

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DES SCIENCES
ET TECHNIQUES

ECOLE INTER-ETATS DES
SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES



Année 2008



N°05

EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES, PHYSICO- CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DU LAIT CAILLE TRADITIONNEL

**MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES DE
PRODUCTIONS ANIMALES.**

*Présenté et soutenu publiquement
Le 28 Mai 2008 à l'EISMV à 12Heures*

Par CONTE Sarata

Née le 05 Décembre 1978 à Dakar (SENEGAL).

Membres du JURY

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

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

M. Malang SEYDI Professeur à l'EISMV
Directeur et Rapporteur

DEDICACES

Nous dédions ce modeste travail

A mon regretté Père Lamine CONTE, que Dieu t'accueille dans son éternel paradis ;
Et à nos regrettés amis Baye DIATTA et Oumar SANE, que la terre leur soit légère.

A ma belle sœur Ndeye Penda LY qui nous a quitté a la veille de ce travail, que dieu t'accueille dans son éternel paradis.

A ma mère Coumba DANSOKHO, votre affection m'a toujours été d'un grand soutien. Trouvez dans ce travail le fruit de vos indéfectibles efforts et qu'ils puissent récompenser votre patience. Que le bon Dieu vous accorde santé et longévité.

A mes frères : Kita, Moussa et Mamadou CONTE. C'est pour moi l'occasion de vous remercier pour tous les efforts et sacrifices consentis à l'endroit de ma modeste personne.

A mes sœurs : Oumou, Aïssatou, Fatou et Mariama CONTE. Notre force résidera toujours dans notre entente. Que notre amour fraternel demeure inébranlable. Infini attachement.

A toute la famille CONTE

A mes amis et amies : Abdoulaye Anne, Doudou Wade, Mamadou Ba, Moussa Camara, Atabou Sambou, Idy Coly, Ouly et Banna Sambou, Princesse Bodian, Marie Louise Coly, Maïmouna Camara, Penda Sow, Diaw Barro, Céline Niassy et Nana Thiome.

Je suis affectée par l'idée de ne pas pouvoir citer tout ce monde sur cette page. Mon grand souhait est que toutes les personnes qui ne verraient pas leur nom se reconnaissent à travers celles citées.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce travail.

J'adresse mes remerciements les plus chaleureux à M. 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.

Je remercie tout le personnel du laboratoire de HIDAOA, pour les encouragements et les conseils qu'ils m'ont apportés.

Je souhaite également présenter ici tous mes remerciements à Mme Aïssa SOW et Nabou de DIRFEL.

Je remercie tous mes amis en particuliers Jacques DIATTA et Oumoukaltome MBODJ et son mari qui m'ont aidé à réaliser ce travail.

Je voudrais enfin remercier tous les enseignements qui ont contribué à ma formation et l'ensemble des étudiants de la 6^{ième} promotion du DEA-PA avec qui j'ai vécu de bons moments sans oublier les étudiants du Département de Sciences Naturelles de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

Que chacun veuille bien trouver ici le témoignage de mon amitié.

A NOS MAÎTRES ET JUGES

Louis Joseph PANGUI, professeur à l'EISMV de Dakar

Malgré votre programme très chargé, vous avez spontanément accepté de présider notre jury de mémoire. Vous nous faites ainsi un grand honneur. Hommage respectueux.

Bhen Sikina TOGUEBAYE, professeur à la Faculté des Sciences et Techniques, UCAD

La spontanéité avec laquelle vous avez accepté de siéger dans ce jury nous honore et force toute notre admiration.

Soyez assuré de notre profonde reconnaissance.

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.

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR : Association Française de Normalisation

BCC : Bouillon de Coeur Cervele

BP : Baird Parker

°D : Degré Dornic

DIRFEL: Directoire Régional des Femmes en Elevage

EISMV : Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires

EPT : Eau Peptonée Tamponnée

FAO: Food and Agriculture Organization

ISO: Organisation Internationale de Normalisation

MRS : Gélose de MAN ROGOSA et SHARPE

NF: Norme Française

UCAD : Université Cheikh Anta Diop

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

Liste des tableaux

Tableau I : Composition générale du lait de vache.....	2
Tableau II : Les caractéristiques physico-chimiques.....	3
Tableau III : Critères microbiologique des laits caillés.....	17

Liste des figures

Figure 1 : Recherche des bactéries lactiques.....	15
Figure 2 : Recherche des coliformes thermotolérants.....	16
Figure 3 : Tests de confirmation de présence ou d'absence de <i>Staphylococcus aureus</i>	16
Figure 4 : pH initial.....	18
Figure 5 : Evolution du pH en fonction du temps.....	19
Figure 6 : Acidité Dornic initiale.....	19
Figure 7 : Evolution de l'acidité Dornic au cour du temps.....	20
Figure 8 : Charge initiale en bactéries lactiques.....	20
Figure 9 : Evolution des bactéries lactiques au cours du temps.....	21
Figure 10 : Contamination initiale par les coliformes thermotolérants.....	21
Figure 11 : Evolution moyenne des coliformes thermotolérants au cours du temps.....	22
Figure 12 : Evolution de la contamination des différents échantillons par les coliformes thermotolérants au cours du temps.....	22
Figure 13 : Contamination initiale par <i>Staphylococcus aureus</i>	23
Figure 14 : Evolution de <i>Staphylococcus au</i>	

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	1
Première partie : Synthèse bibliographique	
Chapitre 1 : Lait cru.....	2
1-1) Définition.....	2
1-2) Composition et variabilité de la composition.....	2
1-3) Caractéristiques organoleptiques.....	3
1-3-1) Qualité organoleptique.....	3
1-3-2) Examen organoleptique.....	3
1-4) Caractéristiques physico-chimiques.....	3
1-5) Caractéristiques microbiologiques du lait et des produits laitiers.....	4
1-5-1) Contamination initiale.....	4
1-5-2) Microflore lactique du lait.....	4
1-5-3) Sources de contamination.....	4
1-5-4) Microflore contaminante.....	5
1-5-4-1) Flore pathogène.....	5
1-5-4-2) Flore d'altération.....	5
1-5-5) Principales activités des microorganismes dans le lait.....	5
1-6) Traitement et transformation du lait.....	6
Chapitre 2 : Lait fermentés.....	7
2-1) Définitions.....	7
2-1-1) La fermentation.....	7
2-1-2) Lait fermentés.....	7
2-2) Différents types de lait fermentés.....	7
2-2-1) Yaourt.....	7
2-2-2) Lait caillé.....	8
2-2-3) Kéfir.....	8
2-2-4) Koumis.....	8
2-2-5) Lait à l'acidophile.....	8

2-2-6) Leben ou Dahi.....	8
2-2-7) Lait filé.....	8
2-3) Caractéristiques organoleptiques du lait caillé.....	9
2-3-1) Couleur.....	9
2-3-2) Saveur.....	9
2-3-3) Consistance.....	9
2-3-4) Odeur.....	9
2-4) Caractéristiques physico-chimiques du lait caillé.....	9
2-4-1) Extrait sec.....	9
2-4-2) Matière grasse.....	10
2-4-3) Acidité du lait caillé.....	10
2-5) Evolution des microorganismes du lait caillé.....	10
2-6) Intérêt nutritionnel et hygiénique.....	10
2-7) Importance socio-culturelle.....	11
2-8) Importance économique.....	11

Deuxième partie : Etude expérimentale du lait caillé traditionnel sénégalais

Chapitre 1 : Matériel et méthodes.....	12
1-1) Matériel.....	12
1-1-1) Matériel de prélèvement.....	12
1-1-2) Matériel de laboratoire.....	12
1-1-3) Matériel biologique.....	12
1-2) Méthodes.....	12
1-2-1) Site et durée de l'étude.....	12
1-2-2) Procédé de fabrication du lait caillé.....	13
1-2-3) Echantillonnage et prélèvement.....	13
1-2-4) Examen organoleptique.....	13
1-2-5) Tests physico-chimiques.....	13
1-2-5-1) Détermination du pH.....	13
1-2-5-2) Détermination de l'acidité Dornic.....	13
1-2-6) Préparation de l'échantillon.....	14
1-2-6-1) Recherche des bactéries lactiques mésophiles.....	14
1-2-5-2) Recherche et dénombrement de la flore contaminante.....	15
1-2-5-2-1) Recherche et dénombrement des coliformes thermotolérants.....	15

1-2-5-2-2) Recherche et dénombrement des staphylocoques présumés pathogènes.....	16
1-2-6) Expression des résultats.....	17
1-2-8) Critères microbiologiques de référence des laits caillés.....	17
1-2-9) Analyses statistiques.....	17

Chapitre 2 : Résultats et Discussion.....18

2-1) Résultats.....	18
2-1-1) Qualité organoleptique.....	18
2-1-2) Qualité physico-chimique du lait caillé.....	18
2-1-2-1) pH initial.....	18
2-1-2-2) Evolution du pH.....	18
2-1-2-3) Acidité initiale.....	19
2-1-2-4) Evolution de l'acidité.....	19
2-1-3) Qualité bactériologique du lait caillé.....	20
2-1-3-1) charge initiale en bactéries lactiques.....	20
2-1-3-2) Evolution des bactéries lactiques dans le lait caillé.....	20
2-1-3-3) Contamination initiale par les coliformes thermotolérants.....	21
2-1-3-4) Evolution des coliformes thermotolérants.....	21
2-1-3-5) Contamination initiale par les staphylocoques présumés pathogènes.....	22
2-1-3-6) Evolution des staphylocoques présumés pathogènes.....	23
2-2) Discussion.....	24
2-2-1) Qualité organoleptique.....	24
2-2-2) Caractéristiques physico-chimiques.....	24
2-2-2-1) pH.....	24
2-2-2-2) Acidité Dornic.....	24
2-2-3) Qualité bactériologique.....	25
2-2-3-1) charge initiale en bactéries lactiques.....	25
2-2-3-2) Evolution de la flore lactique.....	25

2-2-3-3) Contamination initiale par les coliformes thermotolérants.....	25
2-2-3-4) Contamination initiale par les staphylocoques.....	26
2-2-3-5) Evolution de la flore contaminante.....	26
2-2-3-5-1) Evolution des coliformes.....	26
2-2-3-5-2) Evolution des staphylocoques présumés pathogènes.....	26
Conclusion et recommandations.....	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	28

INTRODUCTION

Introduction

Le Sénégal, à l'instar de la plupart des pays en voie de développement a longtemps compté sur les importations pour satisfaire sa demande intérieure en croissance. Ce recours aux importations de lait et produits laitiers trouve son origine dans le déficit de la production laitière des races locales.

