

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Spécialité : Production et Transformation Laitière



Réf :.....

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

MASTER

Thème

L'étude de l'effet d'incorporation des
plantes aromatiques dans les fromages

Présenté par :

BEDJOU Rosa et BENIKHLEF Islam

Soutenu le : **19 septembre 2020**

Devant le jury composé de :

M ^{me} OUKIL Naima	M.C.A	Présidente
M ^{me} BOUDJOU Souhila	M.C.B	Encadreur
M ^{me} SMAIL Leila	M.A.B	Examineur

Année universitaire : 2019/2020

Remerciement

*Avant tout nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a procuré courage
et volonté pour achever ce travail.*

*Nous tenons à remercier M^{me} OUKIL Naima d'avoir accepté de présider le jury
de notre soutenance.*

*Nous remercions sincèrement notre promotrice, M^{me} BOUDJOU Souhila, qui
s'est toujours montrée à l'écoute et très disponible tout au long de la
réalisation de ce mémoire, ainsi que pour l'inspiration, l'aide et le temps
qu'elle a bien voulu nous consacrer.*

*Nos remerciements vont également à M^{me} SMAIL Leila qui a donné de son
temps pour la lecture de notre mémoire ainsi que son examination.*

*Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui
nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce modeste
travail.*

*Nous remercions nos familles et en particulier nos chers parents pour tous les
efforts qu'ils ont faits pour que ce travail puisse voir le jour.*

Dédicaces

*A mes très chers parents, source de
vie, d'amour et d'affection*

*A mes chers frères et sœur, source
de joie et de bonheur*

*A toute ma famille, source d'espoir
et de motivation*

*A mes amis lilih , adel ,ryadh
,wassim et hichem.*

A vous cher lecteur

Islam

Dédicaces

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A ma chère soeur pour son encouragement permanent, et son soutien moral,

A mon cher binôme islam, pour sa disponibilité permanente avec moi,

A tout mes amis pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Rosa

SOMMAIRE

Liste des abréviations**Liste des figures****Liste des tableaux****Introduction.....01****Chapitre I : Généralités sur les plantes aromatiques**

I. les plantes aromatiques.....	02
I.1.Historique.....	02
I.2. Définition.....	02
I.3. Différents types des plantes.....	03
I.4. Domaine d'utilisation des plantes aromatiques.....	03
I. 5.Formes utilisables des plantes.....	04
II. Description de quelques plantes aromatiques étudiées.....	05
II.1. Romarin « <i>Rosmarinus officinalis L</i> ».....	05
II.2. Thym « <i>Thymus vulgaris L.</i> ».....	08
II.3. Origan « <i>Origanum vulgare.L</i> ».....	10
II.4. Ail « <i>Allium sativum L</i> ».....	12
II.5. Aneth « <i>Anethum graveolens L.</i> ».....	14
II.6. Coriandre « <i>Coriandrum sativum L.</i> ».....	16

Chapitre II : Le fromage

I. Généralité sur Le fromage.....	19
I.1. Historique.....	19
I.2. Définition.....	19
I.3. Classification des fromages.....	20
I.4. Elaboration des caractéristiques sensorielles des fromages.....	21
I.5. Accidents et défauts de fabrication.....	22
II. Le fromage frais.....	23
II.1. Définition.....	23
II.2.Types de fromage frais	24
II.3. Composition des fromages frais.....	25
II.4. Procédés de fabrication.....	26

II.5. Microflore du fromage frais.....28
II.6. Origine de la contamination du fromage frais.....31

Chapitre III : Les fromages aromatisés

I. Aromatisation des fromages.....32
I.1.Objectifs de l’aromatisation des fromages.....32
I.2.Effet de l’aromatisation des fromages.....33
II. Etude des activités biologiques de quelques plantes aromatiques.....35
II.1. Etude de l’activité antibactérienne de quelques herbes.....35
II.2. Etude de l’activité antioxydant de quelques plantes (romarin, thym, sauge, origan).....36
III. Mode d’action des substances préservatives des plantes aromatiques.....37
IV. Qualité et quantité des plantes aromatiques utilisées.....37
V. Etude de quelques types de fromages aromatisés.....38
V.1 Etude comparative de deux fromage aromatisés.....39
V.2. Etude de l’effet de combinaison de plantes dans le fromage Ricotta.....40
V.2.1.Fromage Ricotta.....40
V.3. Effet de l’incorporation des huiles essentielles dans fromage frais.....42

Conclusion

Références bibliographiques

Résumé

Liste des abréviations

- **AGI** : Acide gras insaturé.
- **AGS** : Acide gras saturé
- **AOC** : Appellation origine contrôlée.
- **ATP** : Adénosine –Triphosphate.
- **aw** : Activité de l'eau.
- **Codex** : L'organe international chargé de mettre en œuvre le programme mixte.
FAO/OMS sur les normes alimentaires.
- **HE** : Huiles essentiels.
- **MG** : Matière grasse.

Liste des Figures

Figure N°1 : Photographie des feuilles et fleurs de <i>Rosmarinus officinalis</i>	05
Figure N°2 : Photographie des feuilles de <i>Thymus vulgaris L</i>	08
Figure N°3 : Photographie des feuilles d' <i>Origanum vulgare</i>	10
Figure N°4 : Photographie des fruits d' <i>Allium sativum L</i>	12
Figure N°5 : Plante d'aneth <i>Anethum graveolens L</i>	14
Figure N°6 : La Coriandre <i>coriandrum sativum</i>	17
Figure N°7 : Classification didactique des fromages.....	21
Figure N°8 : Photographie du Fromage frais.....	24
Figure N°9 : Processus de fabrication du fromage frais.....	26
Figure N°10 : Photographie du Fromage frais aromatisé.....	33
Figure N°11 : Evolution du pH, acidité titrable, et la matière sèche des fromages.....	43
Figure N°12 : La vie utile du fromage témoin et du fromage aromatisé.....	44

Liste des tableaux

Tableau I : Composition des fromages frais.....	25
Tableau II : Qualité microbiologique du fromage frais.....	29
Tableau III : Propriétés antimicrobiennes des herbes.....	34
Tableau IV : L'activité antioxydant relative des plantes étudiées.....	36
Tableau V : Les plantes aromatiques utilisées pour l'aromatisation des fromages.....	39
Tableau VI : Résultats du pH, phénols totaux, capacité antioxydant et les germes pathogènes.....	40
Tableau VII : Résultats du pH, activité antioxydant, composés phénoliques et analyse microbiologique.....	41

INTRODUCTION

Le lait est un aliment à hautes qualités nutritives, qui est cependant très périssable. L'Homme a réussi à découvrir que la transformation du lait en fromage permet de prolonger sa durée de conservation et de maintenir ces composants nutritifs. La fabrication fromagère permet de répondre de façon avantageuse à ce problème. En effet, les qualités nutritionnelles du lait se retrouvent concentrées dans le fromage, qui se conserve plus longtemps tout en gagnant de nouvelles qualités organoleptiques (**Hebert, 2010**).

Afin de maintenir le plus longtemps possible la qualité des fromages à un niveau compatible avec les normes en vigueur et les exigences du consommateur, il est nécessaire de ralentir ces divers mécanismes d'altérations, pour se faire différentes techniques ont été appliqués tels que le salage, il réduit l'activité de l'eau et inhibe la croissance de certaines bactéries pathogènes. De plus l'ajout d'ingrédients tels que des plantes et des herbes aromatiques peut inhiber la croissance des microorganismes indésirables, en effet, de nombreux pays produisent des fromages aromatisés aux plantes aromatiques pour leurs propriétés organoleptiques, et conservatrices (**Dupas, 2019**).

Les plantes aromatiques représentent une source de métabolites secondaires, biologiquement actifs, qui présentent plusieurs propriétés biologiques, telles que les activités antimicrobiennes, anti-inflammatoires et antioxydants (**Fadili et al., 2015**).

Par ailleurs, la demande de plus en plus accrue en produits naturels fait que les plantes aromatiques telles que le basilic, le romarin, le thym...etc soient largement utilisées comme conservateurs naturels pour leurs vertus antioxydants et bactéricides (**Mestir et al., 2006**). Il existe environ 2000 variétés de fromages dans le monde, parmi ces variétés, on trouve le fromage frais qui est souvent consommé sous sa forme nature ou additionné de certains ingrédients tels que les plantes aromatiques. Le fromage frais résulte de la coagulation lente du lait par action de l'acidification combinées ou non à celle d'une faible quantité de présure (**Michael et al., 2000**).

L'objectif de notre travail est d'étudier les effets technologiques, thérapeutiques et organoleptiques de l'incorporation des plantes aromatiques dans la fabrication d'un fromage frais.

Le document ainsi est composé de plusieurs parties énumérées ci-dessous :

-Synthèse bibliographique visant à apporter des connaissances générales sur les plantes aromatiques, le fromage et les fromages aromatisés.

CHAPITRE I

I. Les plantes aromatiques

I.1. Historique

L'histoire des plantes aromatiques est souvent liée à celle de l'humanité. Déjà, depuis l'Égypte antique (environ quatre mille cinq cents ans avant Jésus Christ), l'homme utilise largement les huiles balsamiques, les onguents parfumés, les résines aromatiques, les épices et les végétaux odoriférants en rites, en magie, en thérapeutique, en alimentation ainsi que dans les pratiques de la vie courante (**Louis Clément, 2009**). Au moyen Âge, les plantes aromatiques étaient très employées, en grande partie pour masquer les odeurs des aliments notamment la viande dont l'état de fraîcheur n'était pas toujours garanti (**Polèse, 2006**).

L'utilisation des arômes était également connue des civilisations de l'antiquité pour des usages religieux, cosmétiques mais aussi thérapeutiques. Ce sont les égyptiens, 3150-1085 avant Jésus-Christ, de l'époque pharaonique, qui furent les premiers à avoir recours aux plantes aromatiques pour embaumer les morts, avec notamment un mélange d'huiles essentielles comme l'huile de cèdre, de basilic, et en utilisant des plantes aux propriétés antiseptiques connues comme le nard de l'Himalaya, la cannelle, le ciste, des produits de sécrétion aromatique comme l'encens ou la myrrhe (**Lakhdar, 2015**).

Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupées une place importante dans la vie quotidienne : préparations culinaires, médecine empirique puis médecine chimique, médecine curative et médecine de bien-être, parfums... etc. Les années 90 ont été marquées par une prise de conscience générale en faveur de la santé de l'homme et de la qualité de l'environnement. L'agriculture biologique, la phytothérapie et l'aromathérapie ont suscité un regain d'intérêt pour la culture des plantes aromatiques pour leur utilisation (plante entière) ou encore sous forme d'huile essentielle ou d'extrait (**Djabou, 2012**).

I.2. Définition

Les plantes aromatiques sont un ensemble de plantes utilisées en cuisine et en phytothérapie pour les arômes qu'elles dégagent, et leurs huiles essentielles qui peuvent être extraites, ces plantes sont cultivées selon les besoins pour leurs feuilles, tiges, bulbes, racines, graines, fleurs, écorce etc....(**<https://diddaquest.org/wiki/plantes-aromatiques>**).

I.3. Différents types de plantes

Il est important de différencier l'usage des plantes spontanées et cultivées actuellement, car on observe une certaine confusion. On peut distinguer en particulier : **(Hmamouch, 1997)**.

- Les plantes alimentaires à grandes cultures et spontanées.
- Les plantes condimentaires (estragon, persil, cerfeuil, ciboulette, ail).
- Les plantes à boisson (fenouil, anis vert, badiane, gentiane jaune, myrtille, camomille).
- Les épices.
- Les plantes à parfum (rose de mai, violette, lavande, jasmin, sauge, basilic, thym, romarin, marjolaine, coriandre, origan).
- Les plantes médicinales à grandes cultures (pavot œillette, digital laineuse) et spontanées.
- Les plantes à tisanes et Infusettes : (menthe, camomille, mélisse, sauge, fleur d'oranger).
- Les plantes forestières à grandes cultures et spontanées.
- Les plantes ornementales.

I.4. Domaine d'utilisation des plantes aromatiques

Les plantes aromatiques connues par leurs propriétés biologiques intéressantes sont utilisées dans divers domaines à savoir :

□ Utilisation en alimentation

Sont utilisées quotidiennement dans les préparations culinaires (ail, laurier, thym), elles sont également très prisées dans la liquoristerie (boissons anisées) et en confiserie (bonbons, chocolats) leur pouvoir antioxydants permet de conserver les aliments en évitant les moisissures **(Ouis, 2015)**.

Les huiles essentielles des herbes sont utilisées dans l'industrie alimentaire pour rehausser le goût des aliments, et la conservation grâce aux effets antimicrobiens et antioxydants de leurs constituants. Ces agents naturels viennent réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques qui présentent des effets néfastes sur la santé **(Bessah et al., 2015)**.

□ Utilisation en pharmacie

Les essences issues des plantes sont utilisées en grande partie dans la préparation d'infusion (menthe, verveine, thym...) et sous la forme de préparation galénique. Plus de 40% de médicaments sont à base de composants actifs de plantes ; De même, elles permettent par leurs propriétés aromatiques de masquer l'odeur désagréable de médicament (Ouis, 2015).

Le romarin (*Rosmarinus officinalis L.*) a toujours été connu comme une herbe aromatique polyvalente et, en plus d'être utilisé comme arôme alimentaire est également connu en médecine pour sa puissante activité antioxydant, antibactérienne et antimutagène (Gad et Sayd, 2015).

□ Utilisation en cosmétologie et parfumerie

Des produits de beauté, parfums et articles de toilette, produits d'hygiène parfument agréablement et naturellement l'air ou dilués dans les produits de nettoyage, les HE, désinfectant...etc (Ouis, 2015).

I. 5. Formes utilisables des plantes

On utilise les parties de plantes sous forme de plantes sèches, d'extraits liquides, de tisanes et d'huiles essentielles. Ces dernières seront abordées dans la partie correspondante. Les présentations sont : (Mahfouf, 2018).

