

**UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR
(EISMV)**



Année 2012

N° 1

**« Essai de fabrication d'un fromage frais
traditionnel sénégalais, à partir du lait de vache,
coagulé par la papaine naturelle »**

**MEMOIRE DE DIPLOME DE MASTER EN QUALITE DES
ALIMENTS DE L'HOMME**

Spécialité : Produits d'origine animale

Présenté et soutenu publiquement le **07/01/2012 à 10 heures** à l'EISMV

Par

ABAKAR Mahamat Nour Mallaye

Né le 31 mai 1982 à Djiguidada (TCHAD)

Membres du JURY

Président : M. Louis Joseph PANGUI Professeur à l'EISMV

Membres : M. Bhen Sikina TOGUEBAYE Professeur à l'UCAD

M. Germain Jérôme SAWADOGO Professeur à l'EISMV

M. Malang SEYDI Professeur à l'EISMV
Directeur de Recherche

Dr. Latyr DIOUF Chef atelier produits de
L'élevage (APE/ITA)
Codirecteur de Recherche

NOTE AUX LECTEURS

Ce document a été numérisé et mis en ligne par la Bibliothèque Centrale de l'Université Cheikh Anta DIOP de DAKAR



Bibliothèque Centrale UCAD

Site Web: www.bu.ucad.sn

Mail: bu@ucad.edu.sn

Tél: +221 33 824 69 81

BP 2006, Dakar Fann - Sénégal

DEDICACES

Je dédie ce travail à Allah le Tout Puissant, l'Omniscient et l'Omnipotent et à toute ma famille.

REMERCIEMENTS

Nous remercions avant tout Dieu (الله) de sa grâce.

Nos sincères remerciements :

Au Professeur Malang SEYDI, Professeur à l'EISMV, pour la confiance qu'il m'a accordée et la sympathie qu'il m'a témoigné au cours de ces années. Je le remercie également pour l'honneur qu'il me fait en encadrant ce mémoire;

A Monsieur Babacar NDOYE, Directeur Général de l'ITA, pour m'avoir accordé ce stage;

Au Dr Latyr DIOUF et Madame Astou Diop MBENGUE, respectivement chef de service et Technicienne de l'Atelier Produits d'Elevage de l'ITA, pour leur contribution dans l'élaboration de ce travail, avec simplicité, disponibilité et générosité;

A Mme DIOUF, bibliothécaire, pour sa sempiternelle gentillesse ;

Aux frères et amis ADOUM Hassane Mahamat pour m'avoir hébergé et hospitalité offerte durant 4 mois, Dr VOUNBA Passoret , Farikou ousman et YOUSSEUF Moussa pour tout leur soutien ;

A tous les Enseignants qui ont contribué à ma formation ;

A tout le personnel administratif et financier de l'EISMV;

Je remercie tout le personnel des laboratoires microbiologie et chimie de l'ITA, pour les analyses, encouragements et les conseils qu'ils m'ont apportés ;

J'aimerais en terminant remercier ma famille, mes amis et mes nombreux autres collègues de travail pour leur soutien tout au long de mon master.

HOMMAGES À NOS MAÎTRES ET JUGES

À notre Maître et Président de jury, Monsieur Louis -Joseph PANGUI
Professeur à l'EISMV de Dakar et Directeur,

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider notre jury de mémoire. Nous avons de tout temps bénéficié de vos sages conseils et de votre appui pendant notre formation. Daignez agréer l'expression de notre profonde gratitude ;

À notre Maître et Juge, Monsieur Bhen Sikina TOGUEBAYE
Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques (FST) de Dakar (UCAD),

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites de siéger dans ce jury. Nous vous saurions gré pour tous les appuis scientifiques que vous ne cessez d'apporter aux jeunes chercheurs que nous sommes. Vous restez une référence pour nous. Hommages respectueux ;

À notre Maître et Juge, Monsieur Germain-Jérôme SAWADOGO
Professeur à l'EISMV de Dakar, coordonnateur des stages et formations
Post-Universitaires,

Vous avez déployé d'énormes efforts pour l'amélioration de la qualité de la formation et surtout pour le module de la recherche et de la présentation scientifique en Master à l'EISMV de Dakar. Vos qualités scientifiques nous ont fortement marqués. Recevez ici toute notre grande considération et nos hommages respectueux ;

À notre Maître, Juge et Directeur de recherche, Monsieur Malang SEYDI
Professeur à l'EISMV de Dakar,

Ce travail est le votre, vous l'avez guidé avec toute la compétence et la rigueur que l'on vous connaît. Plus qu'un directeur de mémoire, vous êtes pour nous un père à travers votre dévouement et, vos sages et précieux conseils.

Cher maître, les mots nous manquent pour vous exprimer toute notre gratitude, cependant veuillez recevoir tous nos vœux de santé et de longévité.

Résumé

La présente étude vise à essayer de fabriquer un fromage frais traditionnel sénégalais en remplaçant la présure coûteuse par les feuilles de *Carica papaya* L. Elle a pour finalité de voir si ces feuilles peuvent être utilisées, et à quel taux, pour la coagulation du lait et d'en fabriquer un fromage de qualité.

Ainsi, différentes quantités du broyat des feuilles de papayer (3, 5, 7 et 10g) ont été utilisées pour la coagulation d'un litre de lait cru de vache.

Les résultats obtenus ont montré qu'effectivement, ces feuilles ont une propriété coagulante du lait. Cependant, selon les résultats de la composition chimique des fromages, ils ont un taux faible en protéines. Or l'intérêt du fromage est sa richesse et son apport de protéines. Les caractéristiques organoleptiques sont aussi douteuses de par le goût légèrement amer conféré aux fromages.

Mots clés : Lait cru – Fromage - Feuilles de *Carica papaya* L.- Papaine – Présure - Contrôle de qualité - ITA- Sénégal.

Abstract

The present study aims to try making a traditional Senegalese cheese rennet substitute expensive by the leaves of the *Carica papaya* L.

Its purpose is to see if the leaves can be used, and a what rate for coagulate milk and to produce quality cheese.

Thus, different quantities of crushed papaya leaves (3, 5, 7 and 10g) were used for coagulation of a liter of raw cow's milk.

The result obtained showed that, indeed, these sheets have a property of coagulating milk. However, according to the result of the chemical composition of cheeses, they have low protein content. Or the interest of the cheese is its richness and protein intake. The organoleptic characteristics are as questionable by the slightly bitter taste conferred cheese.

Keywords: Raw milk - cheese-leaves of *Carica papaya* L.- papain- rennet-quality control-ITA- Senegal

LISTE DES ABREVIATIONS

Afnor: Association Française de Normalisation

APE: Atelier Produits de l'Elevage

B: Béta

BCC: Bouillon de Cœur Cervele

BP: Baird-Parker

°D: Degré Dornic

EPT: Eau Peptonée Tamponnée

FAO: Food and Agriculture Organization

FMAT: Flore Mésophile Aérobie Totale

MRS : Gélose de MAN ROGOSA et SHARPE

HCl: Chlorure d'hydrogène

ITA: Institut de Technologie Alimentaire

NF : Norme Française

UFC: Unités Formant Colonies

UHT: Ultra Haute Température

VRBL: Gélose Lactosée Biliée au Cristal Violet et au Rouge Neutre

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Composition globale du lait de vache	2
Tableau II: Les caractéristiques physico-chimiques	3
Tableau III: Caractéristique des classes de fromage	10
Tableau IV: Critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire les fromages au lait cru lors de leur mise sur le marché (France, 1994)	11
Tableau V: Evaluation organoleptique du fromage	19
Tableau VI: Fréquence des pH du lait cru (regroupement des mesures)	19
Tableau VII: Fréquence du °D du lait cru (regroupement des mesures)	20
Tableau VIII: fréquence de variation du pH et acidité Dornic	21
Tableau IX: pH du fromage	21
Tableau X: Variation de la teneur en protéines / temps de caillage	22
Tableau XI: Propriétés chimiques du lait et du fromage frais	22
Tableau XII: Niveau de contamination du fromage par les germes recherchés ou dénombrés.	23

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Mesure du pH du lait (photo Mallaye)	13
Figure 2: Test de l'acidité Dornic du lait (photo Mallaye)	14
Figure 3 Test à l'alcool (photo Mallaye)	14
Figure 4: Diagramme de fabrication de fromage	17
Figure 5: Préparation du coagulant (photo Mallaye)	18
Figure 6: Fréquence des pH du lait cru	20
Figure 7: Fréquence de l'acidité Dornic du lait cru	21

TABLE DES MATIERES

PREMIERE PARTIE: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION.....	1
Chapitre 1 : LAIT CRU	2
1.1. Définition.....	2
1.2. Composition et variabilité de la composition.....	2
1.3. Les protéines du lait.....	3
1.4. Caractéristiques organoleptiques	3
1.5. Caractéristiques physique et chimiques.....	3
1.6. Caractéristiques microbiologiques du lait	4
1.6.1. Contamination initiale.....	4
1.6.2. Microflore lactique du lait	4
1.6.3. Sources de contamination.....	4
1.6.4. Principales activités des microorganismes dans le lait.....	5
1.7. Traitement du lait	5
Chapitre 2 : GENERALITES SUR LE PAPAYER	6
3.1. Description de la plante	6
3.2. Propriété coagulante	6
Chapitre 3 : LE FROMAGE	7
2.1. Définition.....	7
2.2. Transformation du lait en fromage.....	7
2.2.1. Coagulation du lait.....	7
2.2.1.1. Coagulation par voie acide	8
2.2.1.2. Coagulation par voie enzymatique	8
2.2.2. Egouttage	9
2.3. Technologie fromagère	9
2.3.1. Voie technologique.....	9
2.3.2. Classification des fromages.....	9
2.4. Caractéristiques des fromages	10
2.5. Microbiologie du fromage.....	11

