





## *Remerciements*

*D'abord, nous remercions le bon dieu de nous avoir permis d'arriver à ce jour, de nous avoir accordé la santé, le courage, la volonté et la patience pour accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier **Dr BOUDRAA-TALEB Hayet**, notre promotrice, pour son encadrement de qualité, sa disponibilité et ses précieux conseils tout au long de ce travail. Grâce à son accompagnement, nous avons pu avancer dans de bonnes conditions et mener à Bien ce mémoire. Nous lui sommes très reconnaissants pour sa patience, son soutien et sa confiance.*

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance au président du jury **M. SADOUDI Rabeh** pour l'honneur Qu'il nous a fait en acceptant de présider l'évaluation de ce travail.*

*Nous remercions également chaleureusement **M. MOHAND KACI Hamid** pour leur présence et leur rôle d'examineur de ce mémoire.*

*Nous leur adressons nos sincères remerciements pour le temps consacré à notre Travail, ainsi que pour leurs conseils précieux, témoignant de tout notre respect et de notre gratitude. Nous remercions également l'ensemble de nos enseignants pour leur accompagnement tout au long de notre parcours universitaire.*

*Nous exprimons notre gratitude à l'unité « **Le Semeur** » ainsi qu'à l'ensemble de son personnel pour leur accueil chaleureux, leur soutien constant et leur disponibilité tout au long de notre travail. Leur collaboration précieuse a largement contribué à la bonne réalisation de ce mémoire.*

*Nous remercions également l'ensemble de nos enseignants pour leur accompagnement tout au long de notre parcours universitaire.*

*Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à La réalisation de ce travail.*

# Dédicace

J'ai l'honneur à dédier ce modeste travail :

À ma mère **Nacira**,

Tu es ma force, mon repère, ma lumière dans les moments difficiles. Merci de m'avoir soutenue chaque jour, avec amour et patience. Je te dois tant. Je t'aime, maman.

À mon père **Ahmed**,

Tu t'es souvent effacé pour me laisser avancer. Tu t'es privé pour que je ne manque de rien. Ton amour est discret, mais ta présence a toujours été immense. Merci pour tout, papa. Je t'aime.

À mes frères **Mastanabl** et **Himsel**, et à ma sœur **Numidia**,

Merci pour votre soutien, vos encouragements et votre présence. Vous avez toujours cru en moi, et ça m'a donné la force d'avancer.

À ma meilleure amie **Fatima**,

Merci d'avoir été là, toujours, sans juger, pour m'écouter, me rassurer et me motiver quand j'en avais besoin.

À toute ma famille **SAHEL** et **SAIDI**,

Merci pour votre amour, vos prières, et votre soutien, même à distance.

À ma binôme **Leiticia**,

Avec qui j'ai partagé chaque étape de ce travail,

À mes amis,

Pour leur soutien, leur présence et leurs encouragements tout au long de ce parcours.

Merci pour les moments de partage, d'amitié et de motivation.

Melha 

# Dédicace

Je dédie ce modeste travail,

A mes très chers parents « **Mouloud** » et « **Chafia** »,

Pour leurs encouragements, soutien et l'amour qu'ils m'ont toujours donné et toute l'aide qu'ils m'ont apportée durant mes études.

Aucune dédicace ne peut exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation, mon instruction et mon bien être. Je vous aime.

A mes sœurs « **Saliha et Saadia** »,

Le plus beau cadeau, merci pour vos encouragements, votre soutien moral et vos conseils précieux tout au long de mes études.

A toute la famille « **SAMI** » et « **SAMAH** ».

A mes chers oncles et tantes.

Et a mes cousins et cousines.

A ma binôme **Melha**.

A mes camarades de la promotion AACQ 2024/2025.

A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin.

*Leiticia*

## Sommaire

Liste des Abréviations	
Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Introduction.....	1

## Partie Bibliographique

## Chapitre I : fromage à pâte molle type camembert.

1 Fromage à pâte molle type camembert.....	2
1.1 Historique.....	2
1.2 Classification des fromages.....	2
1.3 Camembert.....	3
1.3.1 Définitions.....	3
1.3.2 Composition du camembert.....	3
1.3.3 Etapes de la fabrication du camembert.....	4
1.3.4 Auxiliaires technologiques dans le camembert.....	7
1.3.4.1 Flore lactique.....	7
1.3.4.2 Flore fongique.....	7
1.3.4.3 Présure.....	8
1.3.4.4 Sels.....	8

Chapitre II : *Mentha pulegium* : Etat de l'art.

2 <i>Mentha pulegium</i> .....	9
2.1 Nomenclature et répartition géographique.....	9
2.2 Description Botanique.....	9
2.3 Classification botanique.....	10
2.4 Valeur nutritionnelle.....	10
2.5 Composition des huiles essentielle.....	11
2.6 Usage culinaire.....	12
2.7 Utilisations en médecine traditionnelle.....	12
2.8 Activité biologique.....	12

2.8.1	Activité parasiticide .....	12
2.8.2	Activité antibactérienne .....	12
2.8.3	Activité antioxydante .....	13
2.8.4	Activité antifongique .....	13
2.8.5	Effet sur le système nerveux .....	13
2.9	Toxicologie .....	13

## **Chapitre III : Matériels et Méthodes.**

3	Matériels et Méthodes .....	14
3.1	Objectif du travail .....	14
3.2	Présentation de l'unité .....	14
3.2.1	Situation géographique .....	14
3.2.2	Fonctions de l'unité .....	15
3.2.3	Produits de la laiterie .....	15
3.2.4	Diagramme de fabrication du camembert .....	15
3.3	Matériel .....	17
3.3.1	Matériel biologique .....	17
3.3.2	Matériel non biologique et réactifs .....	17
3.4	Méthodes .....	18
3.4.1	Préparation de la matière première .....	18
3.4.2	Analyse physico-chimique du lait cru .....	18
3.4.2.1	Détermination de l'acidité Dornic .....	18
3.4.2.2	Détermination de densité .....	19
3.4.2.3	Test d'antibiotique .....	19
3.4.2.4	Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique) .....	21
3.4.2.5	Mesure de la teneur en matière sèche totale .....	22
3.5	Préparation de camembert au <i>Mentha pulegium</i> .....	22
3.5.1	Ingrédients .....	22

3.5.2	Formulation du Camembert au <i>Mentha pulegium</i> .....	22
3.5.3	Les étapes de fabrication .....	23
3.5.3.1	Préparation de lait .....	23
3.5.3.2	Incorporation de <i>Mentha pulegium</i> et emprésurage .....	23
3.5.3.3	Découpage et brassage .....	24
3.5.3.4	Moulage .....	25
3.5.3.5	Egouttage .....	25
3.5.3.6	Salage et ressuyage .....	25
3.5.3.7	Affinage .....	26
3.6	Analyses physico- chimique et microbiologique du camembert .....	27
3.6.1	Prélèvements des échantillons .....	27
3.6.2	Analyses physico- chimique du camembert .....	27
3.6.2.1	Détermination de pH .....	27
3.6.3	Analyses microbiologiques .....	28
3.6.3.1	Dénombrements des coliformes totaux .....	28
3.7	Analyses sensorielles .....	29
3.8	Analyses statistiques .....	30
<b>Chapitre IV: Résultats et discussions.</b>		
4	<i>Résultats et discussions</i> .....	31
4.1	Résultats des analyses physicochimiques du lait .....	31
4.1.1	Densité .....	31
4.1.2	Matière grasse .....	31
4.1.3	Acidité titrable .....	31
4.1.4	Extrait sec total .....	31
4.1.5	Test antibiotique .....	31
4.2	Résultats des études préliminaires .....	32
4.3	Résultat d'analyse physicochimique et microbiologique du camembert .....	32

4.3.1	Mesure de pH.....	32
4.3.1.1	Effet de <i>Mentha pulegium</i> sur l'évolution du pH du camembert.....	33
4.3.2	Résultats obtenues des analyses microbiologiques du camembert.....	34
4.3.2.1	Effet de l'ajout de <i>Mentha pulegium</i> sur la qualité microbiologique.....	37
4.4	Résultats de l'analyse sensorielle.....	38
4.4.1	Corrélations entre attributs.....	39
4.4.2	Variance des attributs.....	39

## **Conclusion**

## **Annexe**

## **Résumé**

## Liste des Abréviations

**Aw** : Activité de l'eau

**pH** : Potentiel d'hydrogène

**HE** : Huile essentiel

**CaCl<sub>2</sub>** : Chlorure de calcium

**NaCl** : Chlorure de sodium

**NaOH** : Hydroxyde de sodium

**HR** : Humidité relative

**SARL** : Société à responsabilité limitée

**FNEC** : Fédération National des Eleveurs de Chèvres

**JORA** : Journal officiel de la république Algérienne

**AFNOR** : Agence Française de Normalisation

**CT** : Coliformes totaux

**VRBL** : Violet Red Lactose Agar

**TSE** : Bouillon Tryptone Sel Eau

**SM** : Suspension mère

**AT** : Acidité titrable

**MG** : Matière grasse

**EXT** : Extrait sec totale

**µg** : Micro gramme

**g** : gramme

**ml** : millilitre

**CFU** : Unité formant colonie

**CFU/g** : Unité formant colonie/ gramme

**°D** : Degré Dornic

### Liste des Figures

<b>Figure 1</b> : les différentes parties de <i>Mentha pulegium</i> (Original).....	10
<b>Figure 2</b> : Situation géographique de la laiterie « Le Semeur ».....	15
<b>Figure 3</b> : Diagramme de fabrication de camembert le « Semeur ».....	16
<b>Figure 4</b> : Feuilles fraîches de <i>Mentha pulegium</i> .....	17
<b>Figure 5</b> : Détermination de l'acidité du lait par titrage colorimétrique à la phénolphtaléine.	18
<b>Figure 6</b> : Test d'antibiotique.....	20
<b>Figure 7</b> : Test détection de résidus d'antibiotiques dans le lait à l'aide de bandelettes réactives.....	20
<b>Figure 8</b> : Dosage de la matière grasse du lait - Méthode acido-butyrométrique.....	21
<b>Figure 9</b> : Incorporation de <i>Mentha pulegium</i> .....	24
<b>Figure 10</b> : Décaillage du caillé.....	24
<b>Figure 11</b> : Moulage.....	25
<b>Figure 12</b> : Egouttage.....	25
<b>Figure 13</b> : Salage.....	26
<b>Figure 14</b> : Affinage.....	26
<b>Figure 15</b> : Mesure du pH de camembert.....	27
<b>Figure 16</b> : Détection de Coliformes totaux sur gélose VRBL à partir d'un échantillon de camembert.....	29
<b>Figure 17</b> : Evolution du pH durant la conservation du camembert.....	32
<b>Figure 18</b> : Evolution des Coliformes durant la conservation du camembert.....	35
<b>Figure 19</b> : Diagramme Radar des analyses sensorielles.....	38

### Liste des Tableaux

<b>Tableau I</b> : Composition moyenne de fromage à pâte molle et à croûte fleurie de type camembert. ....	4
<b>Tableau II</b> : La classification botanique de <i>Mentha pulegium</i> . ....	10
<b>Tableau III</b> : Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Mentha pulegium</i> . ....	11
<b>Tableau IV</b> : Facteurs étudiés pour l'incorporation de <i>Mentha pulegium</i> dans le camembert. ....	23
<b>Tableau V</b> : Résultats des Analyses physicochimiques du lait . ....	31
<b>Tableau VI</b> : Valeurs du pH durant la conservation du camembert. ....	34
<b>Tableau VII</b> : Analyse statistique des coliformes durant la conservation du camembert. .	37
<b>Tableau VIII</b> : Coefficients de corrélation entre les attributs sensoriels du camembert. .	39
<b>Tableau IX</b> : Variance des attributs sensoriels évalués par les dégustateurs. ....	40

# *Introduction*

## Introduction

L'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb, près de 120 L/ habitant/an. Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens. Le lait est réservé exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites sans aucune addition ni soustraction (**Kacimi El Hassani., 2013**). C'est un aliment très riche : il contient de la matière grasse, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et d'eau (**Senoussi., 2008**).

Le lait est une matière première polyvalente à partir de laquelle sont élaborés de nombreux produits dérivés. Ces transformations permettent non seulement de prolonger la durée de conservation du lait, mais aussi de diversifier l'offre alimentaire. Parmi les principaux produits issus du lait, on retrouve le beurre, la crème, les yaourts, les laits fermentés, ainsi que le fromage. Ce dernier occupe une place particulière dans l'industrie laitière, car il représente un mode de conservation ancien et efficace des nutriments du lait, tout en offrant une grande variété de textures, de goûts et de formes, en fonction des techniques de fabrication et d'affinage utilisées (**Tamime., 2006**).

L'innovation dans la production laitière joue un rôle clé pour répondre aux demandes actuelles des consommateurs, qui recherchent des produits plus naturels, sains et de qualité. A cet effet l'intégration de plantes aromatiques dans les produits laitiers représente une voie intéressante, grâce à leurs propriétés antimicrobiennes, antioxydants et aromatisants.

Le présent travail est structuré en deux parties principales. La première consiste en une synthèse bibliographique portant sur les fromages à pâte molle type camembert et l'état de l'art sur la menthe pouliot qui est une plante aromatique et médicinale de la famille des Lamiacées, connue sous le nom scientifique *Mentha pulegium* et qui a fait l'objet de cette étude par son incorporation dans le camembert. La seconde partie repose sur une démarche expérimentale, incluant la description des matériels et méthodes utilisés pour l'essai de fabrication d'un camembert à base de la menthe pouliot, ainsi que l'étude de son effet sur la durée de conservation du produit, suivie d'une analyse détaillée des résultats obtenus et de leur discussion.

*Partie*

*Bibliographique*

*Chapitre I :*  
*Fromage à pâte molle*  
*type camembert*

## 1 Fromage à pâte molle type camembert

### 1.1 Historique

Le nom fromage vient du terme latin « formaticus », qui veut dire façonner ou former. L'origine de l'utilisation du fromage en tant qu'aliment reste imprécis, cependant, les ethnologues ont prouvé que l'homme connaissait déjà le processus de coagulation du lait depuis la découverte d'une moisissure spécifique sur les rives du lac de Neuchâtel (Suisse), datant d'environ 5000 ans avant J (St-Gelais et al, 2002 ; Katz et Weaver, 2003). Il est probable que le fromage a été créé au hasard en transportant du lait dans des sacs conçus à partir d'estomacs de mammifères. En effet, durant l'Antiquité, le transport du lait était une pratique répandue en Europe de l'Est ainsi qu'en Asie de l'Ouest. Certains éléments sont indispensables pour réaliser la conversion du lait en fromage, tels que la température, l'acidité et les enzymes digestives. Par conséquent, des extraits provenant de l'estomac de différents animaux (moutons, chèvres, vaches) et des extraits végétaux ont été employés dans la préparation du fromage (Abi Azar,2007).

### 1.2 Classification des fromages

La classification des fromages repose sur plusieurs critères fondamentaux. Elle peut s'effectuer en fonction de la teneur en matière grasse, permettant de distinguer les fromages maigres, demi gras ou gras. L'origine animale de lait utilisé constitue un autre critère important, qu'il s'agisse de lait de vache, de chèvre ou de brebis. Le mode de fabrication, incluant des étapes telles que la coagulation, le pressage ou l'affinage, joue un rôle déterminant dans les caractéristiques finales du produit. Ainsi on distingue selon (Padilla M. et Gherzi G., 2001) :

- Le fromage à pâte fraîche ou fromages blancs : obtenus par caillage acide, très humides (60 à 80 % d'eau), consommés en l'état ou additionnés de sel, sucre, arômes, herbes... Exemples : fromage blanc, ricotta, petit-suisse.
- Le fromage à pâte molle à croûte fleurie : humidité moyenne (45 à 55 % d'eau), croûte blanche due au *Penicillium*. Exemples : camembert, brie.
- Le fromage à pâte molle à croûte lavée : humidité moyenne (45 à 50 %), croûte orangée lavée régulièrement. Exemples : munster, époisses.
- Le fromage à pâte molle à croûte séchée : humidité moyenne (45 à 50 %), croûte fine, peu affinée. Exemples : saint-marcellin, valençay jeune.
- Le fromage à pâte pressée non cuite : humidité de 40 à 45 %, croûte lavée ou brossée, pâte ferme. Exemples : reblochon, saint-nectaire, cantal.