Le lait caillé constitue le deuxième poste de consommation des produits laitiers au Sénégal, après le lait en poudre consommé en l'état.

La production locale de lait frais est faible et saisonnière. En milieu rural, elle est fortement autoconsommée et n'est disponible en quantité pour la transformation, qu'en saison des pluies. Du fait de cette saisonnalité, d'un circuit de ramassage peu opérationnel et de conditions d'hygiène et de conservation précaires, ce lait est très faiblement transformé et commercialisé en milieu urbain. En zone périurbaine, il existe un commerce de lait frais et lait caillé produit dans quelques fermes modernes. Ces produits font essentiellement l'objet d'une vente de proximité ou dans des kiosques. Ce lait provient d'élevages périurbains modernes utilisant des races laitières importées ou des métis produits par insémination artificielle.

La transformation du lait frais fournit une gamme très variée de laits de consommation et particulièrement les laits pasteurisés, stérilisés, fermentés dont le yaourt, le lait caillé. La diversité des produits implique l'utilisation de procédés de transformation spécifiques au produit considéré. Il en résulte ainsi un intérêt nutritionnel lié aux caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques propres à chaque produit (MOUNKALA, 2002).

C'est dans ce contexte que nous avons choisi de mener une étude portant sur l'évolution des caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques du lait caillé traditionnel. L'objectif général de ce travail est d'apprécier les paramètres physico-chimiques, la charge de la flore lactique ainsi que la contamination initiale du lait caillé destiné à la commercialisation et leur évolution au cours d'un stockage réfrigéré entre 0 et 4°C pendant 7 jours.

Ce travail comprend deux parties: la première partie est une synthèse bibliographique du lait. La deuxième partie, consacrée au travail expérimental, rapporte le matériel et les méthodes d'analyse utilisés ainsi que les résultats qui seront par la suite discutés.

PREMIERE PARTIE :

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Lait cru

1-1) Définition

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

Le lait est un liquide sécrété par les glandes mammaires des femelles mammifères après la naissance du jeune. C'est un liquide de composition complexe, blanc et opaque, d'une saveur douce, d'une réaction ionique (pH) voisin de la neutralité. La fonction naturelle du lait est d'être un aliment exclusif des jeunes mammifères pendant la période critique de leur existence, après la naissance, alors que la croissance est rapide et qu'il ne peut lui être substitué d'autres aliments. La grande complexité de la composition du lait répond à cette fonction (ALAIS, 1984).

1-2) Composition et variabilité de la composition

Tableau I : Composition générale du lait de vache

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

Source : VIGNOLA, 2002

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, les sels. Mais de nombreux autres constituants sont présents en quantité minime comme les vitamines, enzymes, nucléotides, gaz dissous; dont certains ont une grande importance du fait de leur activité biologique.

Cette composition 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) Caractéristiques organoleptiques

1-3-1) Qualité organoleptique

La qualité organoleptique 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 typiques qui concernent la couleur, l'odeur, la saveur, la viscosité etc.

1-3-2) Examen organoleptique

Lorsqu'il achète un produit laitier, le consommateur base son choix sur les critères de qualité suivants : la saveur, l'apparence, la durée de conservation, la valeur nutritive et l'innocuité. Les changements dans la qualité sensorielle sont également à prendre en compte.

L'examen organoleptique est essentiel pour apprécier les qualités de tous les produits, et s'avère le critère le plus fiable.

1-4) Caractéristiques physico-chimiques

Tableau II : Les caractéristiques physico-chimiques

Caractéristiques chimiques	Valeurs
pH (20)	6,6 – 6,8
Densité	1,030 – 1,033
Température de congélation (°C)	- 0,53
Caractéristiques physiques (g / 100g)	
Teneur en eau	87,3
Extrait sec total	12,7
Taux de matière grasse	3,9
Extrait sec dégraissé	9,2
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

Source : BOURGEOIS et *al*, 1990

1-5) Caractéristiques microbiologiques du lait et des produits laitiers

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

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 pathogènes et dangereux au point de vue sanitaire.

1-5-1) 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.

1-5-2) 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 positifs, catalase négatifs, anaérobies facultatifs ou micro-aérophiles et hétérotrophes (ALAIS, 1984 ; CLAUDE et CHAMPAGNE, 1998). L'ensemble de ces caractères précieux permet aux bactéries lactiques un développement plus rapide que les espèces considérées comme nuisibles (SAIED KOUDA 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'acidophine » qui sélectionnent les bactéries non lactiques au profil des bactéries lactiques.

Parmi les bactéries lactiques ayant comme habitat le lait, nous avons le genre *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Aerococcus* (LUQUET et CORRIEU, 2005).

1-5-3) Sources de contamination

Le lait est généralement contaminé par une grande variété de microorganismes d'origines diverses. Cette contamination peut provenir de l'animal (intérieur ou extérieur de la mamelle), de l'environnement où se fait la traite (sol, atmosphère,

eau...) et du matériel servant à la collecte du lait (machines à traire, filtre, récipients divers) mais aussi de l'homme.

Certains microorganismes peuvent présenter 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).

1-5-4) Microflore contaminante

Elle est composée de la flore pathogène et de la flore d'altération.

1-5-4-1) Flore pathogène

Elle fait partie de la flore contaminante du lait. Les bactéries pathogènes pour l'homme peuvent être présentes dans le lait cru, ou dans les produits laitiers qui en dérivent. Elles sont capables de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits.

Les bactéries les plus importantes de cette flore pathogène sont le plus souvent mésophiles et les principaux microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (VIGNOLA, 2002).

1-5-4-2) Flore d'altération

Incluse dans la flore contaminante, la flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduira la vie de tablettes du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. L'un n'exclut pas l'autre. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont : *Pseudomonas sp*, *Proteus sp*, les coliformes soit principalement les genres : *Escherichia* et *Enterobacter*, les sporulées telles que *Bacillus sp*, *Clostridium sp* et certaines levures et moisissures (VIGNOLA, 2002 et RICHARD, 1990).

1-5-5) Principales activités des microorganismes dans le 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, la protéolyse, la lipolyse, la production de gaz.

- 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 du lait. Ces microorganismes peuvent être considérés comme « indicateurs » d'une hygiène défectueuse.

1-6) Traitement et transformation du lait

Compte tenu de son caractère très périssable, le lait subit de nombreux traitements ayant pour but de prolonger sa durée de conservation et d'éliminer tout risque avec 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. Pour la stérilisation du lait commercialisé UHT (Ultra High Temperature), 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. 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 qualités alimentaires et organoleptiques et présentant une conservation accrue (GUIRAUD, 1998).

Chapitre 2 : Lait fermentés

2-1) Définitions

2-1-1) La fermentation

La fermentation est un processus au cours duquel le lactose est transformé en acide lactique, sous l'action des microorganismes indigènes du lait ou ajoutés sous forme de ferments lactiques ou levains. La fermentation conduit à la prise en masse du lait par la coagulation de la caséine. Le coagulum obtenu est ferme, sans exsudation de lactosérum.

L'épaississement du lait fermenté correspond à la modification de la structure des protéines du lait, suite à l'acidification du milieu qui résulte de la transformation du lactose en acide lactique par les ferments.

L'aigrissement contribue à rendre le lait caillé plus sain et dans de nombreuses régions du monde ou les produits laitiers sont préparés de façon traditionnelle. Il inhibe et finit par détruire beaucoup de germes pathogènes (agents de la Typhoïde et de la Paratyphoïde) ainsi que les coliformes nocifs.

2-1-2) Lait fermentés

Ils sont obtenus par la multiplication de bactéries lactiques dans une préparation de lait. L'acide lactique produit à partir du lactose contenu dans le lait permet la coagulation du lait et confère une saveur acide aux produits. Les caractéristiques propres des différents lait fermentés sont dues à la variation particulière de certains facteurs, tels que la composition du lait, la température d'incubation ou les ferments utilisés (LUQUET et CORRIEU, 2005).

2-2) Différents types de lait fermentés

Il existe un grand nombre de lait fermentés qui diffèrent par leur matière première, leur flore microbienne, leur technologie, leur texture, leur goût et leur durée de conservation. Certains sont voisins, mais présentés sous des noms variés. Beaucoup d'entre eux contiennent l'une ou les deux bactéries spécifiques du yaourt associées à d'autres micro-organismes.

2-2-1) Yaourt

C'est un lait coagulé obtenu par fermentation lactique, due à *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* ensemencés simultanément. Ces deux micro-organismes doivent se retrouver vivants et abondants dans le produit final, qui

au moment de la vente au consommateur, ne doit pas contenir moins de 0,7g d'acide lactique pour 100g de lait.

2-2-2) Lait caillé

Le lait caillé est un lait acidifié obtenu, soit par fermentation naturelle après ensemencement à l'aide de levains lactiques préparés à l'avance ou du lait caillé de la veille, avec ou sans addition de substances coagulantes (présure, pepsine) (DIENG, 2001). Selon SEYDI et NDIAYE (1993) la matière première peut être du lait cru ou du lait en poudre. Les levains lactiques dégradent le lactose en acide lactique et confèrent par la suite une acidité favorable à la conservation du produit et à la coagulation de la caséine qui forme un gel avec très peu d'exsudation du lactosérum.

