

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Ministère de l'enseignement supérieure et de la recherche

scientifique  
Centre universitaire de jijel  
abdelhak ben hamouda  
institut des sciences de la nature

MB. 04. 2003

# Mémoire

02  
02

En vue de l'obtention du diplôme d'études  
Supérieures en biologie  
Option : Micro biologie



## Thème

**Essais de fabrication du fromage frais type \*demi-sel\*  
et évaluation de sa qualité physico- chimique et  
micro-biologique au cours de la conservation**

Les membres de jury  
Président : BOUHOUS  
Examineur : BAHRI  
Encadreur: IDOUI

réalisé par :  
-Laouet Lahika  
-Benalioua Hanène  
- Zioune Noura

Promotion 2003



A decorative border made of intricate black and white floral and vine patterns, framing the central text. The border consists of repeating motifs of stylized flowers, leaves, and scrolling vines, creating a delicate and ornate frame.

*Remerciements*

La louange à dieu seul qui nous aidé  
à réaliser notre mémoire.

nous tenons à remercier toute personne qui  
a contribué de loin ou de près à la réalisation de  
ce mémoire plus particulièrement :

Notre encadreur Mr *IDOUI Tayeb* pour ses Précieux  
conseils et son enseignement durant notre travail.

A tous les enseignants de la biologie de l'université de jijel.

Nous remercions également tous les  
techniciens du laboratoire de l'institut de biologie  
pour leur aide en pratique.

Enfin notre respect aux membres de jury  
d'avoir examiner et critiquer le contenu  
de notre mémoire.

**LAHIKA  
HANENE  
NORA**

## Thème

Essais de fabrication d'un fromage frais type « Demi-sel » et évaluation de sa qualité physico-chimique et micro biologique au cours de la conservation.

## Résumé

Notre étude a été fondée sur la possibilité de fabrication d'un fromage frais type « demi- sel ». Les résultats de test du pouvoir coagulant montrent que le complexe enzymatique « présure » possède un bon effet coagulant sur la caséine du lait, dont le pH atteint pH 4.2 à partir du 17<sup>ème</sup> heure et une acidité de 47°D, alors pour le levain, malgré son pouvoir coagulant très rapide, il produit une acidité, assez élevée (152°D). ainsi le laitron altère la qualité organoleptique, et donne un goût amer au produit. L'évolution de la qualité physico- chimique et micro biologique montre que notre produit fini fabriqué par coagulation mixte [présure + levain] possède de bons caractères physico- chimiques dont le pH est de pH 4.99 et pH 5.5 avec une acidité de 8 °D et 18 °D et un taux de matière sèche de 34.31% et 46.75% pour le fromage frais au lait et au lait recombéné respectivement.

En revanche, le produit fini est contaminé par des levures.

**Mots Clés:**fromage frais, laitron, présure, levain.

## Summary

Our survey to been founded on the possibility of manufacture of one cream cheese type" half - salt ". The results of tests the coagulant power show that the complex enzymatic "rennet" possesses a good coagulant effect on the casein of milk, whose pH reaches PH 4.2 then from the 17th hour and an acidity of 47% for leaven, in spite of his/her/its very fast coagulant power. He/it produces acidity, elevated enough (152°D). as well as the laitron that alters the quality organoleptique. And give a bitter taste to the product. The evolution of the quality physico - chemical and micro biologic watch that our product ended up made mixed coagulation [rennet + leaven] possesses good characters physico - chemical whose pH is of pH 4.99 and pH 5.5 with an acidity of 8 °D and 18 °D and a rate of dry matter of 34.31 and 46.75 for cream cheese to milk and to the milk recombéné respectively. On the other hand, the finished product is contaminated by yeast.

**Kew words:** cream cheese, laitron, rennet, leaven.

## الملخص

إرتكزت دراستنا على إمكانية صناعة جبن طازج نوع "نصف - مملح" نتائج إختبار قدرة التخثير توضح أن المعقد الأنزيمي "بريزير" يملك فعل تخثيري جيد على كازينات الحليب. أين الـ pH يصل 4.2= pH انطلاقاً من الساعة 17 و الحموضة 47% في حين بالنسبة للخميرة، و رغم قدرتها التخثيرية السريعة، فهي تنتج حموضة عالية (152°D). كما أن صمغ التين يفسد النوعية الحسية ويعطي دوق مر للمركب. تتبع النوعية الفيزيو- كيميائية و الميكروبيولوجيا توضح أن المركب النهائي المصنوع بالتخثر المزدوج (بريزير + خميرة) يملك خصائص فيزيو- كيميائية جيدة حيث الـ pH هو 4.99=pH و 5.5 مع حموضة 8°D و 18°D و نسبة المادة الجافة 34.31% و 46.75% بالنسبة للجبن الطازج للحليب الطازج و للحليب المركب على الترتيب، في المقابل المركب النهائي ملوث بالخمائر. كلمات المفتاح: الجبن الطازج، صمغ التين، بريزير، الخميرة.

# Sommaire

|   |    |
|---|----|
| <b>Introduction</b>   | 01 |
| I- Synthèse bibliographique   |    |
| <b>Chapitre I :la technologie fromagère.</b>  |    |
| I-1-Définition des fromages frais.  | 02 |
| I-2-La matière première principale dans la fabrication des fromages frais.                          | 02 |
| I-2-a-Le lait frais.  | 02 |
| I-2-b- Lait en poudre.  | 02 |
| I-3- Principe de fabrication du fromage frais.  | 02 |
| I-4- Procédé de fabrication.  | 03 |
| I-4-a- Pasteurisation.  | 03 |
| I-4-b- La coagulation   | 03 |
| I-4-c- Egouttage.   | 03 |
| I-4-d- Salage.  | 03 |
| I-4-e-Conditionnement.  | 03 |
| I-5- Valeur nutritionnelle du fromage frais.  | 06 |
| I-6- Classification des fromages frais.   | 06 |
| I-7- Les différent types de fromages frais.   | 07 |
| I-7-1- Le fromage blanc battu.  | 07 |
| I-7-2- Le fromage type « Compagne ».  | 07 |
| I-7-3- Le petit suisse.   | 07 |
| I-7-4-Le demi-sel.  | 07 |
| I-8- Les fermentations fromagères   | 07 |
| I-9- Les microorganismes impliqués dans la fabrication des fromages frais                           | 08 |
| I-10- La flore microbienne responsable de l'altération des fromages frais.                          | 09 |
| <b>Chapitre II- Les levains lactiques.</b>  |    |
| II-1- Définition des Bactéries Lactiques.   | 10 |
| II-2- Les différents genres des bactéries lactiques utilisées pour la fabrication du fromage frais. | 10 |
| II-3- Les rôles des ferments lactiques.   | 11 |
| II-3-1 Rôle sur la structure et texture.  | 11 |
| II-3-2-1- Rôle sur les caractéristiques organoleptiques.  | 11 |
| II-3-3 Rôle sur la conservation.  | 11 |
| II-4- Les ferments utilisés dans l'industrie fromagère.   | 11 |
| II-5- Mécanisme de coagulation par voie acide.  | 12 |

## Chapitre III- L'enzyme coagulant « la présure »

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| III-1        | Définition.  | 13 |
| III-2        | L'extraction de la présure.                            | 13 |
| III-3        | Action de la présure dans le lait.                     | 13 |
| III-4        | Les facteurs qui influence l'activité de la présure.   | 14 |
| III-4-a      | Influence du pH sur l'activité de la présure.          | 14 |
| III-4-b      | Influence de la température.                           | 15 |
| III-4-c      | Influence de la concentration en présure.              | 15 |
| III-4-d      | Influence de la concentration en calcium.              | 15 |
| III-4-e      | Influence de chlorure de sodium.                       | 16 |
| III-4-f      | Influence passé thermique du lait.                     | 16 |
| III-4-g      | Effet de la concentration de la matière sèche du lait. | 16 |
| III-5        | La présure naturelle.                                  | 17 |
| III-6        | La force de la présure.                                | 17 |
| III-7        | La conservation de la présure.                         | 17 |
| III-8        | Les caractéristiques d'une coagulation par la présure. | 17 |
| <b>II.</b>   | <b>Matériel et Méthodes</b>                            | 19 |
| <b>II.1.</b> | <b>Matériel</b>  | 19 |
| II.1.1.      | Matériel biologique                                    | 19 |
| II.1.2.      | Milieux de culture                                     | 19 |
| II.1.3.      | Produits chimiques et réactifs                         | 19 |
| II.1.4.      | Autre matériel   | 20 |
| <b>II.2.</b> | <b>Méthodes</b>  | 20 |
| II.2.1.      | Préparation du complexe enzymatique                    | 20 |
| II.2.2.      | Tests du pouvoir coagulant                             | 20 |
| II.2.2.1.    | Préparation des laits                                  | 20 |
| II.2.2.2.    | Pasteurisation   | 20 |
| II.2.2.3.    | Ensemencement  | 21 |
| II.2.3.      | Fabrication du fromage frais                           | 23 |
| II.2.3.1.    | La fabrication à base de lait frais                    | 23 |
| II.2.3.2.    | La fabrication à base de lait recombinaison            | 24 |
| II.2.4.      | Analyse physico-chimique (lait et fromage frais)       | 25 |
| II.2.4.1.    | Détermination de l'acidité                             | 25 |
| II.2.4.2.    | Mesure de pH   | 25 |
| II.2.4.3.    | Détermination de la matière sèche                      | 25 |
| II.2.4.4.    | Détermination de la matière minérale                   | 25 |
| II.2.4.5.    | Détermination de la matière organique                  | 25 |
| II.2.5.      | Analyse micro biologique                               | 26 |



|   |    |
|---|----|
| a. Méthode de dénombrement des flores, préparation de suspension mère et des dilutions décimales                | 26 |
| b. Recherche et dénombrement des flores   | 27 |
| <b>III- Résultats et discussion</b>   |    |
| III.1. Paramètres physico- chimiques des matières première  | 29 |
| III.2. Evolution de l'acidité et du pH au cours des tests de pouvoir coagulant                                  | 30 |
| III.2.1. Le pouvoir coagulant du complexe enzymatique   | 30 |
| III.2.2. Evolution de l'acidité et du pH sous l'influence du levain   | 31 |
| III.2.3. Cas d'ensemencement avec le laitron  | 35 |
| III.3. Evolution de la qualité physico- chimique du produit fini au cours de la conservation                    | 35 |
| III.3.1. Evolution du pH et de l'acidité  | 35 |
| III.3.2. Evolution de la matière sèche, matière minérale et de la matière organique au cours de la conservation | 37 |
| III.4. Le rendement globale du fromage  | 40 |
| III.5. Analyse micro biologique   | 40 |
| <b>Conclusion générale</b>  | 42 |

**Annexe I:**  
Milieux de culture

## Liste des abréviations

°C : degré Celsuce.

°D : degré Dornic.

g : gramme.

H : heure.

J : jour

ml : millilitre.

MM : matière minérale.

MO : matière organique.

MS : matiere seche.

pH: potentiel hydrogene.

% : pourcent.

t : temps de coagulation en seconde.

Pdt. : pendant.

GN : gélose nutritive.

Bp : Baird parker.

FTA M : flore totale aérobie mésophile.

L : litre.

mg : milligramme.

Kg : kilogramme.

Kcal : Kilocalorie.

μ l : micro litre.

Echan : échantillon.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

## Liste des figures

- Figure 1** : Schéma général de la fabrication du fromage frais.
- Figure 2** : Structure primaire de caséine kappa bovine.
- Figure 3** : Schéma de la récupération du complexe enzymatique de la caillète de jeune veau.
- Figure 4** : Méthode d'ensemencement par la présure, levain et le laiteron.
- Figure 5** : Diagramme de la fabrication d'un fromage frais au niveau de laboratoire.
- Figure 6** : Méthode de préparation de suspension mère, les dilutions décimales et le dénombrement des flores.
- Figure 7** : Evolution de l'acidité et du pH au cours de test de pouvoir coagulant par le complexe enzymatique.
- Figure 8** : Evolution de l'acidité et du pH au cours de test de pouvoir coagulant de ferment lactique \*lait frais\*.
- Figure 9** : Evolution du pH et l'acidité au cours de test de pouvoir coagulant de ferment lactique \*lait recombinaé\*.
- Figure 10** : Evolution du pH et de l'acidité au cours de la conservation du fromage frais.
- Figure 11** : Evolution de la matière sèche au cours de la conservation du fromage frais.
- Figure 12** : Evolution de la matière minérale au cours de la conservation du fromage frais.
- Figure 13** : Evolution de la matière organique au cours de la conservation du fromage frais.



## LISTE DES TABLEAUX :

**Tableau I:** Techniques générales de la fabrication du fromage frais.

**Tableau II:** Composition moyenne du fromage frais.

**Tableau III:** Classification du fromage frais.

**Tableau IV:** Les différents genres des bactéries lactiques utilisées dans la fabrication du fromage frais.

**Tableau V:** Caractéristiques de caillés à présure.

**Tableau VI:** Paramètres physico-chimiques de matière première.

**Tableau VII:** Evolution de l'acidité et du pH sous l'effet du complexe enzymatique «présure».

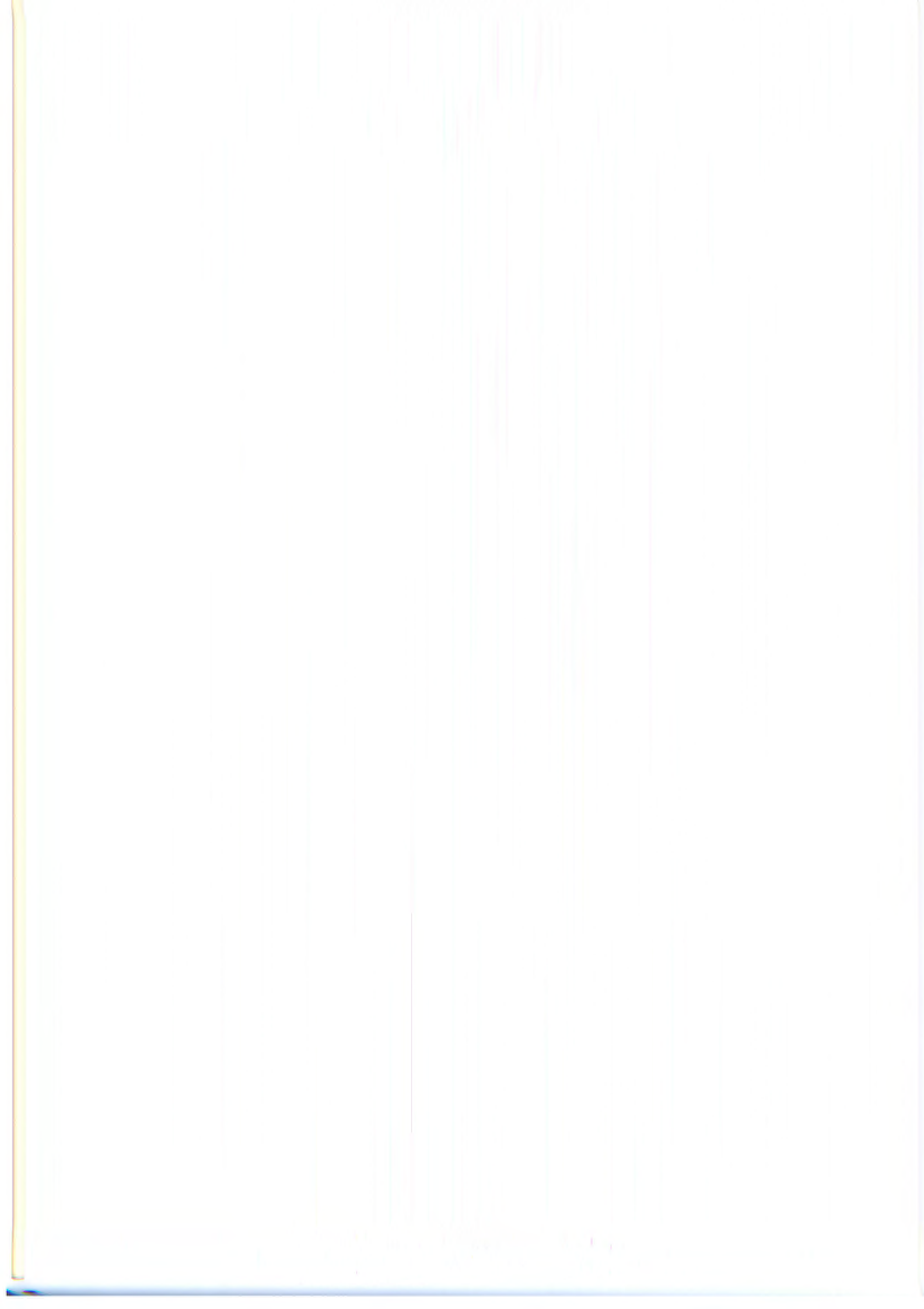
**Tableau VIII:** Evolution de l'acidité et du pH sous l'influence du levain.

