

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

BIOTECHNOLOGIE AGROALIMENTAIRE ET BIOSECURITE ALIMENTAIRE

Option : BIOSECURITE ALIMENTAIRE

Par

KOFFI Gnagne Jérémie Junior

Année Académique

2021-2022

Numéro d'ordre

/2022

THEME :

Contamination microbienne et caractéristiques physicochimiques du lait caillé artisanal, vendu sur les marchés publics de la ville de Daloa, Côte d'Ivoire.

Jury

M. AKAFFOU Doffou Selastique, Professeur titulaire, Université Jean Lorougnon Guédé, **Président**

M. KONATE Ibrahim, Professeur titulaire, Université Jean Lorougnon Guédé, **Directeur scientifique**

Mme ASSOHOUN-DJENI Marina, Maître-Assistant, Université Jean Lorougnon Guédé, **Encadreur**

MAKRE Djako Sosthène Thierry, Maître-Assistant, Université Jean Lorougnon Guédé, **Examineur**

DEDICACE

Je dédie ce travail à :

DIEU, de m'avoir donné le courage pour réaliser ce modeste travail.

Mon père Feu **KOFFI N'Djeb Jérémie**, qui a fait tout son possible pour que j'arrive à cette étape de ma vie,

Ma mère, Feu **ABIO Emma Léa**, qui m'a appris toutes les bases de mes connaissances actuelles,

Toutes les personnes qui de près ou de loin, m'ont toujours soutenu.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce mémoire d'initiation à la recherche et aux activités professionnelles, je tiens à remercier vivement tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail. Que ces personnes trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je remercie tout particulièrement :

Mme TIDOU Abiba Sanogo épouse **KONE**, Professeur Titulaire, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé, pour son implication dans la formation des apprenants ;

M. KONE Tidiani, Professeur Titulaire, Vice-président à l'Université Jean Lorougnon Guédé chargé de la Pédagogie, de la Vie Universitaire, de la Recherche et de l'Innovation Technologique, pour son dévouement au bon fonctionnement académique de l'Université ;

M. AKAFFOU Doffou Sélastique, Professeur Titulaire, Vice-président à l'Université Jean Lorougnon Guédé chargé de la Planification et des Relations Extérieures de l'Université, pour son implication dans le bien-être des étudiants et pour ce grand honneur qu'il nous fait, en acceptant de présider ce jury malgré son calendrier tant chargé.

Mme TONESSIA Dolou Charlotte, Maître de Conférences, Directrice de l'UFR Agroforesterie, pour les facilitations administratives et la formation dont j'ai bénéficié durant mon parcours dans ladite UFR.

M. KOUASSI Kouassi Clément, Maître de Conférences de Microbiologie et Biologie Moléculaire et Vice doyen de l'UFR Agroforesterie pour sa disponibilité et ces conseils.

M. ANGAMAN Djédoux Maxime, Maître de Conférences de Biochimie et Biologie Moléculaire à l'Université Jean Lorougnon Guédé et Responsable de la filière Biotechnologie, pour son travail et son courage à l'avancement de cette filière.

M. DIOMANDE Massé, Maître de Conférences de Biochimie, Nutrition et Technologie Alimentaire et Responsables de parcours de master biotechnologie et biosécurité agroalimentaire pour les programmes élaborés en vue de notre formation.

M. KONATE Ibrahim, Professeur titulaire, Université Jean Lorougnon Guédé, qui a accepté d'assurer la direction scientifique de ce mémoire. Merci Professeur pour votre soutien ainsi que vos conseils durant l'établissement de ce mémoire.

J'exprime ma profonde gratitude à mon encadreur, **ASSOHOUN Nanouman Marina Epse DJENI**, Maître-Assistant de Microbiologie et sécurité alimentaire pour avoir accepté

l'encadrement de ce travail, pour sa disponibilité ainsi que son soutien dans l'élaboration de ce mémoire.

J'exprime ma gratitude à **M. KOUASSI Kra Athanase**, Maître-Assistant de Microbiologie et sécurité alimentaire pour sa disponibilité ainsi que son soutien en vers les étudiants

M. KOUAME KAN Benjamin, Maître de Conférences en Biochimie et Technologie Alimentaire, Chimie pour votre aimable attention pour une formation d'excellence.

Je remercie particulièrement les enseignants de la filière Biotechnologie Agroalimentaire et Biosécurité Alimentaire pour la richesse, la qualité de leur enseignement et les grands efforts qu'ils déploient pour assurer une formation actualisée à tous leurs étudiants.

Je remercie tous mes amis pour leur soutien et leur conseil dans l'amélioration de mon travail. Je voudrais remercier également tous ceux dont les noms ne figurent pas dans ce document et qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre dans la réalisation de ce travail. Que le seigneur vous accorde tout ce que votre cœur désire.

TABLE DES MATIERES

	Page
DEDICACE.....	II
REMERCIEMENTS	3
TABLE MATIERES.....	DES 5
LISTE TABLEAUX.....	DES VIII
LISTE DES FIGURES.....	IX
LISTE ABREVIATIONS.....	DES SIGLES ET X
INTRODUCTION.....	
...1	
PREMIERE GENERALITES.....	PARTIE: 3
1.1- GENERALITES SUR LE LAIT.....	5
1.1.1. Origine du lait.....	5
1.1.2. <i>Composition nutritionnelle du lait</i>	5
1.1.2.1. Eau	5
1.1.2.2. Matière grasse	5
1.1.2.3. Matière azotée	6
1.1.2.4. Vitamines	6
1.1.2.5. Minéraux	6
1.1.2.6. Lactose	6
1.1.2.7. Enzymes	6
1.2. LAIT.....	MICROORGANISMES DU 7

1.2.1. Microorganismes d'intérêt technologique.....	7
1.2.1.1. Bactéries lactiques.....	8
1.2.1.1.1. Lactocoques.....	8
1.2.1.1.2. Lactobacilles.....	9
1.2.1.1.3. Autres bactéries lactiques.....	9
1.2.1.2. Champignons: levures et moisissures.....	10
1.2.2. Microorganismes d'altération et/ou potentiellement pathogènes.....	10
1.2.2.1. Bactéries psychotropes.....	10
1.2-2-2- Staphylocoques à coagulase positive.....	11
1.2-2-3- Entérobactéries.....	11
1.2-2-4- Bactéries sporulées.....	11
1.3. PRODUITS LAITIERS FERMENTES.....	12
1.3.1. Différents types de produits laitiers fermentés.....	13
1.3-1-1- Yaourt.....	13
1.3-1-2- Autres laits fermentés.....	14
1.3-2- Rôles des bactéries lactiques dans les produits laitiers fermentés.....	15
1.3-2-1- Production d'arômes par les bactéries lactiques.....	15
1.3-2-2- Préservation de la qualité sanitaire.....	15
DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES.....	16
2.1- Matériel.....	17
2.2 Méthodes.....	17
2.2.1. Enquête consommation du lait caillé artisanal.....	17
2.2.2. Echantillonnage.....	17
2.2.3. Analyses physico-chimiques.....	18

2.2.3.1. Mesure du pH.....	18
2.2.3.2. Détermination du taux d'acidité titrable.....	18
2.2.4. Analyses microbiologiques.....	19
2.2.4.1. Préparation des milieux de culture.....	19
2.2.4.2. Préparation de la suspension mère et des dilutions.....	19
2.2.4.3. Dénombrement des Germes Aérobie mésophiles (GAM).....	19
2.2.4.4. Dénombrement des levures et moisissures.....	19
2.2.4.5. Dénombrement des coliformes.....	20
2.2.4.6. Dénombrement des bactéries lactiques.....	20
2.2.4.7. Recherche de Salmonella à 37 °C.....	20
2.2.4.7.1. Pré-enrichissement	21
2.2.4.7.2. Enrichissement.....	21
2.2.4.7.3. Isolement.....	21
2.2.4.8. Expression des résultats.....	21
2.2.5. Analyses statistiques.....	22
RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	23
3.1. Résultats.....	24
3.1.1. Enquête consommation du lait caillé artisanal à Daloa.....	24
3.1.2. Variation des caractéristiques physico-chimiques (pH et acidité titrable) du lait caillé artisanal.....	26
3.1.3. Charge moyenne des différents microorganismes des échantillons de lait caillé artisanal.....	27
3.1.3.1- Evolution de la charge moyenne en germes fermentaires du lait caillé.....	27
3.1.3.2. Evolution de la charge moyenne en germes contaminants du lait caillé.....	28
3.1.3.3. Identification présomptive des Salmonelles dans le lait caillé artisanal.....	29

3.2.	Discussion	
.....		31
Conclusion	et	
perspectives.....		37
Références		39

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau I : Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2006).....	7
Tableau II: Profil sociodémographique des consommateurs de lait caillé artisanal.....	24
Tableau III: Quelques aspects de la consommation du lait caillé.....	25
Tableau IV: Conséquences liées à la consommation du lait caillé	26
Tableau V: Variation du pH et de l'acidité titrable des différents échantillons de lait caillé.....	27
Tableau VI: Identification présumptive de Salmonella dans les échantillons de lait caillé artisanal.....	30

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1 : Diagramme de fabrication du lait caillé.....	13
Figure 2 : Photographie d'un bol de lait caillé.....	14
Figure 3: Evolution de la charge en germes fermentaires des échantillons de lait caillé.....	28
Figure 4: Evolution de la charge en germes contaminants des échantillons de lait caillé.....	29

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

CNIEL : Centre national interprofessionnel de l'économie laitière

MRS : Man Rogosa Sharp

ml : masse de lait

NaOH : Hydroxyde de Sodium

ISO : International Organization of Standardization

AFNOR : Association française de normalisation

NF : Norme Française

VRBL : Cristal violet et au rouge neutre

PCA : Plate Count Agar

EPT : Eau peptonée tamponnée

UFC: Unité formant colonie/millilitre

FCFA : Franc des Colonies Françaises d'Afrique

PH : Potentiel hydrogène,

LAB : Bactéries Lactiques,

Lev. et Mois : Levures et moisissures

Col T : Coliformes totaux,

Col Th : Coliformes thermotolérants,

GAM : Germes Aérobie Mésophiles

INTRODUCTION

Le lait est un aliment hautement nutritif par sa richesse en glucides, lipides, vitamines et sels minéraux (Aggad *et al.*, 2009 ; Ahmed *et al.*, 2010). Aliment majeur prisé par les populations des régions arides et semi-arides du globe, le lait est l'un des aliments les plus consommés dans le monde. En effet, la production laitière dans le monde se chiffrait à 489,8 millions de tonnes avec une répartition dans tous les continents (Vignola, 2002). En Afrique occidentale, l'une des principales formes de consommation du lait est le lait caillé (Semasaka, 1986). Historiquement, les premiers produits laitiers fermentés ont été obtenus accidentellement et de façon non contrôlée, par le caillage du lait avec les bactéries lactiques contaminants. Ces produits étaient prisés en raison de leur facilité de conservation puisque leur pH acide inhibe une grande proportion des microorganismes de dégradation ainsi que la plupart des pathogènes (Amiot *et al.*, 2002). Aujourd'hui, le lait caillé est de plus en plus produit de façon industrielle à partir du lait additionné de deux espèces bactériennes qui sont *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* et *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* (Lamontagne, 2002).

