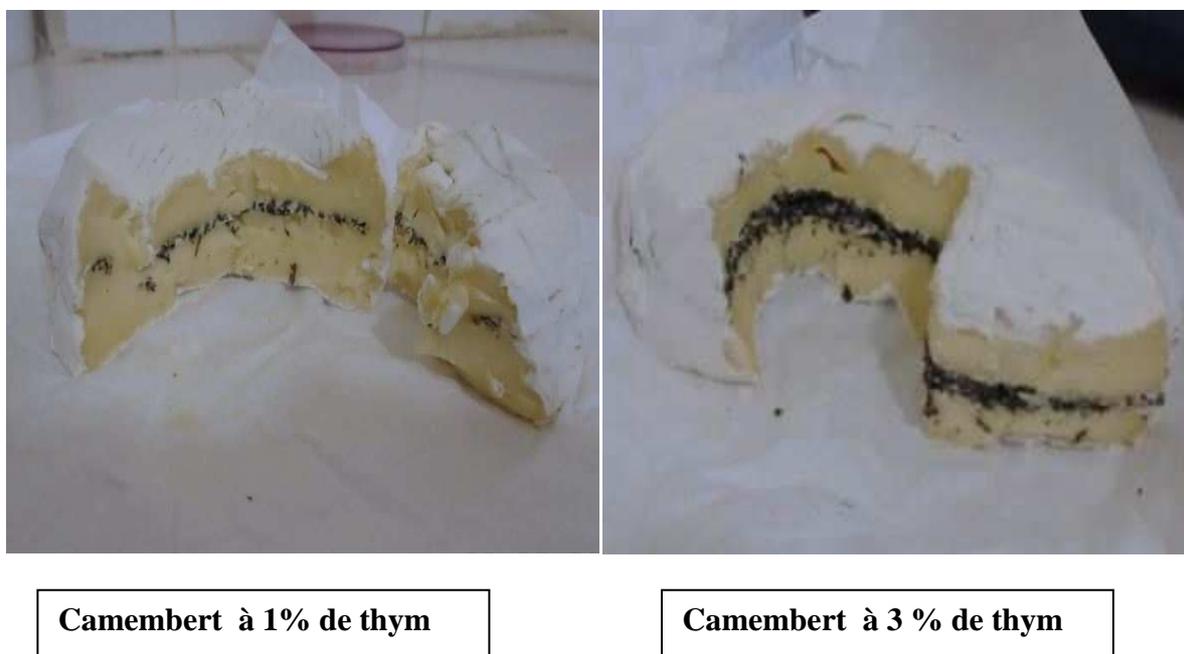


Figure n°26 : Les camemberts à base de thym

L'évaluation de l'effet du thym sur la conservation du camembert, est effectuée par le suivi de l'évolution de son pH et sa charge de la flore aérobie mésophile totale, pendant huit semaines de stockage réfrigéré ; les résultats obtenus sont présentés dans ce qui suit.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

II.1. pH

La figure 27 indique l'évolution du pH au cours de la conservation du camembert. A partir de l'histogramme nous remarquons que le pH augmente en fonction du temps, mais d'une manière plus importante dans les unités de camembert contenant 3% du thym. Cette différence est due certainement, aux composés actifs du thym et leur effet sur le camembert.

