



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique  
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme  
De Master académique en

Filière : **Biologie**

Spécialité : **Biochimie Appliquée**

Présentée par :

- **ABD MEZIEM LINA**

- **AITHAMOU HORIA**

*Thème*

---

**ETUDE COMPIRATIVE ENTRE LES PRESURES D'ORIGINE VÉGÉTAL ET  
MICROBIENNE LORS DE LA FABRICATION D'UN FROMAGE A PATE  
MOLLE DE TYPE CAMEMBERT.**

---

Soutenu le, 00/00/2023.

**Devant le Jury :**

Pr.BEGHALIA	Président	Prof.	Univ-Tlemcen
Pr.BEKADA ahmed	Encadreur	prof	Univ-Tissemsilt
Dr.DRISS brahim	Examineur	M.C.B.	Univ-Tissemsilt
Dr.DRIZZI	Examineur	M.A.B.	Univ-Tissemsilt

**Année universitaire : 2022-2023**

*Nous voudrions remercier avant tout le Grand Dieu, qui nous fait parcourir notre chemin avec des pas stables et avec beaucoup de patience.*

*Nous voudrions dans premier temps remercier notre encadrant, **PF BEKADA AHMED**.....et co-encadrant **Dr Dris IBRAHIM** qui nous ont fait l'honneur de veiller et diriger ce travail.*

*Nous avons le privilège d'être encadrées et orientées par IL d'apprécier ses qualités et des valeurs et pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements.*

*.NOUS adressONS NOS sincères remerciements et nos respects à chaque membre du personnel de **TAMARIS-LAIT**, **MME AIT MOUHAMED HADJERA** ET **MR BEN FEDHA HACANE***

*pour leur accueil, leur soutien et leur assistance et leur sens de former et d'informer.*

*Nous vifs remerciements vont également aux membres du jury le président pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nous tenons à témoigner tous les collègues qui nous ont accompagnés dans le laboratoire, en particulier nous tenons à les remercier profondément Mr **MOHAMED LAFER** ingénieur du laboratoire de pédagogies de la faculté de Science et Technologie supplément Département de Science de Nature et de Vie, pour l'attention qu'ils ont porté à ce travail et leur disponibilité et bien sûr de ne pas oublier nos parents, pour leurs soutiens constants et leurs encouragements.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leur générosité et la grande patience sont-ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.*

*Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire*

# Dédicace

*je dédie ce projet:*

*A MA CHÈRE MÈRE qui m'a soutenu et encouragé durant ses années  
d'études.*

*Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.*

*A MON CHÈRE PÈRE Autant de phrases et d'expressions aussi éloquents  
soient-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tes conseils  
ont toujours guidé mes pas vers la réussite.*

*A MES FRÈRES*

*Slimane ,Sofiane ,Farhat ,Omer ,Toufik, Rabeh*

*A MES SOEURS*

*Hayet ,Noura ,Nabila et leurs petites familles*

*A mon oncle et sa femme et ses enfants*

*A tout ma famille*

*A MA CHÈRE AMIE Lina chère binôme et sœur qui a partagé avec moi les  
meilleurs moments de ma vie ,aux moments les plus difficiles de ma vie ,tu es  
toujours à ma côtés. Que Dieu te procure tout le bonheur que tu mérites .*

*A tous mes amis, et les personnes que j'ai connues, et à ma promotion de  
biologie.*

**HOURIA**

# Dédicace

*Je dédie ce projet :*

*A MA TRÈS CHÈRE MÈRE :*

*Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour*

*A MON CHER PÈRE DÉCÉDÉ*

*mes efforts, mes années d'études et ma réussite malgré son absence. Combien je te souhaite ici et que dieu vous fasse miséricorde. Reste en paix,*

*A Ma SOEUR ALAA et MON FRÈRE RABAH*

*qui ont partagés avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.*

*A MES CHERS ONCLES OMAR et ABD ELKADER et Ma Chère TANTE LATIFA*

*Qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de mon parcours.*

*il m'a chaleureusement soutenu et encouragé tout au long de mon parcours*

*A ma famille , mes proches et ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité*

*Mes chers amis qui m'ont toujours encouragé et à qui je souhaite plus de succès.*

**LINA**

## Liste des Figures

<b>Figure 1</b> :Fromage à pâte molle « Camembert » .....	8
<b>Figure 2</b> :La coagulation de lait.....	14
<b>Figure 3</b> :Le Chardon marie .....	19
<b>Figure 4</b> : Répartition de <i>Silybum marianum</i> (chardon Marie) en Afrique.....	21
<b>Figure 5</b> : Réception du lait .....	26
<b>Figure 6</b> :Séchage de la plante.....	30
<b>Figure 7</b> : La solution de présure.....	30
<b>Figure 8</b> : Répartition du lait et l'ajout des différentes doses de l'extrait .....	31
<b>Figure 9</b> : Le d'écaillage .....	32
<b>Figure 10</b> : Brassage de camembert .....	33
<b>Figure 11</b> : Moulage de camembert.....	34
<b>Figure 12</b> :Egouttage du fromage àpâte molle «Camembert » .....	35
<b>Figure 13</b> : Le Salage du fromage àpâte molle «Camembert » .....	36
<b>Figure 14</b> : L'affinage du fromage àpâte molle «Camembert ».....	36
<b>Figure 15</b> :Temps de floculation de la solution.....	43
<b>Figure16</b> : Force de coagulation de la solution .....	43
<b>Figure 17</b> : secteur de classement par rang .....	47

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Composition moyenne des fromages à pâte molle type camembert .....	9
<b>Tableau 02</b> : Contribution du camembert dans la ration alimentaire d'un adulte.....	9
<b>Tableau 03</b> : Classification du <i>Silybum marianum</i> .....	20
<b>Tableau 04</b> : Résultats d'analyses physico-chimiques du lait de vache.....	41
<b>Tableau 05</b> : Valeurs de pH de présures microbienne et végétale .....	42
<b>Tableau 06</b> : Temps de floculation et force de présure pour extrait enzymatique de 5g/500ml .....	
<b>Tableau 07</b> : Temps de floculation et force de présure 1g/500ml .....	42
<b>Tableau 08</b> : résultat obtenu de la production du fromage à pate molle type camembert	44
<b>Tableau 09</b> : tableau statistique des résultats de test d'intensité.....	45
<b>Tableau 10</b> :tableau des moyennes .....	46

## Liste des abréviations

**C°** : Degré Celsius

**°D** : Degré Dornic

**Cm** : Centimètre

**G** : Gramme

**H** : Heure

**Min** : Minutes

**ML** : Millilitre

**NAOH** : Hydroxyde de Sodium

**Ph** : Potentiel hydrogène

**S** : Seconde

**T°** : Température

**V** : Volume

**(%)** : Pourcentage

# SOMMAIRE

**Remerciements**

**Dédicace**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 01 : Généralités sur le fromage .....</b>	<b>3</b>
1. Définition du fromage .....	4
2. Composition du fromage .....	4
2.1. Glucides.....	4
2.2. Protéines .....	4
2.3. Lipides .....	4
2.4. Minéraux .....	4
2.5. Vitamines.....	5
3. Classification de fromages .....	5
3.1. Fromages frais .....	5
3.2. Fromages de lactosérum.....	5
3.3. Fromages à pâtes molles à croutes naturelles.....	5
3.4. Fromages à pâtes molles à croutes fleuries .....	5
3.5. Fromages à pâtes molles à croutes lavées .....	6
3.6. Fromages à pâtes pressées non cuites .....	6
3.7. Fromages à pâtes pressées cuites .....	6
3.8. Fromages à pâtes persillées .....	6
3.9. Fromages à pâtes filées .....	6
3.10. Fromages à pâtes fondues .....	6

<b>Chapitre 02 : Fromage à pâte molle type camembert .....</b>	<b>7</b>
1. Définition .....	8
2. Caractéristiques et valeurs nutritionnelle .....	8
3. Composition et valeur nutritionnelle.....	8
3.1. Composition .....	8
3.2 Valeur nutritionnelle .....	9
4. Étape de fabrication.....	10
4.1. Nature de la matière première .....	10
4.2. Traitements préliminaires du lait.....	10
4.3. Standardisation .....	10
4.4. Homogénéisation.....	10
4.5. Traitements thermiques du lait (Pasteurisation).....	11
5. Les étapes de fabrication du fromage à pâte molle type camembert .....	11
5.1. Préparation du lait .....	11
5.2. Coagulation du lait .....	11
5.3 Le tranchage et découpage .....	11
5.4 Le brassage.....	11
5.5 Le moulage.....	11
5.6 L'égouttage.....	12
5.7 Le moulage.....	12
5.8 Salage .....	12
5.9. Ressuyage.....	12
5.10. Affinage.....	12
5.11. Conditionnement .....	12
5.12. Conservation du Camembert.....	12
<b>Chapitre 03 : La coagulation du lait.....</b>	<b>13</b>
1. La coagulation du lait .....	14
1 .1. La coagulation par l'activité des bactéries lactiques .....	14
1 .2. La coagulation enzymatique.....	14
1 .3. La coagulation par action de la présure.....	15
1 .3.1. Présure d'origine animale.....	15

1 .3.2.	Présure d'origine végétale .....	15
1 .3.3.	Présure d'origine microbienne .....	16
1 .3.3.1.	Origine bactérienne .....	16
1 .3.3.2.	Origine fongique .....	16
2.	Facteurs de la coagulation .....	16
2.1.	Température.....	16
2.2.	pH.....	16
2. 3.	Concentration en enzymes.....	16
2. 4.	Teneur en calcium .....	17
2. 5.	Teneur en caséines.....	17
2. 6.	Dimension des micelles.....	17
<b>Chapitre 04 : Généralité sur la plante .....</b>		<b>18</b>
1.	Définition de chardon marie.....	19
2.	Histoire de la plante.....	19
3.	Classification botanique.....	20
4.	Description morphologique.....	20
4.1.	La tige.....	20
4.2.	Les feuilles.....	20
4.3.	Les fleurs.....	21
4.4.	Les graines.....	21
5.	localisation et répartition écologique.....	21
6.	Composition de la plante.....	22
7.	Les différents types d'Antioxydants du chardon Marie.....	22
<b>Matériel et Méthodes .....</b>		<b>34</b>
<b>Résultats et Discussion .....</b>		<b>41</b>
<b>Conclusion.....</b>		<b>48</b>
<b>Références bibliographiques</b>		
<b>Annexe</b>		

## ملخص

كاممبرت، نوع من الجبن الفرنسي الطري والكريمي المصنوع من حليب البقر، له قيمة غذائية كبيرة لأنه يحتوي على بكتيريا مفيدة موجودة على قشرته. كما أنه مصدر للكالسيوم والبروتين بالإضافة إلى كونه مفيداً لصحة القلب. يتم تسويق هذا الأخير في الجزائر بأسعار مرتفعة إلى حد ما بسبب استيراد المكونات الأساسية لصنعه بأسعار باهظة، ولا سيما الميكروبي أو الحيوانات.

شوك الحليب هو نبات ذو قيمة غذائية عالية لأنه يتمتع بمزايا في علاج أمراض الكبد بشكل عام بما في ذلك التهاب الكبد الفيروسي وتليف الكبد. كما أنه يلعب دوراً فعالاً في علاج مرض السكري وأمراض السرطان والتسمم الفطري وكذلك تنظيم الكوليسترول. علاوة على ذلك فإن هذا النبات الشائع جداً في حوض البحر الأبيض المتوسط هو عامل تخثر بديل عن شبكات الحيوانات والميكروبات المستوردة لأنه يحتوي على إنزيمات تحلل البروتين قادرة على تخثر الحليب وإنتاج أجبان طرية من نوع كاممبرت.

الغرض من هذه الدراسة هو إثبات فائدة استخدام أزهار شوك الحليب كبديل في إنتاج نبات الكمامبير ، وسيكون لهذا تأثير اجتماعي واقتصادي واعد.

**الكلمات الرئيسية:** كاممبرت/شوك الحليب/تخثر

## Abstract

Camembert, a type of soft, creamy French cheese made from cow's milk, has great nutritional value as it contains beneficial bacteria located on its crust. It is also a source of calcium and protein in addition to being beneficial for heart health. The latter is marketed in Algeria at more or less high prices, because of the import of the basic components of its manufacture at exorbitant prices, notably microbial or animal rennet.

Milk thistle is a plant of high nutritional value because it has advantages in the treatment of liver diseases in general, including viral hepatitis, liver cirrhosis. It also plays an effective role in the treatment of diabetes, cancer diseases, fungal poisoning, as well as cholesterol regulation. Moreover, this very common plant in the Mediterranean basin is a substitute coagulant for imported animal and microbial rennets because it contains proteolytic enzymes capable of coagulating milk and producing soft cheeses of type camembert.