- Le fromage à pâte pressée cuite : humidité plus faible (35 à 40 %), croûte sèche, avec ou sans ouvertures (yeux). Exemples : comté, emmental, beaufort.

### 1.3 Camembert

#### 1.3.1 Définitions

Le fromage, selon la norme codex est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure où extra dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum : caséine ne dépasse pas celui de lait. On obtient le fromage par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation ; on peut aussi faire appel à des techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait de manière à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et sensorielles similaires à celle de la définition précédente.

Le camembert comme un fromage à pâte molle, avec un caillé non séparé qui prend la forme d'un cylindre aplati. Sa dimension est de 10 à 11 cm de diamètre et d'une épaisseur de 3 cm. Il contient au minimum 40 % de matières grasses et 110 g de matières sèches. Il s'agit d'un fromage affiné avec des moisissures superficielles (Veisseyre 1975).

Selon CODEX 2011« Le camembert est un fromage à texture douce, affinée en partie à la surface par l'action de moisissures. » Il se manifeste sous la forme d'un cylindre plat ou de sections cylindriques. La pâte présente une teinte variant du blanc légèrement teinté au jaune clair et possède une consistance douce sans être friable, qui s'affine de l'extérieur vers l'intérieur ». Les vides de gaz sont habituellement inexistantes, cependant, l'apparition de certaines ouvertures et fissures est tolérée. La croûte est douce et totalement couverte de moisissures blanches typiques, principalement dues à *Penicillium candidum* et/ou *Penicillium camemberti*.

Ainsi, la dénomination Camembert est réservée à un fromage fabriqué avec du lait emprésuré en utilisant soit une coagulase ou la présure (Louhichi, 2008). C'est un fromage qui n'est pas prêt à la consommation immédiatement après la fabrication ; il doit être maintenu pendant un certain temps dans certaines conditions pour que les changements biochimiques et physiques caractéristiques du camembert (Ahaddad et Kasmi, 2013).

#### 1.3.2 Composition du camembert

Le camembert comme tous les fromages est considéré comme un aliment qui favorise la croissance et le l'entretien de l'organisme humain. Selon (Dillon, 1987), le tableau n°1 représente la composition chimique d'un camembert.

**Tableau I :** Composition moyenne de fromage à pâte molle et à croûte fleurie de type camembert.

Eau (g)	50
Glucides (g)	4
Lipides (g)	24
Protéines (g)	20
Energie	310
Calcium (mg)	400
Phosphore (mg)	250
Magnésium (mg)	20
Potassium (mg)	150
Zinc (mg)	5
Sodium (mg)	700
Vitamines A (U.I)	1010

### 1.3.3 Etapes de la fabrication du camembert

La production de ce genre de fromage ayant des propriétés organoleptiques spécifiques implique le franchissement de plusieurs phases technologiques.

#### ➤ **Ensemencement**

Le lait qui sert à produire le camembert est entreposé dans un réservoir à une température comprise entre 8°C et 10°C, après avoir été pasteurisé et standardisé en termes de matières grasses. Avant la phase de maturation, le lait est chauffé à une température variant entre 33°C et 34°C. Il est ensuite inoculé avec des ferments lactiques choisis qui contribuent, d'une part, à la coagulation du lait (en déclenchant l'acidification), et d'autre part, à la maturation du fromage. Des levains fongiques sont également impliqués dans le processus de maturation. *Penicillium camemberti*, de *Penicillium caseicolum* et de *Geotrichum candidum* (Lenoir et al., 1983).

Une quantité appropriée de chlorure de calcium est ajoutée en fonction du volume de lait utilisé. Un excès de chlorure de calcium peut entraîner la formation d'un caillé trop ferme, ce qui complique les opérations de tranchage. Le mélange est ensuite agité afin d'assurer une homogénéisation adéquate de la température dans l'ensemble du lait. Un temps de maturation

adapté est ensuite respecté pour permettre la croissance et l'activité des souches de bactéries lactiques inoculées (**Bertrand, 1988**).

➤ **Coagulation**

La coagulation entraîne la création d'un gel (coagulum) qui, dans le cas du camembert, découle de changements physico-chimiques autour des micelles de caséine, contribuant ainsi à leur déstabilisation intense. Dans le fromage Camembert, la coagulation est de nature mixte (**Cholet, 2006**). Un pH d'environ 6,3 à 6,4 et une température du lait se situant entre 28 et 35 °C créent un environnement optimal tant pour les bactéries lactiques que pour les enzymes (**Mietton, 1995**).

➤ **Découpage et tranchage**

La découpe est une opération mécanique effectuée dans une cuve à l'aide de couteaux, elle demande plus de précision pour réduire au minimum les pertes. Le coagulum est également découpé en petits morceaux mesurant de 2 à 2,5 cm de côté. Il faut débiter le découpage avant que le caillé ne devienne trop ferme et imperméable (**Eck, 1987**).

➤ **Moulage**

Le moulage consiste à placer le caillé dans un moule. Bien que l'objectif principal soit de façonner le fromage, il joue également un rôle complémentaire à l'égouttage grâce à la pression exercée sur le caillé lors des tournées successives. Pour stimuler l'exsudation du sérum qui devient progressivement acide, on élève la température de la salle de production jusqu'à 18-19°C (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**).

➤ **Egouttage**

Il s'agit de la phase qui permet la distinction entre le lactosérum et le caillé. Il vise non seulement à contrôler la teneur en eau du caillé, mais également la minéralisation de ce dernier et son délactosage. Pour le camembert, des procédés mécaniques comme la coupe, le mélange, le moulage et les retournements sont employés pour faciliter l'extraction du lactosérum. Étant donné que ce fromage possède une humidité élevée, atteignant au maximum 56 %, l'égouttage du caillé camembert est plutôt léger par rapport à d'autres types de fromages (**St-Gelais et Tirard-Collet, 2002**).

➤ **Salage**

Dans la production de fromages à pâte molle à croûte fleurie, contrôler le salage est essentiel pour favoriser l'établissement de la flore de surface pendant l'affinage. La pâte

obtenue est assaisonnée par incorporation de chlorure de sodium. On recherche généralement une teneur en sel de 1,5 à 2,5 % dans le camembert (**Ryser et Marth, 1987 ; Sousa, 2003**).

➤ **Affinage**

L'affinage représente la phase finale de la transformation du fromage. Le temps de maturation varie de quelques jours à plusieurs mois en fonction du fromage, dans le but d'atteindre les caractéristiques texturales et organoleptiques souhaitées. Pour le camembert aussi, l'affinage se réalise de l'extérieur vers l'intérieur. En règle générale, sa période d'affinage est courte (de 12 à 45 jours) et s'effectue généralement à une température qui varié entre 12 et 14° C. Les fromages sont habituellement stockés dans un endroit d'affinage qui permet de maîtriser l'humidité relative entre 85 et 95 %. À la fin du processus d'affinage du camembert, le pH augmente à environ 7,4 en surface et se stabilise à 6,9 au centre. (**Cholet, 2006**).

❖ **Facteurs influençant l'affinage**

➤ **Température**

Lors de l'affinage, la température est un des paramètres essentiels à surveiller, car pour chaque type de fromage, l'activité microbienne et enzymatique varie en fonction de cette dernière. Pour tous les micro-organismes employés dans la production de fromage et pour la majorité des enzymes impliquées dans le processus d'affinage, les températures idéales dépassent 20°C (**Mietton, 1995**).

➤ **pH**

Le pH a une incidence sur l'activité enzymatique et le développement des micro-organismes. Seules les levures, les moisissures et les bactéries lactiques parmi les micro-organismes peuvent croître à un pH inférieur à 5. Les variations de pH affectent également considérablement l'activité des enzymes (**Mietton, 1995**).

➤ **Activité de l'eau**

C'est la présence d'eau libre dans un produit (humidité) qui le rend susceptible à une multiplication de bactéries. La sélection de l'hygrométrie doit être effectuée en fonction de la réactivité des différentes catégories de microorganismes que l'on souhaite encourager à se développer en surface ou, au contraire, à inhiber. Ainsi, les fromages à flore bactérienne de surface présentent généralement une hygrométrie élevée (90-95% d'humidité relative), tandis que celle des fromages à flore fongique est légèrement plus basse (85-90%). Pour les fromages à croûte sèche, le niveau d'humidité est réglé à un niveau bas (80-85%) afin de

minimiser au maximum la croissance des contaminants en surface (St-Gelais et al., 2002 ; Eck et al., 2006)

### 1.3.4 Auxiliaires technologiques dans le camembert

#### 1.3.4.1 Flore lactique

La fonction principale des bactéries lactiques est de rendre le lait acide. C'est d'abord grâce à l'enzyme  $\beta$ -galactosidase que cette activité est rendue possible, car elle décompose le lactose en glucose et galactose. Les micro-organismes employés en tant que ferments lactiques, qui interviennent dans la fermentation qualifiée d'homolactique, se caractérisent par leur capacité à convertir le lactose contenu dans le lait en acide lactique en milieu anaérobie. Ce processus provoque une réduction du pH qui, lorsqu'il tombe à 4.6 ou moins, facilite la coagulation des protéines lactées. Il existe plusieurs qui sont significatifs en tant que producteurs de fermentation homolactique ou hétérolactique, tels que *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Streptococcus*. (Leveau et al., 1993).

D'après Mietton et al, (1995), il existe deux grandes classes de levains lactiques. Les premiers sont levains mésophiles, qui comprennent des bactéries telles que *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris* et *Leuconostoc cremoris*. Ces bactéries sont des producteurs d'acide lactique et renferment également des bactéries aromatisants capables de fermenter le citrate. Les secondes sont les levains thermophiles, qui se distinguent par leur capacité à ce développé à des températures supérieures à 40° C. parmi ces dernières on retrouve les genres suivants *Lactobacillus*, *Streptococcus* et *Pediococcus*.

#### 1.3.4.2 Flore fongique

La flore fongique des fromages comprend à la fois des levures et des moisissures. Parmi les levures, on retrouve principalement les genres *Geotrichum candidum*, *Kluyveromyces lactis* et *Candida lipolytica*. Ces levures se développent essentiellement sur la croûte des fromages, où elles remplissent plusieurs fonctions : neutralisation de l'acidité des pâtes par absorption de l'acide lactique, production d'éthanol et d'autres produits dérivés par fermentation du lactose, estérification ainsi qu'une action protéolytique et lipolytique (Mahaut et al., 2000).

Quant aux moisissures les espèces utilisées dans la fabrication du camembert sont notamment *Penicillium camemberti* et *Penicillium condidum*. *Penicillium camemberti* est responsable du revêtement blanc caractéristique du camembert et joue un rôle significatif dans la protéolyse et lipolyse (Larpent, 1991). Pour sa part, *Penicillium condidum* est une moisissure blanche qui apparaît à la surface du fromage dès les premiers jours de maturation.

Elle contribue à protéger la surface des contaminations extérieures et participe à la libération de l'acide oléique, de l'ammoniaque, d'aldéhydes et de divers autres acides organiques **(Choisy et al., 2006)**.

#### *1.3.4.3 Présure*

Dans le domaine industriel, la présure est l'unique enzyme employée dans la fabrication du fromage. Il s'agit d'une endopeptidase qui provoque la coagulation du lait par l'hydrolyse de la caséine kappa, ce qui entraîne une destabilisation des micelles et aboutit à la création du gel. Dans la production de fromage, elle est utilisée sous deux formes : liquides et solides. Les formes liquides sont les plus couramment employées dans l'industrie en raison de leur facilité d'utilisation et de leur disponibilité.

La forme solide est disponible en version comprimée ou en poudre, laquelle doit être mélangée à un excipient de chlorure de sodium et peut être appliquée de manière artisanale. Le terme présure trouve sa source dans l'extrait coagulant issu de la troisième poche de l'estomac (la caillette) du chevreau et de l'agneau, la chymosine étant la protéase principale. (85% de l'activité de coagulation), complétée par la pepsine **(Eck et Gillis, 2006)**.

#### *1.3.4.4 Sels*

L'ajout de chlorure de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ) vise à promouvoir l'équilibre salin et à optimiser la coagulation. Par conséquent, l'augmentation de la teneur en NaCl dans la pâte de 1,7 à 2,5% confère au fromage sa saveur distincte et influence l'activité de l'eau de surface **(Mahaut et al., 2000)**.

# *Chapitre II*

*Mentha pulegium :*

*Etat de l'art*

## 2 *Mentha pulegium*

### 2.1 Nomenclature et répartition géographique

La menthe pouliot dont le nom scientifique est *Mentha pulegium*, appelée communément « fliyou », est une plante médicinale largement utilisée dans de nombreuses cultures. Elle est représentée par deux sous espèces: *Mentha pulegium ssp. vulgaris* et *Mentha pulegium ssp. pulegium* (Quézel et Santa, 1962).

À l'origine, il est originaire de la Méditerranée. Aujourd'hui, il est également largement répandu en Europe occidentale, en Europe du Sud, en Europe centrale, aux îles Canaries, en Asie occidentale et dans les Amériques. On le trouve généralement dans les environnements humides et pousse dans les sols sableux et acides, mais il est très sensible au gel (Anton ; 2005). Parce que ses feuilles sont très aromatiques, il est parfois cultivé comme épice. Bien que les gens l'utilisent pour aromatiser les sauces, les desserts et les boissons depuis l'Antiquité, sa valeur économique reste limitée (Anton ; 2005)

### 2.2 Description Botanique

Est une plante herbacée vivace et stolonifère, haute de 10 à 30 cm. La presque totalité de la plante est glabre en dehors de sa tige qui, elle, est pubescente. Elle est très odorante : son odeur est forte, agréable, plus ou moins fins (dite « aromatique et menthée ») ; sa saveur est camphrée, aromatique et amère. Les tiges sont rameuses, grêles et de section quadrangulaire ; elles sont pubescentes et de couleur rougeâtre ; elles sont hautes de 15 cm environ ; les tiges florifères sont terminées par des feuilles. Les feuilles sont opposées, à pétiole court, simples et de forme ovale, longues de 1,5 à 2,5 cm, plus ou moins dentée crénelés sur les bords (Aït Youssef ; 2006).

L'inflorescence est formée de nombreux verticilles (fleurs disposées en verticilles) Ces verticilles étant axillaires, denses, feuillé et distants les uns des autres, étagés le long de la tige : ils diminuent de grosseur au fur et à mesure qu'ils approchent du sommet de la tige florifère ; ils forment par leur ensemble ce que l'on nomme des « épis droits ». La fleur est pédonculée ; elle est presque régulière ; elle est mauve (parfois bleue), rose, purpurine (rouge vif) ou blanche. Le calice est tubuleux ou en cloche, presque bilabié ; il possède 5 ou 4 dents presque identiques. Sa corolle est à pétales soudés ; elle est en forme d'entonnoir, de couleur blanc rosé ou violet pâle ; elle possède 4 lobes subégaux (tous presque identiques). Les étamines sont au nombre de 4. Ses carpelles sont lisses. Le fruit est visible au fond du calice persistant : il est en 4 partie ovoïde, parfois verruqueuse comme la montre la figure 1 (Aït Youssef ; 2006).