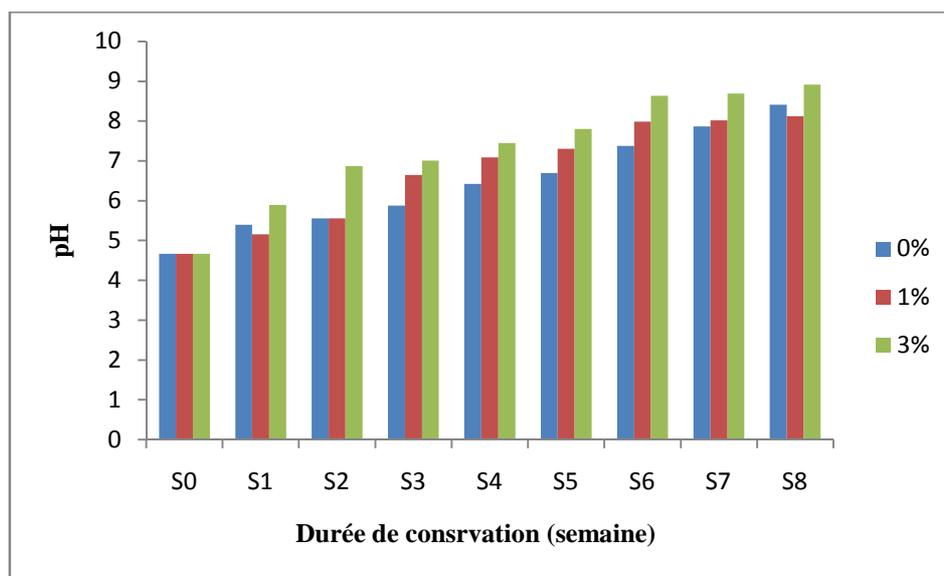


Figure n°27 : Evolution du pH durant la conservation du camembert

L'évolution du pH du camembert témoin diffère significativement des camemberts à 1% et 3% thym ; qui est passé de 4,34 (j0) jusqu'à 8,90 au bout de la 8^{ème} semaine de conservation (Annexe 6). Cette différence s'explique probablement par l'incorporation des feuilles fraîches de thym.

En outre, au cours de stockage réfrigéré pendant huit semaines, l'augmentation du pH est due principalement à la protéolyse et à la décarboxylation des acides aminés libérés par les microorganismes accumulés lors de la conservation du produit (Shenderyuk et Dykowski 1989).

L'analyse de la variance pour les résultats du pH montre qu'il y'a une différence très hautement significative (voir Annexe 8) entre les trois échantillons de camembert ; en effet, d'après les résultats illustrés dans la figure n°27, on remarque une nette augmentation du pH des camemberts à 3% du thym, un peu moins élevée pour le 1%.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Le pH est un indice de qualité déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Il constitue l'un des principaux obstacle que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération (Giddey, 1982 ; Gatel , 1982 ;Brissonet et al.,1990).

Donc, il est important de mesurer le pH, afin de connaître la stabilité de l'aliment vis-à-vis les microorganismes. Il est rare que les microorganismes pathogènes pour l'homme se développent à un pH acide, inférieur à 4 (Adamou, 2006). La plupart des microorganismes se développent à des pH proche de la neutralité, dont les moisissures se développent à des pH acide (Oteng-Gyang, 1984).

II.2. Dénombrement de la FAMT

Les résultats du dénombrement de la flore totale aérobie mésophile, dans les trois échantillons de camemberts conservés pendant huit semaines, sont représentés dans la figure n°27.

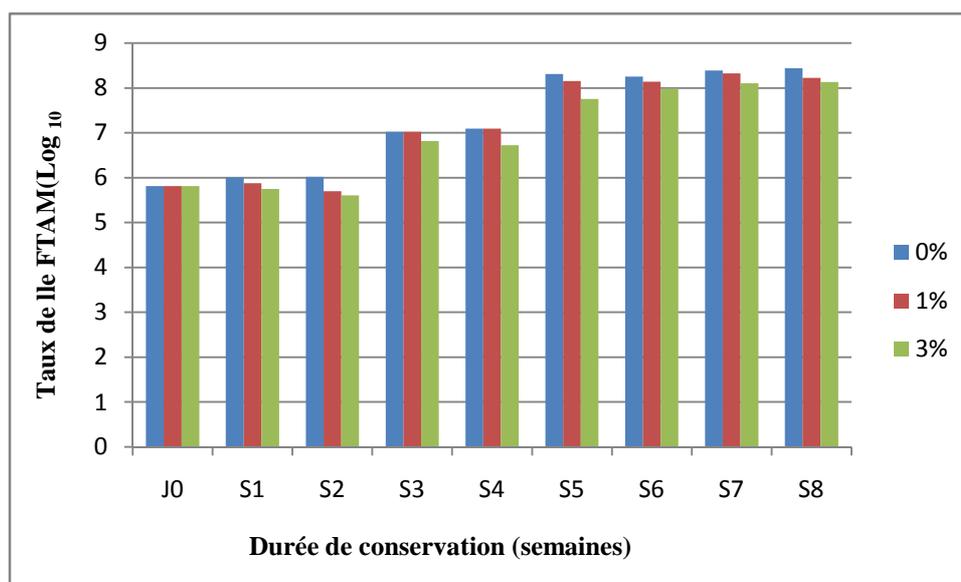


Figure n°27: Développement de la FAMT durant la durée de conservation

La charge initiale de la FAMT dans les trois échantillons de camembert (le témoin et les deux échantillons contenant les feuilles fraîches de thym), correspond au résultat du dénombrement, réalisé juste après l'affinage du fromage et avant son emballage.

