

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DES SCIENCES
ET TECHNIQUES (FST)

ECOLE INTER- ETATS DES SCIENCES
ET MEDECINES VETERINAIRES (EISMV)



Année : 2005



N° : 03

ETUDE DE LA QUALITE DES LAITS CAILLES ARTISANAUX FABRIQUES PAR LE G.I.E. DES ELEVEURS DE NGUEKOKH

MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES DE PRODUCTIONS ANIMALES

Présenté et soutenu publiquement le : 21 Juillet 2005 à 17 heures à l'EISMV

Par Ousmane DIATTA né le 06 Juillet 1978
à Pikine (Sénégal)

MEMBRES DU JURY

PRESIDENT :	M. François Adébayo ABIOLA Professeur à l'EISMV de Dakar
Directeur et Rapporteur de Mémoire :	M. El hadji Malang SEYDI Professeur à l'EISMV de Dakar
MEMBRE :	M. Bhen Sikina TOGUEBAYE Professeur à la FST de l'UCAD

Nous rendons grâce à ALLAH,

Le tous Puissant, Le Clément,

Le Miséricordieux

Béni soit son Prophète MOHAMED
(Paix et Salut sur Lui)

DEDICACES

NOUS DEDIONS CE MODESTE TRAVAIL...

- A la mémoire de notre mère Bintou GOUDIABY

Nous aurions bien aimé que vous soyez présente pour juger le fruit de cette œuvre que vous avez longtemps initiée. Mais hélas, DIEU l'a voulu ainsi.

Nos pensées les plus pieuses vont vers vous.

Que la terre vous soit légère et que DIEU vous accueille dans son Paradis.

- A mon père Mamadou

Les mots nous manquent pour vous exprimer tout ce que nous ressentons. Votre affection nous a toujours été d'un grand soutien. Trouvez dans ce travail le fruit de vos immenses efforts et qu'il puisse récompenser votre patience.

- A mon oncle Souleymane DJIBA

C'est pour moi l'occasion de vous remercier pour tous les efforts et sacrifices consentis à l'endroit de ma modeste personne.

Vive affection

- A ma mère Mariama SAMBOU

Vous avez été toujours pour nous une mère. Nous ne trouverons jamais assez de mots pour vous exprimer notre affection et notre profonde gratitude.

- A la famille de mon oncle Matar DJIBA

Pour vos soutiens et vos affections,
vive reconnaissance

- A la famille de mon oncle Thérance DIATTA

Pour votre gentillesse et l'affection que vous nous portez,
vive reconnaissance

- A mes frères et sœurs

Notre force résidera toujours dans notre entente. Que notre amour fraternel demeure inébranlable. Infini attachement.

Ce travail vous est dédié en crédit.

- A mes cousins et cousines

Pour vos soutiens et vos affections,
vive reconnaissance

- A tous mes tuteurs
Merci pour tout

- A Michel MANGO
Pour vos soutiens, profonde gratitude.

- A tous mes oncles

- A toutes mes tantes

- A tous mes amis

- A la 4^e promotion

- A tout le personnel de l'EISMV

- A tout le personnel de l'UTL

- Au Sénégal ma patrie

Profonde gratitude

REMERCIEMENTS

- Au Professeur Malang SEYDI
- Au personnel du laboratoire d'HIDA OA :
 - Docteur Bellancille MUSABYEMARIYA
 - Docteur Khalifa S.K. SYLLA
 - Mesdames DIEYE et MAR
 - Messieurs KONE, BA, TRAORE et DIEDHIOU

Grâce à votre disponibilité et votre sympathie nous avons pu mener à bien ce travail.

- A Khalifa DIOUF directeur du centre de Nguékokh
- Au personnel de l'UTL :
 - Aliou BA, Amadou BA
 - Aminata DIA, Ndeye FALL, Maïrame KA et Dieynaba KA
- A Monsieur Moussa SENE
- A Madame DIOUF et Mademoiselle DIAGNE, documentalistes à l'EISMV
- Au Docteur Charles GOMSU DADA
- A Monsieur Hamidou YALCOUYE
- A tout ce qui, de près ou de loin, on contribué à la réalisation de ce modeste travail

A NOS MAITRES ET JUGES

- Au Professeur François Adébayo ABIOLA, Président du Jury

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider notre jury de mémoire.

Puisse ce travail être l'occasion de vous exprimer notre grande sympathie et nos hommages respectueux.

- Au Professeur Malang SEYDI

Ce travail est le vôtre, vous l'avez initié et 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 vos sages et précieux conseils.

Soyez assuré de notre sincère reconnaissance.

Très haute considération.

- Au Professeur Bhen Sikina TOGUEBAYE

Malgré votre programme très chargé, vous avez accepté de siéger dans notre jury de mémoire, nous faisant ainsi l'honneur d'être de nos juges.

Nous vous prions d'accepter nos sincères remerciements et toute notre reconnaissance.

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
INTRODUCTION.....	1
 PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : ETUDE GENERALE DU LAIT.....	2
1. DEFINITION.....	2
2. COMPOSITION DU LAIT.....	2
2.1. Composition.....	2
2.2. Variabilité de la composition du lait.....	3
3. CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DU LAIT (tableau II).....	3
4. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT.....	3
4.1. La densité.....	3
4.2. L'indice de réfraction.....	3
4.3. Le point d'ébullition.....	3
4.4. Le point de congélation ou point cryoscopique.....	4
4.5. L'acidité actuelle ou pH du lait.....	4
4.6. L'acidité de titration ou acidité Dornic.....	4
5. CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES DU LAIT.....	4
5.1. Les vitamines.....	4
5.2. Les enzymes.....	4
5.3. Les cellules du lait.....	5
6. LA MICROFLORE DU LAIT ET DES PRODUITS LAITIERS.....	5
6.1. Virus et rickettsies.....	5
6.2. Bactéries.....	5
6.2.1 Les bactéries lactiques.....	5
6.2.1.1 Les Streptocoques lactiques.....	6
6.2.1.2. Les Lactobacilles.....	6
6.2.1.3. Evolution et altération du lait.....	6
6.2.2. Les bactéries non lactiques ou de contamination.....	7
6.2.2.1. Classification.....	7
6.2.2.1.1. Les bactéries à Gram positif.....	7
6.2.2.1.2. Les bactéries à Gram négatif.....	8
6.2.2.2. Rôle de la flore non lactique.....	9
6.3. Levures et moisissures.....	9
6.3.1. Levures.....	9
6.3.2. Moisissures.....	9
6.4. Parasites.....	10
7. INTERET DE LA RECHERCHE DES MICRO-ORGANISMES.....	10
7.1. Intérêt hygiénique.....	10
7.2. Intérêt nutritionnel.....	10
7.3. Intérêt technologique.....	10

	<u>Pages</u>
Chapitre II : LE LAIT CAILLE OU LAIT ACIDIFIE	11
1. DEFINITION	11
2. IMPORTANCE	11
2.1. Importance nutritionnelle	11
2.2. Importance hygiénique et sanitaire.....	11
 DEUXIEME PARTI : ETUDE EXPERIMENTALE	
Chapitre I : MATERIEL ET METHODES	12
1. MATERIEL	12
1.1. Lieu de prélèvement.....	12
1.2. Produits analysés.....	12
1.3. Matériel de prélèvement et de mesure des paramètres physico- Chimiques et enzymatiques sur le terrain.....	12
1.4. Matériel de laboratoire.....	12
2. METHODES	13
2.1. Analyses physico-chimiques et enzymatiques.....	13
2.1.1. La température.....	13
2.1.2. Le pH.....	13
2.1.3. L'acidité Dornic.....	13
2.1.4. La densité.....	13
2.1.5. Le test à l'alcool.....	14
2.1.6. Le test de la catalase.....	14
2.1.7. Le test au bleu de méthylène.....	14
2.2. Analyses microbiologiques.....	14
2.2.1. Protocole d'analyse.....	14
2.2.2. Préparation de l'échantillon.....	14
2.2.3. Recherche et dénombrement des germes.....	15
2.2.3.1. Recherche et dénombrement de la flore lactique.....	15
2.2.3.2. Recherche et dénombrement de la flore de contamination.....	15
2.2.3.2.1. Recherche des coliformes thermotolérants.....	15
2.2.3.2.2. Recherche et dénombrement de la flore fongique : Levures et moisissures.....	15
2.2.4. Expression des résultats.....	16
2.2.5. Critères microbiologiques de références des laits caillés.....	16
2.3. Procédés de fabrication des laits caillés artisanaux de l'unité de transformation laitière (UTL) de Nguékokh.....	17

	<u>Pages</u>
Chapitre II : RESULTATS ET DISCUSSION.....	18
1. RESULTATS.....	18
1.1. Lait cru.....	18
1.2. Laits caillés.....	19
1.2.1. Tests physico-chimiques.....	19
1.2.2. Analyses microbiologiques (regroupement des résultats : cf. tableau IX).....	20
2. DISCUSSION.....	22
2.1. Tests physico-chimiques et enzymatiques du lait cru.....	22
2.1.1. La température.....	22
2.1.2. Le pH.....	22
2.1.3. L'acidité Dornic.....	23
2.1.4. La densité.....	23
2.1.5. Test à l'alcool.....	23
2.1.6. Test de la catalase.....	23
2.1.7. Test au bleu de méthylène.....	23
2.2. Tests physico-chimiques des laits caillés artisanaux étudiés.....	24
2.2.1. Le pH ou acidité actuelle.....	24
2.2.2. L'acidité Dornic.....	24
2.3. Analyses microbiologiques.....	24
2.3.1. La flore lactique.....	24
2.3.2. La flore d'altération.....	25
2.3.2.1. Les coliformes fécaux ou thermotolérants.....	25
2.3.2.2. La flore fongique : Levures et moisissures.....	25
Chapitre III : RECOMMANDATIONS.....	26
1. L'HYGIENE DES LOCAUX ET DU MATERIEL.....	26
1.1. Les locaux.....	26
1.2. Le matériel.....	26
2. L'HYGIENE DU PERSONNEL.....	26
3. L'HYGIENE AU NIVEAU DE LA TRANSFORMATION.....	26
 CONCLUSION.....	 27
 BIBLIOGRAPHIE.....	 28