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre 1 : MATERIEL ET METHODES.....	12
1.1. Cadre de l'étude	12
1.2. Matériel	12
1.2.1. Lait	12
1.2.2. Coagulant	12
1.2.3. Ustensiles	12
1.2.4. Matériel de laboratoire	12
1.3. Méthodes	12
1.3.1. Procédé de fabrication du fromage.....	12
1.3.1.1. Contrôle de la qualité	12
1.3.1.1.1. Tests physico-chimiques	13
1.3.1.1.1.1. Mesure du pH.....	13
1.3.1.1.1.2. Acidité Dornic	13
1.3.1.1.1.3. Test à l'alcool.....	14
1.3.1.1.2. Tests organoleptiques.....	14
1.3.1.1.3. Composition chimique	15
1.3.1.1.3.1. Dosage de la Matière Grasse	15
1.3.1.1.3.2. Dosage des Protéines	15
1.3.1.1.3.3. Détermination de l'Extrait Sec et des Cendres.....	15
1.3.1.1.4. Analyses microbiologiques du fromage	16
1.3.1.1.4.1. Préparation des échantillons	16
1.3.1.1.4.2. Germes recherchés.....	16
1.3.1.2. Diagramme de fabrication du fromage	17
1.3.1.2.1. Collecte du lait	17
1.3.1.2.2. Filtration	17
1.3.1.2.3. Coagulation du lait.....	18
1.3.1.2.3.1. Préparation du coagulant	18
1.3.1.2.3.2. Incorporation du coagulant	18
1.3.1.2.4. Egouttage-moulage	18

Chapitre 2 : RESULTATS ET DISCUSSION.....	19
2.1. Résultats	19
2.1.1. Caractéristiques organoleptiques	19
2.1.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait et du fromage	19
2.1.2.1. Le lait cru.....	19
2.1.2.1.1. Le pH.....	19
2.1.2.1.2. Aptitude à la pasteurisation	20
2.1.2.1.3. Acidité Dornic	20
2.1.2.2. pH du fromage frais	21
2.1.3. Temps du caillage du lait, poids du fromage	22
2.1.4. Caractéristiques chimiques du lait et du fromage	22
2.1.5. Caractéristiques microbiologiques du fromage	23
2.2. Discussion.....	24
2.2.1. Caractéristiques organoleptiques	24
2.2.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait cru	24
2.2.2.1. Le pH.....	24
2.2.2.2. Acidité Dornic	24
2.2.2.3. Aptitude du lait à la pasteurisation.....	25
2.2.3. pH du fromage frais	25
2.2.4. Caractéristiques microbiologiques du fromage	25
2.2.5. Variation de protéine/Temps du caillage du lait, poids du fromage	25
2.2.6. Caractéristiques chimiques du lait et du fromage	26
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	27
BIBLIOGRAPHIE	28
ANNEXE	31

INTRODUCTION

Dans la plupart des pays africains, il y a une augmentation considérable de la demande en protéines animales. Les principaux facteurs de ces changements sont la croissance démographique, l'urbanisation massive, l'accroissement des revenus et la modification des habitudes alimentaires. Le lait des ruminants domestiques constitue l'une des sources de protéines les plus accessibles. Il joue un rôle important non seulement sur le plan nutritionnel, mais également sur le plan économique et socio-culturel.

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, constitue un aliment de haute qualité nutritionnelle.

Pour ce faire, la présure est indispensable pour la coagulation du lait. Cette dernière est limitée par son coût et sa disponibilité en milieu rural sénégalais. Face à cette situation, l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA), une institution nationale du Sénégal, dans son programme de recherche et développement et par le biais de son Atelier Produits de l'Elevage (APE), a tenté de trouver des alternatives pour remplacer cette présure par des coagulants végétaux tels que les feuilles de papayer, pour la fabrication du fromage traditionnel sénégalais.

L'objectif principal de cette étude est la fabrication d'un fromage frais traditionnel de qualité en utilisant le broyat de feuilles de papayer comme coagulant. C'est ainsi que nous nous sommes associés au projet intitulé: « **Essai de fabrication d'un fromage frais traditionnel sénégalais, à partir de lait de vache, coagulé par la papaïne naturelle** », initié par l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA).

De manière spécifique, il s'agit de:

- ✓ pratiquer la technologie de fabrication du fromage frais ;
- ✓ réaliser un contrôle organoleptique du lait à la réception et du produit fini;
- ✓ déterminer les propriétés physico-chimiques du lait et du fromage;
- ✓ déterminer les propriétés microbiologiques du fromage.

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : LAIT CRU

1.1. Définition

Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites sans rien y ajouter ou en soustraire, destinée à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur (FAO, 2000).

C'est un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur de la matière grasse en β carotènes. Il a une odeur peu marquée, mais caractéristique. Son goût, variable selon les espèces animales, est agréable et douceâtre.

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

1.2. Composition et variabilité de la composition

L'aptitude d'un lait à la transformation fromagère est étroitement liée à la nature de ses constituants. Il faut noter que plus la matière sèche totale du lait est élevée, plus ce lait est riche et meilleur est son rendement fromager.

Tableau I: Composition globale du lait de vache (Vignola, 2002)

Constituants majeurs	Variations limites (%)	Valeurs moyennes (%)
Eau	85,5 – 89,5	87,6
Matières grasses	2,4 – 5,5	3,7
Protides	2,9 – 5,0	3,2
Glucides	3,6 – 5,5	4,6
Minéraux	0,7 – 0,9	0,8
Constituants mineurs	Vitamines, enzymes, pigments	Cellules diverses, gaz

De manière générale, le lait comprend quatre types de constituants importants que sont : les lipides, constitués essentiellement de graisses ordinaires (triglycérides), les protides (caséine, albumine et globuline), les glucides (essentiellement le lactose) et les sels. La composition du lait varie selon différents facteurs liés généralement aux animaux. Les principaux sont : l'individualité, la race, les périodes de lactation, l'alimentation, la saison, l'âge et l'espèce (Vignola, 2002).

1.3. Les protéines du lait

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

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

1.4. Caractéristiques organoleptiques

La qualité organoleptique (couleur, odeur et texture) d'un produit se dégrade au fil du temps. La durée de stockage, la température et leur action combinée affectent considérablement les attributs sensoriels totaux.

Un lait de bonne qualité organoleptique présente des caractéristiques particulières qui concernent la couleur, l'odeur, la saveur, la viscosité etc.

1.5. Caractéristiques physiques et chimiques

Tableau II: Les caractéristiques physico-chimiques (Bourgeois et al, 1990)

Caractéristiques physiques	Valeurs
pH (20)	6,6 – 6,8
Densité	1,030 – 1,033
Température de congélation (°C)	- 0,53
Caractéristiques chimiques (g / 100g)	
Extrait sec total	12,7
Taux de matière grasse	3,9
Teneur en matière azotée totale	3,4
Teneur en caséine	2,8
Teneur en albumine et globuline	0,5
Teneur en lactose	4,9
Teneur en cendre	0,90
Vitamines, enzymes et gaz dissous	Traces

1.6. Caractéristiques microbiologiques du lait

Le lait contient peu de microorganismes (moins de 10^3 germes/ml) lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain. Il s'agit essentiellement des microcoques mais aussi des streptocoques lactiques (*Lactococcus* et *Lactobacillus*) qui sont des germes saprophytes du pis et des canaux galactophores.

Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées "Lacténines" mais leur action est de très courte durée (1 heure environ) (Guiraud, 1998).

D'autres microorganismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade. Ils sont généralement dangereux au point de vue sanitaire.

1.6.1. Contamination initiale

Les microorganismes interviennent par leur nombre. En effet lorsque le nombre de germe est élevé, la phase de latence est courte et l'espèce prédominante s'impose par la loi du plus grand nombre.

1.6.2. Microflore lactique du lait

Elle fait partie de la flore normale du lait et se caractérise par son aptitude à fermenter le lactose avec production d'acide lactique et donc, abaissement du pH. Les ferments lactiques laitiers constituent un groupe diversifié de bactéries qui ont néanmoins un certain nombre de caractéristiques communes : elles sont à Gram positif, catalase négatif, anaérobies facultatifs ou micro-aérophiles et hétérotrophes (Alais, 1984 ; Claude et Champagne, 1998). L'ensemble de ces caractères précieux leur permet un développement plus rapide que les espèces considérées comme nuisibles (Saied et Boudabous, 1994).

Très peu d'espèces résistent à la pasteurisation basse (63°C pendant 30mn). Elles produisent des substances inhibitrices et antibiotiques telles que la nisine, la « diplococcine », et « l'acidophile » qui sélectionnent les bactéries non lactiques au profit des bactéries lactiques.

Parmi les bactéries lactiques ayant comme habitat le lait, nous avons les genres *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Aerococcus* (Luquet et Corrieu, 2005).

1.6.3. Sources de contamination

Le lait est généralement contaminé par une grande variété de microorganismes d'origine diverse. Cette contamination peut provenir de l'animal (intérieur ou extérieur de la mamelle), de l'environnement (sol, atmosphère, eau...) du matériel servant à la collecte du lait (machines à traire, filtre, récipients divers) et aussi de l'homme.

Certains microorganismes constituent un danger pour le consommateur du lait cru ou de produits fabriqués avec du lait cru. D'autres sont seulement des agents d'altération de ces produits ; ils dégradent les composants du lait en donnant des produits de métabolisme indésirables (Richard, 1990 et Guiraud, 1998).

1.6.4. Principales activités des microorganismes du lait

Les activités métaboliques des microorganismes présents dans le lait peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur l'apparence, l'odeur, la consistance ou la texture et le goût des produits laitiers. Parmi ces activités on peut citer :

- l'acidification : c'est une production d'acide lactique à partir du lactose par les ferments lactiques lors de leur croissance ;
- la protéolyse : c'est la dégradation des protéines du lait avec formation de peptides, dont certains donnent des mauvais goûts aux produits laitiers ;
- la lipolyse : c'est la libération d'acides gras à partir des triglycérides du lait, entraînant un goût de rance ;
- la production de gaz : certaines bactéries (hétérofermentaires, bactéries telluriques) au cours de leur croissance produisent des gaz. Dans le cas de certains fromages on peut assister à l'apparition d'un défaut d'aspect, dû à la production de gaz, associé ou non à un défaut de goût.

Enfin, certains microorganismes ne semblent pas présenter les inconvénients cités plus haut. Leur présence en grand nombre dans le lait est toutefois l'indication d'une mauvaise hygiène générale au stade de la production. Ces microorganismes peuvent être considérés comme « indicateurs » d'une hygiène défectueuse.

