

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة 8 ماي 1945 قالمة  
Université 8 Mai 1945 Guelma  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la Vie  
Filière : Sciences Agronomiques  
Spécialité/Option: Production et Technologie Laitière  
Département: Ecologie et Génie de l'Environnement

### Thème

# Essais de fabrication artisanale de fromages fermiers en milieu rural (lait de Brebis et Vache)

Présenté par :

**FERDES SAMIA**  
**DAIFALLAH FATMA**

Devant la commission composée de :

<b>Oumedour Abdelkader</b>	<b>Président</b>	<b>Université GUELMA</b>
<b>Leksir Choubaila</b>	<b>Examineur</b>	<b>Université GUELMA</b>
<b>Chemmam Mabrouk</b>	<b>Encadreur</b>	<b>Université GUELMA</b>
<b>Benyounes Abdelaziz</b>	<b>Membre</b>	<b>Université GUELMA</b>
<b>Bousbia Aissam</b>	<b>Membre</b>	<b>Université GUELMA</b>
<b>Slimani Atika</b>	<b>Membre</b>	<b>Université GUELMA</b>

**Juin 2017**

## ***Remerciements***

Je tiens tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux qui ma donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail, et qui mon offre aussi toute la santé, le pouvoir et la patience pour accomplir mes tache.

En second lieu, je tiens à remercier mon encadreur Monsieur Pr CHEMMAM Mabrouk pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury

Monsieurs ; **Oumedour Abdelkadr, Benyounes Abdelaziz, Bousbia Aissam, Madame ; Leksir Choubaila, Slimani Atika.**

pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant d'examiner mon mémoire et de l'enrichir par leurs propositions.

Je remercie le directeur du centre de formation professionnel Benchettah Messaoud Ain-makhlof Guelma pour l'acceptation de la demande de stage pratique.

Mes remerciements s'adressent aussi à ma grande famille pour son soutien, à mes parents, mes sœurs et à tous mes amis et à ceux qui m ont apporté leur aide, ne serait ce que par un simple mot d'encouragement

Je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## *Dédicaces*

*Je le dédie à mes parents en premier*

*Et ma famille, et*

*À toutes les personnes qui me sont chères.*

***FERDES Samia***

## *Dédicaces*

*Je dédié ce modeste travail et cet événement*

*Marquant dans ma vie,*

*Tout d'abord aux deux êtres les plus chers, mes parents*

*C'est à vous que je dis tout ce travail est le fruit de votre  
éducation et*

*Votre patience et sacrifices.*

*A mes chaires frères*

*Et mes adorables sœurs et son époux*

*A mes anges les gens de mes sœurs et mes frères*

*A tout ma famille*

*Et surtout mes oncles mes tante et mes cousins et mes cousines.*

*A mes fidèles amies:*

*Asma, Dalale, Nour El Houda, Hanane, Sara*

*A tout ma promotion*

**FATMA**

## Sommaire

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Liste des annexes

Introduction 1

### **ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

I. LE LAIT 2

1.1. Production laitier bovins en Algérie 2

1.2. Définition 2

1.3. Caractéristiques du lait 2

1.3.1. Caractéristiques organoleptiques 2

1.3.1.1. La couleur 2

1.3.1.2. L'odeur 3

1.3.1.3 La saveur 3

1.3.2. Caractéristiques physique et chimiques 3

1.3.2.1. La densité 3

1.3.2.2. Point de congélation 3

1.3.2.3. Acidité 4

1.3.2.4. Le pH 4

1.3.3. Caractéristiques microbiologiques du lait 4

1.3.4. Composition biochimique du lait 5

1.3.4.1. Eau 6

1.3.4.2. Glucides 6

1.3.4.3. Lipides 6

1.3.4.4. Protéines	7
1.3.4.5. Sels minéraux	9
1.3.4.6. Vitamines	9
1.3.5. Caractéristiques microbiologiques du lait	9
1.4. Facteurs de variation de la production et de la composition du lait	10
<b>II. Transformation du lait en fromage</b>	
2.1. Définition du Fromage	11
2.2. Agents de transformation du lait en fromage	11
2.2.1. Enzymes coagulantes	11
2.2.1.1. Enzyme d'origine végétale	11
2.2.1.2. Enzyme d'origine animal	12
2.2.1.3. Enzyme d'origine microbien	12
2.2.2. Les levains lactiques	13
2.3. Principales étapes de transformation	14
2.3.1. Coagulation du lait	14
2.3.1.1. Coagulation par voie acide	15
2.3.1.2. Coagulation par voie enzymatique	16
2.3.1.3. Coagulation mixte	16
2.3.1.4. Caractéristiques du coagulum	17
2.3.2. Égouttage	17
2.3.3. Salage	18
2.3.4. Affinage	18
2.4. Classification des fromages	19
2.4.1. Fromages non affinés	19
2.4.2. Le fromage affiné	19
2.5. Fromage fermier et artisanal	20
2.5.1. Définition fromage fermier	20
2.5.2. Le fromage artisanal	20
2.5.3. Fabrication de fromage à partir par procédé artisanal	21

2.5.4. Fromages traditionnels produits en Algérie	21
---	----

## **ETUDE EXPERIMENTALE**

<b>I. Matériels et méthodes</b>	<b>22</b>
1.1. Le lait réceptionné	22
1.2. Analyse physico-chimique	22
1.2.1. Analyse du pH	22
1.2.1.1. Matériels et méthodes	22
1.3. Préparation du lait	23
1.3.1. Standardisation biologique	23
1.3.1.1. Matériel et méthode	23
1.3.2. Standardisation en matière grasse	24
1.4. Fabrication du fromage	27
1.5. Description des étapes de fabrication	31
1.5.1. Coagulation	31
1.5.1.1. Matériels et méthodes	31
1.5.2. Tranchage	34
1.5.2.1. Matériels et méthode	34
1.5.3. Moulage/égouttage	35
1.5.3.1. Matériels et méthodes	35
1.5.4. Démoulage	36
1.5.5. Salage	37
1.5.6. Conditionnement	37
1.6. Evaluation sensorielle du fromage	38
1.6.1. Test de classement	38
1.6.2. Jury de dégustation	38
1.6.3. Préparation et présentation des échantillons	39
1.6.4. Déroulement du test	39

## **II. RESULTATS ET DISCUSSIONS**

2.1. Evaluation physicochimique	41
---------------------------------	----

2.1.1. Mesure des pH	41
2.2. Suivi de la coagulation	42
2.3. Produits d'écémage	42
2.4. Produits d'égouttage	42
2.5. Evaluation sensorielle	43
Conclusion	48
Références Bibliographiques	50
Annexes	





## ***Remerciements***

Je tiens tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux qui ma donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail, et qui mon offre aussi toute la santé, le pouvoir et la patience pour accomplir mes tache.

En second lieu, je tiens à remercier mon encadreur Monsieur Pr CHEMMAM Mabrouk pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury

Monsieurs ; **Oumedour Abdelkadr, Benyounes Abdelaziz, Bousbia Aissam, Madame ; Leksir Choubaila, Slimani Atika.**

pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant d'examiner mon mémoire et de l'enrichir par leurs propositions.

Je remercie le directeur du centre de formation professionnel Benchettah Messaoud Ain-makhlof Guelma pour l'acceptation de la demande de stage pratique.

Mes remerciements s'adressent aussi à ma grande famille pour son soutien, à mes parents, mes sœurs et à tous mes amis et à ceux qui m ont apporté leur aide, ne serait ce que par un simple mot d'encouragement

Je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## *Liste des figures*

<b>figures</b>	<b>intitulé</b>	<b>page</b>
<b>1</b>	structure d'un globule de matière grasse	7
<b>2</b>	Dérivés azotés du lait	7
<b>3</b>	La sous micelle de caséine	8
<b>4</b>	états électrique de la protéine du lait	15
<b>5</b>	effet de l'acidification sur la structure des micelles de caséines	16
<b>6</b>	cuve double paroi (pasteurisation-coagulation –tranchage)	17
<b>7</b>	Egouttage/ moulage spontané	18
<b>8</b>	égouttage /moulage par pression	18
<b>9</b>	salle d'affinage	19
<b>10</b>	Mesure du Ph	23
<b>11</b>	Pasteurisation du lait	24
<b>12</b>	Refroidissement du lait	24
<b>13</b>	Chauffage du lait	26
<b>14</b>	Ecrémeuse	26
<b>15</b>	pasteurisation de la crème	26
<b>16</b>	Diagramme générale de fabrication du fromage	27
<b>17</b>	Digramme de fabrication du fromage a base de lait entier de vache er de brebis	28
<b>18</b>	Digramme de fabrication du fromage a base de lait écrémé	29
<b>19</b>	Digramme de fabrication du fromage à base de lait enrichi en crème	30
<b>20</b>	Courbe d'acidification de fermons lactiques	31
<b>21</b>	Ensemencement du lait par le ferment lactique	32
<b>22</b>	Influence du pH sur l'activité enzymatique	32
<b>23</b>	Influence de la température sur l'activité enzymatique	33
<b>24</b>	Emprésurage.	33
<b>25</b>	Formation de coagulum	33

<b>26</b>	Tranchage du caillé	35
<b>27</b>	Exsudation du lactosérum	35
<b>28</b>	Moule perforé	35
<b>29</b>	Egouttage/moulage	36
<b>30</b>	Démoulage	36
<b>31</b>	Salage	37
<b>32</b>	pots perforés pour conditionnement	37
<b>33</b>	Fromage produit fini	38
<b>34</b>	Présentation des échantillons	39
<b>35</b>	Déroulement de la dégustation	40

## *Liste des tableaux*

<b>tableau</b>	<b>intitulé</b>	<b>page</b>
<b>1</b>	Valeurs de densité du lait de vache et de brebis	<b>2</b>
<b>2</b>	Valeurs de l'acidité total de lait de vache et de brebis	<b>4</b>
<b>3</b>	Composition moyenne de différentes espèces laitières	<b>5</b>
<b>4</b>	Différent états physique de la Composition générale de lait	<b>5</b>
<b>5</b>	Les espèces de bactéries lactiques utilisées en technologie fromagère	<b>13</b>
<b>6</b>	Caractéristiques du coagulum selon le type de coagulation	<b>17</b>
<b>7</b>	Barème de pasteurisation	<b>24</b>
<b>8</b>	Suivi de la coagulation du lait de vache écrémé	<b>34</b>
<b>9</b>	Suivi de la coagulation du lait de vache entier	<b>34</b>
<b>10</b>	Suivi de la coagulation du lait de brebis	<b>34</b>
<b>11</b>	Valeur de pH du lait	<b>41</b>
<b>12</b>	Valeur de pH des produits fini	<b>41</b>
<b>13</b>	Quantité en ml et en % des produits d'écémage du lait de vache	<b>42</b>
<b>14</b>	Pourcentage d'exsudat en lactosérum après égouttage	<b>42</b>
<b>15</b>	Etude descriptive ; couleur	<b>43</b>
<b>16</b>	Etude descriptive ; Odeur	<b>43</b>
<b>17</b>	Etude descriptive ; gout	<b>44</b>
<b>18</b>	Etude descriptive ; arrière gout	<b>44</b>
<b>19</b>	Etude descriptive ; texture	<b>44</b>
<b>20</b>	Etude descriptive ; couleur	<b>46</b>
<b>21</b>	Etude descriptive ; Odeur	<b>46</b>
<b>22</b>	Etude descriptive ; gout	<b>46</b>
<b>23</b>	Etude descriptive ; arrière gout	<b>46</b>
<b>24</b>	Etude descriptive ; texture	<b>46</b>

## *Liste des abréviations*

**cm** : centimètre

**FAO** : Food and Agriculture Organisation (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)

**ITMAS** : Institut de Technologie Moyen Agricole Spécialisé

**ml** : millilitre

**min** : minute

**MET**: Méthionine

**M2 PTL** : Deuxième année MASTER, Production et Transformation Laitière

**PHE**: Phénylalanine

**pH** : Potentiel d'hydrogène

**Pd**: pendant

**PET** : Polyéthylène

**Sec** : Seconde

**T°C** : température en degrés Celsius

## Introduction

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens ils apportent la plus grosse part de protéines d'origine animale et présente une forte concentration en nutriments.

Dans les villages les plus reculés et qui pratiquent l'élevage, les éleveurs produisent du lait en abondance pendant les périodes de haute lactation. Faute de moyens de conservation, ils se trouvent parfois obligés de jeter l'excès de lait. Etant donné que celui-ci est une denrée rapidement périssable, l'essentiel de la production doit être transformé. La méthode de conservation la plus simple est de le transformer en fromage. Ce dernier de part sa richesse en protéines de bonne qualité, en calcium et en vitamines surtout en ce qui concerne le lait de brebis qui présente d'excellente aptitude à la transformation technologique tel que les fromages de hautes renommés, «roquefort».

Le fromage à été fabriqué pendant des siècles par les procédures traditionnelles par les indigènes Actuellement le fromage est traité par des technologies modernes basées sur l'utilisation des ferments, dans des conditions bien définies pour lui offrir plus de sécurité microbiologique, et de qualité organoleptique.

Notre travail à pour objectif de fabriqué de façon artisanale, 4 types de fromages frais (à base de lait de vache entier, écrémé, enrichi en crème, et à base de lait de brebis), et de les classés selon des critères sensorielles.

## **I. LE LAIT**

### **1.1. Production laitière en Algérie**

L'Algérie se classe parmi les plus gros consommateurs de lait au monde, l'Algérie importe 60% de ses besoins, dont 330 000 tonnes de poudre de lait, ce qui en fait le deuxième importateur mondial. La production de lait a progressé sensiblement depuis la fin des années 2000 et reste encore faible, elle est assurée en grande partie par le cheptel bovin (plus de 80%), le reste étant constitué par le lait de brebis et de chèvre. Le lait de vache est utilisé dans toutes les transformations laitières (**Transaction d'Algérie, 2010**).

La production laitière ovine en Algérie a été estimée par la FAO à 320 millions de litres en 2011 (**Anonyme 1, 2012**), les ovins sont essentiellement composés de races locales (**Benyoucef et al, 2000**) dont principalement la race Ouled Djellal, représente à elle seule 63% de l'effectif total. Le lait produit sert à l'allaitement des agneaux et à la consommation familiale sous diverses formes : lait frais, lait caillé type «Raïb», petit lait «leben» ainsi qu'à la fabrication artisanale de beurre «Smen», de fromage frais «Djben» et de fromage sec «Klila».

### **1.2. Définition du lait**

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 (**Pougheon et Gouraud, 2001**).

### **1.3. Caractéristiques du lait**

#### **1.3.1. Caractéristiques organoleptiques**

##### **1.3.1.1. La couleur**

Le lait est de couleur «blanc mat» qui est due en grande partie à la matière grasse et aux pigments de carotène. Le lait de brebis est de couleur plus blanche en raison de sa richesse en matière protéique «caséine».



### 1.3.1.2. L'odeur

Elle est caractéristique, en effet le lait grâce à la matière grasse qu'il contient, fixe les odeurs animales. Elles sont liées à : l'ambiance de la traite, à l'alimentation de l'animal et à la conservation du lait.

### 1.3.1.3. La saveur

Il a une saveur légèrement douceâtre, elle varie en fonction de la température et de l'alimentation de l'animal. Les laits industriels ont subi une désaération ce qui diminue et homogénéise leurs odeurs et leurs saveurs (Eck, 2005).