2-2-3) Kéfir

C'est un lait fermenté alcoolisé, avec un goût fortement acide et de légers arômes de levures et d'alcool. Il est le fruit d'une fermentation lactique par lactobacilles, streptocoques et d'une levure qui transforme le lactose en alcool. On le retrouve en Asie du sud-ouest, en Europe de l'est (LAMONTAGNE, 2002).

2-2-4) Koumis

C'est aussi un lait fermenté alcoolisé auquel on ajoute 2,5% de sucre et est souvent consommé sous forme de boisson. On utilise généralement comme ferment un mélange symbiotique de *Lactobacillus delbruekii ssp bulgaricus* et de levures du genre *Saccharomyces*.

2-2-5) Lait à l'acidophile

Le lait entier ou écrémé est soumis à un traitement thermique (pasteurisation à 95°C pendant 30 secondes, ou chauffage pendant une heure à une température proche de l'ébullition). Après refroidissement à 37°C, il estensemencé avec 1 à 5% d'une culture pure de *Lactobacillus acidophilus* et inoculé à 36-37°C jusqu'à la coagulation (LAMONTAGNE, 2002).

2-2-6) Leben ou Dahi

C'est un produit très proche du yaourt traditionnel, il prend des noms variés selon la localité (Europe, Asie, Afrique). Le lait partiellement concentré par ébullition estensemencé en ferments contenus dans des fabrications de la veille.

2-2-7) Lait filé

C'est un lait acide, de consistance visqueuse, surtout consommé dans les pays scandinaves. L'acidification est combinée à l'action des bactéries filantes.

L'ensemencement est fait à partir de préparations antérieures ; le lait mis dans de grandes cuves fermente à 100°C.

2-3) Caractéristiques organoleptiques du lait caillé

Il est généralement reconnu qu'on ne peut faire un produit de qualité avec une matière première de mauvaise qualité. Les propriétés organoleptiques des laits caillés dépendent du lait de départ, du procédé de fabrication et de la maîtrise des microorganismes responsables de la fermentation.

2-3-1) Couleur

Selon le type de lait utilisé, écrémé ou non, le gel apparaîtra franchement blanc ou blanc mât.

2-3-2) Saveur

Le lait s'aigrit en vieillissant. Ceci est d'autant plus vrai que cette propriété est à la base même de la technologie des laits caillés. En effet, la saveur acide est la caractéristique la plus constante des laits caillés. Par défaut, un lait caillé peut avoir un goût anormal ou altéré : goût trop aigu, goût amer (DIENG, 2001).

2-3-3) Consistance

Le principal objet de la fermentation est la formation du gel (ALAIS, 1984). Le lait caillé sera donc, en général, plus visqueux que le lait initial. L'adjonction de poudre améliore davantage la consistance et la fermeté des laits caillés. Cependant un lait caillé peut être liquide pour des raisons diverses : défauts d'acidification ou d'addition d'eau (BRUNET cité par NDIAYE, 2001).

2-3-4) Odeur

Certains ferments lactiques ont comme propriété technologique de synthétiser des composés aromatisants. Ainsi les laits caillés sont plus ou moins aromatisés suivant l'aptitude des microorganismes en présence. Cependant l'utilisation des substances aromatisantes autorisées peut contribuer à parfumer les laits caillés (DIENG, 2001).

2-4) Caractéristiques physico-chimiques du lait caillé

2-4-1) Extrait sec

L'extrait sec ou la matière sèche du lait caillé désigne tous ses constituants autres que l'eau. Il doit être au moins égal à l'extrait sec d'un lait normal. La teneur en

matière sèche du lait caillé est augmenté par les opérations de poudrage, de sucrage ou de concentration du lait par évaporation.

2-4-2) Matière grasse

Le taux de matière grasse va dépendre du type de lait mis en œuvre pour préparer les laits caillés. En d'autres termes, ce taux varie selon qu'on a utilisé du lait écrémé ou non.

2-4-3) Acidité du lait caillé

Cette acidité résulte de la production d'acides organiques, en particulier d'acide lactique par les bactéries lactiques. La quantité d'acide lactique libre contenue dans le lait fermenté ne doit pas être supérieure à 0,8g pour 100g de lait fermenté lors de la vente au consommateur. Cette valeur constitue le seuil de survie des germes indésirables dans le lait caillé (DIENG, 2001).

La teneur en matière protéique rapportée à la partie lactée ne doit pas être inférieure à celle d'un lait normal.

2-5) Evolution des microorganismes du lait caillé

L'évolution des germes du lait caillé dépend de la contamination initiale. La croissance de cette population bactérienne est de type exponentiel. Elle dépend de la charge initiale. En effet sous l'action des microorganismes, l'acidification du lait permettait une protection contre le développement de la flore pathogène d'une part et l'amélioration de la qualité organoleptique d'autre part (BEN AMOR et *al*, 1998).

Il sera nécessaire d'avoir une connaissance de la fermentation lactique pour maîtriser les bactéries responsables, car elles peuvent entraîner des effets indésirables aboutissant à l'altération du produit ou le rendant impropre à la consommation.

2-6) Intérêt nutritionnel et hygiénique

Les produits laitiers ajoutent leurs propriétés aux qualités nutritionnelles du lait utilisé, il y a probablement un accroissement de la valeur biologique du lait suite à l'action d'enzymes hydrolytiques facilitant l'assimilation du lactose, des protéines et des lipides. En outre les laits caillés favorisent un bon équilibre de la flore intestinale chez l'enfant à bas âge ou après un traitement aux antibiotiques (BIATCHO, 1995). Ils préviennent l'obésité et l'hyperlépoprotéïnémie car ont une faible teneur en matière grasse.

L'importance hygiénique découle surtout de l'acidification qui constitue un atout majeur. En effet, la fermentation prévient la croissance de la plupart des germes

pathogènes, assure par des moyens simples la conservation du lait. Lorsque des laits sont contaminés, il y a des risques d'intoxication par le consommateur.

2-7) Importance socio-culturelle

Le lait revêt et témoigne des différents traits de la culture des peuples du Sahel, essentiellement pasteurs de tradition. Le lait demeure un facteur essentiel dans la détermination de l'organisation sociale et familiale, dans le mode d'alimentation, dans les échanges, dans le développement et l'appropriation des techniques, dans la culture et ces représentations rituelles et symboliques. Le lait représente un véritable champ de relations où l'espace pastoral s'imbrique parfois profondément dans les autres espaces géographiques, économiques et sociaux.

2-8) Importance économique

L'importance économique du lait est non négligeable. Il permet des échanges commerciaux entre différents pays. Cette importance se situe à plusieurs niveaux.

Au niveau des éleveurs le lait peut représenter une importante source de revenus monétaires. Ainsi certains éleveurs vivent exclusivement de la vente de l'excédent du lait qu'ils peuvent commercialiser sous forme de troc et ils peuvent se procurer de tous les produits dont ils ont besoin.

Au niveau national et international, le lait peut constituer une source importante d'entrées ou de sorties de devises. Les grands pays producteurs de lait tirent d'énormes profits sur le marché des échanges internationaux. A l'opposé, dans les pays du tiers monde, la production laitière inférieure généralement insuffisante explique de très fortes importations à partir des pays développés et partant, une érosion importante des devises (GARGA, 1994 cité par SERY, 2003).

DEUXIEME PARTIE :

**ETUDE EXPERIMENTALE DU LAIT
CAILLE TRADITIONNEL SENEGALAIS**

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1-1) Matériel

1-1-1) Matériel de prélèvement

Il est constitué d'une glacière contenant deux à trois outres de CO₂ ou carboglaces congelées pour le transport des échantillons.

1-1-2) Matériel de laboratoire

Il s'agit du matériel habituel des laboratoires de microbiologie alimentaire. Il peut être regroupé en quatre catégories : les milieux de cultures et les réactifs, le matériel de stérilisation, le matériel d'incubation, la verrerie et les instruments de prise d'essais.

Pour les analyses microbiologiques, nous avons utilisé les milieux de culture suivants :

- le milieu Baird Parker pour le dénombrement des staphylocoques présumés pathogènes,
- la gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) pour le dénombrement des coliformes thermotolérants,
- la gélose de MAN ROGOSA et SHARPE (MRS) pour le dénombrement des lactobacilles,
- la gélose M₁₇ pour le dénombrement des streptocoques.

1-1-3) Matériel biologique

Il est constitué essentiellement du lait caillé préparé traditionnellement. Chaque prise correspond à une production hebdomadaire.

1-2) Méthodes

1-2-1) Site et durée de l'étude

Le choix a été porté sur le DIRFEL (Directoire Régional des Femmes en Elevage) situé au niveau du centre aviculture de Mbaou. C'est une structure constituée de femmes dynamiques s'investissant dans l'agriculture et l'élevage mais aussi dans la

transformation du lait en lait caillé. La matière première, lait provient de Richard Toll (fournie par l'industrie LE BERGER) ou du GIE PASTAGRI.

L'étude s'est déroulée du 7 janvier au 10 avril 2008 avec des ruptures de production causées par la transhumance.

1-2-2) Procédé de fabrication du lait caillé

Le DIRFEL reçoit le lait cru une fois par semaine. Il est vendu soit caillé soit cru selon la demande. Le caillage du lait dure 48 heures en période froide et 24 heures en période chaude. La quantité de lait fournie n'est pas fixe, elle varie en fonction des périodes (hivernage et saison sèche) et des circonstances (fêtes, cérémonies).

Le lait cru à la réception est filtré et mis dans des cuvettes propres en plastique de 10 litres puis recouvertes et laissées au repos à la température ambiante. Après caillage le lait caillé est conservé dans une chambre froide.