- ❖ **Les plantes sèches** : La partie utilisée est simplement séchée. Elle est la présentation la moins coûteuse et la plus simple.
- ❖ **Les poudres de plantes** : Les parties une fois séchées sont broyées et pulvérisées. Cette présentation est intéressante lorsque l'on veut la mélanger à d'autres poudres, l'incorporer avec d'autres excipients car on l'utilise peu comme telle. Elle ne se conserve pas bien car elle possède une très mauvaise stabilité dans le temps (due à l'éclatement des cellules végétales, l'augmentation des surfaces de contact qui facilite les réactions d'oxydoréductions, etc...).
- ❖ **Les infusions** : Adaptées pour les parties qui sont fragiles (fleurs, feuilles...). On verse de l'eau bouillante directement sur les parties à infuser puis on récupère le liquide en filtrant.

Il vaut mieux utiliser des plantes fraîches (ou sèches), car elles sont beaucoup plus efficaces et leurs saveurs sont alors inégalable, il faut noter aussi que les plantes aromatiques sont fragiles une fois cueillies et coupées, elles s'étoilent facilement et noircissent rapidement à l'air libre (Verbois, 2003).

II. Description de quelques plantes aromatiques étudiées

II.1. Le romarin « *Rosmarinus officinalis L* »

II.1.1. Description

Le *Rosmarinus officinalis L.* (Figure 01) dont le nom rose de mer vient simplement du fait qu'il pousse spontanément au bord de la mer. C'est un arbrisseau de 50 cm à 1 mètre et plus, toujours vert, très aromatique, très rameux, très feuillé (feuilles en forme d'aiguilles blanchâtres et duveteuses par dessous). Les fleurs sont d'un bleu pâle ou blanchâtre. Son écorce s'écaille sur les branches les plus âgées et son odeur est extrêmement odorante et tenace (Makhloufi, 2009).

II.1.2. Systématique

Selon (Gaussen *et al.*, 1982), la classification de la plante est décrite comme suit :



Figure N°01 : Photographie des feuilles et fleurs de *Rosmarinus officinalis* (Gaussen *et al.*, 1982).

II.1.3. Habitat et culture

Le Romarin pousse naturellement dans le sud de l'Europe mais il est cultivé dans le monde entier plus particulièrement dans les régions tempérées. Les principales régions de culture sont : les pays méditerranéens (sud de la France, Espagne, Portugal, nord de l'Afrique), l'Inde, les Antilles, le Mexique, l'Afrique du Sud, le Groupement des Etats Indépendants (Crimée), les Etats-Unis, les Philippines et l'Australie (**Leplat, 2017**).

Il existe plusieurs espèces de romarin dans le monde : *R. officinallis*, *R. eriocalyx*, *R. laxiflorus* et *R. lavandulaceus*. *R. officinallis* est la seule espèce qui croît naturellement dans les pays du bassin Méditerranéen, ainsi que dans les zones qui entourent l'Himalaya. Elle est cultivée en début du printemps jusqu'à l'été (**Wichtl et Anton, 2003**).

II.1.4. Composition chimique

La variation dans la composition chimique des plantes est due à l'influence de plusieurs facteurs tels que la méthode d'extraction, l'âge de la plante, le temps de récolte, le type du solvant d'extraction ainsi que la partie de la plante utilisée (**Ribeiro-Santos, 2015**).

-Huiles essentielles

Les HE du romarin contiennent : de l' α -pinène (7 à 80%), de la verbénone (1 à 37%), du camphre (1 à 35%), de l'eucalyptol (1 à 35%), du bornéol (4 à 19%), de l'acétate de bornyle (jusqu'à 10%) et du camphène (**Bellakhdar, 1997**).

Selon **Ribeiro-Santos (2015)**, les feuilles et les fleurs du romarin sont plus riches en HE que la tige, et le constituant le plus prédominant de ces huiles est le cinérole (50,2%).

-Les composés phénoliques

Les composés phénoliques (polyphénols) sont des produits du métabolisme secondaire des plantes, largement distribués dans la nature, possédant plusieurs groupements phénoliques (**Bahorun, 1997**).

L'effet antioxydant du romarin est lié à la présence de composés phénoliques dont les principaux sont (l'acide rosmarinique, carnosique, quinique) et des dérivés flavonoïques (dérivés de lutéoline et de quercétine) (**Damechki et Sotiropoulou, 2001**).

II.1.5. Usages

Le Romarin, considéré comme ayant des usages condimentaires et/ou alimentaires, se retrouve dans la cuisine méditerranéenne, et fait également parti de la liste des plantes médicinales inscrites à la Pharmacopée Française (**Leplat, 2017**).

- Domaine alimentaire

Le romarin est utilisé pour aromatiser, assaisonner et rehausser les saveurs des aliments afin d'améliorer leurs caractéristiques organoleptiques mais aussi pour la préservation des denrées alimentaires en prolongeant leurs durées de conservation grâce à son effet antioxydant (**Raskovic et Milanovic, 2014**).

- Domaine médical

Grace à sa richesse en vitamines, minéraux, fibres et protéines ayant des propriétés préventives, le romarin est utilisé en médecine pour le traitement des inflammations, la prévention du diabète, le cancer et les maladies cardio-vasculaires (**Ribeiro-santos, 2015**). Il est historiquement utilisé en médecine comme un calmant de douleurs, antibactérien, antifongique, anti-inflammatoire et pour le traitement de l'eczéma et la maladie d'Alzheimer (**Ulbricht et al., 2010**).

- Domaine cosmétique

Le romarin est utilisé dans la fabrication des produits cosmétiques qui ont un effet sur la stimulation de la poussée des cheveux et le traitement de la sécheresse de la peau, ces huiles essentielles sont aussi utilisées dans l'industrie des parfums (**Habtemariam, 2016**).

II.2. Le thym « *Thymus vulgaris* L. »

II.2.1. Description et systématique

II.2.2. Description

C'est une plante très aromatique de 7 à 30 cm de hauteur à tiges cylindriques ligneuses. Ses feuilles sont très petites, ovales, lancéolées, à bord roulés en dessous. Les fleurs sont roses à blanches, de 4 à 6 mm de longueur. *Thymus vulgaris* se présente toujours dans un état sauvage en plaines et collines. Cette plante spontanée pousse abondamment dans les lieux arides, caillouteux et ensoleillés des bords de la mer à la montagne (Tamert, 2016).

II.2.3. Systématique

Selon (Goetz et Ghédira, 2012), la classification botanique du thym est décrite comme suit :



Figure N°2 : Photographie des feuilles de *Thymus vulgaris* L. (Tamert, 2016).

II.2.4. Habitats et culture

Le thym est originaire de la région méditerranéenne, il pousse à l'état sauvage dans presque tous les pays qui bordent la zone méditerranéenne, l'Asie et l'Europe centrale. La plante pousse le mieux dans un climat chaud à une altitude de 1500-4000m, les sols fertiles et calcaires lui conviennent par contre sur les sols lourds et humides, les feuilles deviennent moins aromatiques (**P.Skaria et al., 2007**).

II.2.5. Composition chimique

Les analyses chimiques de cette plante ont montrés la présence de différents composés ayant des activités antimicrobiennes, antifongiques, antiviral...etc., ces composés sont les HE, les composés phénoliques et les polysaccharides (**Dehghani et al., 2019**).

-Les huiles essentielles

Les résultats de l'analyse des HE par CPG-SM montrent que les composants majeurs de *Thymus vulgaris* sont le γ -terpinène (22,25 %) et le thymol (41,39%), mais elle renferme aussi les monoterpènes, le carvacrol et le linalol en grandes concentrations (**Kubtka et al., 2019**).

-Les composés phénoliques

Le thym renferme les composés phénoliques suivants :

- **Phénols totaux** : Acide rosmarinique, Acide caféique, Acide p-hydroxybenzoïque.
- **Flavonoïdes** : Acacétine, Hispiduline, Cirsimaritine, Xanthomicrol, Scutellarine, Cirsilinéol, Thymonine, 8-methoxycirsilinéol, Kampférol, Quercétine, Rutine (**Tamert, 2016**).

II.2.6. Usage

Thymus vulgaris est l'une des plantes médicinales les plus utilisées dans le monde entier grâce à ses vastes applications dans différents domaines : alimentaires, médicales, et cosmétiques (**Banerjee et al., 2018**).

Des études ont mentionnées l'utilisation de cette plante en médecine pour traiter les lésions, les nausées, les maladies respiratoires et les problèmes liés aux menstruations et la ménopause. Ses HE sont les principales utilisés en industrie alimentaire et cosmétique comme antioxydant et préservatif, comme assainisseur insecticide et fongicide et ainsi pour la fabrication des bains de bouche en combinant le thymol avec le glycérine (**Salehi et al., 2018**).

L'épice *Thymus vulgaris* est intensivement cultivé en Europe et aux Etats-Unis pour l'usage culinaire dans l'assaisonnement des poissons, volailles, des potages et des légumes (Tamert, 2016).

II.3. L'origan « *Origanum vulgare.L* »

II.3.1. Description et systématique

II.3.2. Description

L'origan est une plante herbacée pousse dans un terrain montagneux inaccessible de la région sud-méditerranéenne, mais on la trouve aussi en Asie centrale et Europe. Plante vivace de 30-80 cm de hauteur, poilue, souvent rougeâtre, aromatique. Elle possède une tige dressée, rameuse, avec des feuilles pétiolées, ovales ou elliptiques, vaguement denticulées ou entières. Ses fleurs roses, subsessiles, en épis ovoïdes subtétragones agglomérés au sommet des rameaux et formant une panicule (Chaane, 2016).

II.3.3. Systématique

La systématique de cette plante est la suivante : (Sari, 2011).



Embranchement :

Spermaphytes.

Sous-embranchement :

Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

Sous-classe :

Gamopétales.

Ordre : Lamiales.

Famille : Lamiacées ex.
Labiées.

Genre : *Origanum*.

Espèce : *Origanum
vulgare L.*

Figure N°3 : Photographie des feuilles *Origanum vulgare L.* (Tamert , 2016).

II.3.4. Habitat et culture

L'origan se multiplie par division de touffe au printemps ou éventuellement par semis. Les plants doivent être espacés de 30 cm. Il nécessite un sol léger et aéré. Il pousse de préférence sur les sols calcaires et chauds. On le récolte à la floraison, en été. Les parties utilisées sont les fleurs, les tiges et les feuilles (**Dubois et al., 2006**).

II.3.5. Composition chimique

HE, sucs amers, caféine, tanins (8%), acides phénoliques et flavonoïdes. 4 substances antiasthmatiques, 6 substances expectorantes, 6 substances hypotensives, 19 substances bactéricides (jusqu'à 8,8 % du poids sec) (**Dubois et al., 2006**).

Suivant la variété d'origan, son HE aurait une proportion différente en ses composants. L'HE d'origan doit avoir une teneur en carvacrol et thymol au minimum de 60%, la composition de l'HE d'origan varie sensiblement selon les espèces et leur provenance, les principaux composants actifs de l'HE d'origan sont deux phénols et un monoterpène : le carvacrol (composé majoritaire), le thymol et le ρ -cymène. Le 4ème composant est le γ terpinène, un autre monoterpène (**Mahfouf, 2018**).

II.3.6. Usage

Les médecins de l'antiquité auraient utilisé cette herbe contre les empoisonnements, comme désinfectant et comme moyen de conservation. Elle pourrait être utilisée dans toutes pathologies infectieuses : infections respiratoires, diarrhées du nouveau-né et de l'adulte, infections urinaires et génitales (métrites et endométrites), infections cutanées (abcès), etc... Elle est souvent administrée par voie orale et locale (cutanée). Cependant, la voie orale ne serait pas recommandée en usage humain (**Mahfouf, 2018**).

L'Origan calme la toux en favorisant l'expectoration, bon stimulant de l'appareil digestif, condiment classique des pizzas. En usage externe, sous forme de lotions (infusion concentrée) ou de pommade, s'emploie sur l'eczéma. Remède populaire du torticolis des douleurs rhumatismales. En outre, les espèces d'Origan sont utilisées également comme des agents odoriférants dans les parfums (**Sari, 2011**).

II.4. L'ail « *Allium sativum L* »

II.4.1. Description et systématique

Plante pérenne herbacée, bulbeuse et vivace, rarement bisannuelle, atteignant 25 à 70cm de hauteur, l'ail est une espèce à nombreuse feuilles engainant le bas de la tige. L'inflorescence est enveloppée d'une spathe en une seule pièce tombant assez rapidement. Les fleurs sont groupées en ombelles. Assez peu nombreuses, elles sont de couleur blanche ou rose et s'épanouissent en été. Le fruit est une capsule à trois loges, mais celle-ci est rarement produite. La racine à bulbe est composée de trois à 20 bulbilles (gousses) arqués (les caïeux). On la récolte en juillet- août. L'odeur faible, se développe forte et soufrée- dès que les tissus sont lésés, le genre *Allium* comprend plusieurs centaines d'espèces (ex : poireau, oignon, ciboule) originaire de l'hémisphère Nord. La systématique de cette plante est la suivante : (Douaouya, 2017).



Règne : Plantae.

Sous- Règne :
Tracheobionta.

Division :
Magnoliophyta.

Classe : Liliopsida.

Sous- Classe :
Liliidae.

Ordre : Liliales.

Famille : Liliaceae.

Genre : *Allium*.

Espèce : *sativum L.*

Figure N°4 : Photographie des fruits d'*Allium sativum L.* (Douaouya, 2017).

II .4.2. Habitat et culture

Plante cultivée mondialement comme épice, dans les zones chaudes et tempérées, originaire d'Asie Centrale. L'ail est surtout importé des pays méditerranés, mais aussi plus récemment de Chine. Sa culture est facile, puisque l'ail croit sur tous les sols, mais de préférence sur les terrains meubles ou même les sables, où les bulbes peuvent atteindre une grosseur considérable (**Max Wichd et Bbert, 2003**).