## 1.3.2. Caractéristiques physiques et chimiques

### 1.3.2.1. La densité

La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau en pratique, elle est mesurée à l'aide d'un lactodensimètre) (Tableau 1)

**Tableau 1.** Valeurs de densité du lait de vache et de brebis.

Espèce	densité	source
Lait de vache	1.028 - 1.035	Vignola, 2010
Lait de brebis	1,035 - 1.037	Ruissi et al, 2006

La densité du lait d'une espèce donnée n'est pas une valeur constante, deux facteurs de variation opposés la déterminent :

- 1- La concentration des éléments dissous et en suspension (solide non gras),
- 2- La proportion de matière grasse, la densité du lait varie de façon inverse à la teneur en graisse (Alais, 1961).

### 1.3.2.2. Point de congélation

Il est utilisé pour déceler une fraude car un mouillage élève le point de congélation vers 0°C (Thapon, 2005), le lait de vache congelé à -0.555°C, cette valeur est estimée en moyenne pour le lait ovine à -0,570°C. (Anonyme 2, 1997).

### 1.3.2.3. L'Acidité

Dés sa sortie du pis de la vache, le lait démontre une certaine acidité, due principalement à la présence de protéine surtout les caséines et lactalbumine, de substance minérales telles que les phosphates et le CO<sub>2</sub> et d'acide organique acide citrique: c'est l'acidité apparente. L'acidité du lait est influencée par certains facteurs tels que les conditions climatiques, température et stade de lactation (**Pavic et al, 2002**), il faut cependant distinguer entre l'acidité naturelle traduisant la richesse du lait en différents constituants de celle dite développée, due à la formation d'acide lactique (**Mathieu, 1998**) (**Tableau 2**).

- Acidité total=acidité naturelle + acidité développée.

**Tableau 2.** Valeurs de l'acidité totale de lait de vache et de brebis.

<b>Espèces</b>	<b>Acidité en °Doronic</b>	<b>Source</b>
Lait de vache	15 - 17°D	<b>Mathieu, 1998</b>
Lait de brebis	18 - 22°D	<b>Croguennec et al, 2008</b>

### 1.3.2.4. Le pH

Est une grandeur physique sans dimension, mesure la concentration en ions H<sup>+</sup>, Le pH global d'un lait frais varie d'une espèce à l'autre, pour le lait ovin se situ autour de 6,65 (**Assenat, 1985**), selon (**Anonyme 2, 1998**) cette valeur varie de 6,50 à 6,85 et celle du lait de vache compris entre (6,6 – 6,8).

Les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait (**Vignola, 2010 ; Thapon, 2005**) et renseigné beaucoup plus sur sa stabilité et celle de ses micelles (**Mathuei, 1998**).

### 1.3.3. Caractéristiques microbiologiques du lait

Le lait contient peu de micro organismes, lorsqu'il est prélevé dans de bonne conditions, à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml et moins de 1 coliforme/ml), il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores; microcoques, streptocoques lactiques et lactobacilles.

D'autres micro organismes peuvent se trouver dans le lait lors qu'il est prélever dans des mauvaises conditions de traites, de transport, stockage et de manipulateur, ou

lorsque l'animal est malades; mycobactérium bovins, mycobactérium tuberculosis, brucella, coliformes, *salmonella*, *staphylococcus aureus*, *listeria*.....etc. (**Bourgeois, 1996**).

La flore lactique est la plus importante par son nombre et son activité dont les genres ; *lactobacillus streptococcus* et *Leuconostoc* c'est la flore utile, exploitée en technologie laitières pour ses propriétés acidifiantes et aromatisants qui résultent de la fermentation lactique, de plus les substances inhibitrices sécrétées par certaines souches lactiques, tendent à inhiber sensiblement le développement de nombreux germes indésirables.

### 1.3.4. Composition biochimique du lait

Le lait est un mélange de substances chimiques définies ; eau, glucide, protéine, lipide, sels, vitamines ...etc (**Tableau 3**). Et sur le plan physique plusieurs états coexistent ; émulsion, suspension et solution (**Tableau 4**)

**Tableau 3.** Composition moyenne de différentes espèces laitières (**Konte, 1999**).

Espèce	Eau	Protéine	Grasse	Lactose	Cendre
Vache	87,2	3,5	3,7	4,9	0,72
Chèvre	86,5	3,6	4	5,1	0,82
Brebis	82,7	5,5	6,4	4,7	0,92
Chamelle	87,7	3,5	3,4	4,8	0,71

- Le lait de brebis est plus riche que le lait des autres mammifère et particulièrement au lait de vache.

**Tableau 4.** Différents états physiques de la composition générale du lait (**Vignola, 2010**).

Elément	Etat physique
Eau	Libre + liée
Glucides lactose	En solution
Matière grasse	Emulsion de globule gras
Protéine	Suspension micellaire de phosphocaséinate de calcium
Sels	Solution ou état colloïdal (P et Ca)
Constituant divers Vitamine enzyme, gaz dissous	

### 1.3.4.1. Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait en proportion :

- ✓ L'eau libre représente 95% de l'eau du lait, c'est une eau solvant de: lactose, minéraux...etc.
- ✓ L'eau liée représente 5% de l'eau total, essentiellement liée à la protéine caséine (**Thapon, 2005**).

### 1.3.4.2. Glucides

Le lactose est le glucide le plus important du lait, d'autres glucides peuvent être présent en faible quantité : glucose, galactose (**Vignola, 2010**), il se caractérise par un gout sucré faible, la teneur en lactose du lait de brebis est soit inférieure ou égal à celle du lait de vache (**Chillard et Sauvant, 1987**), c'est le constituant du lait le plus rapidement attaqué par les microorganismes (**Alais, 1961**).

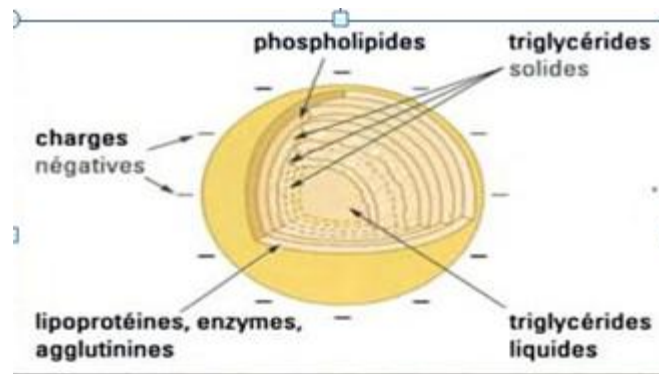
### 1.3.4.3. Lipides

La matière grasse du lait est un composant très complexe, c'est le composant du lait le plus variable en proportion, appelée taux butyreux (**Thapon, 2005**).

Les lipides se trouvent dispersés dans le lait sous la forme globulaire, ces substances sont les plus faciles à extraire du lait sans modifier les autres constituants (**Alais, 1961**).

Chaque globule gras est formé de différentes couches de triglycérides (**Figure 1**) à la périphérie les globules gras sont formés d'enveloppes contenant premièrement des phospholipides qui sont hydrophiles et hydrophobes et qui jouent un rôle d'émulsifiant dans la stabilité du globule gras.

Des protéines de membrane viennent compléter la couche externe du globule, se sont des lipoprotéines, enzymes et des agglutinines, la présence de charges négatives sur la structure des protéines de membranes empêche les globules de matières grasses de s'agglomérer dans les conditions normal d'entreposage (**Vignola, 2010**).

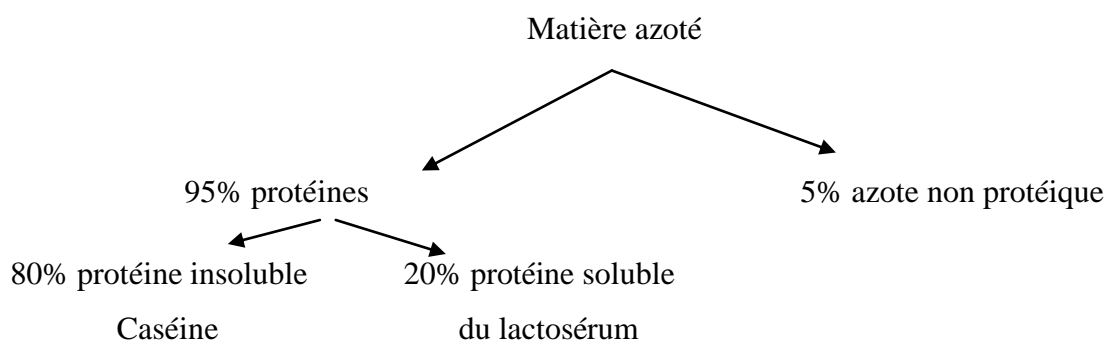


**Figure 1.** Structure d'un globule de matière grasse (Vignola, 2010).

Le lait de brebis est réputé pour sa richesse en matière grasse, le taux de lipide varie entre 4,96 et 9,60% (Kuchtik et al, 2008), ces valeurs sont bien supérieures à celles rapportées sur le lait de vache 2,8 à 4,8% (Simos et al, 1996) ou encore de la chèvre 4,1 à 4,5% (Huebner, 2012), la matière grasse s'altère plus lentement que le lactose (Alais, 1961).

#### 1.3.4.4. Protéines

Sont des polymères naturels qui se caractérisent par la présence d'azote (N), les protéines constituent une part importante du lait et des produits laitiers, dont 95% des matières azotées laitières présentes sous forme de protéines, sont classés selon leur solubilité dans l'eau en deux catégories : Protéines solubles et insolubles dont la part la plus dominante est représentée par 80% de caséine (Figure 2).



**Figure 2.** Dérivés azotés du lait (Eck, 2005).

#### ❖ Protéines solubles

Les protéines du sérum en général, ont des valeurs nutritionnelles très élevées, généralement son riches en acides aminés soufré en lysine et en tryptophane sont présentés essentiellement par : lactalbumine, lactoglobuline et l'immunoglobuline.

❖ **protéine insoluble : la caséine**

Protéine essentiel du lait, se regroupe sous forme sphérique en suspension dans le lait frais, appelé micelle (**Figure 3**), la caséine en général pauvre en acide aminé soufré et riche en lysine.

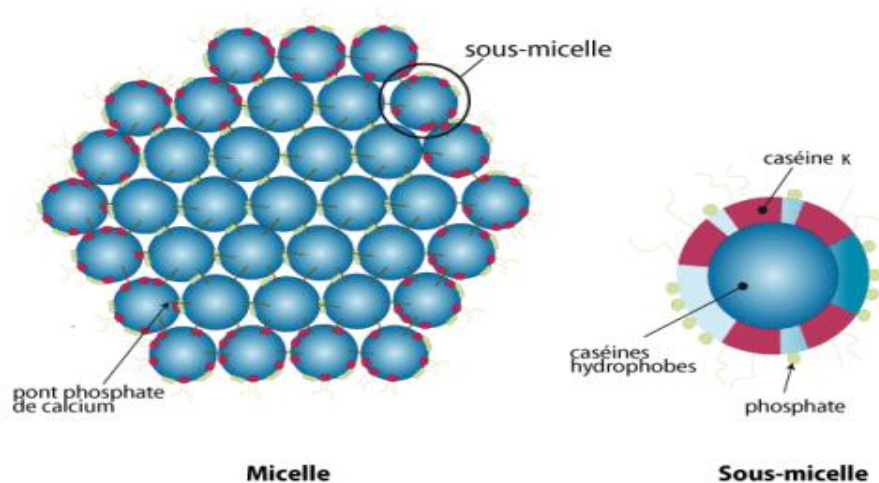
Le lait de brebis est plus riche en caséines que les autres ruminants (**Cayot et Lorient, 1998**), la caséine est le principal élément constitutif du fromage, la caséine entière comprend trois constituants majeurs:  $\alpha_s$ ,  $\beta$  et  $\kappa$  constitué d'une couche périphérique de caséine  $\alpha_s$  et  $\kappa$  et d'un noyau centrale de caséine  $\alpha_s$  et  $\beta$ .

La caséine  $\alpha_s$  ; constituant majeur protéine constitué de 199 résidus d'acide aminé,  $\beta$  riche en phosphore, son pHi = 4.4.

La Caséine  $\beta$  ; protéine constitué de 209 résidus d'acide aminé, soluble en présence de calcium, et contient moins de Phosphore que la caséine  $\alpha$ , son pH i = 4.9.

La caséine k ; est un constituant de la caséine entière la plus intéressante glycoprotéine, constitué de 169 résidus d'acides aminés, pauvre en Phosphore, son pHi = 3.7.

Le pHi de la caséine entière du lait est égal à 4.6, La caséine entière du lait se trouve sous forme de phosphocaséinate de calcium.



**Figure 3.** La sous micelle de caséine (**Vignola, 2010**).

### ❖ Stabilité de la micelle

Au pH du lait frais et en raison de la présence dans la caséine totale d'un excès de groupement carboxylique libres ( $-\text{COOH}$ ) sur les groupements aminés ( $-\text{NH}_2$ ), les micelles de caséines phosphates sont chargés négativement ce qui explique la stabilité de la solution micellaire de phosphocaséinate de calcium.

En raison de l'abandon de ces groupes ionisés et des parties hydrophobe et hydrophile de la molécule caséique, les polymères moléculaires formés par les caséines constitués de milliers de molécules individuelles soumise à des forces de répulsions électrostatique et forme une solution colloïdale (**Web 1**).

#### 1.3.4.5. Sels minéraux

C'est une fraction mineure en quantité mais qui à un rôle nutritionnel et technologique de première importance tel que le calcium et le phosphore (**Konte, 1999**).

#### 1.3.4.6. Vitamines

Parmi les nombreuses vitamines que contient le lait, trois méritent une attention particulière :

- la vitamine A (croissance, protection de la peau et des muqueux mécanismes de la vision crépusculaire).
- la vitamine D (anti rachitique, meilleure fixation du calcium).
- la vitamine B2 (utilisation des glucides, protides, lipides) (**Konte, 1999**).

#### 1.3.5. Caractéristiques microbiologiques du lait

Le lait contient peu de micro organismes, lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml et moins de 1 coliforme/ml), il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores; microcoques, streptocoques lactiques et lactobacilles.

D'autres micro organismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est prélevé dans des mauvaises conditions de traite, de transport, stockage et de manipulation, ou lorsque l'animal est malade; mycobactérium bovins, mycobactérium tuberculosis, brucella, coliformes, salmonella, staphylococcus aureus, listeria.....etc (**Bourgeois, 1996**).

La flore lactique est la plus importante par son nombre et son activité dont les genres ; *lactobacillus streptococcus* et *leuconostoc* c'est la flore utile, exploitée en technologie laitières pour ses propriétés acidifiantes et aromatisants qui résultent de la fermentation lactique, de plus les substances inhibitrices sécrétées par certaines souches lactiques, tendent à inhiber sensiblement le développement de nombreux germes indésirables.

### **1.4. Facteurs de variation de la production et de la composition du lait**

La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs, ces principaux facteurs de variation sont bien connus, ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, l'espèce, la race, stade de lactation, l'état sanitaire...) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation) (Thapon, 2005).



## II. Transformation du lait en fromage

Les premières traces de fabrication du fromage remontent à l'an 2800 avant Jésus-Christ, cependant sa découverte reste sans aucun doute le fruit d'un heureux hasard, on oublie du lait près du feu, ou dans un sac fait avec l'estomac d'un animal, il tourne, le caillé (solide) et le petit-lait (liquide) se séparent ; et l'homme découvre que la présure présente dans l'estomac.

### 2.1. Définition du Fromage

La dénomination "fromage" est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitière suivantes : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre, utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse, la teneur minimale en matière sèche du produit ainsi défini doit être de 23 grammes pour 100 grammes de fromages (Eck, 2006 ; Décret, 1988).

### 2.2. Agents de transformation du lait en fromage

#### 2.2.1. Enzymes coagulantes

Se sont des protéases qui se caractérisent par une activité protéolytique entraînant une modification dans la texture du lait d'un aspect liquide vers un aspect solide (coagulation), de nombreux protéases sont capables de modifier la texture du lait mais ne sont pas pour autant aptes à la fabrication fromagère.