1-2-3) Echantillonnage et prélèvement

Les échantillons prélevés ont fait l'objet d'un suivi au laboratoire HIDAOA de l'E.I.S.M.V de Dakar. L'échantillon doit permettre de suivre l'évolution bactérienne pendant 7 jours en stockage réfrigéré entre 0 et +4°C. Pour cela 10 échantillons ont été achetés. Chaque échantillon est constitué d'un litre de lait caillé réparti en 7 parts dans des sachets aseptiques en plastique à la demande. Le jour même de l'achat un sachet est analysé et le reste conservé au réfrigérateur pour suivre l'évolution. Au total nous avons réalisé 70 analyses

1-2-4) Examen organoleptique

C'est un simple examen qui porte sur la couleur, l'odeur, la saveur et la consistance du lait caillé, perceptibles par les organes de sens.

1-2-5) Tests physico-chimiques

1-2-5-1) Détermination du pH

Au laboratoire le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre. Avant d'entreprendre des mesures, 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 volume de 10ml de lait caillé est mis dans un bécher. Ensuite le pH-mètre est mis en marche et la mesure se fait par immersion du bout de l'électrode dans le lait. La valeur du pH s'affiche immédiatement sur l'écran. Avant d'entreprendre une nouvelle mesure l'électrode est à nouveau nettoyée puis rincée comme précédemment.

1-2-5-2) Détermination de l'acidité Dornic

Un volume de 10ml de lait caillé est mis dans un bécher additionné de 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 1%. Ensuite on secoue le bécher pour homogénéiser le mélange. On y ajoute goutte à goutte la lessive de soude contenue dans la burette jusqu'au virage de l'incolore au rose. La coloration doit persister au moins pendant 8 secondes. La lecture de la chute de la burette est faite. Nous avons exprimé le résultat en degré Dornic (°D).

1-2-6) Préparation de l'échantillon

Tous les échantillons étudiés ont subi un traitement préliminaire permettant d'obtenir les dilutions selon la norme NF V08-010 (Mars 1996). Dans un sachet StomacherND sont introduits 10ml de l'échantillon auxquels sont ajoutés 90ml d'eau peptonnée tamponnée (EPT). Les 20 autres millilitres de l'échantillon sont prélevés pour les analyses physico-chimiques (pH et acidité Dornic, respectivement 10ml pour chaque type d'analyse).

- Le contenu du sachet StomacherND est ensuite homogénéisé et laissé au repos, pendant une vingtaine de minutes, pour assurer la revivification des microorganismes. La solution ainsi obtenue constitue la suspension mère (10^{-1}).
- 1ml de cette suspension mère est prélevé et ajouté à 9ml d'EPT contenus dans un tube à essais, ce qui donne la dilution 10^{-2} .
- 1ml de la dilution 10^{-2} est ajouté à 9ml d'EPT contenus dans un autre tube à essais pour réaliser la dilution 10^{-3} ,

Ainsi de suite, on réalise les dilutions 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} etc.

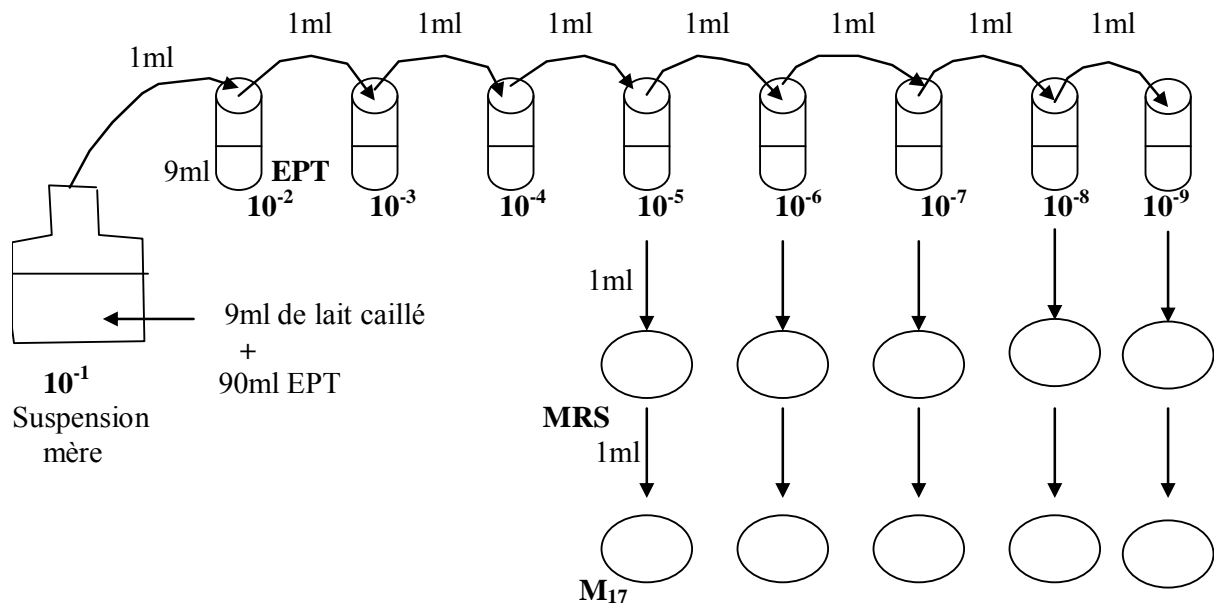
1-2-6-1) Recherche des bactéries lactiques mésophiles

La flore lactique a été dénombrée selon la norme NF ISO 15214 (Septembre 1998). Les milieux de culture utilisés sont : la gélose de MAN ROGOSA et SHARPE (MRS) pour le dénombrement des lactobacilles et le milieu M₁₇ pour le dénombrement des streptocoques.

L'ensemencement peut se faire soit en profondeur soit en surface. Nous avons réalisé pour toutes les analyses l'ensemencement en profondeur. Les dilutions retenues sont de 10^{-7} à 10^{-9} . Après obtention des différentes dilutions :

- 1 ml de chacune des dilutions est mis dans une boîte de Pétri,
- les réactifs préalablement préparés sont versés dans les boîtes, on remue par de légères inclinaisons des boîtes et on laisse le mélange se solidifier,
- une seconde couche plus mince est ensuite ajoutée,
- après solidification les boîtes sont incubées à 30°C pendant 48 heures pour MRS et à 37°C pendant 48 heures pour M₁₇.

Pour chaque échantillon les caractères morphologiques des colonies (taille, forme, couleur) sont observés. Les colonies de *Lactobacillus* sont rondes lenticulaires, de taille variable (1 à 4 mm) ; celles de *Streptococcus* sont rondes ou lenticulaires, à contours réguliers, d'un blanc opaque.



MRS incubé à 30°C et M₁₇ incubé à 37°C pendant 48h

Figure 1 : Recherche des bactéries lactiques

1-2-5-2) Recherche et dénombrement de la flore contaminante

1-2-5-2-1) Recherche et dénombrement des coliformes thermotolérants

Elle fait référence à la norme NF-V08-060 (Mars 1996). Le milieu de culture utilisé est la gélose VRBL (gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre). Les dilutions utilisées vont de 10^{-2} à 10^{-4} , 1ml de chaque dilution est prélevé puis introduit dans une boîte de Pétri stérile. On y coule ensuite 10 à 15ml de VRBL préalablement préparés et ramenés à 45°C. L'inoculum et le VRBL sont homogénéisés par des mouvements de rotation de la boîte de Pétri puis séchés. Après solidification une deuxième couche est coulée pour empêcher le développement d'éventuelles flores de contamination superficielle. Les boîtes sont ensuite incubées à l'étuve +44°C pendant 24 à 48 heures et seules sont comptées les colonies rouge vif à rosâtre.

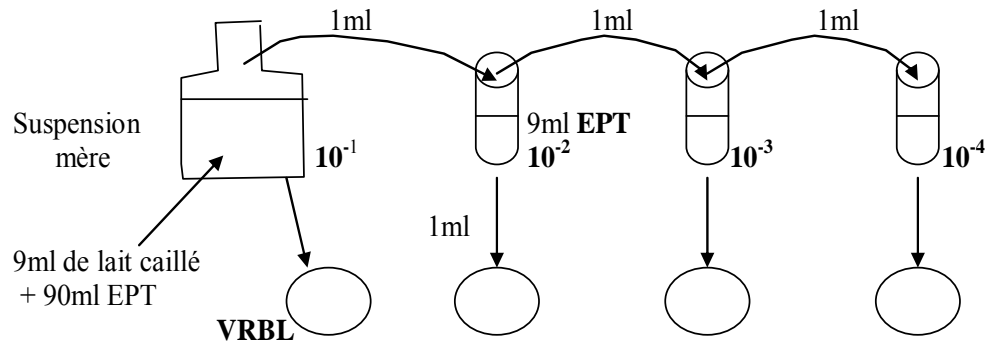
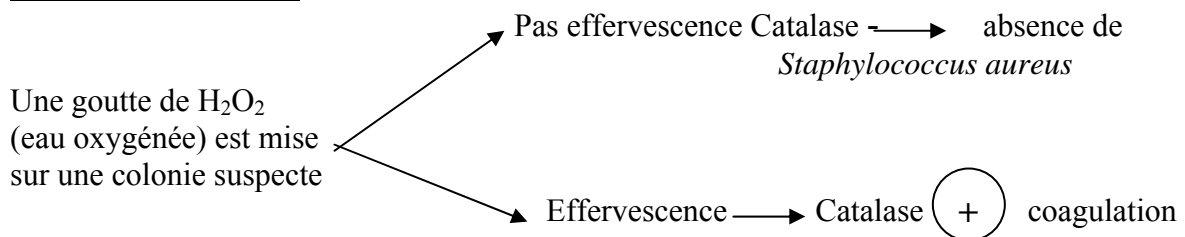