Par ailleurs, le lait caillé artisanal appelé communément « yaourt » en Côte d'Ivoire est produit dans les ménages à partir du lait en poudre reconstitué dans de l'eau chaude (entre 40-50°C) auquel est ajouté un ferment (yaourt du commerce) constitué essentiellement de deux espèces bactériennes qui sont *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* et *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*. A la fin de cette fermentation qui dure entre 6 et 8h, le produit est aromatisé et sucré à volonté. Le lait caillé est servi comme dessert ou comme boisson rafraichissante. Du fait de son coût accessible à toutes les bourses, le lait caillé artisanal occupe de plus en plus une place importante dans les habitudes alimentaires des ivoiriens. Ces dernières décennies, sa production en Côte d'Ivoire a augmentée car pourvoyeuse de revenu. Malheureusement, la consommation du lait caillé artisanal a été associée à des malaises dans plusieurs pays du monde et même en Côte d'Ivoire (Assohoun Djeni *et al.*, 2020). Les contaminations biologiques causent 2 milliards d'épisodes de maladies par an, avec près de 70% de diarrhées épisodiques chez les moins de cinq ans. Aussi, les toxi-infections alimentaires constituent un grave problème de santé publique autant pour les pays riches que pour les pays pauvres. Différentes études ont été menées pour déterminer les origines de la contamination de cet aliment très prisé par les populations en vue de mettre en place, au sein de ces filières, des programmes de lutte adaptés et préserver la santé des consommateurs (Allerberger *et al.*, 2003). L'analyse des risques est perçue comme la meilleure façon de gérer cette situation (Belomaria *et al.*, 2007). Les conditions de production du lait caillé artisanal ne respectant pas les règles d'hygiène, le risque de contamination et de prolifération des microorganismes

contaminants et aussi des pathogènes responsables d'intoxications alimentaires peut être élevé. L'évaluation de la qualité microbiologique du lait caillé artisanal produit à Daloa s'avère donc nécessaire en vue d'améliorer la qualité sanitaire de cet aliment afin de garantir des produits de qualité aux consommateurs. C'est dans ce contexte que se situe ce travail qui a pour objectif général d'étudier la contamination microbienne et les caractéristiques physicochimiques du lait caillé artisanal vendu sur différents marchés publics de la ville de Daloa.

PREMIERE PARTIE: GENERALITES

1- GENERALITES SUR LE LAIT

1-1- Origine du lait

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (Pougheon & Goursaud, 2001).

1-2- Composition nutritionnelle du lait

Le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes. Le lait est très riche en eau, riche en lactose, en protéines, en matière grasse, et en éléments minéraux. D'autres substances, présentes dans le lait, sont à faibles concentrations. La composition du lait est mentionnée sur le **tableau I** (Fredot, 2006).

1-2-1- Eau

L'eau est donc le constituant majeur du lait, elle se trouve sous deux états: l'eau extra micellaire qui représente environ 90% de l'eau totale et l'eau intra micellaire qui représente environ 10% de l'eau totale (Luquet, 1980). Un litre de lait contient 875g d'eau, soit 87,5% du volume total.

1-2-2- Matière grasse

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10µm et est essentiellement constitué de triglycérides (98%) (Bylund, 1995). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés. Elle renferme:

- Une très grande variété d'acides gras (15 différents) ;
- Une proportion élevée d'acides gras à courtes chaînes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes ;
- Une teneur élevée en acide oléique (C18:1) et palmitique (C16:0) ;
- Une teneur moyenne en acide stéarique (C18:0) (Jeantet *et al*, 2008).

1-2-3- Matière azotée

La matière azotée du lait englobe deux groupes, les protéines et les matières non protéiques, qui représentent respectivement 95% et 5% de l'azote de lait (Goursaud, 1985). Les protéines sont constituées de caséines rassemblées en micelles (80%) et des albumines et globulines solubles (protéines sérique) (Jeantet *et al.*, 2007).

1-2-4- Vitamines

Ce sont des molécules complexes de taille plus faible que les protéines, de structure très variées ayant un rapport étroit avec les enzymes, car elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique. On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) de la phase aqueuse du lait.
- Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E, et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie (Debry, 2001).

1-2-5- Minéraux

Selon Gaucheron (2004), le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions. Ils représentent une quantité variant de 0.6% à 0.9% (Vignola, 2002).

1-2-6- Lactose

Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule, est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose (Mathieu, 1998). Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers (Morrissay, 1995).

1-2-7- Enzymes

Les enzymes sont des protéines globulaires spécifiques produites par des cellules vivantes. Ce sont des biocatalyseurs car ils accélèrent les réactions biochimiques. Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases et les

oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température (Vignola, 2002).

Tableau I : Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2006).

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89.5
Dérivés azotés	3.44
Protéines	3.27
Caséine	2.71
Protéines solubles	0.56
Azote non protéique	0.17
Matières grasses	3.5
Lipides neutres	3.4
Lipides complexes	<0.05
Composés liposolubles	<0.05
Glucides	4.8
Lactose	4.7
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12.8

2- MICROORGANISMES DU LAIT

Dès la sortie de la mamelle, le lait cru a déjà sa microflore qui peut inclure aussi bien les germes d'intérêt technologique que ceux potentiellement pathogènes pour l'homme (Oliver *et al.*, 2005; Latorre *et al.*, 2009). La présence d'autres germes est préjudiciable à la durée de vie du lait et des produits laitiers. Les plus rencontrés sont les bactéries, mais des levures, des moisissures, des virus et divers protozoaires peuvent également être présents. Ils diffèrent notamment par leur taille et leur niveau de complexité.

2-1- Microorganismes d'intérêt technologique

La microflore d'intérêt technologique participe à la définition des caractéristiques sensorielles des produits laitiers fermentés. Cette microflore est constituée essentiellement de bactéries lactiques et de levures et moisissures.

2-1-1- Bactéries lactiques

Du point de vue phylogénique, les bactéries lactiques appartiennent au phylum des *Firmicutes*, à la classe des *Bacilli* et à l'ordre des *Lactobacillales*. L'ordre des *Lactobacillales* regroupe six familles (*Aerococcaceae*, *Carnobacteriaceae*, *Enterococcaceae*, *Lactobacillaceae*, *Leucocaceae* et *Streptococcaceae*) dans lesquelles on dénombre plusieurs genres dont 15 seulement forment le groupe de bactéries lactiques. Il s'agit des genres *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Oenococcus*, *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Weissella*, *Aerococcus*, *Alloicoccus*, *Dolosigranulum*, *Globicatella*, *Tetragenococcus* et *Vagococcus* (Stiles & Holzapfel, 1997).

Les bactéries lactiques doivent leur nom à la production massive d'acide lactique à partir de différents sucres dont le lactose, sucre majeur du lait. Les bactéries lactiques utilisées dans l'alimentation sont considérées comme non pathogènes et sont reconnues au niveau international comme « GRAS » pour « *Generally Regarded As Safe* » c'est-à-dire saines dans leurs conditions d'utilisation (Adams *et al.*, 1995 ; Salminen *et al.*, 1998). Dans les aliments fermentés, les bactéries lactiques contribuent à la texture, à la saveur et à la production de composés aromatiques. Elles inhibent la prolifération de micro-organismes indésirables en abaissant le pH de leur environnement, en produisant des composés inhibiteurs, comme le peroxyde d'hydrogène et les bactériocines (Adams & Hall 1988 ; Ennahar *et al.*, 1999 ; Marty-Teyssset *et al.*, 2000 ; Batdorj *et al.*, 2007). Certaines espèces produisent également des exopolysaccharides qui modifient l'aspect et la texture des produits fermentés (Van der Meulen *et al.*, 2007). Deux groupes de bactéries lactiques, les lactocoques et les lactobacilles ont un intérêt majeur en technologie laitière.

2-1-1-1- Lactocoques

Le genre *Lactococcus* est formé de bactéries à Gram positif dont les cellules, en forme de coques, sont associées par paires ou en chaînettes de longueur variable. Elles sont dépourvues de catalase et ne sont pas capables d'utiliser l'oxygène mais se multiplient en sa présence (anaérobies aérotolérantes). Les lactocoques retrouvés dans le lait ont pour origine principale le fourrage (Dellaglio *et al.*, 1994 ; Michel *et al.*, 2001).

Les lactocoques ont été les premiers à avoir fait l'objet de sélection et de production pour l'industrie laitière. Ce sont des levains mésophiles en ce sens que leur température optimale de croissance s'étend de 25 à 35°C, respectivement pour les souches de *Lactococcus*

lactis ssp. *cremoris* et *Lactococcus lactis* ssp. *Lactis*. Ils sont capables de croître à 10°C mais pas à une température supérieure à 40°C. Les lactocoques comprennent des espèces acidifiantes, telle que *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, et celles qui participent à la formation d'arômes comme *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* et *diacetylactis* (Ayad *et al.*, 1999 ; Yvon & Rijnen, 2001).

2-1-1-2- Lactobacilles

Les bactéries du genre *Lactobacillus* ont des aspects variés allant du bacille long et fin au coccobacille en passant par la forme bâtonnet court ou légèrement flexueux. Ce sont des Gram positif, non sporulés, fréquemment associés en chaînettes et immobiles. Contrairement aux lactocoques, il existe très peu d'informations concernant les populations de lactobacilles dans les laits. Ils sont, en effet, souvent dénombrés indistinctement des autres bactéries lactiques, telles que les leuconostoc ou les pédiocoques (Demarigny *et al.*, 1997). Parmi le genre *Lactobacillus*, l'espèce *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, indispensable à la préparation du yaourt est la plus utilisée en industrie laitière. Le métabolisme des sucres des lactobacilles permet d'y distinguer trois groupes. Le premier groupe est constitué de lactobacilles homofermentaires stricts qui produisent très majoritairement de l'acide lactique.

Les principales espèces de ce groupe sont *Lb. acidophilus*, *Lb. helveticus*, *Lb. delbrueckii* ssp. *lactis* et *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. Le deuxième groupe comprend les lactobacilles hétérofermentaires facultatifs qui produisent de l'acide lactique en même temps que d'autres composés, généralement l'acétate et l'éthanol. Les représentants de ce groupe sont *Lb. plantarum*, *Lb. sake* et *Lb. casei*. Enfin le dernier groupe est composé de lactobacilles hétérofermentaires stricts représentés principalement par *Lb. brevis* et *Lb. Fermentum* (Desmasures & Guéguen, 1997).

2-1-1-3- Autres bactéries lactiques

Les Leuconostocs sont fréquemment rencontrés dans le lait cru mais les données quantitatives les concernant sont quasiment inexistantes car ces derniers sont le plus souvent dénombrés indistinctement des autres bactéries lactiques (Desmasures & Guéguen, 1997). Les leuconostocs interviennent dans le goût et l'arôme du lait grâce à la production de certains composés aromatiques comme l'acétoïne et le diacétyle. Les espèces fréquemment isolées sont leuconostocs *pseudomesenteroides*, leuconostoc *lactis* et leuconostocs *mesenteroides*. Le lait et les produits laitiers peuvent contenir les bactéries lactiques du genre *Enterococcus*.

Les entérocoques présents dans le lait cru proviendraient d'une contamination fécale au cours de la traite ou lors du stockage du lait (Desmases *et al.*, 1997). Les espèces les plus fréquemment rencontrées en industrie laitière sont *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus durans*. Des streptocoques sont également présents dans le lait. *St. thermophilus* ssp. *salivarius* est associé à *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* dans le yaourt. D'autres streptocoques non lactiques comme *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis* et *Streptococcus dysgalactiae* sont retrouvés dans le lait cru en cas de mammite.