##### 2.2.1.1. Enzyme d'origine végétale

Extraite par macération de différentes parties de plantes supérieures, tel que feuille et tiges du gaillet, les fleurs du charbon, et de l'artichaut, celles-ci ont servi par le passé à la fabrication de fromage fermiers, exploité localement en particulier par des éleveurs nomades, autres enzymes tel que les ficines extraites du latex du figuier, la papaïne issue du papayer et de la bromélaïne de l'ananas.

Ces différentes préparations brutes, renferment souvent des mélanges de plusieurs enzymes, caractérisés par une activité protéolytique élevée mais dont l'activité manque de spécificité sur la caséine  $\kappa$ .

Ces enzymes d'origine végétales ne sont pas fabriqués par des laboratoires spécialisés, ni diffusés sur le marché ; leur emploi reste très ponctuel.

### **2.2.1.2. Enzyme d'origine animal**

La présure de veau est la préparation coagulante traditionnelle la plus utilisée comme enzyme protéolytique en fromagerie, extrait de la troisième poche de l'estomac appelé caillette de chevreau et d'agneau, renferme la chymosine est la protéase majeure responsable d'au moins 85% de l'activité coagulante totale, le complément est apporté par la pepsine, la plus forte teneur en chymosine est observée chez les animaux non sevrés.

La présure se caractérise par une activité protéolytique élevée et spécifique sur la caséine kappa, mais faible sur les autres fractions de la caséine, leur activité est fortement influencé par les facteurs de milieu en particulier le pH et la température, sa force est évalué par le nombre de litre de lait coagulé par 1 litre de présure.

Différentes protéase digestives autres que celles contenues dans la présure ont fait l'objet d'expérimentation.

La trypsine et la chymotrypsine extraites du pancréas, mais sont pas employés dans la transformation fromagères en raison de la non satisfaction sur le plan organoleptique.

La pepsine bovine et porcine provenant de l'estomac d'animaux adultes, qui se caractérise par un optimum d'activité acide pH 1.5 à 2.

### **2.2.1.3. Enzyme d'origine microbien**

Micro-organismes peuvent produis plusieurs types d'enzyme de type : protéases, lipases, décarboxylase, désaminases.

- ✓ Les protéases d'origine bactériennes sont surtout tous les genres bacilles, pseudomonas qui ont été explorés.
- ✓ Les protéases d'origine fongique ont été les plus largement explorées et développées, ont données des résultats souvent comparable et parfois supérieurs à ceux obtenus avec la présure et sont commercialisées sur le marché international par des laboratoires spécialisés (**Eck, 2006**).

### 2.2.2. Les levains lactiques

Les levains lactiques sont employés pour la production d'une grande gamme de produits laitiers parmi les quels le fromage dont les plus utilisés sont constitués essentiellement par ; des *Lactocoques*, *Leuconostocs*, *Lactobacilles* et *Streptocoques* et des moisissures (**Tableau 5**).

Les bactéries lactiques sont les premiers espèces microbiennes à se développer dans le lait, par production d'acide lactique modifie le caractéristique physico-chimique de la matière première contribuent ainsi avec les enzymes de coagulation aux caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles et sensorielles des produits et à leur sûreté, une texture bien particulière au fromage et préparent les conditions de développement des autres espèces responsable de l'affinage (levure, moisissure... etc.), utilisées dans l'industrie fromagère sont des microorganismes de morphologie et de physiologie assez hétérogène, et qui ont en commun leur aptitude à produire de l'acide lactique à partir du lactose c'est la fermentation lactique, puisque la flore lactique originale du lait est soit ; inefficace, incontrôlable, imprévisible, ou bien détruite sous l'effet de traitements thermiques aux quels le lait est soumis, les ferments lactiques ajoutés au lait, suite à l'étape de pasteurisation, assurent une fermentation plus contrôlée et plus prévisible (**Yıldız, 2010**).

**Tableau 5.** Les espèces de bactéries lactiques utilisées en technologie fromagère (**Eck, 2006**).

Type de levain	nom	produit
Mésophiles	<i>Lactococcus lactis ssp cremoris</i>	Fromage frais, cheddar Pâte molle
	<i>Lactococcus lactis ssp lactis</i>	Mimolette, féta Pâte pressé
	<i>Leuconostoc lactis</i>	Pâte pressé
thermophiles	<i>Lactobacillus helveticus</i>	emmental
	<i>Lactobacillus lactis</i>	compté

## 2.3. Principales étapes de transformation

Les méthodes de fabrication du fromage diffèrent selon les fabricants, mais les principes de base sont eux restés les mêmes depuis des millénaires (**Harbutt, 2010**). La transformation comporte quatre étapes essentielles : coagulation, égouttage, salage et affinage. Dans le cas d'un fromage frais, la fabrication est terminée après l'égouttage (**Yildiz, 2010; Parente et Cogan, 2004**).

### 2.3.1. Coagulation du lait

La coagulation est la modification physico-chimique des micelles de caséines, entraînant la transformation du lait en gel (**Eck et Gillis, 1997**). Elle est liée étroitement à la déstabilisation structurale de la micelle de caséine et formation d'un réseau protéique tridimensionnel appelé coagulum ou gel (**Eck, 2006**), et peut s'effectuer par voie acide ou par voie enzymatique (**Aissaoui, 2014**).

#### 2.3.1.1. Coagulation par voie acide

Elle consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique (pHi = 4.6), à ce pH provoque la déstabilisation des micelles de caséine, et modification de leur structure quaternaire entraînant la formation d'un coagulum acide, soit par :

- ✓ Acidification chimique par l'utilisation d'un acide minéral ou organique ; (injection de CO<sub>2</sub>, addition de glucunolactone ou ajout de protéines sériques à pH acide).
- ✓ Acidification biologique à l'aide de ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique (**Eck, 2006**), cette dernière est la plus utilisée en industrie fromagère.

#### ❖ Mécanisme de coagulation par voie acide :

Elle est provoquée par le ferment lactique, qui transforme le lactose en acide lactique :

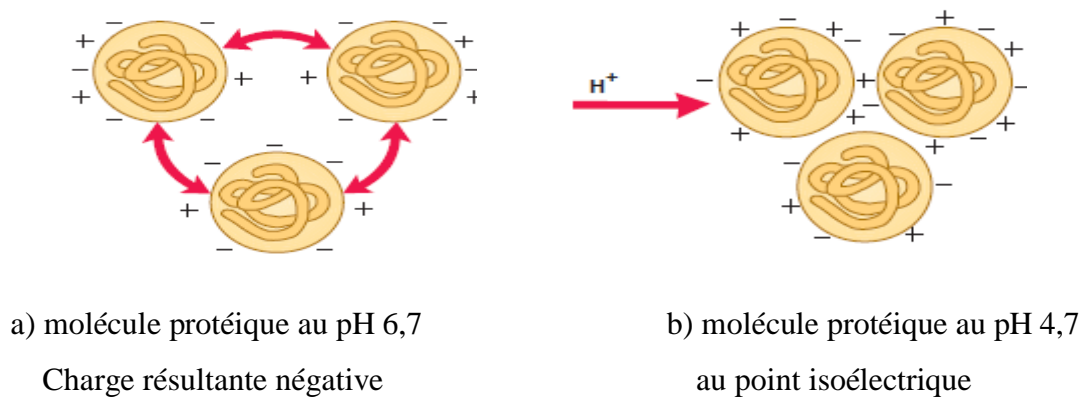


Lorsqu' il y a production d'acide, le pH du lait de fromagerie diminue, ce qui provoque une solubilisation du phosphate de calcium colloïde, un élément important dans la stabilité des micelles de caséine, les micelles se défont en sous unités (**Vignola, 2010**).

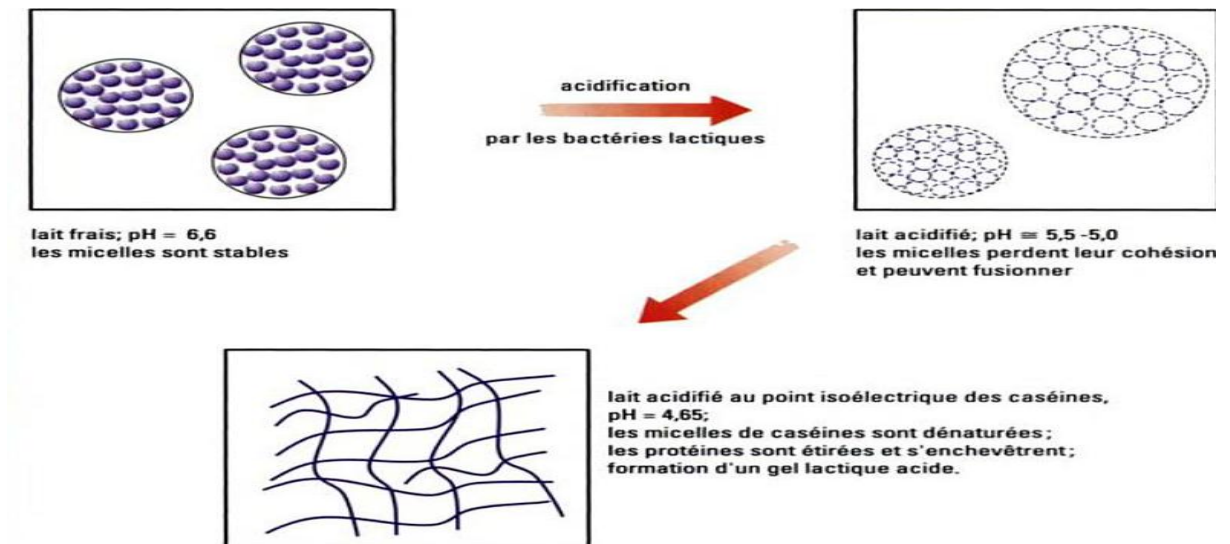
L'abaissement du pH a pour effet de faire régresser l'ionisation des fonctions acides des caséines (résidus aspartique, glutamiques phosphosérique,) cette régression provoque une réduction du potentiel de surface et d'augmenté la solubilité des sels phosphocalciques dans l'eau, il en résulte un déplacement progressif du calcium et du phosphate inorganique de la micelle vers la phase aqueuse (**Figure 5**).

- ✓ Du pH 6.6 au 5.2 entraîne essentiellement la solubilisation du phosphate de calcium.
- ✓ Du pH 5.2 au 4.6 provoque la dissociation du calcium complexé par les phosphosérines (**Eck, 2006**).

Du point de vue électrique à un pH où la charge positive de la protéine est égale à la charge négative, c'est-à-dire le nombre de groupes  $\text{NH}_3^+$  et  $\text{COO}^-$  est égal, donc la charge nette totale de la protéine est nulle, Les molécules protéiques ne se repoussent plus mais, de gros agrégats protéiques se forment, la protéine se précipite (**Figure 4**) (**Web 1**).



**Figure 4.** Etat électrique de la protéine du lait (**Web 1**).



**Figure 5.** Effet de l'acidification sur la structure des micelles de caséine (Vignola, 2010).

### 2.3.1.2. Coagulation par voie enzymatique

La présure d'origine animale constituée principalement de chymosine et un peu de pepsine, est le coagulant le plus utilisé, elle hydrolyse que la caséine  $\kappa$  de la complexe caséine pendant les fabrications fromagère.

#### ❖ Mécanisme de la coagulation enzymatique

L'addition de la présure au lait provoque sa coagulation par hydrolyse de la caséine kappa, au niveau de la liaison PHE 105 - MET 106 et libere ;

- le glucomaclopeptide formé de segment 1-105 qui est la partie hydrophile de la caséine  $\kappa$  qu'on le trouve dans le lactosérum.

- paracaséine formé de segment 1-105 la partie restante de la micelle, est plus hydrophobe et ce lie entre elle par des liaisons hydrophobe, ce qui crée une coagulation

En formant un gel de paracaséinate (Vignola, 2010).

### 2.3.1.3. Coagulation mixte:

En pratique fromagère, un grand nombre de fromage sont obtenus par coagulation mixte, qui résulte d'une action conjuguée de la voie enzymatique et acide

(Eck, 2006).

2.3.1.4. Caractéristiques du coagulum

Tableau 6. Caractéristiques du coagulum selon le type de coagulation (Vignola, 2010).

Techniques	Caractéristiques de la caille	
Coagulation lactique	Faible quantité de présure Température de coagulation de 18-28°C Temps de coagulation entre 4 et 20h pH de d'écaillage 4,6-5,0	Riche en eau, pauvre en calcium Faible cohésion Durée de conservation limitée
Coagulation enzymatique présure	Forte quantité de présure Température de coagulation de 30 à 40°C Temps de coagulation entre 20 et 60 mn pH de d'écaillage 6,0 à 6,7	Egouttée, riche en calcium Elastique et souple Apte à l'affinage
Coagulation mixte	Caractéristique intermédiaire	



Figure 6. Cuve double paroi (pasteurisation-coagulation –tranchage)  
(Web 2 )

2.3.2. Égouttage

Séparation entre phase solide et liquide, c'est à dire séparé le lactosérum du caillé obtenu lors de la coagulation du lait, lors de cette étape la plus grande partie des éléments solubles sont éliminés dans le lactosérum.

Le coagulum obtenu par voie acide possède des propriétés rhéologiques et une aptitude à l'égouttage opposées à celles du gel issu d'une action enzymatique dominante, et ne présente qu'un très faible pouvoir de synérèse (Eck, 2006).

Cette étape à une grande incidence sur le type de fromage qu'on cherche à produire, peut être spontané ou mécanique (Figure 7, 8) (Vignola, 2010).

Pour la quasi-totalité des fromages le caillé est transféré dans des supports spécifiques (moule, toiles) permettant le drainage du lactosérum et la mise en forme finale du fromage (**Eck, 2006**).



**Figure 7:** égouttage/  
moulage spontané  
(Web 2)



**figure 8:** égouttage /  
moulage par pression  
(Web 2)

### 2.3.3. Salage

Le salage s'effectue par l'ajout de sel chlorure de sodium NaCl en surface ou en masse ou par immersion en saumure dont le but de :

- Complété l'égouttage du caillé.
- Agit sur la phase d'affinage.
- Exhausteur de gout (**Eck, 2006**).
- Action microbienne sélective et un effet inhibiteur sur les activités enzymatiques titre d'exemple, la croissance des bactéries lactiques des levains est inhibée à une teneur en sel supérieure à 2,5 g/100 g, est pratiquement nulle au-dessus de 5 g/100 g (**Choisy et al, 1997**).

### 2.3.4. Affinage

Correspond à une digestion enzymatique par des enzymes protéolytiques et lipolytiques d'origine : microbien, enzyme coagulant et enzyme du lait, des constituants du caillé égoutté, qui lui confèrera à la fin une texture et une saveur caractéristiques selon le type de fromage recherché (**Vignola, 2010**).

Cette étape est réalisée dans des conditions de Température et d'hygrométries bien déterminées (Figure 9).





Figure 9. Salle d'affinage (Web 2)

## 2.4. Classification des fromages

### 2.4.1. Fromages non affinés

Dont Fromage frais, sont des fromages à forte teneur en eau obtenu par coagulation par acidification combinée ou non à celle d'une faible quantité de présure, sont appréciés par leur caractéristiques d'onctuosité et de gout acidulé.

Les fromages frais présentent de grande diversité selon le degré d'égouttage et la teneur en matière grasse (**Mahut et al, 2000**), vendus tel quels après moulage avec adjonction suivant le gout des consommateurs; de crème, sucre, confiture, poivre, ail ciboulette...etc.

C'est un fromage qui est prêt à la consommation peu de temps après sa fabrication (**Luquet, 2005 ; Harbutt, 2010**).