Figure 2 : Recherche des coliformes thermotolérants

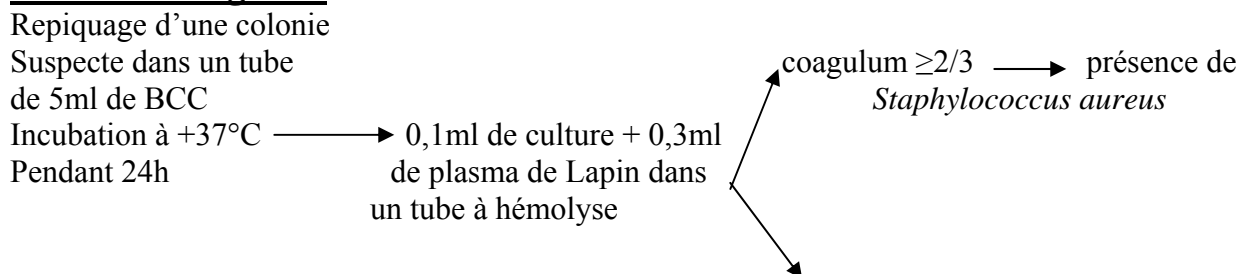
1-2-5-2-2) Recherche et dénombrement des staphylocoques présumés pathogènes

Cette recherche a été effectuée selon la norme NF-V08-057-1 (Novembre 1994). Parmi les staphylocoques présumés pathogènes, *Staphylococcus aureus* est recherché. On utilise comme milieu de culture le Baird Parker (BP) auquel on ajoute du jaune d'œuf au tellurite. Les dilutions utilisées sont 10⁻¹ et 10⁻². L'ensemencement se fait en surface avec 0,1ml par dilution sur du BP préalablement coulé dans des boîtes de Pétri et sont incubés à l'étuve +37°C pendant 24 heures. Les colonies des *Staphylococcus aureus* apparaissent noires brillantes, bombées et entourées d'un liséré blanc opaque et d'un halo d'éclaircissement. La présence de *Staphylococcus aureus* est confirmée par les tests de la catalase et de la coagulase.

Test de la catalase



Test de la coagulase



Incubation à 37°C
pendant 24h

coagulum < 2/3 → absence de
Staphylococcus aureus

BCC : Bouillon de Coeur Cervele

Figure 3 : Tests de confirmation de présence ou d'absence de *Staphylococcus aureus*

1-2-6) Expression des résultats

La formule pour l'expression des résultats est la suivante :

$$N = \frac{\sum C}{V (n_1 + 0,1 n_2) d}$$

N : Nombre de germes /g

$\sum C$: Somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives

V : volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte (en ml)

n1 : Nombre de boîtes retenues à la première dilution

n2 : Nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution

d : Taux de dilution de la première boîte retenue.

1-2-8) Critères microbiologiques de référence des laits caillés

Tableau III : Critères microbiologiques des laits caillés

Micro-organismes	Nombre de micro-organismes par gramme
Coliformes thermotolérants	m = 100
Bactéries lactiques	> 10 ⁸
<i>Staphylococcus aureus</i>	m = 100

Source : NGASSAM, 2007

1-2-9) Analyses statistiques

Les données brutes ont été traitées sur le logiciel Microsoft office Excel 2003. Celui-ci nous a permis de faire le calcul des moyennes et la construction des diagrammes afin de mieux voir l'évolution des différents paramètres.

Chapitre 2 : Résultats et Discussion

2-1) Résultats

2-1-1) Qualité organoleptique

La couleur : elle apparaît toujours blanche. Nous ne notons pas une différence de couleur entre les échantillons.

La saveur : les laits caillés analysés ont un goût un peu acide et l'acidité varie faiblement entre les échantillons et ne varie presque pas au cours du temps.

La consistance : nous remarquons que plus le lait est conservé au froid plus sa viscosité augmente progressivement et, il y a formation de grumeaux et séparation avec le petit lait.

L'odeur : elle est restée normale pour tous les échantillons de lait caillé et n'a pas évolué.

2-1-2) Qualité physico-chimique du lait caillé

2-1-2-1) pH initial

Les mesures du pH effectuées au 1er jour ont des valeurs comprises entre 5,68 et 6,45 avec une moyenne de 6,00 pour l'ensemble des 10 échantillons (figure 4).

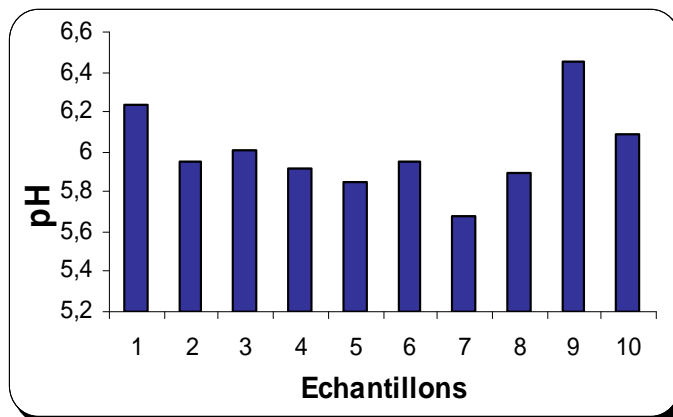


Figure 4 : pH initial

2-1-2-2) Evolution du pH

Dans l'ensemble, les valeurs moyennes de pH diminuent au cours du temps. La valeur moyenne initiale (pH= 6,0) diminue jusqu'à atteindre une valeur de 5,91 au 5^{ème} jour, puis elle augmente progressivement aux jours suivants (figure 5).

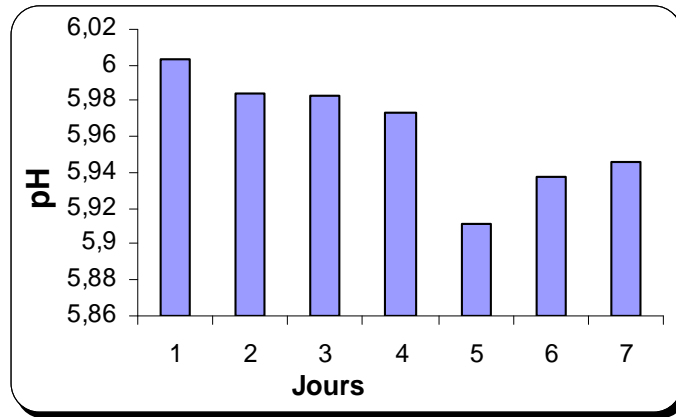


Figure 5 : Evolution du pH en fonction du temps

2-1-2-3) Acidité initiale

Les valeurs initiales d'acidité titrable trouvées pour l'ensemble des échantillons sont comprises entre 75 et 110°D avec une moyenne initiale de 90°D (figure 6).

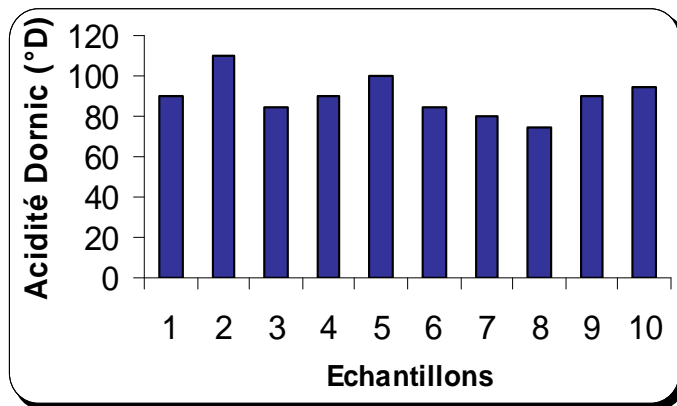


Figure 6 : Acidité Dornic initiale

2-1-2-4) Evolution de l'acidité

L'acidité de l'ensemble des échantillons diminue légèrement aux trois premiers jours. Elle subit une chute au 4^{ème} jour pour atteindre une valeur moyenne de 83,2°D, puis augmente progressivement aux jours suivants. Une seconde chute plus accentuée est également notée au 7^{ème} jour avec une valeur moyenne de 80,8°D (figure 7).

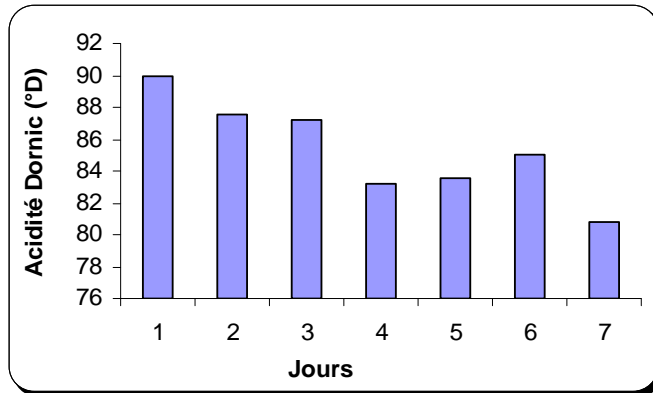


Figure 7 : Evolution de l'acidité Dornic au cour du temps

2-1-3) Qualité bactériologique du lait caillé

2-1-3-1) charge initiale en bactéries lactiques

Les bactéries lactiques présentes initialement sont abondantes dans tous les échantillons et sont en règle avec la norme requise ($\geq 10^8$). Dans 60% des échantillons il y a une dominance des streptocoques sur les lactobacilles et dans 40% des échantillons il y a une légère dominance des lactobacilles (figure 8).