2-1-2- Champignons: levures et moisissures

Les levures sont des champignons unicellulaires alors que les moisissures sont des champignons filamenteux unis ou multicellulaires. Les levures sont présentes dans le sol, l'air et les eaux. Elles peuvent être isolées de nombreux produits alimentaires et font partie de la microflore banale du lait cru. Les espèces dominantes retrouvées dans le lait et les produits laitiers appartiennent aux genres *Candida*, *Kluveromyces*, *Debaryomyces*, *Saccharomyces*, *Torulaspota* et *Yarrowia* (Baroiller & Schmidt, 1990 ; Fröhlich-Wyder, 2003). En fromagerie, les levures interviennent dans la désacidification progressive de la surface des fromages, permettant ainsi l'implantation et le développement de la flore bactérienne superficielle acido-sensible et halotolérante, comme les bactéries corynéformes et les staphylocoques à coagulase négative (Corsetti *et al.*, 2001). La présence des moisissures internes ou superficielles caractérise divers types de fromages. *Penicillium camemberti* est le champignon des fromages à pâte molle et à croûte fleurie, type Camembert, Brie ou Roquefort ou de fromages de chèvre (Choisy *et al.*, 1997). Dans les laits fermentés, la présence des levures et moisissures est souvent associée à un défaut d'hygiène.

2-2- Microorganismes d'altération et/ou potentiellement pathogènes

2-2-1- Bactéries psychotropes

Les germes psychotropes sont définies par leur aptitude à se développer à des températures inférieures à +7°C et sont donc capables de se multiplier aux températures habituelles de réfrigération du lait, c'est-à-dire + 2 à + 4°C. Agents de toxi-infections alimentaires ou d'altération de la qualité marchande des denrées, ils constituent un facteur limitant la conservation des produits réfrigérés. Les bactéries du genre *Pseudomonas* représentent la majorité de la microflore psychrotrophe mais d'autres espèces appartenant aux genres *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Aeromonas* ou

Arthrobacter en font également partie (Desmasures & Guégnen 1997). D'autres bactéries psychrotrophes et potentiellement pathogènes telles *Campylobacter jejuni* et *Listeria monocytogenes* ont été également mises en évidence dans du lait cru ou dans des produits laitiers fermentés au lait cru (Lattore *et al.*, 2009 ; Oliver *et al.*, 2005 ; Schoder *et al.*, 2003).

2-2-2- Staphylocoques à coagulase positive

Les staphylocoques sont souvent présents dans le lait et les produits laitiers (De Buyser *et al.*, 1998 ; Michel *et al.*, 2001, Minla J.C *et al.*, 2001 ; Afif *et al.*, 2008). Certaines espèces productrices de coagulase libre et/ou d'entérotoxines sont potentiellement pathogènes. Ces dernières sont au nombre de sept (7) : *Staphylococcus aureus*, *S. intermedius*, *S. lutrae*, *S. delphni*, *S. schleiferii subsp.coagulans*, *S. hyicus* et *S. anaerobius*. De toutes les espèces de staphylocoques à coagulase positive, *S. aureus* est la plus pathogène et a été plusieurs fois impliquée dans des intoxications alimentaires (De Buyser, *et al.*, 2001).

2-2-3- Entérobactéries

On désigne sous le vocable d'entérobactéries, les bactéries de la famille d'Enterobacteriaceae qui colonisent le tractus digestif de l'homme et des animaux. Dans la famille des Enterobacteriaceae, on retrouve les coliformes fécaux (ou thermotolérants) et les coliformes non fécaux. Les premiers ont leur optimum de croissance à 41°- 44 °C et ne se développent pas en dessous de 4 °C. Les principales espèces de ce groupe rencontrées dans les produits laitiers appartiennent aux genres *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Yersinia* et *Klebsiella*. Les coliformes non fécaux sont psychrotrophes et ne se multiplient pas à 41°- 44 °C. Les principales espèces laitières appartiennent aux genres *Serratia*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Coiffier, 1992 ; Tornadijo *et al.*, 2001 ; Ogier *et al.*, 2002). Sur le plan technologique, les coliformes sont souvent associés à un défaut d'aspect, principalement dans les fromages à pâte molle où ils sont responsables d'un gonflement précoce et de la formation de trous dans la pâte pendant les premiers jours d'affinage (Fox *et al.*, 2000).

2-2-4- Bactéries sporulées

Les bactéries sporulées sont répandues dans le sol et l'environnement. Elles peuvent se retrouver dans le lait même pasteurisé en raison de la persistance de leurs spores après traitement thermique. Certaines bactéries, comme *Bacillus cereus* sont redoutées en raison des risques qu'elles présentent pour la santé du consommateur.

3- PRODUITS LAITIERS FERMENTES

Pour conserver le lait, aliment hautement périssable, l'homme a de tout temps et en tout lieu cherché à le préserver en le transformant (allongement de la durée de vie, concentration des éléments nutritifs). Selon les estimations de la FAO, environ 60% des 693,2 millions de tonnes de lait produit à travers le monde en 2008, ont été acheminés vers l'industrie laitière pour la transformation. Parmi les techniques de transformation disponibles, figure la fermentation qui consiste en une coagulation de la caséine du lait par des ferments lactiques ou par la présure. Les produits issus de cette fermentation sont essentiellement le yaourt, les laits fermentés et certains fromages. En Afrique occidentale et orientale, 71 % de la production du lait sont transformés en lait fermenté (Duteurtre, 2003). En Côte d'Ivoire, le lait fermenté appelé communément «Nonnonkoumou» en langue malinké est pratiquement la seule forme de valorisation du lait produit localement (Assouhoun Djéni *et al.*, 2020).

La dénomination « lait fermenté » est réservée aux produits à base de lait, partiellement concentré ou non, qui ont subi une fermentation principalement lactique aboutissant à la formation d'un gel (Fadela *et al.*, 2009). Par définition, le yaourt ou yoghourt est un lait fermenté exclusivementensemencé avec deux bactéries spécifiques, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* et *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*.

Les fromages sont définis dans la norme internationale *Codex Alimentarius* comme étant «le produit frais ou affiné, solide ou semi-solide, dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine n'excède pas celui du lait. Il est obtenu soit par la coagulation du lait, lait écrémé, lait partiellement écrémé, crème de lactosérum ou babeurre, seul ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés, et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation ; soit par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des matières obtenues à partir de lait, présentant des caractères physiques, chimiques et organoleptiques similaires à ceux du produit défini plus haut» (Commission du *Codex Alimentarius*, 1978).

3-1- Différents types de produits laitiers fermentés

3-1-1- Yaourt

Le yaourt peut être préparé avec des laits écrémés ou non, pasteurisés, ou stérilisés, éventuellement additionnés de poudre de lait. L'adjonction de la poudre de lait permet

d'améliorer la consistance du yaourt. Le lait pasteurisé ou stérilisé est refroidi jusqu'à la température d'ensemencement (42-45 °C) qui se fait avec les deux bactéries spécifiques du yaourt *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* et *Streptococcus salivarius* ssp. *Thermophilus*. Le diagramme de fabrication est présenté à la **figure 1**. Ces deux bactéries ont des rôles très complémentaires. *Lactobacillus delbrueckii* ne produit que de l'acide lactique et sa croissance optimale se situe autour de 45-50 °C. *Streptococcus thermophilus* est moins acidifiant mais participe à la production de composés aromatiques, principalement l'acétaldéhyde, l'acétoïne et le diacétyl. Au terme de la fermentation qui dure environ entre 6 et 8 heures à une température de 42-45°C, le lait coagulé est devenu un yaourt contenant 100 millions de bactéries vivantes par gramme (**figure 2**). Il est ensuite refroidi et/ou conditionné avant d'être soumis à la vente ou à la consommation (Lamontagne, 2002).

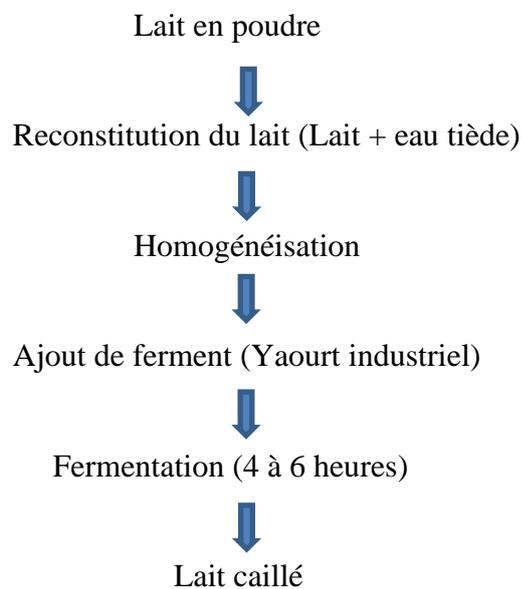


Figure 1 : Diagramme de fabrication du lait caillé (Lamontagne, 2002)



Figure 2 : Photographie d'un bol de lait caillé

3-1-2- Autres laits fermentés

Alors que le yaourt est un lait fermenté exclusivementensemencé avec *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* et *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, la dénomination "laits fermentés" concerne des laits où d'autres bactéries sont employées. Tout comme dans les yaourts, au moment de la consommation, les bactéries lactiques des laits fermentés devraient être vivantes et en nombre suffisant.

Parmi les laits fermentés, il faut noter également les laits caillés traditionnels africains dans lesquels la fermentation est sous la dépendance des bactéries lactiques non définies, naturellement présentes au départ dans le lait ou apportées par l'ambiance des ateliers de fabrication.

En Afrique de l'ouest, les laits fermentés traditionnels sont obtenus à partir du lait cru de vache. Cependant, lorsque la production laitière devient faible, on utilise la poudre de lait reconstitué. Pour accélérer la fermentation, certains transformateurs artisanaux ajoutent des comprimés « caille lait », contenant des enzymes coagulantes et vendus en pharmacie. D'autres utilisent la technique du pied de cuve en ajoutant un peu de caillé de la veille pour fermenter le lait cru du jour (Seydi, 1993 ; Duteurtre, 2003).

Dans les fermentations industrielles, deux types de levains sont également distingués : les mésophiles et les thermophiles. Les levains mésophiles (constitués de *Lactococcus*, *Leuconostoc*) sont utilisés pour les fermentations dont la température des cailles pendant la phase d'acidification ne dépasse pas 40 °C, alors que les levains thermophiles (*Streptococcus*

thermophilus, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii*) sont employés lorsque la température en début de fabrication dépasse 40°C (Fleet, 1999 ; Parente & Cogan, 2004).

3-2- Rôles des bactéries lactiques dans les produits laitiers fermentés

Les bactéries lactiques utilisées dans la fabrication des produits laitiers fermentés ont pour principale fonction la production d'acide lactique. Par leurs métabolismes divers, elles participent aussi à l'élaboration et à la définition des qualités des produits laitiers fermentés. Certaines bactéries lactiques sont capables de produire des substances à activité bactéricide ou de produire des effets bénéfiques sur la santé lorsqu'elles sont ingérées avec les aliments.

3-2-1- Production d'arômes par les bactéries lactiques

La formation des arômes par les bactéries lactiques fait appel à leur activité protéolytique et glycolytique. Le catabolisme des acides aminés, issus de la dégradation des caséines du lait, conduit à la production d'une large gamme de composés aromatiques. Sous certaines conditions de fermentation et pour quelques souches de *Lactococcus lactis*, une partie du pyruvate peut également dévier de la voie centrale de la glycolyse et être à l'origine de la formation de divers composés : acétaldéhyde, éthanol, acétate et formate (Gummalla & Broadbent, 2001 ; Yvon & Rijnen, 2001 ; Helinck *et al.*, 2004). L'autolyse de certaines bactéries lactiques peut conduire également à la libération des enzymes bactériennes intracellulaires dans la matrice fromagère. Ces enzymes accélèrent l'affinage et contribuent au développement de la saveur dans les fromages (Gobbetti *et al.*, 1999 ; Collins *et al.*, 2003).