La flore aérobie mésophile totale (FAMT) a subi une légère augmentation pour les camemberts témoins durant les deux premières semaines allons de $6,002 \log_{10}$ jusqu'à $6,0017 \log_{10}$ mais une nette diminution est marqué pour les camemberts à 3% du thym $5,607 \log_{10}$

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Jusqu'à $5,752 \log_{10}$, plus au moins importante pour les 1% passant de $6,187 \log_{10}$ jusqu'à $5,977 \log_{10}$.

A partir de la 3^{ème} semaine jusqu'à la 5^{ème} semaine, il y a une augmentation très importante de la charge microbienne des témoins 7,021 -7,093, elle est légèrement diminuée pour les camembert contenant 1% du thym 7,019-7,097 par contre les échantillons à 3% du thym montre une diminution importante allant de 6,816-6,724, ce résultat pourrait être expliqué par le fait que le thym contient des substances antibactériennes (Boyer et al., 1995), contribuant à la réduction de la flore mésophile aérobie totale. Ce résultat a été constaté par plusieurs auteurs. Ainsi Karamen et al. (2001) ont montré que les huiles essentielles du thym présentent des activités antibactériennes et antifongiques. De même, l'activité bactéricide du thym, a été aussi démontré par Rasooli et al. (2002), et par Tepe et al. (2005).

A partir de la 5^{ème} semaine jusqu'à la fin de la conservation il y a une stabilité du développement mais les camembert les moins chargés sont ceux qui portent 3% du thym

Ces résultats concordent avec celles de Zerai T, (2006) en étudiant l'effet de l'addition du thym, du laurier et du romarin sur la conservation de l'anguille fumée, où le lot contenant le thym semble présenter une flore inférieure aux autres lots contenant le romarin et le laurier durant la période de conservation de l'anguille fumée.

L'analyse de la variance pour le dénombrement de la FAMT, montre qu'il y a une différence hautement significative (voir le tableau Annexe 7) entre les trois échantillons de camembert.

En effet, d'après les résultats illustrés dans la figure n°28, on remarque une nette augmentation de la charge de la FAMT dans le camembert témoin qui passe de $6,002 \log_{10}$ à la première semaine jusqu'à $8,437 \log_{10}$ à la huitième semaine ; par contre, cette même flore n'atteint que les valeurs de $8,224$ et $8,131 \log_{10}$ (voir le tableau Annexe 5) dans les échantillons de camembert avec la même charge initiale en FAMT, mais incorporés de 1 et 3% de thym respectivement.

Ceci s'explique certainement par la présence des feuilles fraîches de thym dans la masse du camembert. 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

RESULTATS ET DISCUSSIONS

girofle..., inhibent significativement la croissance des bactéries d'altération dans la viande hachée/sardine/plats cuisinés...etc.

Effectivement, selon cet auteur, l'effet antibactérien de certaines plantes peut être dû 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.

D'après Mason et Wasserman (1987), le mécanisme d'action de ces substances bioactives, consiste à interférer avec les protéines de la membrane des micro-organismes comme l'enzyme ATPase, soit par action directe sur la partie hydrophobe de la protéine, soit en interférant dans la translocation des protons dans la membrane prévenant la phosphorylation de l'ADP. La synthèse de l'ADN, l'ARN, des protéines et des polysaccharides peut être inhibée par les huiles essentielles (Johansen *al.*,1997).

D'autre part, on remarque que l'effet de l'incorporation des feuilles fraîches de thym dans le camembert sur l'évolution de la FAMT, diminue légèrement à la dernière semaine comparé au début de la période de conservation. Selon Bagamboula *et al.* (2004) ; Baydar *et al.* (2004), cet effet peut s'expliquer soit par la diffusion des principes actifs du thym qui sont volatiles ; ou bien, par l'interaction de ces derniers avec les composants du camembert. Suivant les travaux de Burt (2004), les protéines du lait jouent un rôle important dans la régénération et le renouvellement du matériel cellulaire des bactéries affectées par les composés bioactifs au début de la conservation

CONCLUSION ET PESPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

D'après les résultats du dénombrement de la FAMT, l'incorporation des feuilles fraîches de thym dans la masse du camembert aux deux concentrations testées, s'avère intéressante. En effet, une diminution de la charge de cette flore bactérienne, dans les échantillons de camembert tests a été enregistrée par rapport au camembert témoin, qui ne contient pas le thym.