**Tableau IX:** Evolution de l'acidité et du pH sous l'effet du laitron.

**Tableau X:** Evolution qualité physico-chimique du produit fini au cours de la conservation.

**Tableau XI:** Evolution de la matière sèche, la matière minérale et de la matière organique pendant la conservation.

**Tableau XII:** résultats de l'analyse micro- biologique du fromage frais.



## Introduction:

Le lait et ses dérivés occupent une importance particulière dans l'alimentation humaine. le fromage est le plus souvent mieux accepté que le lait nature. Ce produit est le plus connu depuis des milliers d'années et compte plus de 2000 variétés. (ATIE, 1999).

Cette diversité considérable résulte de l'extrême variété de combinaison des laits utilisés, de la nature des ferments inoculés et de traitement appliqué au caillé.

Le développement des pâtes fraîches a été important dans les vingt dernières années. ce développement mondial s'explique par la conjonction de nombreux facteurs favorables comme par exemple : L'aspect nutritionnel et la qualité hygiénique élevée, rendement élevé et peu coûteux, procédé simple ... etc.

Le but initial de la fabrication fromagère et la conservation des éléments nourrissants du lait, est de supprimer les éléments fermentescibles, pour y arriver, il faut parvenir à la coagulation.

Nous, nous sommes proposés de faire une étude sur la possibilité de fabrication d'un fromage frais « demi-sel ». en utilisant deux matières premières à savoir le lait frais et le lait reconstitué [50% lait frais + 50% lait reconstitué], par application d'une coagulation mixte [Levain lactique-complexe enzymatique (présure)].

Notre étude sera consacrée à une synthèse bibliographique qui va comporter les techniques générales de la fabrication du fromage frais, les levains lactiques, la présure et sa technique d'extraction. et une étude expérimentale qui comportera comme première partie le test du pouvoir coagulant de notre ferment, le complexe enzymatique et le laitron. Une deuxième partie sera consacrée à la fabrication du fromage frais et à l'évolution de sa qualité physico-chimique et micro-biologique au cours de la conservation.

# Analyse bibliographique

## **Chapitre I**

### **I-1 Définition des Fromages Frais :**

D'après LARPENT ,(1997). les fromages frais sont des fromages à égouttages lent. n'ayant subi que la fermentation lactique, obtenues avec des laits ou des crèmes propres à la consommation humaine.

Les fromages frais ne sont pas vieillis, ni affinés, ils contiennent jusqu'à 80% d'eau. généralement maigres et peu énergétiques, de saveur douce ou légèrement acidulée, et qui doivent être conservés à une température inférieure à 6°C.

Leur texture est déterminée par un caillé légèrement floconneux, obtenu par l'action de la flore lactique.

### **I-2 La Matière Première Principale dans la fabrication des fromages frais :**

Selon ATIE, (1994). Le fromage peut être considéré comme une forme de conservation des deux principaux composants nutritifs du lait.

Le lait est la matière première principale dans la fabrication fromagère. car le fromage frais est du lait naturellement fermenté et plus ou moins égoutté.

#### **a- Le Lait frais :**

Le lait est un substrat très riche fournissant à l'homme et aux jeunes mammifères un aliment presque complet.

Le lait contient des matériaux d'élaboration (Protéine, Minéraux, eau, ...), des éléments de protection (vitamines, minéraux) et énergétiques ( matières grasses et hydrates de carbone). (AIT ABDELOUAHAB, 2001).

#### **b- Le lait en poudre :**

Le lait en poudre est du lait qui a été desséché industriellement. Il présente un intérêt considérable parce qu'il permet le stockage de quantités très importantes de matière sèche du lait.

Le principe fondamental de séchage est d'éliminer presque la totalité de l'eau pour arriver à l'extrait sec minimum de 29% et se présente sous forme pulvérulente. (ANONYME, 1990).

### **I-3 Principe de fabrication du fromage frais :**

La transformation de la caséine joue un rôle très important dans l'élaboration des fromages frais. Dans tous les cas. il y a coagulation de la caséine sous l'action d'une flore lactique. l'action de la présure ou sous l'action combinée de la présure et des bactéries lactiques (GUIRAUD, 1998).

#### **I-4 Procédés de fabrication :**

D'après LARPENT et LARPENT, (1985), la fabrication des fromages subie des opérations diverses, en fonction du type de fromage souhaité. En général, elle comporte cinq étapes principales qui sont :

##### **a- Pasteurisation :**

Avant le démarrage de la fabrication, le lait est chauffé à des températures et des temps convenables pour détruire tous les germes pathogènes. Mais elle ne détruit pas tous les germes et en particulier les formes sporulées thermotolérantes.

##### **b- La coagulation :**

C'est une modification physico-chimique des caséines de lait sous l'action d'enzyme protéolytique ou d'acide lactique, elles entraînent la formation d'un réseau protéique appelé coagulum ou gel.

##### **c- Egouttage :**

Séparation du lactosérum, après rupture mécanique du coagulum.

Par moulage, et dans certains cas par pression, il conduit à l'obtention du caillé.

##### **d- Salage :**

Il est le plus souvent fait en saumure saturée en sel, il peut intervenir avant le moulage, lorsque le caillé est égoutté et broyé, le salage enlève l'eau et contrôle la croissance et la répartition des germes en fonction de sa concentration.

Les concentrations moyennes en sel dans le fromage sont de 1 à 2 p.cent.

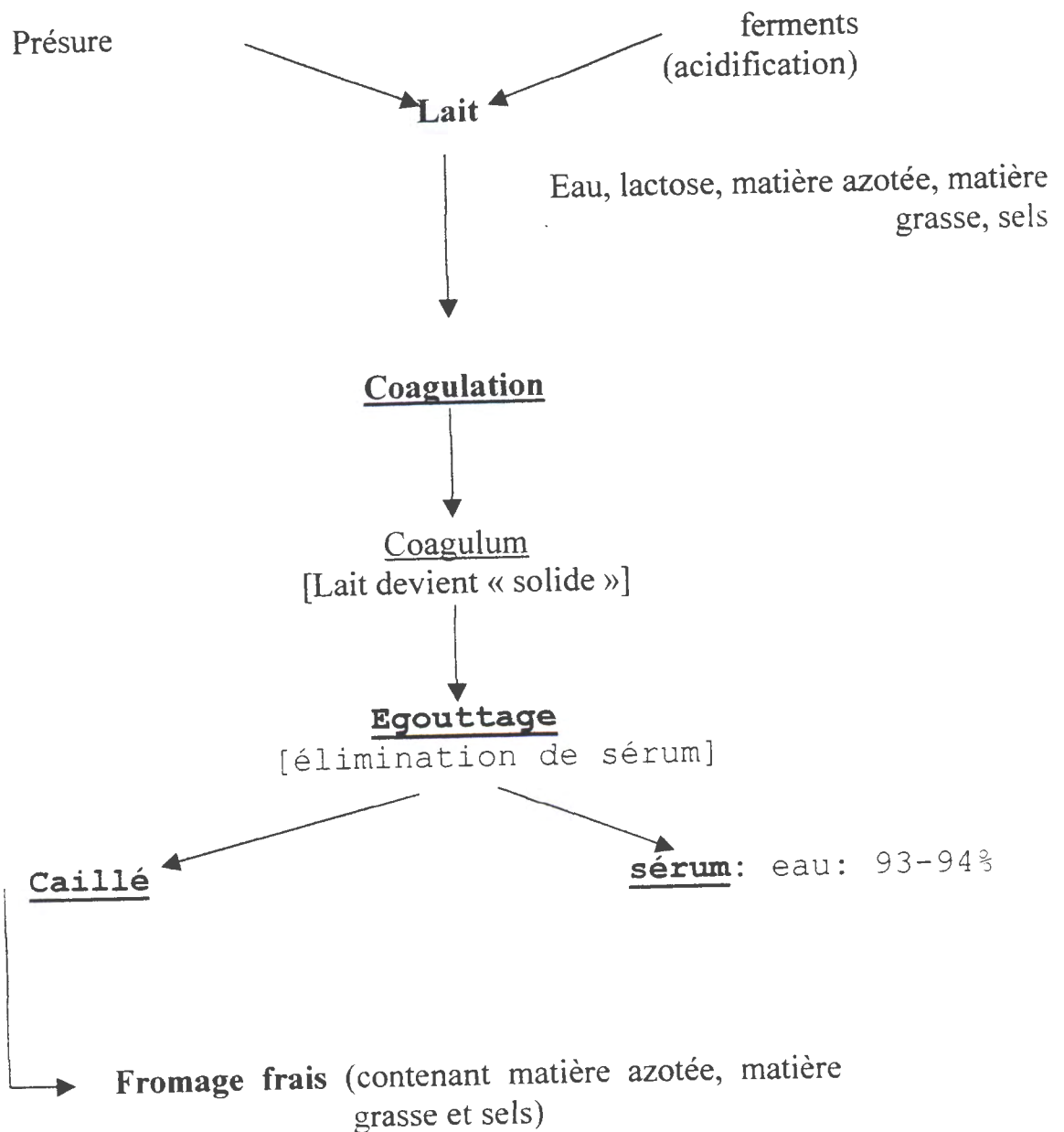
##### **e- Conditionnement :**

Un conditionnement à une telle température permet d'avoir une texture fluide et une protection contre d'éventuelle contamination en levures et moisissures lors de la mise en pots.

Selon les types de fromage frais, on distingue :

- a. Conditionnement dans des godets en polystyrène sur les machines From-Fill-Seal pour les petits suisses.
- b. Conditionnement en boîte plastique et sur la machine From-Fill-Seal pour les fromages blancs battus.
- c. Fromage de compagne : présentes dans une faisselle ou système équivalent.
- d. Les fromages frais tartifiables : (Demi-sel) enveloppes dans une feuille d'aluminium, de portion des 150 à 200g (ATIE, 1994).

Le schéma général d'une fabrication du fromage frais est représenté par La figure N°1. et les techniques générales de la fabrication du fromage frais sont représentées dans le tableau N°I.



**Figure N°1:** Schéma Général de la fabrication du fromage frais (ATIE, 1994)

**Tableau N° I : Techniques générales de la fabrication du fromage frais : (ECK, 1988)**

| Matière première                               | Lait pasteurisé –écrémé - ou standardisé en matières grasses éventuellement ultra-filtré ou standardisé en protéines  |   |  | Lait pasteurisé enrichi en matière grasses et homogénéisé   |   |                               |
|--|---|---|--|---|---|-------------------------------|
| Coagulation et decaillage                      | Coagulation à préd <i>dominance</i> caillé divisé et généralement brassé  |   | coagulation à préd lactique Caillé non brassé et généralement non divisé |   | Coagulation à prés lactique Caillé brassé |                               |
| Egouttage                                      | En moules   | Egouttage lent  | Egouttage rapide   |   | Lent                                      | Rapide                        |
|  | Le caillé garde sa structure de gel   | Sacs ou cuve filtres types chulenburg   | Ultra-centrifugation filtration de caillé maigre                         |   | Sacs ou filtres                           | Centrifugation de caillé gras |
| Incorporation de matière grasse et ingrédients | Avant coagulation   | Généralement incorporation de crème après égouttage et avant coagulation avec Mélangeur statique ou dynamique |  |   |   |                               |
| Type de produit                                | Fromages blancs moules fromages blancs à extrait sec faible et texture onctueuse. Dits « de compagne » en conditionnés en pots sous appellation « lissés » ou faisselles « battus » |   |  | Fromages à extrait sec et gras/sec plus élevés, généralement tartinable. En barquette ou feuilles d'aluminium « petit suisse » « triple crème » |   |                               |
| Produits voisins d'autres pays                 | Cottage cheese (caillé divisé)  |   | Quark, baker's cheese. labneh  |   | mascarpone                                |                               |



### I-5 valeur nutritive des fromages frais :

Pendant des siècles, les fromages frais jouent un rôle important dans l'alimentation humaine. Ils sont le plus souvent mieux acceptés que le lait naturel.

La valeur nutritionnelle du fromage frais est dans une large mesure dépend de :

- Celle de sa matière première, le lait et leur écrémage.
- L'importance de l'égouttage (moins qu'il y a d'eau plus il y a d'éléments nutritionnels).
- L'ajout de crème et/ou de sucre, fruit ... etc. (Internet n°1)
- Tous les fromages frais sont riches en : Eau, protéines et calcium, la teneur en lipide est variable : 0%, 30% et 40%.

Le tableau suivant nous présente la composition moyenne du fromage frais

**Tableau N°II : Composition moyenne du fromage frais .( ECK, 1988)**

| Pour 100g de fromage frais à 40% de matière grasse |          |               |        |                            |        |
|--|----------|---------------|--------|----------------------------|--------|
| - calories   | 115 Kcal | - calcium     | 3 g    | - niacine                  | 0.1 mg |
| - protéines  | 7 g      | - fer         | 0.3 mg | - vitamine B <sub>12</sub> | 0.7 Ug |
| - lipides  | 8 g      | - potassium   | 90 mg  | - vitamine B6              | 0.1 mg |
| - glucide  | 3 g      | - magnesium   | 10 mg  | - Vitamine B2              | 0.2 mg |
| - eau  | 80 g     | - cholestérol | 30 mg  | - carotène                 | 38 Ug  |
|  |          | - phosphore   | 93 mg  |                            |        |

### I-6- Classification des fromages frais :

Il existe plusieurs centaines de variétés de fromage, qui se différencient :

- Par la qualité de la matière première utilisée.
- Par les caractéristiques de fabrication, qui restent souvent artisanales.

Le tableau N°III montre les différentes classes de fromage frais.

**Tableau N°III – Classification du fromage frais : ( ECK, 1988)**

| Techniques                   | Classes  | Catégories  | Caractéristiques   |
|------------------------------|--|---|--|
| 1- fromages au lait de vache | -Fromage frais (DLC date limitée de conservation <j+24                       | - Fromage frais battus<br>- Fromage frais de compagne | - Non affinés ; Forte teneur en eau (80-90%. Acidification précoce et poussée au cours de fabrication<br>- Faible teneur en calcium. |
|                              | - Fromage frais (DLC date limitée de conservation >j+24                      | - Fromage semi-frais                                  | -Fromage à tartiner obtenus :<br>- par centrifugation<br>- par ultrafiltration de lait coagulé.                                      |
| 2- Fromage au lait de chèvre | Il s'agit principalement de fromage de technologie similaire au fromage frai |   |  |

## **I-7 Les différents types du fromage frais**

En fonction de ces diverses opérations, on distingue plusieurs types de fromages frais :

### **I-7-1 Les fromages blancs-battus**

D'après LARPENT, (1997), ils sont caractérisés par leur texture onctueuse, structure homogène et à extrait sec faible, ces fromages sont non salés, le caillé est enrichi en crème, parfois ils sont aromatisés par des arômes ou par des fruits sucrés.

### **I-7-2 Les fromages type « compagne ou les fromages blancs-moulés » :**

D'après LARPENT, (1997), ils sont caractérisés par une texture hétérogène morcellaire généralement moulés à la bouche, ils sont très fréquemment égouttés en faisselle où le caillé garde son individualité.

### **I-7-3 Le petit suisse :**

C'est un fromage défini de forme cylindrique, lisse à extrait sec plus élevé et texture tartinable. (LARPENT, 1997)

### **I-7-4 Le demi-sel :**

C'est un fromage frais à 2% de NaCl environ, renfermant au moins 40g de matière grasse pour 100g de matière sèche, et à extrait sec total supérieur à 30% généralement consommé au couteau à cause de son extrait sec élevé, et aromatisé (ails, poivre, ...). (LARPENT et LARPENT, 1985).

## **I-8 Les fermentations fromagères :**

Il y a deux types de fermentation : La fermentation primaire, suivie d'une fermentation secondaire, cette dernière intervient sur le caillé et se prolonge pendant l'affinage, mais le fromage frais ne subit pas l'affinage, alors ces produits n'ayant subi que la fermentation lactique (GUIRAUD, 1998).

### **- La fermentation lactique :**

La fermentation lactique spontanée est due généralement à *Lactococcus lactis* mais d'autres micro organismes peuvent être impliqués, ces germes interviennent au côté des levains, éventuellement rajoutés dans la fermentation des fromages fabriqués à partir de lait cru. Rappelons qu'au niveau de la flore lactique on distingue les ferments d'acidification et les ferments d'arôme. (GUIRAUD, 1998).