3-2-2- Préservation de la qualité sanitaire

Les bactéries lactiques sont utilisées depuis l'antiquité pour conserver les denrées alimentaires. Du point de vue hygiénique, les bactéries lactiques jouent un rôle fondamental dans l'inhibition de certaines flores bactériennes et fongiques indésirables. Cette action inhibitrice est due à la production de substances antagonistes tels que les acides organiques (lactique et acétique), le peroxyde d'hydrogène et le diacétyl (Holzapfel *et al.*, 1995 ; Benkerroum *et al.*, 2002). Certaines bactéries lactiques produisent de composés anti fongiques tels que les acides gras (Corsetti *et al.*, 1998) ou l'acide phényl-lactique (Valerio *et al.*, 2004). D'autres produisent des bactériocines qui sont des protéines complexes produits et libérés dans le milieu extérieur et ayant un effet antagoniste contre d'autres bactéries, généralement

phylogénétiquement proches. 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. Les caractéristiques organoleptiques du lait sont : la couleur, la saveur, la consistance et l'odeur et les caractéristiques physico-chimiques du lait sont : l'extrait sec, la matière grasse et l'acidité du lait caillé.

1- Matériel

Le matériel d'étude est constitué d'échantillons de lait caillé artisanal prélevés sur 5 différents marchés publics de la ville de Daloa à savoir : Orly, Grand marché, Tazibouo, Lobia et Abattoir 1.

2- Méthodes

2-1- Enquête consommation du lait caillé artisanal

Une enquête préliminaire a permis de recenser les marchés dans la ville de Daloa. L'enquête préliminaire a aussi permis de concevoir un questionnaire d'enquête-consommation dédié aux consommateurs de lait caillé.

La population enquêtée est constituée de passants rencontrés dans les rues principales et secondaires de 5 quartiers de la ville de Daloa qui sont: Orly, Grand marché, Tazibouo, Lobia et Abattoir 1 et ses passants se sont portés volontaire pour répondre au questionnaire. Au total, 200 personnes ont été interrogées, avec une moyenne d'environ 40 personnes par quartier.

L'enquête a consisté en un entretien direct avec les volontaires. Cet entretien a porté sur le profil sociodémographique (âge, niveau d'études...) du consommateur, sa connaissance du lait caillé, son mode et sa fréquence de consommation, l'apparition d'éventuels symptômes d'intoxication alimentaire (vomissement, diarrhée, etc...) liés à la consommation de ces aliments, etc...

2-2- Echantillonnages

Les échantillons analysés au cours de cette étude ont été prélevés sur 5 marchés de la ville de Daloa qui sont : Orly, Grand marché, Tazibouo, Lobia et Abattoir 1. Les échantillons étaient constitués de lait caillé prélevés chez 4 vendeuses par marché. Il faut souligner que les 4 vendeuses de lait caillé ont été choisies selon leur disponibilité et surtout pour leur volonté à participer à cette étude. Au total, 20 échantillons ont été prélevés et analysés au cours de la présente étude à raison de 4 échantillons par marché.

Chaque échantillon était constitué d'environ 200 mL de lait caillé. Ces échantillons de 200 mL ont été prélevés par les vendeuses puis mis dans les sachets Stomacher. Les différents échantillons ont enfin été transportés directement au laboratoire dans une glacière contenant de la carboglace (environ 4 °C) pour les différentes analyses.

2-3- Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques analysés au cours de cette étude sont le pH et le taux d'acidité titrable. Ces différentes analyses physico-chimiques ont été réalisées sur les échantillons de lait caillé prélevés sur les différents marchés de la ville de Daloa.

2-3-1- Mesure du pH

Le pH des différents échantillons de lait caillé a été déterminé en plongeant directement l'électrode d'un pH-mètre (Microprocessor pH-mètre, HANNA Instruments) dans 20 mL de lait caillé. Le pH est lu après stabilisation de la valeur sur l'écran de l'appareil (AFNOR, 2009).

2-3-2- Détermination du taux d'acidité titrable

Le taux d'acidité titrable a été déterminé selon la méthode proposée par Kimaryo *et al.* (2000). Dix (10) mL de lait caillé ont été prélevés et une à deux gouttes de phénophtaléine ont été ajoutées. Le dosage a été effectué immédiatement après le prélèvement du lait caillé avec une solution de soude 0,1N jusqu'à un virage au rose pâle. Deux essais ont été réalisés et la moyenne des essais a été considérée. Le taux d'acide lactique (correspondant au taux d'acidité titrable) a été déterminé à l'aide de l'expression suivante:

$$\text{Taux d'acides (\%)} = \frac{\text{Vol (NaOH)} \times \text{N (NaOH)} \times 0,09}{\text{Prise d'essai}} \times 100$$

Vol (NaOH) = Volume de NaOH (en ml) ayant servi au dosage

N (NaOH) = Normalité de la solution de NaOH

Prise d'essai = 10 mL

0,09 = facteur en milliéquivalent pour l'acide lactique

2-4- Analyses microbiologiques

2-4-1- Préparation des milieux de culture

Les milieux utilisés ont été préparés selon les indications du fabricant. Ainsi, la quantité de poudre nécessaire pour un litre d'eau a été pesée et déposée dans un Erlenmeyer. Un litre d'eau distillée sera a été ajouté à la poudre. Après homogénéisation du mélange, le tout a été porté à ébullition sur une plaque chauffante. Le milieu a été soit distribué dans des tubes à essai avant autoclavage (EPT), soit directement porté à l'autoclave pour une stérilisation à 121 °C pendant 15 minutes exceptée la gélose VRBL qui est gardée en surfusion à 45 °C avant l'ensemencement.

2-4-2- Préparation de la suspension mère et des dilutions

Pour l'obtention de la suspension-mère, 10 mL de lait caillé ont été mélangés à 90 mL d'eau peptonée tamponnée (EPT) dans des conditions aseptiques auprès de la flamme d'un bec Bunsen. Un mL de cette suspension sera ajouté à 9 mL d'eau peptonée tamponnée puis le tout homogénéisé, ce qui correspond à la dilution 10^{-1} . Des dilutions décimales successives ont été par la suite réalisées. Ainsi chaque fois, un ml de la dilution précédente sera dilué dans 9 mL d'eau peptonée tamponnée. On a réalisé ainsi les dilutions de 10^{-2} à 10^{-8} .

2-4-3- Dénombrement des Germes Aérobie mésophiles (GAM)

Le dénombrement des GAM a été réalisé selon la Norme AFNOR NF V08-051. Il s'est effectué par ensemencement dans la masse avec la gélose Plate Count Agar (PCA). Un mL de la suspension-mère ou des dilutions retenues a été prélevé puis déposé dans une boîte de Pétri stérile. Ensuite, environ 15 mL de la gélose PCA, préalablement stérilisée et maintenue en surfusion à 45°C ont été coulés dans la boîte de Pétri dans des conditions aseptiques. Le mélange ainsi obtenu sera délicatement homogénéisé puis laissé refroidir. Après solidification du milieu, une seconde couche fine de gélose a été coulée. Toutes les boîtes de Pétri ont été ensuite incubées à 30 °C pendant 72 heures. Les boîtes contenant un nombre de colonies compris entre 15 et 300 ont été prises en compte pour le dénombrement.

2-4-4- Dénombrement des levures et moisissures

Le dénombrement des levures et moisissures a été réalisé selon la norme AFNOR NF 6611. Ainsi, un volume de 0,1 mL de la suspension-mère ou des dilutions retenues constituant l'inoculum a été déposé à la surface de la gélose Sabouraud au chloramphénicol préalablement

coulée et solidifiée en boîtes de Pétri. L'inoculum a été ensuite étalé sur la gélose à l'aide d'un étaleur en verre stérile auprès de la flamme d'un bec Bunsen. Les boîtes de Pétri ont été incubées à 30 °C pendant 24 à 48 heures. Toutes les boîtes contenant entre 15 et 150 colonies ont été retenues pour le dénombrement.

2-4-5-Dénombrement des coliformes

Le dénombrement des coliformes a été réalisé selon la norme AFNOR, NF ISO 4832 Juillet 1991. L'ensemencement a été fait par incorporation de 1 mL de la suspension mère ou des dilutions décimales retenues dans des boîtes de Pétri stériles. Il a été coulé ensuite environ 15 mL de milieu VRBL en surfusion à 45 °C dans les boîtes de Pétri contenant l'inoculum, puis le mélange a été homogénéisé par agitation douce dans des conditions aseptiques auprès de la flamme d'un bec bunsen. Après solidification de la gélose, une deuxième couche de 4 mL environ du même milieu a été ajoutée. L'incubation a été faite après solidification de la deuxième couche, pendant 24 heures à 37 °C pour les coliformes totaux et 44 °C pour les coliformes thermo tolérants. Les colonies apparaissant rouges violacées, rondes d'un diamètre d'environ 0,5 mm ont été dénombrées. Après incubation, les boîtes contenant un nombre de colonies caractéristiques compris entre 15 et 150 ont été retenues pour le dénombrement.

2-4-6- Dénombrement des bactéries lactiques

Le dénombrement des bactéries lactiques a été réalisé selon la norme AFNOR, NF V08-052. Le milieu MRS (Man Rogosa Sharp) solide a été utilisé pour le dénombrement des bactéries lactiques. Ainsi, un volume de 0,1 mL de la suspension-mère ou des dilutions retenues a été déposé à la surface de la gélose MRS préalablement coulée et solidifiée en boîtes de Pétri. L'inoculum a été ensuite étalé à l'aide d'un étaleur en verre stérile. Chaque dilution décimale a été ensemencée en double. Après 24 à 48 h d'incubation à 30°C en anaérobiose (dans des jarres), les boîtes contenant un nombre de colonies caractéristiques compris entre 15 et 300 ont été retenues pour le dénombrement des bactéries lactiques. Les colonies de bactéries lactiques apparaissent blanches, rondes et de petite taille.

2-4-7- Recherche de Salmonella à 37 °C

La recherche de *salmonella* a été réalisée en trois étapes selon la norme ISO 6575 : 2002 que sont : le pré-enrichissement, l'enrichissement, l'isolement et en fin l'identification.

2-4-7-1- Pré-enrichissement

Un volume de 25 mL de notre échantillon a été introduit dans 225 mL d'EPT, puis le tout a été incubé à 37°C pendant 24h. Ceci permet une revivification des salmonelles éventuellement, présentes.

2-4-7-2-Enrichissement

L'enrichissement des salmonelles consiste à ensemercer dans 10 mL de bouillon rapport vassiliadis contenus dans des tubes à vis stériles, 0.1 mL de bouillon de pré-enrichissement. Les bouillons ainsi ensemenés ont été incubés à 44 °C pendant 24h. La sélectivité du bouillon et la température d'incubation relativement élevée entraînent l'élimination d'une grande partie de la flore indésirable et favorisent la croissance des salmonelles.

2-4-7-3-Isolement

L'isolement a consisté à ensemercer par la technique de stries, la gélose sélective Hektoen, à partir des bouillons d'enrichissement. Les boîtes de pétri contenant les géloses sélectives ensemenées, ont été incubées à 37 °C pendant 24 h. Après les 24 h d'incubations, les colonies présomptives présentant les caractéristiques macroscopiques des salmonelles sont verdâtre bleuâtres avec un centre noir sur Hektoen.

2-4-8-Expression des résultats

Le nombre N (germes/ml de lait caillé fermenté) exprimé en UFC/ml est déterminé par la formule suivante :

$$N = \frac{\sum \text{colonies}}{V \times d_1 \times (n_1 + 0,1n_2)} \times 10$$

N : Nombre d'unité formant colonies (UFC) par gramme ou par ml de produit initial

$\sum \text{colonies}$: Somme des colonies au niveau des deux dilutions successives considérées

d_1 : Facteur de la première dilution considérée

V : Volume de l'inoculum (0,1 mL)

n_1 : Nombre de boîte considéré à la première dilution

n_2 : Nombre de boîte considéré à la deuxième dilution.