Figure 1 : les différentes parties de *Mentha pulegium* (Original).

### 2.3 Classification botanique

La *Mentha pulegium*, une plante aromatique largement cultivée et appréciée, Sa classification botanique, établie par **Guignard et Dupont (2004)**, précise son positionnement systématique au sein des plantes vasculaire le tableau II indique la classification détaillée de cette espèce.

Tableau II : La classification botanique de *Mentha pulegium*.

Taxon	Trachéophytes (plantes vasculaires)
Embranchement	Spermatophytes
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicotyledones
Sous Classe	Astériidées
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées (labiées)
Genre	<i>Mentha</i>
Espèce	<i>Mentha pulegium</i>

### 2.4 Valeur nutritionnelle

*Mentha pulegium* est une plante aromatique qui se distingue par ses apports nutritionnels modérés mais variés. Pour 100 g, elle contient 3,6 g de protéines et 0,8 g de lipides, ainsi que 3,4 g de glucides. Ces teneurs la placent dans une catégorie de plantes

aromatiques aux valeurs nutritives intéressantes (**Journal des Femmes Santé. « Menthe : 49 calories. »**).

*Mentha pulegium* est également une source intéressante de vitamines et de minéraux essentiels (**Journal des Femmes Santé. « Menthe : 49 calories. »**).

## 2.5 Composition des huiles essentielle

L'huile essentielle de *Mentha pulegium* contient une grande diversité de composés bioactifs responsables de ses propriétés antimicrobiennes. Le pulegone y est le constituant principal, accompagné d'autres monoterpènes oxygénés tels que le piperitenone, le 1,8-cinéole ou encore l' $\alpha$ -terpineol, connus pour leur activité biologique (**Moosavy et al., 2016**).

Le tableau suivant présente les principaux composés identifiés dans l'huile essentielle de *Mentha pulegium*, ainsi que leurs pourcentages relatifs.

**Tableau III** : Composition chimique de l'huile essentielle de *Mentha pulegium*.

Composé	Pourcentage (%)
<b>Pulegone</b>	36,68
<b>Piperitenone</b>	16,88
<b>1,8-Cinéole</b>	14,58
<b><math>\alpha</math>-Terpineol</b>	5,98
<b>Menthone</b>	4,72
<b>Cis-salvene</b>	3,56
<b>Piperitenone oxide</b>	3,27
<b><math>\delta</math>-Terpineol</b>	3,19
<b>Endo-borneol</b>	3,04
<b><math>\beta</math>-Caryophyllène</b>	1,79
<b>Oxyde de caryophyllène</b>	1,57
<b>Carvacrol</b>	1,34
<b>Limonène</b>	1,26
<b><math>\beta</math>-Pinène</b>	0,78
<b><math>\alpha</math>-Pinène</b>	0,43

## 2.6 Usage culinaire

*Mentha pulegium* était largement utilisé comme ingrédient conservateur dans l'industrie alimentaire (**Rodrigues et al., 2013**). Les feuilles confites ou séchées sont particulièrement adaptées pour aromatiser et améliorer les plats, les sauces et les potages. Elle est également employée pour la préparation des tisanes (**Boukenna et Bouzidi, 2007**) En Algérie sert pour préparer un plat traditionnel: le ragout de pomme de terre au pouliot « batatafliou » (**Baba Aissa, 1999**).

## 2.7 Utilisations en médecine traditionnelle

*Mentha pulegium* est largement utilisée en médecine populaire dans de nombreuses cultures (**Agnihotri et al., 2005 ; Diaz Maroto et al., 2007**). Les parties aériennes fleuries de la plante sont traditionnellement utilisées pour leurs propriétés biologiques pour traiter le choléra, les intoxications alimentaires, et les coliques intestinales (**Zargari, 1990 ; Delille, 2007**). *Mentha pulegium* est également utilisée traditionnellement en phytothérapie sous différentes formes, principalement à partir de ses parties aériennes. En infusion, en inhalation ou en décoction, elle est couramment employée pour soulager les affections respiratoires telles que le rhume, la bronchite (**Lahsissene et al., 2009**).

## 2.8 Activité biologique

### 2.8.1 Activité parasiticide

Les propriétés de *Mentha pulegium* sont dues aux principes actifs qu'elle renferme *Mentha Pulegium* constitue un des principaux moyens de lutte contre la vermine (**Serafini et al., 2000**). En répandant l'huile essentielle de *Mentha pulegium* dans l'air d'une pièce elle éloigne les parasites et insectes piqueurs. Elle est aussi utilisée sous forme de lotion, sur le pelage des animaux domestique pour les débarrasser de parasites nuisibles.

### 2.8.2 Activité antibactérienne

L'étude de **Stagos et al. (2012)** a montré que l'extrait méthanolique de l'espèce *Mentha Pulegium* a une activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus*. *Mentha pulegium* est reconnue pour ses propriétés antimicrobiennes, principalement attribuées à la composition chimique de ses huiles essentielles, notamment la présence de composés actifs tels que la pulégone. Une étude menée par **Radi et al. (2019)** a évalué l'effet antibactérien des huiles essentielles de *Mentha pulegium* contre des souches résistantes responsables d'infections nosocomiales.

### 2.8.3 Activité antioxydante

**Stagos et al. (2012)** ont montré que les extraits méthanoliques et aqueux de *Mentha pulegium* possèdent une activité de piégeage des radicaux libres, les résultats sont en accord avec ceux montrés dans plusieurs recherches (**Berselli et al., et Mata et al., 2007**).

### 2.8.4 Activité antifongique

Le pouvoir antifongique des huiles essentielles de *Mentha Pulegium* a été étudié vis-à-vis de deux champignons, par **Hmiri et al. (2011)**. Cette étude a provoqué une inhibition de la croissance d'*A. alternata* et de *P. expansum*.

### 2.8.5 Effet sur le système nerveux

*Mentha pulegium* renforce l'ensemble du système nerveux, agissant à la fois comme stimulant diffus et sédatif diffus, combattant efficacement la tension nerveuse et divers symptômes neurologiques (**Benayad, 2008**).

## 2.9 Toxicologie

L'utilisation des parties aériennes de *Mentha pulegium* ne présente pas de risque de toxicité aiguë ou chronique. L'huile essentielle de *Mentha pulegium* contient de la Pulégone, qui est une substance hépatotoxique. L'intoxication peut survenir après l'ingestion de 5 grammes d'essence et la mort peut survenir après l'ingestion de 30 millilitres d'essence (**Anton, 2005**).

# *Partie Pratique*

***Chapitre III :***  
***Matériels et Méthodes***

### 3 Matériels et Méthodes

#### 3.1 Objectif du travail

La présente étude a été réalisée au niveau de la laiterie-fromagerie « le semeur » pendant une période de deux mois. Ce travail vise à incorporer *Mentha pulegium* dans un fromage à pâte molle type camembert et d'étudier l'impact de *Mentha pulegium* sur les propriétés organoleptiques, microbiologiques, physico-chimiques ainsi que sa durée de conservation.

#### 3.2 Présentation de l'unité

Les évolutions socio-économiques des dernières années, liées à la réorganisation de l'économie nationale, ont mené à la liquidation de plusieurs sociétés publiques, et à une focalisation des investissements privés sur les activités économiques majeures.

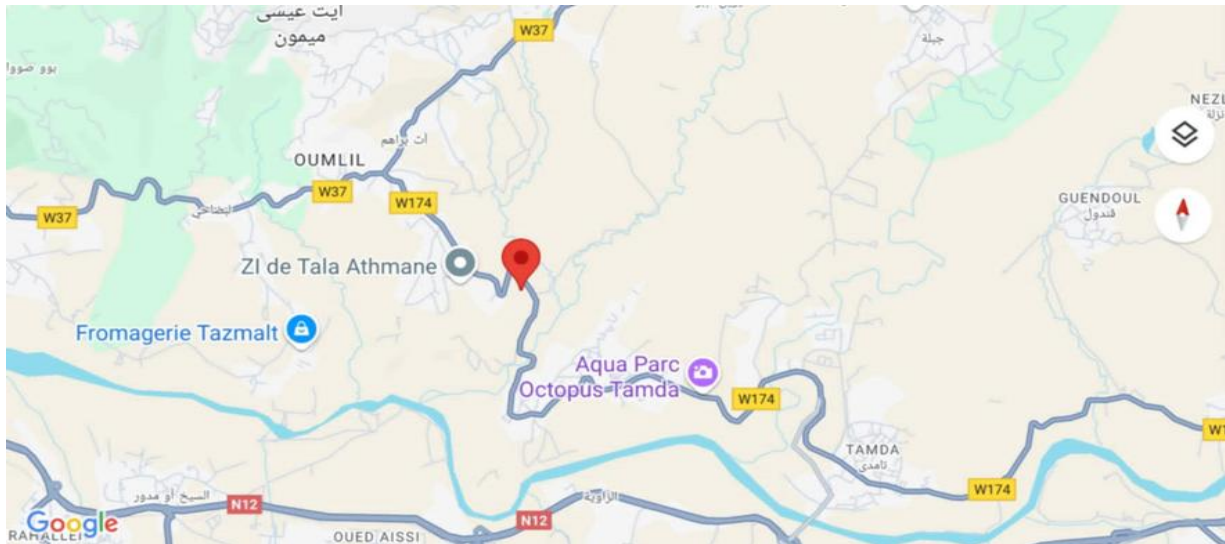
Cela a donc ouvert d'amples créneaux dans tous les domaines d'activités économiques pour le bénéfice des petites et moyennes entreprises existantes ou à créer.

Ce cadre favorable a encouragé les promoteurs, parmi eux : RAMDANE Hamid et Mohamed, à investir dans le domaine de l'agro-alimentaire qui présente des perspectives plutôt prometteuses.

##### 3.2.1 Situation géographique

La SARL « Le Semeur », une laiterie et fromagerie créée en 2012, qui a commencé ses activités le 1er juin 2017. Elle est implantée dans la zone d'activité de Tala Athmane, située à l'Est de Tizi-Ouzou, à environ 11 km de cette ville (figure n°2).

L'entreprise emploie 52 personnes et dispose d'une capacité de production quotidienne d'environ 70 000 litres de lait et 5 000 pièces de fromage à pâte molle, notamment du camembert, fabriqué à partir de lait de vache 100% pur, qui constitue le produit principal de cette étude



**Figure 2 :** Situation géographique de la laiterie « Le Semeur ».

### 3.2.2 Fonctions de l'unité

L'unité laitière aura pour principales fonctions la transformation du lait, qu'il soit frais ou reconstitué, en une gamme variée de produits laitiers destinés à la consommation locale. Elle assure également la production de lait pasteurisé en sachets, ainsi que de produits dérivés tels que le fromage type Camembert. En plus de répondre aux besoins alimentaires de base de la population, l'unité contribuera à la valorisation de la filière laitière, à la création d'emplois, et au renforcement du tissu industriel de la région.

### 3.2.3 Produits de la laiterie

Les principaux produits de l'unité sont :

- Lait pasteurisé.
- Lait fermenté (lben).
- Lait caillé.
- Fromage à pâte molle : Camembert.
- Crème fraîche.
- Beurre.
- Fondu de camembert.

### 3.2.4 Diagramme de fabrication du camembert

Le processus de fabrication du camembert à partir de lait de vache pasteurisé suit une série d'étapes précises, allant de la réception du lait jusqu'au conditionnement final.

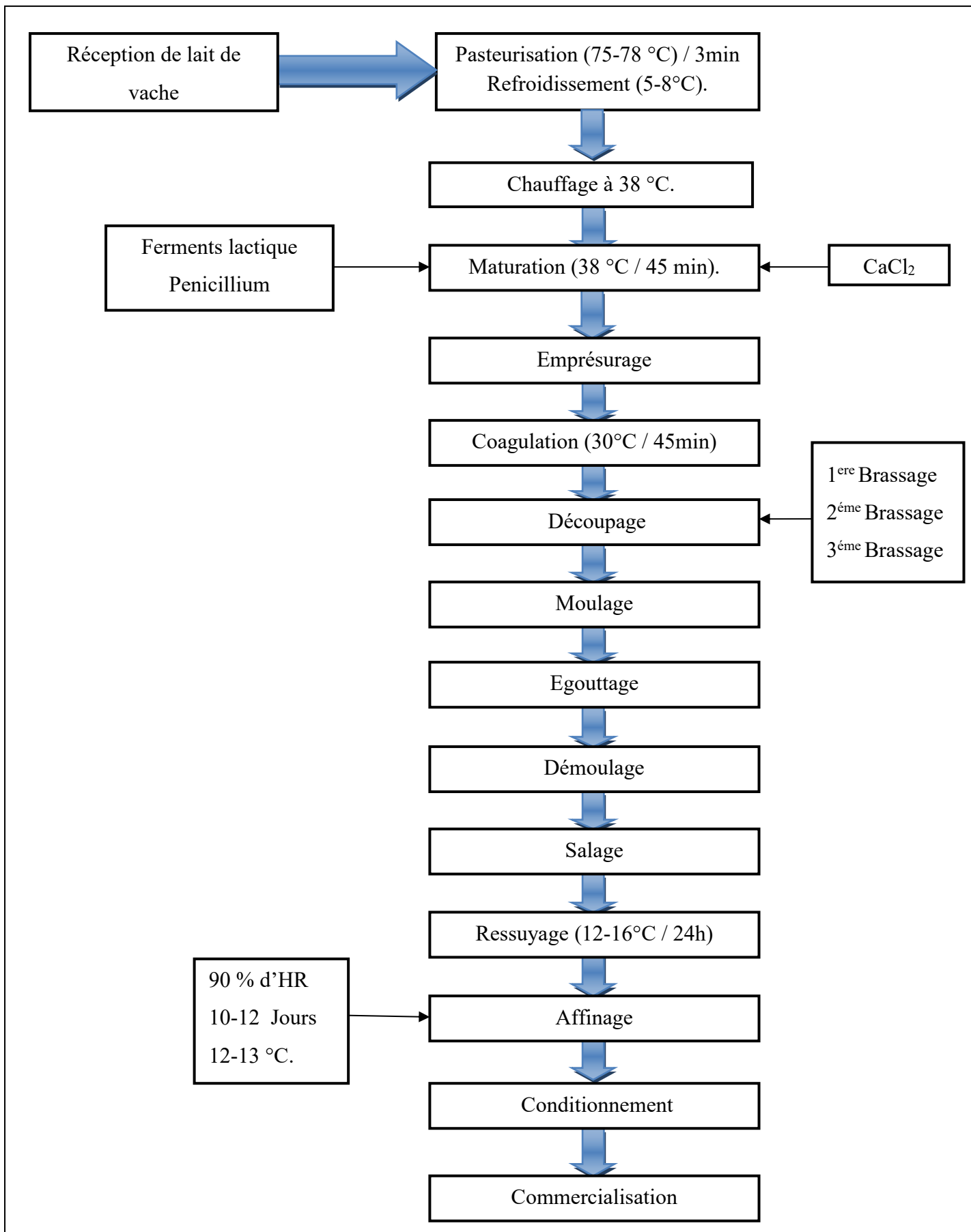


Figure 3 : Diagramme de fabrication de camembert le « Semeur ».

### 3.3 Matériel

#### 3.3.1 Matériel biologique

La matrice végétale utilisée dans cette étude est la partie feuilles de *Mentha Pulegium*, une plante aromatique de la famille des Lamiacées, connue pour ses propriétés médicinales. La menthe pouliot utilisée a été récoltée dans la région de Chaibe situées en commune Mekla, Wilaya de Tizou Ouzou, Algérie.

