

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE  
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**BENYAGOUB Ahmed el tani**

**BELHADJ CHEIKH Sabrine**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN AGRONOMIE**

**Spécialité : Biotechnologie alimentaire**

THÈME

**Coagulation du lait à base de**  
*Chardon marie (hakka)*

DEVANT LE JURY

Président	Melle I. YAHLA	Grade	MCB	U. Mostaganem
Encadreur	Mr A. CHAALEL	Grade	MCA	U. Mostaganem
Co-Encadreur	Melle M. LAKEHAL	Grade	Doctorante	U. Mostaganem
Examineur	Mme N. BOUKEZZOULA	Grade	MCB	U. Mostaganem

*Thème réalisé au laboratoire des Micro-organismes bénéfiques, des Aliments Fonctionnels et de la Santé (LMBAFS) et*

*Thème réalisé au laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition*

Année Universitaire 2020/2021

# Table des matières

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Résumé**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

<b>INTRODUCTION</b> .....	01
<b>Chapitre I : Partie bibliographique</b> .....	02
I. Lait .....	03
I. 2. La composition du lait .....	03
I. 2.1 Les Protéines du lait.....	04
I. 2.2 Les principaux enzymes coagulants du lait .....	05
I. 2.2.1 Les protéases d'origine animale.....	05
I. 2.2.2 Les protéases d'origine végétale .....	05
I. 2.3 L'eau .....	06
I. 2.4 Minéraux .....	06
I. 2.5 Vitamines .....	06
I. 3. Lait Cru .....	07
I. 3.1 Définition Général .....	07
I. 3.2 MICROBIOLOGIE DU LAIT CRU .....	07
I. 3.2.1 Flore originelle.....	08
I. 3.2.2 Flore de contamination .....	08
I. 3.2.3 Contrôle bactériologique du lait cru.....	08
II. Fromage	
II. 1 La fabrication Fromage à partir de lait Cru .....	09
II. 1. 1 Emprésurage .....	09
II. 1. 2 Coagulation.....	09
II. 1. 3 Moulage .....	09
II. 1. 4 Egouttage .....	10

II. 1. 5 Démoulage.....	10
II. 2 Les analyses du Fromage.....	11
II. 2.1 Analyses physico-chimiques .....	11
II. 2.2 Analyses bactériologiques .....	11
II. 3 Impact de la qualité du lait cru sur le fromage .....	11
II. 4 Impact de la qualité physicochimique du lait cru sur la qualité fromagère .....	11
II. 5 Fromages traditionnels du monde.....	12
a. Mischlingkäse (Autriche).....	12
b. Armada (Espagne) .....	12
c. Galotiri (Grèce).....	12
d. Kurut (Afghanistan) et jujub (Liban).....	12
e. Kushut (Irak).....	12
f. Channa (Inde) .....	12
g. Lebnye (Syrie) .....	12
h. Meira (Irak).....	12
i. Tipo-chanco (Chili) .....	13
II. 6 Produits laitiers traditionnels en Algérie .....	13
II.7 Les fromages traditionnels les plus connus en Algérie .....	13
II. 7. 1 Jben .....	13
II. 7. 2 Bouhezza .....	14
II. 7. 3 Klila .....	14
II. 7. 4 Ighounanes.....	15
II. 7. 5 Oudhi .....	15
II. 7. 6 Tiklit .....	15
II. 8. Aptitude à la coagulation du lait.....	15
II. 8. 1 La coagulation acide .....	15
II. 8. 2 La coagulation enzymatique du lait.....	16
II. 8. 3 La coagulation par les extraits de plantes .....	16
III. Chardon Marie .....	16
III. 1 Généralités .....	16
III. 2 Classification botanique .....	17
III. 3 Description morphologique.....	18

III. 4 Localisation et répartition géographique .....	18
III. 5 Composition chimique .....	19
III. 5. 1 Les différents types d'Antioxydants du chardon Marie .....	20
a- Les Polyphenols .....	20
b- Les flavonoids .....	20
III. 6 Utilisation du chardon Marie.....	20
III. 7 La force de la présure .....	21
III. 7.1 Calcul .....	21
III. 7.2 le temps de caillage .....	21
<b>Chapitre II : Matériel et Manipulation .....</b>	
I. Matériels .....	23
I. 1. Matériel végétal (Coagulant) .....	23
I. 2. Lait .....	23
I. 3. LBEN .....	24
I. 4. Matériel de laboratoire utilisé .....	24
II. Objectifs de l'expérimentation .....	25
III. Préparation du macérât.....	25
III. 1. La filtration sous vide.....	26
III. 1. 1 Principe de la technique .....	26
III. 1. 2 Méthode.....	26
IV. Les analyses physico-chimiques .....	27
IV. 1. Lieu et Objectif de l'étude .....	27
IV. 2. Détermination de la température .....	27
IV. 3. Détermination du pH.....	27
IV. 4. Détermination de la densité.....	27
V. La Titration du lait.....	28
V. 1. Préparation de la Solution NaOH N/9 .....	28
V. 2. Préparation de Phénolphtaléine .....	28
V. 3. Mesure de l'acidité du lait .....	28
V. 4. Principe de la technique .....	28
V. 5. Mode opératoire .....	28
VI. Coagulation du lait .....	29
VI. 1. Ensemencement .....	29

VI. 2. Calcul de la force de la présure .....	29
VI. 3. Fabrication des fromages frais traditionnels .....	30
VI. 3. 1. Fabrication du fromage Type 1 .....	31
a- Partie 1 .....	31
1. LE CAILLAGE .....	31
2. L'ÉGOUTTAGE .....	31
3. L'AFFINAGE .....	31
VI. 3. 2. Fabrication du fromage Type 2 .....	32
VI. 4 .Conservation .....	32
VII. Analyse microbiologique du fromage Préparé .....	32
VII. 1. Préparation des milieux de culture .....	32
VII. 1. 1. Milieu de culture VRBL .....	32
VII. 1. 2. Milieu de culture PCA .....	32
VII. 2. Dénombrement des germes .....	32
VII. 2. 1. Dénombrement des coliformes fécaux et totaux .....	32
VII. 2. 2. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale FTAM .....	33
VII. 3. Préparation de la solution mère .....	33
VII. 3. 1. Préparation des dilutions décimales.....	33
VII. 4. Incubation des germes recherchés .....	34
VII. 4. 1. Incubation des flores totales mésophiles (FTAM).....	34
VII. 4. 2. Incubation des coliformes totaux et fécaux .....	35
<b>Chapitre III : Résultats et discussion .....</b>	
I. La force de la présure.....	38
I. 1. Le temps de coagulation .....	38
I. 2. Calcul de la force de la présure .....	39
I. 3. Acidité .....	40
II Analyses microbiologiques du Jben .....	41
II. 1. Recherche et dénombrement coliformes .....	41
II. 2. Recherche et dénombrement la flore totale .....	42
Conclusion.....	44

## Références bibliographiques

# *Remerciements*

# *Remerciements*

Nous remercions tout d'abord **ALLAH** le tout puissant et miséricordieux de nous avoir donnés la force, le courage, la volonté et l'amour de savoir et surtout la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous adressons, notre profonde gratitude et tout notre amour à nos parents, nos frères et sœurs, qui ont su nous faire confiance et nous soutenir en toutes circonstances.

Nous voudrions remercier le **Pr. RIAZI Ali**, Le directeur de Laboratoire Des Microorganismes Bénéfiques, Aliments Fonctionnels et Santé.

Nous tenons particulièrement à remercier Notre promoteur, **Dr Abdelmalek CHAALEL**, Professeur à l'**université de Mostaganem**, département des sciences alimentaires pour avoir accepté la charge d'être directeur de ce mémoire, nous le remercions pour sa disponibilité, ses pertinents conseils, sa patience et pour les efforts qu'il a consenti durant la réalisation de ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et de notre respect. Nous remercions également le **Dr AIT SAADA Djamel** pour nous avoir aimablement ouvert son laboratoire pour réaliser certaines expériences.

Nous voudrions remercier l'ingénieur de laboratoire « LMBAFS » **Madame Djahira HAMED**, nous ne saurons jamais la remercier assez pour son aide, sa disponibilité, son soutien et sa sympathie.

*« Merci »*

*Sabrina Et Ahmed*

# *Dédicaces*



# Dédicaces

*Je dédie ce précieux travail aux êtres les plus chers au monde, à qui je témoigne  
mon amour*

*C'est de vous dont je parle très chers parents.*

***Mon père Nassere**, merci pour tous tes efforts consentis pour notre réussite. Tu as mis tous ce que tu possédais pour nous apprendre le sens de l'honneur, de la dignité, de la morale et du travail bien fait. Les mots me manquent pour exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance pour tous ce que tu as faits pour moi.*

*Papa voici le fruit de tous tes efforts consentis à mon égard. Que Dieu le tout puissant puisse te garder longtemps auprès de nous. Amen.*

***Ma Mère**, nous avons enfin compris ton combat, tes paroles sans cesse qui avaient pour but, notre réussite et notre épanouissement. Nous espérons être à la hauteur et ne jamais te décevoir. Que Dieu te prête longue vie afin que tu puisses savourer avec nous les fruits de tes sacrifices*

***A mes frères et mes sœurs et mon oncle Hamid** et toute la famille.*

*A tous mes amis qui m'ont toujours soutenu, je me permets de citer **WALID** et **ABDELHAK**.... Et tous mes amis de la Promotion 2021.*

*Sans oublier mon binôme **BELHADJ CHEIKH Sabrina**, avec qui j'ai élaboré mon projet de fin d'étude. Enfin, à tous ceux qui m'apprécient à ma juste valeur.*

*Ahmed*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire à ...*

*A ma très chère mère*

*Affable, honorable, aimable : tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*A mon très cher Père*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.*

*Ames chères sœurs : Nermine et Yousra*

*A mes chères Frères : Yacine et Anouar et Aymen.*

*J'adresse aussi mes dédicaces à **mes chère amis** (Kaouther; Hanen ;  
Manel; Wafaa...).*

*Sabrine*

# *Résumé*

## **Abstract**

In this work, we propose a study of two types of traditional primitive cheese. The rennet for these cheeses was prepared using different doses of itchy plant. After different experiments of milk coagulation with this plant in terms of time and dosage, it was concluded that the best coagulation was obtained with an itchy plant solution of 20 g per liter. Furthermore, we performed a comparative study of the quality of itchy plant coagulated cheese and natural vinegar coagulated cheese. We observed that the biological quality of itchy-plant-based coagulation cheeses is very dangerous to the consumer's health due to the pathogenic viruses and bacteria they contain. (For both cheeses, more than  $60.10^2$  CFU / g for coliforms and more than  $80.10_2$  CFU / g for FTAM)

**Keywords:** Coagulation, cheese, itchy plant.

## **المخلص:**

تطرقنا في هذا العمل إلى دراسة نوعين من الجبن البدائي التقليدي. تم تحضير المنفحة لهذه الأجبان باستخدام جرعات مختلفة من نبات الحكمة. بعد تجارب مختلفة لتخثر الحليب بهذا النبات من حيث الوقت والجرعة، تم التوصل إلى أن أفضل تخثر تم الحصول عليه بمحلول نبتة الحكمة قدره 20 جم لكل لتر. علاوة على ذلك، أجرينا دراسة مقارنة لجودة الجبن المتخثر بنبات الحكمة والخل الطبيعي. لاحظنا أن الجودة البيولوجية للأجبان المتخثرة بالحكمة تشكل خطورة كبيرة على صحة المستهلك بسبب الفيروسات والبكتيريا المسببة للأمراض التي تحتوي عليها الأجبان المدروسة. وذلك مقارنة بمقاييس عالمية حيث تثبت النتائج ان نسبة العناصر المسببة للأمراض جد مرتفعة.

**الكلمات المفتاحية:** الجبن، نبات الحكمة، تخثر

## **Résumé :**

Dans ce travail, nous avons étudié deux types de fromages primitifs traditionnels. La présure pour ces fromages a été préparée en utilisant différentes doses de la plante du Chardon Marie (2g, 5g, 15g et 20 gramme par 500 ml de solution macérée). Après diverses expériences de coagulation du lait avec cette plante en termes de temps et de dose, il a été conclu que la meilleure coagulation est obtenue avec une solution de Chardon Marie de 20 g par litre. De plus, nous avons mené une étude comparative de la qualité du fromage coagulé avec du Chardon Marie et du vinaigre naturel. Nous avons remarqué que la qualité biologique des fromages coagulés avec cette plante présente un grand danger pour la santé du consommateur en raison du grand risque de contamination pour le consommateur en affichant des chiffres extrêmement

élevés par rapport aux normes, avec  $60.10^2$  UFC/g pour les coliformes totaux et fécaux et plus de  $80.10^2$  UFC/g pour les FTAM pour les deux fromages étudiés.