2-5- Analyses statistiques

Les données brutes ont été traitées sur le logiciel Microsoft office Excel 2013. 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

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1- Résultats

1-1- Enquête consommation du lait caillé artisanal à Daloa

Au total, 200 personnes ont été interrogées au cours de l'enquête de consommation du lait caillé artisanal. Le **tableau II** présente les résultats de cette enquête. Ainsi, 53% des personnes interrogées étaient de sexe féminin et 47% de sexe masculin. L'âge de certains individus était en dessous de 15 ans et celui des autres variait entre 15 et 50 ans ou plus avec une majorité d'individus située dans les tranches d'âge comprises entre 15-24 ans (45,5 %). Parmi ces individus, 14,5 % étaient analphabètes, 12,5 % avaient le niveau primaire, la majorité (37 %) le niveau secondaire et 36 % avaient le niveau supérieur. Ils étaient pour la plupart d'entre eux, des élèves (23,5 %), des étudiants (22 %), des fonctionnaires (18 %), des artisans (11,5 %) et 12% exerçaient d'autres professions. Mais 13 % étaient sans emplois. Ces individus étaient majoritairement des célibataires (69 %) et la plupart d'entre eux étaient de nationalité ivoirienne (88,5 %).

Tableau III: Profil sociodémographique des consommateurs de lait caillé artisanal

Profil sociodémographique des individus interrogés	Nombre d'individus	Pourcentage (%)
Sexe (n=200)		
M	94	47
F	106	53
Age (n=200)		
≤ 14 ans	26	13
15-24 ans	91	45,5
25-50 ans	50	25
> 50 ans	33	16,5
Niveau d'étude (n=200)		
Aucun	29	14,5
Primaire	25	12,5
Secondaire	74	37
Supérieur	72	36
Profession (n=200)		
Elève	47	23,5
Etudiant	44	22
Fonctionnaire	36	18
Artisan	23	11,5
Chômeur	26	13
Autres	24	12
Situation matrimoniale (n=200)		
Marié	62	31
Célibataire	138	69
Nationalité (n=200)		
Ivoirienne	177	88,5
Maliennne	10	5
Burkinabé	10	5
Guinéenne	03	1,5

A la suite de l'enquête de consommation, il ressort que le lait caillé est un aliment qui est très bien connu et beaucoup consommé. En effet, 100 % des individus interrogés connaissaient bien l'aliment et 60 % le consommaient régulièrement et généralement à l'heure du déjeuner (36,67 % des individus). La majorité de ces individus (62,5 %) en consommait au moins une fois par jour. Certains le faisaient deux fois (21,67 %), d'autres trois fois (11,67 %), voire même plus (4,16 %) par jour. Le budget pour la consommation du lait caillé pouvait s'élever dans certains cas à plus de 500 FCFA (37,5 % des individus) et la majorité déboursait cette somme par jour. D'autres individus (36,67 %) déboursaient entre 200 et 500 FCFA par jour et 25,83 % déboursaient entre 100 et 200 FCFA pour consommer le lait caillé (**Tableau III**).

Tableau IIV: Quelques aspects de la consommation du lait caillé

Aspects de consommation du lait caillé	Nombre d'individus	Pourcentage (%)
Connaissez-vous le lait caillé ? (n=200)		
Oui	200	100
Non	0	0
Consommez-vous le lait caillé ? (n=200)		
Oui	120	60
Non	80	40
A quel repas? (n=120)		
Petit déjeuner	42	35
Déjeuner	44	36,67
Diner	21	17,5
Autres	13	10,83
Combien de fois/jour ? (n=120)		
1 fois	75	62,5
2 fois	26	21,67
3 fois	14	11,67
Autres	05	04,16
Combien dépensez-vous pour acheter le lait caillé par jour? (n=120)		
100-200 F	31	25,83
200-500 F	44	36,67
500 F+	45	37,5

Selon les résultats de l'enquête, la consommation de lait caillé a été associée à des troubles (fièvre, vomissements, diarrhées, gastroentérites...). En effet, 55,83 % des individus interrogés ont répondu avoir eu des malaises à la suite de la consommation du lait caillé contre 44,17 % des individus qui ont répondu le contraire. Les symptômes associés à ces troubles

étaient majoritairement des diarrhées (55,22 %) et des gastroentérites (16,41%). Aussi, la plupart des malaises ont duré en moyenne 1 jour (64,18 %). Cependant certains ont duré 2 jours (26,86 %) et d'autres 3 jours (8,96 %). Par ailleurs, seulement 25,37 % des malaises mentionnés ont nécessité une hospitalisation contre 74,63 % (**Tableau IV**).

Tableau IV: Conséquences liées à la consommation du lait caillé

Conséquences de la consommation du lait caillé	Nombre d'individus	Pourcentage (%)
Avez-vous déjà eu un malaise après consommation du lait caillé ? (n=120)		
Oui	67	55,83
Non	53	44,17
Quels en étaient les symptômes ? (n= 67)		
Fièvre	6	8,96
Vomissements	9	13,44
Diarrhées	37	55,22
Ballonnements	04	5,97
Gastroentérites	11	16,41
Autres	0	0
Combien de temps le malaise a-t-il duré (n= 67)		
1 jour	43	64,18
2 jours	18	26,86
3 jours	6	8,96
Autres	0	0
Cela a-t-il nécessité une hospitalisation ? (n= 67)		
Oui	17	25,37
Non	50	74,63

1-2- Variation des caractéristiques physico-chimiques (pH et acidité titrable) du lait caillé artisanal

Les résultats des analyses physicochimiques des différents échantillons de lait caillé prélevés sur les différents marchés publics de la ville de Daloa ne sont pas statiquement différents au seuil de 5% ($P > 0,05$). Néanmoins, ils ont montré des pH relativement bas. Ainsi, le pH le plus faible est celui du lait caillé prélevé au marché de Lobia ($3,22 \pm 0,21$) alors que le pH du lait caillé prélevé au Grand Marché est le plus élevé avec une valeur égale à $4,22 \pm 0,35$. Ces valeurs de pH sont négativement corrélées au taux d'acidité titrable qui varie de $1,62 \pm 0,45$ à $0,95 \pm 0,17$. (**Tableau V**).

Tableau V: Variation du pH et de l'acidité titrable des différents échantillons de lait caillé

Échantillons	Paramètres	
	pH	Acidité Titrable
Abattoir 1	4,11 ± 0,64 ^a	0,95 ± 0,17 ^a
Grand Marché	4,22 ± 0,35 ^a	1,02 ± 0,11 ^a
Lobia	3,22 ± 0,21 ^a	1,62 ± 0,45 ^a
Orly	3,69 ± 0,16 ^a	1,17 ± 0,02 ^a
Tazibouo	3,64 ± 0,01 ^a	1,29 ± 0,04 ^a

Valeurs moyennes de 3 répétitions; Dans une même colonne, les valeurs suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes ($P > 0,05$) (Tukey, HSD).

1-3- Charge moyenne des différents microorganismes des échantillons de lait caillé artisanal

Le dénombrement des microorganismes présents dans le lait caillé a révélé la présence de germes fermentaires (bactéries lactiques, levures et moisissures), et de germes contaminants (coliformes et germes aérobies mésophiles).

1-3-1- Evolution de la charge moyenne en germes fermentaires du lait caillé

L'évolution de la charge moyenne en bactéries lactiques et en levures et moisissures dans le lait caillé prélevé sur les différents marchés publics de la ville de Daloa est présentée à la **figure 3**. La charge en bactéries lactiques ($5,76 \pm 0,38$ log UFC/ml) est plus élevée dans le lait caillé du Grand Marché tandis que celle des levures et moisissures ($4,45 \pm 0,06$ log UFC/ml) est plus élevée dans le lait caillé du marché Abattoir 1. Les charges les plus faibles qui sont de $4,50 \pm 0,18$ log UFC/ml pour les bactéries lactiques et $3,28 \pm 0,35$ log UFC/ml pour les levures et moisissures ont été observées respectivement dans le lait caillé du marché d'Abattoir 1 et celui du marché d'Orly.

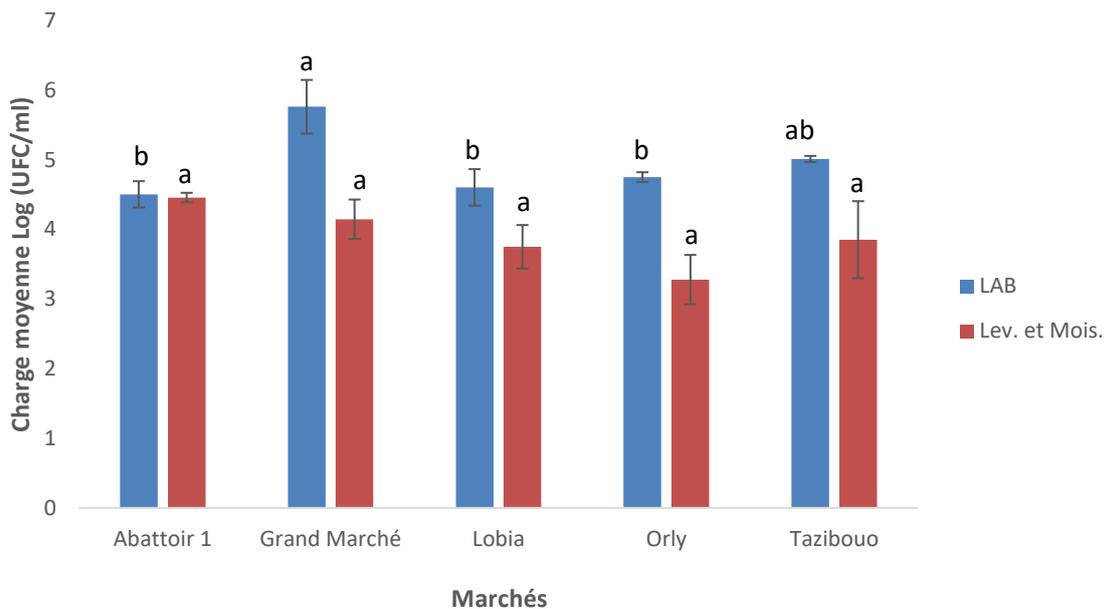


Figure 3: Evolution de la charge en germes fermentaires des échantillons de lait caillé. LAB : Bactéries Lactiques, Lev. et Mois : Levures et moisissures. Pour un même type de germe, les histogrammes portant la même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes ($P > 0,05$) (Tukey, HSD).

1-3-2- Evolution de la charge moyenne en germes contaminants du lait caillé

L'évolution de la charge moyenne en GAM, coliformes totaux et thermotolérants dans les échantillons de lait caillé prélevés sur les différents marchés publics de la ville de Daloa est présentée à la **figure 4**. Le lait caillé du Grand Marché présente les charges les plus élevées en GAM ($6,37 \pm 0,03$ log UFC/ml) tandis que celui du marché d'Orly présente les charges les plus faibles ($4,82 \pm 0,15$ log UFC/ml). Par ailleurs, le lait caillé prélevé au marché d'Abattoir 1 contient le plus grand nombre de coliformes totaux ($3,41 \pm 0,27$ log UFC/ml) et de coliformes thermotolérants ($3,34 \pm 0,05$ log UFC/ml). Les charges les plus faibles en coliformes totaux ($2,59 \pm 0,22$ log UFC/ml) et en coliformes thermotolérants ($2,13 \pm 0,09$ log UFC/ml) ont été observés dans le lait caillé prélevé au niveau du marché de Tazibouo.