LISTE DES TABLEAUX

	<u>Pages</u>
Tableau I : Composition générale du lait de vache	2
Tableau II : Caractéristiques organoleptiques du lait	3
Tableau III : Critères microbiologiques des laits caillés	16
Tableau IV : Fréquence des pH du lait cru (regroupement des mesures)	18
Tableau V : Fréquence du °D du lait cru	19
Tableau VI : Fréquence des pH des laits caillés (regroupement des mesures)	19
Tableau VII : Fréquence de l'acidité Dornic des laits caillés (regroupement des mesures)	20
Tableau VIII : Niveau de contamination des laits caillés artisanaux par les germes recherchés ou dénombrés en pourcentage	21
Tableau IX : Regroupement des résultats par 10 échantillons (ou par 10 jours)	21

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Courbes de croissance et d'acidification d'une bactérie lactique ...7	
Figure 2 : Diagramme de fabrication des laits caillés de Nguékokh	12
Figure 3 : Fréquence des pH du lait cru	18
Figure 4 : Fréquence de l'acidité Dornic du lait cru	19
Figure 5 : Fréquence des pH des laits caillés	20
Figure 6 : Fréquence du °D des laits caillés	20
Figure 7 : Niveau de contamination des laits caillés artisanaux par les germes recherchés en pourcentage	21
Figure 8 : Evolution du niveau de contamination des laits caillés par les coliformes fécaux au cours du temps	22

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR : Association Française de Normalisation

°D : Degré Dornic

EISMV : Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecines Vétérinaires

FAO : Food and Agriculture Organization

HIDA OA : Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale

ISO : Organisation Internationale de Normalisation

NF : Norme Française

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONG : Organisations Non Gouvernementales

UTL : Unité de Transformation Laitière

INTRODUCTION

Le lait qui est un aliment à haute valeur nutritionnelle et parfaitement équilibré, fait l'objet d'une demande élevée à travers le monde.

Le Sénégal, à l'instar de la plupart des pays africains au sud du Sahara, a une production laitière locale qui ne couvre pas ses besoins. Celle-ci était estimée en 2004, à 114,2 millions de litres. Cette production est répartie comme suit : 84% pour le lait de vache et 16% pour le lait de petit ruminant (23).

Aussi, pour combler ce déficit, il s'est tourné vers l'importation de produits laitiers estimée à 34.794 tonnes, soit l'équivalent de 250 millions de litres. Cette importation est dominée par le lait en poudre avec 88% du tonnage (23).

Compte tenu de son caractère très périssable, le lait subit de nombreux traitements permettant d'allonger sa durée de conservation. Parmi les méthodes couramment utilisées, figure le caillage. C'est ainsi que le GIE des éleveurs de Nguékokh et environnement a mis en place une unité de transformation laitière (UTL), avec l'appui de l'ONG « Chênes et Baobabs ». Celle-ci a réalisé sa première production de lait caillé en Octobre 2004.

Face à l'absence d'une technologie avancée, ce lait peut présenter des risques sanitaires pour le consommateur. C'est pour maintenir la qualité de ses produits que l'UTL a sollicité l'appui technique du laboratoire d'HIDAOA et c'est dans ce cadre que nous avons choisi de traiter le sujet suivant :

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

Notre étude comprend deux parties :

- Première partie : Etude bibliographique
- Deuxième partie : Etude expérimentale.

PREMIERE PARTIE :

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : ETUDE GENERALE DU LAIT

1. DEFINITION

Le lait est « 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 doit pas contenir de colostrum, ni de germes pathogènes ». Telle est la définition adoptée par le congrès international de la répression des fraudes tenu à Genève en 1908 [(8) (10) (18)].

Selon la norme générale codex pour l'utilisation de termes de laiterie (CODEX STAN 206-1999), « 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, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur » (13).

2. COMPOSITION DU LAIT

2.1. Composition

Une des propriétés fondamentales du lait est d'être un mélange, aussi bien physiquement que chimiquement. C'est un mélange de substances définies comme l'indique le tableau I. Sur le plan physique, plusieurs états coexistent : émulsion, suspension, solution (2).

D'autres constituants sont présents mais en quantité minime. Cependant, certains d'entre eux, du fait de leur activité biologique, revêtent une grande importance. Ce sont : les enzymes, les vitamines, les nucléotides et les éléments cellulaires.

Outre, ces constituants, le lait renferme aussi des micro-organismes en quantité variable suivant l'état de santé de la femelle laitière, de l'hygiène de la traite et des manipulations diverses subies par le lait (8).

Tableau I : Composition générale du lait de vache

Constituants majeurs	Variations limites (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85,5-89,5	87,5
Matière grasse	2,4-5,5	3,7
Protéines	2,9-5,0	3,2
Glucides	3,6-5,5	4,6
Minéraux	0,7-0,9	0,8
Constituants mineurs : enzymes, vitamines, pigments, cellules diverses, gaz.		

Source : (27)

2.2. Variabilité de la composition du lait

La composition du lait varie selon différents facteurs liés aux animaux, les principaux étant l'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison et l'âge (27).

3. CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DU LAIT (tableau II)

Tableau II : Caractéristiques organoleptiques du lait

Couleur	Blanc-jaunâtre à blanc-mat (à cause de la réflexion de la lumière sur les micelles et caséine) Bleutée ou franchement jaunâtre (lait riche en lactoflavine)
Odeur	Peu accentuée, fonction de l'espèce et l'alimentation
Saveur	Légèrement sucrée (le lactose a un faible pouvoir sucrant)
Viscosité	Deux fois plus visqueux que l'eau : - plus visqueux chez les monogastriques que chez les polygastriques - plus visqueux au début de lactation (colostrum)
Propreté physique	Le lait doit être propre, c'est-à-dire ne doit pas contenir d'éléments figurés

Source : (8) d'après VEISSEYRE R.

4. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT

4.1. La densité

Pour une espèce donnée la densité n'est pas constante. Elle dépend de la richesse du lait en éléments dissous et en suspension ainsi que de la teneur en matière grasse.

Elle varie aussi en fonction de la température. A 20°C, la densité des laits de mélange peut se situer entre 1030 et 1033 (24).

4.2. L'indice de réfraction

Il s'apprécie sur le lactosérum à l'aide d'un réfractomètre. Ces valeurs sont comprises entre 38 et 40 pour un lait frais.

Il diminue quand il y a mouillage et augmente quand il y a écrémage (17).

4.3. Le point d'ébullition

L'ébullition propre du lait a lieu à une température de l'ordre de 100,15 à 100,17°C.

Mais durant le chauffage vers 80 à 90°C, il se produit une modification de l'équilibre ions, molécules et micelles, favorable à une montée du lait. Ceci entraîne la formation d'une membrane protéinocalcaire appelée « peau de lait » ou frangipane (7).

4.4. Le point de congélation ou point cryoscopique

Le point de congélation est l'une des caractéristiques les plus constantes du lait (3). Il est de l'ordre de $-0,555^{\circ}\text{C}$ avec des variations normales entre $-0,530$ et $-0,575^{\circ}\text{C}$ en fonction du climat.

Par mouillage, il se rapproche de 0, alors qu'il n'est pas modifié par écrémage. Les traitements thermiques l'abaissent (7).

Sa détermination est la meilleure manière, à la fois rapide et précise de déceler le mouillage d'un lait et d'en fixer le taux (15).

4.5. L'acidité actuelle ou pH du lait

Le pH traduit la concentration en ions hydrogène. Pour le lait normal, il est compris entre 6,6 et 6,8.

La légère acidité ainsi observée est due à la présence des anions phosphoriques et citriques ainsi que de la caséine (26).

4.6. L'acidité de titration ou acidité Dornic

L'acidité de titration globale mesure à la fois le pH initial du lait et l'acidité développée après la traite par la fermentation lactique qui diminue le pH jusqu'à 4 à 5. Un lait normal a une acidité de titration de 16 à 18°D (8).

Le degré Dornic exprime la teneur en acide lactique dans un échantillon, sachant que 1 degré Dornic représente 0,1g d'acide lactique (6).

5. CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES DU LAIT

5.1. Les vitamines

Ce sont des substances qui permettent la croissance, l'entretien et le fonctionnement de l'organisme (8).

Le lait renferme presque toutes les vitamines appartenant aux deux groupes : liposolubles (A, D, E, K) et hydrosolubles (B et C). Ces vitamines sont essentiellement apportées par l'alimentation et se retrouvent dans le lait sous forme de traces (24).

5.2. Les enzymes

Les enzymes sont des biocatalyseurs, car ils accélèrent les réactions biochimiques.

Les principaux enzymes du lait sont : les hydrolases (estérases, protéases), les déshydrogénases ou oxydases (sulfhydryle oxydase, xanthine oxydase) et les oxygénases (lactoperoxydase, catalase) (27).

Certains tests enzymatiques sont utilisés pour contrôler la qualité du lait. Parmi ceux-ci, nous pouvons citer :

- le test de la catalase qui est une méthode d'appréciation indirecte de la qualité hygiénique du lait. Les laits pathologiques (mammites) et le colostrum ont une activité catalasique élevée (5).

- le test au bleu de méthylène qui permet d'apprécier la qualité bactériologique du lait.

5.3. Les cellules du lait

Le lait de vache renferme 50 à 100000 cellules/ml. Ces cellules proviennent du sang (leucocytes et hématies) et de la mamelle (cellules épithéliales), dans les conditions normales (7).

6. LA MICROFLORE DU LAIT ET DES PRODUITS LAITIERS

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain. Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : Microcoques mais aussi, Streptocoques lactiques et Lactobacilles (14).

Le lait peut être contaminé par la suite par de nombreux germes. Il constitue pour ces derniers un milieu favorable à leur entretien et à leur multiplication.

Dans le lait, peuvent être présents : des virus et rickettsies, des bactéries, des levures et moisissures et des parasites.

6.1. Virus et rickettsies

La présence de virus dans un produit laitier signifie qu'un manipulateur, un animal, l'eau ou une des composantes utilisées dans la formulation du produit alimentaire a servi de vecteur d'incorporation.

Les principaux virus associés au secteur laitier sont ceux de l'hépatite A et les bactériophages (27).

Coxiella burnettii, rickettsie, agent de la fièvre Q est fréquemment retrouvée dans le lait et les produits laitiers (8).