**Mots clés :** Fromage, Chardon marie, Coagulation.

# *Liste des abréviations*

## Liste des abréviations

**BET** :Bromure d'éthidium

**C°** : Degré Celsius.

**EDTA** :Acide éthylène diamine tétraacétique

**ES** :Extrait sec.

**g** : Gramme.

**min** : Minute.

**MG** :Matière grasse.

**ml** : Millilitre.

**ph** : Potentiel hydrogène.

**T** : Tour.

**Te** : Teneur en eau

**T°** : Température.

**(%)** : Pourcentage.

***Li.*** : *Listeria*

***Lb.*** : *Lactobacillus*

***Lc.*** : *Lactococcus*

***Ln.*** : *Leuconostoc*

***Pc.*** : *Pediococcus*

# *Liste des figures*



## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Méthode traditionnelle de la préparation de présure. ....	<b>10</b>
<b>Figure 02</b> : Le chardon marie. ....	<b>17</b>
<b>Figure 03</b> : Répartition de <i>Silybum marianum</i> (chardon Marie) en Afrique.....	<b>19</b>
<b>Figure 04</b> : Schéma de fabrication traditionnelle du fromage « Jben » .....	<b>31</b>
<b>Figure 05</b> : Schéma montre la préparation d'une solution mère. ....	<b>33</b>
<b>Figure 06</b> : Dilution décimale.....	<b>33</b>
<b>Figure 07</b> : Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile sur PCA.....	<b>34</b>
<b>Figure 08</b> : Dénombrement des coliformes sur gélose VRBG.....	<b>35</b>
<b>Figure 09</b> : Force des 4 solutions de présure.....	<b>39</b>
<b>Figure 10</b> : La coagulation du lait additionné de Lben.....	<b>40</b>
<b>Figure 11</b> : Dénombrement coliformes des deux échantillons de Jben.....	<b>41</b>
<b>Figure 12</b> : Dénombrement de la flore contaminant FTAM des différents échantillons de Jben.....	<b>42</b>

# *Liste des tableaux*

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Composition globale du lait de vache (Vignola, 2002).....	<b>04</b>
<b>Tableau 02</b> : Composition minérale du lait (Jeantet <i>et al.</i> , 2007).....	<b>06</b>
<b>Tableau 03</b> : Flore originelle du lait cru (Vignola, 2002). ....	<b>08</b>
<b>Tableau 04</b> : La classification du <i>Silybum marianum</i> selon Lignée (Bonnier, 1990). ....	<b>18</b>
<b>Tableau 05</b> : Le temps de coagulation par m/s des échantillons .....	<b>30</b>
<b>Tableau 06</b> : Résultat d'acidité du lait obtenue.....	<b>43</b>
<b>Tableau 07</b> : Comparaison résultats normes .....	<b>44</b>

# ***Introduction***

## **Introduction**

Les besoins d'algériens en lait et produits laitiers sont considérables. Avec une consommation moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an, estimée à 115 litres en 2010, l'Algérie est le plus important consommateur de lait dans le Maghreb. La consommation nationale s'élève à environ 3 milliards de litres de lait par an, la production nationale étant limitée à 2,2 milliards de litres, dont 1,6 milliard de lait cru. Chaque année, l'Algérie importe 60% de sa consommation de lait en poudre, et la croissance annuelle moyenne du marché algérien des produits laitiers est estimée à 20%.

En effet, selon l'Office National Interprofessionnel du lait en 2009, la production de lait cru a permis de par son intégration dans le processus de transformation au niveau des laiteries d'abaisser la facture d'importation de poudre de lait à environ 400 millions de dollars, contre 750 millions en 2008 (Bouziani, 2009).

La fabrication du fromage est apparue il ya des milliers d'années. Le but principal de la transformation du lait en fromage était de conserver ses principaux composants. Actuellement, le fromage est devenu un aliment au sens nutritionnel du terme. L'étape clé de la réussite d'un fromage quelconque est la coagulation. Elle consiste à la formation d'un gel ou caillé, suite à des modifications complexes, tant physiques que chimiques, des constituants du lait, principalement, les caséines. Le premier agent coagulant est la présure. Cette enzyme se trouve dans les caillottes de jeunes ruminants, à l'allaitement. Il faut en moyenne 4 caillottes de veaux pour produire une tonne de fromage. A cet effet, la recherche d'autres agents coagulants, s'est accentué pour aboutir à des produits donnant les mêmes fromages que ceux à la présure de veaux à un prix de revient inférieur (Bauer *et al.*, 2010; Alais 1984).

La plante est utilisée depuis toujours pour la fabrication des fromages traditionnels algériens principalement du Chardon Marie.

L'objectif du travail est d'essayer d'optimiser cette utilisation en déterminant les conditions optimale de la coagulation : Dose et Acidité du lait. Notre recherche concernera de calcul la force de coagulation qui nous détermine la quantité de la plante pour une quantité de lait avec une acidité contrôlée.

***Chapitre I :***  
***Partie bibliographique***

## **Chapitre I : Partie bibliographique**

### **I. Lait**

#### **I. 1. Définition**

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait est un produit naturel qui doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (Pougheon et Goursaud, 2001).

En 1909, le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini par le Congrès International de la Répression des Fraudes, comme étant le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum (Goursaud, 1985).

Selon Aboutayeb (2009), le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. Le lait cru est un produit qui n'a subi aucun traitement conservateur mis à part sa réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour qui suit de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant sa consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (Fredot, 2006).

#### **I. 2. La composition du lait**

Le lait de vache est un lait caséine. Sa composition générale est représentée au **Tableau 01**. Les données représentent des approximations quantitatives, qui varient en fonction d'une multiplicité de facteurs : race animale, alimentation et état de santé de l'animal, période de lactation etc.. Il reste que la composition exacte d'un échantillon de lait ne peut s'obtenir qu'à travers une analyse (Roudaut et Lefrancq, 2005).

Franworth et Mainville (2010) rappellent que le lait est depuis longtemps comme considéré comme étant un aliment bénéfique pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes. Les laits sont considérés comme les seuls aliments naturels complets qui existent (Mittaine, 1980).

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon Pougheon et Goursaud (2001) sont :

- L'eau, très majoritaire,
- Les glucides principalement représentés par le lactose,
- Les lipides, principalement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles,
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

**Tableau 01** : Composition globale du lait de vache (Vignola, 2002).

<b>Constituants majeurs</b>	<b>Variations limites (%)</b>	<b>Valeurs moyennes (%)</b>
<b>Eau</b>	<b>85.5 – 89.5</b>	<b>87.6</b>
<b>Matières grasses</b>	<b>2.4 – 5.5</b>	<b>3.7</b>
<b>Protides</b>	<b>2.9 – 5.0</b>	<b>3.2</b>
<b>Glucides</b>	<b>3.6 – 5.5</b>	<b>4.6</b>
<b>Minéraux</b>	<b>0.9 – 0.9</b>	<b>0.8</b>
<b>Constituants mineurs</b>	<b>Vitamines, enzymes, pigments</b>	<b>Cellules diverses, gaz</b>

### **I. 2. 1 Les Protéines du lait**

Du point de vue physico-chimique, le lait peut être considéré comme une émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse contenant de nombreux éléments dont les uns sont à l'état dissout (lactose, sels, vitamines, protéines et composés azotés solubles) et les autres sous la forme colloïdale (micelles de caséines, phosphate de Ca et Mg) (Luquet, 1990).

Dans cet ensemble de constituants, les protéines, dont la teneur moyenne estimée à 34 g/l est représentée à 28 g/l par les caséines. Celles-ci sont primordiales parce qu'elles confèrent une bonne valeur nutritionnelle au produit (couverture des besoins azotés de l'organisme) et, une valeur ajoutée au lait grâce à leurs aptitudes technologiques et leurs propriétés fonctionnelles reconnues (Cayot et Lorient, 1998). Ces protéines ont une finalité alimentaire et elles constituent la base de la transformation du lait en fromage.



## **I. 2. 2 Les principaux enzymes coagulants du lait**

### **I. 2. 2. 1 Les protéases d'origine animale**

La présure (mélange de chymosine et de pepsine) est un extrait sous forme liquide ou pâteux provenant de la macération des caillottes des jeunes ruminants dans une saumure à 10% de NaCl. La chymosine représente la principale enzyme de coagulation du lait dans la présure. C'est une protéase acide, sécrétée sous forme de proenzyme inactive appelée prochymosine. L'activation de cette proenzyme en chymosine se fait spontanément dans la caillotte aux pH inférieurs à 5,0 à travers une hydrolyse de l'extrémité N-terminale de la molécule (Mahaut *et al.*, 2000).

La coagulation, provoquée la présure, résulte d'un processus en trois phases : Une phase primaire ou enzymatique au cours de laquelle la caséine  $\kappa$  est hydrolysée spécifiquement pour former la Paracaséine et le caséinomacropéptide constitué de 65 acides aminés (Ikonen, 2000).

### **I. 2. 2. 2 Les protéases d'origine végétale**

De très nombreuses préparations coagulantes provenant du règne végétal sont connues ; elles sont toutes extraites par macération de divers organes de plantes supérieures. Parmi les espèces européennes, on peut citer le gaillet, l'artichaut, le chardon qui ont été et (ou) sont encore utilisés dans des fabrications de fromages fermiers, en particulier dans l'ouest du bassin Méditerranéen (Espagne, Portugal). D'autres extraits coagulants sont obtenus à partir de plantes tropicales : les plus connus sont les ficines, extraites du latex du figuier, la papaïne, extraite des feuilles du papayer, la bromélaïne, extraite à partir de l'ananas. D'une façon générale, ces diverses préparations végétales ont fourni des résultats assez décevants en fromagerie, puisqu'elles possèdent le plus souvent une activité protéolytique très élevée, et qui se traduit par l'apparition de plusieurs inconvénients technologiques majeures précédemment signalés. L'activité coagulante est d'autre part très variable car elle est fortement influencée par l'état de maturité de la plante et par les conditions de collecte et de stockage. De ce fait, l'emploi de ces protéases coagulantes est toujours resté limité aux aires locales de production (Veisseyre, 1979).

### I. 2. 3 L'eau

D'après Amiot *et al.* (2002), l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire.

Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec certaines substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Du fait que les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et par conséquent formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

### I. 2. 4 Minéraux

Selon Gaucheron (2004), le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont représentés par le calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (**Tableau 02**).

**Tableau 02** : Composition minérale du lait (Jeantet *et al.*, 2007).

Eléments minéraux	Concentration (mg.kg <sup>-1</sup> )
Calcium	1043 – 1283
Magnésium	97 – 146
Phosphate inorganique	1805 – 2185
Citrate	1323 – 2079
Sodium	391 – 644
Potassium	1212 – 1681
Chlorure	772 – 1207

### I. 2. 5 Vitamines

Selon Vignola (2002), les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les

synthétiser, et on distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (Jeantet *et al.*, 2008).

### **I. 3. Lait Cru**

#### **I. 3. 1 Définition Général**

Le lait cru est produit par la sécrétion de la glande mammaire d'une ou de plusieurs vaches, et est non chauffé au-delà de 40 C° ni soumis à un traitement d'effet équivalent. (FIL, 1991)

Le lait cru est un lait frais riche en éléments essentiels (Matières azotées, matières grasses, sucres et minéraux). De plus ce lait doit être d'une haute qualité bactériologique. (Guiraud et Galzy, 1980)

#### **I. 3. 2 MICROBIOLOGIE DU LAIT CRU**

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

Les microorganismes, principalement, présents dans le lait sont les bactéries. Mais, on peut aussi trouver des levures et des moisissures, voire des virus. De très nombreuses espèces bactériennes sont susceptibles de se développer dans le lait qui constitue, pour elles, un excellent substrat nutritif. Au cours de leur multiplication dans le lait, elles libèrent des gaz (oxygène, hydrogène, gaz carbonique, etc.), des substances aromatiques, de l'acide lactique (responsable de l'acidification en technologie fromagère), diverses substances protéiques, voire des toxines pouvant être responsables de pathologie chez l'homme (Institut de l'élevage, 2009).

L'importance et la nature des bactéries contaminants le lait, dépendent, de l'état sanitaire de l'animal, de la nature des fourrages (Agabriel *et al.*, 1995). Dans cette microflore contaminant, les bactéries conditionnent le plus directement la qualité hygiénique ainsi que l'aptitude à la conservation et à la transformation de la matière première (Adda *et al.*, 1982).