II .4.3. Composition chimique

La gousse d'ail renferme des polysaccharides de réservés (des fructanes) des acides aminés, des sels minéraux (potassium, soufre, fer, cuivre, magnésium...) des oligo-éléments assez rares dont du sélénium, du germanium et du tellurium, des enzymes (allinase, peroxydase, myrosinase...etc.), des vitamines (A,B1, B2, C,E), des saponosides (hétérosides de furostanols : sativosides, proto- érubosides-B, etc.) et est surtout connue pour ses composés soufrés responsables de la majorité des propriétés pharmacologiques. L'ail contient différents composés antioxydants tels que des flavonoïdes et des tocophérols, en plus des composés sulfurés qui contribueraient aussi à son activité antioxydants (**Douaouya, 2017**).

- Huiles essentielles

Les profils chimiques des essences d'*Allium sativum* montrent la dominance des composés soufrés tels que: Diallyldisulfide, Trisulfide, Methyl 2-propenyl, 1,2- Dithiolane, Vinyl- (4H) - 1,2-dithiin, 2-vinyl-(4H) - 1,3-dithiin, Allyltrisulfide, Tetrasulfide, di-2-propenyl avec des pourcentages variables et d'autres composés de faible pourcentage, notamment, 5-methyl-1,2,3,4-tetrathia cyclohexane, Cyclopentasiloxane, Decamethyl, Cyclohexasiloxane, Dodecamethyl, Dimethyltetrasulfide ou 1,4- dimethyl-tetrasulfide et Silicate anion tetramer (**Moumene et al., 2016**).

II.4.4. Usages

L'ail est nettement utilisé dans la cuisine du monde entier, pour ses propriétés parfumantes mais aussi gustatives. L'ail offre un panel d'utilisations. En effet, de nombreuses recettes d'ail sont disponibles, notamment dans celles à base d'huile d'olive c'est-à-dire dans la cuisine méditerranéenne, comme par exemple l'Aïoli qui est une mayonnaise relevée d'ail (**Ghesquiere, 2016**).

L'ail est une liliacée utilisée dans l'alimentation et les préparations médicinales depuis l'antiquité. Ses molécules biologiquement actives lui confèrent plusieurs vertus thérapeutiques (Douaouya, 2017).

II.5. L' aneth « *Anethum graveolens L.* »

II.5.1. Description et systématique

Anethum graveolens L. est une plante annuelle, érigée, de 50 à 150 cm de hauteur, l'herbe glabre avec des creux, des sillons et des ramifications, feuilles alternes, mutinées et plumeuses. Les fleurs jaunâtres sont disposées en terminal composé ombelles. Le fruit de couleur marron est minuscule, ovale et plat (Figure 1) (Kauret Arora, 2010).

II.5.2. Systématique

Selon (Alloun, 2013), *Anethum graveolens L.* appartient au :

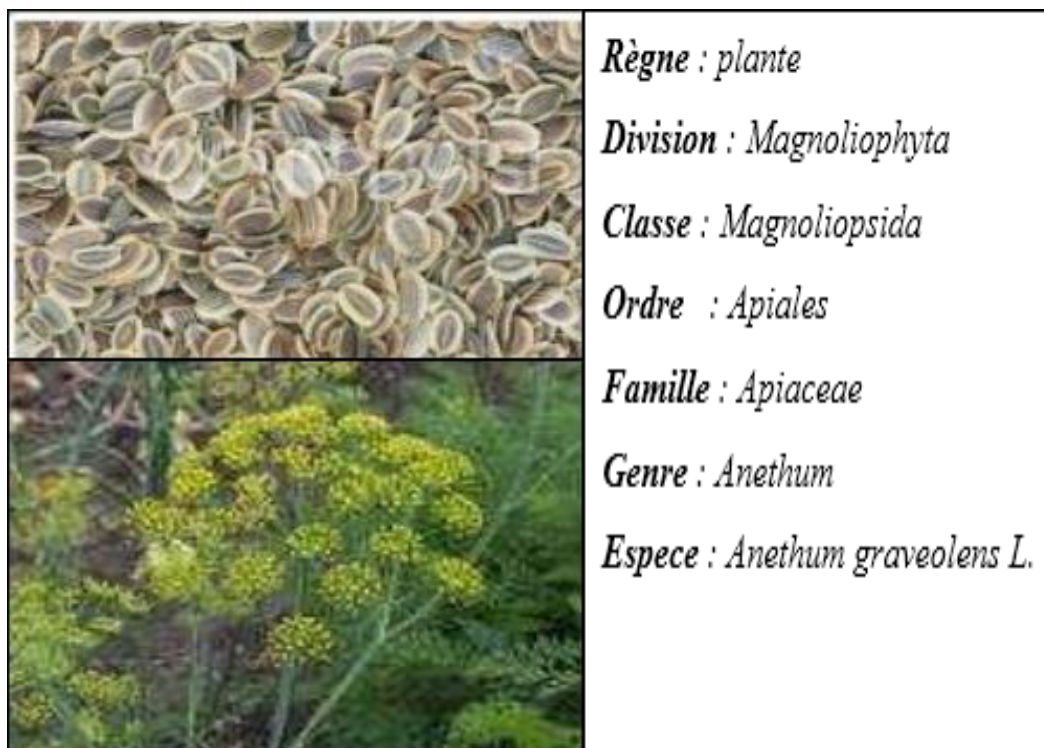


Figure N°05 : Graine et plante d'aneth (*Anethum graveolens L.*) (Kaur et Arora, 2010).

II .5.3. Habitat et Culture

L'aneth (*A. graveolens*) a été cultivé en Méditerranée, l'Europe et l'Asie centrale du Sud.

Il pousse dans toute l'Inde, principalement dans le Punjab, l'UttarPradesh, Gujarat, Maharashtra, Assam et Bengale occidental (**Kaur et Arora, 2010**). *Anethum graveolens L.* est originaire de sud-est de l'Europe (**Jana et Shekhawat, 2010**).

II .5.4. Les principales composantes

L'aneth est composé d'HE, d'huile grasse, d'humidité (8,39%), les protéines (15,68%), les glucides (36%), fibres (14,80%), cendres (9,8%) et éléments minéraux tels que calcium, potassium, magnésium, phosphore, sodium, la vitamine A et la niacine. Les fruits de l'aneth contiennent 1 à 4 % de vitamine A et de niacine (**Kaur et Arora, 2010**).

II .5.5. La composition chimique

- Huiles essentielles

La composition chimique de l'huile d'aneth varie en fonction des parties de plantes. Dans les feuilles, les hydrocarbures monoterpéniques sont prédominants, s'élevant à 79,14 % (62,71 % α -phellandrene et 13,28 % limonène). Dans l'huile de fleurs la teneur en α -phellandrene et en limonène est de 32,26% et 33,22 %, respectivement. Le principal composé de l'huile essentielle de fruit est la carvone (75,21 %), tandis que la teneur en α -phellandrene n'est que de 0,12 % et celle en limonène de 21,56 % (**RĂDULESCU et al., 2010**).

- Composés phénolique

Le contenu phénolique total de l'aneth frais varie entre 129 et 1250 mg/ GAE. Par rapport à différents échantillons de fromage, le fromage à l'aneth a une teneur totale élevée en composés phénoliques avec 37,82 mg de GAE/100 g. Les composés phénoliques présents dans la structure de la plante contribuent à l'activité antioxydant du fromage (**Kapan et Sivri, 2018**).

II .5. 6. Usage

Les feuilles d'aneth fraîchement coupées sont des parties de plantes aromatiques largement utilisées pour donner de la saveur et de l'arôme au kéfir, au yaourt et à la crème aigre. On l'utilise dans la fabrication du fromage en l'ajoutant au caillé (**Kaptan et Sivri, 2018**). Ses fruits et leur HE sont largement utilisés à des fins culinaires et médicales. Utilisées dans le passé à la fabrication de la parfumerie, les insecticides et la médecine traditionnelle iranienne.

L'anéthum est utilisé comme ingrédient dans l'eau de grimace, donnée à soulager les coliques chez les bébés et les flatulences chez les jeunes enfants. Il est utilisé comme carminatif, un aromatique et un antispasmodique et comme inhibiteur de la germination dans les pommes de terre stockée (**Jana et Shekhawat, 2010**).

II.6. Coriandre « *Coriandrum sativum L.* »

II. 6.1. Description et systématique

II.6 .2. Description

Aussi appelée coriandre ou persil chinois, La coriandre est similaire au persil et c'est une plante herbacée annuelle de 20 à 60 cm de haut. Les feuilles sont de deux types, plus basses avec feuillettes et supérieure divisée en linéaire étroite segments. Certaines variétés forment une rosette de feuilles à la base. La plante forme une racine pivotante. Les fleurs sont roses ou blanches (**Kansal et al., 2012**).

II. 6. 3. Systématique

La systématique du Coriandre est décrite selon (Ben Miri, 2019) Comme suit :


	Règne : Végétale
	Embranchement : Spermaphytes
	Classe : Dicotyledones
	Ordre : Apiales
	Famille : Apiaceae
	Genre : Coriandrum
Espèce : Coriandrum sativum L.	

Figure N° 6 : La coriandre (*Coriandrum sativum*) (Kansal *et al.*, 2012).

II. 6.4 .Habitat et Culture

Coriandrum sativum est originaire du sud de l'Europe et de la région occidentale de la Méditerranée, largement cultivée en Inde, mais aussi en Russie, en Europe centrale, en Asie et au Maroc. L'Inde est le premier producteur mondial de coriandre et un exportateur potentiel vers des pays comme les États-Unis, l'UE, le Moyen-Orient et l'Asie du Sud-Est (Ravi *et al.*, 2006).

II. 6 .5 . Composition chimique

Ses feuilles vertes contiennent des protéines, des vitamines et des minéraux (tels que le calcium, le phosphore et le fer), des fibres et des glucides, riches en divers composants qui donnent une saveur typique. Sa composition en acides gras est composée d'acide pétrozinique (68,8%), d'acide linoléique (16,6%), d'acide oléique (7,5%) et d'acide palmitique (3,8%). Grâce à ses activités antibactériennes, antifongiques et antioxydant, il empêche la dégradation des aliments (Kaptan et Sivri, 2018).

-Huile essentielle

Les graines de la coriandre séchée contiennent de linalol comme HE principal (0,03-2,6%). Autres composants du les huiles essentielles sont : sabinène, β -pinène, myrcène, p-vymène, limonène, β -ocimène, terpinolène, camphre, citronellal, trpinène-4-ol, décanal. Aldéhyde de cumin, terpénène-7-al (α), et acétate de géranyle (**Mahendra et Bisht, 2011**).

II. 6.6. Usage

Il est utilisé en mélange avec d'autres herbes aromatiques dans la production de fromage aux herbes et de cottage aux herbes et il est utilisé pour donner du goût et de l'arôme dans le yaourt, le fromage frais et le fromage à la crème (**Kaptan et Sivri, 2018**). Les fruits se sont largement utilisés comme condiment, notamment pour aromatiser les sauces, les produits à base de viande et les articles de boulangerie et de confiserie (**Ravi et al., 2006**). Les propriétés médicinales de la coriandre sont importantes. Les graines et l'huile de Coriandre sont prises pour traiter des problèmes d'estomac, les diarrhées et autres troubles digestifs (**Wiethold, 2010**).

CHAPITRE II

Le lait assure une bonne partie des apports journaliers recommandés en calcium et en protéines, son intérêt nutritionnel tient en particulier à la qualité de ses protéines notamment en raison de leurs profils d'acides aminés, en effet la teneur en acides aminés indispensable du lait de vache est proche des profils de besoins retenus pour l'Homme (**Freund, 1996**).

Non seulement le lait se consomme à l'état nature, il peut également subir différentes biotransformations qui contribuent à élargir considérablement ses qualités sensorielles et nutritionnelles. L'un des dérivés de ces transformations est le fromage (**Henri et al., 2008**).

I. Généralité sur Le fromage

I.1. Historique

Les premiers fromages sont apparus en même temps que la domestication des animaux, durant la Préhistoire. La diversité fromagère s'est ensuite largement développée au Moyen-âge par l'intermédiaire de l'activité Monastique à laquelle nous devons l'invention de nombreuses recettes fromagères, qui sont ensuite devenues des spécialités régionales, ainsi que la mise au point des premières techniques d'affinage. Au XVe siècle, l'activité Paysanne a ensuite succédé à l'activité Monastique dans la fabrication fromagère, sous la pression des famines et des impôts laitiers. La découverte de la Pasteurisation au XIXe siècle, suivie du développement de l'industrialisation au XXe siècle, ont conduit à l'expansion de la production fromagère. Ceci a eu pour conséquence la mise en place de nombreuses réglementations telles que les normes d'hygiène, visant à protéger le consommateur, ainsi que l'apparition des appellations d'origine contrôlée (AOC), pour protéger l'héritage de l'Histoire : la diversité due au savoir-faire séculaire combinée à la variété des terroirs (**Hebert, 2010**).

I.2. Définition

Le fromage, selon la norme Codex, est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum : caséines ne dépasse pas celui du lait. On obtient le fromage par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation (**Vignola, 2002**).

La dénomination « fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitières suivantes : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre, utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse (Eck *et al.*, 2006).

I.3. Classification des fromages

De milliers de fromages sont fabriqués dans le monde, la diversité fromagère est largement développée et de nombreuses recettes sont innovées.

Les fromages sont classés selon :

- ✓ La nature du lait utilisé.
- ✓ Le type de caillé (caillé lactique, caillé présure, caillé mixte).
- ✓ Le mode d'égouttage.
- ✓ Le type d'affinage (Evranuz, 2016).

Selon le mode d'élaboration, il existe plusieurs types de fromage (GEMRCN, 2009) :

- ✓ Les fromages frais.
- ✓ Les fromages fondus.
- ✓ Les pâtes molles à croûte fleurie.
- ✓ Les pâtes molles à croûte lavée.
- ✓ Les pâtes pressées cuites.
- ✓ Les pâtes pressées non cuites.
- ✓ Les pâtes persillées.