1.7. Traitement du lait

Le lait est un produit très périssable et doit donc subir de nombreux traitements dans le but de prolonger sa durée de conservation et d'éliminer tout risque pour la santé du consommateur.

Il existe deux types de traitement thermique : la stérilisation et la pasteurisation.

- * La stérilisation se fait à une température supérieure à 100°C. Elle a pour but de détruire l'ensemble des germes. Dans la stérilisation UHT (Ultra Haute Température), la méthode vise la réduction du nombre de germes thermophiles par un facteur de 10^9 afin de prévoir une marge de sécurité
- * La pasteurisation se fait à température inférieure à 100°C et ne vise à détruire que les germes pathogènes présents sous forme végétative ainsi que la presque totalité des germes Saprophytes. La pasteurisation est couplée à la réfrigération afin de stabiliser le produit.

La destruction des microorganismes est fonction donc de deux paramètres : la température et la durée du traitement (Alais, 1984 et Vignola, 2002).

Le lait peut être transformé, par des actions enzymatiques ou microbiennes, en produits ayant acquis de nouvelles caractéristiques alimentaires et organoleptiques et présentant une conservation accrue (Guiraud, 1998).

Chapitre 2 : GENERALITES SUR LE PAPAYER

3.1. Description de la plante

Le papayer (ou *Carica papaya* L.) est un arbre fruitier à feuillage persistant qui se développe dans les régions tropicales et équatoriales. Son fruit, la papaye, se présente comme une baie de 1kg environ semblable aux melons et exploitée pour la papaïne qui se trouve dans le latex (Permanne, 1964). C'est un arbuste de 3 à 7 m de haut et est en général non ramifié.

Les feuilles rassemblées au sommet du tronc, sont portées par un long pétiole de 40-60 cm. Le limbe palmatilobé, de pourtour subcirculaire de 50 cm de diamètre est profondément divisé en 7 lobes, eux-mêmes lobés. La face supérieure est vert clair mate, la face inférieure à pruine blanchâtre. Le feuillage qui contient de la papaïne (enzyme protéolytique) est utilisé dans bien de pays pour attendrir la viande.

3.2. Propriété coagulante

En pratique, les papayes avant maturation ou les feuilles de papayer sont incisées, ce qui laisse égoutter le latex qui apparaît sous forme d'un jus blanchâtre. L'extraction de la papaïne s'apparente à celle d'une enzyme microbienne extracellulaire : filtration sur silice et /ou centrifugation pour éliminer les insoluble, filtration stérile, concentration (sous vide) et atomisation (Scriban et *al.*, 1975).

La papaïne, enzyme végétale, spécifique des liaisons peptidiques dans lesquelles l'acide aminé engagé par son carboxyle est un acide aminé basique, aromatique ou apolaire.

C'est une thiol-protéase et il est essentiel de limiter le plus possible l'oxydation de l'enzyme à l'air libre. Des réducteurs tels que sulfites, cystéine ou glutathion (ce dernier naturellement présent), pourront être ajoutés dans le jus d'égouttage pour stabiliser l'enzyme. L'exposition du latex à la lumière est aussi évitée pendant les périodes de stockage (Hinkel, 1951).

Dans la fabrication du fromage, la coagulation du lait est une étape fondamentale. A cet effet, les feuilles de papayer, ayant la propriété coagulante du lait feront l'objet de cet essai.

Chapitre 3 : LE FROMAGE

2.1. Définition

Le fromage, selon la norme (Codex STAN 283-1978), est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum /caséines ne dépasse pas celui du lait. On l'obtient par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation ; ou alors par emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques correspondant à la définition précédente (Eck, 1997).

2.2. Transformation du lait en fromage

La transformation du lait en fromage comporte trois étapes principales: la coagulation, l'égouttage et l'affinage. Cette dernière étape n'existe pas dans le cas des fromages frais (Evette, 1975). La qualité du lait de fromagerie est fonction de son aptitude à donner un bon fromage, dans des conditions de travail normales, avec un rendement satisfaisant. Elle dépend d'un certain nombre de caractéristiques du produit tels que sa composition chimique, sa richesse en caséines, sa charge microbienne et la nature de sa microflore, son aptitude au développement des bactéries lactiques. Elle dépend aussi de son comportement vis-à-vis de la présure (Remeuf *et al.*, 1991).

2.2.1. Coagulation du lait

La fabrication du fromage nécessite une phase de coagulation du lait, qui permet d'expulsion plus ou moins, une grande partie de l'eau et de matière soluble (le sérum). On obtiendra ainsi un caillé ou fromage non affiné (Lenoir *et al.*, 1983).

La coagulation correspond à une modification physico-chimique des micelles de caséine sous l'action d'enzymes protéolytiques et (ou) d'acide lactique. Celles-ci entraînent la formation d'un réseau protéique tridimensionnel appelé coagulum ou gel. Les mécanismes proposés dans la formation du coagulum diffèrent totalement suivant que ces modifications sont induites par acidification ou par action d'enzymes coagulantes ou encore par l'action combinée des deux (Eck et Gillis, 1990).

2.2.1.1. Coagulation par voie acide

La coagulation par voie acide est provoquée par l'acide lactique d'origine bactérienne, qui transforme le lactose en acide lactique. Le pH du lait de fromagerie diminue avec la production d'acide. Ce qui provoque une solubilisation du phosphate et du calcium colloïdal, un élément important dans la stabilité des micelles de caséine. Ces dernières vont se lier entre-elles et former un gel cassant très friable et peu élastique (Mietton, 1995). Si l'acidification est rapide par addition d'un acide minéral ou organique, il y a floculation des caséines à pH 4,6 sous la forme d'un précipité plus ou moins granulé dispersé dans le lactosérum. Par contre, une acidification progressive, obtenue soit par fermentation lactique, soit par hydrolyse de la gluconolactone, conduit à la formation d'un gel lisse homogène qui occupe entièrement le volume initial du lait (Mietton et *al.*, 1994).

La teneur en protéines agit sur la coagulation acide. Un lait riche en protéines formera un caillé lactique plus ferme (Carole et Vignola, 2002)

2.2.1.2. Coagulation par voie enzymatique

La coagulation par voie enzymatique est assurée par un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale ou microbienne, ayant la propriété de coaguler le lait. Il faut aussi tenir compte de leur grande activité protéolytique non spécifique supplémentaire qui leur permet d'hydrolyser les caséines α et β avec libération de peptides (Mietton, 1995). Si cette hydrolyse est trop élevée, il peut en résulter une baisse du rendement fromager, une texture molle et l'apparition de goûts anormaux. La présure est une enzyme protéolytique provenant de la caillette du veau non sevré. Cette enzyme correspond à deux fractions actives : l'une majeure (80 %), constituée par la chymosine; l'autre mineure (20 %), est représentée par la pepsine qui est le coagulant le plus utilisé (Eck, 1990).

En pratique, la coagulation du lait peut se caractériser par trois paramètres : le temps de floculation, la vitesse de raffermissement et la fermeté maximale du gel (Caron et *al.*, 1997). Plusieurs facteurs peuvent les influencer. Le temps de prise est inversement proportionnel à la concentration d'enzyme utilisée. Par contre, si on ajoute plus de présure au lait de fromagerie, le taux de raffermissement et la fermeté du gel augmentent.

La température influe aussi sur la coagulation. En effet, au dessous de 10°C, la gélification ne se produit pas ; entre 10 et 20°C, la coagulation est lente ; entre 30 et 42°C, elle est progressive et au-dessus de 42°C elle diminue, pour disparaître à 55°C (Daviau et *al.*, 2000).

Le pH, lorsqu'il descend au dessous du pH du lait, le temps de prise est plus court, le taux de raffermissement augmente et le gel devient plus ferme et atteint

un maximum entre 5,8 et 6,0. En revanche, à des pH supérieur à 7,0, il n'y a plus de coagulation.

2.2.2. Egouttage

L'égouttage est l'étape qui permet la séparation d'une partie de lactosérum, après rupture mécanique du coagulum, par moulage et dans certains cas par pression. Ce qui conduit à l'obtention du caillé. Son but est non seulement de régler la teneur en eau du caillé, mais aussi la minéralisation de ce dernier et son délactosage. Ce phénomène physique de séparation de la phase dispersante, fréquent dans les systèmes biologiques contenant des polymères organisés en réseau, est appelé synérèse (Ramet, 1979)

Les mécanismes conduisant à la synérèse sont complexes et celle-ci résulte de deux propriétés différentes du gel lacté :

- un pouvoir de contraction de la trame protéique formée par les micelles de caséine lors de la coagulation, qui se traduit par une compaction du gel ;
- une aptitude du gel à évacuer le lactosérum interstitiel qui est fonction de la porosité et de la perméabilité.

2.3. Technologie fromagère

2.3.1. Voie technologique

Le fromage est le produit de trois étapes de fabrication : la coagulation de la caséine qui conduit, à partir du lait, à la formation d'un caillé ; l'égouttage, qui sert à séparer une partie plus ou moins importante de sérum pour obtenir une caillebotte ; l'affinage de cette caillebotte, qui développe des saveurs et des textures originales. Ce sont les différentes techniques associées à chacune de ces trois étapes qui déterminent les différences entre les fromages.

La combinaison de ces trois étapes permet de donner une description du fromage basée sur sa méthode de fabrication, c'est-à-dire la voie technologique.

2.3.2. Classification des fromages

La classification des fromages est fonction du caillé (lactique ou présure), du mode d'égouttage, du type d'affinage.