### 2.4.2. Le fromage affiné

Est un fromage qui n'est pas prêt à la consommation peu après sa fabrication, mais qui doit être maintenu pendant un certain temps à la température et dans les conditions nécessaires pour que s'opèrent les changements biochimiques et physiques caractéristiques du fromage (**Codex Stand 283-1978**).

- ✓ Fromage à pate molle : dont la coagulation à caractère mixte à dominance lactique tel que le camembert ou à dominance enzymatique.
- ✓ Fromage à pate ferme : désigne un ensemble de fromage très variés dans leur composition, leur format et leur aspect extérieur à croute sèche ou avec présence de flores microbiennes dont la coagulation est à caractère enzymatique dominant sont constitués d'une pate compact, renfermant un peu moins d'eau que les fromages frais dans cette catégorie appartient :

- Fromage à pâte ferme cuite ; emmental, gruyère, comté.
  - Fromage à pâte pressé non cuite ; edam saint Paulin... etc.
  - Fromage à pâte persillée ; caractérisés par un développement interne de la moisissure bleue *Penicillium roqueforti*.
- ✓ Fromage fondu ; obtenus après récupération des fragments de fromage à pâte ferme (**Eck, 2006**).

### 2.5. Fromage fermier et artisanal

La conception d'un fromage diffère selon plusieurs critères : le lait avec lequel il est réalisé, du fromager affineur, de son savoir-faire ainsi que son local et de son cheptel, Dès lors que l'un de ces critères changent, le produit final ne sera pas le même (**Web 3**).

#### 2.5.1. Définition fromage fermier

La dénomination " fromage fermier " ou tout autre qualificatif laissant entendre une origine fermière est réservée à un fromage fabriqué selon les techniques traditionnelles, par un producteur agricole ne traitant que les laits de sa propre exploitation sur le lieu même de celle-ci (**Décret n°2007 législation française**).

Généralement le fromage fermier est fabriqué à partir d'un lait cru c'est à dire non chauffé, dont le but d'offrir un produit différent de ceux obtenus à partir de lait chauffé et afin de présenter l'image d'un produit authentique, car habituellement le producteur fermier dispose d'un certificat sanitaire requis pour son troupeau.

Le lait doit être traité récolté, collecté et transformé avec soin rigoureux afin de maîtriser les facteurs de risque hygiéniques.

Le fromage fermier développe un **goût puissant**, résultant d'un savoir-faire traditionnel. Les productions se font généralement en petite quantité (**Eck, 2006 ; Dudez, 2002**).

#### 2.5.2. Le fromage artisanal

C'est un fromage au lait cru que l'artisan n'a pas produit lui-même, le lait provenant de fermes proches. Ce sont des fromages de saison, traditionnels mais dont la

forme et le goût sont plus réguliers que les fromages fermiers. La qualité du produit qui sera obtenu sera d'avantage normalisé qu'un fromage fermier, mais la typicité elle-même du fromage en sera légèrement atténuée (**Web 3**).

### **2.5.3. Fabrication de fromage à partir par procédé artisanal**

Le caillé est produit encore avec le procédé traditionnel de moulage à la louche ou d'égouttage en sac, ces techniques ne sont utilisées que pour des faibles volumes de lait, car nécessitant une main d'œuvre importante, souvent l'égouttage est effectué en deux temps, à température ambiante 22-25°C et à température froide 5°C (**Eck, 2006**).

### **2.5.4. Fromages traditionnels produits en Algérie**

En Algérie, au moins dix types de fromages traditionnels de différentes régions du pays sont actuellement recensés. Les plus connus sont seulement ceux portant les dénominations «*Djben*» et «*Klila*», probablement très répandus et utilisés dans l'ensemble des pays du Maghreb. Parmi les moins connus, ont été identifiés les fromages tels *Bouhezza*, *M'chouna*, et *Medghessa* dans le nord-est de l'Algérie (région des *Chaouia*), *Takemerit* et *Aoules* au sud et *Igounenes* au nord centre (région *Kabyle*) (**Aissaoui, 2014**).

Notre travail consiste à fabriquer un fromage artisanal type fromage frais à partir de lait de vache et de brebis, cette opération ne nécessite pas une longue durée de fabrication, dont le caillé est produit avec un procédé traditionnel de moulage à la louche et égouttage en faisselles.

Notre stage s'est déroulé au niveau du centre de formation professionnel « BEN CHETTAH Messaoud, Ain Makhloof, Guelma».

Cette partie est composée en trois principales étapes ;

- La préparation du lait réceptionné.
- suivi de la fabrication.
- enfin une évaluation sensorielle.

## **I. Matériels et méthodes**

### **1.1. Le lait réceptionné**

Le lait de vache et de brebis ont été fournis par l'ITMAS et autre ferme, et transportés dans de bonnes conditions dans une glacière vers le lieu de stage.

### **1.2. Analyse physico-chimique**

#### **1.2.1. Analyse du pH**

##### **1.2.1.1. Matériels et méthodes**

Le pH est le seul paramètre physico-chimique analysé ; tout au long de la fabrication ; de la matière première «lait» jusqu'au produit fini le« fromage».

- **matériels**

- pH mètre

- **méthodes**

- Remplir le bêcher à moitié avec l'échantillon à analyser.

- Avant d'effectuer une mesure, on rince toujours la sonde l'aide d'eau distillée, puis on l'essuie.

- Plonger la sonde dans l'échantillon.
- Mesurer le pH (**Figure 10**).
- Attendre la stabilisation de la valeur du pH avant lecture ;



**Figure 10.** Mesure du pH

### 1.3. Préparation du lait

La préparation du lait consiste à une standardisation biologique et en matière grasse, les deux types de lait ont été préparés le jour même de leur réception.

#### 1.3.1. Standardisation biologique

Consiste en une pasteurisation de deux types de lait.

##### 1.3.1.1. Matériel et méthode

###### ➤ matériel

- Lait de vache
- Lait de brebis
- Marmite
- Fouet
- Source de chaleur
- Thermomètre

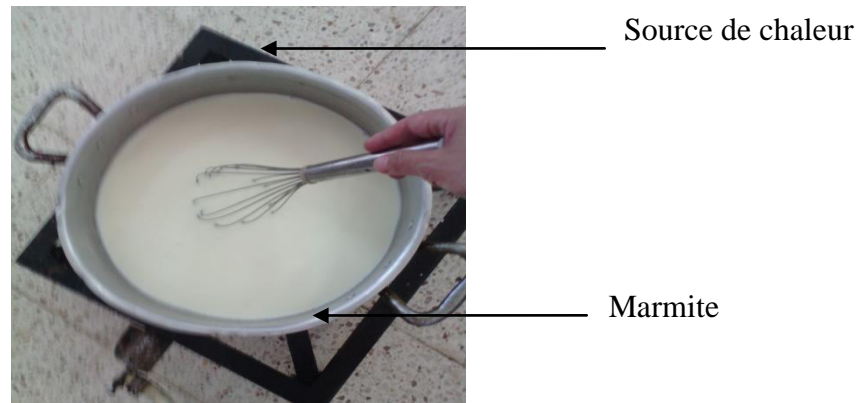
###### ➤ Méthode

- Mettre le lait cru dans la marmite.
- Allumer le feu.
- Lorsque la température du lait atteint 85°C, on compte 20sec (**figure 11**).
- Refroidir immédiatement le lait on plongeant les seaux dans une eau froide et avec agitation (**figure 12**).

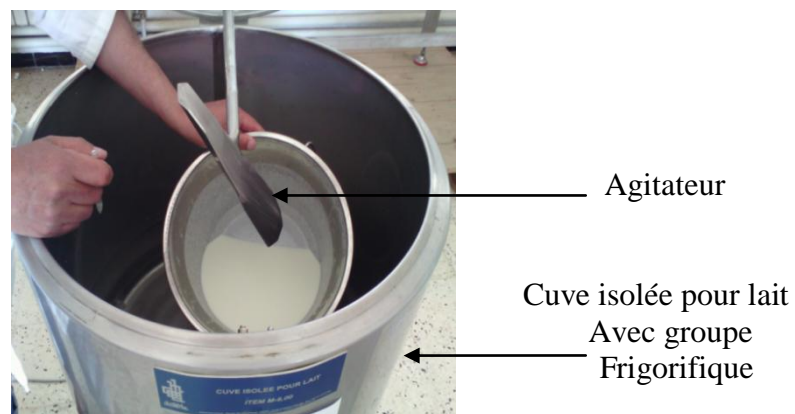
- Enfin le lait est conservé au frigo à une température 3-4°c au frigo.

**Tableau 7.** Barèmes de pasteurisation

Standardisation biologique	T°C pasteurisation	MAINTIEN	refroidissement
Lait de vache	85°c	20sec	6°c
Lait de brebis	85°c	20sec	6°c



**Figure11.** Pasteurisation du lait



**Figure12.** Refroidissement du lait

### 1.3.2. Standardisation en matière grasse :

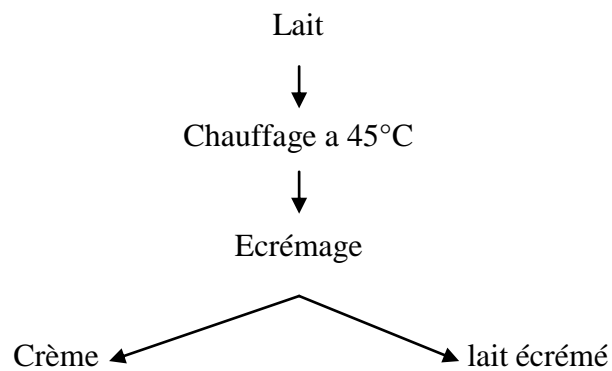
La standardisation en matière grasse a été réalisée seulement sur le lait de vache.

#### ➤ matériels

- Lait de vache cru
- Ecrémeuse centrifuge

- Cuve à bain mari
- Seau
- Bécher
- Thermomètre

➤ **Méthode**



- Chauffer le lait dans la cuve double paroi a bain mari, à la température 45°C (**Tableau 13**).
- Ecrémer le lait.
- La crème est récupérée dans le bécher, et le lait écrémé dans le seau (**Figure 14**), les volumes ont été mesurés.
- La crème et le lait écrémé obtenus subis une pasteurisation de la même façon citer précédemment (**Figure 15**).

Donc Les produits obtenus lors de cette étape de préparation du lait est :

- Lait de vache pasteurisé.
- Lait de brebis pasteurisé.
- lait de vache écrémé pasteurisé.
- Crème pasteurisée.

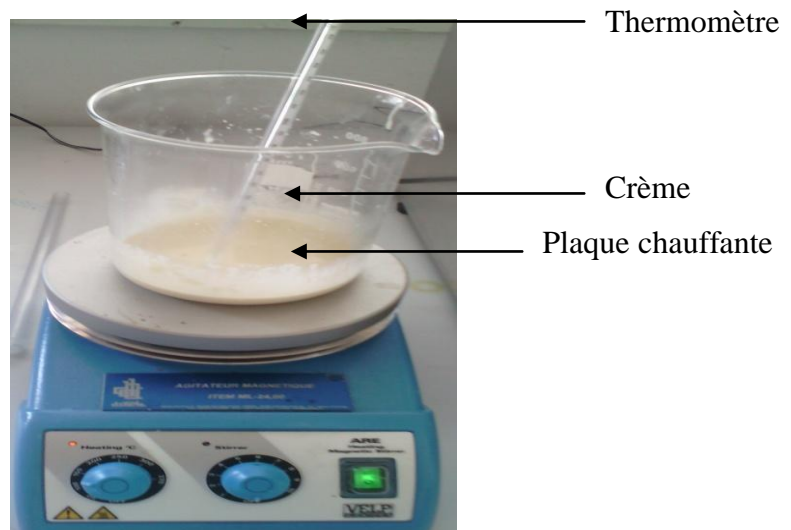


← Cuve double  
Paroi à bain mari  
cuve double

**Figure 13.** Chauffage du lait



**Figure14.** Écrémeuse



**Figure15.** Pasteurisation de la crème

## 1.4. Fabrication du fromage



Dans cette partie nous avons réalisé, 4 essais de fabrication de fromage frais artisanal : trois d'entre eux ont été fabriqués à partir de:

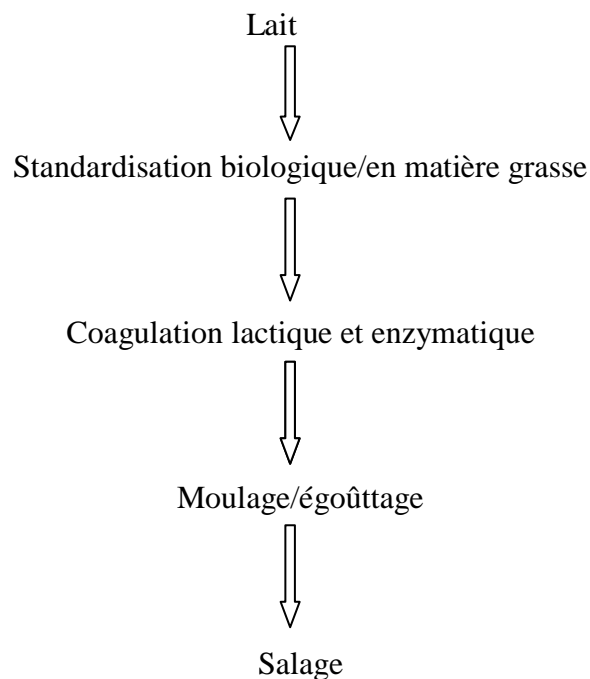
- 1- Lait de vache Entier.
- 2- Lait de vache écrémé.
- 3- Lait de vache enrichi en crème.

Et l'autres fabriqués à partir de :

- 4- Lait de brebis entier.

Tous les échantillons ont été fabriqués à la même façon sauf pour l'échantillon enrichi en crème.

La fabrication est réalisée sur 3 jours, suivant un diagramme général (**Figure16**) et un diagramme détaillé spécifique à chaque échantillon de fromage (**Figure 17, 18, 19**).