## **I-9 Les micro-organismes impliqués dans la fabrication des fromages frais :**

D'après BERGER et LENOIR, (1987), on ne saurait jamais insister assez sur la place prépondérante des micro-organismes utiles dans la technologie fromagère. De ce point de vue, l'industrie laitière occupe le premier rang pour la diversité de germes microbiens qu'elle met en œuvre.

### **a- Les bactéries**

Selon BOUSSABOUA, (2002), les principales bactéries utilisés en industrie alimentaire appartiennent aux genres *Lactobacillus* et *Streptococcus*, (*Lactococcus*).

Diverses souches de ces bactéries servent à la fabrication du fromage frais.

Les *Lactobacillus* sont recherchés en technologie alimentaire pour leurs propriétés acidifiantes et leur pouvoir inhibiteur vis-à-vis des micro-organismes pathogènes d'altérations, ils ont aussi un rôle dans l'élaboration de l'arôme et la texture des produits laitiers, et ils sont ajoutés comme des ferments pour la fabrication des fromages.

### **b- Les levures**

Elles sont très répandues dans la nature, il est donc normal de les retrouver dans le lait et les fromages.

Les levures rencontrées dans les fromages appartiennent le plus fréquemment aux espèces *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces fragilis* et *Zygosaccharomyces rouxii*. La flore levurienne varie suivant les techniques fromagères, en particulier le salage sélectionne des levures tolérantes au sel en surface puis dans le fromage au fur et à mesure de la pénétration.

La principale rôle reconnu des levures dans les fromages est le métabolisme de l'acide lactique qui entraîne une augmentation du pH, ce qui permet la croissance des bactéries responsables de la maturation des fromages.

Enfin, les levures stimulent la croissance des autres microorganismes en particulier des *Lactobacillus* par leurs excréments de vitamine et la libération des nucléotides, peptides et autres métabolites lors de l'éclatement des cellules de levures non osmotolérants au moment du salage. (LEVEAU et BOUIX, 1993)

### **c- Les moisissures**

D'après LARPENT, (1997), les moisissures sont un des éléments capitaux de la micro flore des fromages. certains fromages frais peuvent subir un affinage net avec moisissures blanches.

De nombreuses moisissures sont utilisées dans la fabrication des fromages :

- *Aspergillus* produit une enzyme voisine de la présure.

## **I-10 La flore microbienne responsable de l'altération des fromages frais :**

Du fait même de leur composition et des conditions de production, le lait et les produits laitiers peuvent être contaminés par des micro-organismes qui, en se multipliant dans le milieu provoquent des transformations nuisibles à la qualité des produits par dégradation de leur constituant ou (et) libération des composés indésirables. (BÉRGER et LENOIR, 1987).

### **a- Les bactéries :**

D'après BOUSSABOUA, (2002), les bactéries psychrotrophes, abondantes dans le lait cru refroidi, peuvent se retrouver dans le caillé, les genres *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Flavobacterium*, sont redoutables par leurs activités lipolytiques intenses qui peuvent conduire à l'apparition de mauvais goût dans les pâtes et provoquent une viscosité.

La présence des coliformes provoque une amerture due à la protéolyse intense et à la libération de peptide amer.

La flore butyrique sporulée résiste à la pasteurisation et peut provoquer des gonflements avec défauts de goût.

### **d- Les levures et les moisissures :**

Les levures ne sont pas pathogènes (excepte *Candida albicans* et *Cryptococcus neoformans* ou *Saccharomyces neoformans*), mais peuvent produire par leur développement dans les produits alimentaires des altérations de la qualité marchande par formation de trouble (cellules de levures) d'odeur ou de goût anormaux ou par gonflement des produits ou de leur emballage (CO<sub>2</sub>).

L'altération peut se provoquer aussi par des levures et des moisissures proteolytiques qui produisent une odeur putride et un goût amer.

Certaines moisissures se développent en surface du fromage et provoquent une altération de l'aspect par l'apparition d'une mauvaise couleur comme *Penicillium glaucum*, *Penicillium expansum*, *Monilia sitophila*, *Aspergillus*, *Muccor*, *Geotrichum*.

Le développement des moisissures peut provoquer une altération de l'aspect, une patte cassante due au pH très bas et à l'extrait sec trop élevé.

(BOUSSABOUA, 2002).

## Chapitre II : Les levains lactiques :

Les ferments lactiques que l'on peut désigner ainsi sous le nom des levains lactiques, représentent une masse de bactéries lactiques sélectionnées et pures.

Ces bactéries doivent être capables de se multiplier rapidement en produisant l'acide et l'arôme recherchés dans les diverses fabrications laitières (LARPENT, 1987).

### 1) Définition des bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques ou bactéries de l'acide lactique ont été défini par ORLA-JENSEN, (1919) et réunissent plusieurs genres caractérisés par leurs capacités à fermenter les glucides.

Selon le type de fermentation préférentiellement utilisé, les bactéries sont dites:

- **Homofermentaire** : L'acide lactique est le seul produit de la fermentation du glucose.
- **Hétérofermentaire** : La fermentation du glucose aboutit à la formation d'acide lactique et d'autres composés : éthanol, CO<sub>2</sub>, et autres acides organiques. (LEVEAU et BOUIX, 1993) .

### II-2- Les levains lactiques utilisés pour la fabrication des fromages frais :

D'après SUTRA et al. , (1998), les levains mésophiles constitués de *Lactococcus* et *Leuconostoc*, participent à la fabrication du fromage frais.

Les sous espèces *lactis* et *crémoris* de *Lactococcus lactis* sont utilisées pour leurs propriétés acidifiantes; les sous espèces *lactis*. Biovar *diacetylactis* et plusieurs espèces de *Leuconostoc*, sont des souches aromatisantes que l'on retrouve dans tous les types des fromages.

Le tableau N° IV présente les différents genres des bactéries lactiques utilisées pour la fabrication des fromages.

**Tableau N° IV** : Les différents genres des bactéries lactiques utilisées pour la fabrication des fromages.

| <i>Genre</i>         | <i>Morphologie</i> | <i>Fermentation</i>                        | <i>T° optimum</i> |
|----------------------|--------------------|--|-------------------|
| <i>Lactobacillus</i> | Bacilles           | Homofermentaire<br>ou<br>hétérofermentaire | Mésophiles        |
| <i>Lactococcus</i>   | Coques             | Homofermentaire                            | Mésophiles        |
| <i>Leuconostoc</i>   | coques             | Hétérofermentaire                          | Mésophiles        |

## **II-3 - Les Rôles des ferments lactiques :**

La plupart des produits obtenus par fermentation résultent de procédés traditionnelles dont l'objectif initial était la conservation ou la valorisation des matières premières, la participation de la flore lactiques aux caractéristiques Organoleptiques, technologiques, nutritionnelles, et sanitaires de ces produits s'exerce par différentes propriétés métaboliques (SUTRA et *al.*, 1998).

### **II -3 -1- Rôle sur la structure et texture:**

D'après SUTRA et *al.*, (1998), en ce qui concerne les fromages, le rôle de bactéries lactiques est la formation d'un caillé dit : « lactique », il est plus ou moins associé à une coagulation par la présure.

### **II -3-2 - Rôle sur les caractéristiques organoleptiques :**

Ils contribuent aux caractères organoleptiques des fromages en libérant les systèmes enzymatiques qui participent à la formation d'arôme par la production d'acides organiques, qui confèrent au produit son goût particulier.

(LARPENT, 1997).

### **II- 3-3- Rôle sur la conservation :**

Les bactéries lactiques produisent de l'acide lactique et éventuellement d'autres produits de fermentation, l'acidité produite permet la conservation de l'aliment en inhibant la culture de très nombreuses bactéries.

La production de l'acide lactique conduisant à une acidification rapide, dans les fromages le pH final atteint 4,6 (SURTA et *al.*, 1998).

## **II-4 - Les ferments utilisés dans l'industrie fromagère :**

Les ferments commerciaux disponibles sont selon les productions industrielles à réaliser, des ferments thermophiles et des ferments mésophiles qui sont les plus utilisées dans la fabrication des fromages frais (LEVEAU et BOUIX, 1993).

### **Les ferments mésophiles**

Les ferments mésophiles sont constitués essentiellement de Lactocoque, de certains *Leuconostoc* et de *Lactobacillus*. Ces bactéries sont classées en souches acidifiantes: *Lactococcus lactis* et *cremoris*, et en souches aromatisantes *Lactococcus lactis* et *Leuconostoc*.

Ils sont utilisés en particulier pour la fabrication des fromages frais.

La température optimum de ces bactéries varie selon les souches de 25 à 30°C Lors de la préparation des levains de Lactocoques, on préfère cultiver ces bactéries à une température sous optimale: 27°C.

Le pH supérieur et le faible taux d'acide lactique évitent les dommages cellulaires et permet une meilleure reprise de la croissance dans les cuves de fabrication. (LEVEAU et BOUIX, 1993).

#### **II-5 - Mécanisme de coagulation par voie acide :**

L'acidification entraîne une chute de degré de dissociation des groupements acides (COO, PO<sub>3</sub>H) du phosphocaseinate de calcium. Les ions H<sup>+</sup> libéré par l'acidification neutralisent les charges électronégatives : la répulsion électrostatique diminue au fur et à mesure de l'enrichissement du milieu en ions H<sup>+</sup>, puis disparaît à la température ambiante. les micelles commencent à s'agréger à pH 5,2. Lorsque le pH isoélectrique de la caséine est atteint pH 4,6, il y a floculation totale.

La coagulation acide est fortement dépendante de la température croissante du lait. Supérieur à + 5°C, la floculation apparaît à des valeurs d'acidité de plus basses. Une acidification sera souhaitable lorsqu'on réalise la précipitation thermique des protéines. comme cela est pratique dans plusieurs procédés artisanaux de fabrication de fromage.

A l'opposé, pour les températures inférieures à + 5°C, la floculation par voie acide ne se fait plus, seul la viscosité du lait s'accroître et il n'est pas possible d'obtenir un gel véritable.

En pratique fromagère, la température choisie, pour la coagulation acide est comprise entre 20-35°C.

L'acidification développée au cours de coagulation et d'égouttage conduit toujours à une déminéralisation plus au moins poussée du coagulum. (**Internet N°2**)

## Chapitre III : L'enzyme coagulant « la présure »

### III-1 – Définition :

Selon ALAIS et LINDEN ; (1997) le terme « présure » est réservé aux seules enzymes extraites des caillettes du jaune veau non sevré. Elle contient surtout de chymosine et une quantité variable de 10 à 20 p.cent, de la pepsine.

### III-2 - L'extraction de la présure

Cette substance<sup>est</sup> secrétée par les glandes du 4<sup>ème</sup> estomac ou caillette, des veaux, des agneaux ou des chevaux. On gratte la caillette pour la débarrasser du lait caillé, on le ficelle à son extrémité, on la gonfle d'air et on la fait sécher.

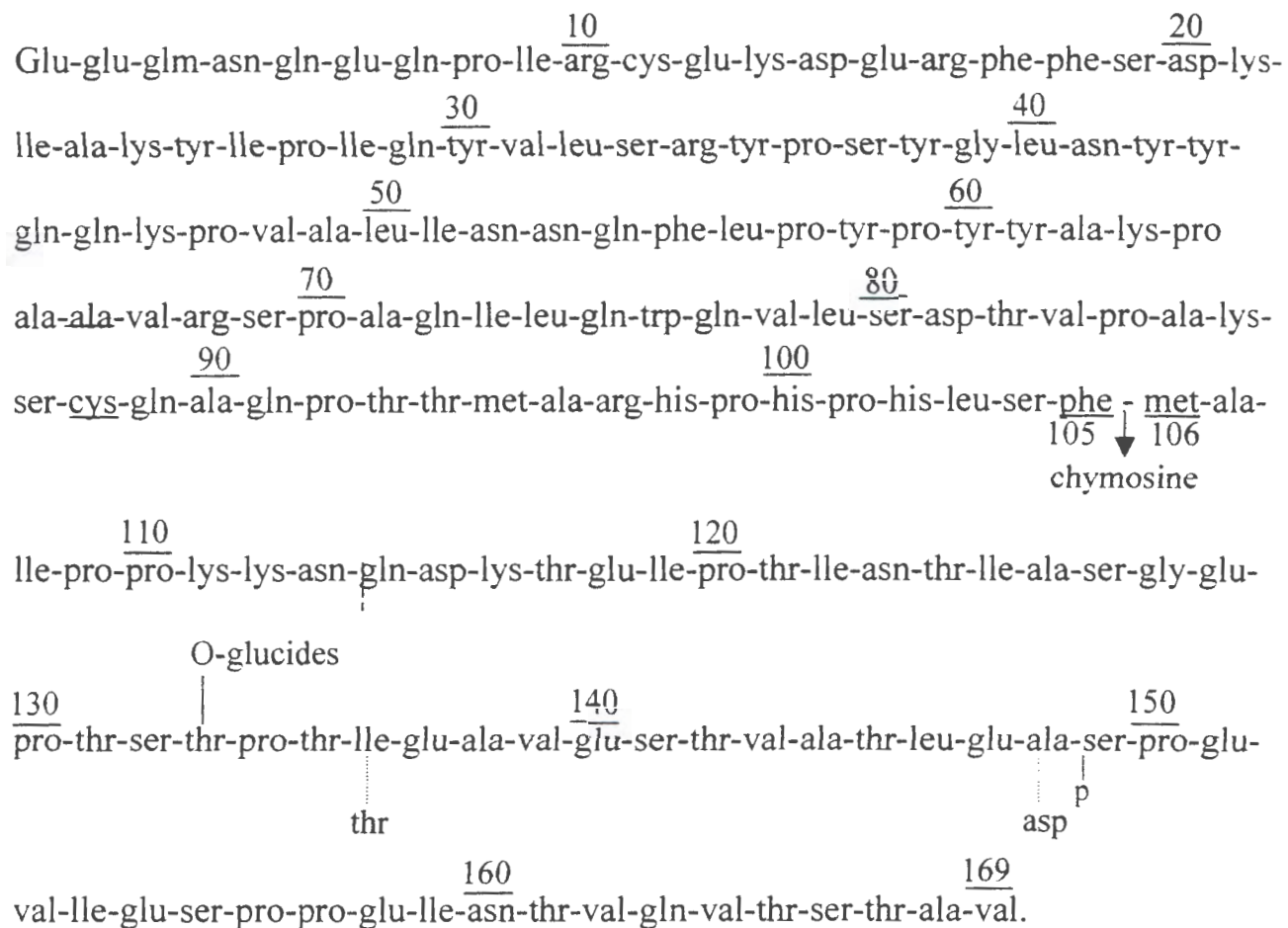
Au bout de quelques jours on la dégonfle et on la coupe en minces lanières qu'on fait macérer dans l'eau salée portée à la température de 35°C, un litre de cette eau reçoit 500 g de sels et 60-80 g de caillettes. Après 5 jours de contact, on filtre le liquide et la présure normale, dont le pouvoir coagulant est très fort. Pour assurer sa conservation, on y ajoute 4% d'acide borique. (Internet n°3).

### III-3 - Action de la présure dans le lait :

La présure agit comme une endopeptidase, attaquant les polypeptides ou les protéines en milieu de chaîne, sans altérer les groupes terminaux. Elle exerce une double action sur la caséine. Dans la phase de préparation du caillé, elle exerce une action coagulante. Cette action (coagulante) est très spécifique, elle est liée à l'hydrolyse de la liaison 105-106 [phe-met] de la molécule responsable de la stabilité des micelles, la caséine Kappa (k) (figure2). Il se sépare alors un gros peptide (65 acides aminés) de caractère acide, il est formé pour ¼ environ d'hydroxyaminoacide (ser-thr) et il est dépourvu de 6 acides aminés (cys-phe-tyr-trp-his-arg), cette partie de la molécule a un haut pouvoir de solvation, ce qui explique à la fois les propriétés de « colloïde protecteur » de la caséine kappa et les mécanismes de la coagulation.

La partie protéique est la « paracaseine k », hydrophobe et insoluble, avec un caractère basique, après hydrolyse par la présure. (LARPENT et LARPENT, 1985)





**Figure 4:** Structure primaire de la caséine kappa bovin (ALIAS et LINDEN, 1997).

\*: groupe protéique

### III-4 Les facteurs qui influencent l'activité de la présure

Comme toutes les enzymes, l'activité protéolytique de la présure est fortement influencée par les facteurs de milieu qui conditionnent à la fois l'état du substrat et son environnement.