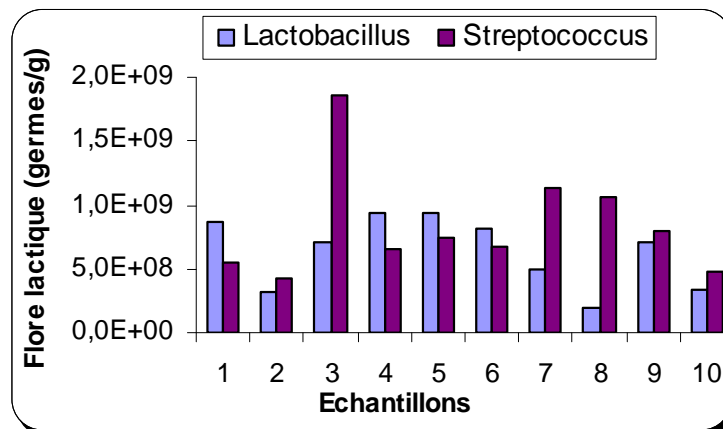


Figure 8 : Charge initiale en bactéries lactiques

2-1-3-2) Evolution des bactéries lactiques dans le lait caillé

Leur nombre diminue progressivement au cours des trois premiers jours de conservation. Au 4^{ème} jour une augmentation de leur nombre est notée mais, elle est

plus importante pour les streptocoques. Aux jours suivants leur nombre diminue à nouveau (figure 9).

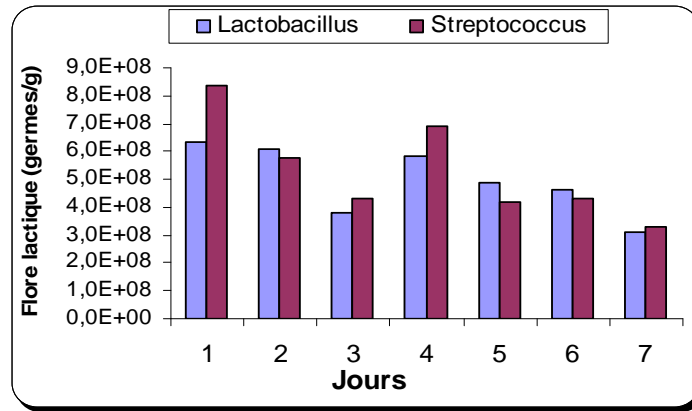


Figure 9 : Evolution des bactéries lactiques au cours du temps

2-1-3-3) Contamination initiale par les coliformes thermotolérants

Tous les échantillons ont été contaminés initialement par les coliformes thermotolérants avec des teneurs variant entre 100 et $1,1 \cdot 10^5$. Nous notons que l'échantillon 7 est de loin le plus contaminé. Ces micro-organismes sont des témoins de contamination fécale. Ceci témoigne une mauvaise hygiène de la traite ou des manipulations (figure 10).

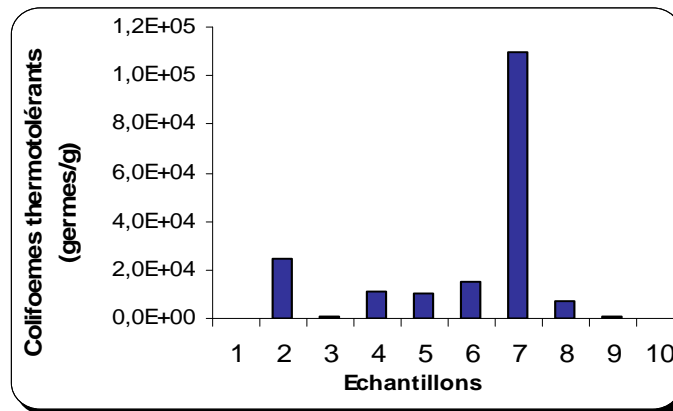


Figure 10 : Contamination initiale par les coliformes thermotolérants

2-1-3-4) Evolution des coliformes thermotolérants

Les teneurs initiales des coliformes thermotolérants diminuent progressivement à partir du 2^{ème} jour pour atteindre une valeur moyenne faible au 6^{ème} jour de conservation (figure 11). Seuls les échantillons 6 et 7 contiennent une forte

concentration de ces germes mais celle-ci diminue progressivement au cours de leur conservation (figure 12).

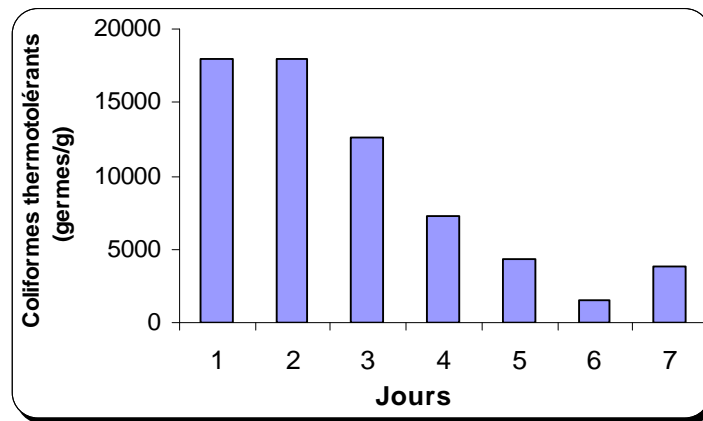
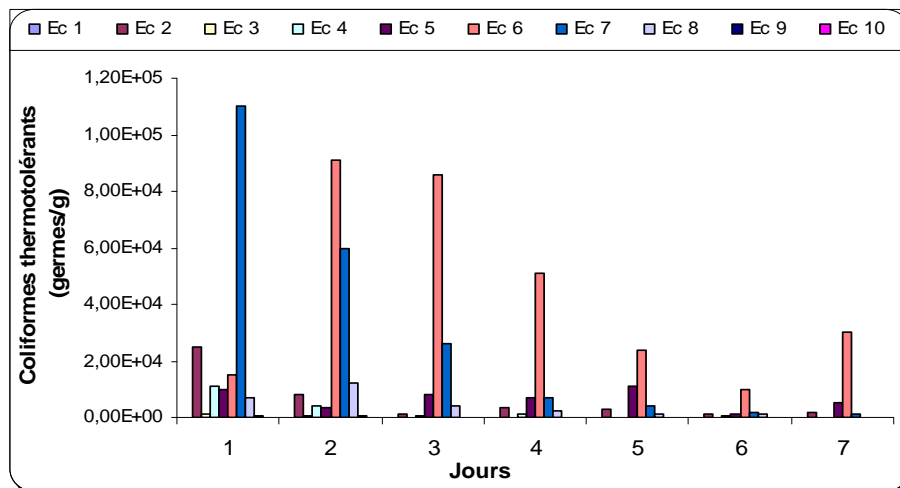


Figure 11 : Evolution moyenne des coliformes thermotolerants au cours du temps



Ec= échantillon

Figure 12 : Evolution de la contamination des différents échantillons par les coliformes thermotolerants au cours du temps

2-1-3-5) Contamination initiale par les staphylocoques présumés pathogènes

Les germes pathogènes tel que *Staphylococcus aureus* n'étaient initialement présent que dans les échantillons 4, 5 et 8 avec une forte concentration dans l'échantillon 5 (figure 13).

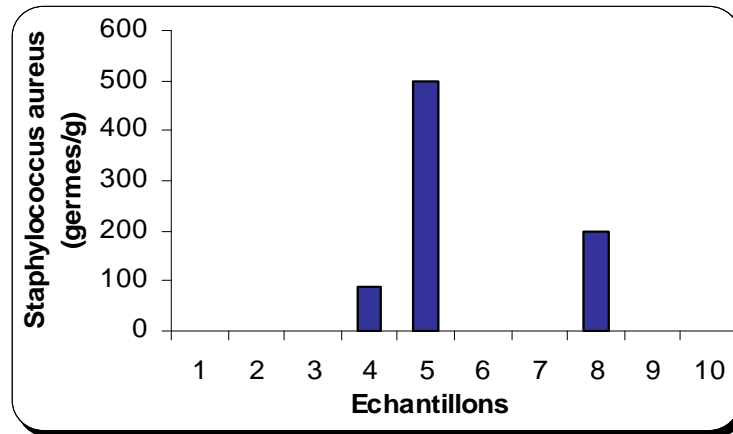


Figure 13 : Contamination initiale par *Staphylococcus aureus*

2-1-3-6) Evolution des staphylocoques présumés pathogènes

Au 2^{ème} jour apparaissent des staphylocoques dans les échantillons 6 et 7 et leur nombre diminue dans les échantillons 4 et 5. Par contre ils disparaissent dans l'échantillon 8. Au 3^{ème} jour de conservation ils diminuent dans les échantillons 4, 6 et 8 et disparaissent dans 5 et 7. Au 4^{ème} jour ils ne sont présents que dans l'échantillon 7, et dans les échantillons 6 et 7 au 5^{ème} jour de conservation.

Au 6^{ème} et 7^{ème} jour de conservation ces germes disparaissent dans tous les échantillons excepté l'échantillon 6 ou son nombre augmente (figure 14).

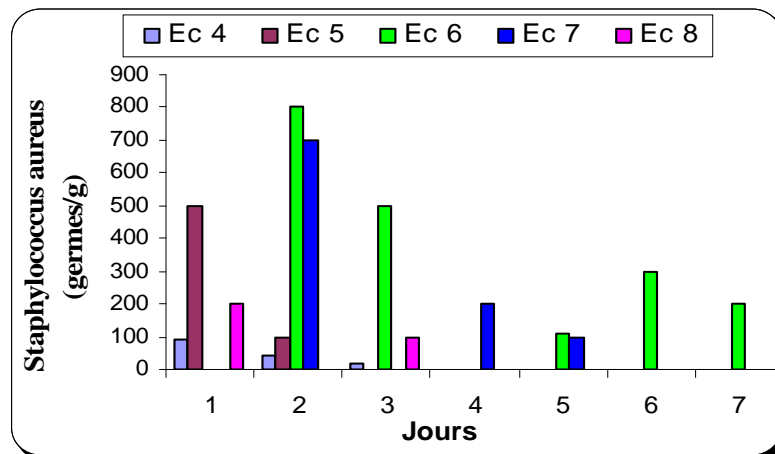


Figure 14 : Evolution de *Staphylococcus aureus* au cours du temps

2-2) Discussion

2-2-1) Qualité organoleptique

L'observation qu'on a eu à faire sur les échantillons, nous a révélé que la couleur du lait caillé a une apparence satisfaisante. Aucun changement d'odeur et de goût n'a pas été détecté, par contre la viscosité du lait caillé augmente progressivement au cours de sa conservation. Après l'analyse d'un échantillon nous l'avons laissé à la température ambiante pendant 24 heures et nous avons constaté qu'il avait perdu toutes ses qualités commerciales. L'odeur devient aigre et la saveur très acide. Ainsi nous pouvons dire que la réfrigération permet de conserver les caractéristiques organoleptiques des laits caillés dans le temps.