The purpose of this study is to demonstrate experimentally the interest of using Milk Thistle flowers as an alternative in camembert production; this will have a promising socio-economic impact.

**Keywords:** Camembert/ milk thistle/ coagulation

## **Résumé**

Le camembert, un type de fromage français à pâte molle et crémeuse fabriqué à partir de lait de vache, a une grande valeur nutritionnelle car il contient des bactéries bénéfiques situées sur sa croûte. Il est également une source de calcium et de protéines en plus d'être bénéfique pour la santé cardiaque. Ce dernier est commercialisé en Algérie à des prix plus ou moins élevés, en raison de l'importation des composants de base de sa fabrication à des prix exorbitants, notamment la présure microbienne ou animale.

Le chardon marie, est une plante de grande valeur nutritionnelle, car elle présente des avantages dans le traitement des maladies du foie en général, notamment l'hépatite virale, la cirrhose du foie. Elle joue également un rôle efficace dans le traitement de diabète, des maladies cancéreuses, l'intoxication par les champignons, ainsi que la régulation du cholestérol. Par ailleurs, cette plante très commune dans le bassin de la méditerranée est un coagulant de substitution aux présures animales et microbiennes importées car elle contient des enzymes protéolytiques capables de coaguler le lait et produire des fromages à pâte molle de type camembert.

Le but de cette étude consiste à démontrer expérimentalement l'intérêt d'utiliser les fleurs de Chardon marie comme une alternative dans la production de camembert, cela aura un impact socio-économique prometteur.

**Mots-clés** : Camembert/ chardon marie/ coagulation de lait

# Introduction

# *Introduction*

Il existe environ 2000 variétés de fromage dans le monde, dérivants d'une vingtaine de types élaborés selon une technique de base commune. Parmi ces variétés, on retrouve le camembert, un fromage à pâte molle fait de lait cru, Il s'agit probablement de l'un des fromages les plus populaires et les plus appréciés (**Mahaut et al., 2000**).

La fabrication du fromage a commencé il y a des milliers d'années. Le but principal de la transformation du lait en fromage est de conserver ses principaux ingrédients. A l'heure actuelle, le fromage est devenu un aliment au sens nutritionnel ; Une phase critique pour le succès de tout fromage se met en place. Elle implique la formation d'un gel ou d'un caillé, suite à des modifications physiques et chimiques complexes des composants du lait, principalement la caséine. Le premier coagulant est la présure animale constituée de deux enzymes (pepsine et chymosine) présentes dans la caillette des jeunes ruminants en lactation. Il faut en moyenne 4 veaux produire une tonne de fromage. Pour cette raison, d'autres coagulants sont de plus en plus recherchés pour produire le même produit que le fromage contenant de la présure (**Bauer et al., 2010 ; Alais 1984**).

Lors de la fabrication de fromage à pâte molle de type camembert, l'utilisation de présure végétale ou microbienne peut avoir des implications sur les caractéristiques organoleptiques du fromage produit.

Cette étude nous permet de contribuer aux travaux de recherche préexistants dans le domaine de l'industrie fromagère, et de renforcer l'idée de pouvoir trouver de nouvelles sources potentielles de succédanés de présure.

Ce travail vise la caractérisation d'un agent coagulant extrait à partir de chardon marie et tester la possibilité de son utilisation dans la fabrication de fromages à pâte molle type camembert.

Le présent manuscrit est composé des trois parties :

- La première partie est une synthèse bibliographique sur le lait et le fromage à pâte molle de type camembert et les agents coagulants.
- La deuxième partie décrit le matériel utilisé et les méthodes utilisées.
- Enfin la troisième partie est consacrée aux résultats, discussion et une conclusion.

*Partie*

*Bibliographique*

# *Chapitre 01*

## *Généralités sur le fromage*

## 1. Généralités sur le fromage

### 1. Définition du fromage

Selon les normes du Codex, le fromage est un produit affiné ou non affiné, peut être enrobé, de consistance molle ou mi-dure, dure ou extra-dure. La proportion de protéines de lactosérum et de caséines ne dépasse pas celle du lait de vache. Le fromage est fabriqué en caillant complètement le lait avec par des coagulants appropriés et égouttage partiel du lactosérum obtenu après coagulation (**Carole et Vignola, 2000**).

### 2. Composition de fromage

#### 2.1 Glucides

La teneur en glucides des fromages blancs est de 3 à 4%, celle des fromages affinés et fondus est négligeables (2%), et elle est quasiment nulle dans les fromages à pâte pressée. Le lactose a été entraîné lors de l'égouttage dans le lactosérum ou a été transformé par la flore lactique lors de caillage ou de l'affinage. L'acide lactique construit, a une saveur rafraîchissante dans les fromages frais. Les acides volatils sont formés lors de la transformation du lactose par la microflore, tels que les acides acétique, propénoïque et les cétones sont sapides et odorantes (**Luquet, 1990**).

#### 2.2 Protéines

Selon leur mode de fabrication, les fromages contiennent entre 10 et 30% de protéines. Ce sont les aliments les plus riches en protéines, notamment les fromages à pâte dure qui ont une teneur en protéines plus élevée (30%) que la viande. Ces protéines proviennent de la caséine modifiée, lors de l'affinage, une partie importante est décomposée et dissoute en oligopeptides et acides aminés sous l'action de diverses enzymes, conférant au produit sa texture et sa saveur (**Dillon et Berthier, 2006**).

#### 2.3 Lipides

Les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte du fromage. Au cours de la maturation se produit, sous l'influence de lipases microbiennes, une lipolyse limitée avec formation d'acides gras libres estimés à 0.25% de la matière grasse dans le camembert frais à 6.4% dans le camembert très affiné. Certains de ces acides gras sont volatils et interviennent dans la formation de l'arôme. Les lipides du lait se trouvent dans le fromage sous forme émulsionnée, ce qui les rend plus digestibles (**Dillon et Berthier, 2006**).

#### 2.4 Minéraux

# Chapitre 01 Généralité sur le fromage

---

Le fromage est une excellente source de calcium et de phosphore (**Mahaut et al., 2000**). Selon **Gueguen, (2006)**, la teneur en calcium dans le fromage à pâte pressée est stable, contrairement au fromage à pâte molle où l'on note une grande variation, notamment dans le camembert. La teneur en calcium varie selon les marques de 200 à 700 mg pour 100 g. Le fromage est également une bonne source de potassium, de zinc et d'iode et de sélénium. En revanche, ils sont pauvres en fer et en magnésium (**Gueguen, 2006**).

## 2.5 Vitamines

Les vitamines liposolubles (A, D, E et K) du fromage dépendent de la teneur en matières grasses du lait utilisé comme matière première, l'ajout de crème et concentration en matière sèche atteinte lors de l'affinage (**Mahaut et al, 2000**).

Quant à la teneur en vitamines hydrosolubles (B2, PP, B5 et B6), elles diffèrent significativement selon le fromage. En effet, elle est le résultat de deux facteurs opposés: la perte se produit pendant l'égouttage et l'enrichissement se produit pendant d'affinage (**Dillon et Berthier, 2006**).

## 3. Classification des Fromages

### 3.1 Fromages frais

Ces fromages à la robe immaculée offrent une fraîcheur en bouche. Cette famille compte sûrement les plus vieux fromages du monde, puisqu'ils sont obtenus à partir d'une coagulation naturelle du lait et donc pas utile d'ajouter quoi que ce soit pour les fabriquer, l'essentiel d'avoir un lait de bonne qualité (exemple : Feta).

### 3.2 Fromages de lactosérum

On les appelle également « faux fromages », en raison de leur fabrication particulière. Ils sont produits à partir du chauffage d'un liquide issu de l'égouttage d'un fromage frais ou d'un autre fromage (exemple : broccio).

### 3.3 Fromages à pâtes molles à croûte naturelle

Ce sont le plus souvent des fromages au lait de chèvre qui ne présentent aucune moisissure interne ou externe. Ces petits formats, quasi exclusivement vendus à la pièce, offrent une grande variété dans les gabarits. Exception faite des fromages cendrés, la croûte se forme de manière naturelle (exemple : Saane-mauresane-Maure de Touraine).

### 3.4 Fromages à pâtes molles à croûte fleurie

Ce sont le plus souvent des fromages au lait de chèvre qui ne présentent aucune moisissure interne ou externe. Ces petits formats, quasi exclusivement vendus à la pièce, offrent une grande variété dans les gabarits. Exception faite des fromages cendrés, la croûte se forme de manière naturelle (exemple : camembert de Normandie).

### 3.5. Fromages à pâtes molles à croûte lavée

# Chapitre 01 Généralité sur le fromage

---

Ils se caractérisent par une pâte jaune orangé. Les fromages à pâtes molles et à croûte fleurie sont une variété de fromages à croûte blanche et duveteuse renfermant une pâte souple et coulante. Comme tous les fromages, les fromages à pâte molle à croûte fleurie sont des fromages fabriqués par coagulation enzymatique et lactique du lait caillé. Cependant, l'ensemencement de moisissure à leurs surfaces provoque, après affinage en cave, l'apparition d'une croûte (exemple : Le Brie de Meaux).

## **3.6. Fromage à pâtes pressées non cuites**

La particularité de cette famille est la diversité des fromages qu'elle renferme (formats, aspect de la croûte), mais ils ont tous un point commun qui est le pressage du caillé ou du gel en cours d'égouttage (exemple : Reblochon, Saint-Nectaire).

## **3.7. Fromages à pâtes pressées cuites**

Tout comme les pâtes pressées non cuites, ce sont des fromages de grand format, au taux de matière sèche élevé (60% à 63%), dont l'égouttage intense est accéléré par des moyens mécaniques (exemple : Comté, fromage Beaufort, Gruyère).

## **3.8. Fromages à pâtes persillées**

Les fromages à pâtes persillées sont caractérisés par le développement de *Penicillium roquefort* ou *Penicillium glaucum*. On trouve des persillés fabriqués à base de lait de vache, de brebis ou de chèvre (exemple : Roquefort, Bleud'Auvergne).

## **3.9. Fromages à pâtes filées**

Ce sont des fromages obtenus par pétrissage d'un caillé avec de l'eau ou du lactosérum chaud puis étirement de cette pâte jusqu'à la consistance désirée (exemple : Mozzarella).

## **3.10 Fromages à pâtes fondues**

Ce sont des fromages fabriqués à partir d'autres fromages dont on a fondu la pâte (exemple : Cancoillotte, Crème de Brie de Meaux, La vache qui rit).

## *Chapitre 02*

*Fromage à pâte molle type*

*Camembert*

### 1. Définition

Le camembert est un fromage au lait cru de vache, à pâte molle légèrement salée et à croûte fleurie (Seminel, 2015). Le nom provient du village de Camembert, en Basse-Normandie, où le fromage aurait été originellement fabriqué. Le camembert a la forme d'un cylindre de 10,5 à 11 cm de diamètre et pèse 250 g minimum, poids net à l'emballage. Il contient 45 % de matières grasses minimum sur extrait sec, soit seulement 22 % sur le produit fini et un poids total de matière sèche supérieur ou égal à 115 g par fromage (Law, 2020).



**Figure 01** : Fromage à pâte molle « Camembert »

### 2. Caractéristiques

Le camembert est un fromage à pâte molle, affiné en surface, qui se présente sous la forme d'un cylindre plat ou des morceaux du cylindre. La pâte a une couleur allant du blanc cassé au jaune pâle et une texture molle mais non friable, affinée de la surface au centre du fromage.

### 3. Composition et valeur nutritionnelle

#### 3.1. Composition

Le camembert est une structure physico-chimique extrêmement complexe dont la composition est mentionnée dans le tableau 01 ci-dessous.

**Tableau 01** : Composition moyenne des fromages à pâte molle type camembert (Dillon,1994)

<b>Eau(g)</b>	<b>50</b>
<b>Energie(Kca)</b>	<b>310</b>
<b>Glucides(g)</b>	<b>04</b>
<b>Lipides(g)</b>	<b>24</b>
<b>Protéines(g)</b>	<b>20</b>
<b>Calcium(mg)</b>	<b>400</b>
<b>Phosphore(mg)</b>	<b>250</b>
<b>Magnésium (mg)</b>	<b>20</b>
<b>Potassium(mg)</b>	<b>150</b>
<b>Sodium (mg)</b>	<b>700</b>
<b>Zinc(mg)</b>	<b>05</b>
<b>VitamineA(UI)</b>	<b>1010</b>
<b>Thiamine(mg)</b>	<b>0,04</b>
<b>Riboflavin(mg)</b>	<b>0,75</b>
<b>Niacin(mg)</b>	<b>0,80</b>
<b>Vitamine PP (mg)</b>	<b>1.2</b>

### 3.2. Valeur nutritionnelle

Comme tous les fromages, le camembert est considéré comme un aliment qui favorise la croissance et aide à maintenir la fonction du corps humain. Son apport nutritionnel dans les rations adultes est donné dans le tableau 02 suivant.