#### a-Influence du pH sur l'activité de la présure

La présure contient surtout de la chymosine et de pepsine, ces deux enzymes sont très voisines, cependant, il y a une différence importante en pratique, c'est l'influence du pH sur l'activité, la chymosine est encore active vers pH 7.5, alors que la pepsine ne coagule plus le lait au-dessus de pH 6.5.

Le temps de coagulation est un facteur très important. Il dépend de la température du lait « 0-50°C » de son pH et du calcium ionisé.

Le pH dépend en partie du développement des ferments lactiques. Depuis peu, se reprend l'usage d'un agent acidifiant, la glucono- delta lactone.

La présure est très stable au pH (5-6); au-dessus de pH 6 son activité diminue progressivement et au-delà de pH 7 elle est dénaturée.

Elle présente une activité optimale au pH 4.6 sur la caséine entière. (ALAIS et LINDEN, 1997) .

#### **b- Influence de la température**

La température optimum d'activité de la présure se situe à 40-42 °C, en dessous de 20°C l'activité devient faible. L'inactivation thermique totale de l'enzyme se produit à 65°C.

En fromagerie classique, les températures du lait au moment de l'emprésurage se situent dans la fourchette 20-40°C, et le plus souvent entre 30 et 35°C, dans cette gamme, des variations faibles de température influencent beaucoup la vitesse de coagulation, le technicien peut maîtriser facilement par un contrôle strict de la température, la vitesse et l'importance de l'action de la présure.

#### **c-Influence de la concentration en présure :**

Il existe une règle approximative de proportionnalité entre la dose de présure et l'inverse du temps de floculation. Plus la dose est forte, plus le temps est court. (Internet,2).

#### **d- Influence de la concentration en calcium :**

D'après ALAIS et LINDEN, (1997), La présence d'ions  $Ca^{++}$  est indispensable au déroulement de la phase secondaire. Toute cause susceptible de faire baisser la teneur de ces ions dans le lait entrave la coagulation, ces causes peuvent être :

\* **Naturelles** : Il existe des laits dits « lents », très pauvres en calcium, dont le rapport : Ca/N est inférieur à 0.20 (dans un lait normale ce rapport est égal à 0.23) .

\* **Artificielles**: Un traitement thermique sévère insolubilise le calcium, il est nécessaire de restaurer la charge en ions calciques par un apport de  $CaCl_2$ , lorsque ces laits sont destinés à être coagulés par la présure. L'apport de calcium soluble modifie des équilibres salins vers les formes insolubles, la taille du micelle croit par incorporation de phosphate colloïdale et compense la réduction de la dimension des micelles consécutives à l'insolubilisation des sels par traitement thermique.

L'addition de  $CaCl_2$  provoque en outre une légère baisse de pH favorable à l'action de la présure, ce phénomène résulte d'un échange entre ions  $H^+$  fixées sur les protéines et le calcium incorporé.

### **e- Influence de chlorure de sodium :**

L'apport de chlorure de sodium dans le lait, est une pratique observée dans plusieurs pays du bassin méditerranéen [Grec, Egypte, Malta] pour présurer le lait d'une altération rapide par voie microbienne.

La transformation intérieure de ce lait en fromage est perturbée et se traduit par un retard de la coagulation qui se manifeste notamment aux concentrations en sel supérieur à 1%, ce phénomène résulte à la fois des protéines micellaires et de celles de l'enzyme en raison de l'effet dissociant du sodium.

Aux concentrations salines faibles, l'activité enzymatique est légèrement accrue, et le temps de floculation réduit.

Globalement le salage du lait, sauf aux très faibles concentrations sont donc à éviter du point de vue de la transformation en fromage. (**Internet 2**).

### **f- Influence du « passé thermique » du lait :**

Les variations de température auxquelles a été soumis le lait avant l'addition de la présure modifient son aptitude à la coagulation, les effets du refroidissement et de la pasteurisation au niveau de ses constituants sont importants :

#### **Chauffage :**

Si le traitement thermique est modéré (60°C), les équilibres salins se modifient, les formes insolubles du phosphate colloïdal augmentent. la taille de la micelle croit, il s'ensuit une baisse de sa stabilité favorisant l'action de la présure. Cet effet est réversible par refroidissement par le jeu normal des équilibres entre formes solubles et insolubles.

#### **Refroidissement :**

Le refroidissement du lait entraîne une solubilisation de la caséine et un accroissement de la couche d'eau liée. La stabilité de la micelle s'en trouve accrue, il s'ensuit que l'action de la présure est défavorisée (**Internet 2**).

### **g- effet de la concentration de la matière sèche du lait :**

La concentration du lait<sup>est</sup> effectuée préalablement à l'emprésurage a pour but de retirer une partie plus ou moins importante de la phase aqueuse.

L'équilibre initial entre forme soluble et forme insoluble se trouve modifié, il en résulte une augmentation des formes colloïdales « insolubles » du phosphate de calcium et de la caséine d'où accroissent de la taille des micelles parallèlement la pH du concentré baisse par suite de l'augmentation relative de la concentration en Ions H<sup>+</sup>. (**Internet 2**).

### **III-5 : La présure naturelle :**

La présure naturelle est une macération de la caillette de veaux dans des lactosérum de la fabrication précédente, ou dans « la recuite » .

On appelle ; « recuite » un sérum privé des protéines solubles par chauffage et acidification.

Elle est ajoutée au lait lors de l'emprésurage, ces préparations apportent à la fois les enzymes coagulantes passées en solution et la flore lactique thermophile qui s'est développée durant la macération, généralement effectuée à 40-44 °C.

Compte-tenu de l'acidification du milieu, la présure naturelle sur recuite est un levain contenant essentiellement des *Lactobacillus thermophilus*. Les cultures de ces derniers sélectionnés peuvent être ajoutées à la macération de caillette.

**(BOURGEOIS et LARPENT, 1989) .**

### **III-6 : La force de la présure :**

Elle est exprimée par un rapport entre une unité de poids et de volume de présure capable de coaguler un nombre d'unités correspondantes de lait dans des conditions définies de température et de temps. Ces conditions sont différentes selon méthode réglementaire de référence adoptée.

En France la méthode officielle est celle de SOXHLET, elle précise que la coagulation doit intervenir à 35°C après 40 minutes. **(LARPENT et LARPENT, 1985).**

### **III-7 : La conservation de la présure :**

La présure est conservée à des températures ambiantes, les extraits liquides perdent lentement leur activité, ils doivent être conservés au froid (0-5 °C).

Il existe également des présures sèches (Poudre ou Comprimé), mieux adaptées à la conservation, mais moins pratiques à l'emploi ; elles sont obtenues par relargage au sel d'extraits liquides **(Internet 4)**.

### **III-8 : Les caractéristiques d'une coagulation par la présure :**

La fabrication du fromage nécessite l'utilisation d'un coagulant « présure » qui sert à cailler le lait et à supprimer les éléments fermentescibles (eau, sucre).

La coagulation est obtenue par des doses infimes de la présure de l'ordre de 2-5 ml

Les caractéristiques de la coagulation sont résumées dans le tableau N°V.

**Tableau N°V:** Caractéristiques des caillés à présure : (HERMIER et al., 1992).

| <b>Les caractéristiques</b>                                    | <b>Action des enzymes (présure)</b>                                      |
|--|--|
| * Processus biochimique  | * action enzymatique [lactose non dégradé]                               |
| * Modification de la caséine                                   | * transformation en para caséine, séparation d'une partie non protéique. |
| * pH   | * 6.8  |
| * Composition du coagulum                                      | * phosphoparacaseinate de calcium  |
| * nature de coagulum   | * gel élastique imperméable  |
| * synérèse (rétraction naturelle du gel et expulsion du sérum) | * rapide   |
| * rendement (kg/100 L)   | * 20%  |
| * durée de coagulation   | * longue (10-20 minutes)   |

== ==  
== ==

# Matériel et méthodes

## **II- Matériel et méthodes :**

Notre travail a été réalisé au niveau du laboratoire de notre institut .

### **II-1 Matériel :**

#### **II-1-1 Matériel biologique :**

- **Le lait :**

Le lait est l'aliment le plus complet et la source principale de protéines, de phosphore et de vitamine B<sub>12</sub>. Lors de notre essai on a utilisé deux types de lait, à savoir le lait de vache provenant d'une ferme de la wilaya de Jijel et le lait en poudre « Matine ».

- **Le complexe enzymatique « présure » :**

On a utilisé un complexe enzymatique, extrait de l'estomac du jeune veau non sevré.

- **Le levain :**

Lors de notre étude, on a utilisé un levain mésophile isolé, purifié et préidentifié à partir du leben industriel.

- **Le laiteron :**

C'est un coagulant d'origine végétale, collecté directement à partir de l'arbre *Ficus careca*.

#### **II-1-2 Milieux de culture :**

Au cours de notre étude, on a utilisé les milieux de culture suivants :

- **Gélose nutritive :**

Utilisée pour le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale FTAM .

- **Gélose au désocycholate 0.1% :**

Pour dénombrer les coliformes totaux (C.T) et les coliformes thermotolérants (C.T.T).

- **Gélose Baird Parker :**

Pour rechercher et dénombrer les *Staphylococcus aureus* .

- **Gélose sabouraud :**

Pour la recherche et le dénombrement des levures et moisissures .

#### **II-1-3 Produits chimiques et réactifs :**

Parmi les produits utilisés :

- Phénol phtaléine et NAOH (N/9) pour le dosage d'acidité Dornic .
- Bleu de méthylène, Alcool, Huile à immersion : pour réaliser la coloration simple.
- L'eau oxygénée pour rechercher la catalase.

- L'eau distillée pour la préparation de la solution mère et réaliser les dilutions décimales.

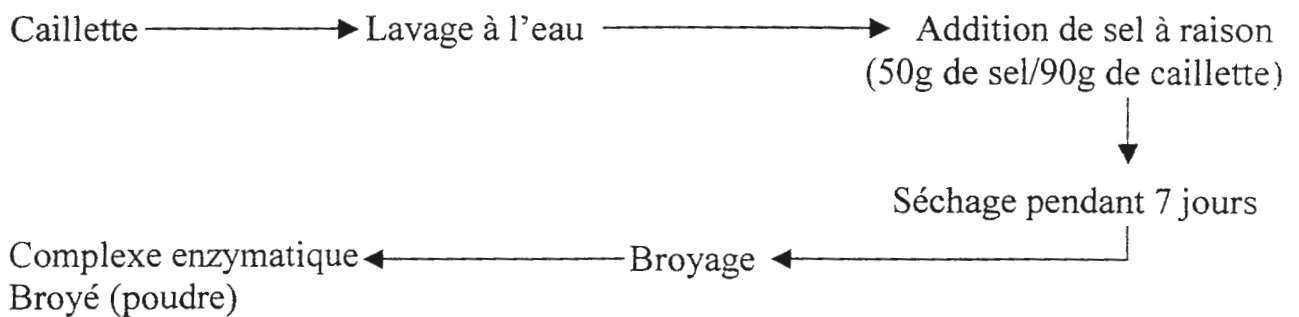
#### II-1-4 Autre matériel :

Parmi le matériel utilisé, on cite :

- **bain marie, de marque** : GERHARDT Bonn.
- **pH mètre, de marque** : Bio block Scientifique 93517 dont la lecture est directe .
- **Etuve, de marque** : WTEbinder et FURNACE .
- **Four pasteur, de marque** : CONTOLS
- **Microscope optique, de marque** : Olympus .

#### II-2 Méthodes :

##### II-2-1 Préparation du complexe enzymatique : CHEFTEL, (1979).



**Figure N°3** : Schéma de la récupération du complexe enzymatique de la caillette de jeune veau.

Après lavage de la caillette, on ajoute du sel à raison de 50g/90g afin de minimiser la teneur en eau, et laisser sécher pendant une semaine, pour la récupération du complexe enzymatique sous forme de poudre, on fait le broyage et on conserve dans des tubes essai stériles.

##### II-2-2 Test du pouvoir coagulant : (LUQUET, 1990).

###### II-2-2-1 Préparation des laits :

On a utilisé trois litres de lait frais [Lait de vache]. Un deuxième substrat de fermentation a été préparé, c'est le lait recombinaé, pour sa préparation, on a reconstitué le lait en poudre à raison de 170g/l, on homogénéise jusqu'à la dissolution complète, puis on ajoute le lait frais à volume égale et on mélange.

###### II-2-2-2 Pasteurisation :

Chaque lait préparé [lait frais, lait recombinaé], va subir un traitement thermique à 80°C pendant 15 minutes. ensuite on le fait refroidir à 37°C.



### II-2-2-3 Ensemencement :

D'après LUQUET, (1990), l'ensemencement est une dissémination des ferments dans le lait, pour développer certaines fermentations spécifiques.

Les deux types de lait, ont étéensemencés par le complexe enzymatique, le levain et le laiteron.

Pour tester le pouvoir coagulant de notre complexe enzymatique, un flacon de 250ml de lait frais estensemencé avec une pincée (0.2g), avec une autre pincée (0.2g) onensemence un autre flacon contenant un mélange à volume égale de lait frais et lait recombinaé (250ml), l'incubation est faite à 37°C.

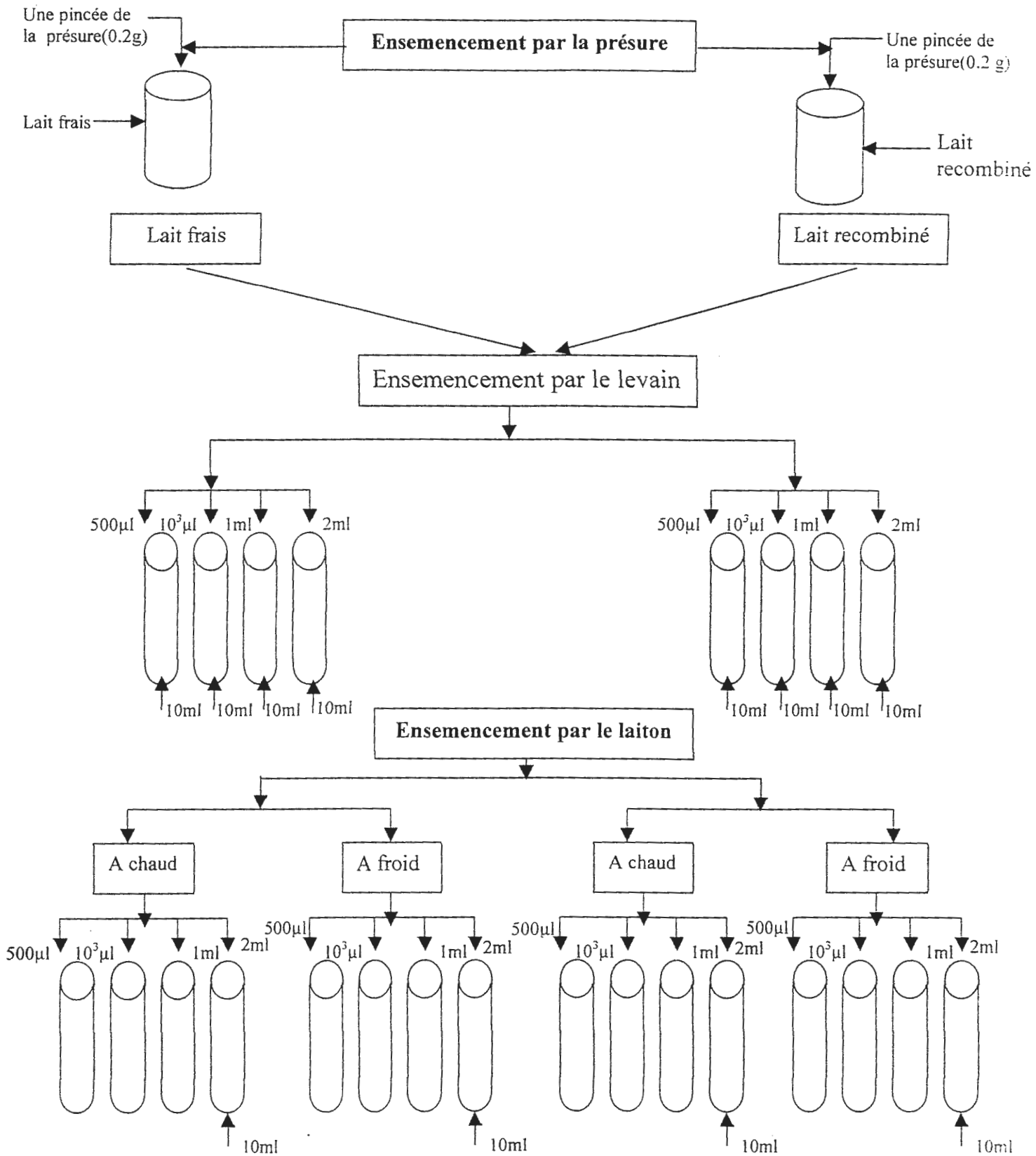
Le deuxième test consiste àensemencer quatre tubes de lait frais contenant chacun 10ml avec les quatre doses de levain, 500µl, 1000µl, 1ml et 2ml. On refait l'opération avec le lait recombinaé, l'incubation est réalisée à 37°C.