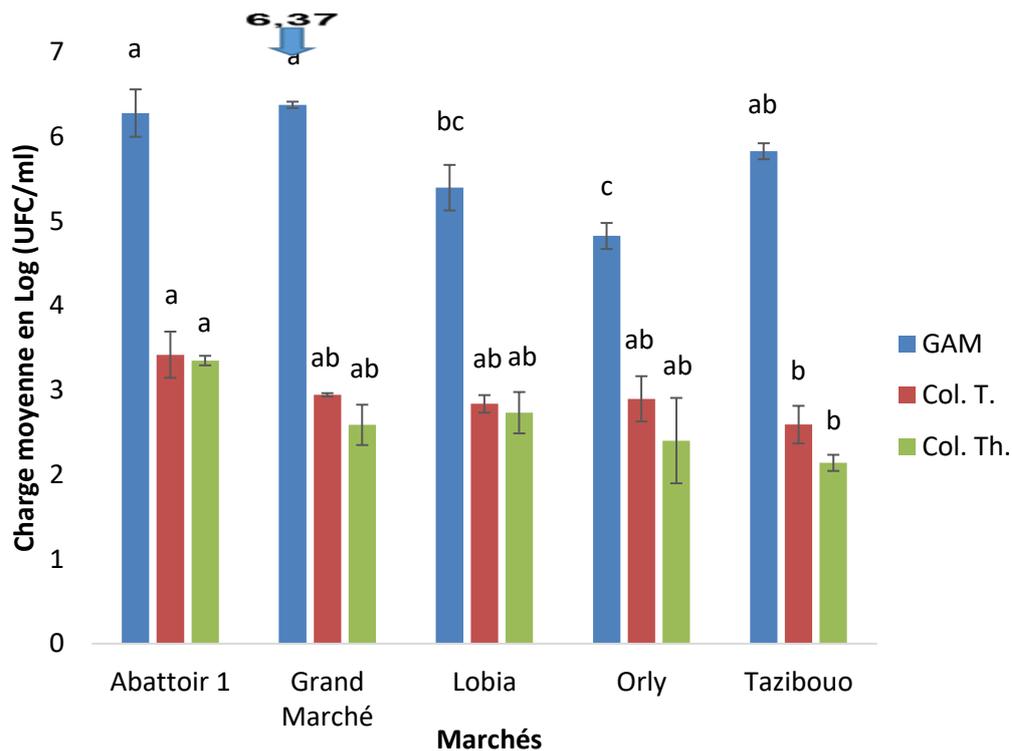


Figure 4: Evolution de la charge en germes contaminants des échantillons de lait caillé. Col T : Coliformes totaux, Col Th : Coliformes thermotolérants, GAM : Germes Aérobie Mésophile; Pour un même type de germe, les histogrammes portant la même lettre alphabétique ne sont pas statistiquement différentes ($P > 0,05$) (Tukey, HSD).

1-3-3- Identification présomptive des Salmonelles dans le lait caillé artisanal.

L'identification présomptive de *salmonella* dans les échantillons de lait caillé est présentée dans le **tableau VI**. Ainsi, ce tableau montre la présence de salmonelles dans 50 % des échantillons de lait caillé prélevés au niveau des marchés de Lobia, Orly et Abattoir 1. Par ailleurs, les salmonelles sont présentes à 100 % dans les échantillons de lait caillé prélevés au marché de Tazibouo et elles n'ont pas été détectées dans les échantillons de lait caillé prélevés au Grand Marché.

Tableau VI: Identification présomptive de Salmonelles dans les échantillons de lait caillé artisanal.

Germe	
Echantillons	Présence de Salmonelles (%)
L.Lo.	50
L.Or.	50
L.Abat. 1	50
L.G.M.	0
L.Taz.	100

L.Lo.: Lait Lobia; L.Or: Lait Orly; L.Abat 1: Lait Abattoir 1; L.G.M.: Lait Grand marché; L.Taz.: Lait Tazibouo

2- Discussion

Le lait caillé artisanal est un dessert de plus en plus consommé par les populations en Côte d'Ivoire surtout dans la ville de Daloa. La preuve en est qu'au cours de l'enquête réalisée sur la consommation du lait, 100 % des personnes interrogées (200) ont affirmé connaître le lait caillé et 60 % de ces personnes le consomment régulièrement. Elles le consomment au moins une fois par jour, préférentiellement au déjeuner (36,67 %) et déboursent plus de 500 FCFA par jour pour l'achat du lait caillé. Par ailleurs, certaines personnes enquêtées (55,83 %) ont affirmé avoir eu des malaises suite à la consommation du lait. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Maiwore *et al.* (2018) sur les laits fermentés à Maroua au Cameroun. En effet les enquêtes menées auprès des consommateurs de laits fermentés ont révélé que de nombreux cas de diarrhée ont été décelés. Ces malaises caractérisés le plus souvent par des diarrhées (55,22 %) et des gastroentérites (16,41%) dans notre étude, sont généralement attribués à l'ingestion d'un aliment de mauvaise cuisson et/ou ayant été sujet de manipulations défectueuses comme l'ont souligné Olshansky *et al.* (1997) et Farthing, (2000). Ces affections, marquées par un taux élevé de diarrhées et gastroentérites sont caractéristiques des toxi-infections provoquées particulièrement par les *Clostridium* sulfite-réducteurs (Cassin *et al.*, 1998). En effet, ce lait caillé est fabriqué de façon artisanale par des commerçants ayant très peu de connaissance en hygiène; ce qui favoriserait la contamination excessive de ce aliment.

Au cours de cette étude, des paramètres physico-chimiques (pH et taux d'acidité titrable) ont été mesurés. Ainsi, les échantillons de lait caillé prélevé sur 5 marchés publics (Abattoir 1, Grand Marché, Lobia, Orly et Tazibouo) de Daloa ont un pH faible compris entre $3,22 \pm 0,21$ et $4,22 \pm 0,35$ associé à un taux d'acidité titrable allant de $0,95 \pm 0,17$ à $1,62 \pm 0,45$. Les différentes valeurs du pH obtenues au cours de cette étude sont plus acides comparées à celles de Mulonda Kakumbwa P. (2016) obtenues sur les laits caillés de Bukavu en République Démocratique du Congo avec des teneurs moins acides comprises entre 4,3 et 5,5. Ngassam (2007) et Dieng (2001) ont obtenu des valeurs de pH respectivement comprises entre 4,38 et 4,98; et 3,96 et 4,9 sur des laits fermentés artisanaux commercialisés au Sénégal. Par contre, Omola *et al.* (2014) ont obtenu des valeurs de pH allant de 1,44 à 5,35 sur des yaourts vendus dans la métropole de Kano au Nigeria. Il faut souligner que le lait avant la fermentation a un pH voisinant la neutralité. Ainsi, la baisse du pH du lait caillé prélevé sur les marchés de Daloa est liée à la fermentation qui a lieu au cours de la fabrication de cet aliment. En effet au cours de la fermentation du lait, les bactéries lactiques présentes dans le ferment utilisé pour la fabrication du lait caillé fermentent le lactose pour produire de l'acide lactique. Il en résulte une

baisse du pH et une augmentation de l'acidité au fil du temps, responsables de la coagulation de la caséine du lait et de la bio préservation du produit (Bourdichon *et al.*, 2012). Ces bactéries lactiques produisent plusieurs composés aromatiques, enzymes et d'autres composés qui ont un effet profond sur la texture et le goût des produits laitiers (Ngassam, 2007 ; Carminati *et al.*, 2010, St-Gelais *et al.*, 2011). Ces résultats sont en accord avec ceux de Zhihai *et al.*, (2020) qui ont montré une baisse du pH corrélée à une augmentation du taux d'acidité titrable au cours de la fermentation du lait de chèvre en chine. Ces auteurs ont montré que ce phénomène était dû particulièrement à une accumulation d'acides lactiques liée au métabolisme des bactéries lactiques. Il faut souligner aussi que l'acidité est un important indicateur de qualité des laits fermentés (Li *et al.*, 2017). Une acidité appropriée donne au produit une saveur unique et inhibe la croissance des germes d'altération et/ou pathogènes (Mufandaedza *et al.*, 2006). La différence entre les pH des échantillons de lait caillé prélevés chez les vendeuses sur les différents marchés pourraient s'expliquer par le fait que la production artisanal du lait caillé se fait de façon empirique et incontrôlée. Ce phénomène entraîne une variation permanente de certains paramètres physiques tels que le temps et la température de fermentation qui influence inévitablement la qualité du produit final. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Ngassam (2007) et Dieng (2001) qui ont confirmé cette assertion au cours d'une étude réalisée sur des laits fermentés de manière artisanal commercialisés au Sénégal.

Au cours de cette étude, les paramètres microbiologiques du lait caillé artisanal prélevés sur les différents marchés publics de Daloa ont été également analysés. En effet, les résultats ont montré la présence de bactéries lactiques et de levures et moisissures dans ces échantillons prélevés. Des germes contaminants ont été aussi retrouvés dans les échantillons analysés au cours de ce travail. Ainsi, des charges importantes en GAM et en coliformes ont été détectées dans les différents échantillons analysés et ces charges variaient d'un marché à un autre (**Figure 4**). Ces microorganismes principalement les contaminants ont certainement dû contaminer le lait pendant la fabrication dans des conditions environnementales généralement insalubres. En effet, l'air environnant, les ustensiles utilisés pour la production du lait caillé et l'eau pourraient constituer les principales sources de contamination du lait. Chye et ses collaborateurs en 2004 ont en effet indiqué que de tels éléments (eau, ustensiles, etc.) sont de grandes sources de contamination des produits alimentaires. Aussi, le non-respect des règles d'hygiène par les producteurs et les conditions de vente du lait caillé, particulièrement le manque de réfrigération suffisante ou la vente à température ambiante pourraient également être des sources de contamination. Millogo *et al.*, (2018) ont démontré que les récipients utilisés au cours de la

fabrication de lait fermenté peuvent être à l'origine de la contamination du lait ainsi que du produit final. De plus, Ndiaye en 2002 a affirmé que le pH du lait est favorable au développement des microorganismes mais leur nombre diminuait au fur et à mesure que le lait fermenté vieillissait. Les produits laitiers en général et les laits fermentés en particulier doivent être bien conservés tout au long de la chaîne de froid, que ce soit chez le producteur, le distributeur ou le consommateur pour éviter d'éventuelles contaminations (Broutin *et al.*, 2005). Les résultats de ces analyses microbiologiques ont aussi montré des charges élevées en coliformes (**figure 4**). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Beukes *et al.* (2001) qui ont montré la présence de charges élevées en coliformes dans les produits laitiers fermentés traditionnellement (le « Lben » et le « Jben ») au Maroc. Ngabet, 2001 dans son étude a trouvé que 57% des laits (lait caillé artisanal), au Cameroun étaient contaminés par les coliformes. La présence de coliformes fécaux pourrait traduire une pasteurisation inefficace des ingrédients contaminés; une contamination après la pasteurisation par l'environnement comme l'ont démontré Niculescu *et al.* (2005) dans leurs travaux. Il faut aussi souligner que la présence des coliformes dans les aliments signe le plus souvent une contamination exogène d'origine fécale. Ils sont témoins d'une hygiène défectueuse pendant ou après la transformation (Conte, 2008). En effet, la plupart des producteurs du lait caillé ne disposent pas d'installation d'adduction d'eau courante. Le nettoyage des ustensiles se fait donc avec de l'eau pas toujours potable. Selon Gran *et al.* (2002), les ustensiles en plastiques utilisés dans le traitement du lait montreraient un fort taux de coliformes lié aux nombreuses fissures qui tapissent les parois des récipients. Les producteurs de lait caillé utilisent, pour la plupart, des seaux plastiques en polyéthylène comme récipients de fermentation. L'homogénéisation des ingrédients lors du processus de fabrication du lait caillé artisanal se faisant énergiquement à l'aide de spatule métallique, les parois internes des récipients pourraient être tapissées de minuscules et grandes fissures qui pourraient abriter de nombreux germes si ces récipients sont mal lavés ou rincés avec de l'eau non potable.