Tableau III: Caractéristique des classes de fromage (Vignola, 2002)

Classification suivant le type de coagulation		
	Techniques	Caractéristiques de la caillebotte
Caillé lactique	Faible quantité de présure Température de coagulation de 18-28°C Temps de coagulation entre 4 et 20h pH de décaillage 4,6-5,0	• Riche en eau, pauvre en calcium • Faible cohésion • Durée de conservation limitée
Caillé présure	Forte quantité de présure Température de coagulation de 30 à 40°C Temps de coagulation entre 20 et 60 mn pH de décaillage 6,0 à 6,7	• Egouttée, riche en calcium • Elastique et souple • Apte à l'affinage
Classification suivant le type d'égouttage		
	Techniques	Caractéristiques du fromage
Egouttage lent	• Mise en moule avec ou sans coupage • Séparation de sérum par filtration, ultra filtration ou centrifugation	• Riche en eau • Petit format • Conservation limitée à quelques semaines • Texture friable ou molle
Pâte pressée (non cuite)	• Décaillage, brassage du caillé • Prépressage • Mise en moule • Pressage	• Humidité intermédiaire • Format restreint (environ 1 Kg) • Affinage de quelques mois • Texture souple et moelleuse

2.4. Caractéristiques des fromages

Les caractéristiques sensorielles des fromages sont une préoccupation importante des filières. La qualité sensorielle des fromages varie en fonction de la technologie de fabrication et des caractéristiques chimiques et microbiologiques de la matière première mise en œuvre. Ces dernières dépendent elles-mêmes de nombreux facteurs d'origine génétique, physiologique, alimentaire etc. Par exemple les vaches de race normande, Brune, ou Montbéliarde produisent un lait plus riche en protéines et de meilleure aptitude fromagère que celui de vaches Holstein conduites dans les mêmes conditions (Froc *et al.*, 1988, Mistry *et al.*, 2002). Le gel obtenu après adjonction de présure est plus ferme et les rendements fromagers sont plus élevés. L'essentiel de cet effet est lié d'une part aux différences de teneurs en caséines des laits d'une race à l'autre et d'autre part aux variations du polymorphisme génétique des lactoprotéines et en particulier à la fréquence du variant B de la caséine κ . En effet, il est maintenant bien établi que les variants de cette caséine, dont la fréquence diffère fortement d'une race à l'autre, influencent l'aptitude à la coagulation des laits (Grosclaude 1988, Macheboeuf *et al.*, 1993).

2.5. Microbiologie du fromage

Les différentes phases d'élaboration du fromage vont dépendre de la présence de microorganismes utiles. Ces germes vont conditionner la réussite du fromage en lui donnant ses caractéristiques de texture, de saveur, d'aspect, etc. Produire un fromage consiste à sélectionner et à favoriser le développement des germes utiles, tout en limitant la contamination par des germes indésirables et en entravant leur développement. (Le Jaouen, 1993).

La présence des micro-organismes dans le fromage va dépendre du degré de contamination et des capacités de développement des germes dans le fromage. L'absence totale de contamination étant difficile, voire impossible à réaliser. Ce sont essentiellement les caractères physico-chimiques du fromage et les conditions d'affinage et de stockage, qui vont orienter le développement microbien.

Parmi les micro-organismes indésirables susceptibles de contaminer le lait et les fromages, il faut distinguer deux catégories selon le degré de gravité :

- les pathogènes, dangereux pour la santé humaine qui ne doivent pas être présents,
- les germes nuisibles à la qualité organoleptique des fromages.

Les critères microbiologiques du fromage sont donnés dans le tableau IV.

Tableau IV: Critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire les fromages au lait cru lors de leur mise sur le marché (France, 1994)

	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Staphylococcus Aureus</i>	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Coliformes</i>
fromages à pate dure au lait cru	Absence dans 1 gramme n = 5 ; c = 0	Absence dans 1 gramme n = 5 ; c = 0	M=10 000/g m = 1 000/g n = 5; c = 2	M=100 000/g m = 10 000/g n = 5 ; c = 2	
fromages à pate molle au lait cru	Absence dans 25 grammes n = 5 c = 0	Absence dans 1 gramme n = 5 c = 0	M=10 000/g m = 1 000/g n = 5 c = 2	M=100 000/g m = 10 000/g n = 5 c = 2	M=100000 m=10000 n=5 c=2
Fromages Non affines au lait cru					

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre 1 : MATERIEL ET METHODES

1.1. Cadre de l'étude

L'étude s'est déroulée du 15 mai au 15 août 2010 puis du 15 octobre au 25 novembre 2011 à l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA) du Sénégal.

1.2. Matériel

1.2.1. Lait

La matière première utilisée pour la fabrication du fromage traditionnel est le lait frais de vache. Ce lait de la traite du jour provenant de la ferme de Wayembame, est acheté au niveau des points de vente, non loin de l'ITA.

1.2.2. Coagulant

Les feuilles fraîches de *Carica papaya* L., lavées, pesées, broyées et filtrées après ajout de quelques ml de lait frais, ont été utilisées comme coagulant.

1.2.3. Ustensiles

Les ustensiles nécessaires utilisés sont entre autres : Mortier et pilon à écraser les feuilles ; tamis pour filtrer le lait et le broyat de feuilles; des bols, une louche, les marmites et des moules.

1.2.4. Matériel de laboratoire

- Le thermomètre, pH-mètre, balance, bain-marie, centrifugeuse, étuve, autoclave etc.
- éprouvette, verre, pipettes (5 et 10 ml), des béchers, seringue graduée, etc.
- réactifs (alcool, phénolphtaléine, soude Dornic, HCl, milieux de cultures etc.).

1.3. Méthodes

1.3.1. Procédé de fabrication du fromage

Avant de décrire les étapes proprement dites de la fabrication du fromage, il nous serait important de parler du contrôle de la qualité que nous allons préalablement réaliser.

1.3.1.1. Contrôle de la qualité

Pour la vérification de la qualité du lait utilisé et du produit fini, plusieurs tests organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisés.

1.3.1.1.1. Tests physico-chimiques

1.3.1.1.1.1. Mesure du pH

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre de marque « HANNA instruments ». Avant chaque mesure, l'électrode du pH-mètre est nettoyée avec de l'eau de robinet, puis rincée à l'eau distillée et séchée avec du papier buvard. Un contrôle sur la fiabilité du pH-mètre est effectué avant chaque mesure, par étalonnage de l'appareil à l'aide de deux solutions tampons de pH connus (4,00 et 7,00).

Ensuite la mesure est faite par immersion du bout de l'électrode dans le lait. La valeur du pH s'affiche immédiatement sur l'écran. Avant d'entreprendre une autre mesure, l'électrode est à nouveau nettoyée, puis rincée comme précédemment.



Figure 1: Mesure du pH du lait (photo Mallaye)

La procédure de mesure du pH du fromage est identique à celle du lait, avec une dispersion de 5 g de fromage dans 50 ml d'eau distillée.

1.3.1.1.1.2. Acidité Dornic

Un volume de 10 ml de lait est prélevé à l'aide d'une pipette de 10 ml et versé dans un bécher. Puis on y a ajouté 3 gouttes d'un indicateur coloré, le phénolphthaléine à 1%. Ensuite le bécher est agité pour l'homogénéisation du mélange. La lessive de soude contenue dans une burette, est ajoutée au mélange jusqu'à virage au rose (fig.2). La coloration doit persister au moins 10 secondes. La lecture de la chute de burette est faite et est multipliée par 10 pour convertir le résultat en degré Dornic (°D).



Figure 2: Test de l'acidité Dornic du lait (photo Mallaye)

1.3.1.1.3. Test à l'alcool

C'est un test qui permet de déterminer l'aptitude du lait à la pasteurisation. Dans un tube à essai, sont mélangés en quantité égale (5ml) du lait et de l'alcool éthylique à 68°GL. La réaction est immédiate. Ce test est réalisé sur place.

Le résultat est positif s'il y a présence de floculation : le lait est donc instable à la chaleur. Il est négatif s'il y a absence de floculation : ce lait est stable (Douik *et al.*, 2003)



Figure3: Test à l'alcool (photo Mallaye)

1.3.1.1.2. Tests organoleptiques

Outre le test à l'alcool, effectué pendant l'achat du lait, les évaluations organoleptiques sur le goût, la couleur, l'odeur et l'aspect du lait sont également réalisées sur place. S'agissant de l'évaluation organoleptique des fromages, des échantillons accompagnés des fiches d'évaluation ont été soumis à un jury de dégustation. Ce jury de 10 personnes a apporté son appréciation en attribuant

une note de 0 à 4 points pour chacun des 4 critères (goût, odeur, texture et couleur).

1.3.1.1.3. Composition chimique

La détermination de la composition chimique du lait et du fromage a été réalisée au laboratoire de chimie de l'ITA. Elle a été faite selon la méthode de Lecoq (1965).

1.3.1.1.3.1. Dosage de la Matière Grasse

La méthode d'extraction à l'Hexane de la matière grasse a été utilisée. L'échantillon est d'abord hydrolysé à l'acide chlorhydrique (hydrolyse acide). Le mode opératoire a consisté à une prise d'essai de 5 ml de lait ou de 1g de fromage, introduit dans un ballon puis mélangé avec 20 ml d'eau distillée et 20 ml d'acide chlorhydrique. Le ballon est connecté à un réfrigérant et chauffé pendant 15 mn. Le contenu du ballon est ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre disposé dans un entonnoir. Après plusieurs lavages à l'eau distillée chaude jusqu'à élimination de chlorures, le papier filtre est séché puis introduit dans une cartouche soumise à l'extracteur. La matière grasse est ainsi extraite par reflux à l'aide d'un solvant : l'hexane.

Poids après extraction – poids gobelet à vide

Le résultat est obtenu par : -----x 100

Prise d'essai

1.3.1.1.3.2. Dosage des Protéines

Pour le dosage des protéines, c'est la méthode Kjeldahl qui a été utilisée. Elle consiste à doser l'Azote total du produit. La teneur en azote multipliée par un facteur, dépendant de la nature du produit, donne la teneur en protéines. Une prise d'essai de 5 ml de lait ou de 0,5g de fromage a été minéralisée avec 15 ml d'acide sulfurique concentré en présence d'une cuillerée de catalyseur composé de 100g de sulfate de potassium, 10g de sulfate de cuivre anhydre et 1g de sélénium. Le minéralisât, est distillé par addition de 15ml d'eau distillée et de 90 ml d'une solution d'hydroxyde de sodium à 40%. Ainsi, le distillat est recueilli dans 25ml de solution d'acide borique à 4% contenant un indicateur coloré composé de rouge de méthyle et vert de bromocrésol. Le dosage de l'ammoniaque ainsi formé a été réalisé à l'aide d'une solution d'acide sulfurique (0,1N).