### I. 3. 2. 1 Flore originelle

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (Vignola, 2002). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles (**Tableau 03**).

Le lait cru contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de  $10^3$  germes/ml) (Cuq, 2007).

**Tableau 03** : Flore originelle du lait cru (Vignola, 2002).

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

### I. 3. 2. 2 Flore de contamination

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

D'autres microorganismes peuvent se trouver dans le lait, lorsqu'il est issu d'un animal malade. Il peut s'agir d'agents responsables mammites, c'est-à-dire d'infections du pis : *Streptococcus pyogenes*, staphylocoques, etc. Il peut s'agir également de certains agents d'infection générale qui peuvent passer dans le lait en l'absence d'anomalies du pis : *Salmonella* ; *Brucella*, agent de la fièvre de Malte, et exceptionnellement *Listeria monocytogenes*, agent de la listériose ; *Mycobacterium bovis* et *tuberculosis*, agents de la tuberculose ; *Bacillus anthracis* ; *Coxiella* et quelques virus (FAO, 1995).

### I. 3. 2. 3 Contrôle bactériologique du lait cru

L'appréciation de la qualité microbiologique du lait cru consiste en la recherche des agents pathogènes, des germes utiles et des germes nuisibles à la conservation du lait. Ces

micro-organismes peuvent se croître et se multiplier dans le lait qui représente un riche ainsi qu'un excellent milieu de culture. Selon l'intérêt de l'étude, on oriente donc notre recherche. Dans ce cas précis, on s'intéresse aux germes pathogènes et aux germes indésirables qui génèrent des problèmes de transformation fromagère et qui peuvent être gênants pour le consommateur (Guiraud et Rosec, 2004).

## **II. Fromage**

Le fromage selon la norme codex, est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum, caséines ne dépasse pas celui de lait.

On obtient le fromage par coagulation complète du lait cru grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés, et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation (Carole et Vignola, 2002).

### **II.1 La fabrication du Fromage à partir de lait Cru**

#### **II. 1. 1 Emprésurage**

Après maturation, le lait est additionné de la présure qui est une enzyme coagulante. Son activité protéolytique modifiera la texture du lait (Eck, 1990).

#### **II. 1. 2 Coagulation**

La coagulation du lait, qui se traduit par la formation d'un gel, résulte des modifications physico-chimiques intervenant au niveau des micelles de caséine. Les mécanismes proposés dans la formation du coagulum diffèrent totalement suivant que ces modifications sont induites par acidification et /ou action d'enzymes coagulantes (Eck, 2006).

#### **II. 1. 3 Moulage**

Le moulage est la répartition du caillé dans des moules perforés, en métal ou en matière plastique, dont la forme et les dimensions varie avec les types de fromages. La mise en moule se fait manuellement ou automatiquement (Veisseyre, 1975).

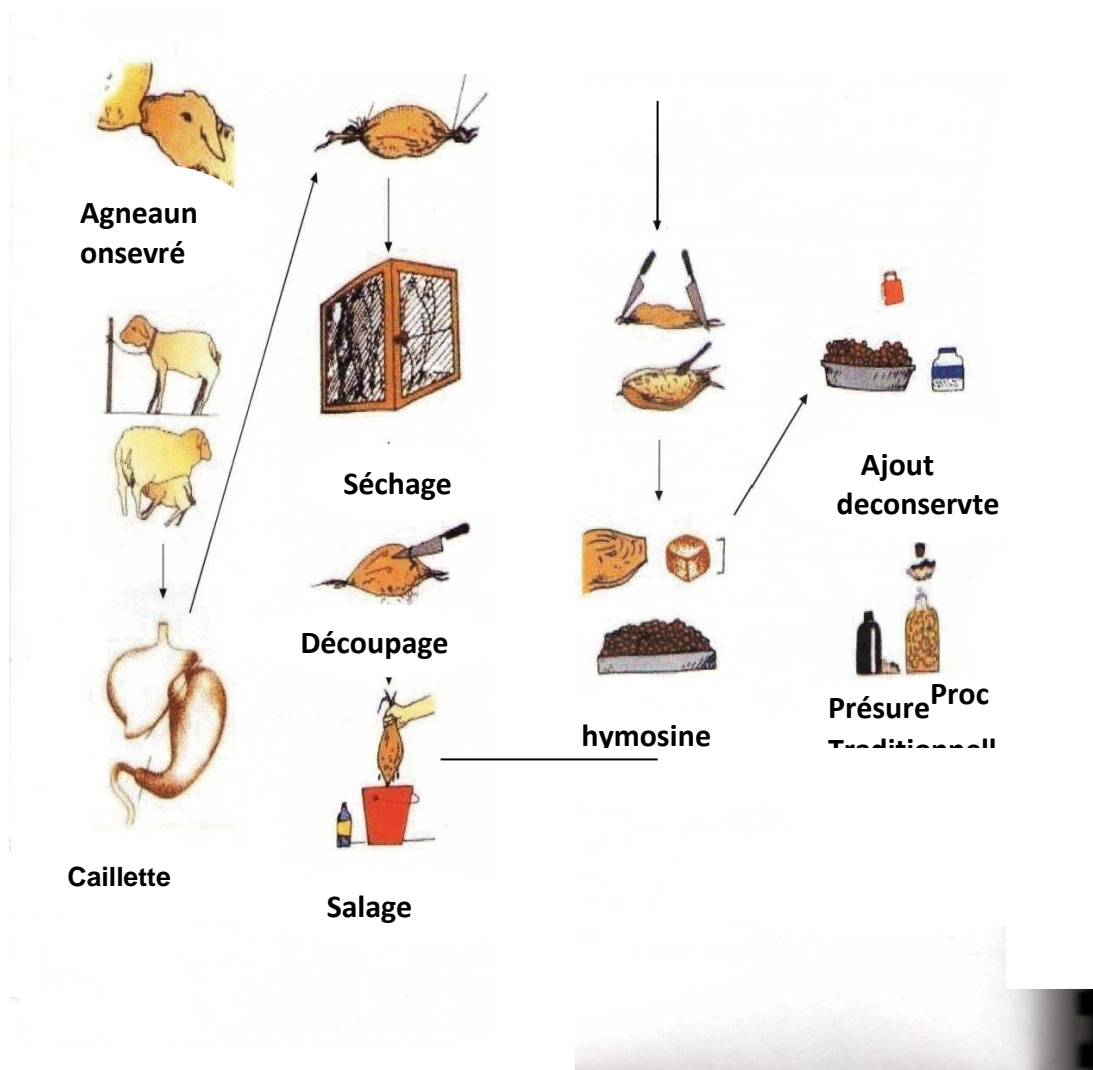
**II. 1. 4 Egouttage**

Cette phase consiste en l'élimination plus au moins grande de lactosérum (Mahaut *et al.*, 2000).

L'égouttage est accéléré par une série de retournement que les fromages subissent pendant qu'ils sont encore dans les moules (Veisseyre, 1975).

**II. 1. 5 Démoulage**

Les caillés sont fait sortir de leurs moules soit manuellement par retournement, ou automatiquement (Veisseyre, 1975).



**Figure 01** : Méthode traditionnelle de la préparation de présure (ECK, 1987).

## **II. 2 Les analyses du Fromage**

### **II. 2. 1 Analyses physico-chimiques**

Les analyses physico-chimiques effectuées comportent : La mesure du pH et d'acidité Doronic ; détermination de l'extrait sec total et la teneur en matière grasse.

Les données expérimentales ont été soumises à une analyse statistique qui permet de sélectionner les variables explicatives de la texture du fromage.

### **II. 2. 2 Analyses bactériologiques**

Les contrôles bactériologiques sur les fromages visent :

D'une part, à vérifier l'absence des germes pathogènes et la présence en nombre limité de micro-organismes indicateurs d'hygiène.

D'autre part, à contrôler l'absence des germes d'incidences technologiques défavorables. Il s'agit des spores, des levures, ainsi que des micro-organismes tels que les coliformes, Staphylocoques et Salmonelles (**BOURGEOIS et LEVREAU, 1990**).

## **II. 3 Impact de la qualité du lait cru sur le fromage**

La qualité du lait cru pourrait se définir, dans le cas qui nous occupe comme l'adaptation à la fabrication de fromage (Juran, 1974). La pertinence du choix des critères de qualité est essentielle pour que le lait satisfasse à l'ensemble des besoins de la filière lait- fromage.

La prise en compte des critères de composition bactériologiques et physicochimiques du lait est nécessaire pour répondre à des besoins d'aptitude fromagère (Thebaut, 1991).

## **II. 4 Impact de la qualité physicochimique du lait cru sur la qualité fromagère**

La qualité de lait représente une notion complexe parce qu'elle possède plusieurs dimensions telles que la qualité physicochimique et microbiologique ainsi l'aptitude fromagère. La valeur d'un lait peut être jugée par son efficacité à la transformation en fromage. L'aptitude à la coagulation dépend de son pH, qui joue un rôle primordial dans la mise en place du gel. (Martin et Coulon, 1995).

## **II. 5 Fromages traditionnels du monde**

D'après Hellal (2001), la plupart des fromages de grande célébrité ont originairement été fabriqués suivant des méthodes artisanales dans les fermes, mais ils ont évolué. La coopération de l'art et de l'industrie a abouti à la fabrication de grandes variétés de fromage de qualité.

Dans le monde, il existe encore d'innombrables variétés de fromages traditionnels, à titre d'exemple nous citons ici que quelques exemples :

### **a- Mischlingkäse (Autriche)**

C'est un fromage épicé, piquant, demi-dur, fabriqué en roue de charrette pesant 8 à 30 kg, sa croûte est de couleur orange uniforme et sa teneur en matière grasse est variable.

### **b- Armada (Espagne)**

Fromage fait de lactosérum, demi dur, piquant et légèrement aigre.

### **c- Galotiri (Grèce)**

Fromage fait de lait de brebis, caillé puis salé puis placé dans une peau d'animal. Le fromage est consommé trois mois après.

### **d- Kurut (Afghanistan) et jujub (Liban)**

Deux fromages conçus à partir d'un lait de vache fermenté. Le caillé obtenu est égoutté dans des paniers puis séché au soleil.

### **e- Kushut (Irak)**

Fromage fabriqué à partir du lait caillé, par la farine de blé et des herbes aromatiques avant de subir une fermentation naturelle pendant quelques jours.

### **f- Channa (Inde)**

Fromage fabriqué à partir de lait additionné de jus de citron et de petit lait acide ; à ébullition et le caillé obtenu est égoutté puis pressé.

### **g- Lebnye (Syrie)**

Fromage de lait acide bouilli avec du riz et de l'orge jusqu'à épaississement. Réparti dans des pots en pierre, le fromage est aromatisé aux herbes puis recouvert d'une couche d'huile d'olive.

### **h- Meira (Irak)**

Le fromage découpé en bandes et on le met dans une peau de mouton dans la quelle il est possible de le conserver pendant six à douze mois (Stork, 1976).



**i- Tipo-chanco (Chili)**

Ce fromage est jaune et blanchâtre avec une croûte ocre, sa saveur est douce et la pâte a peu de trous (Stork, 1976).

**II. 6 Produits laitiers traditionnels en Algérie**

La fabrication de produits laitiers est traditionnelle en Algérie. Les produits laitiers traditionnels algériens ont été peu caractérisés. Ils sont cousins de produits laitiers largement consommés dans beaucoup de pays méditerranéens et subsahariens (Koussou *et al.*, 2007; Abou-Donia, 2008).

Plusieurs produits traditionnels sont en voie de disparition pour différentes raisons dont la non disponibilité fourragère, l'exode rural et le changement des habitudes alimentaires (Aissaoui, 2006, Khaldi *et al.*, 2006). Ceux dont l'usage est le plus répandu, comme le Rayeb et le **Jben**, tout en gardant le même nom, changent de procédé technologique du fait de leur industrialisation (Guizani *et al.*, 2001; Benkerroum et Tamine, 2004).

**II. 7 Les fromages traditionnels les plus connus en Algérie**

En Algérie, certains fromages existent depuis des siècles et sont encore fabriqués traditionnellement dans les fermes. Malgré le peu d'informations disponibles sur le sujet Différents fromages traditionnels existent, depuis l'antiquité, dans les pays méditerranéens est sur tous en Algérie.

**II. 7. 1 Jben**

C'est un fromage frais, traditionnel dans le Nord algérien. Cette dénomination regroupe des trajectoires technologiques très différentes, aboutissant à des produits aux caractéristiques très variées. Nous n'avons pas trouvé de publication portant sur la caractérisation du Jben algérien.