Le dernier test consiste à évaluer le pouvoir coagulant du laiteron ainsi pour le lait frais, 80ml de cette matière déjà pasteurisée ont été répartis sur 8 tubes, dont quatre d'entre eux vont être traités au bain-marie à 37°C/ 5 minutes, suivie d'un ensemencement avec des doses de 500µl/10ml, 1000µl/10ml, 1ml/10ml et 2ml/10ml, par ailleurs les quatre tubes restants sontensemencés sans traitement avec les mêmes doses sus-citées.

On refait la même opération et on utilise les mêmes doses lors de l'utilisation du lait recombinaé comme substrat.

Enfin, pour ce dernier test. on calcule le temps de floculation des protéines du lait.

L'ensemble des tests est élucidé par la **figure N° 4**.



**Figure n°4 :** Méthodes d'ensemencement par la présure, levain et le laitron.

## II-2-3 Fabrication du fromage frais :

Selon ALAIS et LINDEN, (1997), le fromage frais est une conserve de deux constituants insolubles du lait, la caséine, et la matière grasse. Lors de notre étude on a fabriqué deux fromages frais à base de deux types de lait.

### II-2-3-1 : La fabrication à base de lait frais :

On a appliqué la méthode décrite par ECK, (1990), qui se résume en :

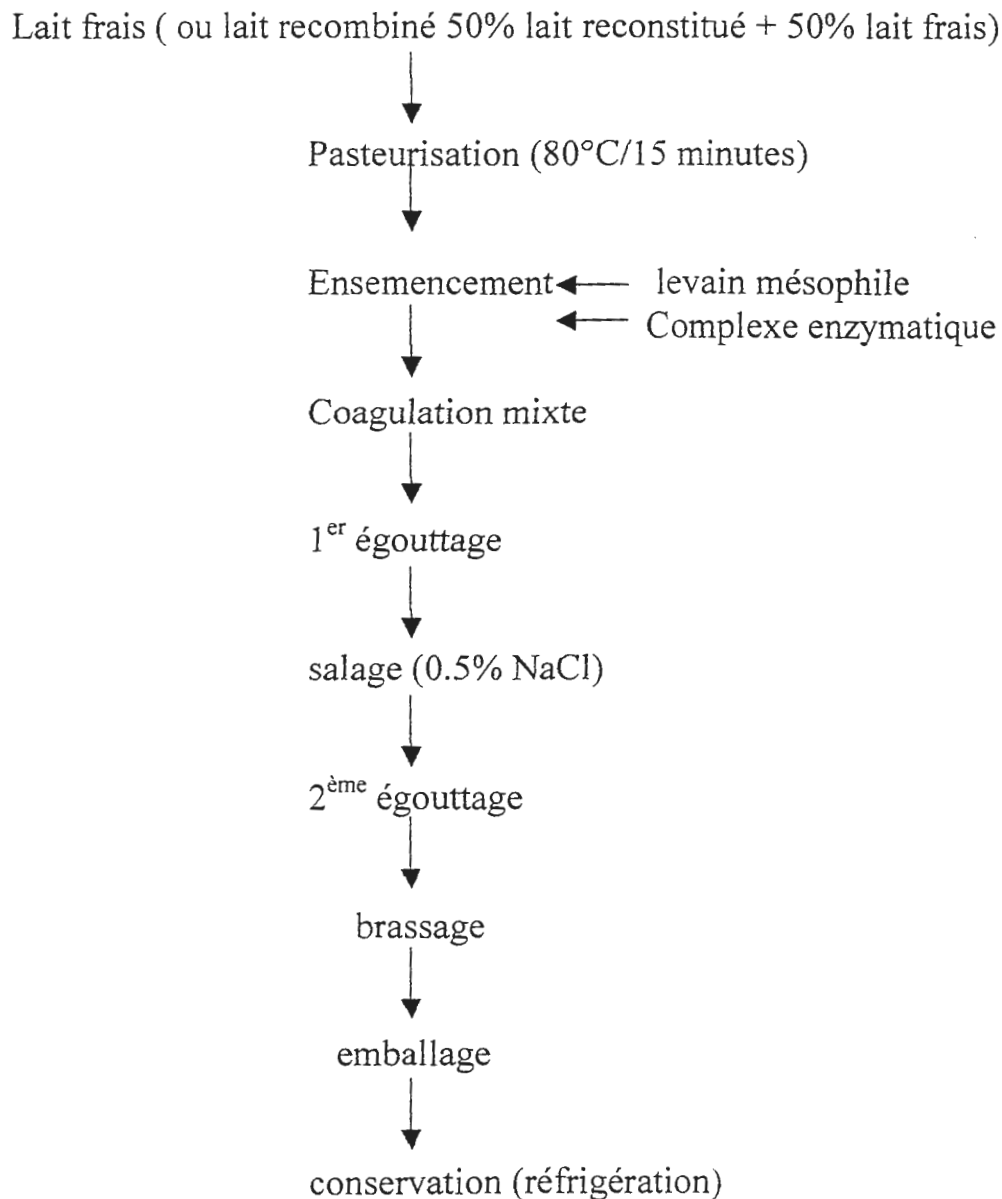
- **La pasteurisation** : On a utilisé trois litres de lait frais, ces derniers sont pasteurisés à 80°C pendant 15 minutes.
- **Ensemencement – coagulation mixte** : Après pasteurisation, le lait est refroidi à une température de maturation 37°C, estensemencé avec le levain mésophile, qui va provoquer l'acidification du lait, et développer l'arôme du fromage, et 7 pincées du complexe enzymatique de la caillette (chaque pincée = 0.2g), puis on incube à 37°C pendant 17 heures.

L'action combinée de l'extrait de la caillette de l'acide lactique, permet d'obtenir un caillé aux caractéristiques souhaitées.

- **Egouttage en toile** : Après coagulation, le caillé est égoutté à l'aide d'un foulard <sup>stérile</sup> pour éliminer l'excès de lactosérum. Aucune pression n'a été exercée sur le coagulum.
- **Salage** : Après le premier égouttage, on ajoute du sel (0.5%), pour réduire la teneur en eau, donc minimiser l'activité de l'eau.
- **2<sup>ème</sup> égouttage** : Dans cette étape, nous avons essayé d'éliminer le maximum d'eau qui reste dans le fromage.
- **brassage** : Après le 2<sup>ème</sup> égouttage, on ajoute du sel [2% NaCl], et de l'ail [02 gousses / 500 g] pour l'aromatisation et la conservation des fromages, on mélange la pâte par homogénéisation .
- **Emballage** : La pâte est conditionnée dans du papier aluminium sous forme de portions carrées.
- **Conservation** : La conservation des fromages est faite dans un réfrigérateur à une température de 4 à 6°C, afin de stopper la fermentation. La durée de la conservation est de 10 jours. C'est à ce niveau que nous avons effectué nos prélèvements pour faire nos premières analyses physico-chimiques et micro biologiques.

### II-2-3-2 : La fabrication à base de lait recombiné :

Les mêmes étapes décrites au-dessus ont été appliquées pour la fabrication du fromage frais, mais avec du lait recombiné à volume égale de lait frais et lait reconstitué à 170 g/l d'eau .



**Figure n°5** : Diagramme de fabrication du fromage frais au niveau du laboratoire

#### **II-2-4 Analyse physico-chimique : (Lait et fromage frais) :**

Il est évident que la qualité du produit fini dépendra en grande partie de la qualité des matières premières utilisées ainsi, nous avons procédé à l'évaluation de la qualité physico-chimique des matières premières et de leurs produits qui en résulteront.

##### **II-2-4-1 Détermination de l'acidité (AFNOR : V04-206.1969) :**

L'acidité est déterminée par titration d'un échantillon de 10ml de lait frais, plus 05 gouttes de Phénol-phtaléine à l'aide de soude Dornic (N/9), jusqu'au virage de la couleur au rose pâle.

- **Interprétation des résultats :**

$$\text{Acidité en degré dormic} = V_{\text{NaOH}} \cdot 10$$

V= Volume de NaOH utilisé pour titrer les 10ml de lait.

##### **II-2-4-2 Mesure de pH :**

Elle consiste à plonger l'électrode du pH mètre dans la prise d'essai (10ml) et lire la valeur affichée sur l'écran.

Par ailleurs, pour la détermination de l'acidité et du pH du fromage frais, on applique les mêmes techniques sus-citées, mais après avoir solubiliser 5g de fromage dans 45 ml de l'eau distillée stérile, (c'est la source de prélèvement des échantillons) .

##### **II-2-4-3 Détermination de la matière sèche : (AFNOR : V04-206. 1969)**

La détermination de la matière sèche s'effectue par pesées d'un poids de 10ml de lait (10g : cas de fromage frais) avant et après évaporation à 102°C pendant 4 heures .

- **Interprétation :**

Le pourcentage de la matière sèche de l'échantillon est donné par la formule suivante :

$$MS(\%) = \frac{X}{Y} \times 100$$

X : Poids de l'échantillon (g) après étuvage.

Y : Poids de l'échantillon (g) avant étuvage.

##### **II-2-4-4 Détermination de la matière minérale : (AFNOR :V04-206.1969)**

La détermination de la matière minérale (M.M)s'effectue par pesées du poids de 10ml de lait (10g de fromage frais) avant et après évaporation à 500 °C pendant 4-5 heures .

- **Interprétation :**

Le pourcentage de la matière minérale est donné par la relation suivante :

$$MM(\%) = \frac{X}{Y} \times 100$$

X : Poids de l'échantillon (g) après étuvage.

Y : Poids de l'échantillon (g) avant étuvage.

#### **II-2-4-5 Détermination de la matière organique :**

Le pourcentage de la matière organique est obtenu à partir de la matière sèche et la matière minérale, il est donné par la formule suivante :

$$MO \% = (MS - MM) \%$$

#### **II-2-5 : Analyse micro biologique**

##### **a- Méthode de dénombrement des flores et préparation de suspension mère, les dilutions décimales :**

Nous avons choisi le dénombrement en milieu solide.

Après culture et étuvage, chaque bactérie vivante donnera une colonie visible.

Le prélèvement s'effectue avec beaucoup d'attention dans des conditions d'asepsies.

Pour la préparation de la solution mère, on introduit 5g de fromage frais avec 45ml d'eau distillée stérile, puis on réalise une agitation à l'aide d'un agitateur, afin d'obtenir une suspension homogène ( $10^{-1}$ )

On prélève 1ml de la solution mère à l'aide d'une pipette stérile, ensuite on introduit aseptiquement le volume prélevé dans un tube à essai contenant 9ml d'eau distillée stérile. ainsi on obtient une dilution au 1/100 ou  $10^{-2}$ . manuellement le tube est agité pour rendre la dilution homogène, puis 1ml de la dilution  $10^{-2}$  est transférée dans un deuxième tube contenant 9ml d'eau distillée stérile, ainsi on obtient la dilution au 1/1000 ou  $10^{-3}$  de la même façon, on va obtenir les autres dilutions ( $10^{-4}$ ).

## **b- Recherche et dénombrement des flores : GUIRAUD, (1998).**

### **• Dénombrement de la flore totale aérobie Mesophile «FTAM» :**

A l'aide d'un râtelier stérile, on étale 1ml de la dilution  $10^{-3}$  sur la surface de la gélose nutritive, on laisse sécher, puis, les boîtes sont transférées à l'incubateur à 37°C. Le dénombrement se fait après 24 heures.

### **• Recherche et dénombrement des coliformes totaux « CT »:**

Pour leur dénombrement, on a utilisé deux boîtes de pétri, on introduit au fond de chaque boîte 1 ml de la dilution  $10^{-3}$ , puis on coule 13 ml du milieu au désoxycholate 0.1% en surfusion.

On mélange et on laisse prendre en masse. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 heures.

Toutes les colonies rouges (lactose +), d'un diamètre d'environ 0.5 mm sont considérés comme étant des coliformes.

### **• Recherche et dénombrement des coliformes thermotolérants « CTT »:**

On a utilisé la même technique et le même milieu que ceux du dénombrement des coliformes totaux, mais à partir de la dilution  $10^{-2}$ , et l'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures.

### **• Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* :**

La recherche est pratiquée directement à partir de la suspension mère, par culture sur milieu gélose de Baird Parker .

On ensemence 0.1 ml de la solution mère en surface du milieu solide, puis on incube à 37 °C pendant 24 heures.

### **• Recherche des levures et moisissures :**

La numération de levures et moisissures s'effectue sur le milieu SABOURAUD. L'ensemencement est réalisé en surface à partir de la dilution  $10^{-1}$ , et l'incubation se fait à la température du laboratoire (22°C) pendant 2 à 3 jours.

#### **• Les levures:**

Aspect identique aux colonies bactériennes, elles peuvent avoir des bords réguliers ou irréguliers, des formes convexes ou plates, elles sont pigmentées et souvent opaques.

#### **• Les moisissures:**

Colonies toujours pigmentées à l'aspect velouté, plus ou moins proéminentes.

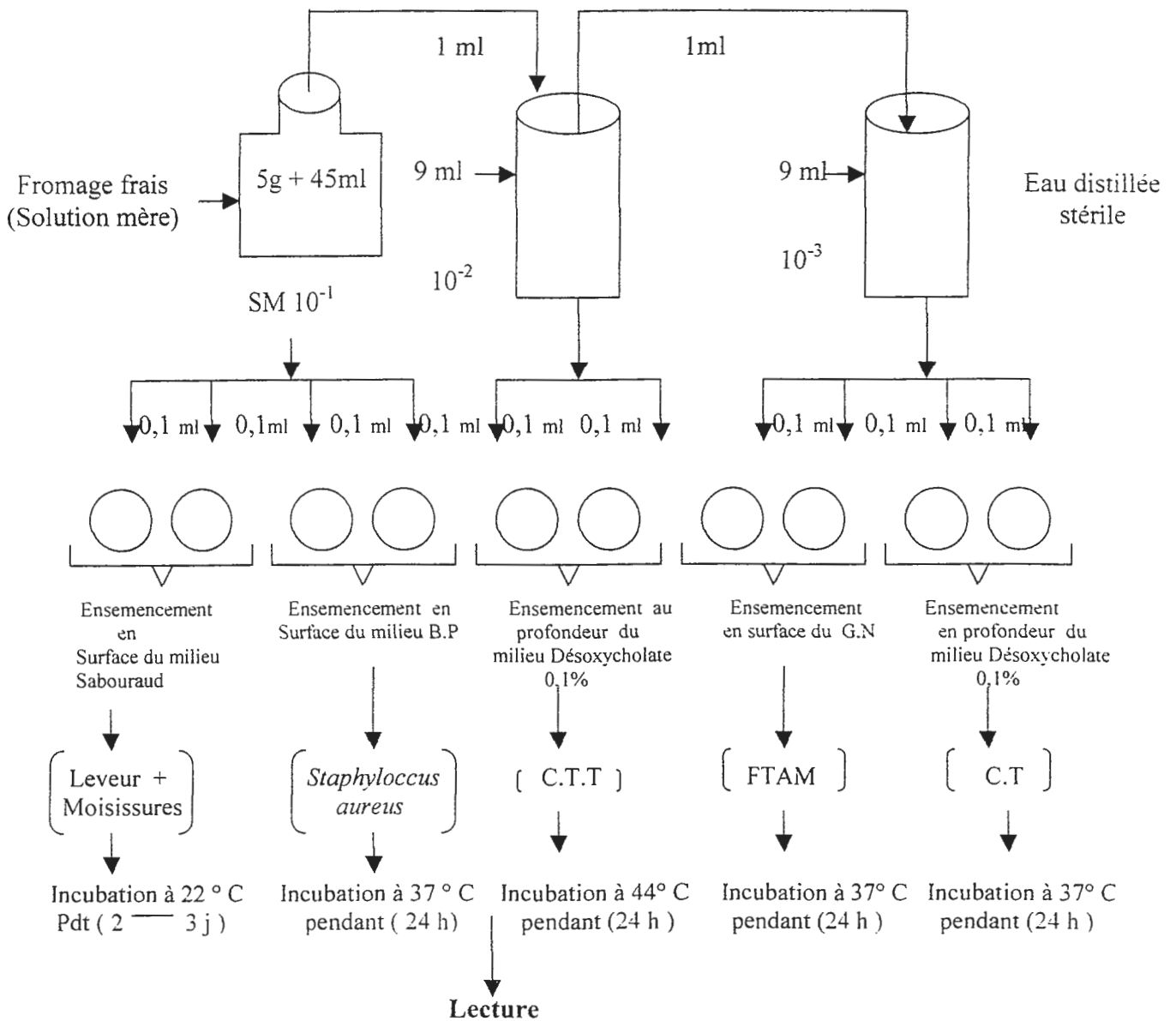


Figure N° 6 : Méthode de préparation de solution mère , Dilutions Décimales et Dénombrement des Flores



III

Résultats  
et discussion

### III. Résultats et discussion :

#### III-1 Paramètres physico-chimiques des matières premières :

D'après nos résultats représentés dans le tableau VI, le pH des deux matières premières est presque identique avec un écart de 0,02, le pH était de 7,26 pour le lait frais et de 7,28 pour le lait recombinaé, de ce fait les laits sont alcalins.