2-2-2) Caractéristiques physico-chimiques

2-2-2-1) pH

Nos analyses de lait caillé donnent une fourchette de pH comprise entre 5,68 et 6,45 avec une valeur moyenne de 6,00 (figure 4). Le pH diminue au cours de la conservation du lait caillé mais il n'atteint jamais 5,00 donc le lait n'est pas aussi acide (figure 5).

Selon RASIC et KURMAN cité par NDIAYE (1991), le pH permettant l'obtention d'une structure normale du lait caillé sans séparation du petit lait se situe entre 4 et 4,6. Ce qui n'est pas commode avec nos résultats. Ceci peut s'expliquer par une fermentation du lait qui n'est pas bien poussée ou une dominance des bactéries contaminantes.

NGASSAM (2007) a trouvé des valeurs de pH comprises entre 4,38 et 4,98 ; HAMZA (1996) quant à lui trouve des valeurs variant de 3,8 à 4,1 et DIENG (2001) a trouvé un pH allant de 3,96 à 4,9. Ces valeurs de pH relativement basses peuvent s'expliquer par l'origine différente des laits et des procédés technologiques appliqués.

2-2-2-2) Acidité Dornic

L'acidité des laits caillés analysés varie de 75 à 110°D avec une valeur moyenne de 90°D. Elle diminue quotidiennement dans l'ensemble des échantillons analysés (figure 6 et 7).

Le lait, au fur et à mesure qu'il reste au repos s'acidifie. L'acidité de titration doit augmenter progressivement. Contrairement à cela, le suivi que nous avons effectué révèle que l'acidité du lait caillé diminue au cours de sa conservation. Nos résultats vont de paire avec ceux de HAMZA (1996) qui a trouvé une acidité comprise entre 75 et 100°D. BIATCHO (2006) a trouvé une acidité variant de 45 à 100°D et constate qu'elle diminue progressivement au cours du temps.

Cependant NGASSAM (2007) a trouvé une acidité allant de 110 à 165°D et DIENG (2001) a trouvé une fourchette de 70 à 127,5°D. Ces variations découlent principalement de la technologie de caillage du lait caillé qui est préparé de façon artisanale sans aucun contrôle des souches en présence et des quantités utilisées et surtout de la réfrigération précoce après le caillage.

2-2-3) Qualité bactériologique

2-2-3-1) charge initiale en bactéries lactiques

Les analyses ont données des valeurs importantes en bactéries lactiques dans le lait caillé (figure 8). Le nombre de bactéries lactiques de tous les échantillons est en règle avec la norme requise (supérieur à 10^8 germes/g lors de la vente). Nos résultats sont commodes avec ceux trouvés par BIATCHO (2006) avec des lactobacilles en quantité de l'ordre de 10^8 germes/g dans le lait caillé artisanal. Par contre les valeurs trouvées sont de loin supérieures à celles de NGASSAM (2007) qui sont de l'ordre de 10^5 germes/g et celles de NDIAYE (1991) aussi qui se chiffrent par dizaines de milliers et par centaine de milliers de lactobacilles par gramme.

2-2-3-2) Evolution de la flore lactique

Les résultats des analyses nous ont permis de voir que le nombre des bactéries diminue au cours de la conservation (figure 9). Ceci est logique car d'après DIENG (2001) le froid précoce appliqué au lait caillé permet de maintenir les ferments en état de vie ralentie. Mais leur nombre reste toujours supérieur à la quantité recommandée. C'est la preuve que le lait caillé est vivant. Ces germes proviennent naturellement de la matière première qui est le lait cru.

Selon NDIAYE (1991) le développement des lactobacilles débute lentement après la traite et va en augmentant avec la fermentation. L'acidification en début de fermentation est surtout le fait des streptocoques qui sont très acidophiles et acidifiants d'où leur dominance dans la majorité des échantillons. Ceci est à l'origine de la diminution des valeurs du pH. Les lactobacilles atteignent leur optimum de développement lorsque le pH se situe entre 3,8 et 4. Le milieu acide rend dysgénésique le lait, le fait de le cailler le rend plus sûr et plus tolérable pour

les consommateurs (FAO, 1997). Si le milieu devient de moins en moins acide, il devient alors propice aux germes pathogènes.

2-2-3-3) Contamination initiale par les coliformes thermotolérants

Les coliformes qui sont des flores de contamination fécale sont considérés comme des germes test d'hygiène. Les résultats obtenus montrent que pour tous les échantillons analysés les coliformes avaient déjà des charges initiales supérieures aux normes requises ($m = 100$ germes). BIATCHO (2006) avait trouvé un nombre très élevé de coliformes dans tous ses échantillons ainsi que NGASSAM (2007) qui a trouvé tous ses échantillons contaminés par les coliformes thermotolérants à l'ordre de $6,3 \cdot 10^3$ germes/g.

2-2-3-4) Contamination initiale par les staphylocoques

Les *Staphylococcus aureus* étaient initialement présents que dans les échantillons 4, 5 et 8. Notons que les laits caillés naturels préparés artisanalement renferment souvent des *Staphylococcus aureus*. NDIAYE (1991) les a trouvés dans 19% des échantillons et NGASSAM (2007) dans 4 parmi ses 40 échantillons. Ceci peut s'expliquer par le fait que la mamelle de la vache peut contenir ces microorganismes (KONTE, cité par NDIAYE, 1991). Ils peuvent être aussi apportés par le personnel pendant les différentes phases de manipulation.

2-2-3-5) Evolution de la flore contaminante

2-2-3-5-1) Evolution des coliformes

Nos résultats montrent que tous nos échantillons sont fortement contaminés par les coliformes. Leur nombre dépasse de loin la norme requise ($m = 100$) dans tous les échantillons sauf l'échantillon 10 où il est égal à la norme. Il diminue avec le temps jusqu'à atteindre des valeurs faibles (figure 12) mais toujours supérieur à la norme. Ceci peut être dû aux mauvaises conditions de leur développement causées par le froid. BIATCHO (2006) et NGASSAM (2007) avaient trouvé des coliformes dans tous les échantillons analysés avec un nombre significatif. L'augmentation de leur nombre notée dans l'échantillon 6 au 7^{ième} jour est liée aux délestages.

Dans tous les cas la présence de coliformes fécaux signe le plus souvent une contamination exogène d'origine fécale. Ils sont témoins d'une hygiène défectueuse pendant ou après la transformation.

2-2-3-5-2) Evolution des staphylocoques présumés pathogènes

Dans le lait caillé, au cours du stockage réfrigéré nous avons une décroissance de *Staphylococcus aureus* initialement présent dans les échantillons 4, 5 et 8. Au 2^{ième} jour de stockage ils apparaissent dans les échantillons 6 et 7, puis ils décroissent et finissent par disparaître au 5^{ième} jour de conservation dans la majorité des

échantillons contaminés. Cette décroissance peut être liée à la basse température imposée par la réfrigération qui inhibe le développement des staphylocoques. Nous notons une intermittence de 24 heures dans l'apparition de ses germes (figure 14) qui peut être due aux problèmes de délestages qui ont favorisé leur multiplication.

L'intermittence dans l'apparition des staphylocoques dans les échantillons 6, 7 et 8 peut s'expliquer par le fait que les staphylocoques avaient marqué leur phase de latence pour retrouver leur capacité de se multiplier.

La conservation du lait caillé à basse température inhibe le développement des staphylocoques présumés pathogènes.

Conclusion et recommandations

Le lait est un aliment dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démontrer. En effet, le lait constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge. Il renferme les nutriments de base nécessaire au bon développement de l'organisme humain. Il demeure en même temps indispensable tout au long de la vie.

Le lait est à la base des produits laitiers parmi lesquels figure le lait caillé obtenu par la fermentation. Le lait caillé est une denrée de plus en plus prisée par les sénégalais. Les mauvaises manipulations lors des opérations de préparation de ce produit conduisent à des contaminations très élevées. Ces contaminations sont le plus souvent à l'origine d'une altération rapide du lait caillé limitant ainsi sa durée de conservation.

L'objectif de cette étude est d'apprécier la qualité organoleptique, les paramètres physico-chimiques, la flore lactique ainsi que la contamination initiale du lait caillé traditionnel commercialisé et leur évolution au cours d'un stockage réfrigéré entre 0 et +4°C pendant une semaine. L'évolution des paramètres physico-chimiques (pH et acidité Dornic) et de la flore bactérienne en stockage réfrigéré entre 0 et +4°C de 10 échantillons a été suivi pendant 7 jours.

L'analyse physico-chimique a montré que le pH (élevé au départ) et l'acidité (faible au départ) diminuent progressivement au cours de la conservation. C'est ce qui confirme que le lait n'est pas aussi acide. Quant à l'analyse bactériologique, elle révèle que le lait caillé contient une importante flore lactique (signe de fermentation) et celle-ci diminue faiblement au cours du stockage. Les bactéries contaminantes telles que les coliformes fécaux initialement présents dans tous les échantillons diminuent au cours du temps. 5 échantillons parmi 10 contiennent des staphylocoques qui apparaissent, décroissent et disparaissent mais aussi dans certains cas réapparaissent.