**Tableau2** : Contribution du camembert dans la ration alimentaire d'un adulte (Tremoliere,1984)

<b>Eléments</b>	<b>Besoin total journalier</b>	<b>Apporttotalpar30g du Camembert</b>	<b>Pourcentage de contribution(%)</b>
<b>Calories(Kcal)</b>	<b>2500</b>	<b>75</b>	<b>3</b>
<b>Protéines animales (g)</b>	<b>40</b>	<b>4.8</b>	<b>12</b>
<b>Lipides(g)</b>	<b>90</b>	<b>6.3</b>	<b>7</b>
<b>Calcium(mg)</b>	<b>800</b>	<b>168</b>	<b>21</b>
<b>Fer(mg)</b>	<b>12</b>	<b>0.24</b>	<b>2</b>
<b>Vitamine A (UI)</b>	<b>5000</b>	<b>900</b>	<b>18</b>
<b>Vitamine B1(mg)</b>	<b>1.2</b>	<b>0.02</b>	<b>2</b>
<b>Vitamine B2(mg)</b>	<b>1.8</b>	<b>0.14</b>	<b>8</b>
<b>Vitamine C(mg)</b>	<b>20-60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Glucides</b>	<b>240</b>	<b>0.0005</b>	<b>0.0002</b>

## 4.Étape de fabrication

### 4.1 Nature de la matière première

La fabrication de pâtes molles de type camembert nécessite l'utilisation de lait de haute qualité bactériologique et physico-chimique. Dans les pays à haute tradition fromagère, comme la France, ce fromage est fabriqué directement à partir de lait cru ou pasteurisé.

Dans les pays déficitaires en production de lait cru (dans le cas de l'Algérie, cet approvisionnement ne couvre que 40% des besoins), la fabrication du camembert est compensée par les produits importés (poudre de lait, MGLA) pour la reconstitution du lait (**Remeuf et al., 1991**).

Il faut signaler également que la capacité à transformer le lait en fromage dépend de nombreux paramètres tels que :

- Sa composition chimique (en particulier la richesse en caséine).
- Sa charge microbienne et la nature de sa microflore.
- La capacité à développer des bactéries lactiques.
- Enfin, son comportement vis-à-vis de l'enzyme de coagulation

### 4.2 Traitements préliminaires du lait

A son arrivée à l'usine, le lait est trié pour éliminer le lait impropre à la transformation fromagère (lait plus ou moins acide et à forte charge microbienne). Après stockage à basse température (3-4°C), il subit des traitements techniques spécifiques (homogénéisation et traitement thermique notamment) visant à permettre l'obtention de produits de grande qualité avec un bon rendement de production (**Lenoir,1974 ; Miranda et Gripon, 1986**).

### 4.3 Standardisation

Elle consiste à donner au lait une composition qui correspond à la composition du fromage en cours de fabrication. Ceci est réalisé en ajustant la teneur en matières grasses, qui devrait être d'environ 28 g par litre de lait, et la teneur en protéines, qui dans certains cas devrait être d'au moins 31 g par kg de fromage (**Bertrand,1988**).

### 4.4 Homogénéisation

Il s'agit d'une opération mécanique effectuée à des températures élevées de 60°C ou plus. L'homogénéisation du lait est utilisée dans l'industrie laitière pour stabiliser les émulsions de matière grasse du lait et empêcher la séparation de la crème. Ce processus consiste à décomposer les globules gras en fines particules. Ils ne remontent pas à la surface, mais se répartissent uniformément dans la phase aqueuse du lait, de sorte que la crème ne se détache pas même après plusieurs jours de stockage. L'homogénéisation n'est pas nécessaire pour le lait concentré sucré et facultative pour le lait pasteurisé, mais indispensable pour les autres laits (**Abdoun,2003**).

#### **4.5 Traitements thermiques du lait (Pasteurisation)**

Le lait utilisé dans l'industrie fromagère subit un traitement thermique préalable. En fonction de la température atteinte et du temps de chauffage, le traitement thermique appliqué affecte d'une part la concentration de la flore microbienne initiale et d'autre part la composition physico-chimique du lait (**Hermier et Cerf, 1997**). L'industrie fromagère utilise la pasteurisation, un traitement thermique qui conduit à la destruction de la plupart des microbes obsolètes et de tous les microbes pathogènes (**Guiraud, 2003**). La pasteurisation ralentit l'acidification et la coagulation (caillage) du lait et conserve sa valeur marchande pendant un certain temps (Guiraud, 1998). Il existe trois types de pasteurisation :

- Pasteurisation basse à 63°C pendant 30 minutes.
- Pasteurisation à haute température short time (HTST) soit 72°C pendant 20 secondes (**Bourdier et Luquet, 1991**).

### **5. Les étapes de fabrication du fromage à pâte molle type camembert**

#### **5.1. Préparation du lait**

La microfiltration du lait écrémé à l'aide d'une membrane de diamètre de pore 1,4 mm permet, sans devoir pasteuriser le lait (72 à 75 °C, 10 à 30 s), de satisfaire en toute sécurité aux normes bactériologiques des fromages à pâte molle fabriqués à partir de lait cru

#### **5.2 Coagulation du lait**

Dans le cas du camembert, la coagulation, qui résulte de la combinaison de l'acidification et de l'action des enzymes coagulants, donne un gel « mixte »

#### **5.3 Le tranchage et découpage**

Le tranchage consiste à couper le gel en portions égales afin d'accroître la surface d'exsudation du lactosérum. Le début de découpage se détermine en fonction du temps technique total de coagulation.

#### **5.4 Le brassage**

Le brassage évite la ré-agglomération des grains de caillé, et par choc mécanique, facilite l'exsudation du sérum hors des grains. Le temps de brassage est limité par la capacité des grains à exsuder le sérum.

#### **5.5 Le moulage**

C'est une opération fondamentale du stockage du caillé en moule, la température à laquelle s'effectue cette opération agit sur la vitesse d'acidification. Une application d'un ou de plusieurs retournements permet d'accélérer, d'intensifier et de régulariser le processus d'égouttage spontané.

#### **5.6 L'égouttage**

Le découpage est le facteur mécanique le plus actif sur l'égouttage. Les surfaces des grains en contact avec le lactosérum augmentent de manière exponentielle avec la diminution de l'arête. Le tranchage conduit à un égouttage plus rapide et plus prononcé à mesure que la division du gel s'accroît.

### 5.7 Le moulage

Le moulage est réalisé après soutirage de 20 à 30 % du sérum, pour répartir un mélange homogène caillé/sérum à l'intérieur des moules. Après le moulage, le caillé continue de s'égoutter en moules pendant une vingtaine d'heures. Les retournements assurent la mise en forme des fromages et poursuivent l'égouttage.

### 5.8 Salage

En fabrication de pâtes molles, le salage s'effectue à sec (se poudrage à la main ou à la machine) ou en saumure par immersion dans un bain généralement saturé en sel.

### 5.9. Ressuyage

Le ressuyage des caillés en surface a pour conséquence d'éviter toute contamination possible. Le ressuyage est réalisé à une température variant de 11 à 13C° et une humidité de 95%.

### 5.10 Affinage

L'affinage va permettre :

- Un développement de la flore de surface.
- La protéolyse et la lipolyse de la pâte.
- Le développement des qualités organoleptiques, flaveur et texture.

De nombreux micro-organismes interviennent au cours de ces transformations complexes.

Au début de l'affinage, alors que le caillé acide est essentiellement peuplé de bactéries lactiques (environ  $10^9$  g-1), la surface du fromage se couvre d'une flore acidophile formée de levure set de *Geotrichum candidum*.

### 5.11 Conditionnement

Le conditionnement de fromage camembert se fait d'abord dans des emballages du film alimentaire puis emballé avec une boîte en carton alimentaire.

### 5.12 Conservation du Camembert

La réfrigération reste les meilleures méthodes pour la conservation du Camembert, ou la température entre 4 et 8 C° dans son emballage d'origine et l'isolé du reste des aliments continus donne le réfrigérateur, sa conservation nous dépasse pas 10 jours (**Plati, 1998**)

*Chapitre 03*

*Coagulation du lait*

## 1. La coagulation du lait

La coagulation constitue la première étape pour transformer le lait en fromage. Cette coagulation entraîne la formation d'un gel, ce qui entraîne des changements physico-chimiques impliqués dans des micelles de caséine. Les mécanismes proposés en matière de formation de coagulum diffèrent complètement selon que ces modifications sont dues à l'acidification ou par l'action d'enzymes en coagulation (**Abdellaoui, 2007**).



**Figure 02** : la coagulation de lait

### 1.1 La coagulation par l'activité des bactéries lactiques

Ce type de coagulation résulte d'un abaissement du pH du lait par production d'acide lactique par des bactéries lactiques, suite à la dégradation du lactose. Lorsque le pH est inférieur à 5,2, le phosphate de calcium est solubilisé, provoquant une désorganisation des micelles. Il y a alors une réorganisation protéique et la formation d'un réseau protéique tridimensionnel, insoluble emprisonnant du lactosérum et de la matière grasse, appelé gel ou coagulum. Le coagulum est dit "lactique". Il est généralement cassant, perméable, et peu contractile après égouttage. Les caractéristiques des gels lactiques dépendent, à la fois, de la teneur en protéine, de la température, du pH final, de l'apport de minéraux et de la vitesse d'acidification mais aussi de la nature du levain lactique (**Brulé et al., 1997**).

### 1.2 La coagulation enzymatique

Plusieurs enzymes protéolytiques d'origine animale, végétale ou microbiologique ont la capacité de coaguler le complexe caséine (**Benyahia, 2013**). La présure est l'enzyme coagulant le plus connu et son mécanisme d'intervention est bien établi. Le processus de coagulation est influencé par la température, l'acidité et la teneur en calcium (**MAHAUT et al., 2000** et **LUCEY, 2002**).

Il existe également des coagulations dites "mixtes" qui associent les deux types de coagulation (cas des fromages frais). Les propriétés des gels ainsi formés et l'aptitude à l'égouttage sont intermédiaires entre celles du coagulum acide et celles du coagulum présure

### 1.3. la coagulation par action de la présure

#### 1.3.1 Présure d'origine animale

Selon (**Brule, 1997**), enzyme de coagulation, la présure ou ses substituts d'origine différentes, sont toutes des endopeptidases du groupe des aspartyls protéases. Elle se compose d'un mélange de chymosine et de pepsine. Le mécanisme de coagulation enzymatique comporte trois étapes principales :

- L'hydrolyse enzymatique de la caséine K (coupure d'une liaison peptidique spécifique : Phe105-Met106).
- L'agrégation des micelles de caséines.
- La réticulation et la formation du gel.

A l'issue de ces trois étapes, les micelles se réorganisent, pour former un gel appelé "gel présure" qui est souple, très cohésif, imperméable, contractile et ne s'égouttant pas spontanément (**Mahaut, 2000**).

#### 1.3.2. Présure d'origine végétale

De nombreuses préparations de coagulation végétale connues sont obtenues par immersion de divers organes supérieurs de la plante (**Adoui, 2007**). Bien que le nombre des coagulants végétaux soit élevé, leur application dans l'industrie est très limitée. Cependant, des études ont révélé que plusieurs enzymes végétales sont prometteuses et selon (**Rao et al., 1998**), d'autres extraits coagulants ont été obtenus à partir de plantes tropicales dont la plus célèbre étant la ficine extraite de latex de figuier, la papaïne extraite de feuilles de papaye, la bromélaïne extraite de fruit d'ananas. Ces protéases appartiennent au groupe des sulfhydryles protéases. L'extrait de chardon est probablement aussi la présure botanique la plus connue, utilisé depuis de nombreuses années dans la fabrication de fromages traditionnels (**Lamas et al., 2001 ; Prados et al., 2007**).

Des études ont montré qu'il est possible d'extraire et de purifier deux protéases aspartiques, à savoir les cardosines A et B, à partir de fleur de chardon. Ces protéases ont une spécificité similaire aux protéases la chymosine et la pepsine (**García et al., 2012**).

Elles agissent sur la liaison peptidique Phe105- Met106 de la caséine bovine et ovine, tandis que la  $\kappa$ -caséine caprine, elle est coupée de préférence au niveau de la liaison Lys116 - Thr117. Les deux enzymes peuvent hydrolyser également les caséines  $\alpha$  et  $\beta$  pour produire des fromages aromatiques à texture typique de beurre doux et saveur légèrement piquante (**Liorente et al., 2014**).