6.2. Bactéries

Un grand nombre d'espèces bactériennes a été répertorié dans le lait. Elles peuvent être divisées en deux groupes : les bactéries lactiques et les bactéries de contamination (ou non lactiques) (17).

6.2.1. Les bactéries lactiques

Ce sont des bactéries qui transforment les sucres en donnant une proportion élevée d'acide lactique et qui, par ailleurs, ne sont que faiblement protéolytiques. Elles constituent la famille des *Lactobacteriaceae*.

Ces germes sont généralement immobiles, dépourvus de catalase, aéro-anaérobies facultatifs. Selon les modalités d'utilisation des sucres on distingue :

- les homofermentaires qui produisent surtout de l'acide lactique (90-97%). Ce sont les agents d'acidification ;
- les hétérofermentaires qui, à côté de l'acide lactique, produisent en quantité appréciable d'autres acides, des substances aromatiques (diacétyle) et du gaz (CO₂ surtout).

Dans cette famille, nous retiendrons seulement les Streptocoques et les lactobacilles.

6.2.1.1. Les Streptocoques lactiques

Ils provoquent une acidification modérée : 0,5 à 1% d'acide lactique. Ce sont les agents habituels de la coagulation spontanée du lait qui se traduit par un coagulum homogène, sans synérèse et agréablement aromatique.

Les principaux sont :

- le genre Streptococcus qui est homofermentaire. Les espèces *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris* et *Streptococcus diacetylactis* sont utilisées dans la fabrication du beurre et de certains fromages ;
- le genre Leuconostoc qui représente les hétérofermentaires. Certaines espèces appartenant à ce genre sont utilisées pour assurer la maturation des crèmes de beurrerie (21).

6.2.1.2. Les Lactobacilles

Ils provoquent une acidification moins rapide mais plus intense, supérieure à 1% (ils prennent la relève des Streptocoques). Ils sont les agents de l'acidification des caillés (21).

Lactobacillus bulgaricus présente un très grand intérêt dans l'industrie laitière en particulier dans la fabrication des yaourts (19). *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus leichmannii* et *Lactobacillus lactis* sont utilisées pour l'affinage des fromages (21).

6.2.1.3. Evolution et altération du lait

On distingue quatre états bactériologiques du lait.

1- Phase bactériologique ou de latence

Du fait des substances antibactériennes du lait et des antibiotiques produits par les bactéries lactiques, les autres germes tendent à stagner ou à régresser. Le lait peut alors se conserver pendant longtemps sous réfrigération.

2- Phase d'acidification

La fermentation du lactose par les espèces du groupe lactique principalement, aboutit à la production d'acide lactique. Les streptocoques sont les premiers germes acidifiants intervenant par abaissement du pH et par augmentation de l'acidité, puis viennent les lactobacilles acidophiles qui, en proliférant, abaissent davantage le pH et entravent la croissance des autres germes (8).

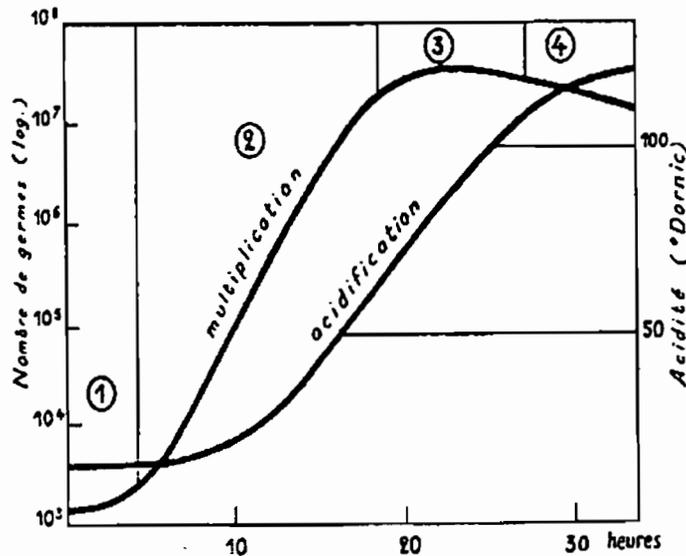


Figure 1 : Courbes de croissance et d'acidification d'une bactérie lactique
 (1) Phase de latence ou d'adaptation, (2) Phase logarithmique (croissance active), (3) Phase du maximum ou stationnaire, (4) Phase de déclin.
 Source : [(28) (5)].

3- phase de neutralisation

La prolifération des levures acidophiles dans le lait élève sensiblement le pH et entraîne la production d'alcool. Cette phase dite de neutralisation correspond à la reprise de l'activité des germes putréfiants, d'où la nécessité d'un contrôle des germes acidovores (8).

4- Phase d'alcalinisation

A ce stade, prolifèrent les germes de putréfaction responsables de l'altération du produit. Celui-ci perd à la fois ses qualités hygiéniques et organoleptiques (18).

6.2.2. Les bactéries non lactiques ou de contamination

6.2.2.1. Classification

6.2.2.1.1. Les bactéries à Gram positif

- Les Microcoques

Ils ne sont pas pathogènes et font partie de la flore banale.

- Les Staphylocoques

Ils sont aéro-anaérobies facultatifs et provoquent une fermentation acidifiante du glucose. Les Staphylocoques pathogènes possèdent une coagulase, une phosphatase et une DNase. C'est le cas de *Staphylococcus aureus* (24).

- Le genre Listeria

Listeria monocytogenes est couramment retrouvé dans le lait cru de vache. La listériose à *Listeria monocytogenes* se manifeste par des signes assez discrets chez la femme enceinte (8).

- Le genre Mycobacterium

Il est responsable de la tuberculose, zoonose majeure, se contracte lors de la consommation de lait provenant d'animaux malades (8).

- Bactéries sporulées

Elles ont la particularité de former une endospore qui leur confère une résistance au traitement thermique. Deux groupes sont les plus couramment rencontrés :

- ✓ Bacillus : aérobie strict ou anaérobie facultatif ;
- ✓ Clostridium : anaérobie strict. *Clostridium perfringens* est dangereux par sa toxine (17).

6.2.2.1.2. Les bactéries à Gram négatif

Les entérobactéries

Les entérobactéries sont des anaérobies facultatifs et constituent l'une des plus grandes familles de bactéries. Selon ALAIS (2), la classification du « Bergey's manual » permet de les diviser en deux groupes :

- Les bactéries lactose (-) comprenant *Shigella*, *Salmonella*, *Serratia*, *Proteus*, *Yersinia*.

Serratia et *Proteus* sont des espèces banales.

Salmonella et *Shigella* ont un pouvoir pathogène redoutable (17).

Salmonella provoque la salmonellose qui est une zoonose se manifestant chez l'homme par une gastro-entérite, des douleurs abdominales, des vomissements, une fièvre et une diarrhée (25).

L'agent de la dysenterie bacillaire est *Shigella sonnei*. Elle est aussi à l'origine de toxi-infections rappelant celles dues à *Salmonella* avec moins de gravité (9).

- Les bactéries lactose (+) regroupent les coliformes comprenant les genres *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* et *Hafnia*.

Escherichia coli est l'unique espèce du genre *Escherichia* et peut se développer à 44°C (17). C'est un témoin fidèle de contamination fécale, quand il est rencontré dans les aliments.

Les signes cliniques des toxi-infections à *Escherichia coli* sont représentés par des gastro-entérites surtout graves chez les jeunes (4).

Les *Enterobacter* ne sont pas pathogènes (24).

Klebsiella peut être saprophyte ou pathogène (17).

Autres germes à Gram négatifs

Alcaligenes et *Pseudomonas*, microflore psychrotrophe, entraînent surtout des altérations organiques.

Brucella est un agent d'une zoonose majeure la brucellose. Sa présence dans le lait caillé est exceptionnelle (24). Sa transmission à l'homme se fait par contact avec les animaux et leurs sécrétions d'une part et par la consommation de lait non pasteurisé provenant d'un troupeau positif d'autre part. C'est une pathologie très gênante, entraînant une fièvre intermittente (fièvre de malte), un rhumatisme, des avortements et des cas de tumeurs cérébrales (12).

6.2.2.2. Rôle de la flore non lactique

Selon ROZIER et collaborateurs (21), les bactéries non lactiques ont deux grands effets indésirables qui sont l'altération du produit et l'effet pathogène pour le consommateur.

La flore d'altération, essentiellement mésophile est constituée par les Proteus, les Streptocoques fécaux, les coliformes et la flore banale.

La liste des germes pathogènes est longue. Les germes pathogènes le sont par eux mêmes ou par leur aptitude à produire la toxine. Ce sont : les Staphylocoques, les Brucelles, les bactéries sporulées, les Mycobactéries etc. (24).

6.3. Levures et moisissures

Ce sont des cellules eucaryotes rattachées au règne végétal par leur structure cellulaire. Elles sont regroupées sous la terminologie de flore fongique (8).

6.3.1. Levures

Elles sont de forme arrondie ou ovale, volumineuses et unicellulaires. Elles sont utilisées en laiterie où elles peuvent servir d'agents d'aromatisation. Par contre, d'autres levures peuvent avoir des effets néfastes dans les aliments ; ce sont :

Kluyveromyces lactis, *Kluyveromyces fragilis*, *saccharomyces fragilis*, *Saccharomyces lactis*, *Candida* etc.

Les levures entraînent des altérations, rendant le produit final répugnant : aspect trouble, odeurs ou goût anormaux, gonflement des produits ou de leur emballage (8).

6.3.2. Moisissures

Par leur morphologie et leur mode de reproduction les moisissures sont plus complexes que les levures (8). Ce sont des saprophytes dotés d'un grand pouvoir de dégradation. Certaines espèces sont toxigènes. D'autres sont très utilisées dans l'industrie, en particulier en fromagerie (14). *Penicillium camemberti* est utilisée pour la préparation des fromages à pâte molle et *Penicillium roqueforti* pour celle des fromages à pâte persillée (8).

Les moisissures sont responsables de trois types de maladies selon BILLAUDELLE cité par SEMESAKA (22).

- Les infections (mycoses) contagieuses bronchiques et pulmonaires dues surtout à *Aspergillus flavus* et *Aspergillus fumigatus*.

- Les allergies qui font suite au contact ou inhalation de spores de moisissures. Elles prennent l'allure de dermatites ou de conjonctivites.
- Les toxicoses, ayant pour origine les mycotoxines.