En outre, l'ajout du thym dans le camembert, contribue à une amélioration des caractéristiques organoleptiques du produit notamment le goût et l'odeur.

Cependant, les résultats de notre travail restent modestes et demandent d'être complétés par des études plus approfondies, qui permettront de :

- Tester d'autres concentrations de thym ;
- Etudier l'effet antioxydant de thym sur le camembert;
- Suivre l'évolution d'autres flores d'altération pendant la conservation du produit ;
- Tester d'autres plantes aromatiques individuellement et en combinaison;
- Faire une application sur d'autres matrices alimentaires ;
- Réaliser une étude sensorielle avec un panel de dégustateur entraîné, afin d'optimiser le choix de la concentration et la combinaison de plantes, selon la matrice alimentaire à conserver ;
- Faire une étude toxicologique sur le produit avant sa commercialisation.

REFERNCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Agabriel C., Coulon J.B., Brunshwig G., Sibra C. et Nafidi C. 1995.** Relation entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations. INRA Prod. Anim., 8 (4). pp : 251-258.
- **Alais C. 1975.** Sciences du lait. Principes des techniques laitières. Edition Sepaic, Paris.
- **Alais C., Linden G. Et Miclo L. 2008.** Biochimie alimentaire, Dunod 6eme édition. Paris. Pp : 86-88.
- **Alzoreky N. S., Nakahara K. 2003.** Antimicrobial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. International Journal of Food Microbiology, 80, 223-230.
- **Amić D., Davidović-Amić D., Bešlo D. et Trinajstić N. 2003.** Structure–Radical scavenging activity relationships of flavonoids. CROATICA CHEMICA ACTA CCACAA., 76(1) : 55-61.
- **Amiot J. 2005.** *Thymus vulgaris*, un cas de polymorphisme chimique pour comprendre l'écologie évolutive des composés secondaire. Thèse de doctorat-Ecole nationale supérieure d'Agronomie de Montpellier (France).
- **Aprotosoiaie 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
- **Bagamboula C. F., Uyttendaele M., Debevere J. 2004.** Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvyl acrol, thymol, estragol, linalool and *p*-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. Food Microbiology. 21, 33-42.)
- **Bandoniene D., Pukalskas A., Venskutonis PR., et Gruzdiene D. 2000.** Preliminary screening of antioxidant activity of some plant extracts in rapeseed oil. Food Research International,
- **Baroiller C., et Schmidt J. 1990.** Contribution à l'étude de l'origine des levures du fromage de Camembert. Le lait 70, 67-84.
- **Bars-Bailly SL., Bailly JD. et Brugère H. 1999.** Accidents de fabrication dus aux moisissures en fromagerie. Revue de Médecine Vétérinaire 150, 413-430.
- **Baydar H., Sagdic O., Ozkan G., Karadogan T. 2004.** Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*. 15, 169-172.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Beirão A.R.B., et Bernardo-Gil MG. 2006.** Antioxidants from *Lavandula luisieri*. 2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering. Portugal. 8p.
- **Bertrand F.1988.** Le fromage grand œuvre des microbes, Revue générale du froid 78,519-527
- **Boudier J.F., et Luquet F.M. 1978** .utilisation du lactosérum en alimentation humaine et animale, synthèsebiblio, N°21,APRIA, PARIS-F
- **Bouix M., et Leveau J.Y . 1984.** Contrôle Microbiologique, biotechnologie. Ed : Tec et Doc,Lavoisier, Paris, 469 p.
- **Burt S.A. 2004.** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. International Journal of Food Microbiology.
- **Champagne C.P., Lamontagne M., Reitz-Ausseau J., Moineau S., Gardner N., Lamoureux M., Jean J. et Fliss I. 2002.** Science et technologie du lait Transformation du Lait ,2^{ème} Edition.
- **Choisy C., Gueguen M., Lenoir J., Schmidt JL., et Tourneur, C. 1987.** Les phénomènes microbiens. In Le fromage, pp. 259-290. Edited by A. Eck. Paris: Diffusion Lavoisier.
- **Cholet O. 2006.** Étude de l'écosystème fromager par une approche biochimique et moléculaire. In Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires, pp. 192. Paris: Institut National Agronomique Paris-Grignon.
- **Chraïbi M. 2011.** Suivi de la charge microbienne tout au long de la chaîne de fabrication du lait pasteurisé, 38 pages.
- **Claudi lebas. 2004.** Guide d'appui technique pour les accidents de fromage à la ferme / défaut dû à l'oïdium (source : Frédéric Gobin (ENILIA de Surgères))
- **CODEX STAN 283-1978.** Précédemment CODEX STAN C-33-1973. Adopté en 1973. Révision 2007. Amendé en 2008, 2010.
- **Cowan M.M.1999.** Plant products as antimicrobial agents. Clinical microbiology reviews, 12 (4) : 564-570.
- **Cuq J.L. 2007.** Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. Page: 20-25.
- **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.)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Daroui-Mokaddem H. 2011.** Etude phytochimique et biologique des espèces : *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrniololus* (Apiaceae), *Asteriscus maritimus* et *Chrysanthemum trifurcatum* (Asteraceae). Thèse de Doctorat. Option : Biochimie appliquée. Université Badji-Mokhtar, Annaba.
- **Deforges J., Derens E., Rosset R. et Serrand M. 1999.** Maîtrise de la chaîne du froid des produits laitiers réfrigérés. Edition Cemagref Tec et Doc, Paris.
- **Dillon .1987.** cite in ECK A ,1990 : le fromage .Edition Lavoisier
- **Dorland . 2009.** Dorland's Illustrated Medical Dictionary, 28th ed.
- **Dorman H.J.D., et Deans S.G .2000.** Antimicrobial agents from plants : antibacterial activity of plant volatile oils. Journal of Applied Microbiology. 88(3): 308-316.