La figure suivante montre la classification des différents fromages :

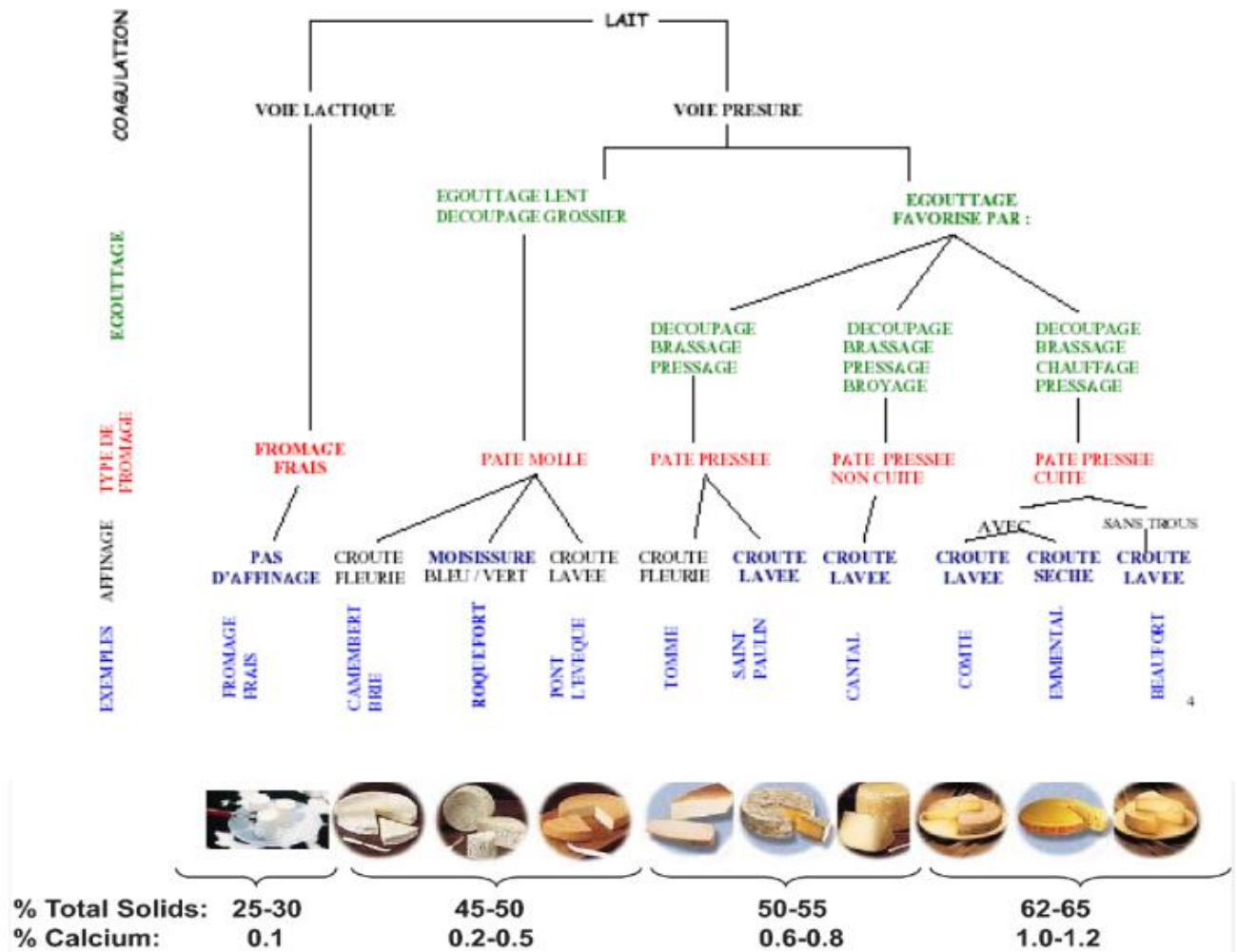


Figure N° 7 : Classification didactique des fromages (Lenoir et al, 1985).

I.4. Elaboration des caractéristiques sensorielles des fromages

I.4.1. Texture des fromages

Les effets du type d'alimentation des vaches laitières sur la texture des fromages sont bien documentés, et sont principalement liés à la composition en acides gras du lait. Comparé à l'ensilage de maïs, le pâturage est à l'origine de fromages moins fermes en raison du rapport C18 :1cis9/C16 :0 plus élevé dans les laits et les fromages issus d'une alimentation à base d'herbe pâturée. Les acides gras C16 :0 et C18 :1cis9 sont respectivement les AGS et AGI majoritaires de la matière grasse laitière. Le faible point de fusion des AGI produit une matière grasse fluide, et par conséquent des fromages plus crémeux (Frétin, 2016).

I.4.2. Apparence des fromages

L'effet très fort du pâturage sur la coloration jaune de la pâte des fromages est majoritairement dû aux pigments caroténoïdes (dont le β -carotène) présents dans les feuilles des végétaux. L'apparence de la croûte des fromages dépend essentiellement de la composition microbiologique, et notamment des ferments volontairement inoculés. Leur croissance sur la croûte dépend des microorganismes du lait, du pH de la croûte et des conditions d'affinage incluant l'ambiance de la cave, les soins apportés aux fromages et la durée d'affinage (**Frétin, 2016**).

I.4.3. Flaveur des fromages

Le lien entre le régime alimentaire des vaches laitières et la flaveur des fromages est difficile à interpréter. Plusieurs auteurs ont mis en évidence un lien entre la diversité botanique des prairies et la flaveur plus diversifiée des fromages au lait cru. Les terpènes issus directement de l'ingestion de certaines plantes aromatiques sont en concentration trop faible dans les fromages pour jouer un rôle direct sur la flaveur mais ils sont en mesure de limiter les activités microbiennes en raison de leurs propriétés antimicrobiennes (**Frétin, 2016**).

I.5. Accidents et défauts de fabrication fromagère

Vu la diversité et la complexité des technologies, le fromage doit faire face à des risques d'accidents qui se traduisent par des défauts sur le produit fini. Ces défauts peuvent être classés en deux catégories : les défauts de coagulation et d'égouttage et défauts d'affinage (**Jeantet, 2017**).

a. Défauts de coagulation et d'égouttage

Le développement des bactéries lactiques a un rôle essentiel en technologie fromagère, elles agissent comme agents d'acidification, donc de coagulation et d'égouttage et d'ajustement de degré de minéralisation de la pâte de fromage.

L'aptitude du lait à permettre le développement des bactéries lactique varie avec l'origine du lait et l'espèce bactérienne. Il existe dans le lait certains facteurs naturels d'inhibition (immunoglobulines, lactoperoxydase, lysozyme, lactoferrine, leucocytes...etc).

D'autres facteurs dits exogènes comme : le lait des mammites, le lait réfrigéré et/ou traité thermiquement, etc, peuvent présenter des défauts de coagulation tels que l'allongement du temps de prise, diminution de vitesse de raffermissement, formation d'un gel mou et diminution du rendement fromager.

b. Défauts d'affinage

On peut classer les défauts rencontrés au cours d'affinage en trois catégories

➤ **Défauts de texture et gonflements**

Ces défauts peuvent être d'origine technologique (pâte sèche, coulante, fromage lainé, sans ouverture ou trop ouvert) ou microbiologique : gonflements précoces ou tardifs.

➤ **Défauts d'aspect (croustage et moisissure indésirable)**

Ces défauts peuvent être d'origine fongique du surface (bleu, poil de chat, Peau de crapaud) ou d'origine bactérienne (surface ou intérieur de la pâte : chancre, taches orangées, crème, rosée, brunâtre, blanchâtre, rouge des tablards...etc

➤ **Défaut de saveur et d'arôme**

Ces défauts se traduisent essentiellement par l'amertume qui peut avoir comme origine l'accumulation des peptides de petite taille ($PM < 6000\text{g/mol}$) Caséine β , penicillium, plasmine excessive, pH du lait à l'emprésurage ...etc. Goût de ronce qui peut être d'origine oxydative des acides gras libres, lait riche en bactéries psychotrophes.

II. Le fromage frais

II.1. Définition

Selon la norme du **Codex alimentarius (2001)**, le fromage frais ou non affiné est un fromage qui est prêt à la consommation dans peu de temps après sa fabrication. Ce fromage se caractérise par l'absence d'affinage après les étapes d'égouttage et de moulage, fabriqué à partir de lait ou de crème propre à la consommation humaine. Ils résultent de la coagulation à prédominance lactique du lait, combinant souvent l'action des ferments lactiques et celle de la présure (**Luquet et Corrieu 2005**). La figure suivante présente quelques fromages frais :



Figure N° 8 : Photographie de Fromage frais (Roux, 2006).

II.2.Types de fromage frais

Les fromages frais présentent une grande diversité selon le degré d'égouttage du coagulum, la teneur en matière grasse du lait mise en œuvre et les caractéristiques organoleptiques. Les diverses technologies employées permettent de distinguer les catégories des fromages suivantes (Ait abdelouahab, 2008) :

- ❖ Les fromages blancs moulés : Le caillé garde son individualité à l'état de blocs ou de grains. Ces fromages sont généralement moulés à la louche tel que le fromage de type faisselle ou compagne.
- ❖ Les fromages blancs frais à structure homogène, comporte :
 - Les fromages à extrait sec faible et texture onctueuse comme les fromages blancs battus ou lissés.
 - Les fromages à extrait sec plus élevé et texture tartinable comme les petits suisses et les « demi-sel » (souvent aromatisés : ail, fines herbes, poivre...etc.).

II.3. Composition des fromages frais

Les fromages frais constituent une forme de conservation des protéines, des matières grasses ainsi que d'une partie de calcium et de phosphore du lait. Leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques sont très appréciées par l'Homme. La composition du fromage frais dépend de la composition du lait d'origine et de la technologie mise en œuvre (Mahaut *et al*, 2000).

Les fromages frais contiennent jusqu'à 80% d'eau, ils sont généralement maigres (entre 0,1 et 13% de matières grasses) et peu énergétiques. Ils deviennent gras et énergétiques lorsqu'ils sont fabriqués avec de la crème (jusqu'à 30% de matières grasses) (Roux, 2006). Le tableau I illustre ces principaux composants :

Tableau I : Composition et valeur calorique moyenne des fromages frais (pour 100 g de produit) (Apfelbaum et Romain, 2004).

Types de fromages frais	Energie (Kcal)	Protéines (g)	Glucides (g)	Lipides (g)	Calcium (g)	Eau (g)
0% MG	86	7,5	3,7	0,2	126	86,3
20% MG	80	8,3	3,8	3,4	117	83,7
30% MG	100	8,1	3,6	5,9	115	80,9
40% MG	115	7,0	3,4	8,0	109	80,5
40% MG	163	6,6	17,4	7,5	75	66,0
Salé	184	9,8	2,5	35,3	94	8,5

II.4. Procédés de fabrication

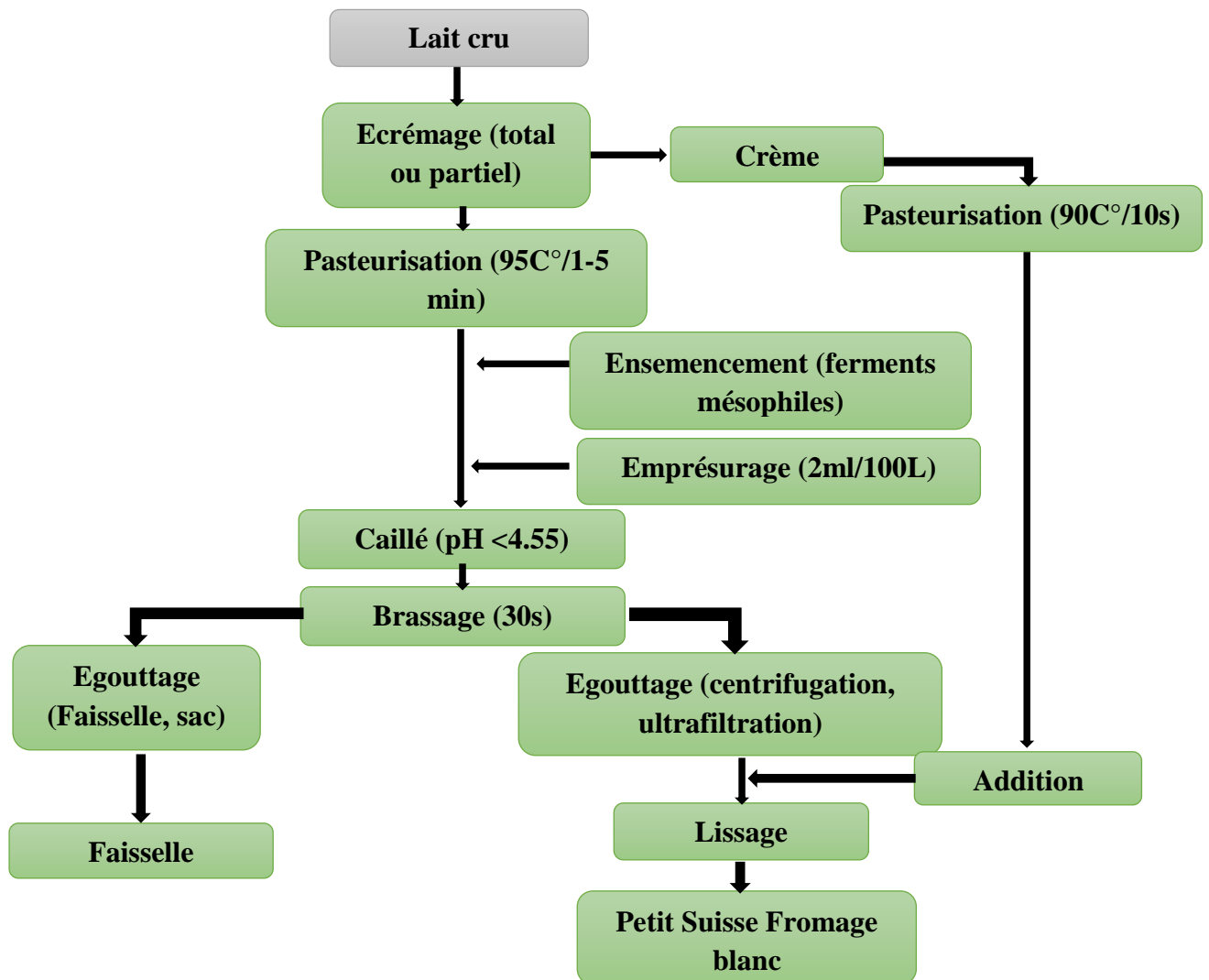


Figure N° 9 : Processus de fabrication du fromage frais (Jeantet *et al.* 2008).