1.3.1.1.3.3. Détermination de l'Extrait Sec et des Cendres

Une prise d'essai de 5 ml de lait frais ou de 5 g de fromage est introduite dans une capsule dont le poids à vide est connu. La capsule est ensuite mise à l'étuve à 105°C pendant 4h au terme desquelles elle est refroidie puis pesée à nouveau.

(Poids capsule+ extrait sec) –poids capsule à vide

Le résultat est donné par:-----x100

Prise d'Essai

Pour les cendres, une prise d'essai de 5ml de lait ou 4g de fromage est introduite dans un creuset de silice dont le poids à vide est connu. Mise au four à 550°C/4h après un séchage à la plaque. On laisse refroidir le creuset puis on le pèse.

(Poids creuset+cendre)-creuset à vide

Résultat = -----

Prise d'essai

1.3.1.1.4. Analyses microbiologiques du fromage

1.3.1.1.4.1. Préparation des échantillons

Suivant les recommandations de la norme NF V08-010 (mars 1996) (Afnor), des solutions mères diluées à 10^{-1} sont préparées. Ces solutions, obtenues par mélange dans un sachet « STOMACHERND » de 10 ml de lait ou 10g de fromage et 90 ml d'eau peptonée tamponnée ont été utilisées à la préparation des dilutions 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} ayant permis la recherche de différents germes.

1.3.1.1.4.2. Germes recherchés

Coliformes fécaux

La recherche a été faite selon la méthode double couche suivant la norme NF-V08-060 (Mars 96: Afnor). Dans des boîtes de Pétri vides, 1ml des solutions 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} a été ensemencé et une couche de la gélose VRBL coulée, homogénéisée et laissée solidifier. Une deuxième couche de gélose a été versée puis solidifiée. L'incubation des boîtes est faite à 44°C/24h. Les colonies rouges violacé d'environ 0,5 mm de diamètre ont été prises en compte.

Staphylococcus aureus

Préparation de 500 ml de Baird-Parker puis ajout de 25ml de jaune d'œuf. Ce mélange est coulé dans des boîtes de pétri, environ 15 ml par boîte. Après solidification, 0,1 ml des solutions 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} ont été étalés sur la surface gélosée à l'aide d'un étaleur stérile. L'incubation a eu lieu à 37°C/24-48h. Une solution de bouillon de cœur de cerveau a servi à la culture des colonies caractéristiques à 37°C/20-24h. Les germes qui parviennent à coaguler sous l'action de la coagulase sont dits coagulase + ou *Staphylococcus aureus*.

Flore lactique

Comme dans le cas de Coliformes, la méthode double couche a été utilisée, suivant la NF-V08-051. 0,5 ml des solutions 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} ont servi à la culture des germes sur le milieu gélosé de Man Rogosa Sharpe (MRS) et l'incubation a

été réalisée à 37°C/48h. Toutes les colonies rondes qui ont poussé à la fin de l'incubation ont été prise en compte.

Levures et moisissures

Conformément à la NF-V08-059 (Afnor oct.96), la gélose glucosée à l'oxytétracycline est introduite dans la boîte de Pétri vide. Après solidification, ces boîtes sont ensemencées avec 0,1 ml des dilutions 10^{-1} - 10^{-3} en surface puis incubée à 30°C/3-5jours. La lecture permet d'apprécier les levures d'aspect velouté, ayant des formes convexes ou plates et pigmenté, souvent opaques.

1.3.1.2. Fabrication du fromage frais

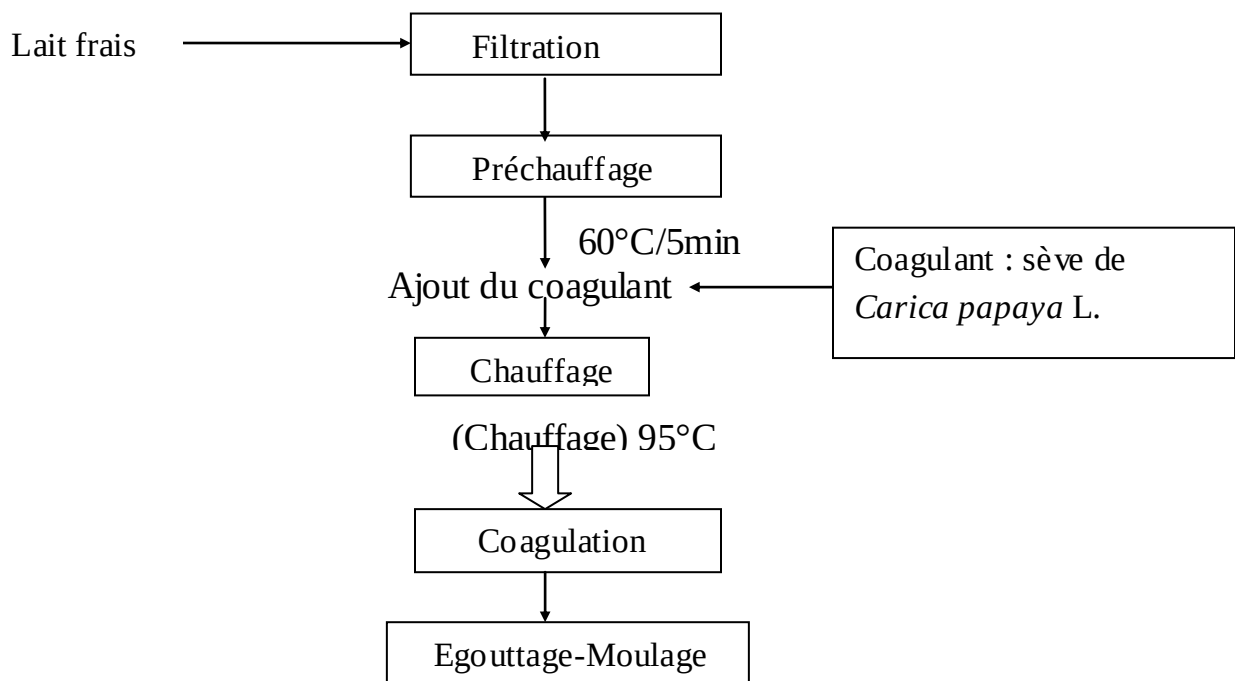


Figure 4: Diagramme de fabrication de fromage

1.3.1.2.1. Collecte du lait

Durant toute la période de fabrication du fromage, le lait acheté au point de vente est récolté dans deux bidons en aluminium de 10 litres. Ce lait a été transporté du point de vente jusqu'à l'ITA dans une voiture climatisée. Avant tout achat, le test à l'alcool a été réalisé sur place pour vérifier l'aptitude du lait à la transformation.

1.3.1.2.2. Filtration

Au niveau de la ferme, le lait est filtré automatiquement après la traite et stocké dans des tanks. Toutefois malgré la première filtration à la ferme, un tamis à mailles serrées a été utilisé pour filtrer le lait et le filtrat a été recueilli dans une marmite. Après la filtration, une quantité de 50ml est prélevée et envoyée au laboratoire de chimie pour les analyses chimiques.

1.3.1.2.3. Coagulation du lait

1.3.1.2.3.1. Préparation du coagulant

Elle a consisté à cueillir les feuilles de papayer, les laver, les peser puis les piler dans un mortier propre. Le broyat a été ensuite mélangé à une petite quantité de lait frais. Le mélange obtenu a été filtré à l'aide d'un tamis puis ajouté directement au lait sur le feu.



Figure 5: Préparation du coagulant (photo Mallaye)

1.3.1.2.3.2. Incorporation du coagulant

Après un préchauffage du lait au feu doux à 60°C pendant environ 5 minutes, le coagulant a été ajouté puis chauffés à la température de 95°C jusqu'à la formation du caillé surnageant le lactosérum. La quantité de feuilles de *Carica papaya* L. utilisée a varié entre 3 et 10g par kilogramme de lait ; la coagulation se réalise entre 10 à 20 minutes après ajout du coagulant et se caractérise par l'apparition en surface, de la crème sous forme de mousse huileuse. A cet instant, on active le feu durant 2-3 minutes pour permettre au caillé formé de cuire jusqu'au moment où le petit lait devient jaune clair et transparent ; le coagulum tend à se replier sur lui-même. Il se découpe en petits morceaux et surnage le lactosérum. Le caillé a été versé juste après un refroidissement, dans les moules et a subi l'étape égouttage-moulage.

1.3.1.2.4. Egouttage-moulage

Après la coagulation, le caillé est transféré à l'aide d'une louche dans des passoirs pour subir l'égouttage. Le lactosérum a été réduit manuellement par un tamis, avant de positionner le caillé dans un moule, qui laisse égoutter le petit lait tout en donnant la forme circulaire au caillé. Le pain de fromage ainsi obtenu dans chaque moule, est une pâte molle très hydratée, qui suinte pendant 24h. Les fromages ont été conservés au réfrigérateur à +4°C. L'égouttage a été fait à la température ambiante et à + 4 °C pour voir les variations sur les pH.

Chapitre 2 : RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Résultats

2.1.1. Caractéristiques organoleptiques

Tableau V: Evaluation organoleptique du fromage

Paramètres \ Fromages	Appréciation des fromages			
	Fromage 1	Fromage 2	Fromage 3	Fromage 4
Couleur	4	2	2	1
Texture	2	2	3	4
Goût	4	2	1	0
Odeur	4	4	4	4

Fromage 1: 3 g de feuilles de papayer pour 1 litre de lait ;

Fromage 2: 5 g de feuilles de papayer pour 1 litre de lait ;

Fromage 3: 7 g de feuilles de papayer pour 1 litre de lait ;

Fromage 4: 10 g de feuilles de papayer pour 1 litre de lait.

Après analyse (dépouillement des fiches) de l'évaluation sensorielle qui a été effectuée à l'ITA par le biais d'un jury de dégustation composé de 10 personnes, le fromage dont le litre de lait a été coagulé avec 3 g de feuilles de papayer (fromage1) a plus de point (4points) de part son goût et sa couleur. Ce fromage1 a une couleur blanche à blanchâtre et a un goût du lait. Par contre, les fromages dont le litre de lait est coagulé avec 7 et 10 g de coagulant (fromage 3 et 4), ont donné de texture bien lisse et un goût un peu amer. Le paramètre odeur n'a pas de variation entre fromage et est presque identique à celle du lait frais.