Après la récolte, les feuilles ont été soigneusement triées afin d'éliminer les parties abîmées ou présentant des contaminations éventuelles. Elles ont ensuite été lavées abondamment à l'eau distillée pour éliminer les impuretés superficielles. Seules les feuilles saines ont été conservées pour la suite des manipulations. La figure 04 présente l'aspect des feuilles fraîches de *Mentha pulegium*.

Le processus de séchage a été réalisé en utilisant un four à micro-ondes, réglé à une puissance de 600 watts, pendant une durée de 3 à 5 minutes. Cette étape de séchage permet de réduire efficacement la teneur en eau des feuilles, tout en préservant les principaux composés bioactifs tels que les huiles essentielles. Le séchage au micro-onde a l'avantage de limiter la dégradation thermique des constituants volatils et faciliter la conservation des échantillons en vue des analyses ultérieures.



**Figure 4 :** Feuilles fraîches *Mentha pulegium*.

#### 3.3.2 Matériel non biologique et réactifs

Le matériel de laboratoire ainsi que les réactifs utilisés au cours de cette étude sont décrits de manière détaillée dans l'annexe 01.

### 3.4 Méthodes

#### 3.4.1 Préparation de la matière première

Le lait de vache cru est collecté par l'unité auprès de diverses fermes d'élevage réparties dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Pour garantir sa qualité, il est transporté dans des camions-citernes isothermes maintenant une température de 4 à 5 °C, conformément aux normes de la chaîne du froid. Une fois réceptionné, le lait est stocké dans un tank réfrigéré à environ 7 °C, assurant ainsi sa conservation optimale avant transformation en fromage ou autres produits laitiers

#### 3.4.2 Analyse physico-chimique du lait cru

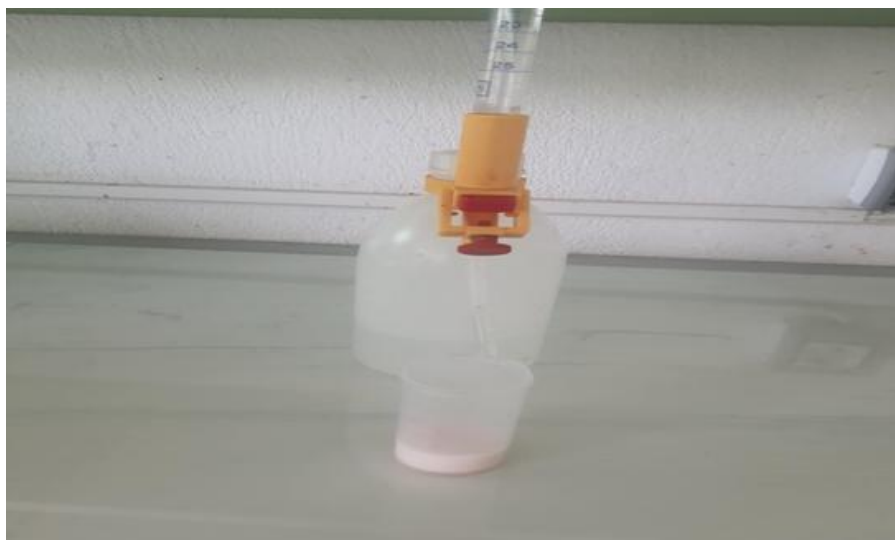
##### 3.4.2.1 Détermination de l'acidité Dornic

###### ❖ Principe

Il s'agit d'un titrage acido-basique, l'acide lactique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (N/9) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

###### ❖ Mode opératoire

La figure 05 illustre la détermination de l'acidité du lait par titrage colorimétrique à la phénolphtaléine. Un volume de 10 ml de l'échantillon a été introduit dans un bécher. Ensuite, 2 à 3 gouttes d'un indicateur coloré ont été ajoutées. Le mélange a été titré à l'aide d'une solution de soude (NaOH N/9) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose, indiquant l'atteinte du point d'équivalence. Cette opération a permis de déterminer l'acidité de l'échantillon.



**Figure 5 :** Détermination de l'acidité du lait par titrage colorimétrique à la phénolphtaléine.

L'acidité exprimée en degré Dornic est égale à :

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

(AT: Acidité titrable V: le volume en ml correspond à la chute de la burette. 1ml = 10°D).

#### 3.4.2.2 Détermination de densité

##### ❖ Principe

La densité du lait désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau par lactodensimètre.

##### ❖ Mode opératoire

Le lait a été versé dans une éprouvette inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air. L'éprouvette a été remplie jusqu'à un niveau permettant d'introduire le lactodensimètre sans dépasser le volume de sa carène. L'introduction de l'instrument a entraîné un débordement, nécessaire pour éliminer les traces de mousse à la surface. L'éprouvette remplie a été placée en position verticale, puis plongée dans un bain à 20 °C lorsque la température ambiante était hors de l'intervalle 18–22 °C. Le lactodensimètre a été introduit lentement, en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette et en le retournant jusqu'à atteindre sa position d'équilibre. Après une attente de trente secondes à une minute, la lecture de la graduation a été effectuée au niveau supérieur du ménisque, suivie de la lecture de la température.

#### 3.4.2.3 Test d'antibiotique

##### ❖ Définition

La présence de résidu d'antibiotique présente des risques directs ou indirects pour le consommateur, il peut aussi être l'origine de l'inhibition totale ou partielle des phénomènes fermentaires d'origine bactérienne.

La recherche d'antibiotiques se fait par un appareil « Delvotest®OBLF » avec l'utilisation des bandelettes de 8 à 9 cm. Ce test permet de détecter la présence ou l'absence de Béta-Lactames (Amoxicilline, Ampicilline ...) et des tétracyclines (Oxytétracycline, Tétracycline...) dans le lait cru.

### ❖ Mode opératoire

La Figure 06 illustre le test d'antibiotiques effectué à l'aide de bandelettes de migration. L'appareil a été mis en marche jusqu'à l'apparition du signal rouge. Les tubes Eppendorf y ont ensuite été placés. Un volume de 100 µl de lait cru, prélevé à l'aide d'une micropipette, a été introduit dans chaque tube. L'incubation a été réalisée pendant 3 minutes à une température de  $47,5\text{ °C} \pm 1,0\text{ °C}$ . Des bandelettes de migration ont ensuite été introduites dans les tubes comme indicateurs, pendant une durée de 5 à 10 minutes.



**Figure 6 :** Test d'antibiotique.

### ❖ Lecture

La figure 07 montre le principe de lecture du test de détection des résidus d'antibiotiques à l'aide de bandelettes réactives. Si les deux lignes sont de couleur rose foncée par rapport à la ligne du milieu, cela indique l'absence d'antibiotiques. La présence des antibiotiques est révélée si les deux lignes sont de couleur claire ou bien non visible.



**Figure 7 :** Test détection de résidus d'antibiotiques dans le lait à l'aide de bandelettes réactives.

#### 3.4.2.4 Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique)

##### ❖ Principe

La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle qui lorsqu'elle est appliquée à un lait entier de teneur en matière grasse moyenne et de masse volumique moyenne à 20°C (27°C dans les pays tropicaux) donne une teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100g de lait ou 100 ml de lait

##### ❖ Mode opératoire

Un volume de 10 mL d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) a été introduit dans un butyromètre de Gerber. Un volume de 11 mL de l'échantillon a ensuite été ajouté à l'aide d'une pipette, en le versant le long de la paroi interne afin de limiter le contact direct avec l'acide. Puis, 1 mL d'alcool isoamylique a été ajouté. Le butyromètre a été fermé à l'aide d'un bouchon, puis agité jusqu'à obtention d'un mélange homogène. L'appareil a ensuite été placé dans une centrifugeuse Gerber, réglée à une vitesse de 1200 tours par minute pendant une durée de quatre minutes. (Figure 08, ci-dessous).



**Figure 8 :** Dosage de la matière grasse du lait - Méthode acido-butyrométrique.

##### ❖ Lecture

La teneur en matière grasse est exprimée en g/l est obtenu par la lecture de la graduation sur le butyromètre. Maintenir le bouchon vers le bas et ajuster devant le repère la plus proche, puis lire rapidement.

$$\text{MG (g/l)} = (\text{B}-\text{A}) \times 100$$

A : la valeur correspondant au niveau inférieur de la colonne grasse.

B : la valeur correspondant au niveau supérieur de la colonne grasse.

#### 3.4.2.5 Mesure de la teneur en matière sèche totale

##### ❖ Principe

Dessiccation par évaporation d'une certaine quantité de lait et pesée du résidu.

##### ❖ Mode opératoire

A l'intérieur d'un dessiccateur infrarouge placer une capsule en aluminium préalablement séchée et tarée, introduire 3g de lait goûte à goûte et lancer le dessiccateur.

### 3.5 Préparation de camembert au *Mentha pulegium*

#### 3.5.1 Ingrédients

- Le lait
- Les ferments
- La présure
- *Mentha Pulegium*
- Le sel
- Penicillium

#### 3.5.2 Formulation du Camembert au *Mentha pulegium*

##### ➤ Études préliminaires et optimisation

Dans l'objectif de réduire au maximum les risques de contamination microbologique liés à l'ajout de *Mentha pulegium* et dans l'optique d'optimiser la durée de conservation du produit fini, des tests préliminaires sur la matrice végétale ont été réalisés. Ces essais incluent le blanchiment, le séchage et l'incorporation dans l'huile d'olive (tableau IV). Parallèlement, des expérimentations ont été menées pour déterminer la taille optimale des particules de la plante et la proportion idéale à incorporer dans le fromage, assurant ainsi un équilibre parfait en termes de texture et de saveur.

**Tableau IV** : Facteurs étudiés pour l'incorporation de *Mentha pulegium* dans le camembert.

Facteur (symbole)	N1	N2	N3
A : prétraitement	Séchage	Blanchiment	Immersion dans l'huile d'olive
B : Proportion de <i>Mentha Pulegium</i>	0,5%	1%	1,5%
C : Taille particules	Entier	Haché Grossièrement	Haché Finement

L'optimisation de la formulation a été réalisée en testant différentes combinaisons possibles des facteurs identifiés : le prétraitement de *Mentha pulegium*, sa proportion, et la taille de ses particules.

Chaque lot de camembert ainsi produit a été soumis à des analyses sensorielles pour évaluer l'acceptabilité de la nouvelle formule.

Cette démarche a permis de déterminer la méthode la plus efficace pour intégrer *Mentha pulegium*, aboutissant à un camembert appréciable et conforme aux standards de qualité de l'entreprise, tout en maximisant sa durée de vie.

### 3.5.3 Les étapes de fabrication

#### 3.5.3.1 Préparation de lait

Le lait de vache réceptionné a été tout d'abord pasteurisé à une température comprise entre 75 °C et 78 °C pendant 3 minutes, puis rapidement refroidi à 5-8 °C afin de stopper la croissance microbienne. Par la suite, il a été chauffé à 38 °C, température à laquelle il a été maintenu pendant la phase de maturation durant 45 minutes.

Au cours de cette étape, des ferments lactiques spécifiques ainsi qu'une souche de *Penicillium* ont été incorporés pour déclencher la fermentation et permettre le développement des arômes caractéristiques du produit final.

À la fin de ce processus, le lait a été prêt à être envoyé pour les étapes suivantes de transformation.

#### 3.5.3.2 Incorporation de la *Mentha pulegium* et emprésurage

La figure 09 montre l'incorporation de *Mentha pulegium* dans le lait avant coagulation. Avant l'ajout de la présure, des feuilles séchées de *Mentha pulegium* ont été incorporées au lait dans le but d'aromatiser le fromage. Ensuite, la présure liquide a été ajoutée pour

déclencher la coagulation du lait. Cette opération s'est déroulée dans des bassins maintenus à une température d'environ 30 °C pendant 45 minutes, aboutissant à la formation d'un gel appelé coagulum.



**Figure 9 :** Incorporation de *Mentha pulegium*.

#### 3.5.3.3 Découpage et brassage

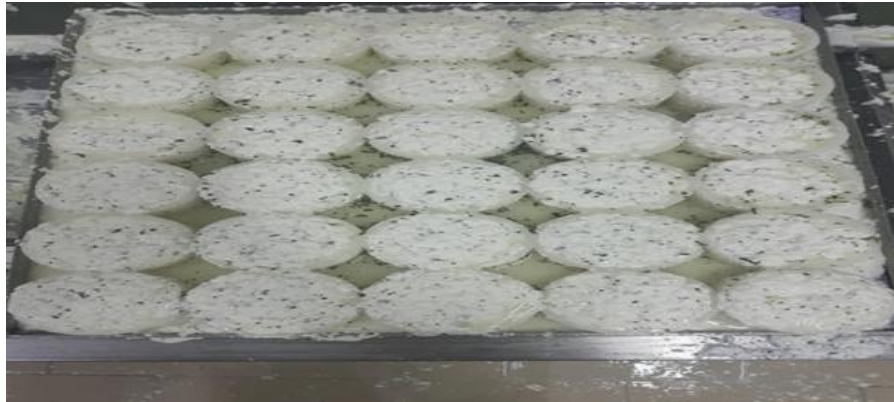
Après la gélification du lait, le caillé obtenu a été découpé en petites cubes d'environ 4 à 5 cm à l'aide d'un tranche-caillé afin d'augmenter la surface d'exsudation du lactosérum (le petit-lait). Comme l'illustre la Figure 10, le caillé découpé a été soumis à plusieurs brassages successifs (3 brassages) permettant d'améliorer l'égouttage et de préparer le caillé à l'étape suivante.



**Figure 10 :** Décaillage du caillé.

### 3.5.3.4 Moulage

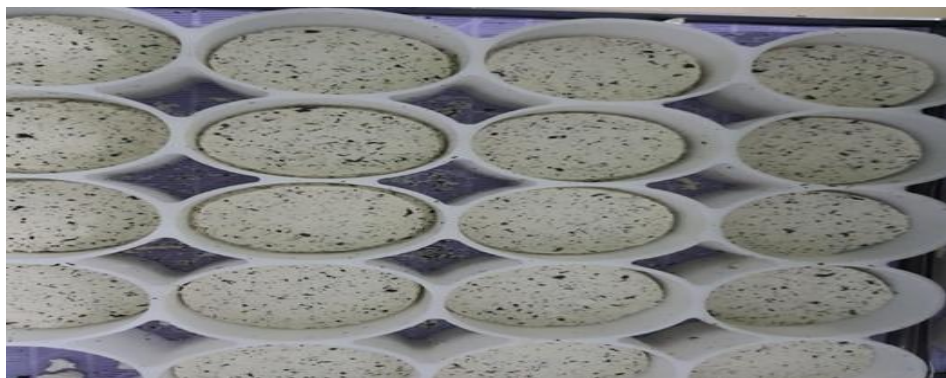
Le caillé brassé a été placé dans des moules perforés qui ont facilité l'évacuation du lactosérum. Cette opération est illustrée à la Figure 11. La température de la salle de moulage a été 26 °C–28 °C. Le moulage a eu pour but de donner au fromage sa forme définitive.



**Figure 11 :** Moulage.

### 3.5.3.5 Egouttage

Les moules ont été retournés à plusieurs reprises (après 45 minutes, 2 heures, et, si nécessaire, une troisième fois) afin de garantir un égouttage homogène et optimal (figure 12). La température de la salle a été maintenue à 24-26 °C, les fromages ont été abandonnés pendant 24 heures.



**Figure 12 :** Egouttage.

### 3.5.3.6 Salage et ressuyage

La figure 13 illustre l'immersion des fromages dans la saumure suivie de l'étape de ressuyage. Après démoulage, les fromages ont été immergés dans une saumure dont la

concentration en sel a varié entre 150 et 170 g/L pendant 25 à 30 minutes. Cette étape a permis d'améliorer la conservation, la texture ainsi que le goût du produit final. Les fromages ont ensuite été placés en salle de ressuyage pendant 24 heures à une température de 12–16 °C, avec un retournement effectué pour assurer un séchage uniforme.