- **FAO. 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28.
- **Guiraud J.P. 2003.** Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. Pp : 136-139.
- **Guiraud J., et Galzy P. 1980.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine. 119p.
- **Gripon J.C., Desmazeaud M.J ., Le Bars D. et Bergère J.L.1975.** Étude du rôle des microorganismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. Influence de la présure commerciale. Le Lait 55.pp: 502-516.
- **Guinoiseau E. 2010.** Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles: Séparation, identification et mode d'action. Thèse Doctorat, Université De Corse-Pasquale Paoli.
- **Guiraud J., et Galzy P. 1980.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine. 119p.
- **Hammer K.A., Carson C.F., et Riley T.V. 1999.**Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. J. Appl Microbiol., 86(6): 985-990.
- **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
- **Hussain A.I. 2009.** Characterization and biological activities of essential oils of some species of lamiaceae. Thèse de Doctorat. Pakistan. 257p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Hussain A.I., Anwar F., Chatha S.A.S., Jabbar A., Mahboob S. et Nigam P.S. 2010.** Rosmarinus officinalis essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities. *Brazilian Journal of Microbiology*. 41: 1070-1078.
- **Hsieh PC., Mau JL., Huang SH. 2001.** Antimicrobial effect of various combinations of plant extracts. *Food Microbiology*, 18, 35-43.
- **Iserin P. 2001.** Encyclopédie des plantes médicinales. 2ème Ed. Larousse. Londres page 143 et 225-226.
- **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.
- **Johansen, C., Verheul Gram, L., Abee, T., 1997.** Protamine-induced permeabilization of cell envelopes of Gram-positive and Gram-negative Bacteria. *App. Env. Micobio*. 63: 1155- 1159.
- **Kim H., Hardy J., Novak G., Ramet JP. et Weber W. 1982.** Les goûts anormaux du lait frais et reconstitué. Collection FAO Alimentation et nutrition n°35.
- **Kurita, N., Koike, S., 1982.** Synergetic antimicrobial effect of sodium chloride and essential oils components. *Agric. Bil. Chem*. 46: 159-165.) 1982
- **Leyral G., et Vierling É. 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques. 87p.
- **Macheix J.J., Fleuriet A., et Jay–Allemand C. 2005.** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed Presses polytechniques et universitaires romandes. p4-5.
- **Mahiout N., Zaidi M. 2012 .**Voyage au cœur des aliments, 1^{er} édition, page 64.
- **Mason TL et Wasserman BP., 1987.** Inactivation of red beet beta-glucan synthesis by native and oxidized phenolic compounds. *Phytochemistry*. 26: 2197-2202.,)
- **Mietton B. 1995 .** transformation du lait en fromage, revue laitière n°12
- **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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Morales R . 2002** The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In : *Thyme : the genus Thymus*.Ed. Taylor & Francis, London. Pp. 1-43.
- **Ntezurubanza L. 2000.** Les huiles essentielles du Rwanda. LASEVE-UQAC, Chicoutimi, Québec.
- **Özcan M., Et Chalcha J.C. 2004.** Aroma profile of *Thymus vulgaris* L growing wild in Turkey. *Bulgarian journal of plant physiology.*, 30 (3-4) : 68-73.
- **Pitt J. I., et Hocking A. D. 1985.** *Fungi and Food Spoilage*. Sydney: Academic Press.
- **Prabuseeninivasan S., Jajacumar M., Ignacimuthus S. 2006.** In vitro antibacterial activity of some plant essential oil. *Biomed central complémentart and Alternative Medecine*. 6 (39).
- **Remeuf F., Cossi N., Dervi N. et Tomasson R. 1991.** Relation entre les paramètres physico-chimiques du lait et son aptitude fromagère. Tec et Doc Lavoisier, Paris. 549p.
- **Robinson R.K. 2002.** *Dairy microbiology handbook. The microbiology of milk and milk products*. Third edition. Edition John Wiley and sons, INC. New York. 780p.
- **Roudaut H., et Lefrancq E. 2005.** *Alimentation théorique*. Edition Sciences des Aliments.
- **Shenderyuk V.I. and Bykowski, P.J. 1989.** Salting and marinating of fish. In: Z.E. Sikorski, Editor, *Seafood: resources, nutritional composition and preservation*, CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida .
- **St-Gelais D. et Coller P.T. 2002** , *Science et technologie du lait, transformation du lait* 2^{ème} Edition Page 364
- **Teuscher E., Anton R. et Lobstein A. 2005** . *plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles*. Tec et Doc éditions, Paris
- **Tsuchiya H., Sato M., Miyazaki T., Fujiwara S., Tanigaki S., Ohyama M, Tanaka T, Linuma M. 1996.** Comparative study on the antibacterial activity of phytochemical flavanones against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J.Ethnopharmacol*. 50: 27-34.
- **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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Vanier P.2006.** Le thym au fil du temps, Usages culinaires, Conservation, Jardinage biologique, Écologie et environnement (Santé Canada. *Fichier canadien sur les éléments nutritifs*, 2005.) © 1998-2014 Oxygem.
- **Veisseyre R ., 1975 .** Technologie du lait 3eme édition. Maison rustique .Paris
- **Vignola C., 2002.** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. Pp. 3-75.
- **Wendakoon, C. N., Sakaguchi, M. 1995.** Inhibition of amino acid decarboxylase activity of Enterobacter aerogenes by active components in spices. J. of Food Protection. 58: 280– 283.
- **Zaidi A et Mahiout B., 2012.** voyage au Cœur des aliments, 1^{er} Edition 2012.
- **Zerai T ., Rondhane.M.S. et Mejri.2006.** Institut National des science Agronomique Vol.33.