Par ailleurs, la présence de salmonella a été observée dans 50 % des échantillons de lait caillé provenant du marché de Lobia, Abattoir 1 et Orly. Ces salmonelles sont présentes à 100% dans les échantillons de lait caillé prélevés au marché de Tazibouo. Par contre elles n'ont pas été détectées dans les échantillons prélevés au Grand Marché. Ces derniers résultats sont en accord avec ceux d'Elham *et al.* (2011) obtenus sur les produits fermentés du Liban, car ces derniers n'ont trouvé aucun échantillon contaminé par les salmonelles. Il faut souligner qu'au cours de la fabrication du lait caillé, les bactéries lactiques responsables de la fermentation du

lait produisent des métabolites (Acides lactiques, Peroxyde d'hydrogène, bactériocine...) qui éliminent les coliformes et même certains pathogènes du lait caillé (Assouhoun *et al.*, 2020). L'absence donc des Salmonelles dans les échantillons de lait caillé prélevés au niveau de certains marchés serait certainement due à l'effet bactéricide de ces métabolites (Maiwore *et al.*, 2018). En revanche, la présence de ces entérobactéries dans le lait caillé prélevé au niveau de certains marchés pourrait être due aux manipulations défectueuses du lait caillé par les commerçantes au cours de la vente. En effet le lait caillé est souvent vendu aux abords des rues ou à l'intérieur du marché sur des tables dans des contenants à ciel ouverts. Les mouches et la poussière environnante se posent sur les ustensiles utilisés pour la vente du lait caillé (Assouhoun *et al.*, 2020). Aussi, les eaux de rinçage de ces ustensiles de vente (Entonnoirs, louches...), ne sont presque pas renouvelées par les commerçantes de lait caillé. Les nombreuses bagues aux doigts de ces vendeuses ainsi que les bracelets aux poignets peuvent être d'excellentes niches de multiplication des microorganismes. De plus, certaines de ces vendeuses qui ont des enfants à bas âge ne prennent pas de précautions sanitaires adéquates après la toilette de leurs enfants. Tous ces gestes mal propres, pourraient être à l'origine de la contamination excessive du lait caillé artisanal.

Les germes fermentaires (bactéries lactiques et levures et moisissures) sont présents en grand nombre dans les échantillons de lait caillé artisanal prélevés sur les différents marchés de la ville de Daloa. Vieira-Dalode *et al.* (2007) ont également indiqué dans leurs travaux la présence des bactéries lactiques, levures et moisissures et leur importance dans les produits fermentés. Zhihai *et al.* (2020) ont également montré la présence de ces microorganismes au cours de la fermentation du lait de chèvre en Chine. La présence des levures et des moisissures dans la plupart des échantillons serait due soit à de mauvaises conditions de stockage et de conservation, soit à une pasteurisation incomplète car ces microorganismes sont thermosensibles. Le fait de retrouver des levures dans les laits fermentés a été confirmé par Coulibaly *et al.* (2014) sur les yaourts vendus en Côte d'Ivoire. Aussi, ces microorganismes ne sont pas gênés par l'acidité et se développent donc très facilement dans les laits fermentés.

Il faut aussi souligner que, ces germes fermentaires évoluent de façon similaire. Ces résultats sont en accord avec ceux de Sanni, (2013) qui rapporte que la survie des bactéries lactiques au cours de la fermentation se fait en générale en association avec des levures. Contrairement aux germes contaminants, l'abondance et le maintien des levures, moisissures et bactéries lactiques dans le lait caillé artisanal seraient sûrement liés d'une part à leur capacité de tolérance à de fortes concentrations en acides organiques et donc aux faibles pH, et d'autre

part, à leur habileté à utiliser les substrats présents dans le milieu fermentaire pour leur développement. Ces germes vivent en symbiose. Zhang *et al.* (2017) parlent aussi d'un cométabolisme entre ces 2 microorganismes (LAB, levures et moisissures). Au cours de ce cométabolisme, les bactéries lactiques fourniraient un environnement acide qui sélectionnerait la croissance des levures tandis que ces dernières procureraient des vitamines et d'autres facteurs de croissance aux bactéries lactiques. Les levures apporteraient aussi une contribution utile à la flaveur et à l'acceptabilité des produits fermentés selon ces mêmes auteurs.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'étudier la contamination microbienne et les caractéristiques physicochimiques du lait caillé artisanal vendu sur les marchés publics de la ville de Daloa. Ainsi les résultats obtenus au cours de cette étude montrent un aliment avec des pH allant de $3,22 \pm 0,21$ et $4,22 \pm 0,35$ corrélés négativement à des taux d'acidité titrable allant de $0,95 \pm 0,17$ à $1,62 \pm 0,45$. Des charges élevées en germes fermentaires ont été observées dans tous les échantillons analysés. Quant aux germes contaminants, ils étaient présents et abondants dans le lait caillé artisanal prélevé sur les différents marchés avec des charges dépassant largement les normes de qualité microbiologiques des laits fermentés. La présence des Salmonelles observées dans les échantillons prélevés au niveau des marchés de Lobia, Abattoir 1, Tazibouo et Orly indiquent que le lait caillé artisanal est de mauvaise qualité dans ses différents marchés publics, par conséquent, la consommation de cet aliment pourrait constituer un important risque de santé pour les consommateurs.

Perspectives

En vue d'améliorer les connaissances scientifiques sur le lait caillé artisanal en Côte d'Ivoire, il serait intéressant d'approfondir les études sur les microorganismes fermentaires notamment les bactéries lactiques impliquées dans la fermentation du lait pour la production de ce lait caillé artisanal. Il s'agira :

- d'isoler et purifier ces bactéries lactiques afin de se rassurer si la flore bactérienne est constituée uniquement des deux souches lactiques contenues dans le ferment ou si d'autres souches lactiques ce sont ajoutées au cours de la fermentation du lait ;
- identifier par des méthodes biomoléculaires les « nouvelles » bactéries lactiques impliquées dans cette fermentation.

Recommandations

Au regard des résultats obtenus au cours de cette étude, les contaminations microbiennes du lait caillé doivent être limitées en vue de garantir la santé des consommateurs. Ainsi, il serait intéressant d'instaurer une politique de qualité. Autrement dit, sensibiliser les productrices et les commerçantes de lait caillé artisanal sur l'intérêt des bonnes pratiques d'hygiène. Insister sur la propreté corporelle des vendeuses et leur environnement immédiat ainsi que la propreté

des ustensiles ou matériels utilisés pendant la production et la commercialisation. Elles doivent se former sur les bonnes pratiques de fabrication conformément aux normes et législations en vigueur. Il ne faut pas négliger le conditionnement pendant la vente et s'assurer du maintien de la chaîne de froid durant tout le processus de vente. Car la vente à température ambiante ou une mauvaise réfrigération favorise la prolifération des microorganismes indésirables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES

- Adams M. R. & Hall C. J. (1988). Growth inhibition of food-borne pathogens by lactic and acetic acids and their mixtures. *International Journal of Food Science & Technology*, 23: 287-292.
- Adams M. R. & Marteau P. (1995). On the safety of acid lactic bacteria from food. *International Journal of Food Science & Technology*, 27: 263-264.
- Afif A., Faid M., Chigr F. & Najimi M. (2008). Survey of the microbiological quality of the raw cow milk in the Tadla area of Morocco. *International Journal of Food Science & Technology*, 61: 340-346.
- AFNOR (Association Française de Normalisation), (2009). FD V 04-035 Lait et produits laitiers – Détermination du pH. AFNOR, 375 p.
- AFNOR, (1999). Lait et produits laitiers, *vol 1 Ed. Technique et Documentation*, AFNOR, Paris, France, 622 p.
- Aggad H., Mahouz F., Ammar Y. & Kihal M. (2009). Évaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest Algérien. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 160, 12 : 590-595.
- Ahami A.O.T. & Cherrah Y. (2007). Origine environnementale des intoxications alimentaires collectives au Maroc: Cas de la région du Gharb Chrarda Bni Hssen. *Antropo*, 14 : 83-88.
- Ahmed A.I., Mohammed A.A., Faye B., Blanchard L. & Bakheit S.A. (2010). Assessment of quality of camel milk and gariss, north Kordofan State, Sudan. *Research Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 5(1): 18-22.
- Alais C., (1984) Sciences du lait : principes et techniques laitiers. *Edition SEPAIC*. 4e édition, Paris, (France), 814 p.
- Allerberger F., Friedrich A. F., Grif K., Dierich M. P., Dornbusch H-J., Mache C. J. , Nachbaur E., Freilinger M., Rieck P., Wagner M., Caprioli A. & Zimmerhackl L. B. (2003). Hemolytic-uremic syndrome associated with enterohemorrhagic *Escherichia coli* O26: H infection and consumption of unpasteurised cow's milk. *International Journal of Infectious Diseases*, 7: 42- 45.

- Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R. & Turgeon H. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. In Science et technologie du lait. Vignola C.L. Ed.. *Presses Internationales Polytechnique*, Québec, Canada : 1-74.
- Assohoun-Djeni N.M.C., Kouassi K.C., Kouassi K.A., Yao K.C., Djeni N.T. & Konate I. (2020). Physicochemical Characteristics and Microbial Contamination of Raw Milk and Artisanal Milk Curd (*Nonnonkoumou*) in Daloa, Côte D'Ivoire. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(03): 2667-2683.
- Ayad E.H.E., Verheul A., de Jong C., Wouters J.T.M. & Smith G. (1999). Flavour forming abilities and amino acid requirements of *Lactococcus lactis* strains isolated from artisanal and non-dairy origin. *International Dairy Journal*, 9: 725-735.
- B.A.D. (2002). Projet de développement de l'élevage phase II. Évaluation à mi-parcours, Rapport définitif. BDPA. Banque Africaine de Développement, Abidjan, Côte d'Ivoire, 215 p.
- Baroiller C. & Schmidt J. L. (1990). Contribution à l'étude de l'origine des levures du fromage de Camembert. *Le Lait*, 70: 67-84.
- Batdorj B., Trinetta V., Dalgalarondo M., Prévost H., Dousset X., Ivanova I., Haertlé T. & Chobert J.M. (2007). Isolation, taxonomic identification and hydrogen peroxide production by *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* T31, isolated from Mongolian yoghurt: inhibitory activity on food-borne pathogens. *Journal Applied Microbiol*, 103: 584-593.
- Béal C. & Sodini I. (2003). Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Techniques de l'ingénieur, F6315 : 1-16. Disponible sur : <http://www.techniques-ingenieur.fr> .
- Belomaria M. (2007). Origine environnementale des intoxications alimentaires collectives au Maroc: Cas de la région du Gharb-Chrarda-Beni Hssen. *Antropologie*, 14: 83-88.
- Benkerroum N., Oubel H. & Mimoun L. B. (2002). Behaviour of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in yogurt fermented with a bacteriocinproducing thermophilic starter. *International Journal of Food Science & Technology*, 65: 799-805.