Traditionnellement, il existe une étape d'acidification spontanée à température ambiante, qui a lieu entre 24 h à 72 h selon la température, comme celle conduisant au Rayeb.

Le fromage Jben est fabriqué avec du lait cru de brebis ou de chèvre, acidifié spontanément et coagulé par des enzymes coagulantes d'origine végétale issues des fleurs de cardon (*Cynara cardunculus* L), d'une plante épineuse sauvage (*Cynara humilis*) ou d'artichaut (*Cynara scolymus*), ou du latex de figuier (*Ficus carica*) ou des graines de citrouille.

Les fleurs entières sont mises à macérer dans le lait. Le végétal est utilisé pour accélérer la coagulation et pour donner un certain goût au fromage. La variété végétale utilisée varie d'une région à l'autre; elle donne un goût et une texture appréciés par les gens de la région concernée. Le caillé est ensuite égoutté et salé ou non. Comme décrit au Maroc par Benkerroum et Tamine (2004).

Le Jben peut aussi être artisanalement fabriqué sans coagulation du lait cru par voie enzymatique; dans ce cas, le lait cru est seulement coagulé par l'acidification spontanée, puis le caillé est égoutté pendant 2 à 3 jours pour obtenir la consistance désirée. Des additifs peuvent être ajoutés après égouttage et salage (ail, persil, poivre...). Le fromage obtenu correspond dans d'autres pays arabes au fromage nommé Jibneh Beida (Agioux L, 2003).

### **II.7. 2 Bouhezza**

Ce type de fromage est répandu dans le territoire de l'Aurès (zone Chaouia). Il est fabriqué à partir de lait de chèvre, de vache ou de brebis baratté et écrémé (lben) (Touati, 1990; Hallal, 2001).

Le salage, l'égouttage et l'affinage sont réalisés simultanément dans une outre perméable (Chekoua) avec incorporation de poudre du piment rouge, la fabrication de bouhezza dure plusieurs semaines à plusieurs mois, il a un goût acidulé fort caractérisé au fromage (Zaidi, 2002).

### **II. 7. 3 Klila**

La klila est préparée à partir du Lben chauffé sur feu doux pendant 12 minutes environ pour favoriser la séparation du caillé et du lactosérum et accélérer le processus d'égouttage. Le lait caillé est égoutté dans un tissu fin. La klila peut être consommée à l'état frais ou additionnée à certains plats traditionnels après avoir été coupé en petits cubes et séchés au soleil (Touati, 1990).

#### **II.7. 4 Ighounanes**

Fromage fabriqué en Kabylie à partir du lactosérum. La préparation se fait dans un ustensile en terre cuite enduit d'huile d'olive, dans lequel une petite quantité d'eau salée est versée, puis le lait sera chauffée et coagulé par la suite. Le caillé formé est découpé et devient prêt a être consommé.

#### **II.7. 5 Oudhi**

C'est un fromage frais obtenu principalement par la coagulation spontanée par voie acide, il se fait à base de lait de chèvre et il a l'avantage de pouvoir être consommé frais, trois à quatre jours après sa mise en œuvre, ou sous forme affinée, après un travail supplémentaire ainsi qu'un séjour dans un milieu convenable.

#### **II. 7. 6 Tiklit**

C'est un fromage fabriqué en Kabylie à base de petit lait de vache, assez proche du « BROCCIN » corse sauf que celui-ci est préparé à base de sérum de caillé de lait de chèvre avec présure alors que le « Tiklit » est issu d'un caillé lactique sans présure.

### **II. 8. 1 Aptitude à la coagulation du lait**

La coagulation du lait par la présure et/ou par acidification représente la première étape de la fabrication d'un fromage qui peut être considéré comme le résultat d'un processus durant lequel la caséine et les matières grasses sont concentrées après élimination du lactosérum. Pour le fromager, le comportement du lait lors de la coagulation joue un rôle important sur le bon déroulement des étapes qui suivent la fabrication fromagère (Martin et coulou, 1995).

Le pH initial du lait a un effet déterminant sur la coagulation bien que pour le temps de raffermissement. La maîtrise de la préparation de lait permet de régler le pH qui conditionne la fermeté des gels au moment de moulage. En fromagerie, L'abaissement du pH favorise d'avantage le processus de coagulation (Starry, 1982).

#### **II. 8. 1. 1 La coagulation acide**

La coagulation par voie acide est provoquée par l'acide lactique d'origine bactérienne, qui transforme le lactose en acide lactique. Le pH du lait de fromagerie diminue avec la production d'acide. Ce qui provoque une solubilisation du phosphate et du calcium, un élément

important dans la stabilité des micelles de caséine. Ces dernières vont se lier entre elles et former un gel cassant très friable et peu élastique (Mietton, 1995).

### **II. 8. 1. 2 La coagulation enzymatique du lait**

La coagulation enzymatique est assurée par un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale ou microbienne, ayant la propriété de coaguler le lait. Il faut également prendre en considération leur grande activité protéolytique non spécifique supplémentaire qui permet d'hydrolyser les caséines  $\alpha$  et  $\beta$  avec libération de peptides (Mietton, 1995).

### **II. 8. 1. 3 La coagulation par les extraits de plantes**

La coagulation du lait peut venir de pratiques que l'on retrouve partout dans le monde, par l'emploi, non pas d'acide lactique ou d'enzymes animales, mais d'extraits végétaux (Froc, 2001). Il existe, dans divers pays, des plantes qui ont la capacité de fournir des enzymes ayant la propriété de coaguler le lait.

D'une façon générale, ces diverses préparations végétales ont donné des résultats assez décevants en fromagerie, car elles possèdent le plus souvent une activité protéolytique excessive et produisent des fromages amers (Lo Piero *et al.*, 2002). En Algérie l'utilisation des fleurs du chardon, de l'extrait de l'artichaut, des graines de citrouille, ou encore la sève du figuier sont des pratiques connues dans la production du Jben traditionnel (Mouzali *et al.*, 2006).

Plusieurs végétaux sont utilisés pour la fabrication du fromage notamment les fleurs de chardon Marie qui s'appelle aussi Hakka.

## **III. Chardon Marie**

### **III. 1 Généralités**

Chardon marie appelé aussi *Silybum marianum* est une plante spontanée ou encore herbe 'mauvaise' identifiée depuis deux mille ans et qui est connue par sa valeur estimable et ses bienfaits thérapeutiques. Elle a été utilisée depuis longtemps comme médicament populaire et traditionnel en Europe et en Asie (Morazzoni *et al.*, 1993) (**Figure 02**).



**Figure 02** : Le chardon marie.

Le nom chardon marie, donnée à cette plante tant en anglais qu'en latin ou en français, lui vient d'une légende au sujet de la Vierge marie qui, voyageant d'Égypte en Palestine, aurait allaité au sein son enfant Jésus près d'un bosquet de chardons, quelques gouttes de son lait tombèrent sur les feuilles, d'où les nervures blanches caractéristiques à cette plante (Morazzoni *et al.*, 1993).

### III. 2 Classification botanique

Le **tableau 04** représente la classification du *Silybum marianum* selon Lignée (Bonnier, 1990).

**Tableau 04** : Classification du *Silybum marianum* selon Lignée (Bonnier, 1990).

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

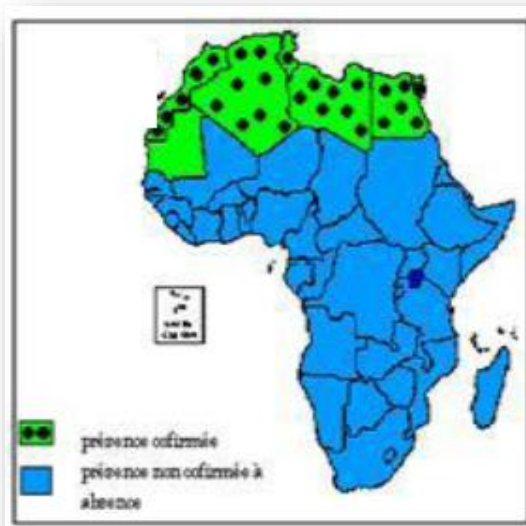
### III. 3 Description morphologique

Mêlés à toutes les autres plantes qui foisonnent le long des champs et des routes, dont beaucoup sont aussi imposantes qu'eux, les chardons marie se reconnaissent à leurs belles têtes violacées qu'entourent les alerettes un peu défraîchies de leurs longues bractées épineuses (Beniston, 1984; Luper 1998; Pepping, 1999).

### III. 4 Localisation et répartition géographique

Le chardon Marie affectionne particulièrement les lieux secs et ensoleillés, souvent sursols 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. La **Figure 03** Explique la répartition de cette plante en Afrique.



**Figure 03** : Répartition de *Silybum marianum* (chardon Marie) en Afrique.

### III. 5 Composition chimique

Le chardon Marie présente des teneurs élevées en calcium dans tous les organes de cette plante (feuilles, graines, tige, racines) ce qui donne à cette plante une valeur alimentaire très importante (Amrani, 2006).

Le phosphore est le minéral caractéristique qui distingue les graines de chardon Marie avec une teneur de 0,6 g.kg-1MS (matière sèche) plus élevée que celle des feuilles et de la tige (respectivement 0,2 et 0,15 g.kg-1MS). Les feuilles se distinguent également par des teneurs importantes en sodium, en magnésium et en calcium alors que la tige est riche en potassium (Amrani, 2006).

Le *Silybum marianum* est un végétal riche en composés actifs de point de vue médicinal, ses propriétés sont dues à la présence de la silymarine. La graine de *Silybum marianum* contient un taux élevé de silymarine (qui peut être extraite séparément ou séparées différents composés de l'huile) d'où l'intérêt porté à cette partie de la plante (Karkanis *et al.*, 2001)

La graine contient en fait 4 à 6 % de Silymarine (Saller, 1995), dont 70-80% de flavonolignanes et 20-30% de composés polyphénoliques oxydés non identifiés (Svobodova *et al.*, 2006). Cette graine contient aussi des lipides à 30-20 %, des protéines à 25-30 % et des minéraux dont les teneurs varient en fonction de l'organe étudié (Saller, 1995 ; Meschy et Guenguen, 1995)

### III. 5. 1 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).

#### c- Les Polyphenols

De nombreuses études épidémiologiques et expériences in vitro réalisées sur les animaux révèlent que les polyphénols présents au niveau de certains fruits et végétaux possèdent des propriétés 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).

#### d- Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont aussi appelées molécules piégeuses 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).

### III. 6 Utilisation du chardon Marie

Le *Silybum marianum* est utilisé en médecine traditionnelle comme aide digestif, anti-inflammatoire, tonique Anti-néoplastique, diurétique (Meschy et Guenguen, 1995).

En effet des épreuves cliniques réalisées sur divers désordres hépatiques comprenant l'hépatite virale, la cirrhose suggèrent que le chardon Marie diminue l'activité de l'aminotransférase et améliore certains paramètres cliniques (Amrani, 2006).



Le chardon Marie est non-toxique. Dans une étude expérimentale réalisée sur des souris, les résultats ont montré qu'elles pouvaient tolérer une dose de 20g kg<sup>-1</sup>. Toutes fois des réactions allergiques ont été reportées (Sindel, 1991 ; Saller, 1995).

### **III. 7 La force de la présure**

C'est la force coagulante est le nombre de volumes de lait coagulé par un volume de présure en 40 minutes à 35°C.

#### **III. 7. 1 Calcul**

Si l'on a pris un volume "v" de présure, un volume "V" de lait et mesuré un temps de coagulation en secondes, on calcul :

$$\frac{2400 V}{Tv}$$

En pratique, la force de la présure liquide doit être de 1/10.000 (1 litre de présure coagule 10.000 litres de lait à 35°C en 40 minutes).

#### **III. 7. 2 Le temps de caillage**

Le temps de caillage est la période qui s'écoule entre le moment de l'emprésurage et la fin de la coagulation qui peut être déterminé de deux manières :

- En plaçant la rivière de la main à la surface du caillé si la consistance est bonne et le lait n'adhère plus aux doigts la coagulation est finie.
- Technique de la boutonnière : plonger l'index dans le caillé et le relever lentement afin de former une petite menticule qui se fond pour former une boutonnière.
- Le test à l'aide du couteau permet d'évaluer la fermeté du coagulum.