LISTE DES ANONYMES

- **Anonyme₁:** en.wikipedia.org
- **Anonyme₂:** fr.dreamstime.com
- **Anonyme₃:** www.euromonitor.com et <http://www.ingredientslaitiers.ca> les deux sont cités au dessus du pdf
- **Anonyme₄:** Sources : Faostat et Statistique Canada *Estimation de l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).
- **Anonyme₅:** <http://www.infolait.gc.ca/> (L'économie laitière en chiffres 2010)
- **Anonyme₆:** © Tsa-algerie.com
- **Anonyme₇:** Copyright ©2011-2015MR GINSENG. COM
- **Anonyme₈:** www.thym-bio.com.
- **Anonyme₉:** www.phytomania.com
- **Anonyme₁₀:** <http://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/thym.htm>
- **Anonyme₁₁:** Copyright © 2015 naturalexix.com
- **Anonyme₁₂:** <http://www.consoglobe.com/thym-cosmetique-les-produits-de-beaute-cg>
- **Anonyme₁₃:** www.salher.com

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Anonyme₁₄**: Anonyme₇ : En cuisine EGK Caisse de Santé 2008 I Connaissance des herbes, série de Brigitte Speck, Ursula & Christian Fotsch et Susan Wacker
- **Anonyme₁₅**: <http://www.consostatic.com/wp-content/uploads/2013/11/thym-vrai-fleur-cosmetique-cuisine-ban.jpg>

ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1:Composition moyenne des fromages à pâte molle type camembert (Dillon, 1987)

Constituants	Composition pour 100g de produit
Eau (g)	50
Energie (kcal)	310
Glucides(g)	4
Lipides(g)	24
Protéines (g)	20
Calcium (mg)	400
Phosphore (mg)	250
Magnésium (mg)	20
Potassium (mg)	150
Sodium(mg)	700
Zinc(mg)	5
Vitamine A(UI)	1010
Thiamine(mg)	0,04
Riboflavin (mg)	0,75
Niacine (mg)	0,80
vitaminePP (mg)	1,25
acide ascorbique(mg)	0

ANNEXES

Annexe 2 : Emballage du camembert « LE FERMIER »



Annexe 3 : Matériel du laboratoire et réactifs

- Matériel de stérilisation et d'incubation ;
- Balance de précision ;
- Verrerie : tubes à essais, flacons de 180ml, pipettes Pasteur ;
- Boîtes de Pétri ;
- Portoirs à tubes ;
- Bain-marie ;
- Bec Bunsen ;
- pH mètre.

	Milieu de culture PCA	Eau physiologique stérile
Composition	<ul style="list-style-type: none"> • peptone:5,0 g • extrait de levure:2,5 g • glucose:1,0 g • agar:15,0 g • pH = 7 	<ul style="list-style-type: none"> • 100 ml d'eau distillée • 0,9 g NaCl

ANNEXES

Annexe 4 : Calcule du poids du thym par rapport au poids du fromage utilisé.

Il se fait, suivant la règle de trois :

$$\left. \begin{array}{l} 100\% \rightarrow 180\text{g} \\ \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} X = \frac{1 \times 180}{100} = 1,8 \text{ g} \\ 1\% \rightarrow X \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} 100\% \rightarrow 180\text{g} \\ \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} X = \frac{3 \times 180}{100} = 4,5 \text{ g} \\ 3\% \rightarrow X\text{g} \end{array}$$

Annexe 5: Résultats des dénombrements de la FAMT (Log₁₀)

	0%	1%	3%
J0	5,816	5,816	5,816
S1	6,002	6,187	5,607
S2	6,017	6,977	5,752
S3	7,021	7,019	6,816
S4	7,093	7,096	6,724
S5	8,170	8,155	7,755
S6	8,255	8,139	7,984
S7	8,390	8,327	8,105
S8	8,437	8,224	8,131

ANNEXES

Annexe 6: Résultats du pH

	T (0%)	1%	3%
J0	4.43	4.43	4.43
	4.90	4.90	4.90
S1	5.39	5.12	5.79
	5.40	5.20	6.00
S2	5.50	5.52	6.93
	5.61	5.70	6.83
S3	5.88	6.40	7.01
	5.88	6.89	7.00
S4	6.42	7.13	7.40
	6.43	7.05	7.50
S5	6.73	7.30	7.80
	6.67	7.31	7.80
S6	7.37	7.98	8.64
	7.38	7.99	8.63
S7	7.86	8.02	8.69
	7.87	8.02	8.69
S8	7.92	8.13	8.83
	8.90	8.11	8.92

ANNEXES

Annexe 7 : Analyse de la variance de la FAMT

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	193843,3	53	3657,42				
VAR.FACTEUR 1	49268,05	2	24634,02	57,821	0		
VAR.FACTEUR 2	112981,3	8	14122,66	33,149	0		
VAR.INTER F1*2	20090,95	16	1255,685	2,947	0,00651		
VAR.RESIDUELLE 1	11503	27	426,037			20,641	17,60%

Tableau de comparaison des moyennes

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0	T0	149,611	A		
2.0	T1	125,333		B	
3.0	T3	76,944			C

Annexe 8 : Analyse de variance du pH

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	91,573	53	1,728				
VAR.FACTEUR 1	6,949	2	3,475	89,418	0		
VAR.FACTEUR 2	80,934	8	10,117	260,342	0		
VAR.INTER F1*2	2,641	16	0,165	4,247	0,0005		
VAR.RESIDUELLE 1	1,049	27	0,039			0,197	2,88%

Tableau de comparaison des moyennes

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3.0	T3	7,326	A		
2.0	T1	6,728		B	
1.0	T0	6,469			C

ANNEXES

Annexe 9: diagramme de fabrication du camembert « le fermier »