#### 1.3.3. Présures d'origine microbiennes

L'industrie de la fermentation s'est intéressée à la production de protéases capables de au lieu de présure, de micro-organismes. À cet effet, de nombreuses espèces des bactéries et des champignons inférieurs ont été étudiés pour atténuer les pénuries dans le monde présure

(Dagleish, 1997). De nombreuses protéases microbiennes agissent de manière similaire à la chymosine. Cependant, ces enzymes ont montré une activité protéolytique plus élevée pendant la production fromage. L'enzyme du *Rhizomucor miehei* est le coagulant microbien le plus couramment utilisé pour la production de fromage. (Jacob et al., 2011). Actuellement, les recherches sur la présure microbienne s'orientent encore vers la découverte d'enzymes plus stables à la chaleur et ayant de meilleurs taux de coagulation sur l'activité protéolytique en général. La résistance à la chaleur est un critère important, en particulier pour les protéases à haute activité protéolytique (Yegin et Dekker, 2013).

Il existe deux types de protéases dérivées de micro-organismes :

### 1.3.3.1. Origine bactérienne

La recherche d'enzymes pour remplacer la présure a conduit à de nombreux travaux sur certaines bactéries : *Streptococcus liquifaciens*, *Micrococcus caseolyticus*, *Bacillus cereus*. Les protéases extraites de ces bactéries présentent certains inconvénients, tels que la non-spécificité de l'hydrolyse, une protéolyse excessive conduit à un faible rendement fromager, un goût aigre, voir amer (Ernstrom, 1983). Des travaux récents de génie génétique ont permis la préparation de présure formée à partir de chymosine purifiée, par transcription génique sur *Escherichia coli* (Alias et Linden, 1997).

### 1.3.3.2. Origine fongique

Le travail effectué sur différentes levures et moisissures a permis ont sélectionné 3 types de moisissures aux propriétés coagulantes et protéolytiques les plus proches de celles des enzymes gastriques. Il s'agit d'*Endothia parasitica*, *Mucor miehei* et *Mucor pusillus* (Goursaud, 1999).

## 2. Facteurs de la coagulation

La coagulation du lait peut être influencée par divers facteurs et Les caractéristiques des coagulums sont principalement associées à des facteurs physiques. Les facteurs qui affectent l'activité enzymatique comprennent la concentration d'enzymes, la température, le pH, la teneur en calcium, la teneur en caséine et la dimension des micelles (Benyahia, 2013 ; Dagleish, 2006).

### 2.1. Température

La température optimale pour l'activité de la présure et de la pepsine est 40-42°C. Dans cette gamme de températures, le temps de floculation est le plus court, alors augmente à des températures plus élevée et s'annule à 65°C où la présure est inactivée. On note que le temps de raffermissement du gel diminue avec l'élévation de la température (Benyahia, 2013).

### 2.2. Concentration en enzyme

La concentration en enzyme est inversement proportionnelle au temps de coagulation. Cependant, elle est proportionnelle à la vitesse d'hydrolyse de la caséine  $\kappa$  (phase enzymatique) et à la vitesse d'agrégation des micelles (phase physique).

### 2.3. pH

En passant de pH 6,7 à 5,6, la vitesse de coagulation est accrue. Ceci résulte d'un accroissement de la vitesse d'hydrolyse et par suite une augmentation de la vitesse de raffermissement du gel. La fermeté est significativement importante de pH 6,6 à pH 6,0 due à une plus grande disponibilité du calcium ionisé. Au-dessous de pH 6,0, la caséine se déminéralise et la désagrégation de la structure micellaire est accentuée jusqu'à devenir totale à pH 5,2.

### 2.4. Teneur en calcium

La réticulation du gel lors de la coagulation du lait par la présure, impliquant des liaisons phosphocalciques, est particulièrement influencée par la teneur et la nature du calcium présent. L'addition du  $\text{CaCl}_2$  entraîne une augmentation du calcium ionisé et du calcium colloïdal ayant pour conséquence un temps de coagulation plus court et une fermeté du gel plus élevée (**Benyahia, 2013**).

### 2.5. Teneur en caséines

La vitesse d'hydrolyse enzymatique est proportionnelle à la teneur en protéines. Ainsi, la vitesse d'agrégation et la fermeté des gels augmentent avec la teneur des caséines (**Benyahia, 2013**).

### 2.6. Dimension des micelles

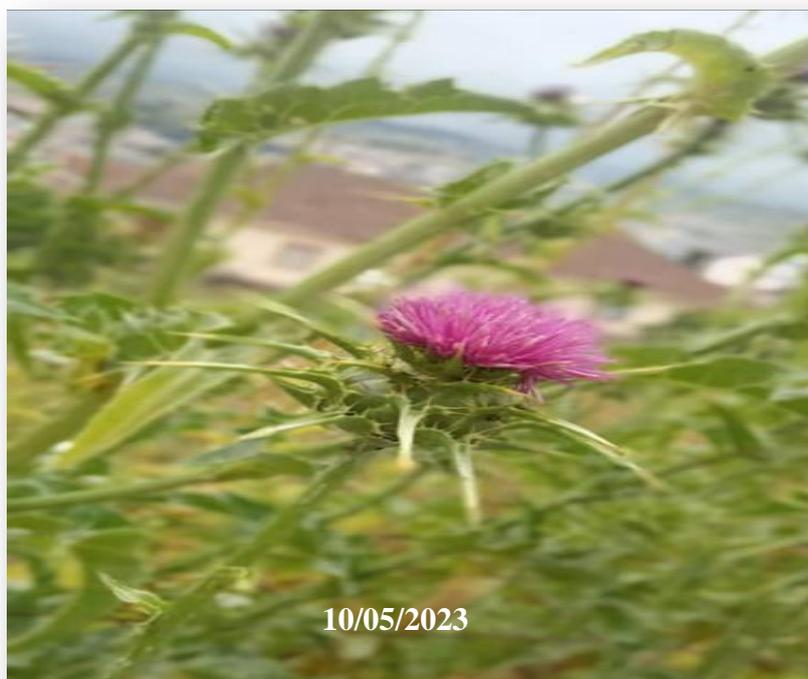
La relation entre les dimensions des micelles et le temps de coagulation est proportionnelle. Pour les micelles de faible diamètre, riches en caséine  $\kappa$ , la vitesse d'hydrolyse est plus rapide (**Benyahia, 2013**).

# **Chapitre 04**

## **Généralité sur la plante**

## 1. Définition de chardon marie

De son nom latin *Silybum marianum*, le chardon-marie est une plante de la famille des astéracées. C'est une plante herbacée et robuste pouvant mesurer plus de 1,5 mètre de haut. Il pousse spontanément sur les terrains non cultivés et le bord des chemins. (Flora, et all 1998)



**Figure 03** : Le Chardon marie

## 2. Histoire de la plante

Est une plante spontanée qu'on pourrait qualifier de mauvaise herbe, identifiée depuis deux mille ans et utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Elle a été utilisée comme médicament populaire et traditionnel en Europe et en Asie. Ses graines se répartissent au niveau et en dessous de la surface du sol, ce qui en fait une plante assez résistante. Le nom de chardon-marie proviendrait d'une légende datant du Moyen-âge : lors d'un voyage de l'Égypte vers la Palestine, la Vierge Marie voulant dissimuler son enfant Jésus aux troupes d'Hérode le Grand, l'aurait déposé dans les larges feuilles de chardon-marie. (Rahal, et all 2012).

D'après cette légende, les taches blanches au niveau des nervures des feuilles caractéristiques de l'espèce sont des traces 'héréditaires' qui proviendraient des gouttes de lait de la Vierge Marie. Les propriétés du chardon-marie sont connues depuis des millénaires : au Ier siècle, le médecin et apothicaire Dioscoride citait le *Silybum* dans son *materia medica* comme une **plante médicinale** ; le nom dérive du grec « *Silybon* » ou «

*Silybos* » qui veut dire houppe. Au dix-neuvième siècle, cette plante était employée pour **des troubles du foie, du rein, de la rate, de calculs biliaires et aussi pour des problèmes de grossesse et de menstruation.** (Bijak, Silybin, 2017).

### 3. Classification botanique

La classification de chardon marie selon Lignée, (Bonnier, 1990) est présentée dans le tableau n° 3 ci-dessous :

**Tableau 03** : Classification du *Silybum marianum* selon Lignée (Bonnier, 1990).

<b>Phylum</b>	Phanérogames
<b>Sous-phylum</b>	Angiospermes
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Ordre</b>	<i>Astrales</i>
<b>Famille</b>	<i>Asteraceae (Composées)</i>
<b>Sous-famille</b>	<i>Tubuliflores</i>
<b>Genre</b>	<i>Silybum</i>
<b>Espèces</b>	<i>Silybum marianum</i>

## 4 . Description morphologique

### 4.1.La tige

le chardon-marie s'appuie sur une longue et épaisse racine principale, fait plus d'un mètre de hauteur.

### 4.2. Les feuilles

Sont vertes, luisantes et en général largement tachetées de blanc le long des nervures. Elles sont bordées de dents épineuses jaunes.

### 4.3. Les fleurs

Ont des capitules violets et possèdent 5 étamines Elles fleurissent depuis le mois de juin jusqu'au mois d'août.

### 4.4. Les graines

Sont noires, luisantes, légèrement aplaties, plus ou moins marbrées de jaune. Elles sont lisses ou finement ridées, couronnées avec les touffes plumeuses.

### 5. Localisation et répartition géographique

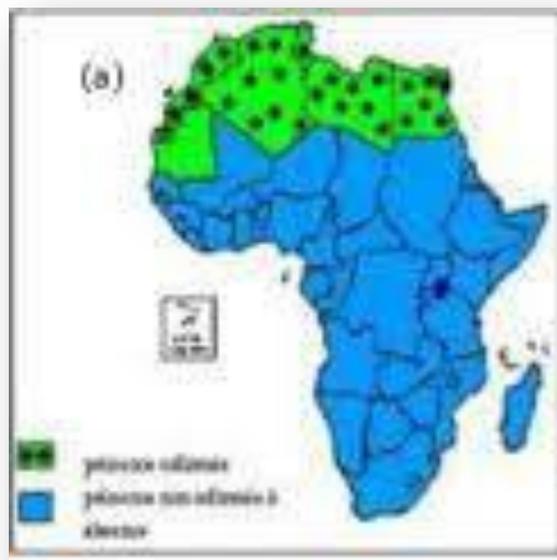
Le chardon Marie affectionne particulièrement les lieux secs et ensoleillés, souvent

Sur sols acides, secs et cailloux (**Morazzoni et Bombardelli, 1995**).

Cette plante pousse essentiellement dans un climat chaud et tempéré et ne pousse qu'au-dessus de 700 mètres d'altitude. Sa répartition géographique est concentrée sur le pourtour Méditerranéen(**Rodzko, 2000**).

Elle est réellement originaire des lieux incultes des pays du Maghreb, de l'Europe, et de l'Asie de l'Ouest grâce au climat favorable qu'offrent ces pays.

Elle est aussi cultivée en Californie et dans l'Est des Etats-Unis.



**Figure 04** : Répartition de *Silybum marianum* (chardon Marie) en Afrique.

## 6. Composition de la plante

Le chardon-marie est une plante annuelle. La germination se produit en général en automne. Une plante peut produire jusqu'à 6350 graines. Presque la quasi-totalité (95%) des graines sont capables de germer au cours du cycle suivant. La floraison débute dès le mois de juin jusqu'au mois d'août. La pollinisation est autogame (par autofécondation, car le *Silybum marianum* est une espèce hermaphrodite) ou encore entomogame (la fécondation se fait au moyen des insectes, du vent,...) Grâce à son cycle de vie et à sa croissance, le chardon-marie peut envahir une importante superficie. ( **Rahal,et all 2012**).

Le chardon-marie est un végétal riche en composés actifs. Ses propriétés sont dues à la présence de la silymarine, une substance **riche en flavonoïdes**. C'est la graine qui contient le taux le plus élevé en silymarine (4 à 6%, dont 70-80% de flavonolignanes et 20-30% de composés polyphénoliques oxydés). Ce principe actif peut être extrait séparément ou séparé des différents composés de l'huile, d'où l'intérêt porté à cette partie de la plante. La graine contient aussi des lipides à 30-20 %, des protéines à 25-30 % et des minéraux dont les teneurs varient. (**Bijak, silybin, 2017**).

Le chardon-marie présente également des **teneurs élevées en calcium** dans tous les organes du végétal (feuilles, graines, tige, racines) ce qui confère à cette plante une **forte valeur ajoutée alimentaire**. Le **phosphore** est un minéral que l'on retrouve principalement dans les graines de chardon-marie. Les feuilles se distinguent par des teneurs importantes en sodium, en magnésium et en calcium alors que la tige est riche en potassium. ( **Abenavoli,et all 2018**)

## 7. Les différents types d'Antioxydants du chardon Marie

Les antioxydants cellulaires élaborent un système de défense perfectionné contre l'agression radicalaire (**Hadi, 2004**). Ils sont caractérisés par un mécanisme d'action qui peut être direct comme c'est le cas pour des antioxydants enzymatiques et non enzymatiques, ou indirect en tant que partie de la structure d'enzymes et/ou cofacteurs d'enzymes Anti-oxydantes (**Mette et Berger, 2006**).