# *Chapitre II :*

## *Matériels et manipulation*

## Introduction

L'objectif principal de cette étude est d'essayer l'optimisation de la coagulation du lait pour la fabrication d'un fromage frais traditionnel de qualité en utilisant le broyage de feuilles de chardon marie. De manière spécifique, il s'agit de déterminer la dose et les conditions d'utilisation de cet agent coagulant en déterminant la force de coagulation, et donc la quantité de poudre de Chardon Marie à utiliser pour la coagulation. Passer de plusieurs heures à quelques minutes.

## Chapitre II : Matériel et Manipulation

### I. 1. Matériels

#### I. 1. 1. Matériel végétal (Coagulant)

Le matériel végétal utilisé au cours de cette étude EL HAKKA ou bien le chardon marie (Figure 04), récoltée en mois d'avril dans la région d'Ain Safra, Wilaya de Naâma.

#### El Hakka (présure végétale) :

Un agent coagulant le lait d'origine végétale est utilisé pour la fabrication traditionnelle du Jben en Algérie. Cet agent nommé El Hakka est représenté par les fleurs de chardons marie. Ces dernières sont cueillies et séchées à l'air libre puis conservées.

Le chardon (*Cynara cardunculus*) pousse sur les sols argileux dans des endroits pierreux. Il est utilisé pour coaguler principalement le lait. Son utilisation dans le lait de vache provoque une modification de texture et de goûts (plus acide et amer) des produits laitiers du fait de son activité protéolytique non coagulante élevée (Chazarra *et al.*, 2007; Jacob *et al.*, 2011).

#### I. 1. 2. Lait

La matière première utilisée pour la fabrication du fromage traditionnel est le lait frais de vache. Ce lait de la traite du jour provenant de la ferme Boudia Mohamed dans la commune de Ben abdelmalek ramdane, Mostaganem.

**I. 1. 3. LBEN**

Lben : Commercial de la marque Hodna.

**I. 1. 4. Matériel de laboratoire utilisé**

- Balance.
- Bain-marie.
- Thermomètre.
- Büchner.
- Pipette pasteur
- Seringue graduée.
- Réactifs (l'eau distillé, phénolphtaléine, NaOH N/9, CaCl<sub>2</sub>, NaCl).
- Etuve (30 °C , 37°C, 45°C)
- Bain marie (40 °C)
- Autoclave
- Boîtes de pétri
- Tubes à essai
- Bec bunsen
- Micropipettes
- Réfrigérateur
- L'eau distillée
- Milieu VRBL
- Lait cru
- Gélose nutritive
- 1 Fiole conique de 100 ml
- 1 Statif avec noix et pince
- 1 Burette de 25 ml
- Solution de phénolphtaléine à 1% dans l'éthanol
- Pipette jaugée de 10 ml

- Erlen meyer à vide.
- Trompe à eau.
- Joint conique.
- Entonnoir de Büchner.
- Papier filtre.

## II. Objectifs de l'expérimentation

L'objectif général de ce travail est de déterminer la force de la coagulation de la plante utilisée dans la fabrication du fromage. Ensuite, on va mesurer la force de la présure contenue dans la plante '**Chardon Marie**'.

## III. Préparation du macérât

Le 1<sup>er</sup> jour, on prépare la présure à partir d'une plante « **chardon marie** », après la récolte, le matériel végétal est lavé plusieurs fois avec l'eau du robinet au laboratoire afin d'éliminer les grains de sable et autres particules. Après le broyage et le séchage, on pratique la macération. On a préparé quatre (4) solutions différentes :

### Solution 1 :

Nous avons mélangé 2 g de chardon marie macérée dans 500 ml d'eau distillé avec 10 g de NaCl et 8 g de CaCl<sub>2</sub>. Le mélange est soumis à une agitation, puis gardé à l'abri de la lumière à une température ambiante pendant 03 jours.

### Solution 2 :

Nous avons mélangé 5 g de chardon marie macérée dans 500 ml d'eau distillé avec 10 g de sel et 8 g de CaCl<sub>2</sub>. Le mélange est soumis à une agitation, puis gardé à l'abri de la lumière à une température ambiante pendant 03 jours.

**Solution 3 :**

Nous avons mélangé 10 g de chardon marie macérée dans 500 ml d'eau distillé avec 10 g de sel et 8 g de  $\text{CaCl}_2$ . Le mélange est soumis à une agitation, puis gardé à l'abri de la lumière à une température ambiante pendant 03 jours.

**Solution4 :**

Nous avons mélangé 15 g de chardon marie macérée dans 500 ml d'eau distillé avec 10 g de sel et 8 g de  $\text{CaCl}_2$ . Le mélange est soumis à une agitation, puis gardé à l'abri de la lumière à une température ambiante pendant 03 jours.

Après les **03 jours** :

Nous avons fait la filtration sous vide pour les quatre 04 solutions préparées. La durée de la filtration a pris une heure et demie (01h30 min). Nous avons filtré les solutions de présures par la méthode de La filtration sous vide.

**III. 1. La filtration sous vide**

La filtration sous vide est une technique de base permettant la séparation des phases solides et liquides d'un mélange hétérogène. Les particules solides étant retenues par le filtre qui laisse passer le liquide contenant les espèces chimiques. La filtration sous vide permet de filtrer plus rapidement et plus efficacement qu'une filtration classique.

**III. 1. 2 Principe de la technique**

La trompe à eau, par son appel d'air, crée une dépression dans l'erenmeyer. Le mélange à filtrer est alors aspiré au travers du papier filtre. Si nous cherchons à récupérer le solide, cette opération est appelée essorage du solide. Si c'est le liquide qui doit être récupéré, nous parlons de filtration.

**III. 1. 3 Méthode**

Nous avons mis le macérât dans le Blinder pendant 15 min. Le mélange obtenu sera filtré sous vide. Ainsi Nous avons relié la trompe à eau au robinet puis Nous avons maintenu la fiole à vide à l'aide d'une potence. Après il faut relier la fiole à vide à la trompe à eau à l'aide d'un tuyau souple.

Nous avons introduit le Büchner dans la fiole à vide (ne pas oublier le joint en caoutchouc). Puis nous ouvrons le robinet d'eau et ajustons le débit. Ainsi nous introduisons un papier filtre dans le Büchner. Humidifier le papier filtre.

Cette technique permet de filtrer plus rapidement et plus efficacement nos extraits végétaux qu'une filtration classique.

Nous versons le macérât dans le Büchner. Attendre que tout le liquide (500 ml) soit totalement aspiré. Ce liquide qui sera utilisé comme présure.

#### **IV. Les analyses physico-chimiques :**

##### **IV. 1. Lieu et Objectif de l'étude :**

L'objectif de ce travail consiste à étudier la qualité physico-chimique et sanitaire du lait cru de vache livré à la consommation au niveau de Mostaganem.

Les différentes analyses réalisées ont été menées au niveau des laboratoires de l'INES de l'université d'Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

##### **IV. 2. Détermination de la température :**

Juste après la traite, la température du lait est mesurée à l'aide d'un thermomètre. Elle est exprimée en degré Celsius (°C). La lecture de la température s'effectue directement sur la graduation du thermomètre.

##### **IV. 3. Détermination du pH :**

Le pH représente l'acidité du lait à un moment donné. On le mesure habituellement à l'aide d'un pH-mètre (Vignola *et al.*, 2002). La lecture des résultats se fait directement à partir de l'affichage sur le cadran du pH mètre.

##### **IV. 4. Détermination de la densité**

La densité est mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre étalonné de manière à donner par simple lecture du trait correspondant au point d'effleurement de la densité de l'échantillon de lait à analyser. Elle est ramenée à 20°C par la formule suivante :

**Densité corrigée = densité lue + 0,2 (température du lait - 20°C) (Mathieu, 1998).**

## V. La Titration du lait

### V. 1. Préparation de la Solution NaOH N/9:

La préparation de la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) N/9 se fait par dissolution de **4,445 g** d'hydroxyde de sodium en pastilles dans **un (01) litre** d'eau distillée. La préparation de cette solution doit être effectuée avec une grande précision.

### V. 2. Préparation de Phénolphtaléine :

C'est pour la colorisation, On dissout 1 g de phénolphtaléine dans 100 ml d'alcool éthylique à 95°.

### V. 3. Mesure de l'acidité du lait

Cette manipulation a pour but de déterminer par titrage la concentration molaire en « ions »  $\text{H}_3\text{O}^+$  dans un échantillon de lait. Cette concentration est exprimée en "degrés Dornic".

### V. 4. Principe de la technique

Le lait frais contient très peu d'acides et pas d'acide lactique provenant de la transformation du lactose par les bactéries lactiques. L'augmentation de l'acidité provient donc d'un développement important de la flore lactique influencé par la température et la durée de conservation du lait.

L'acidité titrable du lait peut être exprimée de plusieurs manières ; en Belgique, on emploie exclusivement les degrés Dornic (°D). Le nombre de degrés Dornic égale le nombre de dixièmes de millilitres de solution d'hydroxyde de sodium, à la concentration N/9, qui sont nécessaires pour neutraliser 10 ml de ce lait. Un degré Dornic correspond à 0,01 % d'acide lactique (Guiraud, 1998).

### V. 5. Mode opératoire

Nous remplissons la burette de la solution de NaOH N/9 et la fixons au statif. Puis nous réglons le niveau du liquide à zéro. À l'aide de la pipette de 10 ml, nous prélevons 10 ml de lait et nous la transférons dans la fiole conique de 100 ml. Nous ajoutons cinq (05) gouttes de solution de phénolphtaléine et titrer jusqu'à apparition d'une couleur rose persistante.

-Nombre de dixièmes de millilitre de NaOH = °D.

-Noter le volume de solution titrant utilisé en dixièmes de millilitres (Guiraud, 1998).



## VI. Coagulation du lait

### VI. 1. Ensemencement

Nous avons réparti le lait dans 12 fioles. Chaque fiole contient 100ml de lait. Nous ajoutons différentes doses de Lben et de chardon marie dans chaque fiole au fur et à mesure de leur introduction dans le bain-marie.

#### a- La première série :

Solution 1 Echantillon 1 : 100ml de lait + 7 ml Lben +15ml chardon marie.

S1 E2 : 100ml de lait +7 ml Lben + 25 ml chardon marie.

S1 E3 : 100ml de lait +7 ml Lben+30 ml chardon marie.

#### b- La deuxième série :

S2 E1 : 100ml de lait + 7 ml Lben+15 ml chardon marie.

S2 E2 : 100ml de lait +7 ml Lben+ 25 ml chardon marie.

S2 E3 : 100ml de lait +7 ml Lben+30 ml chardon marie.

#### c- La troisième série :

S3 E1 : 100ml de lait + 7 ml Lben+15 ml chardon marie.

S3 E2 : 100ml de lait +7 ml Lben+ 25 ml chardon marie.

S3 E3 : 100ml de lait +7 ml Lben+30 ml chardon marie.

#### d- La quatrième série :

S4 E1 : 100ml de lait + 7 ml Lben+15 ml chardon marie.

S4 E2 : 100ml de lait +7 ml Lben+ 25 ml chardon marie.

S4 E3: 100ml de lait +7 ml Lben+30 ml chardon marie.

### VI. 2. Calcul de la force de la présure :

Nous avons plongé les douze (12) échantillons des séries 01, 02, 03 et 04 dans le bain marie à 38°C dans un ordre précis. Nous devons maintenir la fiole inclinée dans le bain-marie, en effectuant une légère rotation de façon à ce qu'il y ait un film de lait sur les parois du flacon. Et en chronométrant l'opération pour chaque échantillon à partir de sa mise dans le bain-marie. Lorsqu'un début de floculation apparaît, on arrête le chronomètre.

On a calculé la force de la présure selon la formule suivante :

$$\frac{2400 \text{ V}}{Tv}$$

F : force de présure.

V : volume de lait en ml.

v : volume de présure en ml.

T : temps de floculation (coagulation) en secondes.

Le tableau 05 représente le temps de coagulation par m/s des échantillons.