2.1.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait et du fromage

2.1.2.1. Le lait cru

2.1.2.1.1. Le pH

Le pH a varié de 5,9 à 6,7 avec une moyenne de 6,5 pour l'ensemble des 14 échantillons.

Tableau VI: Fréquence des pH du lait cru (regroupement des mesures)

Ph	Nombre d'échantillons de lait	Pourcentage simple (%)	Pourcentage cumulé (%)
5,9	2	14,28	14,28
6,5	6	42,86	57,14
6,7	6	42,86	100

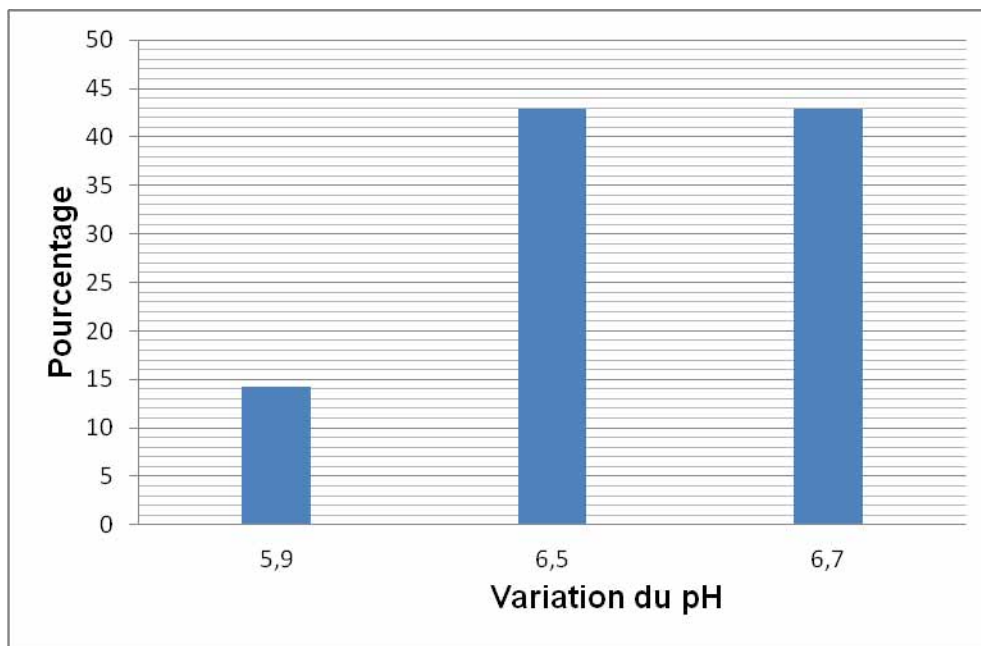


Figure 6: Fréquence des pH du lait cru

2.1.2.1.2. Aptitude à la pasteurisation

Tous les tests à l'alcool se sont avérés négatifs, sauf sur 2 échantillons où nous avons noté des grumeaux sur le tube à essai (figure 3). Comme les tests ont été réalisés sur place, nous n'avons acheté que du lait négatif aux tests.

2.1.2.1.3. Acidité Dornic

L'acidité Dornic a varié de 16 à 18°D, avec une moyenne de 16,5°D. 57,14% des échantillons du lait ont une acidité variant de 16,5- 17°D et le plus faible pourcentage (7,14%) est noté avec l'acidité comprise entre 17,5 -18 °D.

Tableau VII: Fréquence du °D du lait cru (regroupement des mesures)

Acidité Dornic	Nombre d'échantillons	Pourcentage simple (%)	Pourcentage cumulé (%)
16-16,5	3	21,43	21,43
16,5-17	8	57,14	78,57
17-17,5	2	14,3	92,87
17,5-18	1	7,14	100

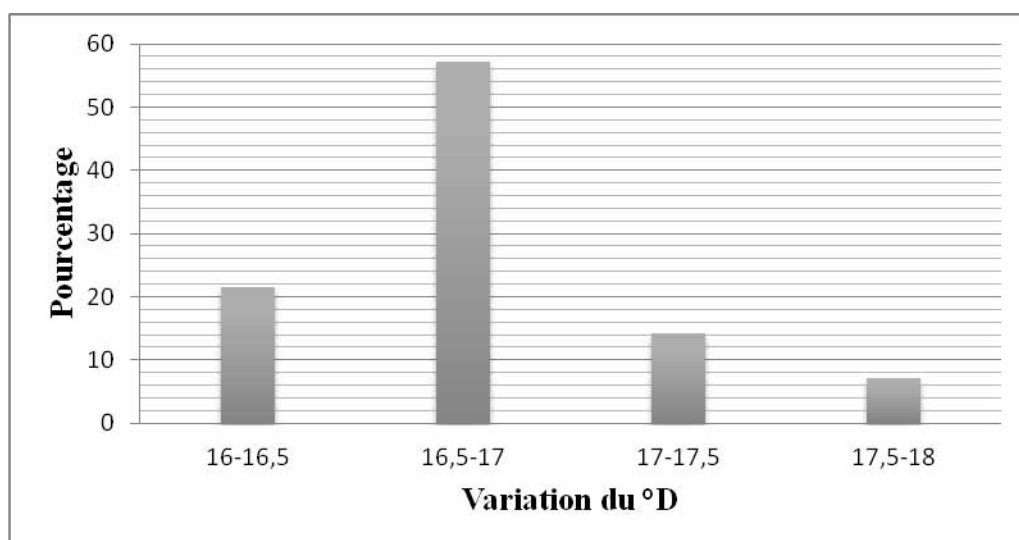


Figure 7: Fréquence de l'acidité Dornic du lait cru

Tableau VIIVIII: fréquence de variation du pH et acidité Dornic

$\frac{\text{pH}}{\text{°D}}$	5,9	6,5	6,7
17,5 -18	1	0	0
17-17,5	0	2	0
16,5-17	0	3	5
16-16,5	0	0	3

Le Tableau VIII nous indique que l'acidité Dornic la plus élevée est observée avec le faible pH.

2.1.2.2. pH du fromage frais

Le pH a été mesuré juste une heure après la coagulation du lait, dans les 4 catégories de fromage puis 24 heures après. Il n'y a pas de variation en fonction de la quantité de feuilles de papayer utilisée comme coagulant, mais plutôt variation du pH de 6,6 à 6,8 observée selon que le caillé est égoutté à la température ambiante ou au frigo à + 4°C.

Tableau IIX: pH du fromage

Catégories du fromage	Fromage				Fromage				Fromage			
	F ₃ T		F ₃ F		F ₅ T		F ₅ F		F ₇ T		F ₇ F	
$\frac{\text{Temps}}{\text{Paramètres}}$	t0	t1	t0	t1	t0	t1	t0	t1	t0	t1	t0	t1
pH	6,72	6,60	-	6,68	6,81	6,66	-	6,71	6,82	6,63	-	6,80

Fromage F₃T: fromage dont le litre de lait est coagulé avec 3g de feuilles de papayer et égoutté à la température ambiante ; F₃F= égouttage à +4°C. F₅= 5g de feuilles de papayer, F₇= 7 g de feuilles de papayer

t₀ : mesure effectuée juste après la coagulation ;

t₁ : mesures réalisées après 24 h du temps d'égouttage.

2.1.3. Temps de caillage du lait, poids du fromage

Le temps de coagulation du lait est identifié et a varié en fonction de la quantité de coagulant utilisé. Plus la quantité du coagulant est faible, plus le temps de caillage est long. Il est en moyenne de 25, 20mn35s, 16mn et 14,5 minutes, respectivement avec 3, 5, 7 et 10 g de broyat de feuilles de papayer pour un litre de lait. Le temps est légèrement long avec la quantité du lait et du coagulant doublée à 6, 10, 14g de feuilles pour 2 litres de lait. Il est respectivement en moyenne de 30, 25,5 20,25 et 17 minutes.

Tableau X: Variation de la teneur en protéines / temps de caillage

Paramètres	Fromage1	Fromage2	Fromage3
Protéines	10,56%	11,53%	11,55%
Temps moyens de caillage	25mn	20mn35s	16mn

Il est observé que la teneur en protéines pour le fromage 1 est la plus faible des trois, et le temps de caillage du lait pour ce dernier est le plus long.

Pour ce qui est du poids de fromage, le litre du lait a donné en moyenne 195,10g après 24 h du temps d'égouttage, soit environ 1/5 du poids de lait cru.

2.1.4. Caractéristiques chimiques du lait et du fromage

Tableau XI: Propriétés chimiques du lait et du fromage frais

Paramètres	Unité	Lait	Unité	Fromages		
				Fromage 1	Fromage 2	Fromage 3
Cendres	g/100ml	0,57	%	1,41	1,48	1,30
Matières grasses		2,37		14,24	13,10	15,25
Protéine (Nx 6,38)		2,89		10,56	11,53	11,55
Extraits secs		10,57		29,08	28,82	30,77

Frge1 : utilisation de 3g de broyat de feuilles de papayer (coagulant) pour 1l lait

Frge2 : utilisation de 5g de broyat de feuilles de papayer (coagulant) pour 1l lait

Frge3 : utilisation de 7g de broyat de feuilles de papayer (coagulant) pour 1l lait

Dans les 3 catégories de fromage, la teneur en protéines n'a pas considérablement variée et est globalement faible. Toutefois elle est légèrement élevée avec le fromage 3. Contrairement aux protéines, les cendres sont importantes avec les fromages 1 et 2 que celles du fromage 3.

2.1.5. Caractéristiques microbiologiques du fromage

Comme l'indique le Tableau XII, les échantillons sont très chargés en flore lactique, en coliformes fécaux et faiblement contaminés par les levures et moisissures (< 10 UFC/g). S'agissant des FMAT et coliforme fécaux, les échantillons de coagulum égouttés à la température ambiante (AT et BT) sont plus contaminés que ceux égouttés au réfrigérateur (AF et BF).