**Figure 13 :** Salage.

#### **3.5.3.7 Affinage**

Les fromages ont ensuite été placés en salle d'affinage, dans des conditions strictement contrôlées : une température maintenue entre 10 et 14 °C et une humidité relative de 90 à 90 %. Comme le montre la Figure 14.

Après la période d'affinage, les camemberts (Témoin et échantillons à la menthe) sont emballés et conditionne dans la chambre froide à 41 °C, pour une durée de huit semaines. Pour le suivi de la conservation, deux unités (un témoin et un échantillon test) sont prélevées tous les cinq 5 jours. Toutes les étapes de préparations ont été réalisées dans de bonnes conditions d'hygiène pour garantir la fiabilité des résultats.



**Figure 14 :** Affinage.

### 3.6 Analyses physico-chimique et microbiologique du camembert

#### 3.6.1 Prélèvements des échantillons

Après la période d'affinage, les camemberts (témoin et échantillons à la menthe) ont été emballés et ont été conditionnés dans la chambre froide à  $4 \pm 1$  °C, pour une durée de huit semaines. Pour le suivi de la conservation, deux unités (un témoin et un échantillon test) ont été prélevées tous les cinq jours.

Toutes les étapes de préparation ont été réalisées dans de bonnes conditions d'hygiène afin de garantir la fiabilité des résultats.

#### 3.6.2 Analyses physico-chimique du camembert

##### 3.6.2.1 Détermination de pH

###### ❖ Principe

Le pH fournit des informations précises sur la fraîcheur du camembert. Si les bactéries lactiques interviennent, une portion du lactose présent dans le camembert sera y transformée en acide lactique, ce qui entraînera une hausse de la concentration en ions hydronium dans le produit

###### ❖ Mode opératoire :

La mesure du pH a été réalisée pour les deux types de camembert : le camembert classique et celui enrichi à la *Mentha pulegium*.

Comme la figure 15 indique, dans un premier temps, le pH-mètre a été étalonné à l'aide de deux solutions tampons, l'une acide et l'autre basique. Ensuite, la sonde du pH-mètre a été plongée au cœur de chaque camembert afin de mesurer la valeur du pH.



**Figure 15** : Mesure du pH de camembert.

**❖ Lecture**

La lecture est effectuée une fois que la valeur devient stable. Après chaque mesure, l'électrode est soigneusement rincée avec de l'eau distillée, puis séchée pour éviter toute contamination croisée entre les échantillons.

**3.6.3 Analyses microbiologiques****3.6.3.1 Dénombrements des coliformes totaux**

Les coliformes sont des microorganismes d'altérations. Leur présence indique une faute hygiénique relevant soit d'une mauvaise qualité du lait utilisé, soit de la malpropreté du matériel de fabrication.

Leur dénombrement est réalisé sur milieu VRBL après incubation pendant 24h à 37°C.

**❖ Objectif**

Vérifier l'hygiène lors de la production et la sécurité sanitaire.

**❖ Mode opératoire**

Le dénombrement des coliformes totaux a été effectué sur les deux types de camembert : le camembert classique et le camembert enrichi. Trois répétitions ont été réalisées pour chaque type.

Dans un premier temps, l'environnement de travail a été soigneusement désinfecté. Un bec Bunsen a été allumé afin de créer une zone stérile. Le matériel nécessaire a été préparé, comprenant des boîtes de Pétri, des pipettes Pasteur stériles, des sachets stériles, de la gélose VRBL, les échantillons à analyser, du bouillon tamponné (TSE), ainsi que des marqueurs pour identifier les boîtes de Pétri. Chaque boîte a été identifiée avec la date, le numéro de répétition et le nom de l'échantillon.

Pour la préparation des échantillons, 25 grammes de camembert ont été pesés puis déposés dans un sachet stérile. Ensuite, 180 mL de bouillon TSE ont été ajoutés au sachet contenant l'échantillon. Le mélange a été homogénéisé manuellement afin d'obtenir une suspension mère (SM) homogène.

L'ensemencement a été réalisé en prélevant 1 ml de la suspension mère à l'aide d'une pipette Pasteur stérile. Cette aliquote a été déposée directement dans une boîte de Pétri stérile. Environ 15 à 20 ml de gélose VRBL fondue ont ensuite été versés dans la boîte contenant la suspension. Des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » ont été effectués pour assurer un mélange homogène de la suspension avec la gélose. Les boîtes ont ensuite été laissées à température ambiante pendant 15 à 20 minutes pour permettre à la gélose de se solidifier (figure n°16).

Enfin, les boîtes de Pétri ont été placées à l'envers dans une étuve, puis incubées à 37 °C pendant 24 heures.



**Figure 16 :** Détection de Coliformes totaux sur gélose VRBL à partir d'un échantillon de camembert.

#### ❖ Lecture

Après incubation, observer les colonies caractéristiques des coliformes totaux (colonies rouges à centre rouge foncé sur gélose VRBL). Compter uniquement les colonies typiques, exprimer les résultats en nombre d'unités format colonies (CFU) par gramme d'échantillon.

### 3.7 Analyses sensorielles

Dans cette étude, deux types de camembert ont été comparés ; le camembert classique produit par l'unité et le camembert enrichi au *Mentha pulegium*. L'objectif de cette analyse est d'évaluer les caractéristiques organoleptiques de deux types de camembert.

Un panel de dégustation de 47 personnes non entraînées de différentes tranches d'âge ont participé à la dégustation. Des morceaux de camembert codés A ou B ont été présentés aux dégustateurs. Ensuite, ils ont noté l'intensité de l'aspect, la texture, l'odeur, l'arôme, la saveur et le goût sur une échelle de 1 à 5. Les dégustateurs se rinçaient la bouche à l'eau entre chaque échantillon.

### 3.8 Analyses statistiques

Les différentes analyses ont été effectuées en triplicata et les résultats obtenus sont exprimés en moyenne  $\pm$  écart-type. L'analyse statistique de l'évolution du pH et de la qualité microbiologique entre les groupes « camembert au *Mentha Pulegium* » et « camembert classique » a été réalisée à l'aide d'une ANOVA à un facteur ( $p < 0,05.$ ), suivie du test de comparaison multiple de Tukey au seuil de 5% pour identifier les différences significatives entre les groupes. Une analyse des corrélations entre les variables a été également envisagée.

*Chapitre IV :*  
*Résultats et Discussions*

## 4 Résultats et discussions

### 4.1 Résultats des analyses physico-chimiques du lait

Les résultats des analyses physico-chimique du lait utilisé pour la fabrication du camembert sont présentés dans le tableau V. Ils sont comparés aux normes de qualité définies par l'AFNOR (1986) et par le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA, 1998), applicables au lait cru destiner à la transformation fromagère.

**Tableau V** : Résultats des Analyses physico-chimiques du lait.

Paramètre	Échantillon	Norme
Densité	1,030±0.02	1,028 – 1,034
Matière grasse (g/L)	32±0.03	34 - 36
Acidité titrable	17±0.03	15 - 18 °D
Extrait sec totale	115±0.01	120 - 125
Teste antibiotique	Absence	Absence

#### 4.1.1 Densité

La densité mesurée est de 1,030±0.02 ce qui est conforme aux normes (1,028 – 1,034). Cela indique un lait de bonne qualité, sans ajout d'eau.

#### 4.1.2 Matière grasse

Le taux est de 32 g/L, légèrement inférieur à la norme (34 – 36 g/L). Ce qui justifie l'étape de la standardisation du lait afin d'améliorer le rendement du fromage et sa texture.

#### 4.1.3 Acidité titrable

L'acidité est de 17±0.02 °D, respectant la norme (15 – 18 °D). Cela montre que le lait est frais et bien conservé.

#### 4.1.4 Extrait sec total

La valeur est de 115 g/L, ce qui est juste au-dessous de la norme (120 – 125 g/L). Dans un objectif de l'amélioration de la qualité du caillé, la quantité de l'extrait sec total du lait est ajustée en fonction des objectifs visés.

#### 4.1.5 Test antibiotique

Le résultat est négatif, ce qui est conforme. Cela permet une bonne fermentation sans risque d'inhibition des ferments lactiques.

## 4.2 Résultats des études préliminaires

Les résultats des données des études préliminaires recueillies montrent une préférence et une acceptabilité remarquable pour le camembert enrichi avec 0,5% des feuilles de *Mentha pulegium* séchées au micro-onde et finement hachées.

## 4.3 Résultat d'analyse physico-chimique et microbiologique du camembert

Après l'évaluation de la qualité du lait utilisé, un suivi a été réalisé pendant 45 jours afin d'observer l'évolution du pH et de la charge en coliformes totaux dans deux types de camembert (un camembert classique comme témoin et un camembert enrichi en *Mentha pulegium*).

Ce suivi permet d'évaluer l'effet de l'incorporation de *Mentha pulegium* sur la maturation biochimique du fromage (à travers le pH) ainsi que sur son hygiène microbiologique (à travers la présence ou l'évolution des coliformes).

### 4.3.1 Mesure de pH

La figure n°17 présente l'évolution du pH durant les 45 jours de conservation pour les deux types de camembert (classique et enrichi en *Mentha pulegium*), sous forme d'histogramme comparatif.

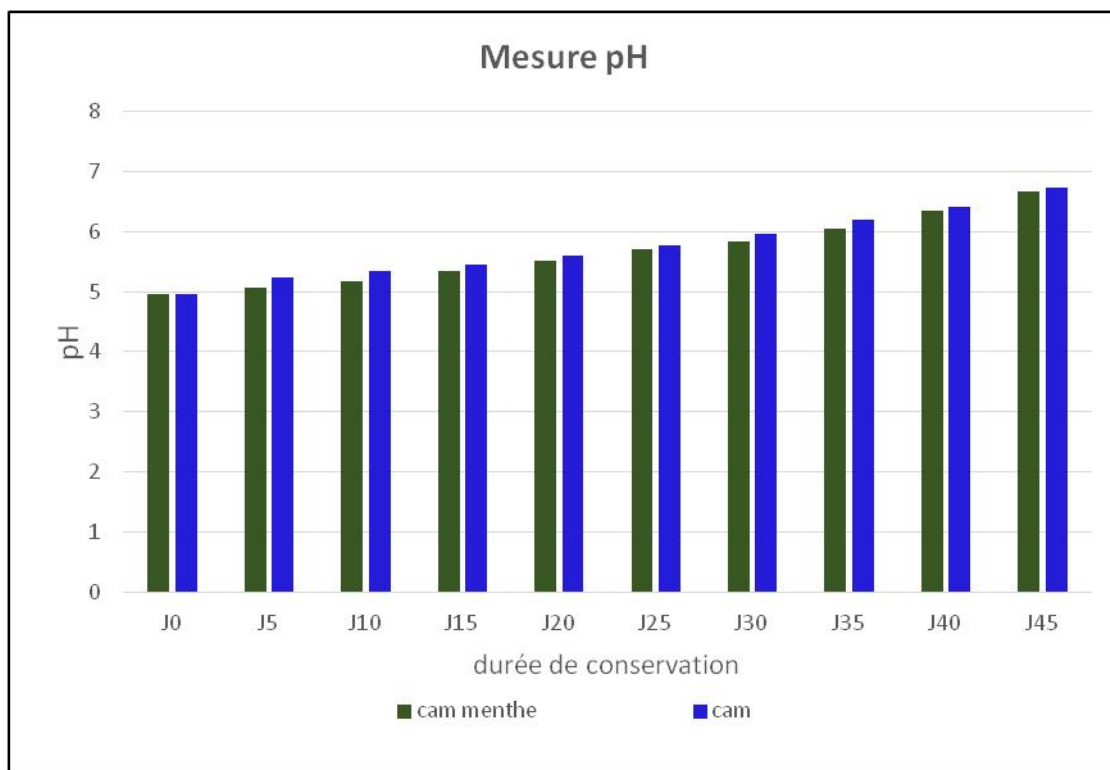


Figure 17 : Évolution du pH durant la conservation du camembert.

On observe une augmentation progressive du pH dans les deux cas durant les 45 jours de conservation, Ce qui est conforme au processus naturel de maturation du camembert. Il passe d'environ 5,0 à 6,9 pour le camembert classique, et de 5,0 à environ 6,7 pour celui enrichi en *Mentha pulegium*. Cette différence s'explique probablement par l'incorporation de *Mentha pulegium*. Dans un premier temps, les bactéries lactiques présentes dans le fromage transforment les traces de lactose résiduel en acide lactique par fermentation. Cette production d'acide entraîne une acidification initiale du camembert (**Vignola, 2002**).

Par la suite, la flore fongique d'affinage, notamment *Penicillium camemberti* et *Geotrichum candidum*, assimile cet acide lactique, ce qui provoque une augmentation progressive du pH. Cette alcalinisation favorise l'action des enzymes protéolytiques, qui libèrent de l'ammoniac, contribuant ainsi à la désacidification du fromage au fil du temps (**Lenoir, 1984**).

Selon **Ribadeau-Dumas (1984)**, le pH de la pâte augmente pendant l'affinage en raison de la consommation de lactate par les moisissures et de la formation d'ammoniac. Cet ammoniac est libéré lors de la protéolyse, sous l'action des désaminases, en tant que produit final de la dégradation des protéines.

#### **4.3.1.1 Effet de *Mentha pulegium* sur l'évolution du pH du camembert**

Afin d'évaluer l'impact de l'ajout de *Mentha pulegium* sur l'évolution du pH du camembert, une analyse de variance (ANOVA) a été réalisée. Cette analyse statistique permet de déterminer si les différences observées entre les deux types de fromages (avec et sans menthe) sont significatives.

L'analyse de la variance (ANOVA) révèle une différence significative entre les deux types de camemberts (avec et sans incorporation de la *Mentha pulegium*) en ce qui concerne l'évolution du pH ( $F = 9,88$ ,  $p = 0,0029$ ). Cela indique que l'ajout de *Mentha pulegium* a un effet statistiquement significatif sur le pH du fromage au cours du temps.

Pour affiner l'interprétation des résultats de l'ANOVA, un test de comparaison multiple de Tukey a été appliqué. Ce test permet d'analyser plus précisément les différences de pH entre les deux types de camembert à chaque intervalle de temps (tableau VI)

**Tableau VI :** Valeurs du pH durant la conservation du camembert.

Temps	pH camembert au <i>Mentha pulegium</i>	pH camembert classique	p-value
<b>J0</b>	4.96 <sup>a</sup> ± 0.02	4.97 <sup>a</sup> ± 0.02	0.59
<b>J5</b>	5.07 <sup>a</sup> ± 0.02	5.24 <sup>b</sup> ± 0.04	0.003
<b>J10</b>	5.17 <sup>a</sup> ± 0.01	5.33 <sup>b</sup> ± 0.02	0.0005
<b>J15</b>	5.34 <sup>a</sup> ± 0.02	5.44 <sup>b</sup> ± 0.01	0.0015
<b>J20</b>	5.51 <sup>a</sup> ± 0.02	5.59 <sup>b</sup> ± 0.02	0.006
<b>J25</b>	5.71 <sup>a</sup> ± 0.02	5.78 <sup>b</sup> ± 0.03	0.028
<b>J30</b>	5.83 <sup>a</sup> ± 0.02	5.96 <sup>b</sup> ± 0.02	0.002
<b>J35</b>	6.04 <sup>a</sup> ± 0.00	6.20 <sup>b</sup> ± 0.02	<0.0001
<b>J40</b>	6.35 <sup>a</sup> ± 0.02	6.41 <sup>a</sup> ± 0.02	0.087
<b>J45</b>	6.66 <sup>a</sup> ± 0.01	6.72 <sup>a</sup> ± 0.03	0.074

Les valeurs du pH sont exprimées en moyenne des trois répétitions ± écart-type. Les lettres différentes (a vs b) signifient une différence significative ( $p < 0.05$ ).