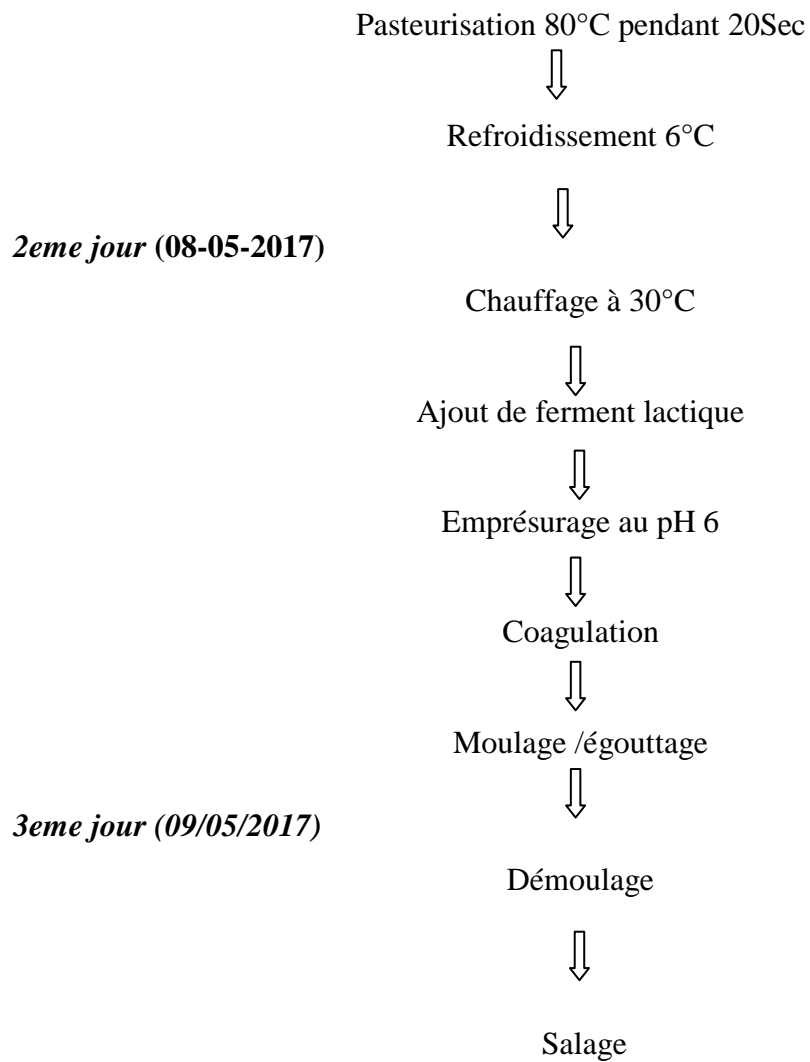


**Figure16.** Diagramme générale de fabrication du fromage

*1<sup>er</sup> jour (07/05/2017)*

Lait cru de vache

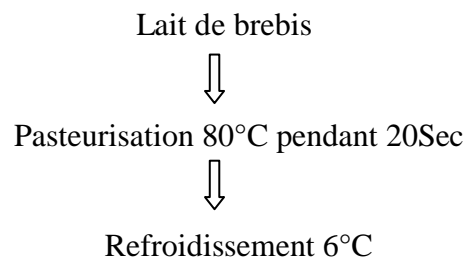
↓27



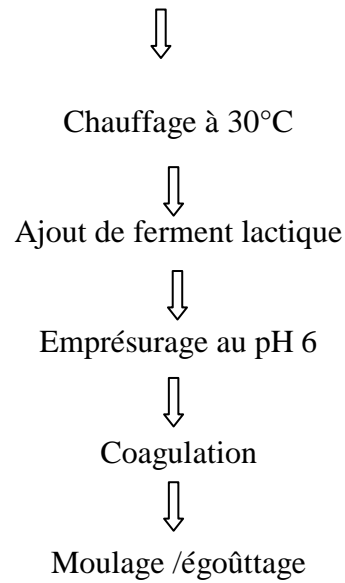
**Figure17.** Digramme de fabrication du fromage à base de lait entier de vache



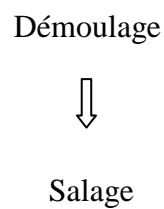
*1 er jour (07/05/2017)*



*2eme jour (08-05-2017)*

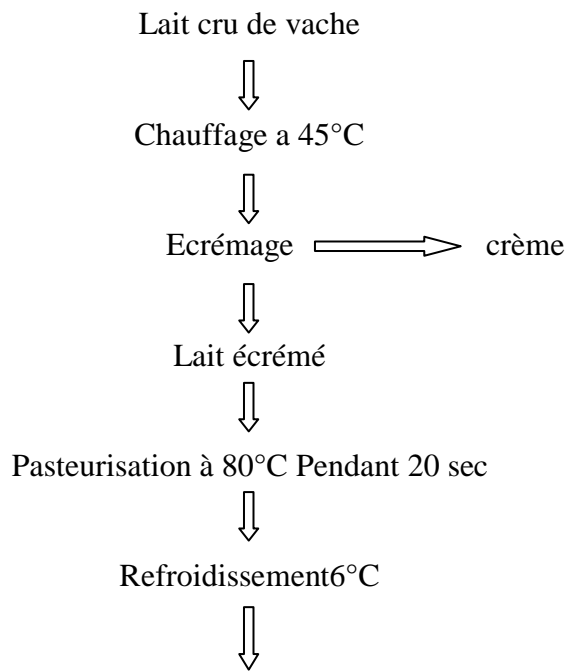


*3eme jour (09/05/2017)*

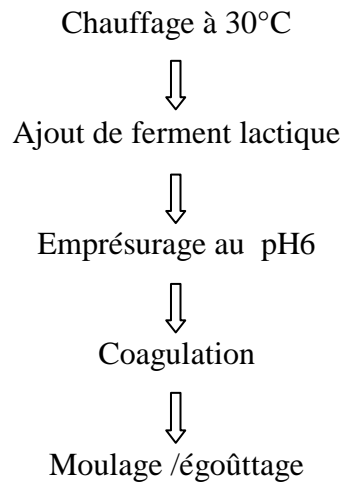


**Figure18.** Digramme de fabrication du fromage à base de lait entier de brebis

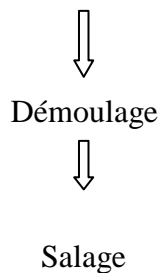
*1 er jour (07/05/2017)*



*2eme jour (08-05-2017)*

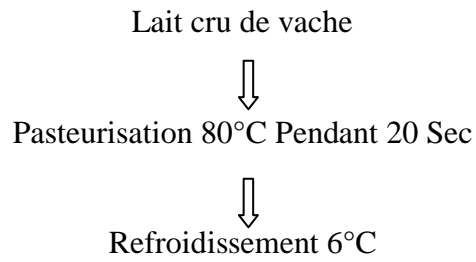


*3eme jour (09-05-2017)*

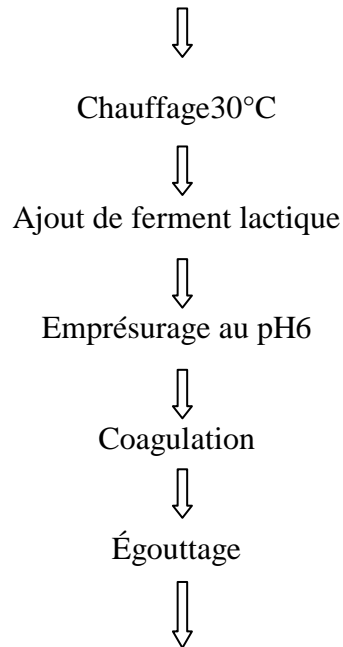


**Figure19.** Digramme de fabrication du fromage à base de lait écrémé

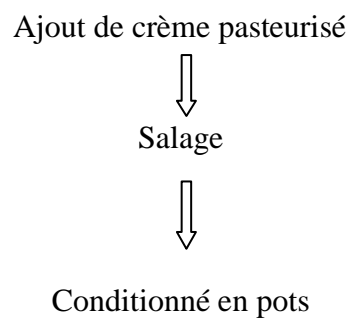
*1 er jour (07/05/2017)*



*2eme jour (08-05-2017)*



*3eme jour (09-05-2017)*



**Figure20.** Digramme de fabrication du fromage enrichi en crème à base de lait de vache

## 1.5. Description des étapes de fabrication

### 1.5.1. Coagulation

Le type de coagulation utilisé est la coagulation mixte, réalisé par ajout de ferments lactiques industriels culture mixte sélectionnée, et de la présure en petite quantité afin d'améliorer la fermeté du fromage (**Annexe1**).

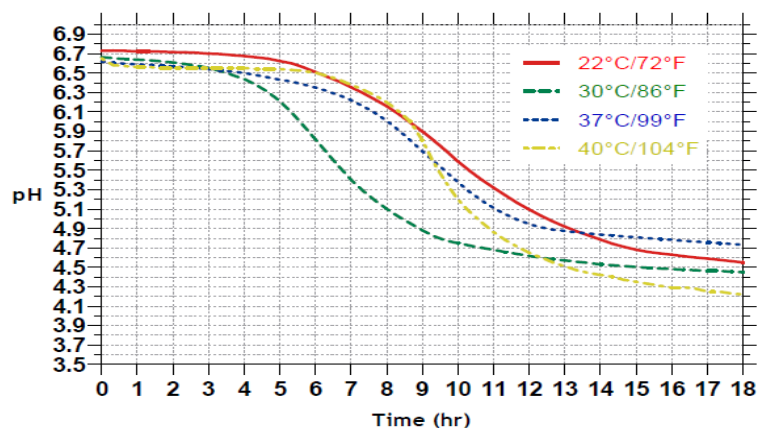
#### 1.5.1.1. Matériels et méthodes

##### ➤ Matériels

- Lait de vache entier pasteurisé 1800 ml.
- Lait écrémé pasteurisé 1760 ml.
- Lait entier de brebis pasteurisé 4000 ml.
- Coagulants ;
- ✓ Ferment lactique mésophile aromatique lyophilisé «Flora danica» (**Annexe 2**).
- ✓ Présure en poudre CHY-MAX (**Annexe 3**)
- ✓ cuve double enveloppe a bain marie.

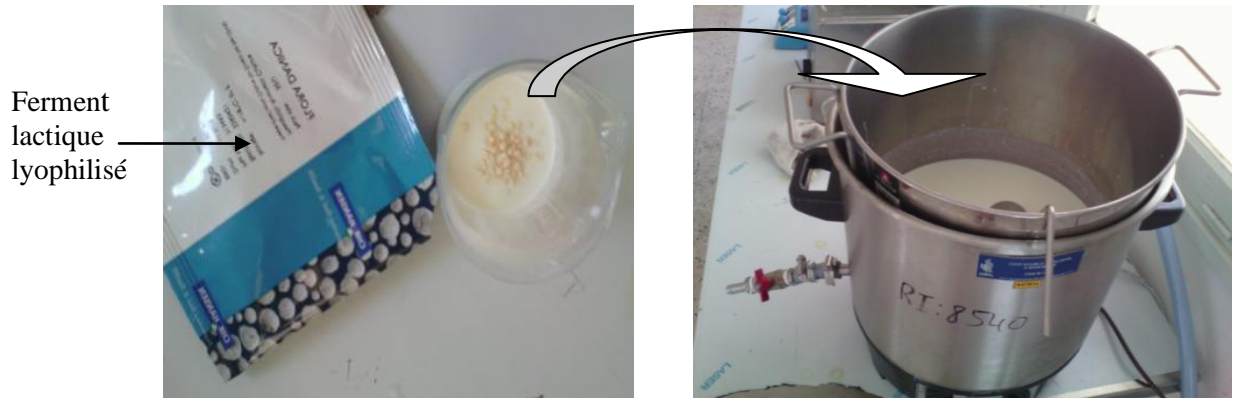
##### ➤ méthode

Chaque type de lait à été chauffé dans une cuve double enveloppe à une température comprise entre 30 -35°C ; T°C idéal pour une acidification rapide (**Figure 20**).



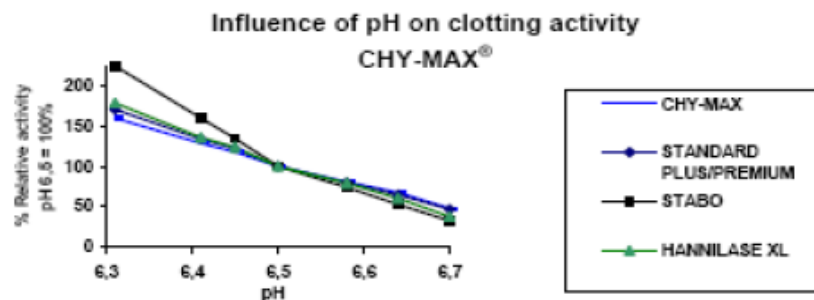
**Figure 21.** Courbe d'acidification des ferments lactiques (**Annexe 2**)

- ensemencement du lait :
  - ✓ Dans des conditions aseptiques, dissoudre une très faible quantité de bactérie lactique dans une faible quantité de lait (**Figure 21**).
  - ✓ verser cette préparation dans le lait chauffé précédemment, muni d'une simple agitation afin d'homogénéiser le mélange.
  - ✓ contrôler la variation du pH jusqu'à atteindre une valeur de 6 (**Tableaux 8, 9,10**).



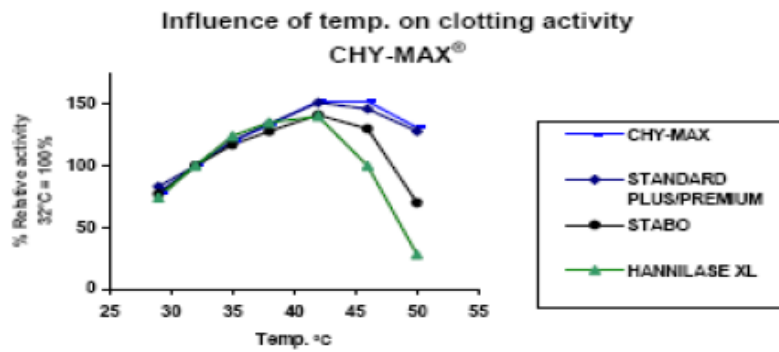
**Figure 22.** Ensemencement du lait par le ferment lactique

- emprésurage :
  - ✓ Diluer une quantité infime de présure dans 10 ml d'eaux stérile.
  - ✓ Verser cette préparation dans le lait ensemencé, au pH =6 (**Figure 24**), sous agitation lente pendant quelques secondes afin d'homogénéiser le mélange, et à T°C =40°C, (T°C =40°C et pH=6 sont les paramètres optimum d'une activité enzymatique idéal de la présure (**Figure 22, 23**)).



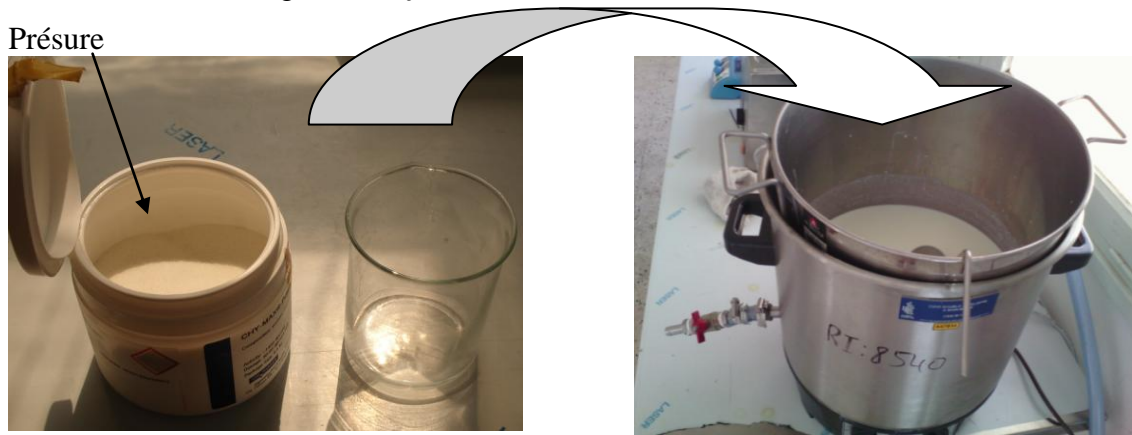
**Figure 23.** Influence du pH sur l'activité enzymatique (**Annexe 3**)





**Figure 24.** Influence de la température sur l'activité enzymatique (**Annexe 3**)

La méthode utilisée pour contrôler la formation du coagulum est la méthode traditionnelle ; qui consiste à faire une coupe légère dans le coagulum avec le doigt ou à l'aide d'un couteau (**Figure 25, 26**), en soulevant le caillé pour vérifier s'il y a une fracture propre et si le lactosérum exsudé est clair. Cela indique que le coagulum est prêt. Cette méthode fournit aussi une indication sur la fermeté du gel (**Lucey, 2002**).



**Figure 24.** emprésurage.



**Figure 25.** Formation du coagulum

Les tableaux (8, 9 et 10) représentent ; le suivi de la formation du coagulum par contrôle de la variation du ph lors de l'ajout des ferments lactiques au départ, et lors d'emprésurage des différents types de lait ; entier, écrémé et de brebis.