6.4. Parasites

Selon SEMASAKA (22), le lait serait véhicule de certaines parasitoses comme la balantidiose, la dysenterie amibienne, la toxoplasmose.

7. INTERET DE LA RECHERCHE DES MICRO-ORGANISMES

7.1. Intérêt hygiénique

L'examen microbiologique permet d'évaluer le niveau de contamination des laits et produits laitiers et la nature de leur microflore.

7.2. Intérêt nutritionnel

Certains germes sont protéolytiques ou lipolytiques entraînant, ainsi une diminution de la valeur alimentaire du lait. Leur recherche éviterait des pertes importantes en nutriments, mais également la détérioration des qualités organoleptiques.

7.3. Intérêt technologique

L'aptitude d'un lait à la transformation ou à la conservation est conditionnée par sa qualité microbiologique.

L'utilisation précoce du froid pour réfrigérer le lait permet :

- un accroissement de la stabilité du lait ;
- un ralentissement du développement microbien pour la flore de contamination et inhibition de la flore pathogène ;
- modification de la nature des espèces microbiennes qui se développent.

Signalons que le froid n'est pas bactéricide.

L'abaissement du pH est aussi important à considérer, car il permettrait l'élimination de certains germes comme les salmonelles et les coliformes. Cependant, son efficacité, vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* et de ses toxines n'est pas prouvée (8).

Un contrôle microbiologique au moins régulier, favorise l'augmentation des ventes et des exportations et éviterait des pertes en éliminant d'emblée les matières premières trop contaminées.

Chapitre II : LE LAIT CAILLE OU LAIT ACIDIFIE

1. DEFINITION

Le lait caillé est un lait acidifié obtenu, soit par fermentation naturelle, soit après ensemencement à l'aide de levains lactiques préparés à l'avance ou du caillé de la veille, avec ou sans addition de substances coagulantes (présure, pepsine) (8). Selon SEYDI et NDIAYE cités par DIENG (8), 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 (8).

2. IMPORTANCE

La transformation de certains aliments en produits fermentés répond à plusieurs besoins [(8) (16)] :

- assurer la conservation d'aliments dans le temps et dans l'espace ;
- éliminer si possible les micro-organismes responsables de la biodégradation et surtout les micro-organismes pathogènes ;
- augmenter la digestibilité des aliments.

2.1. Importance nutritionnelle

Avec la fermentation du lait il y a globalement 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 (8).

2.2. Importance hygiénique et sanitaire

Cette importance découle surtout de l'acidification qui constitue, du point de vue hygiénique un atout majeur, car elle est défavorable au développement de la plupart des germes pathogènes.

Lorsque des laits contaminés sont utilisés, il y a des risques pour le consommateur. Il faut cependant noter qu'un lait fermenté, fabriqué dans de bonnes conditions hygiéniques, ne présente aucun risque pour le consommateur (8).

DEUXIEME PARTIE :

ETUDE EXPERIMENTALE

L'étude expérimentale a été réalisée sur le terrain à l'UTL de Nguékokh et au laboratoire d'HIDAOA de l'EISMV.

Chapitre I : MATERIEL ET METHODES

1. MATERIEL

1.1. Lieu de prélèvement

Le prélèvement des échantillons a été effectué à l'UTL de Nguékokh, près de Mbour à 83km de Dakar.

L'UTL est constituée d'une aire de réception couverte et de deux chambres. La première chambre sert de traitement du lait et la deuxième est utilisée pour garder le matériel et le sucre.

1.2. Produits analysés

Les études faites ont porté sur :

- le lait cru
- les laits caillés (2 à 3 sachets de 1/4 de litre représentent 1 échantillon et chaque échantillon correspond à une production journalière).

Sur chaque type de lait (cru et caillés), 100 échantillons sont analysés.

1.3. Matériel de prélèvement et de mesure des paramètres physico-chimiques et enzymatiques sur le terrain

Il comprend :

- une glacière contenant 3 à 4 outres de CO₂ ou carboglaces congelées, pour le transport des échantillons de laits caillés sous régime froid ;
- la verrerie : tubes à essais, boîtes de Pétri, béchers, pipettes, éprouvette, burette suspendue à une potence, pots pour prélever le lait ;
- papier buvard, lactodensimètre, thermomètre, papier pH ;
- réactifs : lessive de soude (N/9), phénolphtaléine à 1% (dans de l'alcool 95%), alcool éthylique à 68%, H₂O₂, bleu de méthylène à 5%.

1.4. Matériel de laboratoire

Il s'agit du matériel habituel des laboratoires de microbiologie alimentaire composé de :

- matériel de stérilisation : four pasteur, bec bunsen, autoclave ;
- matériel de pesée : balance de précision ;
- matériel de broyage et d'homogénéisation : broyeur type « STOMACHERND » ;
- matériel divers : tubes à essais, flacons de 250, 500, 1000 et 2000ml, boîtes de Pétri, pipettes, étaleur en verre, béchers, ciseaux, port-tubes, paniers, sachets stomacher ;
- réfrigérateur, bain-marie pour la régénération des milieux de culture.
- Une burette suspendue à une potence, un pH mètre, un vortex ou agitateur de tubes ;
- Milieux de culture et réactifs.

2. METHODES

Seuls les tests physico-chimiques (mesure de la température à la réception, du pH, de l'acidité titrable, de la densité et test à l'alcool) et enzymatiques (test de la catalase et test au bleu de méthylène) sont effectués sur le lait cru.

Sur les laits caillés sont effectués la mesure du pH et de l'acidité Dornic et des analyses microbiologiques.

2.1. Tests physico-chimiques et enzymatiques

2.1.1. La température

Elle est mesurée à l'aide d'un thermomètre de modèle 2212TM qui mesure à la fois la température et l'hygrométrie.

Après avoir nettoyé le bout métallique de la sonde, la mesure de la température se fait par immersion de cette dernière dans le lait. La valeur de la température s'affiche immédiatement sur l'écran de l'appareil.

2.1.2. Le pH

Sur le terrain, c'est un papier pH qui est utilisé. Un bout de papier pH d'environ 1,5cm est immergé à moitié dans le lait, puis retiré de celui-ci. La lecture du pH se fait en comparant la couleur que prend le papier pH qui a été immergé, avec les couleurs qui sont sur la boîte contenant le papier pH. Chaque couleur sur la boîte correspond à une valeur de pH.

Au laboratoire, le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre de marque « HANNA instruments » (8).

Avant d'entreprendre les 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.

L'opération débute par l'étalonnage de l'appareil à l'aide de deux solutions de pH connus (4,00 et 7,00). 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 autre mesure, l'électrode est à nouveau nettoyée, puis rincée comme précédemment (8).

2.1.3. L'acidité Dornic

Un volume de 10ml de lait est mis dans un bécher, additionné de 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 1% (dans de l'alcool 95%). Le bécher est ensuite secoué de façon à homogénéiser le mélange. La lessive de soude contenue dans une burette suspendue à une potence, est ajoutée au mélange jusqu'à son virage au rose. La coloration doit persister au moins 10 secondes. La lecture de la chute de la burette est faite. Le résultat peut être exprimé en degré Dornic (°D) ou en gramme d'acide lactique par litre de lait (8).

2.1.4. La densité

Elle est mesurée à l'aide d'un lactodensimètre.

L'éprouvette est remplie de lait et le lactodensimètre y est plongé. La lecture de la densité s'effectue sur la partie graduée émergente du lactodensimètre après stabilisation de ce dernier.

Le facteur de correction pour des températures est de : $C = \pm 0,0002$ degré. Ainsi, lorsque la température du lait est supérieure à 20°C , on corrige en ajoutant autant de fois, le nombre 0,0002 qu'il y a eu de degré de plus.

Par contre, lorsque la température est inférieure à 20°C , il faut faire une correction soustractive (7).

2.1.5. Le test à l'alcool

Il permet de déterminer l'aptitude du lait à la pasteurisation (5).

Dans un tube à essais ou une boîte de Pétri sont mélangés en quantité égale (2ml) du lait et de l'alcool éthylique à 68° . La réaction est immédiate.

Le résultat est positif s'il y a présence de floculation : le lait est instable à la chaleur. Il est négatif s'il y a absence de floculation : le lait est stable (11).

2.1.6. Le test de la catalase

Dans une boîte de Pétri, sont déposées quelques gouttes de lait et une goutte de H_2O_2 .

Le test est positif s'il y a un dégagement abondant de bulles d'air (O_2). Il est négatif dans le cas contraire.

2.1.7. Le test au bleu de méthylène

Il consiste à verser dans un tube à essais contenant 1ml de bleu de méthylène à 5%, 10ml de lait. Le tube de couleur bleue est placé à l'étuve à 37°C .

L'évolution de la couleur du tube est suivie tous les quarts d'heures, jusqu'à la disparition de la teinte bleue. La durée nécessaire à la décoloration du lait dans le tube est notée (11).

2.2. Analyses microbiologiques

2.2.1. Protocole d'analyses

Les techniques utilisées sont des méthodes classiques et font référence aux normes françaises (AFNOR) et internationales (ISO).

2.2.2. 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 96) (1).

Dans un sachet « STOMACHERND », sont introduits 10ml de l'échantillon auxquels sont ajoutés 90ml d'eau peptonée tamponnée (EPT). 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 « stomacher » est ensuite homogénéisé et laissé au repos, pendant une vingtaine de minutes, pour assurer la revivification des micro-organismes. 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} , etc.

2.2.3. Recherche et dénombrement des germes

2.2.3.1. Recherche et dénombrement de la flore lactique

Seuls les lactobacilles ont été dénombrés selon la norme NF ISO 15214.

Le milieu de culture utilisé est la gélose de MAN ROGOSA et SHARPE (MRS). La gélose MRS fondue et refroidie, est coulée dans des boîtes de Pétri vides, à raison de 15ml par boîte. Après solidification, la gélose estensemencée en surface avec 0,1ml des dilutions allant de 10^{-3} à 10^{-5} . L'étalement se fait à l'aide d'un étaleur stérile en verre. Du fait de leur relative sensibilité à l'oxygène, une deuxième couche de gélose MRS est coulée pour diminuer la tension d'oxygène. Les boîtes sont incubées à 30°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies de lactobacilles, rondes ou lenticulaires et de taille variable sont directement comptées.