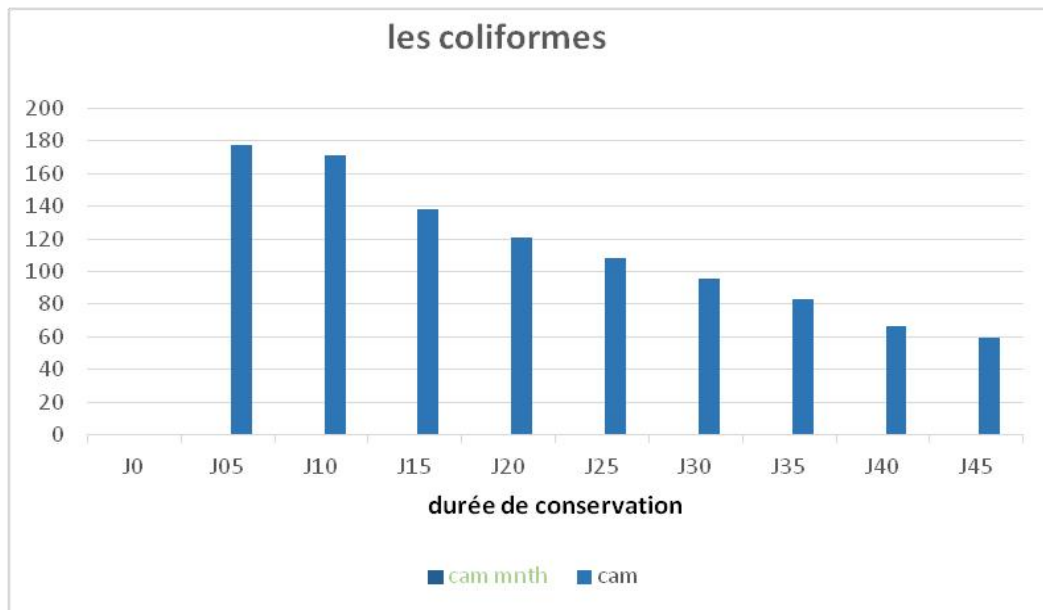
Sur l'ensemble de la période de suivi (45 jours), le pH des fromages enrichis à la *Mentha pulegium* reste systématiquement inférieur à celui des fromages classiques, avec des différences significatives dès le jour 5.

L'analyse ANOVA confirme une différence globale significative entre les deux types de fromage ( $p = 0.0029$ ), ce qui suggère que l'incorporation de la *Mentha pulegium* ralentit légèrement l'évolution du pH au cours de la maturation.

Cette tendance pourrait être liée à un effet antimicrobien modéré de la *Mentha pulegium*, influençant la flore d'affinage responsable de l'augmentation du pH.

#### 4.3.2 Résultats obtenues des analyses microbiologiques du camembert

La figure n°18 présente le dénombrement des coliformes totaux (UFC/g) dans les deux types de camembert (classique et enrichi à la *Mentha pulegium*) durant 45 jours de conservation.



**Figure 18 :** Évolution des Coliformes durant la conservation du camembert.

Le camembert enrichi à la *Mentha pulegium* ne présente aucun coliforme détectable durant les 45 jours de conservation, contrairement au camembert classique.

L'absence totale de coliformes dans le camembert enrichi au *Mentha pulegium* indique une forte activité antimicrobienne de cette plante.

En effet, **Ghazghazi et al (2013)** ont montré que les extraits de *Mentha pulegium* riches en *pulegone* et en *menthone* inhibent efficacement plusieurs coliformes, notamment *Escherichia coli* et *Klebsiella spp.*

De plus, **Jebali et al (2022)** ont caractérisé la composition phytochimique d'extraits méthanoliques de *Mentha pulegium* issues de deux régions tunisiennes et mis en évidence une activité antibactérienne remarquable contre ces mêmes espèces, avec une concentration inhibitrice minimale (MIC) de 80 µg/mL et une concentration bactéricide minimale (MBC) de 160 µg/mL.

Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par **Moosavy et al. (2016)**, qui ont observé une réduction progressive de *Listeria monocytogenes* dans du fromage blanc iranien traité avec l'huile essentielle de *Mentha pulegium*. Ils ont souligné que l'augmentation de la concentration de l'huile essentielle entraînait une baisse significative de la charge bactérienne, sans altérer les qualités organoleptiques du produit.

L'ensemble de ces données soutient l'idée que *Mentha pulegium*, riche en composés bioactifs tels que la pulégone, la menthone et le 1,8-cinéole, constitue une alternative naturelle

prometteuse aux conservateurs chimiques dans les fromages affinés. Son utilisation pourrait ainsi répondre à la demande croissante des consommateurs pour des aliments plus naturels, tout en garantissant la sécurité microbiologique du produit.

La charge bactérienne décroît progressivement, passant d'environ 180 UFC/g à J5 à 60 UFC/g à J45, traduisant une amélioration de la stabilité microbiologique du produit au fil du temps dans le camembert classique.

**La Fédération Nationale des Éleveurs de Chèvres (FNEC)** fournit des critères microbiologiques pour les fromages, notamment concernant les coliformes totaux. Selon la fiche technique de la FNEC, les limites pour les coliformes totaux dans les fromages sont :

- m (valeur seuil) : 100 UFC/g
- M (valeur maximale) : 1000 UFC/g

Cela signifie que, pour un échantillon de fromage, la majorité des unités analysées doivent présenter une concentration de coliformes totaux inférieure à 100 UFC/g, et aucune ne doit dépasser 1000 UFC/g. Ces critères servent principalement à évaluer les conditions d'hygiène lors de la production.

Au cours de l'affinage du camembert, on observe une décroissance régulière et significative de la population de coliformes totaux, qui tend à devenir indétectable vers J45.

Cette réduction s'explique notamment par le stockage à basse température (4–8 °C), qui ralentit fortement le métabolisme des coliformes dont l'optimum de croissance se situe entre 30 et 37 °C (**Fox et al., 2000**), et par l'action de la flore bénéfique levures, lactocoques et bactéries de surface qui consomme nutriments et oxygène tout en sécrétant des bactériocines, peptides antimicrobiens ciblant spécifiquement les entérobactéries (**D'Amico, 2014**).

Le nombre de coliformes totaux dans le camembert dépend avant tout de l'hygiène lors de la fabrication et de la manutention : un lait mal pasteurisé, des surfaces ou des machines mal nettoyées favorisent leur contamination. Ensuite, ces bactéries peuvent se multiplier après la pasteurisation et même pendant l'affinage si les conditions sanitaires ne sont pas strictement respectées. Par conséquent, un affinage long ne suffit pas à éliminer totalement les coliformes sans un contrôle rigoureux de l'hygiène à chaque étape.

Selon **Quittet et Nelis (1999)**, l'Homme est le principal vecteur de contamination, car il est naturellement porteur de germes sur les mains, les cheveux, le nez et la bouche.

#### 4.3.2.1 Effet de l'ajout de *Mentha pulegium* sur la qualité microbiologique

Afin d'évaluer l'impact de l'ajout de *Mentha pulegium* sur le développement microbien, (l'ANOVA) a été également réalisée.

La différence entre les groupes est hautement significative ( $F = 927.6$ ,  $p < 0.0001$ ), principalement due à l'absence de croissance dans « camembert à la *Mentha pulegium* ».

Pour mieux comprendre l'évolution de la contamination microbienne au fil du temps, le test de comparaison multiple de Tukey a permis de vérifier, à chaque étape de la conservation, s'il existe une différence significative entre les camemberts classiques et ceux enrichis en *Mentha pulegium* (tableau VII).

**Tableau VII** : Analyse statistique des coliformes durant la conservation du camembert.

temps	Coliformes Camembert <i>Mentha pulegium</i>	UFC	Coliformes à la camembert classique	UFC	p-value
J0	$0^a \pm 0$		$0^b \pm 0$		1.000
J5	$0^a \pm 0$		$177.67^b \pm 16.65$		$< 0.0001$
J10	$0^a \pm 0$		$171.00^b \pm 15.10$		$< 0.0001$
J15	$0^a \pm 0$		$138.33^b \pm 14.57$		$< 0.0001$
J20	$0^a \pm 0$		$120.67^b \pm 15.31$		$< 0.0001$
J25	$0^a \pm 0$		$108.33^b \pm 16.17$		$< 0.0001$
J30	$0^a \pm 0$		$96.00^b \pm 8.89$		$< 0.0001$
J35	$0^a \pm 0$		$83.33^b \pm 16.80$		$< 0.0001$
J40	$0^a \pm 0$		$66.67^b \pm 22.19$		$< 0.0001$
J45	$0^a \pm 0$		$59.67^b \pm 8.74$		$< 0.0001$

Les résultats sont exprimés en moyenne des trois répétitions  $\pm$  écart-type. Des lettres différentes dans une même ligne indiquent une différence statistiquement significative ( $p < 0,05$ ). Les valeurs sont exprimées en UFC/g.

L'ajout de *Mentha pulegium* dans le camembert a un effet inhibiteur significatif sur la croissance microbienne.

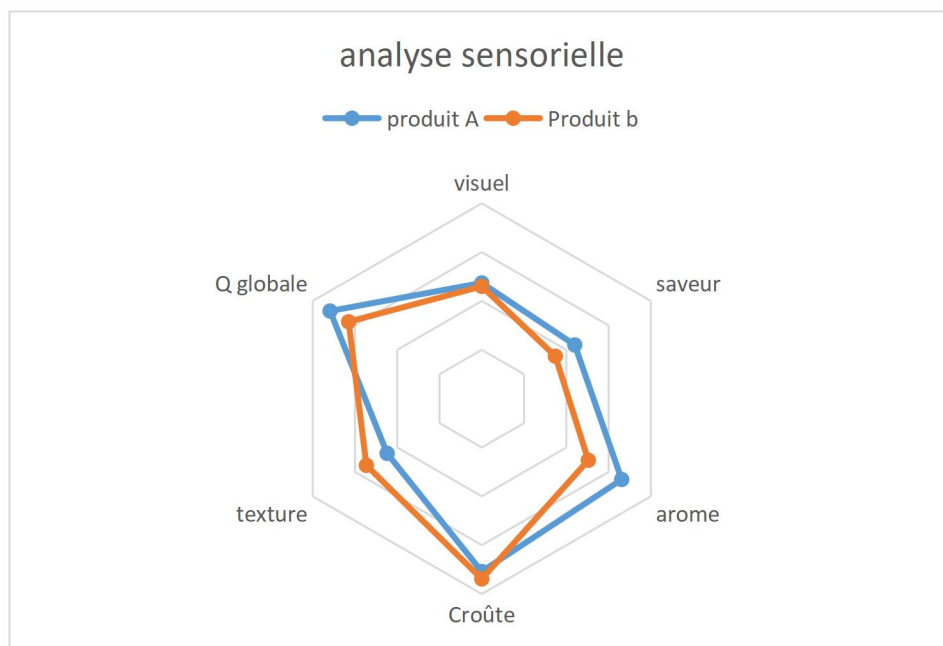
Pour le groupe "camembert au *Mentha pulegium*", l'absence totale signifiant une inhibition microbienne totale sur une période de 45 jours, démontre l'efficacité de *Mentha*

*pulegium* à contrôler la prolifération des micro-organismes. En revanche, le groupe "camembert sans ajout de *Mentha pulegium*" présente une évolution de croissance microbienne différente : un pic est observé à J05, suivi d'une décroissance progressive jusqu'à J45. La différence entre les deux groupes est extrêmement significative, avec des valeurs de  $p < 0.0001$  à tous les temps après J0.

#### 4.4 Résultats de l'analyse sensorielle

Une analyse sensorielle descriptive a été conduite afin d'évaluer les différences organoleptiques entre le camembert témoin (B) et celui enrichi au *Mentha pulegium* (A). Six attributs ont été pris en compte : l'aspect visuel, la saveur, l'arôme, la texture, la qualité de la croûte et l'appréciation globale.

La figure n°19 présente un diagramme radar comparatif des deux produits. Les résultats, exprimés sous forme de moyennes, ont été représentés à l'aide d'un diagramme radar pour permettre une comparaison visuelle globale des deux produits.



**Figure 19** : Diagramme Radar des analyses sensorielles.

L'analyse sensorielle comparée des deux produits révèle plusieurs différences notables. Le produit A se distingue par une meilleure appréciation globale (3,59 contre 3,15 pour le produit B), traduisant une préférence générale des dégustateurs. Il présente également des scores plus élevés en arôme (3,31 contre 2,52), notamment grâce à des notes herbacées et fraîches, ce qui pourrait indiquer une complexité aromatique plus marquée.

En revanche, le produit B obtient un score supérieur au niveau de la texture (2,76 contre 2,24 pour le produit A), suggérant une consistance plus appréciée ou mieux perçue (potentiellement plus crémeuse ou fondante). De plus, la croûte du produit B est légèrement mieux notée, bien que les deux produits soient globalement similaires sur cet attribut.

Le produit A surpasse le produit B au niveau de la saveur (2,20 contre 1,74), ce qui indique un équilibre gustatif plus favorable, avec moins de perception d'amertume ou d'acidité.

Enfin, l'attribut visuel présente des scores proches entre les deux produits, montrant que l'apparence générale (teintes blanche, jaune et verte) n'a pas fortement influencé la distinction sensorielle.

#### 4.4.1 Corrélations entre attributs

Pour mieux comprendre les relations entre les différentes dimensions de l'analyse sensorielle, une étude des corrélations a été réalisée (tableau VIII).

**Tableau VIII** : Coefficients de corrélation entre les attributs sensoriels du camembert.

	Odeur	Goût	Texture	Apparence	Appréciation globale
Odeur	1	0,68	1	0,58	0,86
Goût		1	0,68	0,67	0,92
Texture			1	0,85	0,86
Apparence				1	0,86
Appréciation globale					1

La corrélation la plus forte est observée entre le goût et l'appréciation globale (0,92), ce qui signifie que le goût influence fortement l'appréciation finale.

Les autres attributs présentent également des corrélations élevées avec l'appréciation globale (entre 0,86 et 0,92), indiquant que tous les critères sensoriels contribuent significativement à l'évaluation générale du produit.

#### 4.4.2 Variance des attributs

La variance permet de mesurer à quel point les avis des dégustateurs sont dispersés pour chaque critère (tableau IX).

**Tableau IX** : Variance des attributs sensoriels évalués par les dégustateurs.

<b>Attribut</b>	<b>Variance</b>
<b>Odeur</b>	0,90
<b>Goût</b>	0,54
<b>Texture</b>	0,90
<b>Apparence</b>	0,40
<b>Appréciation globale</b>	0,67

La variance élevée des attributs "odeur" et "texture" (0,90) souligne une diversité marquée dans la perception de ces caractéristiques parmi les dégustateurs.

En revanche, la variance plus faible de l'apparence (0,40) indique une évaluation plus uniforme de cet aspect visuel.

*Conclusion et  
Perspectives*

### Conclusion

Ce travail a permis d'explorer l'impact de l'enrichissement du camembert avec *Mentha pulegium* qui s'inscrit dans le cadre de l'innovation en agroalimentaire intégrant une valorisation d'une ressource naturelle. Les résultats obtenus montrent que cette incorporation a apporté des améliorations notables dans le camembert enrichi.

Le suivi du pH a montré une évolution typique de l'affinage, avec une légère acidification plus marquée dans le fromage au *Mentha pulegium* ; sur l'ensemble des 45 jours de suivi, le pH du fromage enrichi reste systématiquement inférieur à celui de fromage classique.