**Tableau 8.** Suivi de la coagulation du lait de vache écrémé.

heure	8 :45	9 :1 5	9 :4 5	10 :30	11:00	11 :15	11 :30
ph	6,94	6,55	6,39	6,30	6,03 Emprésurage	Début de coagulation	Tranchage

**Tableau 9.** Suivi de la coagulation du lait de vache entier.

heure	8 :45	9 :30	10:00	10 :30	11:00	11:15	12 :00	13 :30
ph	6,76	6,67	6,32	6,23	/	emprésurage	Début de coagulation	Tranchage

**Tableau 10.** Suivi de la coagulation du lait de brebis

HEURE	9 :00	10 :00	10 :15	10 :25	10 :45
ph	6,43*	6,25	6,05 emprésurage	Début de coagulation	Tranchage

\*mélange de deux collectes dont l'une de 6jours.

### 1.5.2. Tranchage

On procède au tranchage lorsque le coagulum devient ferme, il consiste à couper le coagulum formé en portions égales afin d'accroître la surface d'exsudation du lactosérum (**Figure 26, 27**).

#### 1.5.2.1. Matériels et méthode

- **Matériel**
  - Couteaux
- **Méthodes**

Le coagulum à été tranché par un couteau en formant des lignes.



**Figure 26.** Tranchage du caillé



**Figure 27.** Exsudation du lactosérum

### 1.5.3. Moulage/égouttage

#### 1.5.3.1. Matériels et méthodes

##### ➤ Matériels

- ✓ Des Faisselles de hauteur 6 ,5cm et diamètre 9cm (**Figure 28**)

##### ➤ méthode

-Les deux opérations ont été effectuées dans des faisselles, pendant 24h et à la température ambiante de l'atelier.

- ✓ Le caillé est versé dans les moules à l'aide d'une cuillère.
- ✓ L'échantillon enrichi en crème a subi seulement un égouttage à cette étape.
- ✓ les volumes des exsudats en lactosérum ont été mesurés à l'aide d'une éprouvette, sont présentés en ml et en % dans le (**Tableau 15**).



**Moule**

**Figure 28.** Moule perforé (Faisselle)



**Figure 29.** Egouttage/moulage

#### 1.5.4. Démoulage

Le démoulage est effectué après 24h sur une plaque de renversement à température ambiante

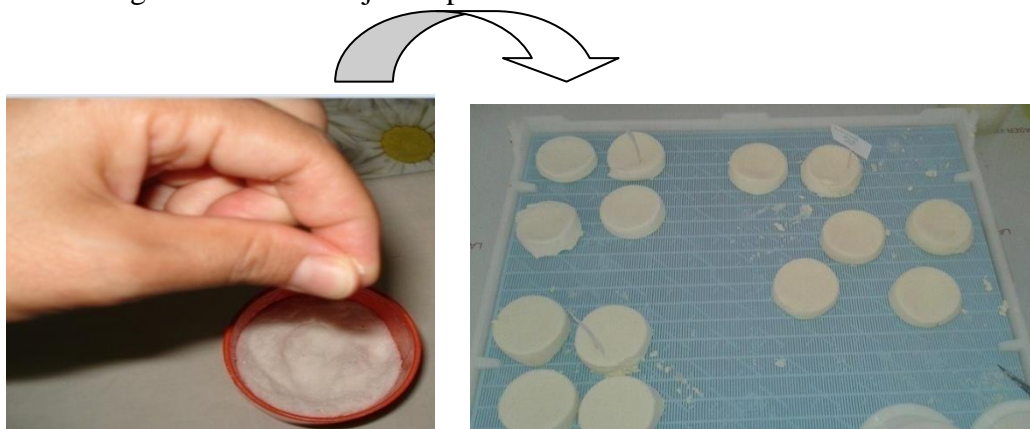


**Figure 30.** Démoulage

Seulement le coagulum égoutté du fromage enrichi en crème, à subis un enrichissement en crème à l'aide d'un pétrin sous une agitation modéré pendant 2mn, afin d'homogénéisé le mélange et obtenir une texture onctueuse .

### 1.5.5. Salage

Les pièces de fromage obtenus ont été salé a sec par pulvérisation manuel à chacune des deux faces avec du chlorure de sodium NaCl (**Figure 31**). Seulement l'échantillon ENR à subis un salage à sec en masse juste après enrichissement en crème.



**Figure 31.** Salage

### 1.5.6. Conditionnement

Tout les échantillons ont été conditionnés dans des pots rond de Hauteur 3,5 et diamètre 9cm en PET (**Figure 32**), qu'on à perforé afin de permettre au lactosérum de se libéré après le salage et ne reste pas emprisonné avec le caillé jusqu' au moment de la dégustation.

-pour l'échantillon ENR, est mis dans des moules pot en PET juste après son enrichissement en crème, salé en masse et transporté de la même façon (**Figure 33**).



**Figure 32.** Pots perforés pour conditionnement



**Figure 33.** Fromage produit fini

## 1.6. Evaluation sensorielle du fromage

### 1.6.1. Test de classement

Nous avons expliqué aux dégustateurs l'objectif de tests de classement l'épreuve consiste à noter un questionnaire sur une échelle allant de 1 (je déteste) à 5 (j'adore) de l'appréciation des attributs sensoriels: couleur, odeur, goût, arrière goût et texture (voir annexe 4).

### 1.6.2. Jury de dégustation

Le jury est composé de 14 sujets (étudiants en M2 PTL et quelques enseignants), on les considère comme sujets non qualifiés ou non entraînés.

### 1.6.3. Préparation et présentation des échantillons

- Les échantillons sont amenés à l'université dans une glacière.
- On a découpé en petite tranche le fromage de chacun des 6 échantillons.
- Les six échantillons de fromage sont codés sur des étiquettes avec les lettres ; ENT, ECR, ENR, TEM, A, B (**Figure 34**), sachant que :
  - ✓ Code «ENT» : fromage frais à base de lait de vache entier.
  - ✓ Code «ECR» ; fromage frais à base de lait de vache écrémé.
  - ✓ Code «ENR» ; fromage frais enrichi en crème à base de lait de vache.
  - ✓ Code «TEM» ; fromage frais du commerce, demi-sel), (**Annexe 5**).
  - ✓ Code «A» : fromage frais à base de lait de vache (le même fromage «ENT».
  - ✓ Code «B» : fromage frais a base de lait de brebis.



**Figure 34.** Présentation des échantillons

#### 1.6.4. Déroulement du test :

L'analyse s'est déroulée dans une salle de cour au niveau de l'université GUELMA répartis en deux tests :

##### ➤ Test 1

-Assiette porte 4 variantes de fromages codés: «ENT», «ECR», «ENR», «TEM».

Chaque poste de dégustation est muni de:

-Un gobelet rempli d'eau pour le rinçage de la bouche pendant la dégustation.

-Des mouchoirs en papier pour les éventuels débordements.

-Un bulletin de réponse.

##### ➤ Test 2

-Deuxième type d'assiette porte deux variantes de fromages avec codes : «A» et «B»

Sachant que l'échantillon «A» est le même échantillon «ENT» utilisé dans le test 1.

-Le test 2 s'est déroulé de la même façon que le test 1, (**Figure 35**).



**Figure 35.** Déroulement de la dégustation



## II. Résultats et discussions

### 2.1. Evaluation physico chimique

#### 2.1.1. Mesure des pH

**Tableau 11.** Valeur de pH du lait

Lait	pH/20°C
Lait cru de vache	6,76
Lait cru de brebis	6,43
Lait écrémé de vache	6,94
Crème	7,03

**Tableau 12.** Valeur de pH du produit fini

Produit fini	pH/20°C
Fromage ENT	4,73
Fromage B	4,49
Fromage ECR	4,53
Fromage ENR	4,43
Fromage TEM	4,5

- Le ph des matières premières :
  - ✓ Lait de vache est dans la norme, ce qui révèle que le produit est frais.
  - ✓ Celui du de brebis n'est pas frais car c'est une collecte de 6 jours ; la brebis est connue par un faible volume de lactation
  - ✓ le lait écrémé à un ph supérieur à celui du lait entier car il est plus concentré en matière protéique responsable de son acidité.
- Le ph des produits finis est :
  - ✓ Acide, cette diminution de pH est développée au cours des opérations de coagulation et d'égouttage, qui s'est effectuées à la température ambiante de l'atelier 20°C.

### 2.2. Produits d'écrémage

**Tableau 13.** Quantité en ml et en % des produits d'écrémage du lait de vache

Opération	écrémage	Produits d'écrémage	
		Crème	Lait écrémé
Produits	Lait cru		
Quantité en ml	2000ml	40ml	1760
En pourcentage%	100%	2%	98%

- ✓ Par écrémage du lait de vache, on a obtenu un faible pourcentage (2%) de crème, cela peut être est du à la faible quantité en matière grasse du lait réceptionné, car la plus part des races ont été au milieu de la lactation.

### **2.3. Suivi de la coagulation**

- le suivi du pH et de la formation du coagulum au cour de la fabrication des fromages (tableaux 8, 9,10) , montre que le lait de brebis présentent la plus faible durée de coagulation en raison de son ph bas au départ signe de non fraîcheur ,car ses bactéries lactiques indigènes ont déjà commencées à acidifié le milieu, ce qui influe sur la durée de coagulation par rapport aux autres types de laits.
- juste après ajout de présure au pH 6 le lait s'est transformé en coagulum plus au moins ferme capable d'être tranché pour se débarrassé de son lactosérum

### **2.4. Produits d'égouttage**

**Tableau 14.** Pourcentage d'exsudat en lactosérum après égouttage

<b>Quantité des produits</b>	<b>En (ml)</b>	<b>Lactosérum en ml et en(%)</b>	
<b>Lait entier</b>	3800ml	2340ml	65%
<b>Lait écrémé</b>	1760ml	1550ml	88%
<b>Lait de brebis</b>	4000ml	635ml	15%

- le caillé du lait de brebis présente le plus faible pourcentage 15% en exsudat, suivi par le caillé du lait entier et écrémé respectivement, cela est prévu car le lait de brebis est reconnu par sa richesse en matière sèche.
- la hauteur aussi des pièces de fromages obtenus est par ordre décroissant ;
  - Fromage de lait de brebis d'une hauteur 3,5cm.
  - Fromage de lait de vache entier 3,1 cm.
  - Fromage de lait écrémé 2,8 cm.

### **2.5. Evaluation sensorielle**

Les données ont été traitées par le logiciel XLSTAT, les résultats du test1 sont représentés dans les tableaux ;(15, 16, 17, 18, 19), et les résultats du test 2 dans les tableaux ; (20, 21, 22, 23 ,24).

## ➤ TEST 1

Après le test la normalité en utilisant le test de **Shapiro-Wilk** notre échantillon elle ne suit la normale donc on est contraint d'utiliser un test non paramétrique : **Kruskal-Walis** suivi par un test de comparaison multiple : Dunn avec correction de Bonferroni pour comparaison de plusieurs moyennes.

Tableau 15. Etude descriptive ; couleur

Variable	N	Min	Max	Moyenne	Moyenne des rangs	Ecart-type	<i>P</i>
ENT	14	3	5	4,071	29,000 <sup>A</sup>	0,616	
ECR	14	2	5	4,286	35,429 <sup>A</sup>	1,139	
ENR	14	1	5	3,429	22,571 <sup>A</sup>	1,342	<b>0,171</b>
TEM	14	3	5	3,929	27,000 <sup>A</sup>	0,829	

Tableau 16. Etude descriptive ; Odeur

Variable	N	Min	Max	Moyenne	Moyenne des rangs	Ecart-type	<i>P</i>
ENT	14	3,000	5,000	3,786	30,750 <sup>A</sup>	0,893	
ECR	14	2,000	5,000	3,500	26,643 <sup>A</sup>	1,019	
ENR	14	2,000	5,000	3,286	23,643 <sup>A</sup>	1,204	<b>0,397</b>
TEM	14	2,000	5,000	3,929	32,964 <sup>A</sup>	1,141	

Tableau 17. Etude descriptive ; Goût

Variable	N	Min	Max	Moyenne	Moyenne des rangs	Ecart-type	<i>P</i>
ENT	14	1,000	5,000	3,500	31,071 <sup>A</sup>	1,401	
ECR	14	1,000	5,000	2,571	20,786 <sup>A</sup>	1,284	
ENR	14	1,000	5,000	3,357	29,464 <sup>A</sup>	1,550	<b>0,193</b>
TEM	14	1,000	5,000	3,643	32,679 <sup>A</sup>	1,550	

**Tableau 18. Etude descriptive ; Arrière goût**

Variable	N	Min	Max	Moyenne	Moyenne des rangs	Ecart-type	P
ENT	14	1,000	5,000	3,714	32,000 <sup>A</sup>	1,490	
ECR	14	1,000	5,000	2,714	21,107 <sup>A</sup>	1,383	
ENR	14	1,000	5,000	3,357	28,250 <sup>A</sup>	1,550	0,195
TEM	14	1,000	5,000	3,786	32,643 <sup>A</sup>	1,424	

**Tableau 19. Etude descriptive ; Texture**

Variable	N	Min	Max	Moyenne	Moyenne des rangs	Ecart-type	P
ENT	14	2,000	5,000	4,071	<b>33,679<sup>B</sup></b>	0,997	
ECR	14	1,000	5,000	3,500	<b>26,250<sup>AB</sup></b>	1,225	
ENR	14	1,000	5,000	2,571	<b>16,571<sup>A</sup></b>	1,399	<b>0,002</b>
TEM	14	3,000	5,000	4,357	<b>37,500<sup>B</sup></b>	0,842	

Les différences sont significatives lorsque toutes les lettres (indiquées sur les chiffres) qui leurs correspondent sont différente. Test Dunn avec correction de Bonferroni ; valeurs significatives au seuil alpha = 0,05.

H0 : Les échantillons proviennent de la même population.

Ha : Les échantillons proviennent de populations différentes.

- ✓ Le p valu, pour tout les attributs est supérieur à > 0,05 (**tableaux 15, 16, 17,19**), on accepte 'hypothèse H0 donc absence de différence significatif entre les quartes variables, sauf pour le caractère texture (**tableau 18**).
- Pour le caractère couleur, (**tableau 15**). Le fromage «ECR» est le mieux apprécié par le jury , avec une moyenne égale à (4,286) ,il est donc classé le premier suivi par le fromage «ENT» en deuxième classe et les fromages « TEM ,ENR» en troisième et quatrième classe respectivement.
  - Pour le caractère odeur, le fromage «TEM» est le mieux apprécié par le jury de dégustation (**tableau 16**), avec une moyenne égale à (3,929), suivi du fromage « ENT» en deuxième classe et le fromage «ECR, ENR» en troisième et quatrième classe respectivement.
  - Pour le caractère goût (tableau 17), on observe pour les fromages «TEM», «ENT» et «ENR» ont des valeurs de moyennes très proche ;( 3,643, 3,500 et 3,357)

respectivement, donc les sujets voient que ces trois variables sont semblables pour le caractère goût, mais reste toujours le «TEM» est le mieux apprécié.

Alors que la valeur de la moyenne du fromage « ECR» (2,571), est le moins apprécié par les sujets.

- Pour le caractère arrière goût (**tableau 18**), on observe que le fromage témoin «TEM » est le mieux apprécié, sa valeur en moyenne est presque identique à celle du fromage «ENT» (3,7863, 3,714) respectivement. Donc les sujets voient que ces deux variables sont semblables pour l'attribut arrière goût.

Alors que la valeur des moyenne des du fromage écrémé «ECR» s'éloigne beaucoup par rapport aux trois autres, il est le moins apprécié.

- Pour l'attribut texture, le fromage «TEM» est le mieux apprécié par le jury de dégustation (**tableau 19**), avec une moyenne égale à (4,357), il est classé le premier suivi par le fromage «ENT» en deuxième classe, les fromages «ECR et le ENR» en troisième et quatrième classe respectivement.