Habituellement la fabrication du fromage frais comprend trois étapes : la formation d'un gel de caséines, c'est la coagulation du lait ; la déshydratation partielle du gel, c'est l'égouttage qui aboutit à un caillé et le salage (Aissaoui Zitoun, 2014).

II.4.1. Coagulation

La coagulation résulte d'un changement irréversible du lait de l'état liquide à l'état semi solide appelé gel ou coagulum. Les caractéristiques physico-chimiques du gel

conditionnent l'aptitude à l'égouttage et les caractéristiques finales du fromage (**Casalta, 2003**).

La coagulation est étroitement liée à l'organisation structurale de la micelle de caséines. La micelle est formée de sous micelle, lesquelles sont formées de caséines α , β et κ , les sous micelles sont liés entre elle par le phosphate de calcium. La caséine- κ qui se retrouverait à la périphérie des micelles et les minéraux stabilisent la structure micellaire. La charge nette des micelles est négative, ce qui permet aux micelles de se repousser. Provoquer la coagulation du lait revient à jouer avec les propriétés physico-chimiques des micelles et à modifier l'équilibre entre la phase soluble et la phase colloïdale (**Vigonla, 2000**).

Les fromages frais sont coagulés sous l'action conjuguée des deux voies, enzymatique et acide avec une prédominance de la voie acide dans laquelle le lait est coagulé par le billet des ferments lactiques (**Roux, 2006**).

❖ **Coagulation par voie enzymatique :**

Elle consiste à transformer le lait de l'état liquide à l'état de gel par action d'enzymes protéolytiques (la présure), le plus souvent d'origine animale mais elle a aussi une origine végétales (la ficine du figuier) et microbienne (enzymes de certains moisissures) (**Dahou, 2017**).

La présure est composée d'un mélange de deux enzymes issues de la caillette du jeune veau : la chymosine et la pepsine. Ces enzymes protéolytiques déstabilisent les caséines du lait provoquant ainsi leur coagulation (**Hebert, 2010**).

On distingue 3 phases :

- ✓ phase primaire ou enzymatique.
- ✓ phase secondaire ou d'agrégation des micelles déstabilisées.
- ✓ phase tertiaire ou phase de réticulation.

❖ **Coagulation par voie acide :**

Elle consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique ($pH_i = 4.6$) par acidification biologique à l'aide de ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique. L'acidification entraîne une diminution des charges négatives des micelles et donc une diminution de la couche d'hydratation et des répulsions électrostatiques, ainsi qu'une

solubilisation du calcium et du phosphore minéral, entraînant une déstructuration des micelles de caséine avec réorganisation protéique, pour former un réseau puis un gel à pH= 4.6 (**Dahou, 2017**).

II.4.2. Egouttage

Cette étape désigne la séparation du lactosérum, après rupture mécanique du coagulum, par moulage et, dans certains cas, pression. Il conduit à l'obtention du caillé (**Eck et Gillis, 2006**). L'égouttage commence dans les cuves de coagulation, se poursuit dans les moules, puis dans les hâloirs, le gel formé constitue un état physique instable (**Dahou, 2017**). Il est spontané, lent et incomplet : il est nécessaire d'exercer une action mécanique (centrifugation ou filtration) pour obtenir un fromage suffisamment égoutté (**Roux, 2006**).

II.4.3. Moulage

Le moulage et le retournement permettent de donner la forme au fromage et de poursuivre l'élimination du lactosérum (**Vignola, 2002**), le caillé peut être pressé dans des moules comme par exemples des toiles cerclées de bois ou d'autres matériaux, ou encore dans des moules perforés. Le fromage adopte ainsi sa forme définitive et un maximum de sérum est expulsé (**Roux, 2006**).

II.4.4. Salage

Le salage est une opération très indispensable dans les fromages, qui consiste à enrichir le fromage en chlorure de sodium. Par action sur l'activité de l'eau (aw), le salage conserve le fromage, améliore l'arôme et accélère le phénomène d'exsudation du sérum. Plusieurs techniques sont envisagés, saupoudrage du sel en surface ou dans la masse du gel ou par saumurage (**Amimour, 2019**).

II.5. Microflore du fromage frais

Les microflores des fromages frais sont composées d'un grand nombre de microorganisme, et appartiennent à des groupes et des espèces très diverses qui ont des origines différentes tel que le lait, l'équipement de traite et de stockage du lait, l'atmosphère, le matériel de fromagerie, les levains et le manipulateur (**Mahaut et al., 2000**). Le tableau II représente la qualité microbiologique du fromage frais :

Tableau II : Qualité microbiologique du fromage frais (Guiraud, 2003 ; Hermier *et al.*, 1992).

Flores lactiques	C'est la flore bénéfique, responsables de l'acidification du lait par la production d'acide lactique à partir de la fermentation des sucres (<i>lactobacillus bulgaricus</i> , <i>lactococcus lactis</i> , <i>leuconostoc</i>).
Flores d'altérations	Provoquant des transformations nuisibles à la qualité marchande des produits traduisent par des défauts de goût, odeur et de texture (levure et moisissure).
Flores pathogènes	Les fromages frais peuvent contenir des entérobactéries pathogènes (<i>E.coli</i> , <i>pseudomonas aerogenosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> ...).

Il faut noter la grande importance de l'utilisation d'un lait cru de très bonne qualité microbiologique dans la fabrication du fromage frais. Pour cela, il est nécessaire d'appliquer une bonne hygiène de traite et une réfrigération rapide et adéquate du lait après sa production jusqu'à son utilisation. Il est évident qu'il faudrait aussi éviter toute contamination du lait au cours de la préparation du fromage frais soit par les manipulateurs ou par le matériel et équipement laitier utilisés (Hamama, 1989).

a. Flores lactiques

Ces bactéries lactiques sont classées en 2 catégories selon le mode d'action utilisé pour la fermentation du lactose :

- **Les bactéries homofermentaires:** qui transforment le lactose en acide lactique et représentent 90 à 95% des bactéries lactique. Ce sont les streptocoques, les lactocoques, et certains lactobacilles.

- **Les bactéries hétérofermentaires** : qui transforment le lactose en CO₂ éthanol, acétate et acide lactique. Ce sont les leuconostocs et certains lactobacilles.

Ces bactéries hétérofermentaires ne sont pas recherchées dans la fabrication des fromages frais, car le CO₂ et l'éthanol produisent des gaz qui donnent du goût et de l'arôme mais qui peuvent également provoquer l'ouverture de la pâte des fromages. Ces bactéries lactiques peuvent être apportées dans le lait sous forme de :

- **Ferments lactiques** qui sont une préparation du commerce contenant entre 100 millions et 1 milliard de bactérie lactique par gramme de ferment. Ces ferments ont un rôle d'acidification, d'aromatisation et de production de gaz (**Pradal, 2012**).

b. Flores d'altérations

Les fromages frais sont très riches en eau, en éléments organiques et en minéraux, ils sont comme la plupart des aliments, susceptibles d'être contaminés par de nombreux microorganismes. Du fait même de leurs compositions et des conditions de production, ils peuvent être contaminés par des microorganismes qui, en se multipliant dans le produit, provoquant des transformations nuisibles à la qualité des produits par dégradation de leurs constituants (protéines, lipides, lactose) et /ou libération en leur sein de composés indésirables traduits par des défauts de goût, odeur, aspect et de texture. Ces dégradations peuvent être dues à des bactéries, levures et moisissures. En revanche, les contaminants fongiques (levures et champignons filamenteux) peuvent constituer un problème important pour la qualité des fromages frais (**Delavenne, 2012**).

c. Flore pathogène

La présence de *Salmonella* dans le fromage frais a une signification hygiénique très importante étant donné que toute salmonelle est considérée comme potentiellement pathogène pour l'homme. La contamination du fromage frais par *Salmonella* est due probablement à l'utilisation d'un lait cru contenant cet agent pathogène, elle peut aussi avoir lieu au cours de sa préparation particulièrement à partir des manipulateurs ou de la vaisselle laitière préalablement contaminée (**Hamama, 1989**).

Il est nécessaire d'éviter une contamination importante par *S. aureus* du lait cru servant à la fabrication du fromage frais. Toute contamination importante par des souches entérotoxigènes de *S. aureus* du lait cru entraînerait une multiplication rapide de ces germes durant la fermentation et la production d'entérotoxines (**Hamama, 1989**).

II.6. Origine de contamination du fromage frais

Les sources de contamination sont nombreuses et rencontrées tout au long du processus de fabrication et à toutes les étapes précédant la consommation, mais les plus fréquentes sont rencontrées lors du conditionnement. Bien que pouvant être présents dans le lait cru pasteuriser, ces organismes sont surtout responsables d'altération après la fabrication des fromages frais. L'air (salle de conditionnement), l'eau, le matériel utilisé, les surfaces, le personnel, et les ingrédients ajoutés aux produits (plantes et épices) sont une source majeure de contamination. Le mauvais respect des conditions d'hygiène augmente également le risque de contamination (**Delavenne, 2012**).

CHAPITRE III

En raison de l'augmentation des besoins des consommateurs et des autorités légales, les industries alimentaires ont eu tendance à réduire l'utilisation des conservateurs chimiques dans leurs produits à un niveau totalement nul ou à adopter des alternatives plus naturelles pour le maintien ou la prolongation de la durée de conservation des produits alimentaires (**Sahar H.S et al., 2013**).

Les fromages aromatisés de haute qualité produits par l'inclusion de certaines plantes aromatiques tels que le thym, le romarin, l'origan, la sauge...etc., ont été décrits comme étant adaptés aux produits laitiers par un panel de spécialistes (**Libran et al., 2013**). Les fromages aux herbes sont produits en utilisant des herbes endémiques aux régions spécifiques qui donnent aux fromages leurs aspect et leurs saveurs caractéristiques (**Ozcan et al., 2017**). Il est bien connu que ces plantes ont des propriétés antibactériennes, antifongiques, et antioxydants importantes en raison de leurs compositions et leurs richesses en composés phénoliques. Par conséquent, l'utilisation de certaines plantes aromatiques dans le fromage peut conférer des résultats souhaitables et prévenir certains défauts causés par les micro-organismes altérateurs (**Libran et al., 2013**).

I. Aromatisation des fromages

I.1 Objectifs de l'aromatisation des fromages avec les plantes aromatiques

➤ La recherche d'aliments sains a entraîné une augmentation de la demande de produits industrialisés sans additifs synthétiques, l'intérêt pour l'utilisation de composés naturels qui peuvent remplacer des composés artificiels peut être observé dans tout le segment industriel (**Dias Gonçalves et al., 2017**). En effet, de nombreux pays produisent des fromages à base des feuilles des plantes aromatiques (ou des fines herbes) pour leurs propriétés conservatrices et organoleptiques (**Dupas et al., 2019**).

➤ Certains fromages aromatisés sont recouverts de fines herbes broyées, ce processus d'emballage a pour but la conservation du fromage en premier lieu et son effet aromatique apparaîtra en second lieu. Ces utilisations traditionnelles participent au goût du produit final, ce qui suggère directement des migrations de molécules tels que les composés phénoliques des plantes vers la surface des fromages qui sont considérés comme conservateurs naturels pendant le stockage et la maturation des fromages (**Dupas et al., 2019**).

➤ Des études in vitro ont montrés que les extraits de ces plantes diminuaient efficacement le nombre d'agents pathogènes d'origine alimentaire comme le *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp*, *Escherichia coli* (El Sayed *et al.*, 2019). Ces bactéries peuvent causer des dommages provoquant des défauts dans la pâte et des altérations de la texture des fromages induisant au rejet du produit par les consommateurs (Zouaoui *et al.*, 2020).

La figure suivante présente un fromage frais aromatisé avec différentes herbes :



Figure N° 10 : Photographie Fromage frais aromatisé (Hayaloglu et Farkye, 2011).

I.2 Intérêt de l'aromatisation des fromages

L'addition de plusieurs herbes a été testée dans différents fromages non seulement pour leurs effets antioxydants et antimicrobiens, mais également pour attirer l'attention du consommateur et pour stimuler les ventes de ces fromages, ce qui a permis d'améliorer sa commercialisation et son stockage (Hayaloglu et Farkye, 2011).

I.2.1 Effet organoleptique

Les herbes aromatiques ont été utilisés comme additifs alimentaires partout dans le monde afin d'améliorer les propriétés organoleptiques des fromages, elles contribuent à leurs donner une saveur unique et spécifique, ces fromages aromatisés sont considérés comme des fromages de spécialités (El Sayed *et al.*, 2019). En outre, des recherches récentes sur les épices et les plantes aromatiques suggèrent qu'elles pourraient être plus efficaces plus que les

aromes artificiels pour donner du goût et préserver les aliments (**Libran et al., 2012**). Cependant, la plupart des rapports publiés ont montré que les plantes aromatiques à forte concentration pouvaient avoir des effets organoleptiques négatifs et que, par conséquent, leur utilisation dans les produits laitiers était limitée (**Hsieh et al., 2001**). Par exemple, **Asensio et al. (2014)** ont conclu que l'ajout d'huile essentielle d'origan au fromage ricotta améliore les paramètres de qualité mais affecte ses attributs sensoriels.

I.2.2. Effets technologiques

Coskum et Tuncturle, ont déterminés l'influence de l'addition des herbes aux fromages sur les réactions biochimiques qui se déroulent durant l'affinage, l'ajout des herbes peut renforcer la lipolyse et la protéolyse, ce qui va accélérer la maturation des fromages (**Can Sancak et al., 2015**). L'utilisation des plantes aromatiques pour couvrir la surface des fromages peut prévenir la croissance externe des spores fongiques et ainsi éviter l'exposition des consommateurs aux mycotoxines (**Libran et al., 2012**). Le tableau suivant illustre les caractéristiques antibactériennes de quelques plantes :

Tableau III : Les propriétés antimicrobiennes des herbes les plus utilisés dans le fromage (**El Sayed et al., 2019**).