En comparant ces résultats avec la norme AFNOR (pH 6,5 à pH 6,7), nous constatons un écart assez important, ainsi cette alcalinité des laits peut être probablement liée soit à la décomposition des acides organiques, soit à la présence d'une flore alcalinisante, soit à une fraude.

L'acidité enregistrée était de 19° D pour le lait frais et 23,02°D pour le lait recombinaé, par comparaison de ces valeurs à la norme AFNOR (acidité entre 14° D et 18°D), nous déduisons que le lait recombinaé n'est pas conforme à la norme.

Cependant, pour le paramètre matière sèche, il apparaît que le lait recombinaé est plus riche 15,01% contre 12,03% dans le lait frais, donc les laits sont dans la norme (AFNOR : MS ≥ 12 %), en revanche l'inverse est observé avec la matière minérale ou on a noté que le lait de vache était plus riche avec une teneur moyenne de 1,03%.

Enfin, la matière organique était de 14,12% dans le lait recombinaé contre seulement 11% dans le lait frais.

**Tableau VI : Paramètres physico-chimiques des matières premières :**

| L'échan | Lait frais             |                        |         | Lait recombinaé        |                        |         |
|---------|------------------------|------------------------|---------|------------------------|------------------------|---------|
|         | 1 <sup>ère</sup> echan | 2 <sup>ème</sup> echan | moyenne | 1 <sup>ère</sup> echan | 1 <sup>ème</sup> echan | Moyenne |
| pH      | 7,30                   | 7,22                   | 7,26    | 7,30                   | 7,27                   | 7,28    |
| °D      | 18,88                  | 19,20                  | 19,04   | 22,93                  | 23,09                  | 23,02   |
| MS%     | 11,90                  | 12,16                  | 12,03   | 14,89                  | 15,12                  | 15,01   |
| MM%     | 1,02                   | 1,04                   | 1,03    | 0,88                   | 0,91                   | 0,89    |
| MO%     | 10,88                  | 11,12                  | 11,00   | 14,01                  | 14,21                  | 14,12   |

MS% : Matière sèche.

MM% : Matière minérale.

MO% : Matière organique.

### III-2- Evolution de l'acidité et du pH au cours des tests de pouvoir coagulant :

#### III-2-1 Le pouvoir coagulant du complexe enzymatique :

Les résultats de l'acidité et du pH, obtenus sont présentés dans le tableau N° VII.

La connaissance des résultats de ces contrôles va nous permettre de détecter toute défaillance de façon à éviter qu'elle ne se produise au cours de la production du fromage frais.

Le contrôle de l'acidité et du pH s'effectue chaque deux heures.

L'extrait de la caillette ou complexe enzymatique agit sur la caséine de lait et donne un coagulum formé de phospho-caseinate, ce coagulum est souple, élastique, imperméable, rétractile : L'expulsion de sérum s'effectue rapidement.

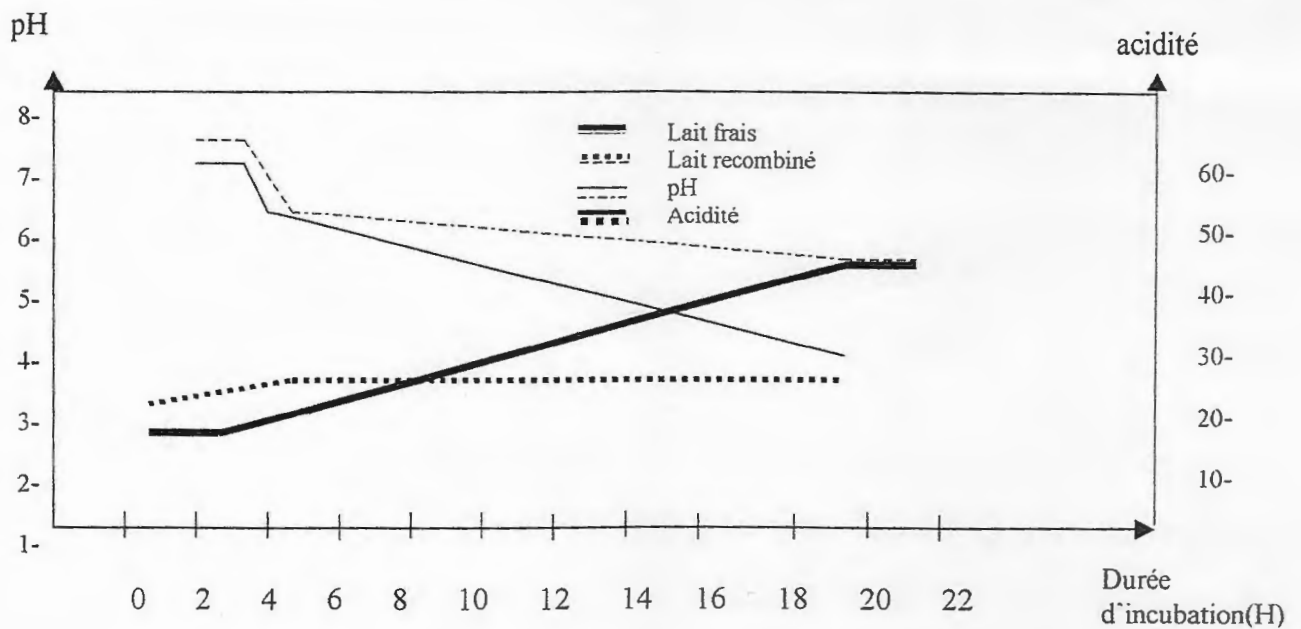
D'après les résultats représentés par la figure 7, nous pouvons dire que l'acidité du caillé a base de lait frais augmente considérablement à partir de la 4<sup>ème</sup> heure pour atteindre une valeur de 49°D après 21 heures d'incubation.

Mais l'augmentation de l'acidité de caillé a base du lait recombinaé est faible, elle est de 30,7°D après 21 heures, par contre en remarque que les valeurs du pH s'abaissent progressivement avec le temps jusqu'aux 17<sup>ème</sup> heure ou on obtient un pH 4,2 proche du pH<sub>i</sub> (pH 4,6), Pour lequel la présure possède une bonne activité sur la caséine.

En revanche, pour avoir le pH<sub>i</sub> de caséine du lait recombinaé, il faut attendre plus de 21 heures, il apparaît que le complexe enzymatique est plus efficace sur le lait frais dont la coagulation est obtenue en un temps économique.

**Tableau VII :** Evolution de l'acidité et du pH sous l'effet du complexe enzymatique « présure »

| Durée d'incubation  |    | Ensemencement avec l'extrait du caillette<br>« présure » |                 |
|---------------------|----|--|-----------------|
| Après ensemencement |    | Lait frais   | Lait recombinaé |
| 0 heure             | PH | 07,14  | 07,28           |
|                     | °D | 19,0   | 23              |
| 2 heures            | PH | 07,10  | 07,24           |
|                     | °D | 20   | 25              |
| 4 heures            | PH | 06,03  | 06,21           |
|                     | °D | 23   | 27              |
| 17 heures           | PH | 04,20  | 05,15           |
|                     | °D | 45   | 28              |
| 19 heures           | PH | 04,10  | 05,12           |
|                     | °D | 47   | 29,20           |
| 21 heures           | PH | 03,88  | 04,98           |
|                     | °D | 49   | 30,70           |



**Figure N°7** : évolution de l'acidité et de pH au cours de test de coagulation par le « complexe enzymatique

### III-2-2 Evolution de l'acidité et du pH sous l'influence de levain

Dans des conditions favorables, les bactéries se développent en transformant le lactose en acide lactique, le lait s'acidifie et lorsque le pH est d'environ 4,6, la caséine devient instable et précipite.

Cette réaction est facilitée en incubant les deux types du lait à une température de 37°C pendant 17 heures.

Les résultats sont représentés dans le tableau VIII et illustrés par les figures 8 et 9.

D'après les résultats relatifs au lait frais, on constate une augmentation considérable de l'acidité au cours de l'incubation, l'acidité était à son maximum dans le laitensemencé avec 2ml de levain (Acidité = 54°D) suivi par celle du laitensemencé avec 500 µl (47°D), toute fois il apparaît que le phénomène de coagulation est obtenu à ce stade c'est à dire après 4 heures d'incubation où pour l'ensemble, on a obtenu un pH inférieur au pH<sub>i</sub> de la caséine.

Cependant, le test était très positif sur le lait recomb. dont la coagulation a eu lieu après 4 heures d'incubation avec un pH allant de pH 4,4 du caillé à 2ml de levain et un pH 4,71 du caillé à 500 µl de levain, de même, on a noté que l'acidité était supérieure à 50°D après les premières 4 heures d'étuvage.

Enfin, les résultats obtenus après 4 heures d'incubation sont très intéressants pour la fabrication du fromage frais.

On peut remarqués également que le ferment est très bon acidifiant même à faible dose (500µl), dont le caillé est obtenu dans un temps très économique (4heures ), avec un pH égale à 4,44 proche du pH; 4,6.

**Tableau VIII : Evolution de l'acidité et du pH sous l'influence du levain**

| Doses<br>Temps |    | Ensemencement avec le levain |        |      |      |                |        |      |      |
|----------------|----|------------------------------|--------|------|------|----------------|--------|------|------|
|                |    | LAIT FRAIS                   |        |      |      | LAIT RECOMBINÉ |        |      |      |
|                |    | 500ml                        | 1000ml | 1ml  | 2ml  | 500ml          | 1000ml | 1ml  | 2ml  |
| 2 heures       | pH | 5,18                         | 5,05   | 5,09 | 4,86 | 5,42           | 5,35   | 5,37 | 5,23 |
|                | °D | 38                           | 37     | 35   | 46   | 53             | 64     | 51   | 60   |
| 4 heures       | pH | 4,44                         | 4,23   | 4,25 | 4,06 | 4,71           | 4,6    | 4,61 | 4,44 |
|                | °D | 47                           | 44     | 45   | 54   | 59             | 81     | 58   | 76   |
| 17 heures      | pH | 3,36                         | 3,40   | 3,43 | 3,47 | 3,50           | 3,59   | 3,53 | 3,63 |
|                | °D | 85                           | 75     | 63   | 82   | 109            | 115    | 137  | 152  |

°D = degré dornic

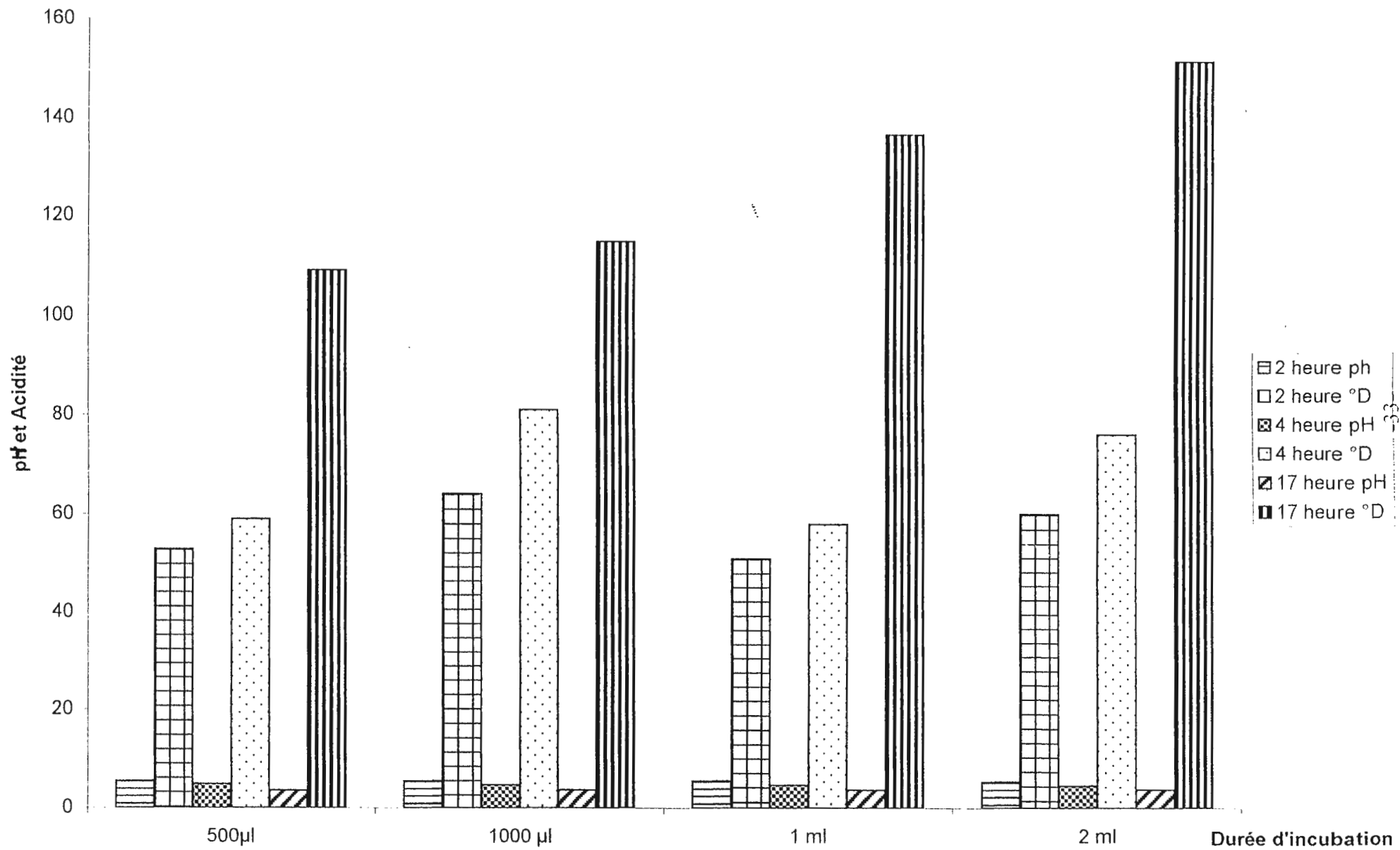


figure 8 : Evolution du pH et de l'acidité au cours du test du pouvoir coagulant des ferments lactiques (lait frais)