**Le tableau 05** : Temps de coagulation par m/s des échantillons.

Echantillon	Temps de coagulation
S1 E1	24 min 48 sec
S1 E2	9 min 18 sec
S1 E3	5 min 24 sec
S2 E1	5 min 07 sec
S2 E2	1 min 32 sec
S2 E3	00 min 45 sec
S3 E1	1 min
S3 E2	00 min 51 sec
S3 E3	00 min 40 sec
S4 E1	00 min 55 sec
S4 E2	00 min 24 sec
S4 E3	00 min 33 sec

### VI. 3. Fabrication des fromages frais traditionnels :

Dans cette partie nous nous sommes intéressés à fabriquer 13 échantillons du fromage traditionnel « Jben ». Douze (12) échantillons sont coagulés à partir de lait cru avec une présure d'origine végétale (chardon marie) (type I). Le treizième (13<sup>ème</sup>) échantillon est coagulé à partir de lait cru avec du vinaigre blanc (type II),

### VI. 3. 1. Fabrication du fromage Type 1

#### 1. LE CAILLAGE

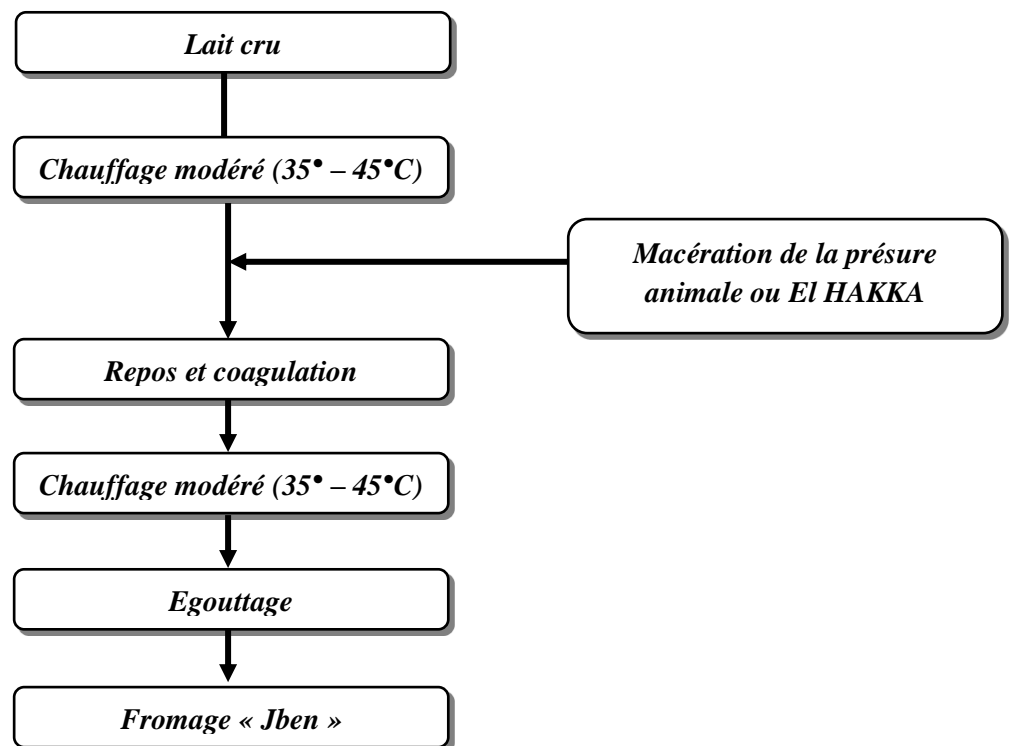
Nous mettons le lait dans une grande cuve et nous avons rajouté la présure obtenue à partir de la plante chardon-marie. Nous appelons cela le caillage.

#### 2. L'ÉGOUTTAGE

Nous avons égoutté le fromage, c'est-à-dire que nous allons procéder à la séparation du caillé (ce qui va devenir le fromage), du reste qui est liquide comme de l'eau (lactosérum). Nous appelons cela l'égouttage.

#### 3. L'AFFINAGE

Pour que tout ce qui est liquide puisse plus facilement être séparé du reste, Nous avons coupé le caillé, Nous l'avons agité (brassage), nous l'avons chauffé. Nous avons mis ensuite le fromage dans des boites pétries (**Figure 04**).



**Figure 04** : Schéma de fabrication traditionnelle du fromage « Jben ».

### **VI. 3. 2. Fabrication du fromage Type 2**

Les mêmes étapes comme la partie une. Sauf que nous avons changé la présure végétale par le vinaigre blanc.

### **VI. 4. Conservation**

Nous conservons le produit fini des treize (13) échantillons à une température de 4°C pendant 24h puis nous avons fait les analyses microbiologiques, physicochimiques et organoleptiques.

## **VII. Analyse microbiologique du fromage Préparé**

L'objectif de cette analyse microbiologique des deux types de fromage préparés est de déterminer la date limite de consommation (**DLC**) de chaque fromage.

Il est à noter que la première analyse microbiologique a été réalisée 24 heures après la production des deux types de fromage, et que la 2<sup>ème</sup> analyse a été réalisée 10 jours après.

### **VII. 1. Préparation des milieux de culture**

#### **VII. 1. 1. Milieu de culture VRBL**

Nous avons dissout dans une fiole de 1000 ml, 40,5 gramme de poudre VRBL dans un litre d'eau distillé. Nous avons mis la fiole sur une plaque chauffante agitatrice sous une température de 120°C jusqu'à ébullition et dissolution complète. Sans autoclavage – repartir dans des petits flacons de 250 ml

#### **VII. 1. 2. Milieu de culture PCA**

23,5 gramme de poudre dans un litre d'eau pure sous agitation et ébullition pendant au moins une minute – repartir en flacon – autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

### **VII.2. Dénombrement des germes**

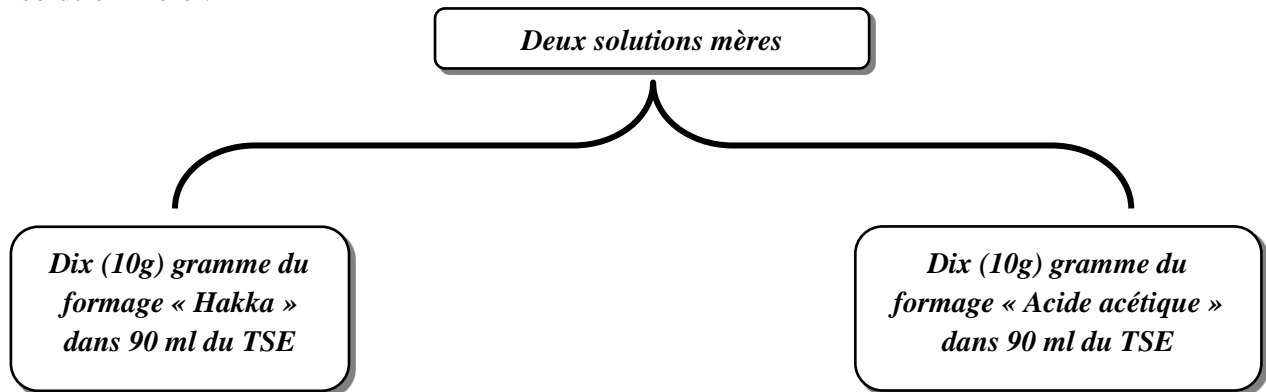
#### **VII. 2. 1. Dénombrement des coliformes fécaux et totaux**

Dans le milieu gélose **VRBL** que nous ensemençons par incorporation et incubation, réaliser à 37°C pendant 48 heures pour les coliformes fécaux et 44°C pendant 24heures pour les coliformes totaux.

## VII. 2. 2. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale FTAM :

Réaliser dans la gélose plate count agar **PCA** , le milieu est ensemencé en surface et les cultures sont incubées à 30 °C pendant 72 heures, il est souvent nécessaire d'aller jusqu'à  $10^{-5}$  pour les dilutions du fromage traditionnel JBEN à base du coagulant végétale HAKKA Selon ISO 7889 IDF.

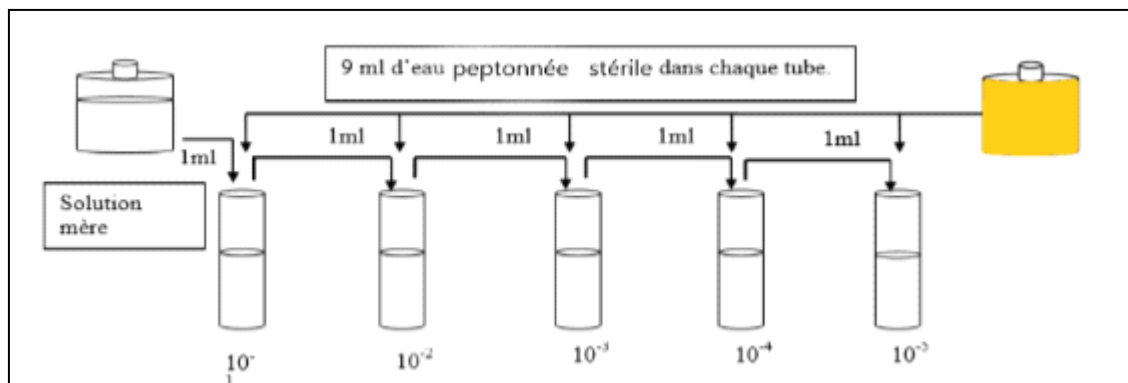
**VII. 3. Préparation de la solution mère :** Le schéma suivant illustre la préparation d'une solution mère :



Après la préparation de deux solutions mères, nous avons préparé huit (08) tubes à essai, chacun contient neuf (09) ml du **TSE** pour avoir une dilution  $10^{-5}$ .

### VII. 3. 1. Préparation des dilutions décimales

A partir du prélèvement de lait homogénéisé comme solution mère (SM), nous avons réalisé une série de dilutions. Dilution au 1/10 ou  $10^{-1}$  : à partir de la SM, prélever 01 ml et déposer dans un tube à vis contenant 9 ml de l'eau distillé Dilution au 1/100 ou  $10^{-2}$  : à partir de la dilution  $10^{-1}$ , prélever 01ml et déposer dans un tube à vis contenant 9ml de l'eau distillé (**Figure 05** ).



**Figure 06** : Dilution décimale.

Après la dilution jusqu'à  $10^{-5}$ , nous avons préparé seize (16) boîtes pétries **VRBL** pour l'incubation des coliformes fécaux et totaux des deux fromages. Plus huit (08) autres boîtes pétries **PCA** pour l'incubation des **FTAM**.

#### VII. 4. Incubation des germes recherchés

##### VII. 4. 1. Incubation des flores totales mésophiles (FTAM)

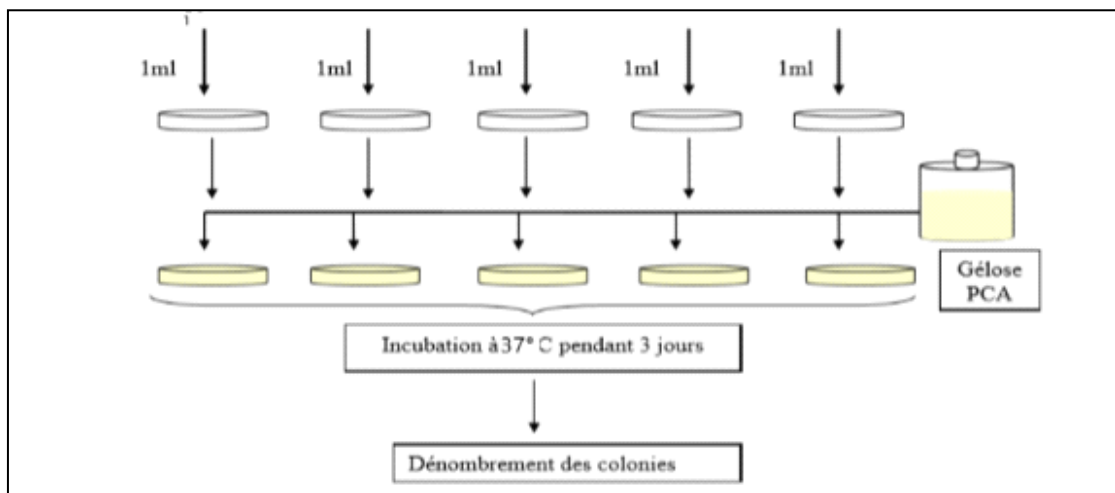
Le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FTAM), par comptage des colonies se fait par la méthode NF V 08-051, il est généralement réalisé en milieu solide PCA (gélose pour dénombrement) (Guiraud, 1998).

**Mode opératoire :** (Lebres *et al.*, 2002 ; 2007). Les étapes de cette recherche se résument comme suit :

- 1- A partir des dilutions décimale allant de  $10^{-3}$  à  $10^{-5}$ , porter aseptiquement 01 ml dans une boîte de Pétri vide.
- 2- Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose PCA (Plat Count Agar) fondue puis refroidie à  $47^{\circ}\text{C}$ . Le temps qui s'écoule entre le moment de la distribution de l'inoculum dans la boîte et celui où le milieu est coulé ne doit pas excéder 15 minutes.
- 3- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de «8» pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose, sur une surface fraîche et horizontale.
- 4- Laisser solidifier sur paillasse

#### **Incubation :**

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à  $30^{\circ}\text{C}$  pendant  $72 \pm 3$  heures (Figure 6).