Plantes	La bactérie ciblée
Ail	<i>Salmonella typhymarium, Escherichia coli, Bacillus aureus, Staphylococcus aureus.</i>
Origan	<i>Aspergillus sp, Salmonelle ssp.</i>
Romarin	<i>Bacillus aureus, Staphylococcus aureus.</i>
Thym	<i>Vibrio parahaemolytics.</i>

I.2.3. Effet thérapeutique

Le secteur du fromage continue d'exiger des solutions saines et innovantes pour la mise sur le marché de nouveaux produits et de produire des fromages avec des ressources naturelles et dépourvus d'additifs artificiels qui sont nocifs à la santé humaine (**Libran et al., 2012**). Des études ont recommandés l'utilisation des herbes aromatiques pour l'enrichissement des fromages en raison de leurs effets bénéfiques sur la santé humaine et

grâce à leurs propriétés antimutagènes antioxydants et immuno-modulatrices (El Sayed *et al.*, 2019).

II. Etude des activités biologiques de quelques plantes aromatiques

II.1. Etude de l'activité antibactérienne de quelques herbes additionnées aux fromages

Agoagluet *al.*, (2005) ont réalisés une étude sur l'activité antibactérienne des extraits des herbes utilisées pour la fabrication d'un fromage aux herbes. Ils ont travaillé sur cinq herbes différentes telles que : ail violet des bois (*Allium atrovioleaceum* Boiss.), cerfeuil ou persil des bois (*Chaerophyllum crinitum* Boiss.), (*Ferula orientalis* L.), les berces (*Heracleum crenatifolium* Boiss.) et (*Ferula rigidula* DC).

Les micro-organismes utilisés dans cette étude sont connus pour être la cause de maladies chez l'homme et certains sont impliqués dans les intoxications alimentaires. Ces souches bactériennes sont *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* et *Staphylococcus aureus*.

Agoagluet *al.*, (2005) ont constatés qu'*Allium atrovioleaceum* avait un effet inhibiteur sur toutes les souches bactériennes testées. Alors que le *Chaerophyllum crinitum* s'est avérée efficace sur certaines souches bactériennes comme *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* et *S. aureus*, il n'a exercé aucune activité inhibitrice sur *E. faecalis*. De même, *Ferula orientalis* L. a exercé un effet inhibiteur sur trois souches bactériennes (*P. aeruginosa*, *E. faecalis* et *S. aureus*) mais s'est révélé inefficace sur *K. pneumoniae*. Parmi les plantes testées, *Heracleum crenatifolium* Boiss a exercé un effet inhibiteur sur *E. faecalis* et *S. aureus*, alors que *Ferula rigidula* DC n'a pas été efficace que sur *S. aureus*.

Agoagluet *al.*, (2005) considèrent que toutes les herbes ont exercé un effet inhibiteur sur les souches de *S. aureus* qui jouent un rôle important dans l'intoxication alimentaire. Alors que l'effet le plus fort a été exercé par *Chaerophyllum crinitum* Boiss sur *S. aureus*, l'effet le moins inhibiteur a été constaté par *Heracleum crenatifolium* Bois et *Ferula rigidula* DC.

Les résultats de cette étude menée par Agoaglu *et al.*,(2005) ont montré que les herbes examinées, en particulier l'*Allium atrovioleaceum* Boiss, *Chaerophyllum crinitum* Boiss et *Ferula orientalis* L. Ont un effet inhibiteur important. De telles propriétés de ces herbes dans la technologie du fromage sont appréciées. En conclusion, ces herbes pourraient améliorer la

sécurité microbiologique du fromage aux herbes si elles étaient associées à une meilleure hygiène.

II.2. Etude de l'activité antioxydant de quelques plantes utilisées dans l'aromatisation des fromages (romarin, thym, sauge, origan)

Ces herbes aromatiques sont connues par leurs activités antioxydants : thym, sauge, origan, lavande, basilic et romarin. Après avoir trié les plantes, seules les feuilles et les fleurs ont été utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydant. Dans cet étude, l'activité antioxydant a été évaluée en utilisant le test de blanchiment au β -carotène (**Dapkevicius *et al.*, 1998**).

Cette technique de spectrophotométrie consiste à mesurer, à 470 nm, la décoloration du β -carotène résultant de son oxydation par les produits de décomposition de l'acide linoléique. Cependant la présence d'un antioxydant pourrait neutraliser les radicaux libres dérivés de l'acide linoléique et donc prévenir l'oxydation et le blanchissement du β -carotène (**Bourkhiss *et al.*, 2010**). Les résultats obtenus sont présentées dans le tableau IV :

Tableau IV : Les résultats de l'activité antioxydant relative des plantes étudiées, sont illustrés dans le tableau suivant (**Dapkevicius *et al.*, 1998**).

Echantillon	28h	56h
Sauge	1,01 ± 0,049	1,16 ± 0,057
Thym	0,81 ± 0,059	0,85 ± 0,061
Origan	0,80 ± 0,056	0,75 ± 0,061
Romarin	1,00	1,00
Témoin	0,41 ± 0, 043	0,41± 0,039

Les données sur l'évaluation de l'activité antioxydant obtenues dans ces expériences montrent que le thym et la sauge sont les sources les prometteuses d'antioxydants naturels, le thym et l'origan ont affiché des valeurs d'absorption nettement inférieures (0,01) à celles de la sauge et du romarin (**Dapkevicius *et al.*, 1998**).

III. Mode d'action des substances préservatives des plantes aromatiques

Des études ont indiqués que les composés chimiques présents dans ces plantes sont généralement capables d'agir sur plus d'une cible dans la cellule, comme par exemple, dans la perméabilité et la perturbation de la membrane cytoplasmique provoquant la libération du contenu cytoplasmique. En outre ils peuvent inhiber l'enzyme ATPase responsable de la production d'énergie dans la cellule, ce qui entraîne la mort cellulaire (**Fabiola, 2017**).

Selon **Campêlo et al., (2018)**, le mécanisme antimicrobien des composés des plantes est lié à l'attaque de la bicouche phospholipidique de la membrane cellulaire, d'où la rupture des systèmes enzymatiques, qui conduit à la compromission du matériel génétique des microorganismes. Cela conduit donc à la formation d'hydroperoxydase d'acides gras par l'oxydation des acides gras insaturés, la coagulation du cytoplasme qui endommage les lipides et les protéines. Ils peuvent également inhiber l'activité des enzymes protectrices et, par conséquent, bloquer une ou plusieurs voies biochimiques.

L'utilisation des substances naturels des plantes aromatiques dans le fromage entraîne la réduction ou l'inhibition de la peroxydation des lipides en raison de la capacité de ces substances à séquestrer les chaînes de radicaux libres, à décomposer les peroxydes, à réduire la concentration d'oxygène, en outre leurs mécanismes d'action est lié à la capacité de ces substances à neutraliser les radicaux libres (**Campêlo et al., 2018**).

IV. Qualité et quantité des plantes aromatiques utilisées

Il faut tenir compte des propriétés antimicrobiennes bien connues de certaines herbes et donc de leurs effets possibles sur les organismes dans le fromage. D'autres parts, des problèmes bien connus de la charge microbienne élevée des herbes peuvent être rencontrés, par conséquent l'effet possible de celle-ci sur le développement de la saveur et de la texture des fromages doivent être étudié. Des études ont montrés que la qualité et la quantité d'herbes utilisées dans la fabrication des fromages aromatisés pouvaient avoir une influence significative sur leurs compositions chimiques, leurs statuts microbiens, et plus particulièrement leur activité biochimique pendant la maturation (**Agboola et al., 2002**).

Les herbes doivent être pasteurisés pendant 3min à 65°C (Akkaya *et al.*, 2007). La teneur en herbes ne devait pas dépasser 2% du lait de fromagerie, ce qui donnait le niveau sensoriel maximal acceptable (Can Sancak *et al.*, 2015).

En général, les herbes ajoutées aux fromages sont séchées ou lyophilisées, elles peuvent également être fraîches et humides, ajoutées entières, hachées ou moulues. Il est important que ces herbes ne se décomposent pas ou ne subissent aucune modification (Hayaloglu et Farkye, 2011).

IV.1. Addition des herbes au fromage pendant sa fabrication

Les plantes aromatiques peuvent être additionnées directement dans le lait avant sa coagulation ou après cette dernière et la formation du caillé :

- Addition des plantes dans le lait, avant la coagulation

Les plantes sont donc mélangées directement dans le lait avant la formation du caillé, pour ajouter une saveur particulière qui sera renforcée ensuite pendant le processus de maturation (Dupas *et al.*, 2019).

- Addition des plantes dans le fromage après la coagulation

Certains fromages sont traditionnellement roulés dans des herbes broyées tels que l'ail, le romarin, le thym, la sauge...etc., la plante entière est parfois utilisée directement à la surface du fromage pour l'aromatisation mais également pour attirer l'attention du consommateur et pour stimuler les ventes de ces fromages, ce qui va permettre d'améliorer sa commercialisation et son stockage (Dupas *et al.*, 2019).

V. Etude de quelques types de fromages aromatisés

Les plantes ont été utilisées pour l'aromatisation de nombreux types de fromages, les plus courants sont les fromages frais ainsi que toutes les familles des fromages peuvent être aromatisés avec plantes (Dupas *et al.*, 2019).

Tableau V: Les différents types de plantes aromatiques utilisées pour l’aromatisation de certains fromages (El Sayed *et al.*, 2019).

Plantes aromatiques	Nomenclature botanique	Exemple de fromage
Ail	<i>Allium sativum</i>	Cheddar, Monterey Jack
Basilic	<i>Ocimum basilicum</i>	Feta, Cheddar
Ciboulette	<i>Allium schoenoprasum</i>	Cheddar
Romarin	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Raclette
Fenouil	<i>Anethum graveolens</i>	Fromage fondu

V.1. Etude comparative d’un fromage aromatisé au thym et un fromage aromatisé au romarin

Les plantes appartenant à la famille des Lamiacées ont souvent été utilisées pour extraire des composants actifs. Les principales classes de composés phénoliques dont la présence est signalée dans ces plantes sont les acides hydroxycinnamiques et les flavones chez les espèces de Lamiacées, le thym (*Thymus vulgaris L. et Thymus serpyllum L.*) a été largement étudié pour son activité antioxydant, en raison de la teneur élevée en composés phénoliques (Algarni, 2016).

Rosmarinus officinalis L. appartient ainsi à la famille des Lamiacées utilisées pour l’aromatisation et la conservation des aliments, grâce à ses propriétés antioxydants, antivirales et antibactériennes. Plusieurs composés ont été isolés à partir du romarin incluant les flavones, les diterpènes, stéroïdes et les triterpènes, son activité antioxydant est liée principalement à sa forte teneur en composés phénoliques : l’acide carnosique et le carnosol. Le romarin et le thym sont une source importante de polyphénols et les terpènes avec un potentiel de produire des extraits et des HE avec des propriétés antimicrobiennes et antioxydants (Tzima *et al.*, 2015).

Les deux fromages fabriqués ont été enrichis avec 0,5% de romarin et du thym séparément. Les échantillons de fromage ont été analysés pour déterminer le pH, les teneurs

en phénols totaux, capacité antioxydant et les analyses microbiologiques (Coliformes, E.coli et Salmonelle). Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau VI: Résultats de l'analyse du pH, phénols totaux, capacité antioxydant et les germes pathogènes (**Bardache et Bachiri, 2019**) et (**Boudries, 2018**).

Paramètres	Fromage +romarin	Fromage +thym
Phénols totaux (mg EAG/g)	6,32	36,17
Capacité antioxydant	31,10%	44,02%
pH	/	5,1
Germes pathogènes	Absence	Absence

Selon les résultats obtenus par (**Bardache et Bachiri, 2019**) et (**Boudries, 2018**), le thym avait une plus haute teneur en composé phénolique ainsi qu'une plus grande capacité antioxydant que le romarin. Les résultats ne mettent pas en évidence de contamination par les bactéries pathogènes qui se sont avérées absentes (coliformes totaux, Salmonelle et *Escherichia coli*). Ces résultats sont similaires avec celles obtenues par (**Hamdy et Hafaz, 2018**) qui ont qualifié le thym des plantes aromatiques ayant la plus forte teneur en composés actifs.

V.2. Etude de l'effet de combinaison de plantes aromatiques (romarin, thym, basilic séchés et l'ail frais) dans le fromage Ricotta

V.2.1. Fromage Ricotta

Ricotta est un fromage traditionnel Italien, fabriqué à partir du lactosérum, il est consommé et apprécié dans le monde entier, ses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques peuvent être mieux améliorées par l'addition d'autres d'ingrédients tels que les plantes aromatiques, qui sont qualifiées de source d'antioxydants naturels. L'incorporation de ces plantes dans les fromages présente des effets bénéfiques sur la santé et peut également prévenir certaines maladies (**Hamdy et Hafaz, 2018**).

D'après **Hamdy et Hafaz, (2018)**, le fromage Ricotta a été enrichi avec 0,5% du romarin, thym, basilic séchés et avec 1% d'ail frais, 3 différents fromages Ricotta ont été produits : Ricotta (thym+ail), Ricotta (romarin+ail), Ricotta (basilic+ ail).

Les analyses effectuées sur ces fromages sont : le pH, l'activité antioxydant, les composés phénoliques et l'analyse microbiologique, les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau VII : Résultats de l'analyse du pH, l'activité antioxydant, composés phénoliques et analyse microbiologique (**Hamdy et Hafaz, 2018**).

Paramètres	Ail + basilic	Ail + romarin	Ail + thym
pH 10 jours	5,73	5,99	5,76
21 jours	5,54	5,58	5,52
Composés phénoliques	6,15 ± 0,23	6,87 ± 0,80	8,30 ± 0,08
Capacité antioxydant	45,25%	57,48%	73,35%
Analyses microbiologiques (log UFC/g)	6,47± 0,48	6,00 ± 0,58	5,86 ± 0,41

Le fromage Ricotta (thym+ail) a présenté la plus grande teneur en composés phénolique, il avait la plus haute activité antioxydant et la plus forte activité antimicrobienne et cela est due à sa forte teneurs en composés actifs ayant exercé des effets antioxydants contre les radicaux libres et des effets antimicrobiens contre les microorganismes responsables de la contamination des fromages, il a présenté ainsi la meilleure acceptabilité durant l'analyse sensoriel (**Hamdy et Hafaz, 2018**).