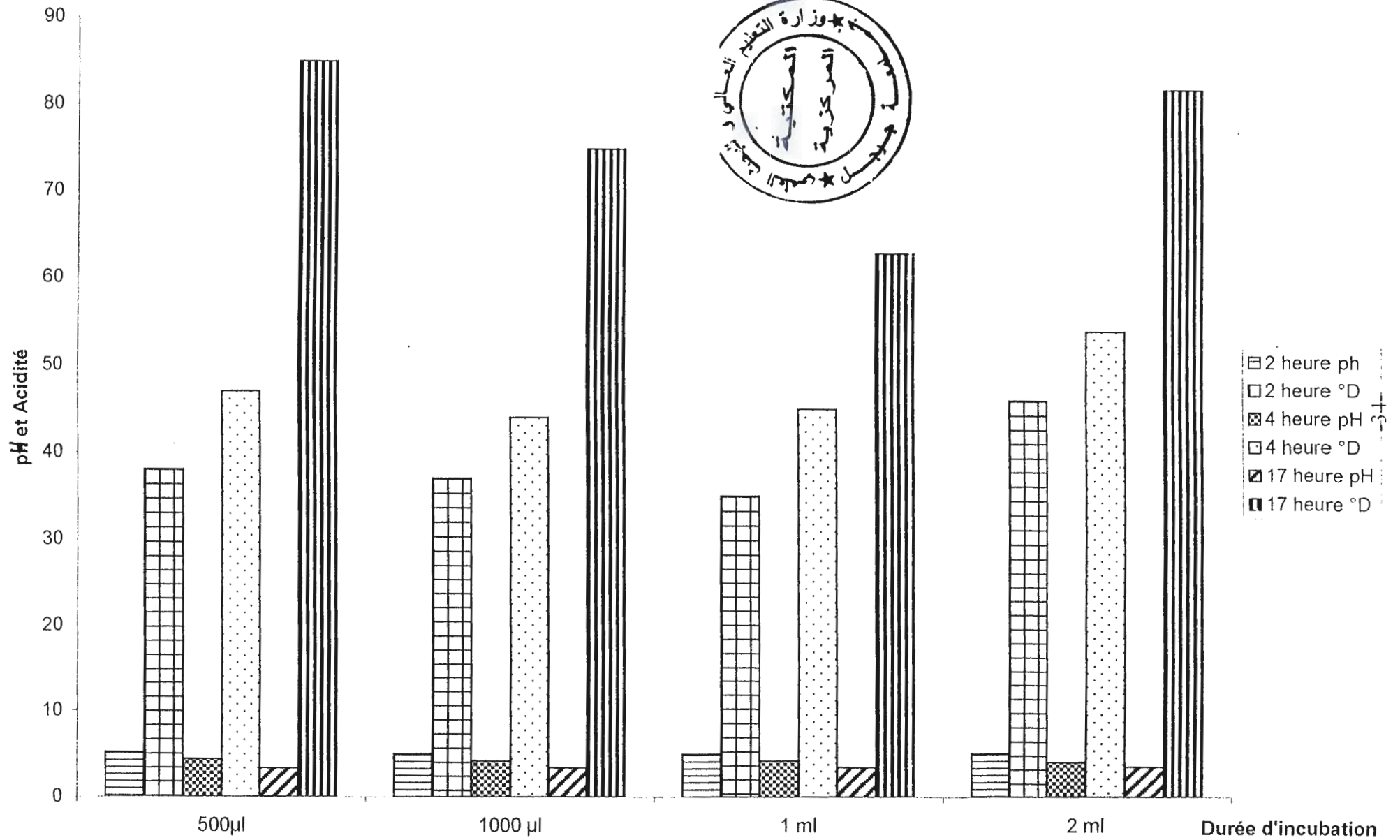


figure 9 : Evolution du pH et de l'acidité au cours du test du pouvoir coagulant des ferments lactiques

### III-2-3 Cas d'ensemencement avec le laiteron :

L'ensemencement avec le laiteron nous a donné les résultats enregistrés dans le tableau IX:

D'après les résultats, on peut dire que l'effet du laiteron sur le pH et l'acidité des deux types de lait est très faible, mais il a un effet coagulant très actif et rapide, mais malgré que le laiteron possède un pouvoir coagulant très rapide, son utilisation est très limitée, car il altère la qualité organoleptique du fromage ; il donne un goût amer, avec une fragmentation du caillé.

Les résultats montrent que la vitesse de coagulation est influencée par les deux facteurs à savoir la dose du laiteron et le traitement thermique ainsi, on constate qu'avec une température de 37°C, le temps de coagulation des deux types de lait est très court (entre 7 seconde et 19 secondes), dont le pH 5,27 et pH 5,72.

**Tableau IX** : Evolution de l'acidité et du pH sous l'effet du laiteron

| paramètres<br>doses | Lait frais |    |    |         |    |    | Lait combiné |    |    |         |    |    |
|---------------------|------------|----|----|---------|----|----|--------------|----|----|---------|----|----|
|                     | A chaud    |    |    | A froid |    |    | A chaud      |    |    | A froid |    |    |
|                     | pH         | °D | t  | pH      | °D | t  | pH           | °D | t  | pH      | °D | t  |
| 500µl               | 5,62       | 48 | 15 | 5,72    | 43 | 38 | 5,72         | 55 | 14 | 5,8     | 11 | 37 |
| 1000µl              | 5,58       | 42 | 7  | 5,65    | 45 | 30 | 5,70         | 59 | 19 | 5,76    | 58 | 28 |
| 1ml                 | 5,60       | 40 | 13 | 5,64    | 46 | 27 | 5,27         | 57 | 15 | 5,76    | 15 | 30 |

t : temps de coagulation en seconde.

°D : acidité en degré Dornic

### III-3 Evolution de la qualité physico-chimique du produit fini au cours de la conservation

#### III-3-1 Evolution du pH et de l'acidité.

Les résultats obtenus au cours de la conservation du fromage frais sont enregistrés dans le tableau X et illustrés par la figure N°10.

Après la fabrication, notre fromage est conservé au froid à une température de 4-6°C pendant 10 jours. Dans ces conditions les bactéries ne se multiplient pas mais conservent néanmoins une activité métabolique.

Selon nos résultats, il apparaît que le pH augmente légèrement au cours de la conservation. au 9<sup>ème</sup> jour, on a enregistré un pH égale à pH 4,9 pour le fromage à base de lait frais et pH 5,5 pour le fromage à base de lait recombinaé.



Par contre on observe une diminution de l'acidité, au 9<sup>ème</sup> jour, on enregistre une acidité de 8°D et 18°D pour le fromage à base de lait frais et recombinaé respectivement.

L'augmentation du pH peut s'expliquer par la dégradation de caséine jusqu'à la formation d'ammoniaque, qui neutralise les acides du fromage, ce qui entraîne une diminution d'acidité.

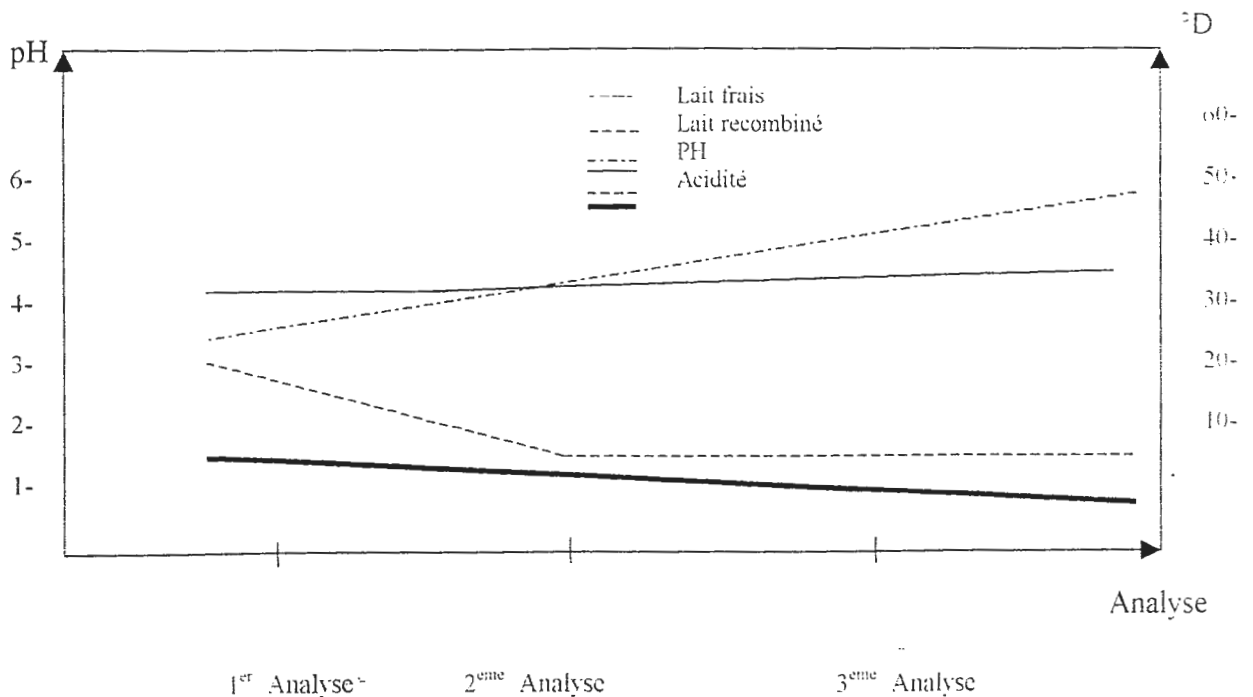
D'après ALAIS et LINDEN, (1997), l'acidité formée est neutralisée par le calcium restant dans la patte ou par l'ammoniaque produit par la micro flore superficielle ou bien par des fermentations secondaire.

**Tableau X :** Evolution de la qualité physico-chimique du produit fini au cours de la conservation

|                             |    | Fromage frais à base de lait frais |              |         | Fromage frais à base de lait recombinaé |              |         |
|-----------------------------|----|------------------------------------|--------------|---------|---|--------------|---------|
|                             |    | Echantillon1                       | Echantillon2 | Moyenne | Echantillon1                            | Echantillon2 | Moyenne |
| 1 <sup>ère</sup><br>Analyse | pH | 4,8                                | 4,72         | 4,76    | 3,92                                    | 4,08         | 4       |
|                             | °D | 19,09                              | 17,51        | 18,6    | 37,6                                    | 38,4         | 38      |
| 2 <sup>ème</sup><br>Analyse | pH | 4,89                               | 5,01         | 4,95    | 4,90                                    | 4,98         | 4,94    |
|                             | °D | 11,92                              | 12,08        | 12      | 20,21                                   | 19,80        | 20      |
| 3 <sup>ème</sup><br>Analyse | pH | 5,03                               | 4,96         | 4,99    | 5,6                                     | 5,41         | 5,5     |
|                             | °D | 7,88                               | 8,13         | 8       | 17,92                                   | 18,08        | 18      |

pH : Potentiel hydrogène.

°D : Acidité en degré dornic.



**Figure 10-** Evolution du pH et de l'acidité au cours de la conservation des fromages frais

### **III-3-2 Evolution de la matière sèche, matière minérale et de la matière organique au cours de la conservation :**

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau N° XI.

#### **. Evolution de la matière sèche:**

Le long de notre étude, nous avons remarqué que la matière sèche est en décroissance pendant la conservation, mais les pertes sont minimales, ainsi au cours de notre première analyse, la matière sèche était de 49,01% et 55,2% pour le fromage au lait frais et celui au lait reconstitué respectivement. Enfin de conservation on a noté une perte de 1,8% et 6,05% pour le fromage au lait frais et celui au lait reconstitué respectivement.

#### **. Evolution de la matière minérale :**

La figure N° 12 montre qu'il y a une perte de la matière minérale des deux types de fromage au cours de la conservation, ce phénomène est dû à la perte d'eau et ses sels, et à la neutralisation des charges micellaires, qui s'accompagne d'une déminéralisation du micelle

Selon l'action combinée des deux starters [présure+levain] on obtient un caillé ayant des caractéristiques différentes et qui perd plus ou moins facilement son eau et ses sels minéraux.

Toutefois, il est clair que le fromage au lait frais est le plus riche en matière minérale avec une teneur de 3,90% au dernier jour de conservation.

#### **. Evolution de la matière organique :**

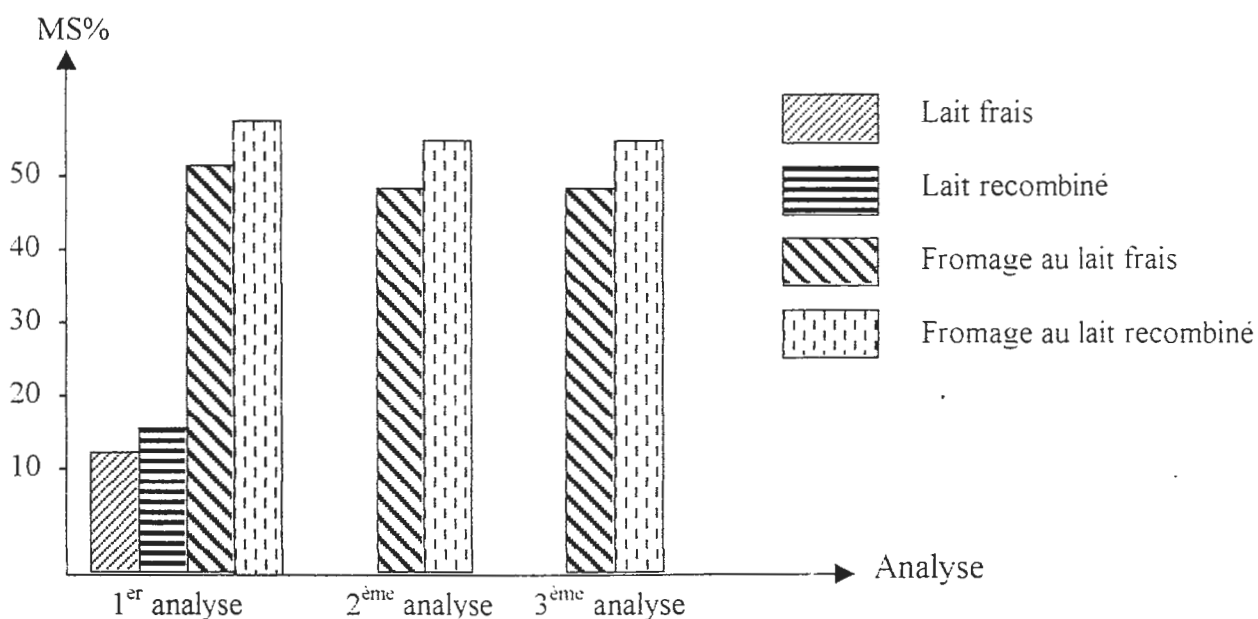
D'après la Figure N° 13 il apparaît que le pourcentage de la matière organique diminue durant la conservation, cette diminution est liée aux différentes modifications engendrées par les bactéries lactiques, à savoir celles relatives à l'utilisation des différents substrats pour satisfaire leurs besoins nutritionnels (Glucose, Lipide, Protéine...), d'autres sont liées aux différentes transformations des substrats en d'autres produits assez volatils (arômes).

Ainsi et en fin de conservation la matière organique était de 43,31% dans le fromage à base de lait frais et 46,75% dans le 2ème fromage, cependant les pertes étaient de 0,51% et 4,5% pour le fromage au lait frais et le fromage à base de lait reconstitué respectivement.

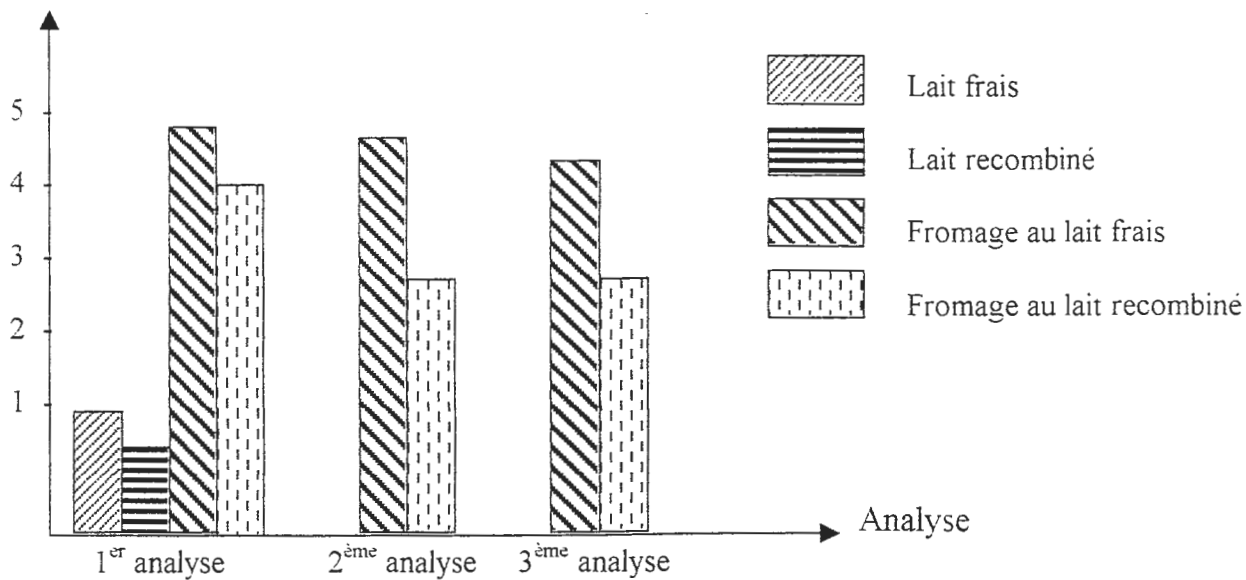
**Tableau XI** : Evolution de la matière sèche la matière minérale et la matière organique pendant la conservation

|              |     | Fromage frais à base de lait frais |              |         | Fromage frais à base de lait recombinaé |              |         |
|--------------|-----|------------------------------------|--------------|---------|---|--------------|---------|
|              |     | Echantillon1                       | Echantillon2 | Moyenne | Echantillon1                            | Echantillon2 | Moyenne |
| 1ère Analyse | MS% | 48.82                              | 49,2         | 49.01   | 56,30                                   | 54,10        | 55.2    |
|              | MM% | 5.79                               | 5,21         | 5.19    | 3,92                                    | 3,98         | 3.95    |
|              | MO% | 43,03                              | 43,99        | 43.82   | 52,38                                   | 50,12        | 51.25   |
| 2ème Analyse | MS% | 47,92                              | 48,08        | 48      | 50,30                                   | 52,20        | 51.50   |
|              | MM% | 4,41                               | 4,83         | 4,62    | 2,62                                    | 2,70         | 2.66    |
|              | MO% | 43,51                              | 43,25        | 43,38   | 47,68                                   | 49,5         | 48.84   |
| 3ème Analyse | MS% | 47,24                              | 47,18        | 47,21   | 50,26                                   | 48,04        | 49.15   |
|              | MM% | 3,87                               | 3,93         | 3,90    | 2,38                                    | 2,42         | 2.4     |
|              | MO% | 43,37                              | 43,25        | 43,31   | 47,88                                   | 45,62        | 46.75   |