2.2.3.2. Recherche et dénombrement de la flore de contamination

2.2.3.2.1. Recherche des coliformes thermotolérants

Elle a fait référence à la norme NF-V08-060 (Mars 96) (1).

Le milieu utilisé est la gélose VRBL (gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre).

1ml de dilutions 10^{-1} à 10^{-6} sont respectivementensemencés dans six boîtes de Pétri vides au cours des premiers jours. Pour les jours suivants, on s'est limité à la dilution 10^{-3} . Environ 15ml de VRBL sont en suite coulés dans chaque boîte, puis homogénéisés par des mouvements circulaires légers. Après solidification de cette première couche, une deuxième plus fine est ajoutée.

Le dénombrement des coliformes fécaux se fait directement après incubation à 44°C pendant 24 à 48 heures. Ne sont prises en compte que les colonies rouges, d'au moins 0,5mm de diamètre.

2.2.3.2.2. Recherche et dénombrement de la flore fongique :

Levures et moisissures

Le dénombrement de la flore fongique est réalisé sur gélose glucosée à l'oxytétracycline (OGA), conformément à la norme XP-V08-059 (Oct.96) (1).

La gélose OGA préalablement fondue et refroidie, est introduite dans des boîtes de Pétri vides. De l'oxytétracycline lui est ajouté et l'ensemble est homogénéisé. Après solidification, ces boîtes sontensemencées avec 0,1ml des dilutions 10^{-1} à 10^{-3} en surface, puis incubées à la température du laboratoire pendant 3 à 5 jours. L'observation quotidienne des boîtes est nécessaire pour déceler à temps les éventuelles colonies envahissantes.

La lecture permet d'apprécier :

- les levures dont l'aspect rappelle celui des colonies bactériennes. Elles peuvent avoir des bords réguliers ou irréguliers, des formes convexes ou plates et sont pigmentées, souvent opaques ;
- les moisissures toujours pigmentées, d'aspect velouté, plus ou moins proéminent.

2.2.4. Expression des résultats

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

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

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)

n_1 : Nombre de boîtes retenues à la première dilution

n_2 : Nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution

d : Taux de dilution de la première boîte retenue.

2.2.5. CRITERES MICROBIOLOGIQUES DE REFERENCE DES LAITS CAILES

L'établissement des critères microbiologiques répond à un souci de prévention et de protection de la santé du consommateur et de garantir au produit une meilleure compétitivité sur le marché.

Tableau III : Critères microbiologiques des laits caillés

Micro-organismes	Nombre de micro-organismes par gramme
Coliformes	≤ 5
Escherichia coli	Absence
Levures et moisissures	Absence
Bactéries pathogènes	Absence dans 25g
Flore totale	$\leq 10^4$

Source : (8)

**2.3. PROCÉDES DE FABRICATION DES LAITS CAILLÉS
ARTISANAUX DE L'UNITE DE TRANSFORMATION LAITIERE
(UTL) DE L'ONG « CHENES ET BAOBABS » DE NGUEKOKH**

Les laits caillés sont fabriqués à partir du lait frais auquel on additionne du lait caillé de la veille.

Le diagramme ci-dessous, indique les différentes étapes de leur fabrication.

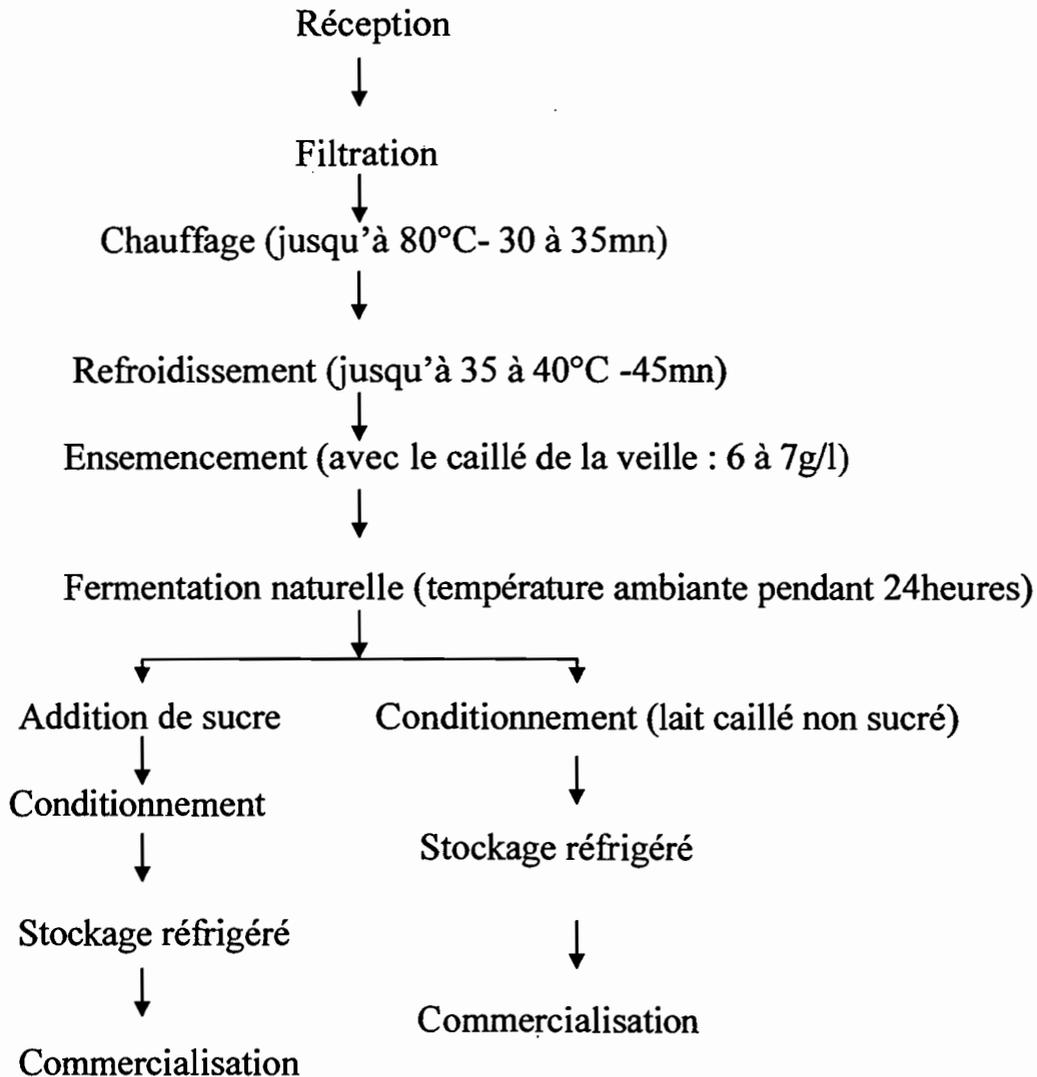


Figure 2 : Diagramme de fabrication des laits caillés de Nguékokh

Chapitre II : RESULTATS ET DISCUSSION

1. RESULTATS

1.1. Lait cru

La température du lait cru varie de 26°C à 32,3°C avec une moyenne de 28,22°C. Le pH varie de 6 à 7 avec une moyenne de 6,48.

L'acidité de titration varie de 16°D à 21°D avec une moyenne de 18,55°D.

La densité varie de 1027,2 à 1030,4 avec une moyenne de 1028,4.

Tous les tests à l'alcool et de la catalase se sont avérés négatifs. La décoloration du bleu de méthylène a eu lieu au-delà de 3 heures.

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

pH	Nombre d'échantillons	Pourcentage simple (%)	Pourcentage cumulé (%)
6	21	21	21
6,5	62	62	83
7	17	17	100

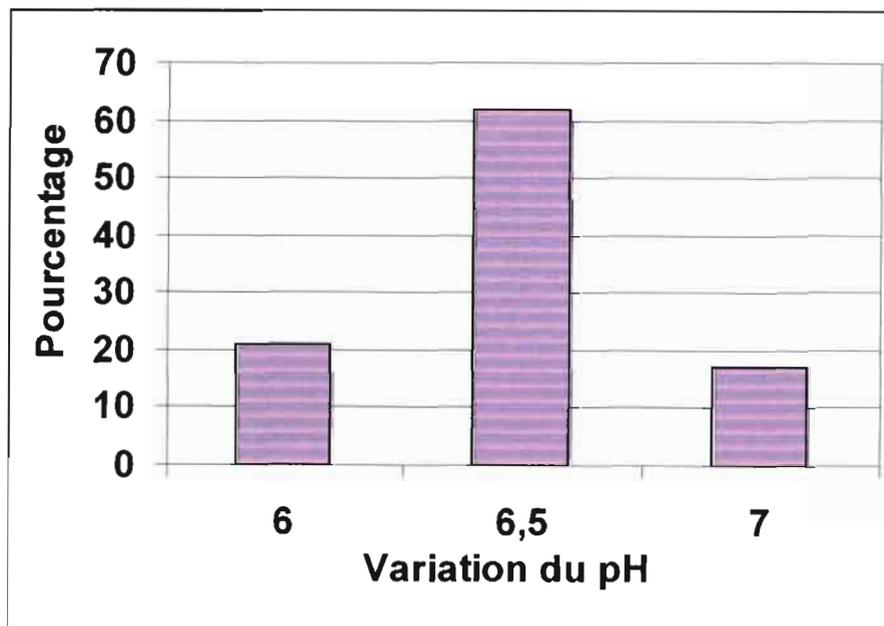
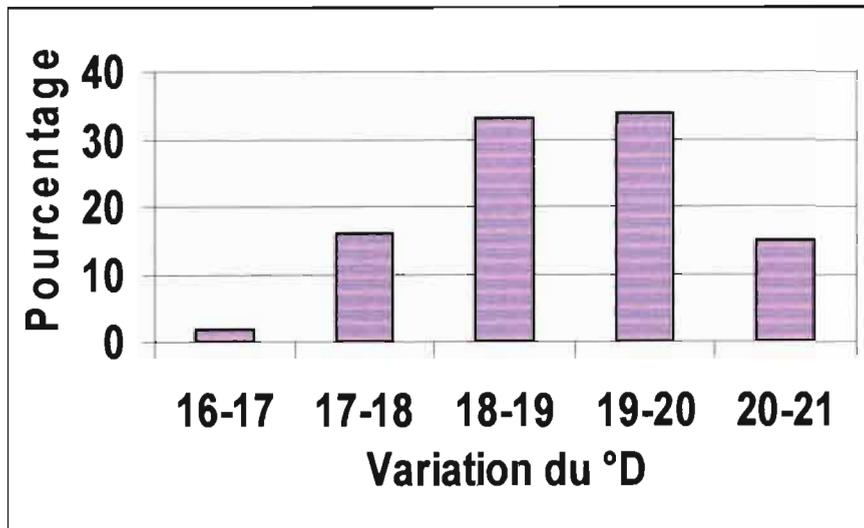


Figure 3 : Fréquence des pH du lait cru

Tableau V : Fréquence du °D du lait cru

Acidité Dornic	Nombre d'échantillons	Pourcentage simple (%)	Pourcentage cumulé (%)
16-17	1	1	1
17-18	16	16	17
18-19	34	34	51
19-20	34	34	85
20-21	15	15	100

Figure 4 : Fréquence de l'acidité Dornic du lait cru

1.2. Laits caillés

1.2.1. Tests physico-chimiques

Pour les laits caillés le pH varie de 3,04 à 4,56 avec une moyenne de 3,89. Son acidité de titration va de 60°D à 125°D avec une moyenne de 81,69°D.