L'analyse microbiologique a mis en évidence une absence totale des coliformes dans l'échantillon enrichi, traduisant un effet antimicrobien de *Mentha pulegium*.

Les résultats de l'analyse sensorielle ont montré une bonne acceptabilité du produit, les dégustateurs ayant apprécié l'arôme subtil de *Mentha pulegium* sans noter d'altération des caractéristiques traditionnelles du camembert.

Les résultats des analyses statistiques indiquant que tous les critères sensoriels contribuent significativement à l'évaluation générale du produit.

L'étude des corrélations montre que la plus forte corrélation est observée entre le goût et l'appréciation globale (0,92), cela signifie que le goût influence fortement l'appréciation finale.

Il serait intéressant d'envisager comme perspectives d'avenir :

- Étudier l'effet antioxydant de la *Mentha pulegium* sur le fromage et sa capacité à prolonger la durée de vie du produit.
- Suivre l'évolution d'autres flores d'altération (levures, moisissures indésirables, bactéries d'altération) au cours de la conservation du fromage enrichi.
- Comparer l'effet de la *Mentha pulegium* à celui d'autres plantes aromatiques, seules ou en combinaison, afin d'identifier des synergies ou des alternatives plus efficaces.
- Appliquer ce procédé d'enrichissement à d'autres produits laitiers.

*Références*

*Bibliographiques*

### A

- ❖ Abi Azar R., (2007). Complication des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus. Thèse de doctorat. Agro Paris tech.197p.
- ❖ AFNOR (1986). Recueil de Normes Française.
- ❖ Agnihotri, V. K., Agarwal, S. G., Dhar, P. L., Thappa, B. R. K., Kapahi, B. K., Saxena, R. K., & Qazi, G. N. (2005). Essential oil composition of *Mentha pulegium* L. growing wild in the north-western Himalayas India. *Flavour and Fragrance Journal*, 20, 607–610.
- ❖ Ahaddad Rabia & KASMI Nadira. (2013). Suivi du process de production d'un fromage à pâte molle type « camembert » au niveau de l'unité Ibarissen. (Master's thesis in Biological Engineering). Université Abderrahmane MIRA de Béjaia, Algeria. 66 pages.
- ❖ Aït Youssef, M. (2006). Plantes médicinales de Kabylie. Préface de J.-P. Brette. Paris : Ibis Press.
- ❖ Anton, R., & Annelise, L. (2005). Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Paris : Lavoisier, Tec & Doc.

### B

- ❖ Baba Aïssa, F. (1999). Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb. Végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. Alger : EDAS.
- ❖ Benayad, N. (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. (Research project). Faculté des Sciences Rabat, Maroc.
- ❖ Bertrand, F. (1988). Le fromage grand œuvre des microbes. *Revue générale de froid*, 78, 519-527.
- ❖ Boukenna, M. & Bouzidi, M. (2007). Extraction et analyse de l'huile essentielle de *Mentha viridis* L (menthe verte) et de la mentha *pulegium* (menthe pouliot). (Engineering thesis). UMMTO.

### C

- ❖ CHOISY C., DESMAZEAUD M., GRIPON J.C., LAMBERET G. et LENOIR J. (2006). La biochimie de l'affinage. In: « Le fromage ». Ed. Eck, Technique et documentation, 3ème Ed., Lavoisier, Paris.

## Références Bibliographiques

---

- ❖ Cholet, O. (2006). Étude de l'écosystème fromager par une approche biochimique et moléculaire. (Doctoral thesis). Institut National Agronomique Paris-Grignon, France.
- ❖ CODEX STAN 276-1973 (2011). Norme codex pour le camembert.

### D

- ❖ D'Amico, D. J. (2014). Microbiological quality and safety issues in cheesemaking. In C. W. Donnelly (Ed.), *Cheese and microbes* (pp. 251–309).
- ❖ Delille, L. (2007). *Les plantes médicinales d'Algérie*. Éd. BERTI, Alger. 122 P.
- ❖ Dillon .1987. Cite in ECK A ,1990 : le fromage .Edition Lavoisier

### E

- ❖ Eck, A. (1987). *Le fromage*. Lavoisier, Tec et Doc, France.
- ❖ ECK A. et GILLIS J.C. (2006). *Le fromage*. 3ème Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. (891 pages).

### F

- ❖ Fédération Nationale des Éleveurs de Chèvres. (n.d.). La FNEC.
- ❖ FOX P. F., GUINEE T. P., COGAN T. M. et MCSWEENEY P. L. H. (2000). Microbiology of cheese ripening. In *Fundamentals of cheese science*, 206-232 pages.

### G

- ❖ Ghazghazi, H., Chedia, A., Weslati, M., Bekir, A., Maaroufi, H., & Ammar, E. (2013). Chemical composition and in vitro antimicrobial activities of *Mentha pulegium* L. leaves extracts against foodborne pathogens. *Journal of Food Safety*, 33(3), 239–246.
- ❖ Guignard, J. L., & Dupont, F. (2004). *Botanique : Systématique moléculaire*.
- ❖ Guy G (2005). *Les plantes aromatiques et huile essentielle a graisse*. Édition l'Harmattan.
- ❖ Hmiri S., Rahouti M., Habib Z., Satrani B., Ghanmi M et El Ajjouri M. (2011) : evaluation du potentiel antifongique des huiles essentielles de *Mentha pulegium* et d'*eucalyptus camaldulensis* dans la lutte biologique contre les champignons responsables de la détérioration des pommes en conservation. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Maroc*, 80 :824-836.

### J

- ❖ Jebali, J., Ghazghazi, H., Aouadhi, C., ELBini-Dhouib, I., Ben Salem, R., Srairi-Abid, N., Marrakchi, N., & Rigane, G. (2022). Tunisian Native *Mentha pulegium* L. Extracts: Phytochemical Composition and Biological Activities. *Molecules*, 27(1), 314.
- ❖ JORA (1998). Journal Officiel de la République Algérienne n°35 du 27 mai 1998.
- ❖ Journal des Femmes Santé. (s.d.). Menthe : 49 calories. <https://sante.journaldesfemmes.fr/nutrition-femme/2586964-menthe-calories-vitamine-bienfaits-valeurs-nutritionnelles/>

### K

- ❖ Kacimi El Hassani S. (2013). La dépendance alimentaire en Algérie : importation de lait en poudre versus production local. Quelle évolution. *Méditerranéen Journal of social sciences*, 4(11-152), 158.

### L

- ❖ LARPENT J.P. (1991). Les ferments microbiologiques dans les industries alimentaires. Edition CDIUPA (Massy). Pages 157-163.
- ❖ Lahsissene H., Kahoudja A., Tijane M et Hseini S. (2009) : Catalogue des plantes médicinales utilisés dans la région de Zaer (Maroc occodental). le jeunia, Liège (Belgique), 24. BE ISSN 0457-4184.
- ❖ Lenoir J. (1983). The surface microflora and their actions during cheese ripening (Bulletin FIL-IDF n° 171). Fédération Internationale de Laiterie.
- ❖ Lenoir J. ; Lambert G. et Schmioldt J.L. (1983). L'élaboration d'un fromage : l'exemple du camembert. *Pour la science*, 69, 30-42 p.
- ❖ LEVEAU J.Y. et BOUIX M. (1993). Microbiologie industrielle : les microorganismes d'intérêt industrielle. TEC & DOC – Lavoisier, APRIA, Paris, pages 71, 153, 154 et 307.
- ❖ Louhichi, R. (2008). Technologie des fromages à pâte molle : Étude de la fabrication du camembert. Tunis : Institut National Agronomique de Tunisie.

### M

- ❖ MAHAUT M., JEANTET R., BRULE G. et SCHUCK P. (2000). Initiation à la technologie fromagère. Edition: Tec & Doc. Paris. (194 pages).

## Références Bibliographiques

---

- ❖ MAHAUT M., JEANTET R., SCHAK P. et BRULE G. (2000). Les produits laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. (26-180 pages).
- ❖ Mietton B. (1995). Incidence de la composition des fromages au démoulage et des paramètres d'environnement sur l'activité des agents de l'affinage. Revue des ENIL, 189, 1927 p.
- ❖ Moosavy, M. H., Basti, A. A., Misaghi, A., Salehi, T. Z., Abbasifar, R., & Gandomi, H. (2016). Antimicrobial effects of *Mentha pulegium* essential oil on *Listeria monocytogenes* in Iranian white cheese. Journal of Food Quality and Hazards Control, 3(1), 14–20.

### P

- ❖ PADILLA M., GHERSI G., 2001. Le marché international du lait et des produits laitiers. Options méditerranéennes, CIHEAM-IAM Montpellier, France, sér. B, n. 32, 15 p.

### Q

- ❖ Quézel P., Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome 2. CNRS. Ed. Paul Le chevalier, Paris.
- ❖ QUITTET et NELIS. (1999). HACCP pour PME et Artisans : Secteur Produits Laitiers, Tome 1. Les Presses Agronomiques de Gembloux. (495 pages).

### R

- ❖ Radi, F. Z., El Hamzaoui, N., Regragui, M., Kholtei, A., Oulhaj, H. & Zair, T. (2019). The Antibacterial Effect of Essential Oils of *Satureja calamintha* subsp. *nepeta* (L.) Briq, *Lavandula multifida* L., and *Mentha pulegium* L., Tested Against some Multiresistant Strains that Are Involved in Nosocomial Infections.
- ❖ Ribadeau-Dumas, B. (1984). Maîtrise de l'affinage des fromages de type Camembert [Studies on the control of the ripening of Camembert-type cheeses]. Le Lait, 64(643–644), 448–468.
- ❖ Ryser, E. et Marth, E. (1987). Behavior of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of Cheddar cheese. Journal of Food Protection, 50, 7-13.

### S

- ❖ Serafini M., Laranjinha J.A., Almeida L.M., Maiani G. (2000) : Inhibition of human LDL lipid peroxidation by phenol-rich and their impact on plasma total antioxidant capacity in humans. *J Nutr Biochem*, 11:585-590.
- ❖ Senoussi A. (2008). Caractérisation de l'élevage bovin laitier dans le Sahara. Situation et perspectives de développement. In Colloque International « Développement durable des productions animales. En jeux. Évaluation et perspectives ».
- ❖ St- Gelais D. et Tirard-Collet P. (2002). Fromage. In *Science et technologie du lait*. ed. Vignola, C., Presse internationale Polytechnique, Canada.
- ❖ Stagos D., Portesis N., Spanou C., Mossialos D., Aligiannis N., Chaita E., Panagoulis C., Reri E., Skaltsounis L., Tsatsa A.M., Kouretasa D. (2012): Correlation of total polyphenolic content with antioxidant and antibacterial activity of 24 extracts from Greek domestic Lamiaceae species. *Food and Chemical Toxicology*, 50(11):4115–4124

### T

- ❖ Tamime, A. Y. (Éd.). (2006). *Brined cheeses*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

### V

- ❖ Veisseyre R. (1979). *Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait*. 3ème édition. Edition la maison rustique, Paris.
- ❖ Vignola, C. (2002). *Science et Technologie du Lait Transformation du Lait*. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. Pp. 3-75.

### Z

- ❖ Zargari, A. (1990). *Medicinal plants of Iran*. Tehran: Tehran University Press.

# *Annexes*

**Annexe 01 :**

## Matériels et Réactifs

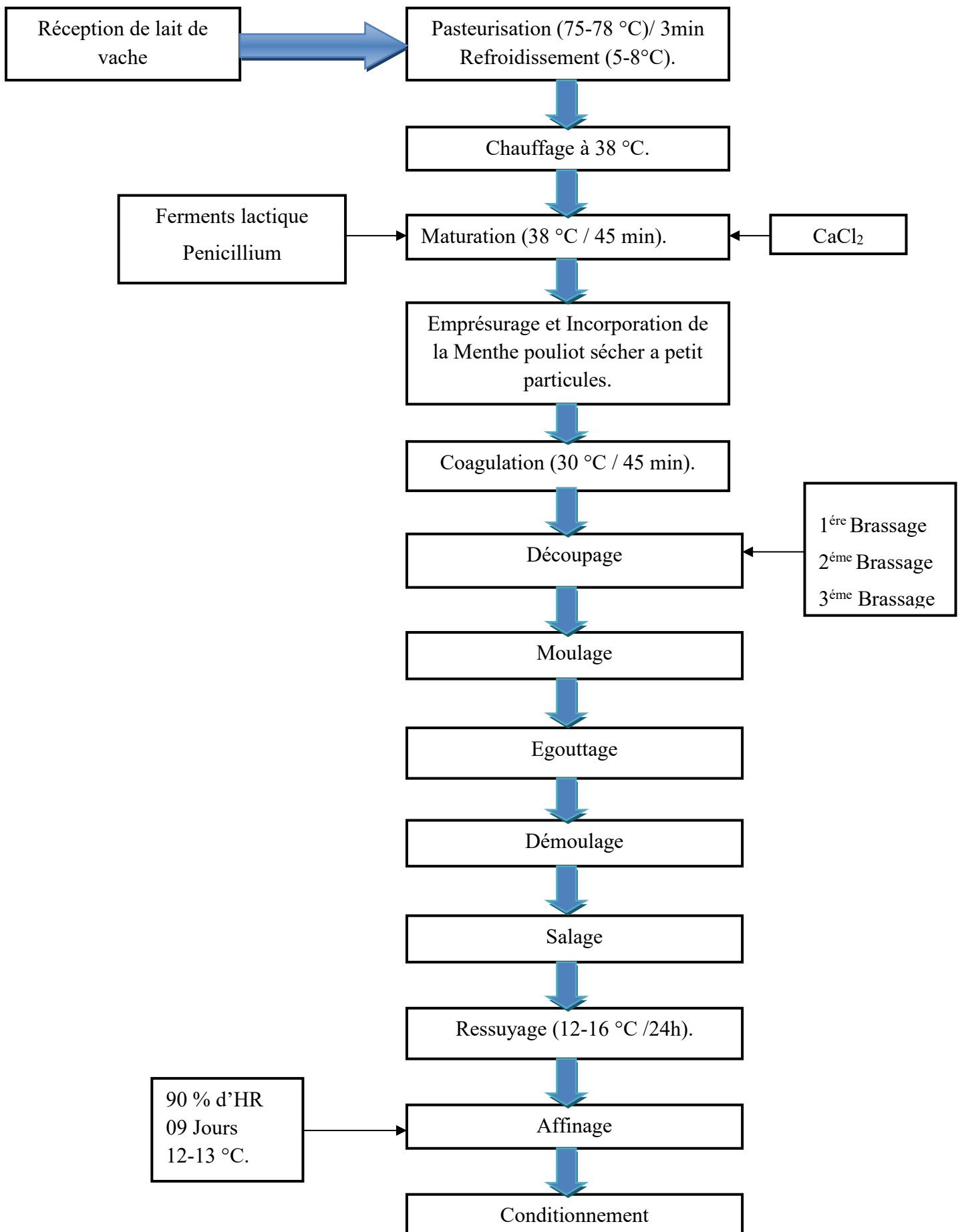
<b>Matériels</b>	<b>Réactifs</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Burette</li><li>• pH-mètre</li><li>• Lactodensimètre</li><li>• Centrifugeuse</li><li>• Balance de précision</li><li>• Bec bensen</li><li>• Pipettes pasteur</li><li>• Spatule</li><li>• Sachet stérile</li><li>• Boîtes de Pétri</li><li>• Etuve</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Phénolphtaléine en solution 1%</li><li>• NaOH</li><li>• Acide sulfurique</li><li>• Alcool iso amylique</li><li>• Bouillon TSE</li></ul>

**Annexe 02**

## Composition de la gélose VRBL

- Peptone (tryptone ou caséine)
- Extrait de levure
- Lactose
- Sels biliaires (bile salts)
- Rouge neutre (neutral red)
- Violet de gentiane (cristal violet)
- Chlorure de sodium (NaCl)
- Agar-agar

Annexe 03 : Diagramme de fabrication du camembert à la Menthe Pouliot.