Tableau XII: Niveau de contamination du fromage par les germes recherchés ou dénombrés.

Microorganismes	Unité	From AF	From AT	From BF	From BT
Levures et moisissures	UFC/g	<10	<10	<10	<10
FMAT	UFC/g	$1,7 \times 10^5$	$1,6 \times 10^8$	$1,6 \times 10^3$	$4,3 \times 10^7$
Coliformes fécaux	UFC/g	$3,1 \times 10^4$	$1,6 \times 10^7$	$9,3 \times 10^2$	$1,7 \times 10^3$
Staphylocoques pathogènes	UFC/g	0	0	0	0

2.2. Discussion

Il n'y a pas eu, à notre connaissance, des travaux antérieurs portant sur l'utilisation de la papaïne comme coagulant pour la fabrication du fromage. Cela constitue un handicap dans la discussion de nos résultats. Néanmoins, nous allons comparer nos fromages avec les autres fromages traditionnels fabriqués en utilisant des coagulants végétaux autres que la papaïne.

2.2.1. Caractéristiques organoleptiques

La plus faible quantité de coagulant utilisée a donné un fromage de bon goût (non amer) et de couleur bien blanchâtre par rapport aux laits coagulés avec 7 et 10g de coagulant (gout légèrement amer et coloration verdâtre). Néanmoins ce dernier fromage est bien meilleur de par sa texture ferme.

On pourrait dire que la texture ferme et lisse est synonyme de l'effet d'un taux élevé de coagulant. Cette texture lisse est très recherchée dans la filière fromage (Coulon et *al.*, 2005).

2.2.2. Caractéristiques physico-chimiques du lait cru

2.2.2.1. Le pH

Comme indiqué dans le Tableau VI, les 85,72% de nos échantillons ont un pH compris entre 6,5 - 6,7. Le pH normal du lait cru de vache varie entre 6,6 et 6,8 et tout pH en dessous de 6,5 et au dessus de 6,9 est anormal (Bourgeois et *al.*, 1990).

Douik et *al.*, (2003) ont trouvé des valeurs de pH qui vont de 6,6 à 6,91. Sina, (1992) a trouvé des valeurs de pH qui varient entre 6,69 et 6,79, inclus dans la fourchette du pH normale.

Le pH inférieur à la normale (5,9) de certains échantillons peut être expliqué par le fait qu'il y aurait un début de fermentation du lait, puisque les analyses ont été faites au moins 3 à 4 h après la traite

2.2.2.2. Acidité Dornic

L'acidité Dornic du lait cru de nos échantillons est comprise entre 16 et 18°D. . Cette acidité titrable est bien comprise dans les valeurs normales du lait de vache : 16-18°D. Ces chiffres sont similaires à ceux obtenus par Diatta (2005). Comme la presque totalité de nos échantillons ont un pH normal, l'acidité serait donc bel et bien le reflet du pH. En d'autre terme, le pH faible conduit à une acidité élevée et vice-versa.

2.2.2.3. Aptitude du lait à la pasteurisation

Le lait cru soumis au test à l'alcool et qui a réagi négativement, est acheté. La négativité des tests à l'alcool, prouve l'aptitude de ce lait à subir la pasteurisation sans inconvénient (Boudier et *al.*, 1981). Cette stabilité pourrait bien témoigner de la fraîcheur du lait.

2.2.3. pH du fromage frais

Le Tableau IX nous indique que les pH de nos fromages ont été de 6,6 à 6,8. Ces pH mesurés sur les coagulums, juste après le caillage du lait et après 24 h du temps d'égouttage ont varié. Cette variation entre t0 et t1 est bien remarquable avec les échantillons égouttés à +4°C. Cette variation pourrait s'expliquer par la présence encore du petit lait dans le lait qui vient juste de cailler et ce dernier contribuerait à l'acidité du fromage. Vignola (2002), avait noté un pH de 6,0 à 6,7 avec le caillé présure.

2.2.4. Caractéristiques microbiologiques du fromage

Le résultat du dénombrement des grands groupes microbiens (Tableau XII) montre une absence totale de Staphylocoque et un petit nombre de Levure et Moisissures. La charge microbienne est plus importante avec l'égouttage réalisé à la température ambiante. La population importante des FMAT et des Coliformes fécaux observée pourrait être liée à la manipulation ou à une récontamination. Nos fromages sont légèrement moins contaminés que ceux de Kora en (2005) qui avait trouvé un nombre très élevé de coliformes et Germes aérobies mésophiles à l'ordre de $3,7.10^6$ et $4,2.10^6$ UFC/g sur le fromage frais Peulh au Benin utilisant les feuilles de *Calotropis procera*. Ce même auteur a identifié $7,36.10^5$ UFC/g de Levures et moisissures.

2.2.5. Variation de protéine/Temps du caillage du lait, poids du fromage

La vérification du temps de coagulation en fonction des différentes quantités de coagulant utilisé est un élément important, puisque cela permettrait de connaître la durée exacte du caillage de lait. Ce temps est court avec les fortes quantités de coagulant et long avec 3 g/litre de lait (Tableau X). Nous pouvons dire que les broyats des feuilles de papayer ont effectivement une propriété coagulante du lait. Les auteurs Dossou et *al.*, (2006) ont noté la coagulation en 20 à 25 minutes avec l'utilisation de 7 et 12g de feuilles de *Calotropis procera* pour un litre de lait cru. Pour Vignola (2002), ce temps varie 20 et 60 minutes avec le caillé présuré. Des résultats similaires ont été trouvés par Egounlety et *al.*, (1994) qui indiquent l'utilisation de 5 et 15 grammes de feuilles de *Calotropis procera* par kilogramme de lait.

Le Tableau XI nous indique que d'une manière globale, le taux de protéines est faible sur tous les 3 fromages par rapport au fromage frais du Benin. Cela signifierait que les feuilles de *Carica papaya* L. ont un effet protéolytique plus élevé que celles de *Calotropis procera*. Parmi les 3 fromages, la plus faible quantité de protéine est observée avec l'utilisation de faibles quantités de coagulant. Or Ramet (1990) énumérait que les feuilles de papayer ont une propriété protéolytique. Il serait cohérent de voir plus de protéine avec l'utilisation de faible quantité de coagulant. Mais si ce n'est pas le cas, on pourrait émettre l'hypothèse comme quoi le long temps de caillage serait synonyme de diminution de protéine.

Le poids de fromage après 24h est en moyenne de 195,10 g/l, soit 1/5 du poids de lait cru. Ce résultat est similaire à celui de Kees (1996) qui a utilisé 5 litres de lait frais pour la fabrication d'1 kg de fromage déjà égoutté, avec les feuilles de *Calotropis procera*.

2.2.6. Caractéristiques chimiques du lait et du fromage

Les teneurs en protéines, matières grasses et sèche des échantillons du lait utilisés sont en moyenne de 28,9 g/l, 23,7g/l et 10,57%. Ces valeurs sont légèrement en dessous de l'intervalle donné par Vignola 2002 (Tableau I). Pour ce qui est de la teneur moyenne protéinique des fromages issus de ce lait (10,56-11,55%), elle est très faible par rapport au résultat de Kora (2005) qui est de 33,65% de protéine, avec le fromage traditionnel peulh au Bénin pour un lait ayant 31,55 % de base sèche. Alais et Linden (1993) ont noté 19% de protéines sur les fromages blancs au lait écrémé et 23% de lipides sur le fromage à pâte molle. Diouf (2004) a noté 15,2% de protéines sur les fromages de chèvre dans les Niayes au Sénégal. Bien que le lait du départ ait un taux moyen en protéines légèrement inférieur à la valeur normale du lait de vache, l'écart en protéine entre le lait et le fromage est large. Nous pourrions ainsi dire que les broyats de feuilles de *Carica papaya* L. ont un effet protéolytique excessif. Ce constat rejoint celui de Ramet (1990) qui signale que les préparations coagulantes d'origine végétale dont la papaine extraite des feuilles du papayer ont un pouvoir coagulant, une activité protéolytique élevée mais aussi confèrent un goût amer au produit.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le fromage est un produit laitier, riche en protéines. En général, sa fabrication nécessite la présure, une enzyme spécifique qui provient de la caillette des veaux non sevré et qui est indispensable pour la coagulation du lait. Cette dernière de par son coût extrêmement élevé et sa disponibilité limitée compromet la fabrication des fromages frais dans le milieu sénégalais. L'Institut de Technologie Alimentaire (ITA) a bien voulu essayer dans son programme de recherche et développement, une voie alternative pour remplacer cette présure par des feuilles de plantes locales en l'occurrence les feuilles de papayer.

Cette étude a pour finalité de voir si les feuilles de papayer peuvent être utilisées, et à quel taux, pour la coagulation du lait et d'en fabriquer des fromages de bonne qualité. Après l'utilisation de 3, 5, 7 et 10g de ces feuilles pour un litre de lait, les résultats ont montré qu'effectivement, elles ont une propriété coagulante du lait. Cependant, selon les résultats de la composition chimique, ces fromages ont un taux faible de protéines. Or l'intérêt du fromage est sa richesse et son apport en protéines de bonne qualité. La qualité organoleptique est aussi douteuse de par le goût légèrement amer des fromages. La charge microbienne aérobie totale et coliformes fécaux est importante et se situe respectivement entre $1,6 \times 10^3$ à $1,7 \times 10^5$ et $9,3 \times 10^2$ à $3,1 \times 10^4$ UFC/g en moyenne. Les Levures et moisissures par contre sont présentes à un faible nombre.