### 7.1 LesPolyphénols

De nombreuses études épidémiologiques et expériences in vitro réalisées sur les animauxrévèlent que les polyphénols présents au niveau de certains fruits et végétaux possèdent despropriétés anti-oxydantes et exercent des effets anti-inflammatoire, anti-carcinogénique,antibactérien, anti-antimutagène, antiviral, antibactérien anti-tumorales.

Les polyphénols sont des substances présentes dans les boissons obtenues à partir des plantes, des fruits, et des légumes, tels que l'huile d'olive, le vin rouge ainsi que le thé (**Curtay et Robin, 2000**).

## 7.2 Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont aussi appelées molécules piègeuses du fait de leur aptitude à piéger efficacement les radicaux libres. Plusieurs études ont confirmé que la consommation de flavonoïdes alimentaires garantissent un effet préventif important dans la lutte contre des types de cancer comme le cancer des poumons et de la prostate. Dans certains cas, les flavonoïdes peuvent agir en association avec La vitamine C afin d'optimiser et de potentialiser les effets de la vitamine C (**Hadi, 2004**).

# **Partie Expérimental**

# **Chapitre 1**

## **Matériel et Méthode**



protéolytique non coagulante élevée modifie la texture et le goût (acide et amer) des produits laitiers (**Chazarra et al, 2007 ; Jacob et al, 2011**).

## **4.Le coagulant microbien**

Utilisé dans cette étude est de marque ANISCO fabrique au France, Les protéases extraites de ces bactéries ont plusieurs inconvénients, tels que la non spécificité de l hydrolyse et la protéolyse excessive qui a pour conséquence un rendement fromager et une modification des caractéristiques organoleptiques des fromages (goût acide, amertume).

## **3. Matériels et produits utilisé**

### **3.1. Matériels et produits de laboratoire utilisés**

#### **3.1.1Produits**

- Eau distillée
- Phénolphtaléine
- Soude caustique en perle 99%
- Rouge de phénol

#### **3.1.2 Matériels**

- Balance à précision
- Pince
- Pompe à vide
- Thermomètre
- Etuve
- Bain marie
- Burette de 100ml
- Pipette jaugée de 10ml
- Erlen Meyer
- Joint conique
- Entonnoir
- Papier filtre
- Tamis
- Plaque chauffante
- Papier aluminium
- Verre de montre
- Barreaux magnétique
- Ph mètre
- Chronomètre

**Méthode****1. Etapes de fabrication du camembert expérimental****1.1 Réception du lait et stockage**

Si le lait cru reçu ne peut être transformé immédiatement, il doit être disposé dans des cuves réfrigérées pour l'entreposer. Pendant que le lait se trouve dans les cuves d'entreposage, il faut surveiller la température et veiller à ce qu'elle demeure entre 1 °C et 4 °C et afin de réduire au minimum la prolifération des microorganismes, il faut nettoyer et assainir les cuves d'entreposage de lait cru à chaque utilisation. La réception du lait doit être soumise à des conditions confirmées par des analyses au laboratoire telles que l'acidité, la densité, taux de matière grasse et le test d'antibiotiques.

**Figure 05** :Réception du lait

## 1.2 Filtration du lait

Un soin tout particulier doit notamment être apporté à la préparation du fromage. Le lait cru utilisé peut également contenir des particules et des bactéries qui doivent être éliminées. La filtration joue donc un rôle clef pour éliminer ces indésirables et fabriquer des produits finis conformes aux exigences sanitaires et aux propriétés organoleptiques optimales.

## 1.3 Pasteurisation du lait

On chauffe le lait à la température de 72°C pendant 15 secondes. Le lait pasteurisé doit être refroidi par circulation d'eau froide dans le serpentin de la cuve de pasteurisation.

## 1.4 Ensemencement des ferments lactiques (maturation)

Cette étape consiste à produire de l'acide lactique, on ajoute au lait des ferments lactiques et on laisse le lait reposer. Les bactéries préalablement développées, vont produire des acides lactiques, qui provoquent l'augmentation de l'acidité du lait, dans l'objectif d'avoir 20° D. Ces acides vont interagir avec les enzymes lors de l'étape suivante (l'emprésurage), pour donner au lait une consistance solide. Par ailleurs, les ferments lactiques donnent aux fromages leurs qualités organoleptiques (texture, structure, goût et saveur), au cours du processus biologique de l'affinage.

Les ferments lactiques utilisés sont ajoutés à une température de 36°C. Dans cette expérience on a utilisé les cultures suivantes :

- La culture MM 100 ou MM 101 est un mélange de culture mésophile préférée pour les fromages à pâte molle.
- La culture TA 52 est une culture thermophile.
- PC NEIGE, *Penicillium candidum*.
- PC SAM 3, *Penicillium candidum*.
- GEO 17, *Geotrichum candidum*.
- MVA, *Staphylococcus xylosum*

## 1.5 L'emprésurage

Cette phase consiste à solidifier le lait par l'ajout d'une quantité de présure qui réagit avec les acides lactiques et favorise la coagulation du lait, cela permet d'obtenir du lait caillé.

C'est ainsi que notre étude consiste à faire une comparaison entre le lait coagulé avec la présure microbienne et celui coagulé avec la présure végétale extraite du chardon marie, pour cela nous avons procédé comme suit :

## 1.6 Préparation de l'extrait enzymatique à partir de la plante végétale chardon marie (*Silybum marianum*)

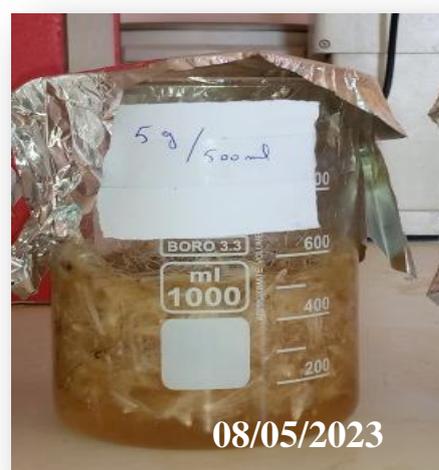
**1.6.1 Séchage :** après la récolte des pétales du chardonmarienous les avons soumis à une température de 38°C dans une étuve pendant 24h. Après séchage, les pétales sont conservés dans un bocal en verre étanche à l'abri de lumière, l'air et l'humidité.



**Figure 06 : Séchage de la plante**

### 1.6.2 Préparation de l'extrait de chardon marie

05 g de pétales de chardon marie séchée sont ajoutés à 500ml d'eau distillée pendant et laissés 02 jours à 10°. Après cette période, la solution a été homogénéisée, puis filtrée. On obtient un extrait enzymatique à une concentration  $C : 0.02g / ML$



**Figure 07 : La solution de présure**

### 1.6.3 La détermination du pH

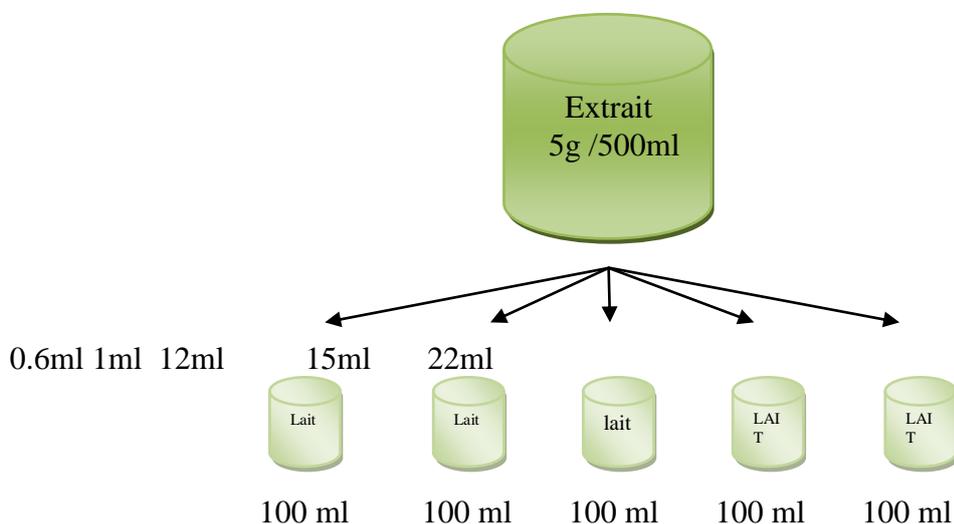
Est effectuée à l'aide d'un pH- mètre étalonné en unité pH permettant des mesures d'une précision minimale de  $\pm 0.01$  pH, on rince les électrodes et le récipient de mesure avec l'eau distillée, puis on homogénéise la solution de présure et on introduit un volume suffisant dans le récipient dans lequel on plonge les électrodes . On agite légèrement la solution de présure jusqu'à indication de la stabilité du pH-mètre.

### 1.6.4 Détermination de l'activité coagulante

L'activité coagulante est exprimée par la rapidité avec laquelle l'enzyme coagule le lait, elle est déterminée selon la méthode de (Libouga, 2006).

### 1.6.5 Utilisation d'extrait

Différents volumes (0.6, 1, 12, 15 et 20ml) de l'extrait ont été ajoutés à 100 ml de lait préparé dans des béchers, puis placés au bain marie sur une plaque chauffante réglée à 40°C. Parallèlement à l'aide d'un chronomètre, on calcule le temps d'apparition des premiers flocons de caséines visibles à l'œil nu, on arrête le chronomètre au début de la floculation.



**Figure 08 :** Répartition du lait et l'ajout des différentes doses de l'extrait

### 1.6.6 Calcule de la force de l'extrait du chardon marie

Le temps de coagulation et la force de l'extrait de présure pour chaque série de lait ont été calculés selon la formule suivante :

$$F = 2400 V / T v$$

40 min 60 = 2400 secondes, F:Force de présure, V : volume de lait en ml, v :Volume de présure en ml, T :Temps de floculation en secondes.

### 1.7 Préparation des solutions de présure

#### 1.7.1 Préparation de la présure microbienne et emprésurage

Diluer 1g de présure dans 500ml d'eau stérilisé pour 100000ml

Donc pour 5000ml du lait on utilise 0,05g de présure ou 25ml pour 5000ml du lait.

On rajout la présure pour le lait, et on laisse le temps de caillage

#### 1.7.2 Préparation de la présure végétale et emprésurage

On raison de s'approcher au dose de la présure microbienne et pour minimiser le risque de contamination et l'amertume on a choisi le 0,6/100ml, donc 30ml/5000ml du lait

On rajoute la présure pour le lait, et on attend la coagulation.

**2 Le décaillage (tranchage):** c'est le découpage du caillé en cubes de 2,5 à 3cm.



**Figure 09:** Le décaillage

**2. Le premier brassage :** le caillé est brassé pour qu'il reste en suspension afin de favoriser l'égouttage sur les faces de chaque cube et une bonne homogénéité de la future pâte.

On laisse reposer 10 minutes dans le but de dégager le lactosérum en surface et la précipitation de la caséine, puis on élimine le lactosérum et on passe à l'étape suivante.

**4. Le deuxième brassage :** consiste à brasser le caillé une deuxième fois qu'on laisse se reposer encore 10 minutes, puis on élimine le lactosérum dégagé. La moyenne du volume de lactosérum enlevé est d'environ les 2/3 du volume total.



**Figure10 :** Le Brassage de camembert

### 5. Moulage

le moulage permet de donner au fromage sa future forme en séparant le caillé de lactosérum.

On verse le caillé dans des moules perforés à l'aide d'une louche, afin que le lactosérum puisse s'écouler.



Figure 11 : Moulage de camembert

### 5. Egouttage

C'est l'étape qui permet la séparation du lactosérum du caillé. Son but est de régler la teneur en eau du caillé, aussi la minéralisation de ce dernier et son délactosage.

L'égouttage peut prendre jusqu'à 15h ou l'on obtient une acidité de 75°D avant le démoulage.



**Figure 12 :** Egouttage du fromage a pate molle «Camembert »

### 6. Salage

La pâte obtenue subit un salage à sec par saupoudrage superficiel et frottage. Le sel assure l'élimination de certaines proliférations microbiennes, il permet de poursuivre l'étape de l'égouttage et sert comme exhausteur de goût en relevant la saveur du fromage.