## Annexe 04 : Fiche de dégustation

Produit : Fromage à pâte molle type camembert

Informations sur les dégustateurs :

Sexe :

Age :

❖ Échelle de Dégustation de 1 à 5.

- 1 : Absent
- 2 : Faible
- 3 : Moyenne
- 4 : Forte
- 5 : Très Forte

Produit		A	B
Caractère			
<b>Visuel</b>	Blanc		
	Vert		
	Jaune		
<b>Saveur</b>	Salé		
	Acide		
	Amère		
<b>Arôme</b>	Arôme lactique		
	Herbacée		
	Fraîche		
<b>Croûte</b>	Lisse		
	Uniforme		
	Parfaite		
<b>Texture</b>	Pâte Fondante		
	Pâte Élastique		
	Dure		
	Crémeuse		
<b>Qualité Globale</b>			

## Annexe 05 : Résultats de la dégustation.

Caractère		Produit	A	B
Visuel	Blanc	1	36,17 %	6,38%
		2	25,53%	4,25%
		3	14,89 %	19,14%
		4	17,02%	48,93%
		5	6,38%	21 ,27%
	Jaune	1	12,76 %	38,29 %
		2	55,31%	36,17%
		3	23,40%	12,76%
		4	2 ,12%	4,25%
		5	6,38%	8,51%
	Vert	1	17,02 %	93,61 %
		2	25,53%	4,25%
		3	53,19%	2,12%
		4	4,25%	0%
		5	0%	0%
Saveur	Salé	1	6,38 %	25,53 %
		2	8,51%	31,91%
		3	55,31%	27,65%
		4	19,14%	10,63%
		5	10,68%	4,25%
	Acide	1	40,42 %	68,08 %
		2	29,75%	23,40%
		3	21,27%	4,25%
		4	8,51%	4,25%
		5	0%	0%
	Amère	1	63,82 %	70,21 %
		2	31,91%	19,14%
		3	0%	8,51%
		4	4,25%	2,12%

		<b>5</b>	0%	0%
<b>Arôme</b>	Arôme lactique	<b>1</b>	4,25%	0%
		<b>2</b>	25,53%	17,02%
		<b>3</b>	42,55%	8,51%
		<b>4</b>	19,14%	57,44%
		<b>5</b>	8,51%	17,02%
	Herbacée	<b>1</b>	0 %	100 %
		<b>2</b>	17,02%	0%
		<b>3</b>	40,42%	0%
		<b>4</b>	27,65%	0%
		<b>5</b>	14,89%	0%
	Fraîche	<b>1</b>	10,63 %	8,51 %
		<b>2</b>	12,76%	34,04%
		<b>3</b>	12,76%	31,91%
		<b>4</b>	44,68%	19,14%
		<b>5</b>	19,14%	6,38%
<b>Croûte</b>	Lisse	<b>1</b>	4,25 %	2,12 %
		<b>2</b>	12,76%	6,38%
		<b>3</b>	27,65%	19,14%
		<b>4</b>	31,91%	36,17%
		<b>5</b>	23,40%	36,17%
	Uniforme	<b>1</b>	4,25 %	2,12 %
		<b>2</b>	19,14%	10,63%
		<b>3</b>	21,27%	34,04%
		<b>4</b>	34,04%	36,17%
		<b>5</b>	21,27%	17,02%
	Parfaite	<b>1</b>	6,38 %	8,51 %
		<b>2</b>	4,25%	4,25%
		<b>3</b>	29,78%	29,78%
		<b>4</b>	46,80%	40,42%
		<b>5</b>	12,75%	17,02%
		<b>1</b>	17,02 %	12,76 %

<b>Texture</b>	Pâte fondante	<b>2</b>	25,53%	8,51%
		<b>3</b>	23,40%	25,53%
		<b>4</b>	25,53%	36,17%
		<b>5</b>	8,51%	17,02%
	Pâte Élastique	<b>1</b>	28,37 %	19,14 %
		<b>2</b>	31,91%	14,89%
		<b>3</b>	14,89%	40,42%
		<b>4</b>	8,51%	23,40%
		<b>5</b>	0%	2,12%
	Dure	<b>1</b>	44,68 %	68,08 %
		<b>2</b>	29,78%	23,40%
		<b>3</b>	14,89%	8,51%
		<b>4</b>	10,63%	0%
		<b>5</b>	0%	0%
	Crémeuse	<b>1</b>	25,53 %	8,51 %
		<b>2</b>	27,65%	19,14%
		<b>3</b>	36,17%	31,91%
		<b>4</b>	6,38%	36,17
		<b>5</b>	4,25%	4,25%
<b>Qualité Globale</b>	<b>1</b>	0%	0%	
	<b>2</b>	2,12%	17,02%	
	<b>3</b>	21,27%	40,42%	
	<b>4</b>	38,29%	29,78%	
	<b>5</b>	37,78%	12,76%	

Annexe 06



Critères microbiologiques (et cellules somatiques) réglementaires (R) ou recommandés (r) concernant les analyses d'autocontrôles sanitaires des produits laitiers fermiers

	Critères	Type critère	Stade d'application du critère	Seuil (n=1)	Seuils m et M (n=5)
Lait cru de vache destiné à la transformation (si pas de collecte par la laiterie – fréquence : 1 fois par trimestre de production minimum)	Flora aérobie mésophile ; peut être remplacé par critère d'hygiène (staphylocoques, E.Coli, coliformes...) Cellules	R	Avant transformation	FMAAR : < 100 000 ufc/ml E.Coli : < 10 ufc/ml Coliformes : < 100 ufc/ml Staphylocoques à coagulase + : < 100/ml < 400 000/ml	
Lait cru de chèvre et de brebis destiné à la transformation (si pas de collecte par la laiterie – fréquence : 1 fois par trimestre de production minimum)	Flora aérobie mésophile ; peut être remplacé par critère d'hygiène (staphylocoques, E.Coli, coliformes...)	R	Avant transformation	< 500 000 ufc/ml (destiné à la fabrication de produits au lait cru) < 1 500 000/ml (lait destiné à être traité thermiquement)	
Lait cru de bovidé destiné à la consommation	Flora aérobie mésophile Escherichia coli Salmonella Listeria monocytogenes	R	Jour conditionnement Jour conditionnement Mise sur le marché jusqu'à J+3 (J+5 si dérogation) Mise sur le marché jusqu'à J+3 (J+5 si dérogation)	≤ 50 000 ufc/ml < 10 ufc/ml Absence/25 ml < 100 ufc/ml	M= 10 ufc/ml ; M= 100 ufc/ml Absence/25 ml m=M= 100 ufc/ml
Lait cru autre que de bovidé destiné à la consommation	Flora aérobie mésophile Escherichia coli Salmonella Listeria monocytogenes	R	Jour conditionnement Jour conditionnement Mise sur le marché jusqu'à J+3 (J+5 si dérogation) Mise sur le marché jusqu'à J+3 (J+5 si dérogation)	≤ 50 000 ufc/ml < 10 ufc/ml Absence/25ml < 100 ufc/ml	m= 10 ufc/ml ; M= 100 ufc/ml Absence/25 ml m=M= 100 ufc/ml
Lait pasteurisé et autres produits liquides au lait pasteurisé	Enterobacteriaceae Listeria monocytogenes	R	Fin de process Mise sur le marché	< 1 ufc/ml Absence/25 g	M=1 ufc/ml ; M < 5 ufc/ml Absence/25 g
Laits fermentés (dont yaourts), desserts lactés	Enterobacteriaceae <sup>1</sup> Listeria monocytogenes	r R	Fin de process Mise sur le marché	< 10 ufc/g Absence/25 g	m=M=10 ufc/g Absence/25 g
Crème au lait pasteurisé	Listeria monocytogenes Coliformes	R r	Mise sur le marché Fin de process	Absence/25 g < 10 ufc/g	Absence/25 g m=M=10 ufc/g
Beurre au lait pasteurisé	Listeria monocytogenes Coliformes	R r	Mise sur le marché Fin de process	Absence/25 g < 100 ufc/g	Absence/25 g m=M=100 ufc/g

	Critères	Type critère	Stade d'application du critère	Seuil (n=1)	Seuils m et M (n=5)
Beurre et Crème crue (ou lait ayant subi traitement moins fort que pasteurisation)	Escherichia coli Salmonella Listeria monocytogenes <sup>2</sup>	R	Fin de process Mise sur le marché Mise sur le marché	< 10 ufc/g Absence/25 g Absence/25 g	m=10 ufc/g ; M=100 ufc/g Absence/25 g Absence/25 g
Fromages au lait cru	Staphylocoques à coagulase + <sup>3</sup> Escherichia coli <sup>3</sup> Salmonella Listeria monocytogenes	R r R R	Au moment du process où nombre le plus élevé (entre 6 et 48h) Fin de process Mise sur le marché Mise sur le marché	< 10 000 ufc/g < 10 000 ufc/g Absence/25 g Absence/25 g	m=10 000 ufc/g ; M=100 000 ufc/g m = 10 000 ufc/g ; M= 100 000 ufc/g Absence/25 g Absence/25 g
Fromages à base de lait au traitement thermique moins fort que la pasteurisation	Staphylocoques à coagulase + <sup>3</sup> Escherichia coli Salmonella Listeria monocytogenes	R R R R	Au moment du process où nombre le plus élevé (entre 6 et 48 H) Fin de process Mise sur le marché Mise sur le marché	< 100 ufc/g < 100 ufc/g Absence/25 g Absence/25 g	m=100 ufc/g ; M=1000 ufc/g m=100 ufc/g ; M=1000 ufc/g Absence/25 g Absence/25 g
Fromages affinés au lait pasteurisé	Staphylocoques à coagulase + <sup>3</sup> Escherichia coli Listeria monocytogenes	R R R	Au moment du process où nombre le plus élevé (entre 6 et 48h) Fin de process Mise sur le marché	< 100 ufc/g < 100 ufc/g Absence/25 g	m=100 ufc/g ; M=1000 ufc/g m=100 ufc/g ; M=1000 ufc/g Absence/25 g
Fromages frais à base de lait ou de lactosérum pasteurisé	Staphylocoques à coagulase + <sup>3</sup> Escherichia coli Listeria monocytogenes	R R R	Au moment du process où nombre le plus élevé Fin de process Mise sur le marché	< 10 ufc/g < 100 ufc/g Absence/25g	m=10 ufc/g ; M=100 ufc/g m = 100 ufc/g ; M=1000 ufc/g Absence/25 g
Glaces et crèmes glacées	Enterobacteriaceae Salmonella Listeria monocytogenes	R R R	Fin de process Fin de process Mise sur le marché	<10 ufc/g Absence/ 25 g Absence/ 25 g	m=10 ufc/g ; M=100 ufc/g Absence/ 25 g Absence/ 25 g
Contrôle des surfaces	Listeria monocytogenes <sup>4</sup>	R	Mise sur le marché	Absence	Absence

1 Le règlement 2073/2005 précise que le critère entérobactéries s'applique pour le lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés. Les laits fermentés (dont les yaourts), les desserts lactés dont les crèmes dessert ne sont pas des produits liquides mais en l'absence de critère d'hygiène pour ce produit, il est recommandé d'intégrer les entérobactéries dans les plans d'autocontrôle (avec m=M= 10 ufc/g)  
 2 La tolérance <100 ufc/g s'applique dans certaines conditions pour les beurres au lait cru de vache ; cf partie réglementation de la formation  
 3 Le critère E.coli n'est pas un critère réglementaire pour les fromages au lait cru mais il est vivement recommandé de l'intégrer dans les plans d'autocontrôles, y compris au niveau du lait, comme indicateur de contamination fécale  
 4 Pour tout dénombrement de staphylocoques à coagulase positive > à 100 000 ufc/g, il faut rechercher la présence d'entérotoxines. Le seuil requis est alors l'absence de toxines dans 25g.  
 5 D'après la note de service sur la flexibilité, les prélèvements de surface pour analyse Listeria monocytogenes sont à réaliser « en cas de risque sanitaire spécifique identifié »

Fiche réalisée dans le cadre du projet sur l'accompagnement de la diffusion du GBPH européen piloté par l'Institut de l'Élevage, sous l'égide de la FNEC/FNPL avec le réseau des techniciens « Produits laitiers fermiers » et le soutien financier de l'ANICAP, de la CNE et du CNIEL.



## Résumé

Cette étude est menée au sein de l'unité laitière « Le Semeur », située à Tizi-Ouzou. Elle vise à évaluer l'effet de l'incorporation de *Mentha pulegium* sur les propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles d'un fromage à pâte molle type camembert. Pour cela, un camembert enrichi en *Mentha pulegium* a été comparé à un témoin fabriqué selon la méthode classique. Les résultats indiquent que cet enrichissement n'altère pas les propriétés technologiques du camembert, tout en favorisant une évolution positive du pH durant l'affinage. Sur le plan microbiologique, l'absence totale des germes recherchés dans le camembert enrichi suggère effet protecteur de la plante. L'évaluation sensorielle a révélé une bonne acceptabilité, notamment en ce qui concerne le goût et l'arôme. Ainsi, valorisant une ressource locale, *Mentha pulegium* constitue un ingrédient prometteur dans la fabrication d'un fromage innovant.

**Mots-clés :** Camembert – *Mentha pulegium* – Enrichissement – valorisation

## Abstract

This study was carried out dairy plant « Le Semeur » in Tizi-Ouzou. It aims to assess the effect of *Mentha pulegium* incorporation on the physicochemical, microbiological and sensory properties of a soft Camembert-type cheese. For this purpose, a camembert enriched with *Mentha pulegium* was compared with a control manufactured using the conventional method. Results showed that the enrichment did not affect negative the technological properties of the camembert, while promoting positive pH changes during ripening. In microbiological terms, the total absence of not the undesired pathogens germs in the enriched camembert suggests a protective effect of the plant. Sensory evaluation revealed good acceptability, particularly in terms of taste and aroma. By exploiting a local resource, *Mentha Pulegium* represents a promising ingredient in the manufacture of a novel product innovative cheese.

**Key words:** Camembert - *Mentha pulegium* - Enrichment – valorization

## ملخص

تم تنفيذ هذه الدراسة على مستوى وحدة الالبان لوسمور بتيزي وزو، وهدفت الى تقييم تأثير ادماج نبتة المنثى بولغيوم في تركيبة الجبن الطري من نوع كاممبر ولتحقيق ذلك تمت مقارنة جبن كاممبر مدعم بهذه النبتة مع جبن تقليدي غير مدعم، أظهرت النتائج ان ادماج المنثى بولغيوم لم يؤثر سلبا على الخصائص التكنولوجية للجبن، بينما ساهم في تعديل إيجابي لدرجة الحموضة أثناء فترة النضج، من الناحية الميكروبيولوجية، يشير الغياب التام الجراثيم غير المرغوب فيها في الجبن المعزز الى وجود تأثير مضاد للميكروبات للنبتة. اما التقييم الحسي، فقد كشف عن تقبل جيد من قبل المتذوقين، لا سيما من حيث النكهة والرائحة. وباعتبارها موردا نباتيا محليا، تمثل مكونا واعدا لإنتاج جبن مبتكر ذي قيمة مضافة.

**الكلمات المفتاحية:** جبن كاممبر \_ المنثى بولغيوم \_ الإثراء \_ الابتكار \_ القيمة المضافة