Tableau VI: Fréquence des pH des laits caillés (regroupement des mesures)

pH	Nombre d'échantillons	Pourcentage simple (%)	Pourcentage cumulé (%)
3,0-3,4	9	9	9
3,4-3,8	23	23	32
3,8-4,2	50	49	81
4,2-4,6	19	19	100

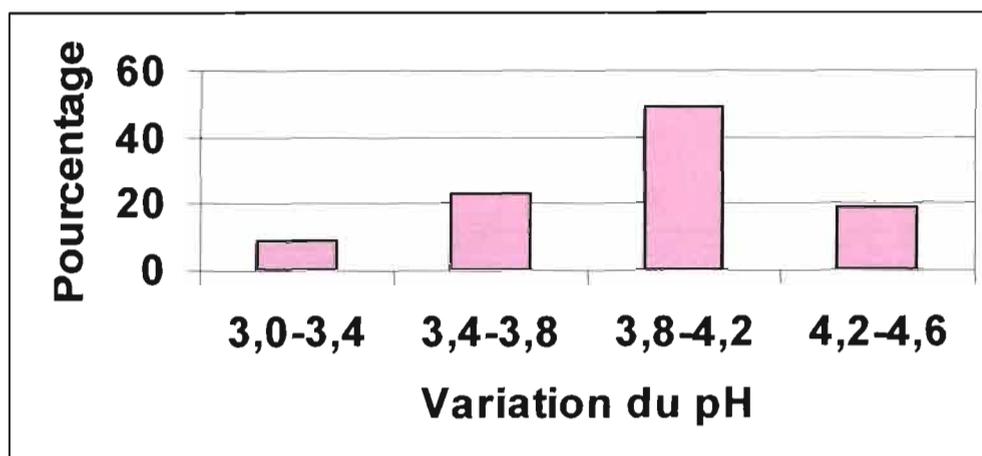


Figure 5 : Fréquence des pH des laits caillés

Tableau VII : Fréquence de l'acidité Dornic des laits caillés (regroupement des résultats)

Acidité en °D	Nombre d'échantillons	Pourcentage simple (%)	Pourcentage cumulé (%)
60-70	21	21	21
70-80	31	31	52
80-90	20	20	72
90-100	13	13	85
100-110	8	8	93
110-120	5	5	98
120-130	2	2	100

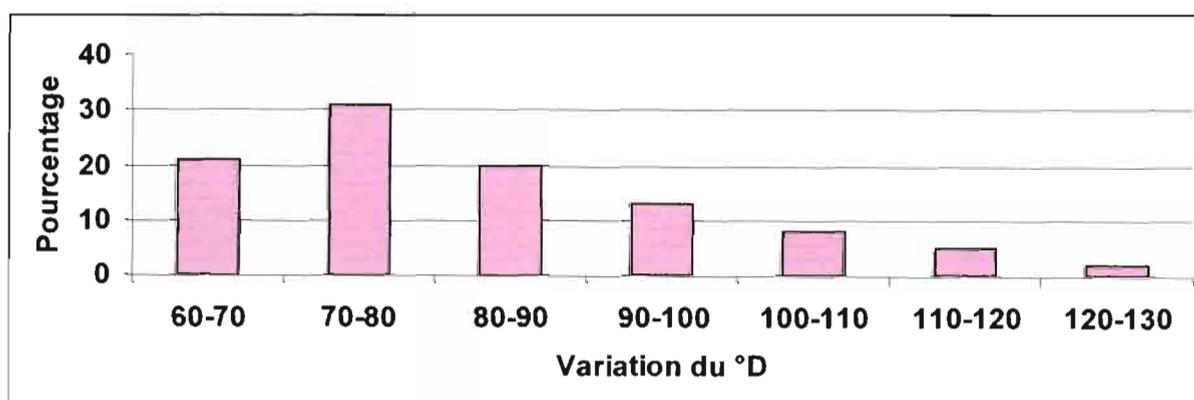


Figure 6 : Fréquence du °D des laits caillés

1.2.2. Analyses microbiologiques (regroupement des résultats : Cf. tableau IX)

Comme l'indiquent le tableau VIII et la figure 7, 76% des échantillons sont contaminés par les coliformes thermotolérants, 97% par les levures et 50% par les moisissures.

Tableau VIII : Niveau de contamination des laits caillés artisanaux par les germes recherchés ou dénombrés en pourcentage

Micro-organismes	Absence		Présence ou > à la norme	
	Nbre Ech.	%	Nbre Ech.	%
Coliformes thermotolérants	24	24	76	76
Levures	3	3	97	97
moisissures	50	50	50	50

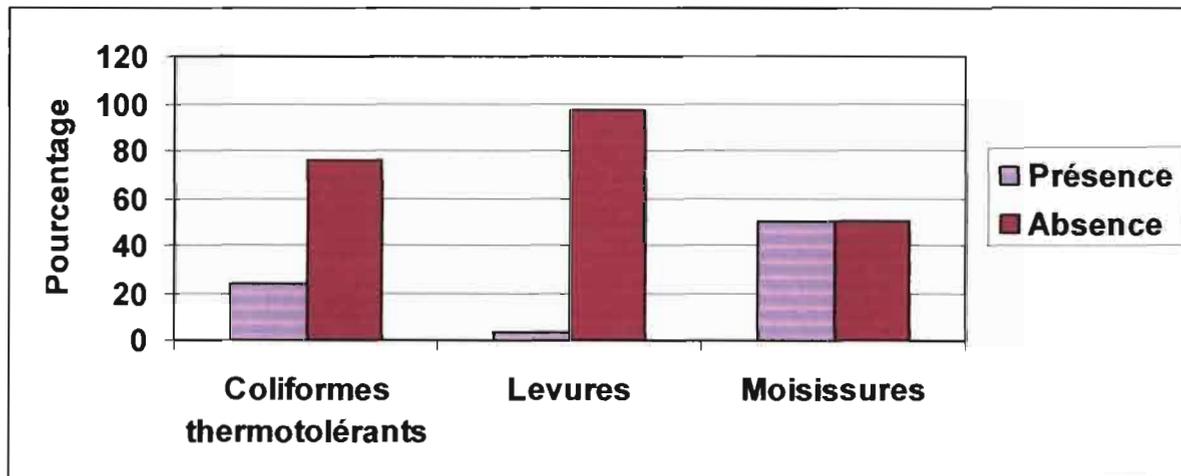


Figure 7 : Niveau de contamination des laits caillés artisanaux par les germes recherchés en pourcentage

Tableau IX : Regroupement des résultats par 10 échantillons (ou par 10 jours)

Jours	Coliformes thermotolérants	lactobacilles	Levures	Moisissures
10	$4,8.10^6$	$1,1.10^7$	9.10^4	$5,5.10^4$
20	$5,9.10^5$	$5,5.10^6$	$8,1.10^4$	$4,1.10^4$
30	$1,1.10^5$	3.10^6	$1,2.10^4$	2.10^3
40	$8,2.10^4$	$7,8.10^6$	$7,9.10^4$	140
50	$4,9.10^4$	$1,7.10^7$	$1,6.10^5$	60
60	$6,4.10^4$	$1,8.10^7$	$1,7.10^5$	60
70	$3,6.10^2$	$9,9.10^6$	$2,3.10^5$	30
80	$6,8.10^3$	$7,7.10^6$	$8,3.10^5$	60
90	$2,8.10^2$	$6,3.10^6$	$8,7.10^5$	30
100	47	$2,4.10^7$	$1,1.10^6$	$4,3.10^2$

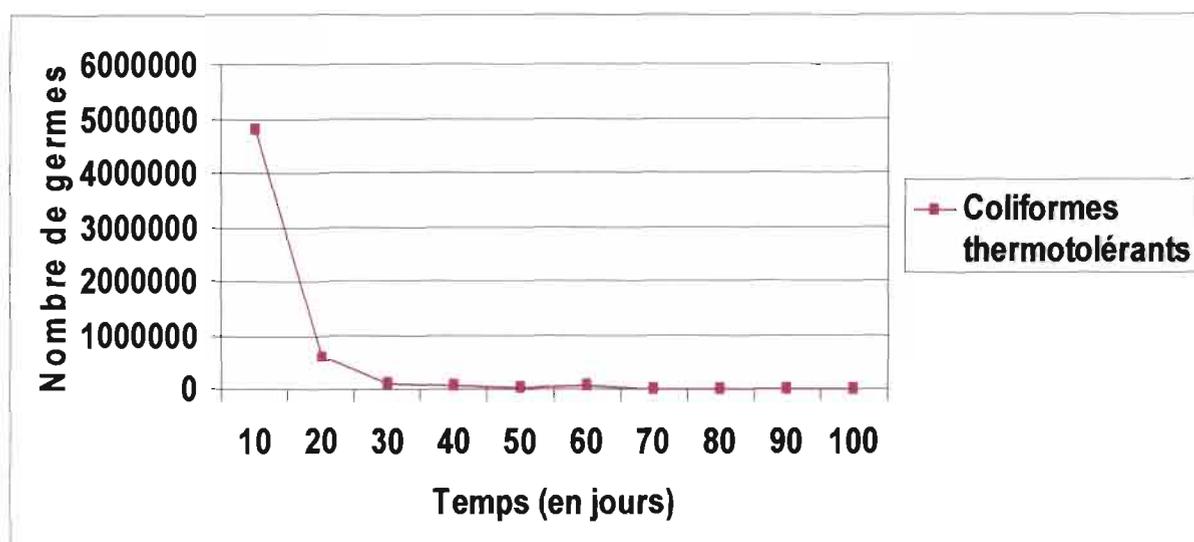


Figure 8 : Evolution du niveau de contamination des laits caillés par les coliformes thermotolérants au cours du temps

2. DISCUSSION

2.1. Tests physico-chimiques et enzymatiques du lait cru

2.1.1. La température

La température du lait cru varie entre 26°C et 32,3°C.