**Figure 07 :** Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile sur PCA.

## VII. 4. 2. Incubation des coliformes totaux et fécaux

Les coliformes sont dénombrés :

Soit en milieu solide par la technique en boîtes sur gélose VRBL (gélose glucosée biliée au vert brillant et au rouge de phénol).

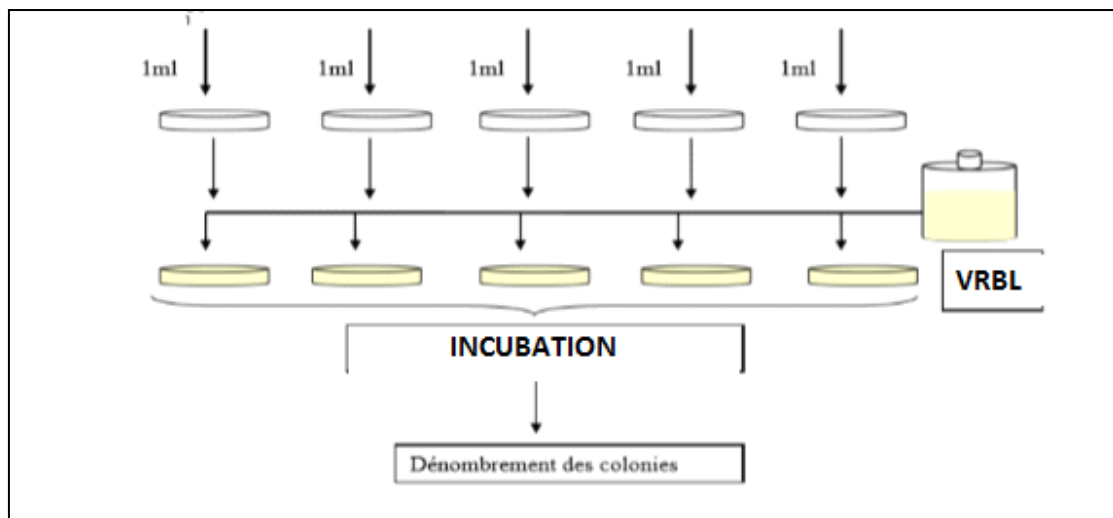
A partir des dilutions décimales  $10^{-1}$  à  $10^{-5}$  voire 1, porter aseptiquement 01ml de chaque dilution dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage et numérotée comme l'indique la

Cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution car :

La première série de boîtes sera incubée à  $37^{\circ}\text{C}$  et sera réservée à la recherche des coliformes totaux.

La deuxième série de boîtes sera incubée à  $44^{\circ}\text{C}$  et sera réservée à la recherche des coliformes fécaux.

Compléter ensuite avec environ 15ml de gélose VRBL fondue puis refroidie à  $45\pm 1^{\circ}\text{C}$  (Figure 7).



**Figure 08** : Dénombrement des coliformes sur gélose VRBG.

Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de «8» pour bien mélanger la gélose à l'inoculum. Laisser solidifier les boîtes sur paille (Jora, 1998).

**Incubation**

Les boîtes seront donc incubées couvercle en bas pendant 24, 48 et 72 heures à 37°C pour la première série (recherche des coliformes totaux) et à 44°C pour la deuxième série (recherche des coliformes fécaux).



***Chapitre III :***  
***Résultats et discussions***

**III. Résultats et Discussion****I. La force de la présure****I. 1. Le temps de coagulation**

T1 : Le temps de coagulation du lait avec la solution de la présure 1.

T2 : Le temps de coagulation du lait avec la solution de la présure 2.

T3 : Le temps de coagulation du lait avec la solution de la présure 3.

T4 : Le temps de coagulation du lait avec la solution de la présure 4.

T1 =180s

T2 =120s

T3 =100s

T4 =60s

**Série1**

S1E1 :100 ml de lait +7 ml de lben +15 ml de la solution 1 de présure.

S1E2 :100 ml de lait +7 ml de lben +20 ml de la solution 1 de présure.

S1E3 :100 ml de lait +7 ml de lben +25 ml de la solution 1 de présure.

**Série2**

S2E1 :100 ml de lait +7 ml de lben +15 ml de la solution 2 de présure.

S2E2 :100 ml de lait +7 ml de lben +20 ml de la solution 2 de présure.

S2E3 :100 ml de lait +7 ml de lben +25 ml de la solution 2 de présure

**Série3**

S3E1 :100 ml de lait +7 ml de lben +15 ml de la solution 3 de présure.

S3E2 :100 ml de lait +7 ml de lben +20 ml de la solution 3 de présure.

S3E3 :100 ml de lait +7 ml de lben +25 ml de la solution 3 de présure.

**Série4**

S4E1 :100 ml de lait +7 ml de lben +15 ml de la solution 4 de présure.

S4E2 :100 ml de lait +7 ml de lben +20 ml de la solution 4 de présure.

S4E3 :100 ml de lait +7 ml de lben +25 ml de la solution 4 de présure

**I.2. Calcul de la force de la présure**

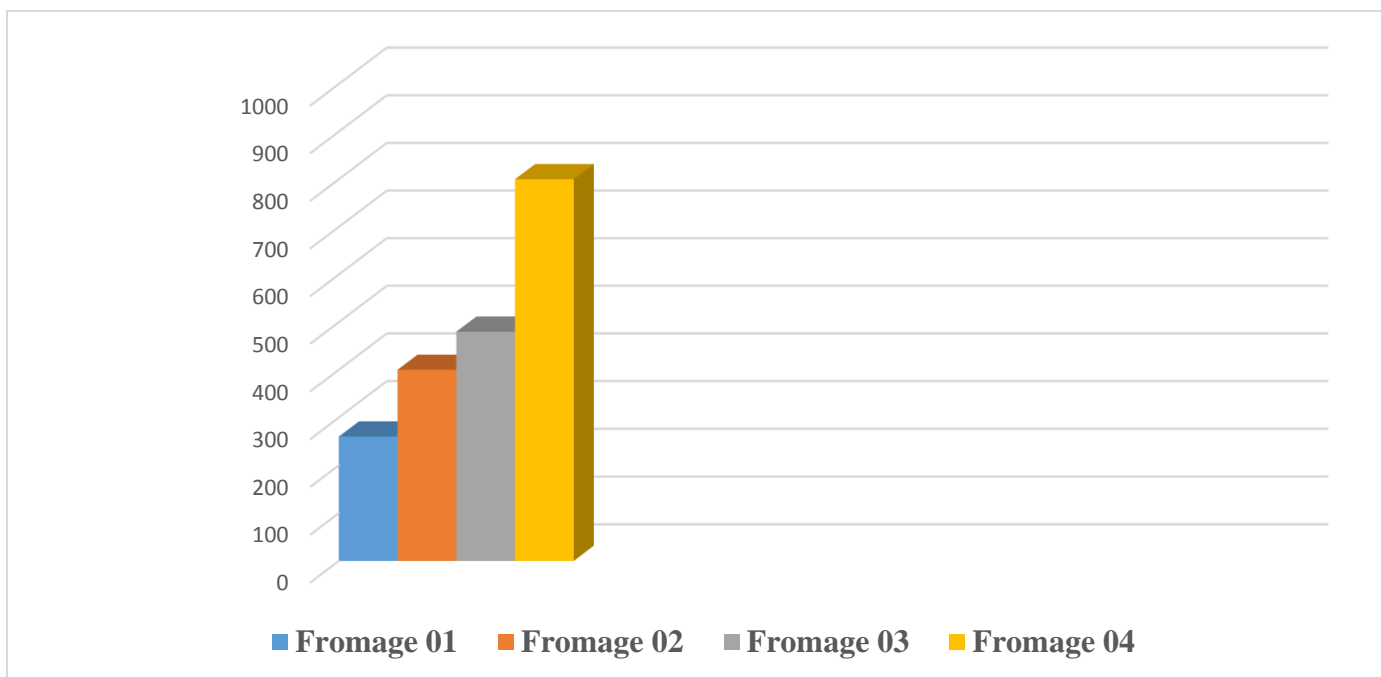
$$F1=(2400.100) \div (180.5) \quad F1=266$$

$$F2=(2400.100) \div (120.5) \quad F2=400$$

$$F3=(2400.100) \div (100.5) \quad F3=480$$

$$F4=(2400.100) \div (60.5) \quad F4=800$$

La force des 4 solutions de présure est représenté dans la Figure 8.



**Figure 19** : Force des 4 solutions de présure.

En augmentant la dose de la présure le temps de coagulation est réduit, donc la force de la présure a augmenté.

### **I. 3. Acidité**

#### **Série 1 : 36 °D**

L'acidité de la série 1 est la même que l'acidité de la série 2, 3 et 4 (Figure 9).

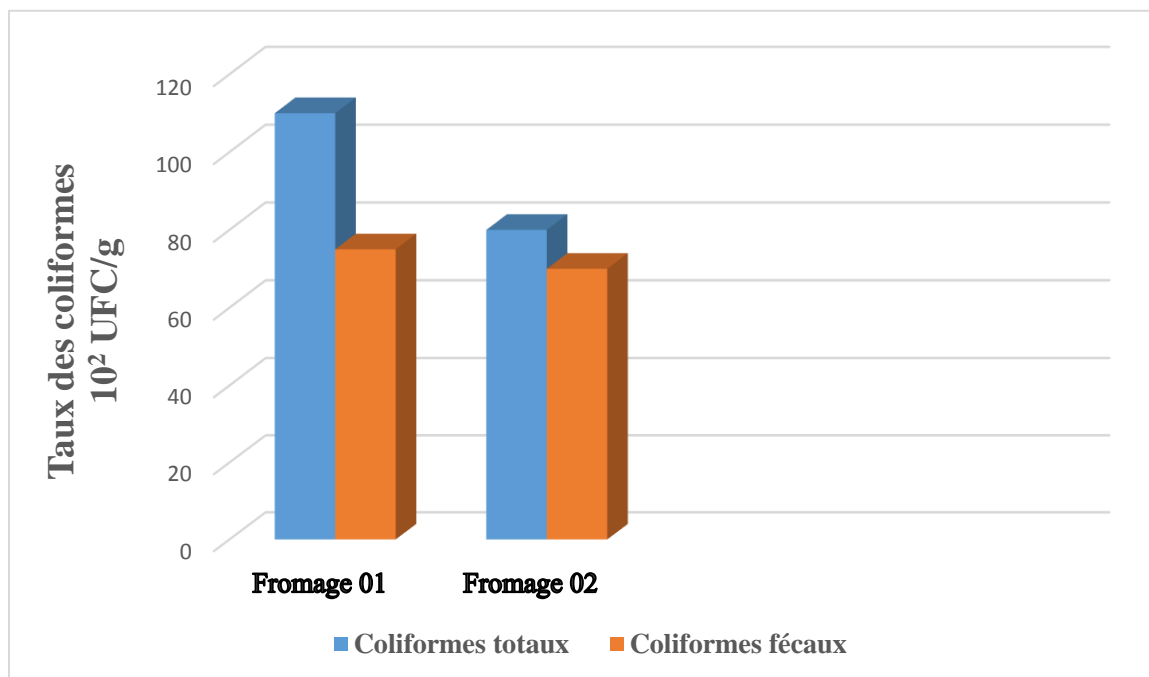


**Figure 10** : La coagulation du lait additionné de Lben.

## II Analyses microbiologiques du Jben :

### II. 1. Recherche et dénombrement coliformes :

La présence des germes de contamination d'origine fécale est représenté dans la Figure 10 :