Nous pouvons conclure que la conservation par le froid du lait caillé prolonge sa durée de vie tout en maintenant intacte ces paramètres physico-chimiques, sa qualité organoleptique et inhibe le développement des bactéries pathogènes. Par contre les bactéries lactiques peuvent se développer mais de façon très lente.

Afin de préserver la valeur commerciale du lait caillé dans le temps, il faut maîtriser l'évolution de ses caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques. Pour cela, il faut améliorer les conditions de la traite et les opérations de préparation pour la transformation du lait car ce lait ne subit aucun traitement thermique. Il faut sensibiliser le personnel qui peut être un facteur de la contamination exogène. L'utilisation de matériel et locaux propres peut réduire la contamination par les bactéries pathogènes. La réfrigération du lait caillé doit se faire juste après le caillage afin de conserver ses caractères commerciaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) AFNOR, 1999 :

Microbiologie Alimentaire : tome 1 : Méthodes horizontales 7e éd- Paris ; AFNOR-663p

2) ALAIS C, 1984 :

Sciences du lait : Principes des techniques laitières- 4e éd- Paris SEPAIC 814p

3) AMAR O M N, SEYDI Mg et DOUTOUM A A, 2003 :

Etude de l'évolution des caractères microbiologiques et organoleptiques du lait concentré sucré (LCS) au cours de son entreposage.

Microb-Hyg-Alim 15 (44) : 3-8

4) AUBERT C, 1992 :

Les aliments fermentés traditionnels- Paris : Terre vivante- 269p

5) BECHIR M M, 2006 :

Amélioration de l'hygiène de la chaîne laitière par utilisation du matériel approprié et une meilleure technique de nettoyage et de désinfection : cas de la laiterie traditionnelle "Total" à Ndjaména.

Mémoire de DEA/ productions Animales : Dakar, 03

6) BEN AMOR K, CORNELIEUS C, MAHJOUB A et THONART PH, 1998 :

Identification de la flore lactique du lait fermenté traditionnel tunisien (lben) et évaluation des composés aromatisants.

Microb-Hyg-Alim vol 10 (27)

7) BIATCHO N S, 2006 :

Appréciation de la mise en œuvre de l'hygiène dans une laiterie artisanale de Dakar «Le DIRFEL » de la récolte du lait à sa transformation en lait caillé dit «SOW PUR »

Thèse : Méd. Vét, Dakar, 11

8) BOURGEOIS C, MESCLE J F et ZUCAM ; 1990 :

Microbiologie Alimentation ; Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Paris ; Lavoisier : Techniques et Documentation – 422p

9) CLAUDE P et CHAMPAGNE Ph D, 1998 :

Production de ferments lactiques dans l'industrie laitière. Paris, 210p

10) DEHOVE R, 2001 :

Règlementation des produits, qualité, répression de fraude, tome 2, édition Lamy S.A, Paris, 186p

11) DIALLO M D, 1995 :

Contribution à l'étude de la gestion de la qualité des produits laitiers à la SOCA proposition de mise en place d'un système d'assurance qualité.

Thèse : Méd. Vét, Dakar, 32

12) DIATTA O, 2005 :

Etude de la qualité des laits caillés artisanaux fabriqués par le GIE des éleveurs de Nguékokh.

Mémoire de DEA/ productions Animales : Dakar, 03

13) DIENG M, 2001 :

Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur les marchés dakarois.

Thèse : Méd. Vét, Dakar, 10

14) FAO/OMS, 2000 :

Codex Alimentarius : Lait et produit laitiers, 2e édition- Rome : FAO ; OMS- 136p

15) FAO, 1997.

Salubrité des aliments, principales normes de salubrité applicables aux aliments vendus sur la voie publique (édition révisée) Rome, FAO, 8-16p

16) GUIRAUD J P, 1998 :

Microbiologie Alimentaire. Dunod, 89 -95p

17) HAMZA O D, 1996 :

Contribution à l'étude de la qualité des laits caillés du Niger.

Thèse : Méd. Vét, Dakar, 12

18) LAMONTAGNE M, 2002 :

Produits laitiers fermentés, In Sciences et technologie du lait ; transformation du lait – Canada : presses internationales polytechniques- 600p

19) LESCURE J L, 1996 :

Approche globale de la qualité du lait : étude pratique dans une coopérative laitière du sud-ouest.

Thèse Méd. Vét, Toulouse, 112

20) LEYRAL G et VIESLING E, 2001 :

Microbiologie et toxicologie des aliments : Hygiène et sécurité alimentaires : 3e édition, 274p.

21) LUQUET F M et CORRIEU G, 2005 :

Bactéries lactiques et probiotiques. Edition Tec 8c Doc, Lavoisier. Paris 307p.

22) MOUNKALA O M, 2002 :

Economie du lait au Sénégal : offre à Dakar et projection dans la demande.

Thèse : Méd. Vét, Dakar, 31

23) NDAO S, 1996 :

Contribution à l'étude de la contamination des laits caillés artisanaux sénégalais par les Staphylocoques présumés pathogènes.

Thèse : Méd. Vét, Dakar, 18

24) NDIAYE M, 1991 :

Contribution à l'étude comparée de la qualité microbiologique des laits crus, laits caillés et laits en poudre commercialisés dans la région de Dakar.

Thèse : Méd. Vét, Dakar, 17

25) NGASSAM T C, 2007 :

Contribution à l'étude des caractéristiques microbiologiques des laits fermentés artisanaux au Sénégal : cas de la zone des Niayes.

Thèse : Méd. Vét, Dakar, 19

26) NJASSAP H V N, 2001 :

Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait fermenté "KOSSAM" commercialisé dans les rues de Yaoundé (Cameroun).

Thèse : Méd. Vét, Dakar, 11

27) RICHARD V J, 1990:

Production de lait cru de bonne qualité bactériologique.

Microb-Hyg-alim 2 (1) : 30-33

28) 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

29) SEMASAKA G, 1986 :

Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés commercialisés dans la région de Dakar.

Thèse : Méd. Vét, Dakar, 06

30) SERY A, 2003

Typologie des fermes laitières périurbaines de Dakar et Thiès.

Thèse : Méd. Vét, Dakar, 10

31) SEYDI Mg et NDIAYE M, 1993:

Acidité et flore microbienne du lait reconstitué caillé artisanal sénégalais. Dakar médical- tome 38 – p 61-67

32) SYLLA K B, MUSABYEMARIA B, ENKORO S P et SEYDI Mg, 2005:

Appréciation de la qualité des laits (frais et caillé) produits par une unité de transformation laitière artisanale au Sénégal.

Revue africaine de santé et de productions animales (RASPA) vol 3 (2) p 99-100

33) VIGNOLA C L, 2002 :

Science et technologie du lait : Transformation du lait – Montréal : presse internationale polytechnique 600p

34) ZIADI M, AGAD L, MAHMOUDI N, GHERBEL D, ACHOW M, THOMART P et HAMDI M, 2005 :

Effet des ferments lactiques sur la l'acidification et la Rhéologie du Leben.

Microb-Hyg-Alim 17 (50) : 19-24

EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES, PHYSICO- CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DU LAIT CAILLE TRADITIONNEL	EVOLUTION OF THE ORGANOLEPTIC, PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CARACTERISTIQUES OF MILK CURDLES TRADITIONAL
CONTE Sarata Mémoire de DEA - Productions Animales	CONTE Sarata DEA (MASTER II) of Animals Productions
RESUME	ABSTRACT

<p>Cette présente étude vise à apprécier la qualité du lait caillé traditionnel ainsi que sa durabilité. Elle a porté sur 10 échantillons de lait caillé qui ont fait l'objet d'un suivi pendant 7 jours au cours d'un stockage réfrigéré entre 0 et +4°C.</p> <p>Les résultats ont montré que :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Les caractéristiques organoleptiques se conservent en stockage réfrigéré. * Le pH, avec une valeur moyenne de 6,00 et l'acidité Dornic, avec une valeur moyenne de 90°D, diminuent légèrement au cours de la conservation. <p>Pour la qualité microbiologique les résultats ont révélé que :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Tous les échantillons ont été contaminés par les coliformes thermotolérants et leur nombre diminue dans le temps. * 5 échantillons ont été contaminés par <i>Staphylococcus aureus</i> qui tantôt apparaît et disparaît avec une intermittence au cours du stockage. <p>Ainsi le lait caillé traditionnel est initialement contaminé par les germes pathogènes et d'altération. Ces derniers sont inhibés par le froid qui ralentit leur développement au cours d'un stockage réfrigéré entre 0 et +4°C.</p> <p>Mots-clés : Evolution, caractéristiques, lait caillé, traditionnel.</p>	<p>This present study aims at assessing the quality of traditional curdled milk like its durability. It related to 10 samples of curdled milk which were the subject of a follow-up during 7 days during a storage cooled between 0 and +4°C.</p> <p>The results showed:</p> <ul style="list-style-type: none"> * The organoleptic characteristics are preserved in cooled storage. * The pH, with an average value of 6,00 and Dornic acidity, with an average value of 90°D, decrease slightly during the conservation. <p>For microbiological quality the results revealed that:</p> <ul style="list-style-type: none"> * All the samples were contaminated by the faecal coliforms and their number falls in time. * 5 samples were contaminated by <i>Staphylococcus aureus</i> which sometimes appears and disappears with an intermittency during storage. <p>Thus the traditional curdled milk is initially contaminated by the pathogenic germs and of deterioration. The latter are inhibited by the cold which slowed down their development during a storage cooled between 0 and +4°C.</p> <p>Key-words: Evolution, caractéristiques, milk, curdles, traditional.</p>
<p>E-mail : sarataconte@yahoo.fr Tel : (221) 77 546 87 07</p>	<p>E-mail: sarataconte@yahoo.fr Tel : (221) 77 546 87 07</p>