V.3. Effet de l'incorporation des huiles essentielles de (thym, l'origan) sur la qualité du fromage frais

Les HE ont été incorporées aux concentrations de 0.25ml/kg à 1 ml/kg aux fromages pendant leurs moulages. Leurs effets ont été évalués par le suivi de l'évaluation des paramètres physico-chimique et microbiologique pendant deux semaines à 8°C (**Zantar et al., 2013**).

Pour fabriquer le fromage frais : le lait été pasteurisé à 72°C /20s. Les bactéries lactiques et la présure ont été ensuite ajoutées. Après approximativement 24h, le fromage a été aromatisé par pulvérisation avec des concentrations adéquates de l'huile essentielle de (*Thymus satureioides* et *Origanum compactum*) (0.5 ml/kg et 1 ml/kg). Ensuite le fromage a été emballé et stocké à 8°C à la chambre froide (**Zantar et al., 2013**).

- Le suivi de l'évolution des paramètres physico-chimiques des fromages au cours du stockage a montré des allures similaires entre le fromage témoin et les fromages aromatisés pour chacun des paramètres étudiés (pH, acidité titrable, extrait sec) (Figure 11).
- La présence des HE n'a pas eu d'effet significatif sur la croissance des bactéries lactiques et la flore mésophile aérobie totale. Cependant, un effet inhibiteur sur les coliformes totaux a été observé dans les échantillons aromatisés par l'origan et le thym pour les concentrations de 1 ml/kg au cours de stockage à 8°C.
- En ce qui concerne les levures et moisissures, **Zantar et al., (2013)** ont assisté à une inhibition par l'ajout de l'origan (avec leurs deux concentrations) au fromage frais de chèvre en prolongeant par conséquent sa durée de conservation.
- Une estimation du shelf life basée sur la valeur de la limite d'acceptabilité microbienne a montré que l'ajout de l'origan à 0.5 ou 1 ml/kg au fromage frais de chèvre a presque doublé la durée de celui-ci. Par contre, l'ajout du thym aux taux testés n'a pas montré un effet significatif sur la prolongation du shelf life du fromage frais (Figure 12).

- L'étude sensorielle a montré une différence entre l'acceptabilité des fromages aromatisés à 0.5 ml/kg et du témoin. Le fromage aromatisé au thym à 0.5 ml/kg a été le plus accepté par le panel de dégustation. Les fromages frais aromatisés à l'origan ont été moins acceptables que le témoin.

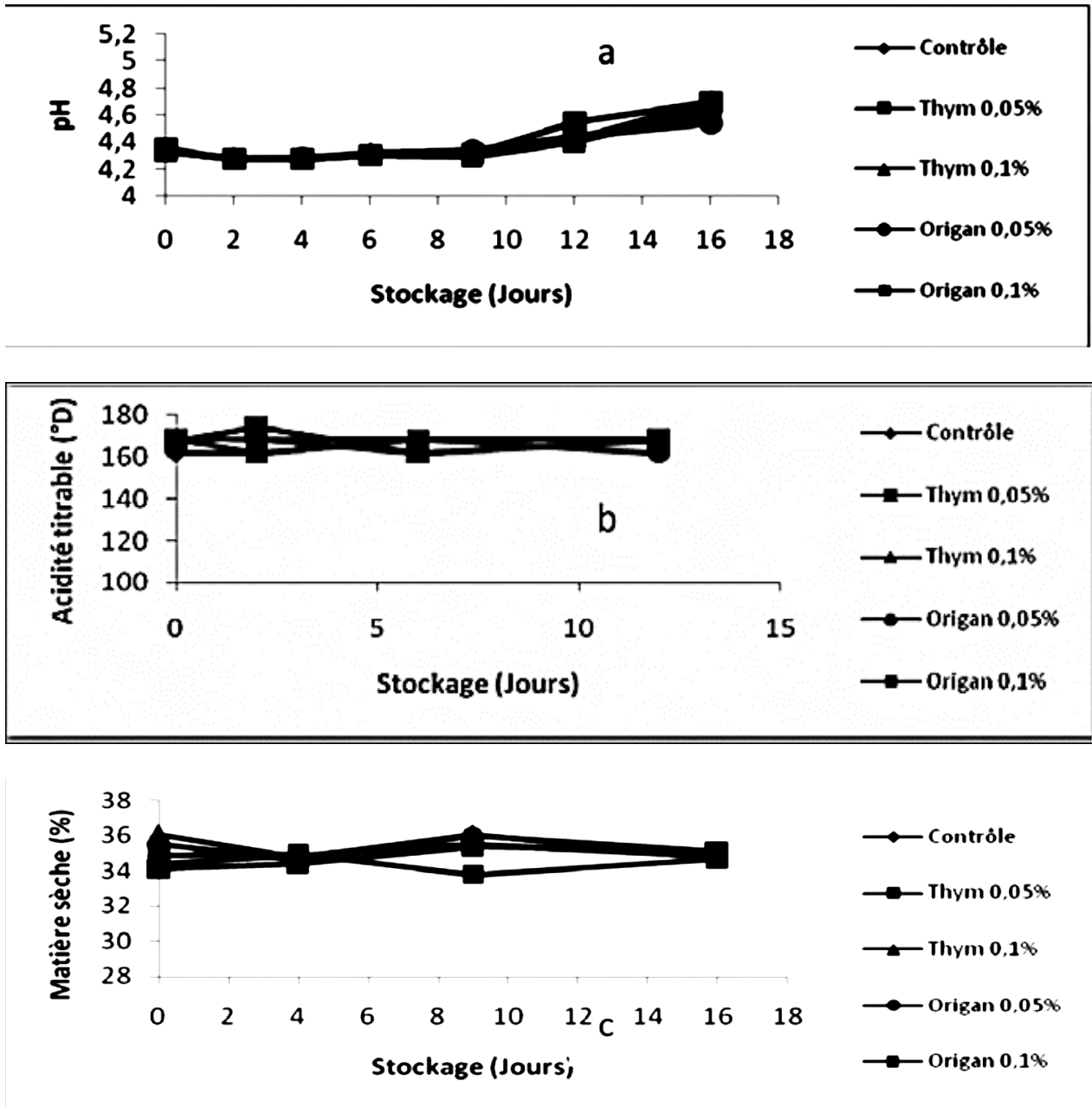


Figure N° 11 : Evolution du pH, acidité titrable, et matière sèche, dans les deux fromages (Zantar *et al.*, 2013).

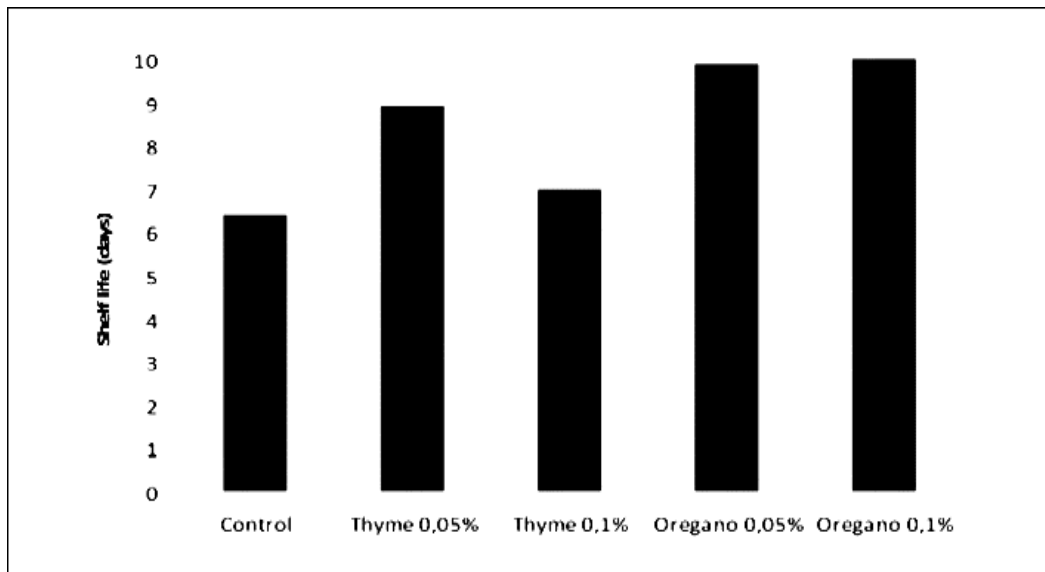


Figure N°12 : la vie utile du fromage témoin et du fromage aromatisé (Zantar *et al.*, 2013).

CONCLUSION

Conclusion

Les consommateurs exigent que les aliments soient sains, sans conservateurs chimiques et avec une durée de conservation plus longue. Les plantes aromatiques avec leurs propriétés antimicrobiennes et antioxydants peuvent remplacer efficacement les additifs chimiques.

Les herbes aromatiques sont des agents conservateurs naturels, leur incorporation dans différents fromages pourrait augmenter leur durée de conservation, minimiser les risques pour le consommateur et rehausser la saveur, l'arôme et la couleur des fromages.

L'utilisation d'agents conservateurs naturels dans les fromages a été largement acceptée par les consommateurs qui recherchent de plus en plus des produits naturels et sains, sans additifs synthétiques.

Les fromages aromatisés fournissent des protéines de bonne qualité, constituent également une excellente source de polyphénols en tant qu'antioxydants naturels et contiennent des quantités importantes de vitamines.

Les plantes aromatiques avec leurs propriétés antimicrobiennes et antioxydants peuvent remplacer efficacement les additifs chimiques. On pourrait recommander que les fromages aromatisés améliorent les propriétés physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques. En outre, l'utilisation combinée de différentes herbes à des concentrations plus faibles peut permettre de garantir la sécurité des fromages sans altérer leurs caractéristiques organoleptiques.

Dans le cadre des futures études, il conviendrait d'étudier l'utilisation de ces herbes aromatiques pour des innovations technologiques des fromages et leurs influences sur la synthèse de mycotoxines.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

A

Agboola S., Radovanović M. (2002). Influence of Australian native herbs on the maturation of vacuum-packed cheese, p1-8.

Airidas Dapkevicius., Rimantas Venskutonis., Teris Avan Beek., Jozef P H Linssen. (1998). Antioxidant Activity of Extracts Obtained by Different Isolation Procedures from some Aromatic Herbs Grown in Lithuania. *J Sci Food Agric*, p141-145-146.

Aleksendar Raskovic., Isidora Milanovic., Nebojsa Pavlovic. (2014). Antioxidant activity of Rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) Essential oil and Hepatoprotective Potential. 14: p 2-6.

Algarni Eman Hassan Ahmed. (2016). Soft cheese supplemented with thyme, cumin and turmeric herbs to increase shelf life during storage period. *Advances in Environmental Biology*, 12: p1-2.

Alloun Kahina. (2013). Composition chimique et activités antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de l'aneth (*Anethum graveolens L.*), de la sauge (*Salvia officinalis L.*) et de la rue des montagnes (*Rutamontana L.*). Thèse de doctorat : Alimentation et Nutrition. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El – Harrach-Alger, p.31.

Asensio CM., Olmedo RH., Grosso NR. (2014). Thermal stability and antioxidant of essential oils from aromatic plants farmed in Argentina. *Industrial crops and products*, 69: 21-28.

Apfeldaum M., et Roman M. (2004). Diététique et Nutrition : Bactériologique quality of milk. *Revue Elsevier, Masson*, 63 : p148-170.

B

Baby P.Skaria., P.P.Joy., Samuel Mathew., Gracy Mathew., Ancy Joseph., Regina Joseph. (2007). Aromatic plants. K.V.Peter. *Horticulture Sciences Series*, 1: p 223-224.

Bahare Salhi., Abhay Prakash Mishra., Ila Shukla., Mehdi Sharifi. (2008). Thymol, thyme and other plants sources: Health and potential uses, 10: p1-2. *Press. Paris*, p764.

Bahorun, T. (1997) Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. Food and agricultural research council, Réduit, Mauritius, p 83-94.

Bardache Hassiba & Bachiri Meriem. (2019). Etude phytochimique et élaboration d'un fromage Frais à base de *Thymus vulgaris*. Mémoire de Master 2 : production et transformation laitière. Université de Bejaïa, p26-27-28.

Belakhdar J. (1997). La pharmacopée marocaine traditionnelle. *Edidis*.

Ben Miri Yamina. (2019). Etude du potentiel antifongique, antitoxinogène et antioxydant de certaines huiles essentielles et leur efficacité dans le système alimentaire. Thèse de doctorat : Biochimie, Microbiologie et Sciences Alimentaires. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, p42-43.

Boudries Halim. (2018). Analyses physico-chimiques et microbiologiques d'un fromage frais enrichi en romarin. Mémoire de Master 2 : Qualité des produits et sécurité alimentaire. Université de Bejaïa, p24-25-26-27.

Boukabou Meriem, Khirouni Djehina. (2019). Etude de l'effet d'addition de l'ail au fromage frais sur sa qualité physico-chimique et microbiologique. Mémoire de master. Sciences alimentaire. Université de Guelma, p22.

Bourkhiss M'barek., HNACH Mohamed., Paolini Julien., Costa Jean., Farah Abdallah., Satrani Badr. (2010). Propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires des huiles essentielles des différentes parties de *Tetraclinis articulata* (vahil) masters du Maroc, 79 : p142.

C

Campêlo M., Medeiros J., Silva J. (2019). Natural products in food preservation. *International food research*, 1: p44.

Catherine Ulbricht., Tracee Rae Abrams., Ashley Brigham. (2010). An Evidence-Based Systematic Review of Rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) by the Natural Standard Research Collaboration.7: p 354-356

Çetin TE., Gürler N. (1989). Bakterilerin antibiyotiklere duyarlılık deneylerinin yapılması. *Kükem Derg*, p12-2-3.