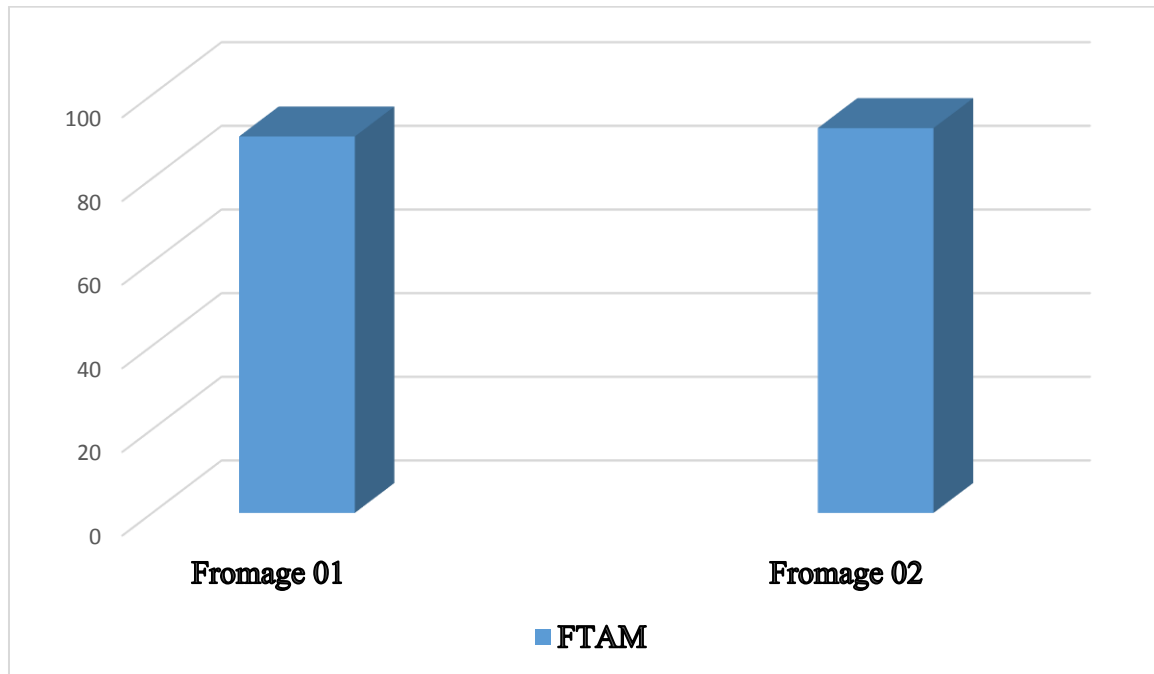


**Figure 11** : Dénombrement coliformes des deux échantillons de Jben après (avant et après 10 jour de conservation 4C°)

Les coliformes totaux et fécaux sont présents dans les Deux échantillons F1 et F2 mais le taux des coliformes totaux est beaucoup plus important pour l'échantillon F1 (fromage à base du hakka) par rapport à F2 (fromage à base d'acide acétique).

## II. 2. Recherche et dénombrement la flore totale

Les résultats du dénombrement la flore totale sont illustrés dans la figure 11 :



**Figure 12** : Dénombrement de la flore contaminant FTAM des différents échantillons de Jben.

Dans la pratique actuelle de la fabrication du fromage traditionnel, le lait est laissé à température ambiante avec tous les risques de la contamination. Laisser le lait s'acidifier, comme l'a fait AUFSBERG, n'est peut-être pas toujours un processus heureux, car il y a un grand risque que le lait soit contaminé par différents types de flore microbienne.

Réduire le temps de l'acidification protégerait le lait des contaminations, cette réduction du temps d'acidification est atteinte en ajoutant du Lben. Nos résultats montrent que la meilleure acidité du lait est atteinte avec 8% de Lben.

**Tableau 06** : Résultat d'acidité du lait obtenue

	Lait + Lben	Degrés Dornic	Coagulation / Temps
<b>E 01</b>	100 ml Lait + 2 ml Lben	30° D	1 h 16 min 35 sec
<b>E 02</b>	100 ml Lait + 4 ml Lben	36 ° D	58 min 15 sec
<b>E 03</b>	100 ml Lait + 6 ml Lben	40° D	41 min 20 sec
<b>E 04</b>	100 ml Lait + 8 ml Lben	46° D	30 min 45 sec

Nous avons noté que c'est le lait à 46°D avec lequel nous avons obtenu le meilleur temps de coagulation. Nous estimons que le meilleur fromage sera donc obtenu avec du lait pasteurisé additionné de Lben pasteurisé, de ce fait, tous les risques d'intoxication ou de contaminations sont écartés.

En ajoutant une dose de Hakka à raison de 20ml par litre de lait(de la solution à 10g de poudre de Hakka pour 500ml d'eau), nous avons réduit le temps de coagulation à 33 secondes (**S4 E3**),ce qui signifie une augmentation de la force de la présure. Ceci est confirmé par Talantikite en 2015. 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. Nous remarquons aussi que l'activité coagulante du chardon marie est liée à l'acidité du lait .

La flore totale existe dans les deux échantillons mais avec un taux plus important dans l'échantillon « **E1** » d'où son altération en un temps très court et la perte de la qualité hygiénique des jben, ce qui permettra une modification de la qualité organoleptique

Ces valeurs obtenues sont plus élevées par rapport aux résultats mentionnés par Mennane *et al.* (2007) où le «Jben» étudié a une charge qui ne dépasse pas de **7.5x10<sup>4</sup> UFC/g**.

**Tableau 07** : Comparaison résultats normes.

Germes recherchés	Fromage 1	Fromage 2	NORMES J.O.R.A1998 (N°35)
<i>FTAM</i>	90.10 <sup>6</sup> UFC/g	92.10 <sup>6</sup> UFC/g	2.10 <sup>5</sup>
<i>Coliforme</i> <i>Fécaux</i>	75.10 <sup>2</sup> UFC/g	70.10 <sup>2</sup> UFC/g	3.10 <sup>2</sup>
<i>Coliforme</i> <i>Totaux</i>	110.10 <sup>2</sup>	80.10 <sup>2</sup>	4 .10 <sup>2</sup>

Selon le tableau 7, on remarque clairement une différence très significative des chiffres obtenus avec la FTAM, coliformes fécaux et totaux, par rapport aux normes J.O.R.A1998 (N°35), ce qui rend ces fromages dangereux pour la santé du consommateur..

### Conclusion

Pour améliorer et optimiser les paramètres de la fabrication du fromage traditionnel JBEN, on doit supprimer la phase de maturation, considérée essentielle avant la coagulation, même en industrie. Cette étape est remplacée par du Lben commercial et l'utilisation de l'agent coagulant, en l'occurrence, le chardon Marie, utilisé empiriquement, pour lequel nous proposons une utilisation rationnelle. Avec ces résultats, les risques liés aux problèmes de santé pourraient être réduits, voir même leur élimination.

Cette étude nous a permis de déduire que le Jben, produit laitier traditionnel algérien est légèrement acide. L'analyse microbiologique a montré qu'il est très riche en bactéries lactiques. Ce produit est surtout très contaminé, puisqu'il contient des Coliformes Totaux et Fécaux. Il contient possiblement des espèces pathogènes comme *Enterobactercloacae*, *Staphylococcus cohnii Spp urealyticum*, *Staphylococcus lentus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus hyicus*. Ainsi nous recommandons l'arrêt de commercialisation de ce produit jusqu'à amélioration des méthodes de fabrication en appliquant des mesures d'hygiène strictes.



Nous espérons donner suites à ces travaux afin de :

- Faire des études organoleptiques et nutritionnelles de ce type de fromage.
- Procéder à l'identification moléculaire par PCR des souches qui ont été identifiées par les méthodes phénotypiques.
- Faire une recherche des substances antimicrobiennes produites par les souches et surtout d'identifier la molécule indispensable pour cette coagulation fréquente.

*Références  
bibliographiques*

**Références bibliographiques**

*A*

- 1- AMIOT et coll. (2002) : Amiot J., Fournier S., Lebeufy L., Paquin P., Simpson R et Tur Geon H. (2002). Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique *Edit: ISBN.* (Canada). p15,30-31.
- 2- (Agioux L,2003) : Agioux L.,2003 :conception et validation d'un outil d'aide à l'estimation de l'état sensoriel des fromages en cours d'affinage. 192p. thèse doctorat. Institut National Agronomique de Paris Grignon
- 3- (Alais., 1984) : Alais., 1984 : Sciences du lait : Principes des techniques laitières- 4e éd Paris: SEPAIC, 814p.

*B*

- 4- (Brule G., Lenoir J. et Ramet J.P., 1997) : Brule G., Lenoir J. et Ramet J.P., 1997 : Les mécanismes généraux de transformation du lait en fromage, chapitre I, la micelle de caséine et la coagulation du lait. Pp. 7 à 39. Dans le fromage. Coord. ECK A., et GILLIS J.C. 3ème édition Tec et Doc. Lavoisier. 875 P.
- 5- (Bourgeois C, Mescle J F et Zucam ; 1990) : Bourgeois C, Mescle J F et Zucam ; 1990 : Microbiologie Alimentation ; Aspect microbiologique de la sécurité de la qualité alimentaire. Paris ; Lavoisier : Techniques et Documentation - 422p

C

- 6- (Cayot et Lorient, 1998) :Cayot P. et Lorient D. (1998). Structures et Technofonctions des Protéines du Lait. Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris.
- 7- (Carole et Vignola 2002) : Carole L.V., (2002). Science et technologie du lait : transformation du lait.Fondation et technologie laitier du Québec. P : 29-407.

E

- 8- (Eck, 1990) : ECK A., 1990. Le fromage. 2ème Ed Tech. Doc. Lavoisier (Paris). p 101 – 227.

F

- 9- (FREDOT, 2006) :  
FredotE.,(2006).Laitetproduitslaitiers.In:Connaissancedesaliments.*EdTech.Doc. Lavoisier*(Paris).p 9-65.
- 10- Froc J., 2001 : Des jus de fruits ou de plantes pour faire du fromage. INRA mensuel n°110,41-42.
- 11- (FAO, 1995) : FAO ; (1995).Le lait et les produits laitiers dans lanutrition humaine.

G

- 12- (Goursaud, 1985) : Goursaud J. (1985a). Le lait de vache, composition et propriétés physico-chimiques. In «Lait et produits laitiers vache- brebis- chèvre. Tome 1. *Edit. Tec et Doc. Lavoisier*,p.1-93.
- 13- GAUCHERON(2004) : Le lait de vache, composition et propriétés physico-chimiques. In «Lait et produits laitiers vache- brebis- chèvre. Tome 1. *Edit. Tec et Doc. Lavoisier*, p.1-93.
- 14- (Gripon *et al.*, 1975) : Gripon JC., Desmazeaud MJ., Le Bars D. et Bergère JL. (1975). Étude du rôle des microorganismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. Influence de la présure commerciale. *Le Lait* 55.pp: 502-516.
- 15- (Guiraud, 1998) : Guiraud J.P.(1998). *Microbiologie alimentaire*, Dunod, p.390.

H

- 16- Hellal (2001) : Hellal A.,(2001). "Fromage traditionnels algériens : Quels avenir ? Agroline (Avril Mai),n°14.*EdTNSCommunication*,p43–47

J

- 17- (Joffin et Joffin, 1999) : Joffin C. et Joffin J.N. (1999). *Microbiologie alimentaire*. 5<sup>ème</sup> édition Bordeaux. *Edit Centre Régional de Documentation pédologie*.p212.

L

- 18- (Luquet, 1990) : LUQUET, FM. (1990) : Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre. Transformation et technologie. Edition technique et documentation. Lavoisier (2eme édition. Tome 2). P. 26-633.
- 19- (Luquet *et al* ; 2005) : Luquet .F. M Et Corrieu .G., (2005) : Bactéries lactiques et probiotiques. Edition Tec 8c Doc, Lavoisier. Paris 307p.

M

- 20- (Mittaine, 1980) : La préparation des laits de fromage en technologie pâte molle. Industrie alimentaire et agricole.
- 21- (Mahaut *et al*, 2000) : Mahaut M., Jeantet R., Schuck P. Et Brule G., 2000 : Les produits industriels laitiers Ed Tec et Doc. - Lavoisier : pp. 26-40.
- 22- (Mietton, 1995) : 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, 19-27.
- 23- (Morazzoni *et al* ., 1995) Morazzoni, P. And Bombardelli, E., 1995 : *Silybum marianum* (*Carduus marianus*). Fitoterapia, 66(1): p 3-49.

*P*

24 -(POUGHEON et GOURSAUD, 2001) : Pougheon S .et Goursaud J., (2001). Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc,

*R*

25- (Roudaut et Lefrancq, 2005) : Roudaut H. et Lefrancq E. (2005). Alimentation théorique. Edition Sciences des Aliments.

*V*

26-(Vignola, 2002) : Vignola C. (2002). Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75.

27- (Veisseyre, 1979) : Veisseyre R. (1979). Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3<sup>ème</sup> édition. Edition la maison rustique, Paris.

**Webographie**

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

(2) :<http://www.fao.org/docrep/003/x6934f/X6934F03.htm>

(3) :[http://www.memoireonline.com/02/09/1989/m\\_stage-au-centre-professioneldagroalimentaire- de-cite-EL-KHADRA1.html](http://www.memoireonline.com/02/09/1989/m_stage-au-centre-professioneldagroalimentaire- de-cite-EL-KHADRA1.html)