DOUIK, ETTRIQUI et ZRELLI (11), dont les analyses ont porté sur 50 échantillons de lait cru, ont obtenu des valeurs de température comprises entre 5°C et 30°C.

Le lait cru a une température proche de celle de l'organisme.

Les valeurs de température nettement inférieures à la température de l'organisme, s'expliquent par le fait que la température du lait tend à s'équilibrer avec la température ambiante lorsqu'un temps assez long s'écoule entre la traite et le début des analyses.

La différence entre nos résultats et ceux de DOUIK et collaborateurs (11) est due à la différence de température ambiante entre les deux lieux d'études (Sénégal et Tunisie).

2.1.2. Le pH

Les valeurs du pH vont de 6 à 7. Comme l'indiquent le tableau IV et la figure 3 la majorité de nos échantillons ont un pH de 6,5.

DOUIK et collaborateurs (11) ont trouvé des valeurs de pH qui vont de 6,6 à 6,91.

SINA (24) a trouvé des valeurs de pH qui varient entre 6,69 et 6,79 donc s'inscrivant dans la fourchette normale du pH du lait frais qui est de 6,6 à 6,8.

Nos valeurs de pH inférieures à 6,6 peuvent s'expliquer par le fait qu'il y a un début de fermentation du lait, car les analyses sont faites au moins 3 heures après la traite.

2.1.3. L'acidité Dornic

L'acidité Dornic du lait frais est comprise ici entre 16°D et 21°D.

NDIAYE (17) a trouvé une acidité Dornic comprise entre 18 et 46°D.

La moitié des laits crus a une acidité Dornic comprise entre 16°D et 18°D (cf. tableau V et figure 4). Les autres échantillons ont une acidité Dornic supérieure à 18°D. C'est ce qui a entraîné la baisse du pH qui est responsable aussi de cette acidité Dornic élevée. Les valeurs du °D sont cependant plus ou moins proportionnelles aux valeurs basses du pH, car l'acidité Dornic s'élève quand le pH baisse.

2.1.4. La densité

La densité du lait cru varie ici de 1027,2 à 1030,4 avec une moyenne de 1028,4. Ce résultat est proche de celui trouvé par DOUIK et collaborateurs (11) qui va de 1027 à 1032 avec une moyenne de 1028,8.

96% de nos échantillons ont une densité inférieure à 1030. Cette faible densité s'explique par le fait que nos échantillons sont moins riches en matières utiles que les laits qui ont une densité supérieure à 1030.

En effet, selon DOIUK et collaborateurs (11), les laits riches en matières utiles ont des densités élevées.

2.1.5. Test à l'alcool

Tous les échantillons soumis à ce test ont réagi négativement.

Cette stabilité prouve leur aptitude à subir la pasteurisation sans inconvénient.

SINA (24) a trouvé aussi les mêmes résultats que les nôtres. Par contre, seulement 84% des tests ont été négatifs pour DOUIK et collaborateurs (11).

Le résultat observé peut être dû au fait que le lait n'est pas mammiteux, car la stabilité des micelles de caséine peut être réduite par plusieurs facteurs dont l'acidification du lait et les mammites (11).

2.1.6. Test de la catalase

Tous les tests ont été négatifs.

Ce résultat peut se justifier par le fait que la traite débute au moins une semaine après la mise bas. Ce qui fait que le lait cru est sans colostrum. Il y a aussi un suivi sanitaire régulier des vaches, permettant de déceler les cas de mammites pour éviter l'obtention de lait mammiteux.

2.1.7. Test au bleu de méthylène

Un lait de bonne qualité ne doit pas décolorer le bleu de méthylène en moins de trois heures (22). Tous les échantillons testés ont décoloré le bleu de méthylène au-delà de trois heures.

Ces résultats sont comparables à ceux de SINA (24).

90,9% des laits analysés par NDIAYE (17) ont rempli cette condition.

Le résultat obtenu peut s'expliquer par le fait qu'il y a des dispositions hygiéniques prises lors de traite pour obtenir un lait peu souillé.

2.2. Test physico-chimiques des laits caillés artisanaux étudiés

2.2.1. Le pH ou acidité actuelle

Le pH des laits caillés varie de 3,04 à 4,56.

Comme l'indiquent le tableau VI et la figure 5, tous les échantillons ont un pH inférieur à 4,6.

DIENG (8), dont l'étude a porté sur les laits caillés industriels, a trouvé que 92% de ses échantillons ont un pH inférieur à 4,6.

Par contre SINA (24) a trouvé que 5% de ses échantillons ont un pH inférieur à 4,6.

Compte tenu du pH de précipitation totale de la caséine qui est de 4,6, la fermentation des laits caillés a été très poussée. Cette forte fermentation est due à un prolongement de la durée d'incubation du lait. C'est ce qui explique le fait que le pH des premiers laits analysés soit beaucoup plus bas que celui des derniers laits analysés, car la durée l'incubation était de 48 heures au début. En effet durant le caillage, l'utilisation des sucres par les germes fermentaires s'accompagne d'une production d'acide qui se traduit par une chute du pH.

2.2.2. L'acidité Dornic

L'acidité Dornic des laits caillés varie de 60°D à 125°D.

52% de nos échantillons ont une acidité Dornic inférieure à 80°D (cf. tableau VII et figure 6).

Ces résultats présentent la même tendance que ceux de DIALLO (7) qui trouve une fourchette de 60°D à 120°D pour les laits caillés industriels de la SOCA (Société Alimentaire).

NDAO (16), dont l'étude a porté sur des laits caillés artisanaux, a trouvé des valeurs qui vont de 50°D à 220°D.

Ces différences observées sont dues aux conditions d'incubation très fluctuantes, aux variations des taux d'ensemencement et de la durée d'incubation.

Cette variation de l'acidité Dornic peut être liée également à une compétition entre les ferments et les pseudoferments ou à une présence élevée de levures dans les emballages qui sont souvent en contact avec l'air ambiant.

2.3. Analyses microbiologiques

2.3.1. La flore lactique

La population de lactobacilles dans les laits caillés artisanaux analysés se chiffre par centaines de milliers et dizaines de millions.

Le développement des lactobacilles débute lentement dans le lait après la traite et va en augmentant avec la fermentation. L'acidification, au début de la fermentation, est surtout le fait des streptocoques (*Lactococcus*, *Leuconostoc*).

Les lactobacilles atteignent leur optimum entre pH 3,8 et 4 (8).

Les valeurs obtenues sont inférieures à celles trouvées par SEMESAKA (22) qui sont supérieures à 10^7 germes/ml. Elles sont aussi inférieures à celles données par DIENG (8).

Cette différence peut s'expliquer non seulement par le fait que la composition en ferments lactiques est variable en fonction des fabricants mais également par le fait que la flore de contamination très importante dans nos échantillons, peut entrer en compétition avec les lactobacilles.

2.3.2. La flore d'altération

2.3.2.1. Les coliformes thermotolérants

Ils sont présents dans 76% des échantillons. Ce sont des germes pseudo-lactiques, donc capables de tolérer des pH relativement bas du lait caillé.

DIENG (8), dans son étude, a retrouvé 19% d'échantillons contaminés par les coliformes thermotolérants.

SINA (24) trouve 6% d'échantillons contaminés par ces germes. Ces écarts observés s'expliquent par le fait que nos produits sont fabriqués artisanalement, alors que les autres sont de fabrication industrielle. En effet dans les industries, le niveau d'hygiène est meilleur que dans les unités de transformation artisanale. La présence de coliformes thermotolérants signe le plus souvent une contamination d'origine fécale. Elle traduit également une défaillance technologique ou hygiénique (8).

La contamination du lait peut avoir comme origine non seulement le matériel utilisé pour la transformation, mais aussi les manipulations.

Néanmoins, comme le montre le figure 8, il y a une diminution de leur nombre au cours du temps. Cette diminution est due au savoir faire en matière d'hygiène, apporté au personnel de l'UTL, par l'équipe du laboratoire d'HIDAOA de l'EISMV.

2.3.2.2. La flore fongique : Levures et moisissures

Les levures sont retrouvées dans 97% des échantillons, alors que les moisissures sont présentes dans 50% des échantillons.

DIALLO (7) a trouvé, pour le même type de produit, une contamination de 75% par les levures et 26% par les moisissures.

Pour DIENG (8) ce niveau est de 51% des échantillons pour les levures et les moisissures.

PISSANG (20), dans une étude sur le yaourt togolais, a trouvé une contamination par la flore fongique de 60%.

Tous ces résultats contribuent à confirmer la thèse de la présence régulière de la flore fongique dans les laits fermentés en général, et les laits caillés en particulier.

La flore fongique provient de l'environnement. Sa présence dans le lait est due à de mauvaises conditions d'hygiène, lors de la transformation du lait. La matière première peut être une source de contamination, puisque l'analyse d'un échantillon de sucre a révélé la présence de levures et moisissures.

Chapitre IV : RECOMMANDATIONS

Pour conférer une meilleure qualité aux produits de l'UTL de Nguékokh, nous formulons des recommandations concernant l'hygiène des locaux et du matériel, du personnel et de la transformation.