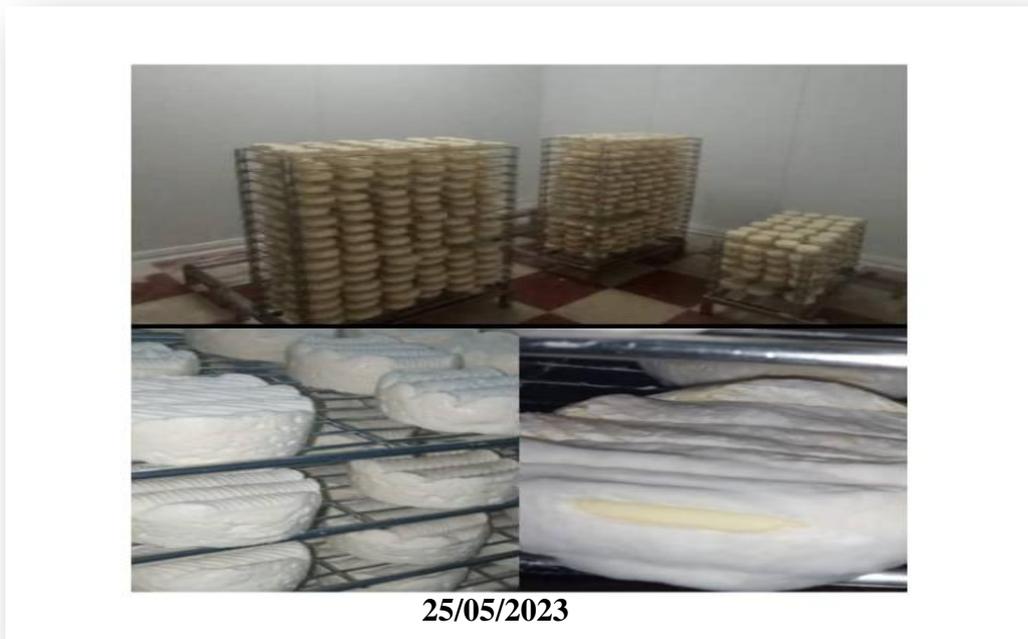


**Figure 13** : Le Salage du fromage a pate molle «Camembert »

### 7. L'affinage

La finalité de l'affinage est de diriger ces évolutions dans le sens souhaité.

Une température de 11 à 12°C et une humidité de 85 à 90%, favorise des profondes modifications de la composition physico-chimique du substrat. L'affinage dure 10 à 15 jours.



**Figure 14 :** L'affinage du fromage a pate molle «Camembert »

## **8. Analyses physico-chimiques de produit fini**

### **8.1 Détermination de l'acidité titrable du camembert**

A l'aide d'une balance on mesure une quantité bien définie (1g ou 2g) de la pâte interne de camembert. Après élimination de la pâte externe, on ajoute une quantité suffisante d'eau distillée pour dissoudre la pâte camembert. On mélange bien l'eau distillée et la pâte interne du camembert, puis on ajoute 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine 1 %. Le titrage de ce mélange est réalisé à l'aide de la soude (NaOH) jusqu'au virage au rose. A la fin on détermine le volume du NaOH utilisé (chute de la burette) qui sera utilisé pour déterminer l'acidité exprimée en degré Dornic (°D).

### **8.2 Détermination du Ph**

- Le pH a été déterminé directement sur les pièces de fromage.
- Mettre la sonde du pH mètre dans le centre de la demi-pièce codée.
- Attendre la stabilisation de l'instrument pour faire la lecture du pH et de la température sur l'écran.

Pour les analyses à suivre, une préparation de l'échantillon s'avère indispensable :

- Prendre une pièce de chaque essai codé.
- Couper et prendre le centre de chaque pièce avec l'élimination de la croûte de *Penicillium*.

- Broyer l'échantillon dans un mortier.

## 9 Analyse sensorielle

L'évaluation sensorielle des aliments est une technologie dont l'objectif est la détermination des propriétés sensorielles ou organoleptiques des aliments, et la recherche des préférences ou aversions pour ces aliments qui déterminent ces propriétés sensorielles (Patrick et al., 2009).

Le principe consiste à présenter à un sujet un échantillon de fromage pour lequel il doit préciser tous les observations visuelles ou dégustation afin de :

- Établir un profil sensoriel.
- Étude de la satisfaction des consommateurs et/ou de leurs préférences.
- Comparaison entre deux produits pour étudier l'influence de présure sur les qualités organoleptiques.
- Les caractéristiques sensorielles du camembert sont évaluées par des observations visuelles et des dégustations. Les séances de dégustation des deux fromages à pâte molle préparés, ont été réalisées en présence d'un panel de quelques personnes non entraînés mais habitués à la dégustation des fromages.

## 10 Étude de la satisfaction des consommateurs et/ou de leurs préférences.

### - L'évaluation sensorielle

L'objectif de cette analyse consiste à donner le profil sensoriel global du fromage en demandant à un groupe de personne composé d'enseignants, étudiants de différents niveaux et les membres de nos familles d'établir un jugement qualitatif ainsi que classer ce produit selon les spécifications décrites dans la fiche de dégustation

### 11.1 Les fiches de dégustation

Les fiches de dégustation La note globale intègre l'odeur du produit entier, l'aspect de la croûte et de la pâte, la texture en bouche de la pâte ainsi que la flaveur (goût et saveur). Les fiches de dégustation permettent de porter un jugement qualitatif sur les fromages en notant différents descripteurs. Une note globale est finalement attribués au fromage, ou Les échantillons ont été présentés en même temps et déposés dans un ordre aléatoire(Edima, 2007).

### 11.2 Caractéristiques organoleptiques et rhéologiques

Les notes de chaque échantillon sont présentées sous forme de tableau et sont établies au moyen de Microsoft Excel 2007 sous forme étoile d'araignée.

### ➤ Test d'intensité

Au cours de ce test, les dégustateurs doivent noter l'intensité perçue d'une caractéristique sensorielle (attribut) de chaque échantillon codé sur une échelle allant de 1 (faible intensité) à 9 (forte intensité).

### ➤ **L'évolution de la texture**

La texture est appréciée au moyen de techniques instrumentales ou sensorielles, la méthode instrumentale présente l'avantage d'être corrélée à l'analyse tout en étant facile à mettre en œuvre (**Laitier et al, 2009**).

### ➤ **La couleur**

Cetraduit l'influence de la flore microbienne présente ainsi que les composés facultatifs ajoutés.

### ➤ **Le goût**

Ilse rapporte à une estimation générale et tranchante ainsi qu'à une détection de toute anomalie possible.

### ➤ **L'odeur**

Elletraduit la qualité aromatisant du fromage (**BENSAID, 2011**)

# **Chapitre 02**

## **Résultats et**

## **Discussion**

## Résultats et Discussion

### 1. Résultats d'analyses physico-chimiques du lait de vache

1.1 Les résultats d'analyses physico-chimiques de l'échantillon de lait de vache sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 04:** Résultats d'analyses physico-chimiques du lait de vache

Paramètres	Valeurs
Densité	1.032
Matière grasse(g)	36
Acidité (D°)	18
Test antibiotiques	Négatif

Les résultats montrent que l'acidité de l'échantillon est 18°D. Dès sa sortie du pis de la vache, le lait a une certaine acidité. Cette acidité est due principalement à la présence des protéines, surtout les caséines et les lactalbumines, de substances minérales telles que les phosphates et le gaz carbonique, ainsi que des acides organiques, le plus souvent l'acide citrique. Un lait frais normal à une acidité titrable de 16 à 18° degré Doronic. Dans les laits en voie d'altération, cette acidité augmente en raison de la dégradation du lactose en d'autres acides en plus de l'acide lactique (AMARIGLIO, 1986).

La valeur de la densité de l'échantillon de cette étude est de 1.032 ce qui correspond aux valeurs appliquées. Selon plusieurs auteurs, les laits dont la densité se situe entre 1,030 et 1,032. En dehors de tout mouillage, la densité d'un lait varie selon sa richesse en matière sèche, et est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. Ainsi l'écémage du lait conduit à une élévation de sa densité (LUQUET, 1985).

D'après (Lederer, 1983), un lait de très bonne qualité contient 35-40g/l de matière grasse. Le lait utilisé dans nos essais présentait donc une teneur moyenne en matière grasse. La variation du taux de cette dernière peut être due à la race bovine exploitée et aux conditions d'élevage telles que le stade de lactation, l'alimentation (stratégie d'alimentation beaucoup plus basée sur les concentrés) et la traite (LUQUET, 1985).

On remarque dans cette étude que les laits crus de vache destinés à la fabrication du camembert sont tous caractérisés par une absence totale d'antibiotique, donc le lait doit avoir à une sélection bien affectée pour la fabrication du camembert. La présence de résidus d'antibiotiques peut être à l'origine de l'inhibition totale ou partielle des phénomènes fermentaires d'origine bactérienne en particulier lorsque ces substances sont appliquées localement pour le traitement des mammites. Leur présence dans le lait offre un double inconvénient. Ainsi, pour le consommateur, elle peut être responsable de phénomènes allergiques et cancérogènes (MITCHELL, 2005).

### 2. Résultats physico-chimiques des présures microbienne et végétale

## 2.1 Couleur de présure

- Les extraits de chardon marie que nous avons obtenus sont caractérisés par solution de 5g/500 ml du couleur jaune curry.
- La présure microbienne que nous avons préparée à une dose de 1g/500ml et d'une couleur marron clair.

### 2.1. pH

Les valeurs de pH de solutions de présures préparées d'origine microbienne et végétale montrent que la présure microbienne est plus acide que celle du chardon marie, soit une différence de l'ordre de 1.32 unité pH. Toutefois, les deux extraits seraient actifs dans un milieu acide.

**Tableau 05** : Valeurs de pH de présures microbienne et végétale

Solution	Présure microbienne	Présure végétale
Ph	5.35	6.67

## 3. Détermination la force de présure

### 3.1 Détermination de la force de présure du macérât (présure végétale)

**Tableau 06** : Temps de floculation et force de présure pour extrait enzymatique de 5g/500ml

Extrait enzymatique	Volume d'extrait enzymatique(ml)	Temps de floculation	Force de la présure
Extrait 5g/500ml	0.6	10 min 35s	629.92
	1	9 min 20s	428.5714
	12	2 min 30s	94.11
	15	2 min 10s	92.30
	22	1 min 02s	175.95

### 3.1 Détermination de la force de présure microbienne

**Tableau 07** : Temps de floculation et force de présure 1g/500ml

Extrait Enzymatique 1g/500ml	Volume d'extrait enzymatique (ml)	Temps de floculation	Force de la présure
	5ml	9min 21s	85.56

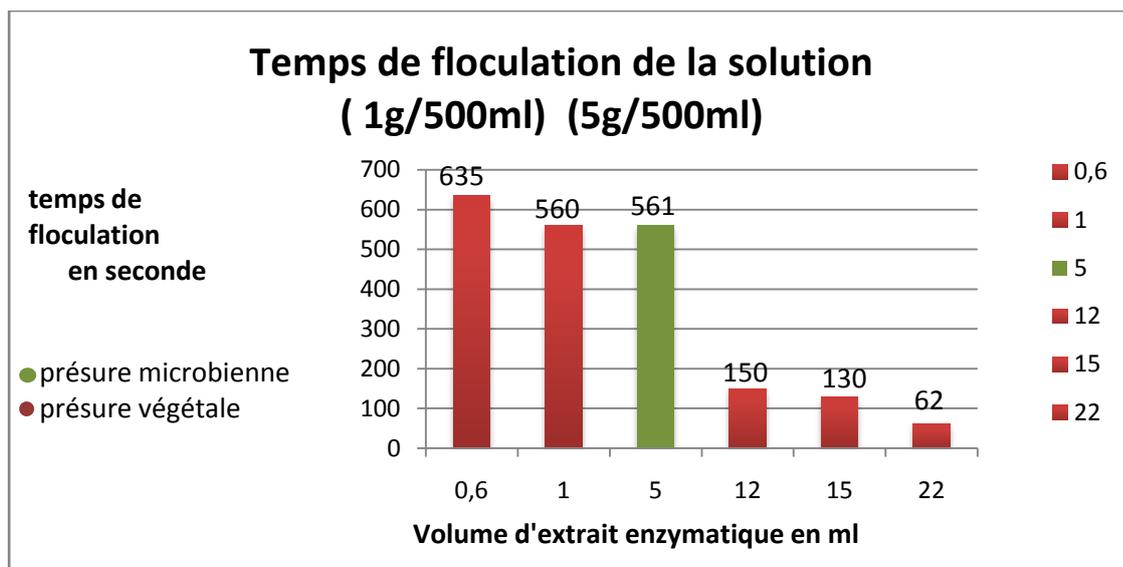


Figure 15: Temps de floculation de la solution

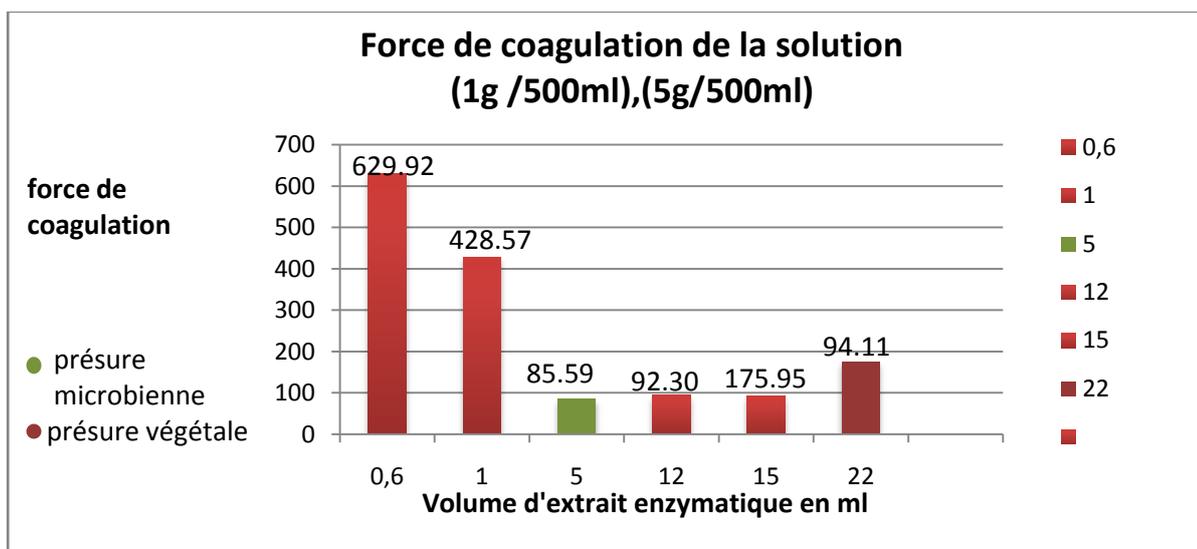


Figure16 : Force de coagulation de la solution

D’après les résultats mentionnés dans les tableaux 05 on constate au niveau du résultat de la présure végétal que pour l’ensemble des doses testées, les résultats obtenus sont globalement assez similaires.