Céline Ghesquire. (2016). Les bienfaits de l'ail dans les maladies cardiovasculaires. Thèse de doctorat : Pharmacie. Université Picardie Jules Verne, p37-47.

Chen Q., Shi H., Ho C-T. (1992). Effects of rosemary extracts and major constituents on lipid oxidation and soybean lipoxygenase activity. *J Am Oil Chem Soc*, p69.

D

Dias Gonçalves N., Fabiola de Lima Pena., Sartoratto A. (2017). Encapsulated thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil used as a natural preservative in bakery product, 17: p2-3.

Douaouya Lilia. (2017). Investigation phytochimique et étude des activités biologiques d'une variété locale de l'*Allium sativum.L.* Thèse de doctorat : Biochimie appliquée. Université Annaba, p 2-26-27-28.

Dubois, J., Mitterand, H., Dauzat, A. (2006). Dictionnaire étymologique et historique du français, Éditions Larousse.

Dupas Coralie., Metoyer B., El Hatmi H. (2019). Plants: A natural solution to enhance raw milk cheese preservation? 19: p4-5-6.

E

El-Sayed Samah M., Ahmed M., Youssef. (2019). Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products, p2-4.

Emilie Delavenne. (2012). Propriétés antifongiques de bactéries lactiques isolées de laits crus. Thèse de doctorat : Microbiologie. Université de Bretagne Occidentale, p41.

F

Fabiola dos Santos Gouvea., Amauri Rosenthal., Elisa Helena da Rocha Ferreira. (2017). Plant extract and essential oils added as antimicrobials to cheeses: a review, 47: p4-5-6.

F. Moumene., F. Benali-Toumi., M. Benabderrahmen., A. Benyamina., H. Selem., M. M. Dif. (2016). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Allium vineale* et *Allium sativum* de l'Ouest Algérien. *Phytothérapie*. 14 : p170-175.

G

Gausсен H., Deuroy J. F. et Ozenda P. (1982). Précis de botanique végétaux supérieurs. *Ed : Masson, p 215-408.*

Goetz P., et Ghédira K. (2012). *Phytothérapie anti-infectieuse. Springer Science & Business Media, p394.*

GurinderJeet Kaur., Daljit Singh Arora. (2010). Bioactive potential of *Anethumgraveolens*, *Foeniculumvulgare* and *Trachyspermumammib* belonging to the family Umbelliferae - Current status. *Medicinal Plants Research*, 4: p88.

H

Hamama A. (1989). Qualité bactériologique des fromages frais marocains .*Options Méditerranéenne*, 6 : p225-226.

Hayaloglu, A. and Farkye, N. (2011). Cheese with Added Herbs, Spices and Condiments. *Encyclopedia of Dairy Sci*, 1: p783-789.

Hmamouch M. (1997). Plantes alimentaires, aromatiques, condimentaires, médicinales et toxiques au Maroc, p90.

Hsieh, P.-C., Mau, J.-L., and Huang, S.-H. (2001). Antimicrobial effect of various combinations of plant extracts. *Food Micrb*, 18: p35-43.

H.S Sahar M., M Wafaa.,Jihan M., Kassem. (2013). Impact of antimicrobial properties of some EO on cheese yoghurt quality. 4: 1-2.

I

Imelouane B., Amhamdi J.P. Wathelet., Ankit M., Khedid K., El Bachiri. (2009). Chemical composition and antimicrobial activity of Essential oil of thyme (*Thymus vulgaris*) from Eastern Morocco. *Int. J. Agric. Biol*, 11: 205-208.

J

Jean-Marie Polèse. (2006). Les cultures des plantes aromatiques. *Hervé Chammeton. Artémis*, p8-10-22.

Julian Wiethold.(2010). L'histoire et l'utilisation de la coriandre (*Coriandrum sativum L.*) à partir du deuxième âge du fer jusqu'au début de l'époque moderne culture, utilisation, sources écrites et données carphologiques. *Ed APDCA, Antibes*, p147.

K

Kaptan B., Sivri GT. (2018). Utilization of medicinal and aromatic plants in dairy products. *Advancements in plant science*, 1 : p.2-4.

L

LeenaKansal., Arti Sharma., Shweta Lodi. (2012). Potential health benefits of coriander (*Coriandrum sativum*): an overview. *Pharmaceutical Research and Development*, 4: p12-16-17.

Leila Lakhdar. (2015). Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur *Aggrebacter Actinomycetemcamitans*: Etude in vitro. Thèse de doctorat : Sciences Odontologiques, Maroc, p6-40.

Leplat Marion. (2017). Le Romarin, *Rosmarinus officinalis L.*, une Lamiacée médicinale de la garrigue provençale. Thèse de doctorat : Pharmacie. Université de Marseille, p54.

LeventAkkaya&Yakup Can Sançak. (2007). Growth abilities and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* strains in herby cheese, p1-2.

Libran C.M., Moro A., A. Zalacain. (2013). Potential application of aromatic extracts to prevent cheese blowing, 29: p1.

M

Makhloufi Ahmed. (2009). Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (*Matricariapubescens(Desf.)* et (*Rosmarinus officinalis L*) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Thèse de doctorat : Microbiologie et sécurité sanitaire des aliments. Université de Bechar, p11.

MarijaBoskoviç., MilicaGlisic. (2019). Antioxydative activity of thyme (*Thymus vulgaris L.*) and oregano (*Origanum vulgare*) Essential oils and their effect on oxidative stability of minced porc packaged under vacuam and modified atmosphere, p1.

MayadaDamechki., Sofia Satiropoulou., Maria Tsimidou. (2001). Antioxidant and pro-oxidant factors in oregano and rosemary gourmet olive oils. 52: p 207.

Max. Wichd. &Bbert. (2003). Plantes thérapeutiques : Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. *Tec & Doc*. Lavoisier. Paris, p19-22.

Moro A., Libran C.M., Berruga I. (2012). Mycotoxic genic fungal inhibitions by innovative cheese cover with aromatic plants, p1-2.

N

NaghmehDehghani., Mohsen Afsharmanesh., Mohammed Salarmoin.,

HadiEbrahimjad. (2019). In vitro and in vivo evaluation of thyme (*Thymus vulgaris L.*) essential oil as an alternative for antibiotic in qual diet, p2-10-11.

Nassim Djabou. (2012). Caractéristique et variabilité des plantes à parfum aromatique et médicinales de corse et de l'ouest Algérien. Thèse de doctorat : Chimie organique appliquée. Université Tlemcen, p4.

NawelOuis. (2015). Etude chimique et biologique des huiles essentiels de coriandre, de fenouil et de persil. Thèse de doctorat : Université d'Oran, p5-20-5.

Nora Mahfouf. (2018). Etude de l'espèce *Origanum vulgare.L.* Thèse de doctorat : Ecotoxicologie, Environnement et Santé. Université de Taref, p18.

O

ObameEngonga Louis Clément. (2009). Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de quelques plantes aromatiques et médicinales Africaines. Thèse de doctorat : Biochimie-microbiologie, p7-34.

Ozcan T., Yilmaz-Ersan., Akpinar B. (2017).Textual properties of herby cheese, p23.

P

Pallabi Banerjee., ShwamMukherji. (2008). Polysaccharides from *Thymus vulgaris L.* leaf: Structural features, antioxidant activity, and interaction with bovine serum albumin. 18: p3-17.

Peter Kubtka, SonaUramova. (2019). Anticancer activities of *Thymus vulgaris L.* in experimental breast carcinoma in vivo and in vitro. 20: p23.

PoonamMahendra., Shradha Bisht. (2011). *Coriandrum sativum*: A daily use spice with great medicinal effect. *Pharmacognosy*, p85.

R

Ramasamy Ravi., Maya Prakash. K. KeshavaBhat. (2006). Aroma characterization of coriander (*CoriandrumsativumL.*) oil samples. *European Food Research and Technology*, p368-369.

R. Bessah., El-HadiBenyoussef.(2015). La filière des huiles essentielles état de l'art, impacts et en jeux socioéconomiques. *Revue des Energies Renouvelable*, 18 : p .513.

R. Kaan Tekinsen., Zeki ozdemir. (2005). Prevalence of foodborne pathogens in Turkish Van Otlu (Herb) cheese, p1.

Ribeiro-Santos Regiane., Denise Carvalho-Costa., Carlos Cavaleiro., Helena S.Costa., TaniaGonçalves Albuquerque., Maria Conceição Castilho., FernandoRamos., Nath_alia.Melo., Ana Sanches-Silva. (2015). A novel insight on an ancientaromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*).*Trends in Food Science &Technology* 45, p355-368.

S

Sari Madani. (2011). Etude biologique et phytochimique de l'origan (*Origanum vulgare.L.*)ssp glandulosum(*Desf.*). Espèce endémique d'Algérie-Tunisie. Thèse de doctorat : Biologie végétal. Université de Sétif, p7-19.

S.chaane. (2016). L'effet bio-insecticides de l'huile essentielle de l'origan (*Origanum vulgare*) vis-à-vis de deux espèces d'insectes ravageurs le charançon *Sylophillusoryzae* et le thrips *Frankliniella occidentalis*. Mémoire de magister : Université M.hamed Bougera Boumerdes.

Sema AĞAOĞLU., Nursel DOSTBİL., Süleyman ALEMDAR1. (2005). The Antibacterial Efficiency of Some Herbs Used in Herby Cheese, 2: p39-40-41.

Shaimaa M. Hamdy et Yasser M. Hafaz. (2018). The Combined Effect of Dried Rosemary, Thyme and Basil with Fresh Garlic on Quality Characteristics of Ricotta Cheese During Storage, 46: p 125-126-127-128-129.

Solomon Habtemariam. (2016).The therapeutic Potentiel of rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) for Alzheimer disease, p2.

Sonali Jana., Gyan Singh Shekhawat. (2011) .Plant growth regulators, adenine sulfate and carbohydrates regulate organogenesis and in vitro flowering of *Anethumgraveolens*.*ActaPhysiol Plant*, p306.

Sylvie Verboois. (2003). Plantes et herbes aromatiques Saveurs et Vertus « Le jardin du bien-être ». *Fernand Lanore*. Pari, p23.

T

Tamert Asma. (2016). Labiées des monts de Tessala (wilaya de Sidi Bel Abbes) Histologie et phytochimie. Thèse de doctorat : Ecologie végétal et environnement. Université Sidi Bel Abbes, p14-15-16.

Tzima Katerina., DimitrisMakris., Constantinos V., Nikiforidis&IoannisMourtzinos. (2015). Potential use of Rosemary, Propolis and Thyme as Natural Food Preservatives, *Food Science & Nutrition*, 1: p1.

V

Valeria Radulescu., Maria Lidiapopescu., Dlana Carolina Ilies. (2010). Chemical composition of the volatile oil from different plant parts of *Anethum graveolens L. (umbelliferae)* cultivated in Romania. *In FRMACIA*,58 : p599.

W

Wichtl M & Anton R. (2003). Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. *2ème édition, édition TEC et Doc*, p523-524-525.

Z

Zantar S., Zerrouk H.M ., Zahar M., Saidi B., notfia Z., Laglaoui A ., Larbi T., et chentouf M. (2013). Effet de l'utilisation des huiles essentielles (du thym, du romarin, de l'origan et du myrte) sur les propriétés physicochimiques, microbiologiques et sensorielles du fromage de chèvre frais et semi-affiné. *Option Méditerranéennes*,p184-185-187-189.

Zouaoui Nassim., Chenchouni Haroun., Bouguerra Ali., MassourasTheofilos., Barkat Malika. (2020). Characterization of volatile organic compounds from six aromatic and medicinal plant species growing wild in North African drylands, 18: p 21.

Site Web :

(<https://diddaquest.org/wiki/plantes-aromatiques>).Consulté le 3 août 2020.

Résumé :

Le fromage est un aliment susceptible d'être contaminé par des agents pathogènes et d'être altéré les micro-organismes, qui peuvent entraîner une réduction de la durée de conservation du fromage, ainsi que des risques pour les consommateurs la santé. Cela implique l'utilisation éventuelle de conservateurs dans le processus de fabrication du fromage. Avec le temps, les consommateurs sont de plus en plus exigeants en matière d'aliments sains, sans conservateurs synthétiques. C'est pourquoi les ingrédients naturels font l'objet d'une attention croissante en tant que substituts aux produits synthétiques, parce qu'ils contiennent des composés bioactifs, qui pourraient avoir des effets bénéfiques sur la santé dans les pays et la prévention de plusieurs maladies. En outre, la plupart des ingrédients naturels ont montré des propriétés antimicrobiennes qui pourrait retarder ou inhiber la croissance de micro-organismes pathogènes dans les aliments, ainsi que minimiser l'incidence des maladies d'origine alimentaire causées par les bactéries et les champignons d'altération des aliments. Cette révision vise à discuter de l'activité antimicrobienne des principaux ingrédients naturels dérivés des plantes et utilisés dans la fabrication du fromage, et leur effet sur la qualité du fromage, en termes de propriétés chimiques, nutritionnelles et les caractéristiques sensorielles des produits, ainsi que l'augmentation de la durée de conservation des fromages.

Mots clés : Fromage, contamination, composés synthétiques, composés bioactives, plantes.

Cheese is a food that is susceptible to contamination by pathogenic and spoilage microorganisms, which can result in a reduced cheese shelf life, as well as in risks to the consumers health. This implies the possible use of preservatives in the cheese making process. At the same time, consumers are increasingly demanding for healthy food, free from synthetic preservatives. Just for this reason, natural ingredients are receiving increasing attention as substitutes for synthetic additives, also because they have bioactive compounds, which might provide health benefits in the prevention of several diseases. Furthermore, most of natural ingredients have shown antimicrobial activity, which could delay or inhibit the growth of pathogenic microorganisms in food, as well as minimize the incidence of foodborne diseases caused by food spoilage bacteria and fungi. This review aims at discussing the antimicrobial activity of the main natural ingredients derived from plants and used in cheese making, and their effect on cheese quality, in terms of chemical, nutritional and sensory characteristics of the products, as well as the increase in cheese shelf-life.

Key words: Chesse, contamination, synthetic compounds, bioactive compounds, plants.