➤ **TEST 2**

Après le test la normalité en utilisant le test de **Shapiro-Wilk** notre échantillon elle ne suit la normale donc on est contraint d'utiliser un test non paramétrique : **Mann-Whitney**, Permettant de comparer deux échantillons indépendants.

**Tableau 20.** Etude descriptive ; Couleur

couleur	Variable	N	Min	Max	Moyenne	Ecart-type	P
	A	14	3	5	4,214	0,893	
B	14	2	5	4,071	1,072	0,607	

**Tableau 21.** Etude descriptive ; Odeur

Variable	N	Min	Max	Moyenne	Ecart-type	P
A	14	1	5	3,857	1,099	
B	14	1	5	3,286	1,267	0,887

**Tableau 22.** Etude descriptive ; Goût

Variable	N	Min	Max	Moyenne	Ecart-type	P
<b>A</b>	14	2	5	3,714	0,914	
<b>B</b>	14	1	4	2,500	1,286	0,991

**Tableau 23.** Etude descriptive ; Arrière goût

Variable	N	Min	Max	Moyenne	Ecart-type	P
<b>A</b>	14	2	5	3,500	1,160	
<b>B</b>	14	1	5	2,500	1,454	0,971

**Tableau 24.** Etude descriptive ; Texture

Variable	N	Min	Max	Moyenne	Ecart-type	P
<b>A</b>	14	2,000	5,000	3,929	1,207	
<b>B</b>	14	1,000	5,000	2,571	1,342	<b>0,994</b>

- ✓ Le p valu des cinq attributs sont  $> 0,05$ , on accepte l'hypothèse  $H_0$  donc absence de différence significatif entre les deux variables pour les différents caractères.
- On observe que le fromage à base de lait de vache «A» est le mieux et le plus apprécié par rapport au fromage à base de lait de brebis «B».

En conclusion il n'y a pas de différence significatif entre les 4 échantillons du test 1, sauf pour le caractère texture (tableaux ,15 ...19).

Le fromage «TEM» est le plus apprécié par rapport à tous les attributs sauf la couleur qui est plus préférée pour le fromage «ECR». En deuxième position le fromage «ENT» pour tous les attributs.

En troisième position le fromage «TEM » pour le caractère couleur, le fromage «ECR » pour les attributs odeur, texture et le fromage «ENR» pour le caractère arrière goût.

Enfin en quatrième position, le fromage «ENR» pour les attributs ; couleur odeur et texture, et le fromage «ECR» pour les deux caractères goût et arrière goût.

Le fromage à base de lait écrémé «ECR» représente une couleur plus blanche par rapport aux autres fromages étudiés,

Les résultats du test 2 des tableaux (tab 20 ....24), montre qu'il n'y a pas de différence significatif entre les deux échantillons pour les 5 attributs. Mais le fromage «A » est le mieux apprécié surtout en caractères texture, goût et arrière goût.

Selon nous les résultats du test2 sont non escomptés, puisque la matière première est vraiment différente du point de vu organoleptique et physicochimique, car le fromage soit à base de lait de vache ou de lait de brebis tire ses caractéristiques de la matière première. En plus le produit n'à pas subi une opération de désaération qui permet d'éliminer la différente odeur typique et le dégustateur normalement sont pas habitués à consommés du fromage à base de lait de brebis.

## Conclusion

Sur le plan fabrication du fromage frais, la méthode utilisée est une méthode artisanale avec des moyens simple non couteux.

On a procédé à l'utilisation, des coagulants du commerce (ferment lactique et présure) dans une fabrication artisanale, en raison de notre ignorance de la flore indigène, et en plus le lait fournis par l'ITMAS exigent qu'il soit pasteurisé avant d'être utilisé.

Le caillé du lait de brebis présente le plus faible pourcentage (15 %) d'exsudat lors d'un égouttage ce qui révèle sa grande richesse en matière sèche, et ce qui prévois son important rendement fromagère.

Sur le plan physico chimique le seul et le principal paramètre physico chimique mesuré est le pH de la matière première jusqu'au produit fini, tout en respectant les paramètres spécifique d'utilisation des coagulants. Le pH des fromages obtenus est acide ce qui est caractéristique à la pate fraîche.

Sur le plan évaluation de la qualité sensorielle, généralement les dégustateurs ne perçoivent pas une différence significative entre les divers fromages pour les différents attributs étudiés pour les deux tests , sauf pour l'attribut texture dans le test1.

Reste le fromage frais du commerce «Témoin», et le fromage frais à base de lait de vache entier, les plus préférés dans les deux tests respectivement, ainsi que le fromage à base de lait écrémé pour le caractère couleur.

Nous estimons que Le fromage frais à base de lait de brebis, n'a pas été bien jugé par les dégustateurs, malgré les grandes variabilités organoleptiques et physico chimiques de sa matière première par rapport au lait de vache, cela peut être est due à la non qualification des dégustateurs.



Cette modeste étude pourrait être enrichie par d'autres complémentaires et plus détaillées surtout par ;

- une étude microbiologique du point de vue technologique et sanitaire.
- Etude de la qualité nutritionnelle de la matière première et du produit fini.
- Etude physico-chimique plus détaillée de la matière première et du produit fini.
- le suivi du fromage afin de déterminer sa durée de conservation.
- Evaluation sensorielle détaillée de chaque critère afin de pouvoir bien comparer et de l'améliorer, avec un choix de jury.

- ANONYME 2**, (1998). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, bulletin de la FAO ,28.
- ALAIS C**,(1961). Science du lait principes des techniques laitières.
- ASSENAT L**, (1988) Le lait de brebis .composition et propriétés du lait et produits laitiers .les laits des mamelles la laiterie. ED Tec et Doc, Lavoisier, paris.
- **AISSAOUI Z.O**, (2014). Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel Algérien « Bouhezza Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences alimentaire.
- **ANONYME 1**, (2012). Statistics Division; Food and Agriculture of the United Nation. <http://faostat.fao.org>;consulté le 25 janvier 2012.
- **BENYOUCEF M.T, MADANI T, ABBAS K.**, (2000). Sheep production Systems and selection objectives Under semi-aride conditions in Alegria CIHEAM-Option Méditerranéenne, Série A ,43 :101-109.
- BOURGEOIS C.M**, **MESCLE J.F**, **ZUCCA J**. (1996) microbiologie alimentaire ,aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments T1.
- **CHOISY C.**, **DESMAEAUD M**, **GUEGUEN M**, **LENOIR J.**, **SCHMIDT J**, **TOURNEUR C**. (1997) (b). Les phénomènes microbiens, Dans Le fromage.
- **CROGUENNEC, JEANTET R et BRUL G**. (2008). Fondement physico-chimique de la technologie laitière. Ed.Tec.et Doc .paris.
- CHILLIARD Y et SAUVANT D**. (1987). La sécrétion des constituants du lait INRA-CEPIL, paris.
- CODEX STANDARD283**-(1978) Norme générale codex pour le fromage.
- Décret n°2007-628** du 27 avril 2007 relatif aux fromages et spécialités fromagères. NOR: ECOC0750331D Version consolidée au 01 janvier 2014Code rural-art. Edition TEC&DOC.
- **DUDEZ P, SIMON D, FRANCOIM**. (2002). Transformer les produits laitiers frais à la ferme Guide pratique Guide pratique, educagri édition.
- **ECK A et GILLISJ.C**. (2006). Le fromage. 3<sup>e</sup> édition.

- 
- **ECK A. et GILLIS J.C.**(1997). Le fromage. 3ème édition Lavoisier. Tec et Doc.
  - FREDOT E.** (2005). Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, connaissance des aliments.
  - **Harbutt J.** (2010). Le grand livre de fromage. Edition Milan.
  - **KUCHTIK J, SUSTOVAK, URBANT, and ZAPLETAL D.** (2008). Effect of stage of lactation on milk composition .its properties and the quality of rennet curdling in East.
  - KONT M.** (1999). Le lait et les produits laitiers Développement de système de production intensive en Afrique de l'ouest.
  - MAHUT M, BRULE G, ROMAIN J.** (2000). Initiation a la technologie fromagère
  - MATHIEU J.** (1998). Initiation a la physico-chimie du lait TEC et DOC Lavoisier.
  - **PARENTE E. ET COGAN T.M.,** (2004). Starter cultures: general aspects. In: Fox, P. F., McSweeney P. L. H., Cogan T.M. et Guinee, T. P. (Eds.), Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Vol. I. Chapman and Hall, London.
  - **PAVIC V, ANTUNAC N, MIOC B, IVANKOVIC A, HAVRANEK J.L,** (2002).influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk.Cezech Journal of Animal Science.
  - **POUGHEON S et GOURSAUD J,** (2001). Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris.
  - **ROUISSI H, KAMOUN M, REKIK R, TAYACHI L, HAMMAMI S, HAMMAMI M.** (2006).Study of milk quality in dairy sheep in Tunisia.CIHEAM-Option Méditerranéennes,Série A,78.
  - **SIMOS E.N. NIKOLAOU E, ZOIPOULOS P.E.** (1996).Composition and certain physicochemical characteristics of milk of the Epirus mountain sheep breed .Small Ruminant research.
  - **TRANSACTION D'ALGERIE.** (2010). Selon un rapport d'UBI France l'Algérie premier importateur africain de denrées Alimentaires, <http://transactiondalgerie.com>.
  - THAPON J.L .** (2005). Science et technologie du lait .Agro campus-RENNE(France).

-**VIGNOLA C.L.** (2010) .Science et technologie du lait, transformation du lait  
2<sup>e</sup>édition.

-**YILDIZF,** (2010). Developpement and manufacture of yogurts and other dairy  
products, CRC Press Taylor &Francis Group, USA, 435.

**Site Web:**

- **Web1,**

<http://www.etudier.com>

Manuel de transformation du lait la chimie du lait. Etude.com.

- **Web 2,**

<http://www.gembloux.ulg.ac.be/qualite-et-securite-des-produits->

[www.cqpf.be](http://www.cqpf.be)

agroalimentaires/Cellule qualité produit fermier CQPF.

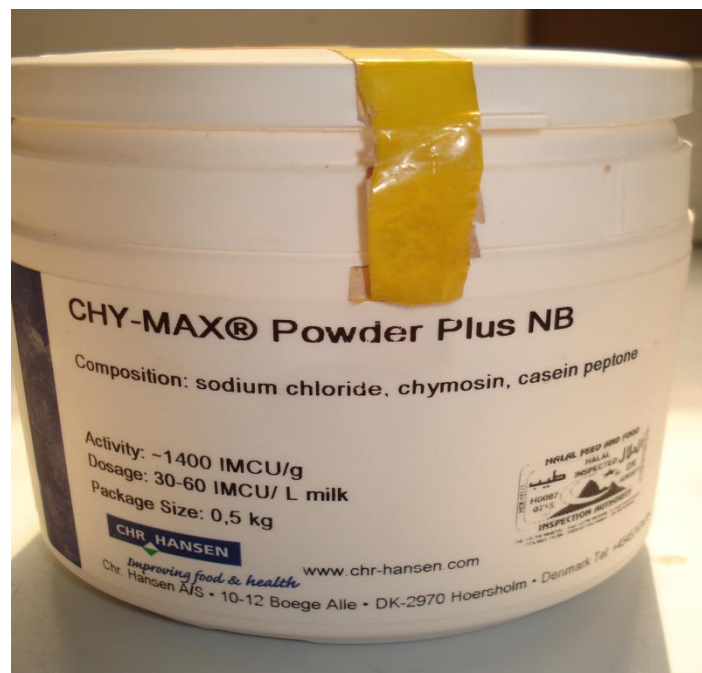
- **Web3,**

[http://www.C:\Users\acer\Desktop\mem\Fromage artisanal, laitier, fermier et industriel, quelle est la différence La Boite du Fromager vente de Fromage par abonnement.htm.](http://www.C:\Users\acer\Desktop\mem\Fromage artisanal, laitier, fermier et industriel, quelle est la différence La Boite du Fromager vente de Fromage par abonnement.htm)





Ferment lactique FLORA DANICA



Présure CHY-MAX

## FD-DVS FLORA DANICA

### Information Produit

Version: 1 PI-EU-FR 11-02-2008

Description	Culture mésophile aromatique, type LD. La cultures est productrice d'arôme et de CO <sub>2</sub> .		
Taxonomie	Lactococcus lactis subsp. cremoris Leuconostoc Lactococcus lactis subsp. lactis Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis		
Conditionnement	Num. Article: 100103	Taille 10X50 U	Cat Sachet(s) dans une boîte
Propriétés physiques	Couleur:	Blanc cassé à légèrement rouge ou brun	
	Forme:	Granulat	
Utilisation	Utilisation La culture est essentiellement utilisée dans la fabrication de fromage à pâtes pressées non cuites (Gouda, Edam, Leerdam, Samsøe) et de fromages à pâtes molles (fromages lactiques, Camembert, Bleus).  Dosage suggéré Comme règle générale, 1000U de cultures DVS lyophilisées correspond à 100L de levains. Cependant, le taux d'utilisation doit être testé expérimentalement avant toute nouvelle application.		

# FD-DVS FLORA DANICA

Information Produit

Version: 1 PI-EU-FR 11-02-2008

**CHR HANSEN**

## Dosage recommandé lors de l'ensemencement

Quantité de lait à semencer (en litres)	500	2,000	5,000	10,000	15,000	20,000	25,000
Quantité de culture DVS	50 U	200 U	500 U	1,000 U	1,500 U	2,000 U	2,500 U
Quantité de lait à semencer (en lbs)	1,140	4,500	11,350	22,700	34,000	45,500	57,000
Quantité de culture DVS	50 U	200 U	500 U	1,000 U	1,500 U	2,000 U	2,500 U

## Mode d'emploi

Sortir la culture du congélateur juste avant emploi. Ne pas décongeler. Désinfecter le dessus du sachet à l'aide de chlore. Ouvrir le sachet et verser les granulés directement dans le lait pasteurisé sous agitation lente. Agiter la mélange pendant 10-15 minutes pour une distribution homogène de la culture. La température de fermentation recommandée dépend de l'application pour laquelle la culture est utilisée. Pour plus d'information concernant des applications spécifiques, veuillez consulter nos recommandations dans nos brochures techniques.

Gamme	Les cultures de ces séries comprennent CHN-11, CHN-12, CHN-13, CHN-14, CHN-19, CHN-120 et FLORA DANICA.
Stockage & manutention	< -18 °C / < 0 °F.
DLUO	Au moins 24 mois depuis la date de production si stocker suivant les recommandations. A +5°C (41°F) la durée de vie est au minimum de 6 semaines.