Néanmoins, nous ne manquerons pas de faire quelques recommandations. Ainsi nous recommandons à l'ITA :

- de poursuivre la recherche en utilisant des substances permettant de réduire l'effet protéolytique élevé de la papaïne et de corriger le goût amer des fromages ;
- d'extraire la papaïne industriellement et de l'essayer avec des quantités infimes (en millilitres) ;
- de ne pas perdre de vue les essais avec d'autres plantes pour rendre effective ce choix de remplacer la présure par un coagulant végétal.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- AFNOR, 1999. Microbiologie alimentaire: t₁: Méthodes horizontales.-7^e éd-Paris : Afnor.-663p.
- 2- ALAIS., 1984. Sciences du lait : Principes des techniques laitières- 4e éd- Paris SEPAIC 814p
- 3- ALAIS C. et LINDEN G., 1993. Biochimie alimentaire. Paris, Masson, 2^eme édition.
- 4- AMARIGLIO S., 1986. Contrôle de la qualité des produits laitiers. Analyses physico-chimiques 3eme Ed : Recueil de normes françaises. France : Afnor-ITVS, 415p.
- 5- BOUDIER J.F. et LUQUET F.M., 1981. Dictionnaire laitier. 2eme éd.- Paris : Tec & Doc. Lavoisier-220p.
- 6- BOURGEOIS C., MESCLE J.F. et ZUCAM., 1990. Microbiologie Alimentation ; Aspects microbiologiques de la sécurité et de la qualité alimentaire. Paris: Techniques et Documentation. Lavoisier – 422p.
- 7- CAROLE L., VIGNOLA., 2002. Science et Technologie du lait 598P.
- 8- CARON A., ST-GELAIS D. et POULIOT Y., 1997. « Coagulation of milk enriched with ultrafiltered or diafiltered microfiltered milkretentate powders», International Dairy journal, **7 (6-7):**445-451.
- 9- CAYOTP et LORIENT D., 1998. Structures et technofonctions des protéines du lait. Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.
- 10- CLAUDE P. et CHAMPAGNE Ph D., 1998. Production de ferments lactiques dans l'industrie laitière. Paris, 210p.
- 11- COULON J.B., DELACROIX A. BUCHET B. MARTIN A., 2005. Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages. *INRA, Prod. im.*, **18 (1)**, 49-62.
- 12- DAVIAU C.M.H. FAMELART A. PIERRE H. GOUDEDRANCHE J.L. MAUBOIS., 2000. «Rennet coagulation of skim milkand curd drainage: Effect of pH, casein concentration, ionic strength and heat treatment », *Lait*, **80(4):** 397-415.
- 13- DIATTA O., 2005. Etude de la qualité des laits caillés artisanaux fabriqués par le G.I.E. des éleveurs de Nguekokh. Mémoire DEA/production animale: Dakar ; 03. EISMV.
- 14- DIOUF L., 2004. Etude de la production et de la transformation du lait d chèvre dans les Niayes (Sénégal). Mém DEA/prod animale : Dakar ; 012. EISMV.
- 15- DOSSOU J. HOUNZANGBE, ADOTE S. SOULE H., 2006. Production et transformation du lait frais en fromage peulh au Benin. Guide de bonnes pratiques, 33P.
- 16- DOUIK R., ETTRIQUI A. et ZRELLI S., 2003. Relation entre le test à l'alcool et la qualité du lait à la réception. *Micb. Hyg. Alim.*, **15(42)** :19-26

- 17- ECK A., GILLIS J.C., 1997. Le Fromage, De la science à l'assurance-qualité ; 3^e éd-Paris, 891p.
- 18- EGOUNLETY M., EDEMA M., YEHOUESSI B. et AHOUANSOU E. A., 1994. Production et qualité du fromage Peulh (waragashi) en République du Bénin, Université Nationale du Bénin, DNSA. Rapport de Recherche, Abomey-Calavi, 30 – 33pp.
- 19- EVETTE J.L., 1975. La fromagerie.- Paris : Presses universitaires de France, 140 p.
- 20- FAO/OMS, 2000. Codex Alimentarius : Lait et produit laitiers, 2e édition- Rome : FAO ; OMS- 136p.
- 21- FRANCE. Ministère de l'agriculture et de la pêche. Arrêté ministériel du 30 mars 1994 : critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire les laits de consommation et les produits à base de lait lors de leur mise sur le marché. *Journal officiel* du 21 avril 1994, 5883.
- 22- FROC J., GILIBERT J., DALIPHAR T., DURAND P., 1988. Composition et qualité technologique des laits de vaches Normandes et Pie-Noires. 1. Effet de la race. *INRA Prod. Anim.*, 1, 171-177.
- 23- GOURSAUD J., 1985. Composition et propriétés physico-chimiques. In : LUQUET F.M., Laits et produits laitiers. 1^{ère} éd. Paris : Technique et documentation Lavoisier. Vol.1, Chap.1, 1-90.
- 24- GUIRAUD., 1998. Microbiologie Alimentaire. Dunod, 89 -95p.
- 25- HINKEL J.R., 1951. Papain. *Annals of the New York Academy of sciences*, **54 (2)**, 245-276.
- 26- KEES M., 1996. Le fromage peulh : facile à produire et bien apprécié, une technologie à vulgariser. Rapport de recherche GTZ, Université Eschborn, RFA. pp8-25.
- 27- KORA S., 2005. Contribution à l'amélioration de la technologie de production du fromage peulh au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome. Université d'Abomey-Calavi, Bénin.
- 28- LECOQ R., 1965. Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles. Tome I et II. Ed Doin, Paris France.
- 29- LE JAOUEN J.C., 1993. *Guide national des bonnes pratiques en production fromagère fermière*. 1^{ère} éd. Paris : Institut de l'élevage. Chap.4, 145-154.
- 30- LUQUET F.M. et CORRIEU G., 2005. Bactéries lactiques et probiotiques. Edition Tec 8c Doc, Lavoisier. Paris 307p Microb-Hyg-alim **2 (1)** : 30-33
- 31- LUQUET F.M., 1990. Lait et Produits Laitiers vache, brebis, chèvre. Tome II, Technique et Documentation, 2emeEdition, Lavoisier, Paris.
- 32- MIETTON B.M., DESMAZEAUD H. ROISSART et WEBER., 1994. «Transformation du lait en fromage », Bactéries lactiques, vol.2, Chap.IV, 3^e édition, Lorica, 55-133p.

- 33- MIETTON B., 1995. La typologie des fromages, Symposium organisé par la fondation des Gouverneurs et le centre de recherche et de développement sur les aliments d'agriculture et Agroalimentaire Canada, octobre, 245p.
- 34- MISTRY V.V., BROUK M.J., KASPERSON K.M., MARTIN E., 2002. Cheddar cheese from milk of Holstein and Brown Swiss cows. *Milchwissenschaft*, 57, 19-23.
- 35- PERMANNE R.L., 1964. La culture du *papaya* en vue de la production de papaine. *Bull. Doc. Tech. Agric.*, **4 (14)**, 12
- 36- RAMET J.P., 1985. La fromagerie, les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Ed. Production et santé Animales. FAO, Rome, Italie.
- 37- REMEUF F., COSSIN V., DERVIN C., TOMASSON R., 1991. Relation entre les paramètres physico-chimiques des laits et son aptitude fromagère. *Lait* 71, 397-421.
- 38- RICHARD V.J., 1990. Production de lait cru de bonne qualité bactériologique.
- 39- SAIED KOURDA R. et BOUDABOUS A., 1994. Bactéries des genres *Lactobacillus* et *Streptococcus* isolées des produits laitiers locaux. *Microb-Hyg-Alim* **6 (15)** : 3- 21.
- 40- SCRIBAN R., HEBERT J.P., STROBBEL B., 1975. La papaine industrielle. *Bios*, **6 (7-8)** 254-265.
- 41- SINA L., 1992. Contrôle de la qualité du lait et produits laitiers fabriqués par la SOCA. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 33.
- 42- VIGNOLA C.L., 2002. Science et technologie du lait : Transformation du lait – Montréal : presse internationale polytechnique 600p.

ANNEXE



Fromage à la sortie de moule



Le fromage conservé dans les pots



Texture externe et interne du fromage



Présentation au jury de dégustation

MASTER QUALITE DES ALIMENTS DE L'HOMME	MASTER QUALITY FOOD OF MAN
« Essai de fabrication d'un fromage frais traditionnel sénégalais, à partir du lait de vache, coagulé par la papaine naturelle »	« Testing for making a Senegalese traditional cheese, from cow's milk, coagulated by papain natural »
<u>Résumé</u> La présente étude vise à essayer de fabriquer un fromage frais traditionnel sénégalais en remplaçant la présure coûteuse par les feuilles de <i>Carica papaya</i> L. Elle a pour finalité de voir si ces feuilles peuvent être utilisées, et à quel taux, pour la coagulation du lait et d'en fabriquer de fromage de qualité. Ainsi, différentes quantités de broyat des feuilles de papayer (3, 5, 7 et 10g) ont été utilisées pour la coagulation d'un litre de lait cru de vache. Les résultats obtenus ont montré qu'effectivement, ces feuilles ont une propriété coagulante du lait. Cependant, selon les résultats de la composition chimique des fromages, ils ont un taux faible en protéines. Or l'intérêt du fromage est sa richesse et son apport de protéines. Les caractéristiques organoleptiques sont aussi douteuses de par le goût légèrement amer conféré aux fromages. <u>Mots clés</u> : Lait cru -Fromage-Feuilles de <i>Carica papaya</i> L.-papaine- Présure-Contrôle de qualité- ITA-Sénégal	<u>Abstract</u> The present study aims to try making a traditional Senegalese cheese rennet substitute expensive by the leaves of the <i>Carica papaya</i> L. Its purpose is to see if the leaves can be used, and a what rate for coagulate milk and to produce quality cheese. Thus, different quantities of crushed papaya leaves (3, 5, 7 and 10g) were used for coagulation of a liter of raw cow's milk. The result obtained showed that, indeed, these sheets have a property of coagulating milk. However, according to the result of the chemical composition of cheeses, they have low protein content. Or the interest of the cheese is its richness and protein intake. The organoleptic characteristics are as questionable by the slightly bitter taste conferred cheese. <u>Keywords</u>: Raw milk - cheese-leaves of <i>Carica papaya</i> L.- papain- rennet-quality control-ITA- Senegal
ABAKAR Mahamat Nour Mallaye Docteur vétérinaire. N'djamena (Tchad) BP : 175 ; Tel : (00235)99 29 18 21 E-mail : bennourmallaye@yahoo.fr	ABAKAR Mahamat Nour Mallaye Veterinary doctor. N'djamena (Chad) BP : 175, Tel : (00235)99 29 18 21 E-mail : bennourmallaye@yahoo.fr