Il existe une règle approximative de proportionnalité entre la dose de présure et l’inverse du temps de floculation, plus la dose est forte plus le temps est court.

En effet, nous constatons que les résultats de 5ml de la présure microbienne sont proches de 1ml de la présure végétale, mais nous avons choisi 0.6 ml de l'extrait végétal pour éviter le goût amer

#### 4. Résultats obtenus lors de la production du fromage à pâte molle type Camembert

Dans cette partie, deux échantillons de fromage sont fabriqués. Surveillance de plusieurs paramètres effectués tout au long du processus de fabrication. Les résultats Il existe une règle approximative de proportionnalité entre la dose de présure et l'inverse du temps de floculation, plus la dose est forte plus le temps est court.

Il existe une règle approximative de proportionnalité entre la dose de présure et l'inverse du temps de floculation, plus la dose est forte plus le temps est court.

Il existe une règle approximative de proportionnalité entre la dose de présure et l'inverse du temps de floculation, plus la dose est forte plus le temps est court.

Il existe une règle approximative de proportionnalité entre la dose de présure et l'inverse du temps de floculation, plus la dose est forte plus le temps est court.

Obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau 08** :résultat obtenu de la production du fromage à pate molle type camembert

Paramètres	Présure microbienne	Présure végétale
Acidité lait pasteurisé	18°D	18°D
Maturation	20MIN	20MIN
Acidité début d'emprésurage	20°D	20°D
Température	36°C	36°C
Temps de prise	9.21MIN	10.35MIN
Temps de coagulation totale	42MIN	47 MIN
Acidité tranchage	21°D	21,5°D
Acidité début de moulage	21,5°D	22°D
Le temps pris pour le démoulage	15h	19h
Acidité de démoulage	75°D	85°D
Ph de produit	6.85	6.34

Pour éliminer l'influence de quelques paramètres avant l'emprésurage on a pris les mesures de travailler dans les même conditions. Dans cette expérience on a travaillé avec le même lait pasteurisé d'une acidité de 18°D, le même ferment lactique, et on asuivi la maturation du lait jusqu'à 20°D avec la même température de 36°C.

Pour atteindre l'objectif d'évaluer la différence entre la présure microbienne et végétale, on a pris la même quantité de 10L de lait pour chaque essai et on a ajouté la dose de présure nécessaire. Les résultats de nos essais ont montré que :

- Le temps de prise avec le coagulant végétal est plus long que celui du coagulant microbien avec des valeurs de l'ordre 10,35min et 9,21 min respectivement.

- Le temps de coagulation était également plus long pour la présure végétale avec une valeur de 47min par rapport à la présure microbienne qui a enregistré 42min, ce qui justifie le travail plus rapide de la présure microbienne. Avec une différence de 05 min, cela se répercute sur l'acidité atteinte lors du tranchage et le début du moulage pour chaque caillé, soit une acidité plus prononcée (21,5°D) et (22) pour le caillé obtenu avec la présure végétale et (21°D) et (21,5) pour celui de la présure microbienne.
- Les fromages préparés à base de présure microbienne sont égouttés après 15h, par contre ceux préparés avec la présure végétale, leur égouttage a duré 19 h soit 4h de plus, ce qui explique la texture fragilisée du caillé obtenu par la présure végétale, mais également l'acidité plus élevée au moment de démoulage l'extrait avec une valeur de l'ordre de 85°D, soit une différence de 10°D de moins pour le caillé préparé à base de présure microbienne (75°D), qui de plus a présenté une texture molle. En effet le ph de produit à partir de présure végétal est plus acide par rapport à l'autre.

**5. Analyse sensorielle du fromage à pâte molle de type camembert**

L'objectif de cette analyse consiste à donner le profil sensoriel global d'une nouvelle formulation de fromage à pâte molle de type camembert coagulé par la présure végétale **comparaisant** avec la formulation produite avec la présure microbienne. Cette analyse décrit les caractéristiques sensorielles du fromage soit l'aspect et la texture, l'odeur, saveur et goût du fromage à pâte molle de type camembert.

**Tableau 09** : tableau statistique des résultats de test d'intensité

Notes	couleur				texture						odeur						Gout							
	blanc		jaune		lisse		moelleuse		dure		lactique		animale		herbe		acide		amer		salé		rance	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0	2	0	0	1	0	2	0	0	4	2	1	0	3	5	8	9	3	3	4	9	3	3	9	9
1	3	2	2	1	1	1	1	2	2	1	0	1	2	2	3	4	2	2	3	2	4	2	5	6
2	2	3	2	3	1	2	2	4	4	1	2	3	1	3	3	3	3	4	2	2	3	4	6	4
3	4	4	4	3	0	3	3	2	2	2	2	1	1	1	2	3	1	1	3	2	2	3	4	1
4	3	5	4	2	2	1	2	1	3	2	1	4	2	2	2	0	3	1	4	0	1	1	0	2
5	2	2	3	1	2	2	3	2	4	2	4	2	3	3	1	0	2	5	2	2	2	1	0	2
6	2	4	2	2	5	3	2	3	2	4	3	3	4	3	0	3	2	3	3	3	3	2	0	0
7	1	1	2	2	3	5	4	6	2	2	3	5	2	1	0	2	2	1	0	2	2	4	0	0
8	2	2	3	3	4	2	5	2	1	2	4	2	3	3	2	0	2	1	1	0	0	1	0	0
9	3	1	2	4	6	3	2	2	0	6	4	2	3	1	1	0	4	3	2	2	4	3	0	0

Tableau 10 :Tableau de moyenne

	couleur				Texture					
	blanc		jaune		lisse		moelleuse		Dure	
note	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
moyene	4.3	4.2	4.9	4.8	6.6	5.2	5.63	5.10	3.41	5.6

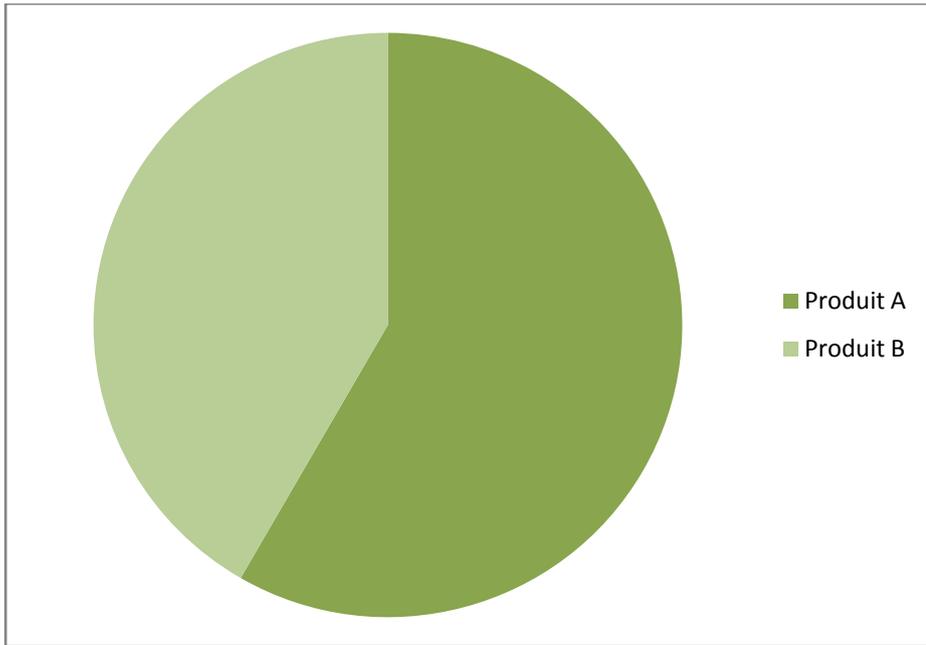
odeur						Gout							
lactique		animale		herbe		acide		Amer		Salé		Rance	
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
5.81	5.12	4.95	3.83	2.20	2.12	6.62	4.25	3.58	3.25	4.08	4.45	1.2	1.45

Les résultats de l'évaluation des dégustateurs montrent que la couleur est blanche et jaune et la texture laisse et moelleuse et l'odeur lactique ,animal et herbes aussi le goût acides et amère de camembert du Péruse végétal étaient plus élevés par rapport le camembert de présure microbien selon Résultats dans l'ordre((4.3)et(4.9)et(6.6)et(5.63)(5.81).(4.95)et(2.20)et (6.62)et(3.58)) ((4.2) et (4.8)et (5.2) et (5.10) et (5.12),(3.83)et (2.12) et (4.25)et(3.25)).

D'autres part la texture dure et le goût salé et rance se sont moins élevés par suite ( (3.41)et (4.45)et(1.45)) par rapport ((5.6)et(4.08)et(1.2))de camembert microbien.

Ces deux types en effet le produit végétal qui est obtenue une évaluation plus élevée dans la plupart des propriétés par rapport à l'autre.

Le nombre des gens préfère, Le produit B sent moins par rapport celui qui préfère le produit A. Donc ,dans cette l'évaluation de dégustation le produit végétale plus préféré par rapport le produit microbienne.



**Figure 17** : secteur de classement par rang

### Conclusion

Cette étude nous a permis de contribuer aux travaux de recherche préexistants dans le domaine de l'industrie fromagère, et de renforcer l'idée de pouvoir trouver de nouvelles sources potentielles de succédanés de présure. Ce travail visait la caractérisation d'un agent coagulant extrait à partir de fleur de chardon marie et tester la possibilité de son utilisation dans la fabrication de fromages à pâte molle type «Camembert». Notre démarche a comporté deux étapes. Premièrement la récupération des matières premières renfermant le système enzymatique recherché. En deuxième étape la réalisation d'une étude comparative entre la fabrication du camembert avec la présure microbienne qui est déjà utilisée dans la fromagerie, et celui produit avec la présure végétale qu'on a préparé par macération au laboratoire en suivant le même diagramme de fabrication.

Notre étude montre une différence entre le travail des deux présures utilisées, d'abord au niveau du caillé qui est été plus fragile pour la présure végétale, ce qui affecte la phase d'égouttage qui donne un aspect spontané et long pour le caillé de présure microbienne qui est plus dur avec un drainage plus facile et plus rapide.

Se qui influence le déroulement de l'affinage et la qualité organoleptique du fromage, une texture dure, et plus ferme et bien former pour le caillé de présure microbienne par contre une texture fondante et plus molle. Avec une déformation de la forme.

Malgré Les analyses sensorielles ont révélé que les fromages produit en utilisant la présure végétale et présentent une petite différence significative avec le fromage conventionnel produit par la Laiterie, mais il répond aux caractéristiques du Camembert, où les Dégustateurs ont montré une préférence au Camembert de présure végétale.

Enfin, ces résultats pourront être affinés dans le future, et pour ce, nous pouvons proposer quelques idées :

- Faire une combinaison des deux Présures.
- Refaire l'essai en utilisant d'autres types de présure végétale (Figuier (suc), Ananas (tige), artichaut (fleur) ...).