# FD-DVS FLORA DANICA

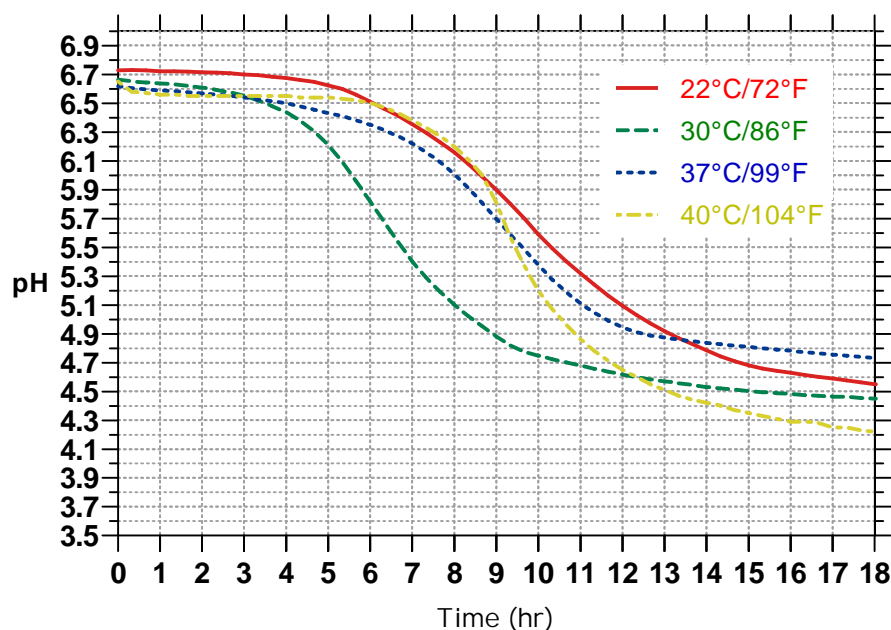
Information Produit

Version: 1 PI-EU-FR 11-02-2008

CHR HANSEN

Données techniques

Courbe d'acidification



Conditions de fermentation:

Lait labo 9.5 % E.S.T.: 140°C/8 secondes - 100°C/30 minutes

Ensemencement: 500U/5000L

Méthodes d'analyses

Les références et les méthodes d'analyses sont disponibles sur demande

Législation

Les cultures Chr. Hansen sont conformes aux exigences générales sur la sécurité alimentaire telles que définies dans le règlement 178/2002/EC. Les bactéries lactiques sont généralement reconnues comme sûres et peuvent être utilisées dans les produits alimentaires, cependant pour certaines applications nous vous recommandons de consulter la législation locale.

Produit destiné à être utilisé dans les denrées alimentaires.

Sécurité alimentaire

Aucune garantie de sécurité alimentaire explicite ou implicite n'est comprise en cas d'utilisation dans des applications autres que celles mentionnées dans la section domaine d'application. Si vous souhaitez utiliser le produit dans une autre application, veuillez contacter votre interlocuteur Chr Hansen habituel.

[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

Page: 3 (4)

Les informations figurant ici sont, à notre connaissance, justes et correctes et sont communiquées en toute bonne foi. Elles peuvent être soumises à des modifications sans préavis. A notre connaissance, ce produit ne viole pas les droits de propriété intellectuelle d'une tierce partie. Ces informations vous sont proposées à titre de consultation et de vérification uniquement. Copyright © Chr. Hansen A/S. Tous droits réservés.

# FD-DVS FLORA DANICA

Information Produit

Version: 1 PI-EU-FR 11-02-2008

The logo for Chr. Hansen, featuring the text "CHR HANSEN" in white on a dark blue rectangular background. A small green triangle is positioned below the letter "H".

Ingrédients	Disponible sur demande.
Etiquetage	Suggestion d'étiquetage "culture lactique" ou "levain lactique", cependant, la législation pouvant varier, merci de consulter votre législation locale.
Statut diététique	Kasher: Kasher Laitier Excluant Passover
Support technique	Les laboratoires et le personnel de développement des produits et applications de Chr. Hansen's se tiennent à votre disposition si vous souhaitez de plus amples informations.



**CHR HANSEN**

## CHY-MAX<sup>®</sup> Poudre NB

Fiche Information Produit  
Coagulant en poudre

### Description :

CHY-MAX<sup>®</sup> Poudre NB est une chymosine pure standardisée produite par fermentation de *Aspergillus niger* var. *awamori*. CHY-MAX<sup>®</sup> Poudre NB ne contient pas d'amylases à un niveau détectable. (Méthodes utilisées: Glucoamylase AP-021 et Amylase AP-20). La version poudre de CHY-MAX<sup>®</sup> est formulée sans benzoate.

CHY-MAX<sup>®</sup> Poudre NB est composée d'enzymes coagulantes du lait spécifique de l'hydrolyse de la caséine Kappa, donnant ainsi une très bonne formation du caillé. L'activité protéolytique générale a également un impact significatif sur la formation de la saveur et de la texture des fromages.

CHY-MAX<sup>®</sup> Poudre NB est conforme aux recommandations du JECFA (FAO/WHO) et du FCC concernant les enzymes alimentaires, et à celles émises par le SCF (Scientific Committee on Food) de l'Union Européenne sur la préparation des enzymes alimentaires.

Les coagulants de Chr. Hansen sont produits en stricte conformité avec la réglementation danoise et les autres autorités sanitaires pour la production d'enzymes destinées à l'alimentaire humaine. Les références CHY-MAX<sup>®</sup> Poudre NB sont certifiées Halal.

### Aspect :

CHY-MAX<sup>®</sup> Poudre NB est une poudre blanche à jaunâtre avec une odeur caractéristique. Des variations de couleur peuvent être observées ce qui n'a aucune incidence sur l'activité coagulante.

### Composition enzymatique :

L'activité enzymatique du produit est uniquement due à la chymosine. (EC 3.4.23.4).

### La gamme de produits :

La gamme CHY-MAX<sup>®</sup> Poudre NB comporte les références suivantes :

Référence	Code	Chymosine %	Activité moyenne (IMCU/g)	Force minimum à DLUO (IMCU/g)	Note
CHY-MAX <sup>®</sup> Plus NB	1424	100	1400	1300	Kosher, Halal
CH-MAX <sup>®</sup> Extra NB	1425	100	2235	2080	Kosher, Halal

L'activité moyenne en IMCU/g (International Milk Clotting Units) est mesurée selon la méthode standard ISO 11815/IDF 157.

JPPs/Fiche Information Produit/CHY-MAX<sup>®</sup> Poudre NB/Juil 2012/1:4

Chr. Hansen SAS - Route d'Aulnay BP64 - 91292 Arpajon Cedex FRANCE - Tél. +33 1 69 88 36 36 - Fax: +33 1 60 84 15 94  
[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

Les éléments contenus dans la présente fiche reflètent l'état actuel de nos connaissances et sont donnés à titre indicatif. Ces éléments peuvent être réévalués sans préavis. Ces informations sont données à titre indicatif. Copyright© 2008 Chr. Hansen S.A. Tous droits réservés.

# CHY-MAX® Poudre NB

Fiche Information Produit  
Coagulant en poudre

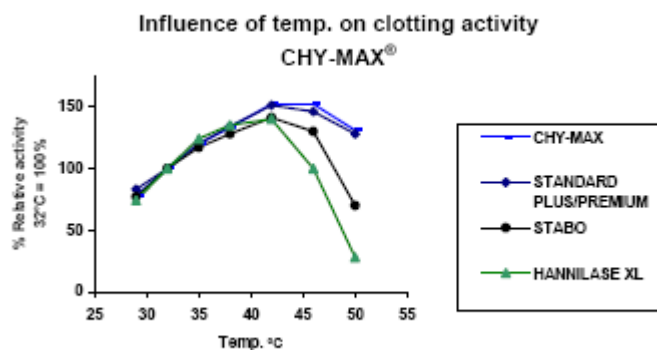
**CHR HANSEN**

**Conditionnement :** CHY-MAX® Poudre NB est disponible en 0,1 kg, 0,5 kg, 5 kg et 20 kg.

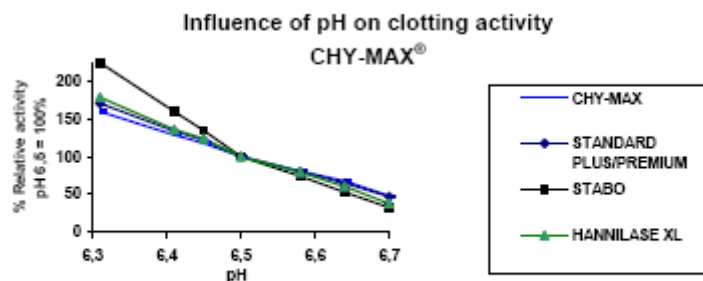
**Spécifications :** Les spécifications de force et de composition ainsi que d'autres éléments techniques peuvent être communiquées à la demande. Un certificat d'analyse peut également accompagner les livraisons si nécessaire.

**Activité résiduelle :** La gamme CHY-MAX® Poudre NB (> 98 %) est inactivée au cours d'une pasteurisation standard de sérum (pendant 15 secondes à un pH  $\geq$  6 et une température de 72 °C).

**Température :** L'activité enzymatique relative de différents coagulants dépend de la température. La température optimum pour CHY-MAX® Poudre NB se situe à environ 43 °C.



**pH :** L'activité des coagulants dépend du pH du lait. Plus le pH est bas plus l'activité est élevée.



JPPs/Fiche Information Produit/CHY-MAX® Poudre NB/Jul 2012/2:4

Chr. Hansen SAS - Route d'Aulnay BP64 - 91292 Arpajon Cedex FRANCE - Tél. +33 1 69 88 36 36 - Fax: +33 1 60 84 15 94  
[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

Les éléments contenus dans la présente fiche reflètent l'état actuel de nos connaissances et sont donnés à titre indicatif. Ces éléments peuvent être réévalués sans préavis. Ces informations sont données à titre indicatif. Copyright© 2008 Chr. Hansen S.A. Tous droits réservés.

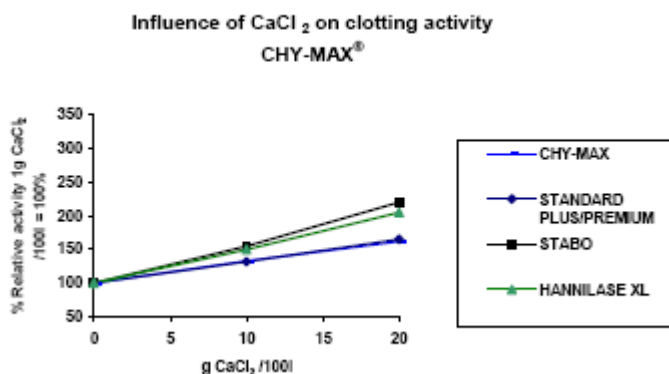
# CHY-MAX® Poudre NB

Fiche Information Produit  
Coagulant en poudre

CHR HANSEN

## Calcium :

L'addition de Chlorure de Calcium dans le lait augmente l'activité de CHY-MAX®, ceci principalement à cause de la baisse de pH. Une utilisation excessive de chlorure de calcium peut induire de l'amertume dans le fromage.



## Stockage/Transport :

CHY-MAX® Poudre NB doit être stockée dans son emballage d'origine, bouché, à l'abri de la lumière, à une température positive entre 0 et 10 °C. Le produit peut être transporté à température ambiante. Une exposition prolongée à une température excessive peut influencer la durée de vie du produit.

## Stabilité/Durée de vie :

Si le produit est stocké et transporté selon les conditions mentionnées ci-dessus, les spécifications sont garanties pendant une durée d'au moins 24 mois. Si le produit est stocké à 20 °C, sa DLUO n'est que de 12 mois. Sa durée de vie est limitée à 3 mois après ouverture de l'emballage et à condition que le produit soit stocké dans un endroit sec et aux conditions mentionnées ci-dessus.

## Application :

CHY-MAX® Poudre NB est autorisée pour la fabrication de tout type de fromages sauf les fromages bénéficiant d'une appellation d'origine contrôlée. CHY-MAX® Poudre NB n'est pas autorisée dans la fabrication de fromages « BIO ».

## Mode d'emploi :

Chauffer le lait à la température d'emprésurage désirée. Les dosages indicatifs sont mentionnés dans le tableau ci-dessous. Il est conseillé de diluer le produit dans les quantités d'eau juste nécessaire pour assurer une bonne répartition du coagulant dans la cuve de fabrication. Il est recommandé de dissoudre une dose de liquide dans 10 à 15 doses d'eau. L'eau doit être propre avec un pH neutre voir légèrement acide et exempte de chlore. Si toutefois il subsiste du chlore dans l'eau, nous vous conseillons de rajouter une petite quantité de lait à l'eau de dilution afin de supprimer les traces de chlore. Le coagulant ainsi dilué doit être ajouté au lait sous agitation immédiatement pendant 2 à 3 minutes. L'agitation doit permettre d'assurer une bonne distribution du coagulant dans la cuve.

JPPs/Fiche Information Produit/CHY-MAX® Poudre NB/Jul 2012/3:4

Chr. Hansen SAS - Route d'Aulnay BP64 - 91292 Arpajon Cedex FRANCE - Tél. +33 1 69 88 36 36 - Fax: +33 1 60 84 15 94  
[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

*Les éléments contenus dans la présente fiche reflètent l'état actuel de nos connaissances et sont donnés à titre indicatif. Ces éléments peuvent être réévalués sans préavis. Ces informations sont données à titre indicatif. Copyright© 2008 Chr. Hansen S.A. Tous droits réservés.*

# CHY-MAX® Poudre NB

Fiche Information Produit  
Coagulant en poudre

**CHR HANSEN**

**Dosage :** Les indications de dosage sont mentionnées dans le tableau ci-dessous :

Nom du produit	Dosage IMCU/L de lait
CHY-MAX® Poudre NB	30-60

**Modalités pratiques :**

Dosage en équivalent présure liquide 520mg ou 1/10000 <sup>e</sup>	Poids de poudre de CHY-MAX® Poudre Plus NB	Poids d'eau	Agiter jusqu'à dissolution complète de la poudre puis ajouter au lait
10ml pour 100L lait	1 g	20 g	
20ml pour 200L lait	2 g	40 g	
25ml/100L lait	2,5 g	50 g	

Le dosage de coagulants dépend des paramètres suivants :

- \* Type de fromages
- \* Température du lait
- \* pH du lait au moment de l'emprésurage
- \* Caractéristiques des ferments
- \* Dosage de CaCl<sup>2</sup> et NaCl

Certains de ces facteurs varient en fonction des pays, des laiteries, voire d'un jour à l'autre. Le dosage correct doit donc être ajusté de manière individuelle.

**Précautions d'emploi :**

Le produit est non-inflammable, miscible à l'eau et sans danger quand il est utilisé selon les directives décrites. Les enzymes protéolytiques peuvent irriter la peau et les yeux et, en aérosol, elles peuvent causer une gêne si du produit est inhalé. En cas de contact avec les yeux ou la peau, rincez immédiatement avec de l'eau. La fiche de sécurité du produit est disponible sur demande.

**Service technique :** L'assistance technique et le personnel de Chr. Hansen sont à votre disposition pour vous fournir les renseignements et l'assistance nécessaire.

JPPs/Fiche Information Produit/CHY-MAX® Poudre NB/Jul 2012/4:4

Chr. Hansen SAS - Route d'Aulnay BP64 - 91292 Arpajon Cedex FRANCE - Tél. +33 1 69 88 36 36 - Fax: +33 1 60 84 15 94  
[www.chr-hansen.com](http://www.chr-hansen.com)

*Les éléments contenus dans la présente fiche reflètent l'état actuel de nos connaissances et sont donnés à titre indicatif. Ces éléments peuvent être réévalués sans préavis. Ces informations sont données à titre indicatif. Copyright© 2008 Chr. Hansen S.A. Tous droits réservés.*

Date : 10/05/2017

Test 1

Couleur

	1	2	3	4	5
ENT					
ECR					
ENR					
TEM					

Odeur

	1	2	3	4	5
ENT					
ECR					
ENR					
TEM					

Gout

	1	2	3	4	5
ENT					
ECR					
ENR					
TEM					

Arrière gout

	1	2	3	4	5
ENT					
ECR					
ENR					
TEM					

Texture

	1	2	3	4	5
ENT					
ECR					
ENR					
TEM					

Test 2

Couleur

	1	2	3	4	5
A					
B					

Odeur

	1	2	3	4	5
A					
B					

Gout

	1	2	3	4	5
A					
B					

Arrière gout

	1	2	3	4	5
A					
B					

Texture

	1	2	3	4	5
A					
B					





fromage frais du commerce, demi-sel PICCOLO-FRESCO

**Poids net** 80g.

Composition : lait, présure ferment lactique, sel, matière grasse.

**Df** 29/04/2017

**EP** 08/06/2017

**Lot** /119

**Prix** :65 ,00