1. L'HYGIENE DES LOCAUX ET DU MATERIEL

1.1. Les locaux

Les locaux de l'UTL doivent être aménagés pour pouvoir :

- faire respecter le principe de la marche en avant avec séparation des secteurs sains et des secteurs souillés ;
- mettre en place des vestiaires et sanitaires propres au personnel de l'UTL ;
- améliorer l'aération et la ventilation de la salle de traitement du lait ;
- réglementer l'entrée de l'UTL aux personnes étrangères au service.

1.2. Le matériel

Une bonne hygiène du matériel repose sur une séparation du matériel, un nettoyage et une désinfection réguliers de celui-ci.

2. L'HYGIENE DU PERSONNEL

Elle conditionne l'innocuité du produit. C'est pourquoi il faut :

- la désinfection des mains du personnel ;
- le port systématique de tenue adaptée (blouse, coiffe, masque bucco-nasal, gants) ;
- éviter le port de bijoux pendant le travail.

3. L'HYGIENE AU NIVEAU DE LA TRANSFORMATION

Concernant l'hygiène de la transformation, il faut :

- contrôler régulièrement le lait à la réception ;
- protéger le lait contre l'air ambiant et les insectes (mouches) après pasteurisation ;
- respecter le temps et la température de pasteurisation ;
- respecter le temps d'incubation et la durée de maturation du lait ;
- faire en sorte que les mouvements du personnel soient ordonnés et justifiés.

CONCLUSION

Le lait est une denrée très consommée au Sénégal. Il est utilisé sous forme de boisson rafraîchissante, mais également comme compléments de certains plats. Cependant, malgré les importations, le niveau de consommation du lait par habitant reste encore faible au Sénégal.

Ainsi, pour pallier une telle situation, des unités de transformation laitière industrielles et artisanales comme celle de Nguékokh se sont implantées un peu partout au Sénégal.

C'est pour apprécier la qualité des laits caillés artisanaux fabriqués à Nguékokh que cette étude a été réalisée.

Elle a consisté à réaliser des analyses physico-chimiques et enzymatiques sur le lait cru et des analyses physico-chimiques et microbiologiques sur les laits caillés. A cet effet 100 échantillons de lait cru et 100 échantillons de laits caillés ont été analysés. Les résultats suivants ont été obtenus :

- Pour le lait cru :

La température varie entre 26 à 32,3°C. Le pH va de 6 à 7 et le °D de 16 à 21°D. La densité est comprise entre 1027,2 et 1030,4. Les tests à l'alcool et de la catalase sont négatifs et le bleu de méthylène est décoloré au-delà de 3 heures. Ces résultats sont globalement satisfaisants.

- Pour le lait caillé

Le pH va de 3,04 à 4,56 et l'acidité Dornic de 60°D à 125°D. Ces résultats sont acceptables.

La flore lactique dénombrée est suffisante pour assurer la fermentation recherchée, avec des valeurs qui vont jusqu'à 10^7 germes/g.

Concernant la flore de contamination, 76% des échantillons sont contaminés par les coliformes thermotolérants. Les levures sont retrouvées dans 97% des échantillons et les moisissures sont présentes dans 50% des échantillons.

La contamination des laits caillés par la flore d'altération est très élevée.

Ce travail est déjà bénéfique à l'UTL car les premiers résultats ont permis à son personnel de prendre certaines mesures d'hygiène. Ceci est justifié par la diminution du nombre de coliformes dans les dernières productions.

Il faut saluer le courage et la détermination des responsables de l'UTL à améliorer la qualité de leurs produits en soumettant ces produits à un contrôle régulier.

Cependant il faut essayer de mieux faire, pour améliorer davantage la qualité du produit et garantir ainsi la santé des consommateurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. **AFNOR, 1999**
Microbiologie Alimentaire: t₁ : Méthodes horizontales.- 7^e éd.- Paris : AFNOR.- 663p.
2. **ALAIS C.**
Sciences du lait : Principes des techniques laitières.- 4^e éd.- Paris : SEPAIC.- 814p.
3. **AMARIGLIO S., 1986**
Contrôle de la qualité des produits laitiers : Analyses physico-chimiques.- 3^e éd.- Paris : afnor-itsv.- 1030p.
4. **BALDE J., 2002**
Etude de la qualité des repas servis à l'hôpital principal de Dakar (HPD).
Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 1
5. **BOUDIER J. F. et LUQUET F. M., 1981**
Dictionnaire laitier.- 2^e éd aug.- Paris : Tec & Doc.-220p.
6. **BOUZAINE T. ; EL MAJDOUB T. ; THONART PH. et MAMDI M., 2004**
Sélection de bactéries lactiques probiotiques d'origine animale.
Microb. Hyg. Alim., 16 (46) : 24-29
7. **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
8. **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
9. **DIOUF F., 1992**
Contribution à l'étude de la qualité hygiénique des aliments vendus sur la voie publique (AVP) dans la région de Dakar.
Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 36

10. DJOMIKA J.T., 1991

Contribution à l'étude de la législation et de la réglementation du contrôle des denrées alimentaires d'origine animale au Cameroun.

Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 18

11. DOUIK R. ; ETTRIQUI A. et ZRELLI S., 2003

Relation entre le test à l'alcool et la qualité du lait à la réception.

Microb. Hyg. Alim., 15 (42) : 19-26

12. FANE A., 2003

Effet de la fermentation du lait sur la présence des brucelles et des anticorps anti-brucellique.

Mémoire de DEA/Productions Animales : Dakar ; 13

13. FOA/OMS, 2000

CODEX Alimentarius : Lait et produits laitiers.- 2^e éd.- Rome : FAO ; OMS.-136p.

14. GUIRAUD J. et GALZY P., 1980

L'analyse microbiologie dans les industries alimentaires.- Paris : Ed Usine Nouvelle.- 239p.

15. MONVOISIN A., 1946

La conservation par le froid des denrées périssables.-3^e éd.- Paris : DUNOD.- 506p.

16. 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

17. 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

18. NGABET NJASSAP H.V., 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

- 19. PETRASXIENE D. et LAPIED L., 1981**
La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers :
Analyses et tests.- 2^e éd.- Paris : Tec & Doc.- 228p.
- 20. PISSANG TCHANGAÏ D., 1992**
Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits et produits
laitiers commercialisés au Togo.
Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 19
- 21. ROZIER J. ; CARLIER V. et BOLINOT F., 1985**
Bases microbiologiques des aliments.- Paris : SEPAIC.- 230p.
- 22. SEMASAKA G., 1986**
Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés
Commercialisés dans la région de Dakar.
Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 6
- 23. SENEGAL/Ministère de l'Elevage/Direction de l'Elevage**
Rapport annuel 2004 (8-9).- Dakar : DIREL
- 24. SINA L., 1992**
Contrôle de qualité du lait et produits laitiers fabriqués par la SOCA
Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 33
- 25. TALL F., 2004**
Viande de poulets : Les salmonelles, ces ennemies digestives
SENELEVAGE (4) : 7-7
- 26. THIOUNE A., 2002**
Contribution à l'étude comparative de quelques caractéristiques physico-
chimiques et chimiques des laits secs microconditionnés commercialisés
sur le marché dakarais.
Mémoire de DEA/Productions Animales : Dakar ; 6
- 27. VIGNOLA C.L., 2002**
Science et technologie du lait : Transformation du lait.- Montréal :
Presse Internationale Polytechnique.- 600p.
- 28. WEBER F. 1985**
Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports [en ligne],
Rome : FAO. disponible au
<http://www.fao.org/docrep/003/x6550f/x6550F01.htm>

« Etude de la qualité des laits caillés artisanaux fabriqués par le G.I.E. des éleveurs de Nguékokh »

DIATTA Ousmane

Mémoire de D.E.A. de Productions Animales

RESUME

Cette présente étude a pour but de juger la qualité des laits caillés artisanaux fabriqués à Nguékokh.

Elle a porté sur 100 échantillons de lait cru et 100 échantillons de laits caillés.

Les résultats suivants ont été obtenus :

- Sur le lait cru

- La température est comprise entre 26°C et 32,3°C.

- Le pH va de 6 à 7.

- Le °D va de 16 à 21°D.

- La densité varie de 1027,2 à 1030,4.

- Les tests à l'alcool et de la catalase sont négatifs.

- La décoloration du bleu de méthylène a lieu après 3 heures.

Ces résultats montrent que la qualité du lait cru est bonne et que ce lait est apte à être transformé en lait caillé.

- Sur les laits caillés

- Le pH varie de 3,04 à 4,56.

- Le °D varie de 60 à 125°D.

Pour la qualité microbiologique, les résultats suivants ont été obtenus :

- ✓ coliformes thermotolerants : 76% des échantillons sont contaminés.

- ✓ flore fongique : 97% des échantillons sont contaminés, par les levures et 50% par les moisissures.

Ces résultats montrent que le taux de contamination des laits caillés par la flore d'altération est très élevé. Par conséquent, des mesures d'hygiène rigoureuses doivent être prises pour assurer la qualité du produit et protéger la santé publique.

Mots-clés : laits caillés ; artisanaux ; qualité ; fabriqués ; Nguékokh

Adresse : Tél : 541.87.17

Email : ousdiatta2003@yahoo.fr

« Study of the quality of local curds produced by the GIE of Nguékokh's cattle breeders »

DIATTA Ousmane

« DEA » (or Master) of Animal Productions

SUMMARY

This present study's aim to judge the quality of local curds produced in Nguékokh.

It concerned 100 samples of fresh milk and 100 samples of curds.

The following results were obtained :

- On the fresh milk

- The temperature is included between 26°C and 32,3°C.

- The pH goes from 6 to 7.

- The °D goes from 16 to 21°D.

- The density varies from 1027,2 to 1030,4.

- The tests to the alcohol and the catalase are negative.

- The discoloration of methylene blue happened 3 hours later.

These results show that the quality of the fresh milk is good and that this milk is fit to be transformed in curds.

- On curds

- The pH varies from 3,04 to 4,56.

- The °D varies from 60 to 125°D.

For the microbiological quality, the following results were obtained :

- thermotolerants coliforms : 76% of the samples are contaminated.

- fungic flora : 97% of the samples are contaminated by the yeasts and 50% by the moulds.

These results show that the rate of contamination of curds by the alteration flora is very high. Therefore, harsh hygiene measures must be taken to assure the quality of the product and protect the public health.

Key-words : curds ; local ; quality ; Produced ; Nguékokh

Address : Tél : 541.87.17

Email : ousdiatta2003@yahoo.fr