Tout ça afin de pouvoir essayer de produire à l'échelle nationale une coagulase aussi efficace que celles importées sur le plan technologique et organoleptique.

# **Bibliographie**

## Bibliographie

---

### Références bibliographiques

**Abdellaoui, R. (2007).** Obtention et caractérisation d'une enzyme coagulant le lait

**Abdoune O, (2003).** Qualité du fromage à pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie

**Abenavoli L, Izzo AA, Milić N, Cicala C, Santini A, Capasso R.2018,** Milk thistle (*Silybum marianum*): A concise overview on its chemistry, pharmacological, and nutraceutical uses in liver diseases.*Phyther Res.*

**Alais C, (1984).** Science du lait, Principe des techniques laitiers.Ed SEPAICparis, 4ème édition, 813p.

**Alais C. et Linden G. (1997).** Abrégé de biochimie alimentaire. 4 ème Edition. Masson.alimentaire, Constantine, 88 pages.artichoke (*Cynarascolymus*) flowerextract as a substitute for bovine rennet in themanufacture of Gouda-type cheese:characterization of asparticproteases. *Food Chemistry*,159, 55-63

**Beacham, L. M. (1973).**Current Codex AlimentariusActivities. *Food Drug Cosm. LJ*, 28, 79.

**Benyahia. F,(2013).** Extraction de la pepsine et utilisation dans la coagulation du lait en vue d'unevalorisation des proventricules de volailles au profit de la filière lait en Algérie, Doctorat en sciences,Université Constantine 1.119p.

**BERTRAND F. (1988).**le fromage grand œuvre des microbes .revue générale de froid,78,519-527.

**Beuvier, E., Buchin,S. (2004).** In P. F. Fox, P. L. H.McSweeney, T. M. Cogan, T. P. Guinee (editors), *Cheese:Chemistry, Physics and Microbiology*. 1, 319-45.

**Bijak M. Silybin,2017** a Major Bioactive Component of Milk Thistle (*Silybum marianum* L. Gaernt.)—Chemistry, Bioavailability, and Metabolism.*Molecules*.

**BOURDIER J. M. et LUQUET M. F. (1991).**Dictionnaire laitier. Tec et Doc,Lavoisier, 2ème édition, Paris.

**BOUTARFA, A. (2020).** Authentification et variabilité des fromages à pâtes molles type Camembert: influence du stade physiologique de la vache laitière (Doctoral dissertation, Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis).

**BRULE G., LENOIR J., REMEUF F. (1997).** La micelle de caséine et la coagulation du lait, volume16, 3 ème édition Lavoisier, p7-14.

**BRULE G., LENOIR J., REMEUF F. (1997).** La micelle de caséine et lacoagulation du lait, volume16, 3 ème édition Lavoisier, p7-14.d'environnement sur l'activité des agents de l'affinage. *Revue des ENIL*, 189 pages.

**Dahou (2017).** Etude de l'évolution de la flore microbienne indigène d'un fromage industriel àpâte molle type camembert au cours de son affinage et évaluation de ses aptitudestechnologiques. Thèse de Doctorat. Université de Mostaganem.

## Bibliographie

---

**Dalgleach, (1992).** Structure et techno fonction des protéines du lait. Ed : tec et doc, Lavoisier, Paris.

**DILLON J. C. et BERTHIER A.M. (2006).** Le fromage dans l'alimentation ; In : « LeFromage » ed. Eck. Technique et Documentation, 3<sup>ème</sup> Ed. , Lavoisier, Paris.

**Ernstrom C.A. (1983).** Milk clotting enzymes and their action in fundamentals of dairychemistry. Webb B.H., AH. Johnson and J.A. Alford. The AviPublishingCompany Inc. 2<sup>nd</sup>Edition. PP 663-718

**Feuillat, M., Le Guennec, S., Olsson, A., & Hory, C. (1976).** Contribution à l'étude de la protéolyse des laits réfrigérés et incidences sur le rendement d'une fabrication de fromages à pâte molle. *Le Lait*, 56(558), 521-536.

**Flora K, Hahn M, Rosen H, Benner K ,1998.** Milk thistle (*Silybum marianum*) for the therapy of liver disease.*Am J Gastroenterol*.

**Froc J., (2001).** Des jus de fruits ou de plantes pour faire du fromage. INRA mensuel n°110,41-42.

**García V., Rovira S., Teruel R., Boutuial K., Rodríguez J., Roa I., López M. B. (2012).** Effect of vegetable coagulant, microbial coagulant and calf rennet on physicochemical, proteolysis, sensory and texture profiles of fresh goats' cheese. *DairySci. & Technol.* 92:691–707.

**GILLIS, J. C., AYERBE, A., Lincet, D., Moineau, S., Roy, D., & Turgeon, S. (2018).** Le fromage. Technique et Documentation.

**Goursaud J. (1999).** Coagulation enzymatique du lait. In : Biotechnologie. Scriban R. Ed, Tec & Doc, Lavoisier (Paris) 365-401.

**GUEGUEN L. (2006).** La valeur minérale des fromages. In « Le fromage » .Tec et Doc, Lavoisier, Paris, p725.

**GUIRAUD J.P. (2003).** Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire. Edition Dunod. Paris.

**HERMIER et CERF (1997).** La préparation du lait sur le plan microbiologique. In *Le fromage* .Tec et Doc, Lavoisier, Paris, p173 (891p).

**Jacob M., Jaros D., Rohm H. (2011).** The effect of coagulant type on yield and sensory properties of semi hard cheese from laboratory-, pilot- and commercial-scale productions. *International Journal of Dairy Technology*, 63, 370-380.

**Lapointe-Vignola, C. (2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait. Presses inter Polytechnique.

**LENOIR J., LAMBERT G. et SCHMIODT J.L. (1983).** L'élaboration d'un fromage : l'exemple du Camembert. *Pour la science*, 30, 69.

**Llorente B E., Obregón W D., Avilés F. X., Caffini N. O., Vairo-Cavalli S. (2014).** Use

## Bibliographie

---

**LO PIERO A.R, PETRONE G & PUGLISI I.(2002).** Characterization of « lettucine », aserine-likeproteasefrom *Lactuca sativa*leaves, as a novel enzyme for milk-clotting.*Journal of Agriculture and FoddChemistry*, vol. 50, n. 8, 2439-2443.

**Lo Piero, A. R., Puglisi, I., &Petrone, G. (2002).**Characterization of “Lettucine”, a serine-likeproteasefrom *Lactuca sativa*leaves, as a novel enzyme for milkclotting. *Journal of agricultural and foodchemistry*, 50(8), 2439-2443.

**Lucey, J. A. (2002).** Formation and physicalproperties of milkprotein gels. *Journal of dairy science*, 85(2), 281-294.

**Mahaut M, Jeantet R, Brule G. (2000).**Initiation à la Technologie Fromagère.TEC & DOC Lavoisier : Paris ; 194 p.

**Mietton B. (1995).** Incidence de la composition des fromages au démoulage et des paramètres

**Miranda, G., &Gripon, J. C. (1986).** Origine, nature et incidences technologiques de la protéolyse dans le lait. *Le Lait*, 66(1), 1-18.

**MOUZALI L. (2001).** Extraction enzymatique et caractérisation de l’agent coagulant de la fleur de cardon sauvage *Cynaracardunculus*. Mémoire de Magister en Sciencesagronomiques, Institut National d’Agronomie, El-Harrach, Algérie.

**Morazzoni et al ., 1995** Morazzoni, P. And Bombardelli, E., 1995 : *Silybum marianum* (*Carduus marianus*). *Fitoterapia*, 66(1): p 3-49.

**Ould Mustapha A., N'diyae D. et Ould Kory B. (2012).**Etude de la qualité du laitpasteurisé des industries laitières situées à Nouakchott (Mauritanie) *Sciences du vivant*.

**Rahal N Ben, Mighri RMZ, Barth EMD, Trabelsi-Ayadi MM,2012,.***Extraction, Identification et Caracterisation Des Molecules Bioactives de La Graine et de l’huile de Silybum Marianum. Etude de Leurs Activites Antioxydante et Antitumorale..*

**RAO M.B., TANKSALE A.M., GHATGE M.S. et DESHPANDE V.V. (1998).**Molecular and Biotechnological Aspects of MicrobialProteases. *Microbiology and MolecularBiology*, 62(3), 597–635.

**Remeuf, F., Cossin, V., Dervin, C., Lenoir, J., &Tomassone, R. (1991).**Relations entre les caractères physico-chimiques des laits et leur aptitude fromagère. *Le Lait*, 71(4), 397-421.

**Seminel, L. (2015).** LE LIVRE BLANC DU. Camembert.P22.

**St- Gelais D. Et Tirard-Collet P. (2002).** Fromage ; In : Vignola Carol L. : Science et technologie du lait. Transformation du lait. Presse internationale Polytechnique, Canada.

**TREMOLIERE J. (1984).** Le lait et les produits laitiers. Edition : ESF. Vol 2.

**Yamamoto A. (1975).**Proteolytic enzymes in *Enzymes in foodprocessing* 2nd Edition,Reed G. Academicpress. (*Camelusdromedarius*) en Tunisie. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Institut national agronomique de Tunisie 172p.

## Bibliographie

---

**YEGIN S. et DEKKER P. (2013).**Progress in the Field of asparticproteinases in cheesemanufacturing: structures, functions, catalyticmechanism, inhibition, and engineering. *Dairyscience and technologie*, 93(6), 565-594.

### Webographie

(1):<https://www.altheaprovence.com/blog/chardon-marie-silybum-marianum/>

(2) :<https://www.laboratoire-lecuyer.com/nos-actifs/chardon-marie>

# ANNEXE

## ANNEXE 01 :

### Matériel industriel

- Cuve réfrigéré
- Cuve chauffante
- Chaudière
- Cuve de caillage
- Brasseur
- Tranche caillé
- Table d'égouttage
- Plateau d'égouttage
- Bloc moules
- Stores
- Louche de moulage
- Petit bac pour moulage
- Chariot
- Chambre d'affinage
- Clés d'affinage
- Bas clés
- Emballage
- Table d'emballage
- Frigo de conservation

## ANNEXE 02 :

RES DIVISION  
danisco.com  
Page 2 / 3  
Valid from: December 21, 2015

**DANISCO**  
First you add knowledge...

**PRODUCT DESCRIPTION - PD 204934-11.1EN** **Material no. 53857**

**Marzyme® 150 MG, 500 g**

**Microbiological specifications**

aerobic mesophilic total count	< 10000 / g [12]
Coliforms	< 10 / g [13]
anaerobic sulphite reducing spore	< 10 / g [9]
anaerobic gas producing spore	< 10 / g [10]
Yeasts	< 100 / g [14]
Moulds	< 100 / g [14]
Staphylococci coagulase positive	neg. / g [15]
Salmonella	neg. / 25 g [16]
Listeria monocytogenes	neg. / 25 g [17]

[12] ISO 4833 - 2003  
[13] NF ISO 4832 - 2006  
[9] Spore activation Meat/Lived/Agar 10 min at 80 °C  
[10] Spore activation Milk + Paraffin medium 10 min at 80 °C  
[14] ISO 6611 - 2004  
[15] NF EN ISO 6888-1 - 1999  
[16] NF EN ISO 6579 - 2002  
[17] NF EN ISO 11290-1 - 1995

**Purity and legal status**

Marzyme® 150 MG, 500 g complies with all EU food legislations.  
Marzyme® complies with the recommendations of the Food Chemical Codex IV for food grade enzymes. Other local regulations should always be consulted concerning the status of this product, as legislation regarding its use in food may vary from country to country.

**Safety and handling**

SDS shipped with the product.

**Allergens**

Below table indicates the presence of the following allergens and products thereof:

Yes	No	Allergens	Description of components
	X	wheat	
	X	other cereals	



**ANNEXE 03** : le fiche d'analyse sensorielle d'un fromage camembert avec présure végétal et microbienne.

DATE : .....

NOM : .....

PRENOM : .....

Examinez et goutez chacun des deux échantillons, puis donnez une note de 1 à 9 selon l'intensité de chaque caractère.

NB : Si le caractère mentionné dans la fiche n'est pas détecté dans le produit, vous mettez 0 .

	A	B
<b>Couleur</b>		
Blanc		
Jaune		
<b>Texture</b>		
Lisse		
Moelleuse		
Dure		
<b>Odeur</b>		
Lactique		
Animal (vache)		
Herbe		
<b>Gout</b>		
Acide		
Amer		
Salé		
rance		
Autre caractère non mentionné		

# FICHE DU TEST DE CLASSEMENT PAR RANG

DATE .....

NOM : .....

PRENOM : .....

Analysez et goûtez les deux échantillons, puis classez les par ordre croissant selon votre préférence (attribuez 1 à l'échantillon que vous préférez puis 2

## **Codes Classement**

A .....

B .....

**ANNAXE 04 : Présentation de deux échantillons du camembert**