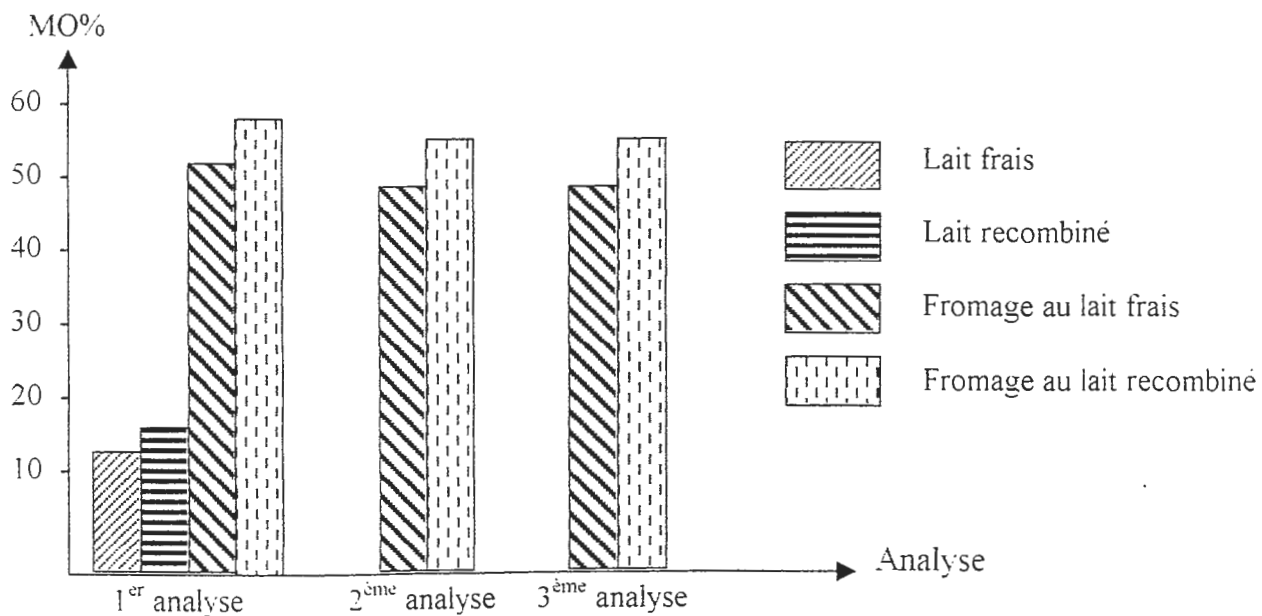
MS : Matière sèche.  
 MM : Matière minérale.  
 MO : Matière organique



**Figure 11-** Evolution de la matière sèche au cours de la conservation des fromages frais



**Figure 12-** Evolution de la matière minérale au cours de la conservation des fromages frais



**Figure 13-** Evolution de la matière organique au cours de la conservation des fromages frais

### **III-4 Le rendement global du fromage :**

Au cours de la fabrication, on a utilisé deux type de lait :

Le lait frais et le lait recombinaé (frais + poudre).

Dans le cas du fromage à base du lait frais, on a utilisé trois litres de lait frais, et après les différentes étapes de fabrication on obtient 395,9g du fromage et 2700 ml de lactosérum.

Donc le rendement approximatif est de 10,15%.

On a utilisé aussi trois litres du lait frais qui est reconstitué par 510g du lait en poudre, pour le fromage à base du lait recombinaé.

Après les différentes étapes de fabrication on obtient 1046,1g du fromage et 2300 ml du lactosérum. Donc le rendement approximatif est de 32,58%.

Enfin, il en ressort que le meilleur rendement est obtenu avec le lait recombinaé.

### **III-5 : Analyse Micro-biologique :**

Avant la fabrication du fromage frais, le lait a subit un traitement thermique, le but de ce dernier est la destruction des microorganismes non sporulés pathogènes ou non, dont leur présence ne peut être qu'accidentelle, de même les additifs (ails, poivre...), sont très peu favorable au développement et à la survie des germes pathogènes.

D'après nos résultats, il en ressort :

- La présence des contaminants signes de contamination fécale est liée aux mauvaises conditions de manipulation au niveau de laboratoire de microbiologie.(où plusieurs étudiants réalisent leurs travaux pratiques) ou manque d'hygiène qui peut être liée à la mauvaise stérilisation du matériel utilisé ou bien aux matières premières. dont la contamination peut être originaire (vaches malades) ou provenir de manipulateurs, et aussi à la pasteurisation qui n'était pas efficace.
- La présence de la flore aérobie mésophile totale est due à l'ensemencement du lait avec le levain lactique en début de la fabrication pour favoriser la fermentation.
- Les levures sont acidotolérantes, leur présence dans notre fromage est probablement liée à la mauvaise pasteurisation, à une contamination extérieure ou encore, à un mauvais entreposage (contamination du fromage au niveau du réfrigérateur).

Enfin, notre produit fini est de mauvaise qualité microbiologique.

**Tableau N° XII : Résultat de l'analyse micro-biologique du fromage frais :**

|                                      |                              | FTAM                | Coliforme<br>totaux | coliforme<br>TT | <i>Staphylococcus<br/>aureus</i> | Levures | Moisissures |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|----------------------------------|---------|-------------|
| <b>Fromage au<br/>lait frais</b>     | 1 <sup>er</sup> a<br>Analyse | 94x10 <sup>3</sup>  | 0                   | 0               | 0                                | 7x10    | 0           |
|                                      | 2 <sup>ème</sup><br>Analyse  | 288x10 <sup>3</sup> | 151x10              | 40x10           | 0                                | 270x10  | 0           |
|                                      | 3 <sup>ème</sup><br>Analyse  | 340x10 <sup>3</sup> | 137x10              | 220x10          | 0                                | 380x10  | 0           |
| <b>Fromage au<br/>lait recombéné</b> | 1 <sup>er</sup><br>Analyse   | 78x10 <sup>3</sup>  | 0                   | 0               | 0                                | 0       | 0           |
|                                      | 2 <sup>ème</sup><br>Analyse  | 306x10 <sup>3</sup> | 0                   | 0               | 0                                | 17x10   | 0           |
|                                      | 3 <sup>ème</sup><br>Analyse  | 386x10 <sup>3</sup> | 0                   | 0               | 0                                | 56x10   | 0           |
| <b>Normes (AFNOR)</b>                |                              |                     | 10                  | 1               | 10                               |         |             |

## Conclusion générale :

De par sa qualité nutritionnelle élevée, en tant que concentré de protéines, le fromage frais permet de plus en plus d'améliorer et de compléter l'alimentation humaine.

Dans notre travail, il a été question de faire varier l'agent coagulant, leur dose et la nature de matière première afin de déterminer la meilleure formulation de ces composants pour aboutir à un produit fini de bonne qualité.

Notre étude expérimentale, nous a permis d'illustrer les effets de la variation de ces principaux composants sur les caractères du fromage.

L'effet combiné du complexe enzymatique et du levain lactique permet d'obtenir un caillé de bonne qualité, par contre le laitron est malgré son pouvoir coagulant très rapide altère les qualités organoleptique de notre produit et donne un goût amer et une odeur désagréable.

D'après les résultats des tests de pouvoir congelant, on peut constater que pour l'obtention d'un caillé de bonne qualité il vaut mieux utiliser la présure dont les valeurs de pH s'abaissent progressivement avec le temps jusqu'au 17<sup>ème</sup> heure ou on obtient un pH de 4,2 avec une augmentation considérable d'acidité à partir de la 4<sup>ème</sup> heure, pour atteindre une valeur de 47°C après la 17<sup>ème</sup> heure.

Malgré que le ferment mésophile est un très bon acidifiant même à faible dose (500 ml) dont le caillé est obtenu dans un temps très économique (4 heures) avec un pH de 4,44 mais ce dernier produit une acidité assez intense (82°D et 152°D) pour le fromage au lait frais et fromage au lait recombinaé respectivement .

Notre produit possède de bon caractère physico-chimique après le 9<sup>ème</sup> jour d'entreposage, le pH atteint 4,94 pour le fromage au lait frais et 5,5 pour le fromage au lait recombinaé . l'acidité de ce dernier est élevée (18°D) .

De point de vue micro-biologique notre produit est corrompu à cause de la présence de levures et des bactéries signes de contamination fécale liée aux mauvaises conditions de travail.

Enfin nous souhaitons que notre étude soit refait dans les meilleures conditions d'hygiène et d'asepsie .

## Références Bibliographiques

- 1- AIT ABDELOUAHAB. N. 2001.  
Microbiologie alimentaire.  
I.S.B.N :9961.0.05/8. Alger ; PP : 98 -103.
- 2- ALAIS.CH , LINDEN .G;1997.  
Abrégé de biochimie alimentaire.  
TEC et DOC Paris ; PP : 179 -185
- 3- Anonyme,1990.  
Lait et produits laitiers.  
TEC et DOC Lavoisier ; PP : 11-18.
- 4- ATIE. S, 1994.  
Essais de fabrication de fromage frais et fondu à base de caséine.  
Mémoire de fin d'études. Institut agronomique de Mostaganem ; PP : 2 - 29.
- 5- BERGER J. L.. et LENOIR J., 1987.  
La microbiologie laitière.  
INRA-INAPG-Grignon : PP : 3-4.
- 6- BOURGEOIS C.M. et LARPENT J. P., 1989.  
Microbiologie alimentaire  
01/5009 Lavoisier ; PP : 7-8.
- 7- BOURGEOIS.S, LEVEAU.S.Y. 1991.  
Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires.  
Tome 3, Lavoisier ; P : 155.
- 8- BOUSSABOUA.H,2002.  
Elément de microbiologie générale.  
Constantine ; PP : 226 - 229.





9- CHEFTEL J.C., 1979

Introduction à la biochimie et à la technique des aliments. Vol 01  
TEC et DOC ; PP 1 – 400

10-ECK .A., 1988 .

Le fromage

TEC et DOC. Lavoisier. ; P : 17 – 39.

11-GUIRAUD J. P., 1998.

Microbiologie alimentaire.

Dunod, Paris ; PP : 140 - 420.

12-HERMIER J, LENOIRE J. WEBER F., 1992.

Les groupes microbiens d'intérêt laitier.

C.E.P.I.L.01 /5468 ; P : 46

13-JOFFIN.CH, JOFFIN.J.N, 1999.

Microbiologie alimentaire.

C.R de DOC. PED. d'AQU. ; PP : 92 – 174

14-LARPENT J. P., 1987.

Actualités des industries alimentaires et agro-industrielles.

APRTA ; PP : 535-544.

15-LARPENT J.P, LARPENT M.J, 1985.

Elément de microbiologie.

HERMANN. PP : 342 - 349.

16-LARPENT J.P, 1997.

Mémento technique de microbiologie

Lavoisier – Paris ; PP : 774 - 780.

17-LEVEAU J.Y, BOUIX M., 1993.

Microbiologie industrielle.

TEC et DOC Lavoisier ; PP : 229 - 315.

18-LUQUET F. M., 1990

Lait et produit laitier

TEC et DOC. ; PP 42 - 56

19-PIROT .Y ; 1985 .

Revue laitière française N° 439

20-SUTRA.L, FEDERIGHI.M, JOUVE .J.L, 1998.

Manuel de bactériologie alimentaire.

POLYTECNICA-Paris ; PP : 240 - 248.

21-VIELLE. M ; 1983.

Technique du lait- N°93

22 - AFNOR, 1995.

Sites Internet

-Internet N° =1 : [www. Meilleur du chef.coù/Cgi/mdc/l/fr/ apprendre](http://www.Meilleurduchef.coù/Cgi/mdc/l/fr/apprendre)

[/ditetique/beir\\_manger/produits laitires/fromage frais.htm /.](http://ditetique/beir_manger/produits_laitires/fromage_frais.htm/)

-Internet N°=2 : [www. Google.fr](http://www.Google.fr)

-Internet N°=3 : [www.list -hygiène.org/arcprésure.htm /.](http://www.list-hygiène.org/arcprésure.htm/)

Etude de fabrication d'un fromage frais type "Fromage sec" et évaluation de sa stabilité physico-chimique et micro-biologique au cours de la conservation.

الخلاصة

نوع الحليب المستخدم في تصنيعه من حيث إمكانية تصنيعه من نوع الحليب من نوع "Fromage sec". النتائج من اختبار قدرة التجميد أظهرت أن الحليب المستخدم يمتلك تأثيراً جيداً على الحالة الحامضية للحليب، حيث أنه في وقت 17<sup>th</sup> ساعة وبعد أن كانت القيمة الحامضية 4.71 pH، أصبح الحليب بعد التجميد، رغم أن قدرته التجميدية سريعة، أنتج منتجاً حامضياً، كافياً (4.99 pH) وكذلك الحليب الذي يغير من الجودة الحامضية. كما أنه أظهرت أن التجميد يؤثر على الجودة الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية حيث أن المنتج بعد التجميد أظهرت خصائص جيدة من حيث القيمة الحامضية (pH 4.99 و pH 5.5 مع انحراف 8.1 D و 18 °C) وقيمة الرطوبة الجافة 34.7% و 46.7% قبل التجميد والحليب بعد التجميد على التوالي.

في الختام، يمكن القول بأن الحليب المستخدم في تصنيعه من نوع الحليب من نوع "Fromage sec".

الكلمات المفتاحية: الحليب، التجميد، الحليب، الحليب، الحليب.

Summary

The study was conducted on the possibility of manufacturing of one cream cheese type "Fromage sec". The results of tests the coagulant power show that the coagulant power of "Fromage sec" possess a good coagulant effect on the casein of milk, where the coagulation time was 17<sup>th</sup> hour and an acidity of 4.71 pH after 17 hours of incubation. The fast coagulant power, the product acidity, was enough (4.99 pH) as well as the lactone that alters the quality organoleptic. Also, the effect of the taste to the product. The evaluation of the quality physico-chemical and microbiological with the product, cooled up made after coagulation from the obtained samples good characteristics: pH = 4.99 and pH = 5.5 with an acidity (8.1 D) and 18 °C, a moisture of dry matter 34.7% and 46.7% for the cream before and after the cooling respectively. In conclusion, the finished product is characterized by easy

Key words: milk, coagulation, lactone, rennet, lactone.

المقدمة

تعد الحليب من أهم الأغذية الطبيعية حيث أنه يحتوي على نسبة عالية من الكالسيوم والفوسفور. كما أنه يحتوي على نسبة عالية من البروتين. في هذا البحث، تم دراسة إمكانية تصنيع نوع من أنواع الجبن من الحليب المستخدم في تصنيعه من نوع "Fromage sec". النتائج من اختبار قدرة التجميد أظهرت أن الحليب المستخدم يمتلك تأثيراً جيداً على الحالة الحامضية للحليب، حيث أنه في وقت 17<sup>th</sup> ساعة وبعد أن كانت القيمة الحامضية 4.71 pH، أصبح الحليب بعد التجميد، رغم أن قدرته التجميدية سريعة، أنتج منتجاً حامضياً، كافياً (4.99 pH) وكذلك الحليب الذي يغير من الجودة الحامضية. كما أنه أظهرت أن التجميد يؤثر على الجودة الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية حيث أن المنتج بعد التجميد أظهرت خصائص جيدة من حيث القيمة الحامضية (pH 4.99 و pH 5.5 مع انحراف 8.1 D و 18 °C) وقيمة الرطوبة الجافة 34.7% و 46.7% قبل التجميد والحليب بعد التجميد على التوالي.