- Beukes E. M., Bester B. H. & Mostert J. F. (2001). The microbiology of South African traditional fermented milks. *International Journal Food Microbiology*, 63: 189-197.
- Boudjema K., Fazouane-Naimi F., Hellal A. & Meckakra A. (2009). Optimisation et modèle de production d'acide lactique par *Streptococcus thermophiles* sur lactosérum. *Sciences et Technologie*, 29 : 80-90.
- Bouix M. & Leveau J. Y. (1980). Les levures In : BOURGEOIS C. M., Leveau J. Y., Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, Vol 3 : Le contrôle microbiologique, Collection sciences et techniques agro-alimentaire, 331p.
- Bourdichon F., Casaregola S., Forrokh C., Frisva J.C., Gerds M.L., Hammes W.P., Harnett J., Huys G., Laulund S., Ouwehand A., Powell I.B., Prajapati J.B., Seto Y., Schure E.T., Van Boven A., Vankerckhoven V., Zgoda A., Tuijelaars S. & Hansen E.B. (2012). Food fermentations: microorganisms with technological beneficial use. *International Journal of Food Microbiology*, 154(3): 87-97.
- Bourgeois C.M. & Larpent J.P. (1996). Microbiologie alimentaire T2 : aliments fermentés et fermentations alimentaire. *Ed. Technique et Documentation*, Paris, France, 523 p.
- Brisalois A., Lafarge V., Brouillard A., De buyser M-L., Colette C., Garin-bastuji, Thorel M-F. (2012). Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. [En ligne]. Accès internet : <http://www.oie.int/doc/ged/D9153.pdf> (consulté le 16/06/2022).
- Broutin C., Youssouf D. & Mohamadou D. (2005). Rapport de fin de projet REPOL, Guide de bonnes pratiques d'hygiène, FAO, 30 p.
- Bylund G. (1995). Dairy processing handbook-Tetra park processing systems AB S-221 86, Lund, Sweden, Gand, English, 436 p.
- Carminati D., Giorgio G., Andrea Q., Ana Binetti, Viviana S. & Jorge R. (2010). Biotechnology of lactic acid bacteria: *Novel applications*, 17: 177-192.
- Cassin M.H., Lammerding A.M., Todd E.C., Ross W. & McColl R.S. (1998). Quantitative risk assessment for *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef hamburgers. *International Journal Food Microbiology*, 41: 21-44.

- Choisy C., Desmazeaud M., Guéguen M., Lenoir J., Schmidt J. L. & Tourneur C. (1997). Les phénomènes microbiens. In Le fromage, Ed. *Lavoisier. Technique & Documentation*, Paris, France, 377-446.
- Chye F.Y., Abdullah A. & Ayob M.K. (2004). Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. *Food Microbiology*, 21: 535-541.
- Coiffier O. (1992). Les bactéries coliformes. In les groupes microbiens d'intérêt laitier. Hermier J., Lenoir J, Weber F, Ed. *CEPIL*, Paris, France: 303-322.
- Collins Y. F., McSweeney P. L. & Wilkinson M. G. (2003). Evidence of a relationship Between autolysis of starter bacteria and lipolysis in cheddar cheese during ripening. *Journal. Dairy Science*, 70: 105-113.
- Commission du Codex Alimentarius. (1978). Codex Stan A-6-1978 révisé en 2001.90: 397-415.
- Conte S. (2008). Evolution des caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques du lait caillé traditionnel, Université Cheickh Anta Diop de Dakar, (Sénégal), Mémoire DEA, 48p.
- Corsetti A., Rossi J. & Gobbetti M. (2001). Interactions between yeasts and bacteria in the smear surface-ripened cheeses. *International Journal of Food Science & Technology*, 69: 1-10.
- Coulibaly K. J., Kouame E. C., Yeo A., Koffi C. & Dosso M. (2014). Qualité microbiologique des produits laitiers industriels vendus à Abidjan de 2009 à 2012. *Revue Bio-Africa*, 14 : 44-52.
- Coulibaly K.J, Kouame E. C, Yeo A., Koffi C. & Dosso M. (2015). Qualité microbiologique des produits laitiers industriels vendus à Abidjan de 2009 à 2012. *Revue Bio-Africa*, 14 : 44-52.
- Dabire B.D. (2002). Analyse biochimique et microbiologique de yaourts et laits fermentés. Mémoire Maîtrise des Sciences et Techniques : Université d'Ouagadougou, Burkina Faso, 117 p.
- Dadié A., Karou T., Adom N., Kétté A. & Dosso M. (2000). Isolement d'agents pathogènes entériques en Côte d'Ivoire : *Escherichia coli* O157:H7 et *E. coli* entéroaggrégants.

Courte note n°2130. "Bactériologie". *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 95-96.

- De Buyser M. B., Dufour M. & Lafarge V. (2001). Implication of milk and milk products in food-borne diseases in France and in different industrialised countries. *International Journal of Food Science & Technology*, 67: 1-17.
- De Buyser M.B., Audinet M., Delbart M. & Maire F. (1998). Comparison of selective culture media to enumerate coagulase positive staphylococci in cheeses made from raw milk. *Food Microbiology*, 15: 339-346.
- De Vuyst L. & Vandamme E. J. (1994). Antimicrobial potential of lactic acid bacteria. *In Bacteriocins of lactic acid bacteria, microbiology, genetics and applications. Blackie academic & professional*, London, English, 91-142.
- Debry G. (2001). Lait, nutrition et santé. *Edition Tec et Doc Lavoisier*, Paris, France, 566p
- Dellaglio F., de Roissart H., Torriani S., Curk M. & Janssens D. (1994). Caractéristiques générales des bactéries lactiques, in Bactéries Lactiques I., De Roissart et Luquet, Ed. *Lorica*, Paris, France, 25-116.
- Dem S., Dornbusch, Bonfoh B., Fane A., Traore H., simbe´C. F., Alfaroukh I. O., NICOLET J., Rehberger B., Farah Z. & Zinsstag J. (2003). Caractéristiques physico-chimiques et biologiques du lait et des produits laitiers vendus à Bamako. *Sahelian Studies and Research*, (8-9):7-12.
- Demarigny Y., Beuvier E., Buchin S., Pochet S. & Grappin R. (1997). Influence of raw milk microflora on the characteristics of Swiss-type cheeses: Biochemical and sensory Demonstration of safety of probiotics-a review. *International Journal Food Microbiology*, 44: 93-106.
- Desmasures N. & Guéguen M. (1997). Monitoring the microbiology of high quality milk by monthly sampling over two years. *Journal Dairy science*, 64: 271-280.
- Dieng M. (2001). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché dakarais. Université de Dakar, Sénégal, 164p.

- Dornbusch H.J. (2003). Hemolytic-uremic syndrome associated with enterohemorrhagic E. coli: H infection and consumption of unpasteurised cow's milk. *International Journal Infectious Diseases*, 7: 42- 45.
- Duteurtre G. (2003). Communication au séminaire « Lait sain pour le Sahel », 25 avril 1^{ier} mai 2003, *INSAH, ITSLNV, Bamako, Mali*, 55: 101-117. Source : cirad-agritrop(<https://agritrop.cirad.fr/580875/>), (consulté le 15/04/2022).
- Elham H.S., Hussein D., Roula A.R. & Mabelle C. (2011). Caractérisation chimique et qualité bactériologique de produits laitiers caprins traditionnels libanais. *Lebanese Science Journal*, 12: 21.
- Ennahar S., Shashiara T. & Sonomoto K. (1999). Class Iia bacteriocins: biosynthesis, structure and activity. *Microbiology Review*, 24: 85-106.
- Fadela C., Abderrahim C. & Ahmed B. (2009). Sensorial and physico-chemical characteristics of yoghurt manufactured with Ewe's and Skim milk. *Word Journal of Dairy and Food Sciences*, 4(2): 136-140.
- FAO (1998). "Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine." Colection FAO:Alimentationetnutritionn°28,from <http://www.fao.org/docrep/t4280f/t4280f00.HTM> (page consulté le 13/04/2022).
- FAO (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. In Alimentation et nutrition. [en ligne]. Accès Internet : 102 www.fao.org/docrep/T4280F/T4280F09.htm-13k,271p (consultée le 12/07/2021).
- Farthing M.J.G. (2000). Diarrhea: a significant worldwide problem. *International Journal of antimicrobial agent*, 14: 65-69.
- Fleet G. H. (1999). Microorganisms in food ecosystems. *International Journal of Food Science & Technology*, 50: 101-117.
- Flynn S., Sinderen D.V.G, Thornton M., Holo H., Nes I.F. & Collins J.K. (2002). Characterization of genetic locus responsible for the production of ABP-118 a novel bacteriocin produced by the probiotic bacterium *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* UCC118. *Microbiology*, 148: 973-984.

- Fox P. F., Guinee T. P., Cogan T. M. & McSweeney P. L. H. (2000). Microbiology of cheese ripening, in *Fundamentals of cheese science*, Ed., *Aspen Inc., Gaithersburg, Maryland*: 206-232.
- Fredot (2006). *Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France, 397 p.*
- Frohlich-Wyder M.T. (2003). Yeast in dairy products, in *Yeasts in Food*, Boekhout and Robert, Ed. *Hamburg: Behrs Verlag, Hamburg, Germany: 209-237.*
- Gaucheron F. (2004). Minéraux et produits laitiers, *Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France, 922 p.*
- Gobbetti M., Corsetti A. & Rossi J. (1994). The sourdough microflora. Interactions between lactic acid bacteria and yeasts: metabolism of carbohydrates. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 41: 456- 460.
- Goursaud F.D. (1985). Composition et propriétés physico-chimiques. Dans *Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laitière. Luquet F.M. Edition Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France, 61p.*
- Gran H.M., Mutukumina A.N., Wethlesen A. & Narvhus J.A. (2002). Smallholder dairy processing in Zimbabwe: the production of fermented milk products with particular emphasis on sanitation and microbiological quality. *Food control*, 13: 161-168.
- Guiraud J. & Galzy P., (1980) *L'analyse microbiologique dans les industries agroalimentaires. Edition de l'usine nouvelle, Paris, France, 239p.*
- Guiraud J.P. (2003). *Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD, Paris, France: 136-139.*
- Gummalla S. & Broadbent J. R. (2001). Tyrosine and phenylalanine catabolism by *Lactobacillus* cheese flavor adjuncts. *Journal Dairy Science*, 84: 1011-1019.
- Hama F., Savadogo A., Ouattara C.A. & Traore A.S. (2009). "Biochemical, Microbial and Processing Study of Dèguè a Fermented Food (From Pearl millet dough) from Burkina Faso" . *Pakistan Journal of Nutrition*, 8: 759-764.
- Helinck S., Le Bars D., Moreau D. & Yvon M. (2004). Ability of thermophilic lactic acid bacteria to produce aroma compounds from amino acids. *Applied Environnement Microbiology*, 70: 3855 3861.

- Holzapfel W. H., Geisen R. & Schillinger U. (1995). Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and food-grade enzymes. *International Journal Food Microbiology*, 24: 343-362.
- Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. & Brule G. (2008). Les produits laitiers. *In 2ème édition, Technique et Documentation, Lavoisier*, 185 p.
- Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. & Brule G. (2007). Science des aliments-technologie des produits alimentaires, *Technique et Documentation, Lavoisier*, Paris, France : 17-456.
- Kimaryo V.M., Massawe G.A., Olusapo N.A. & Holzapfel W.M. (2000). The use of starter culture in the fermentation of cassava for the production of “Kivunde” a traditional Tanzanian food product. *International Journal of Food Microbiology*, 56: 179-190.
- Lamontagne M. (2002). Produits laitiers fermentés, in Science et technologie du lait, Vignola C.L., Ed. *Presses Internationales, Polytechnique*, Québec, Canada : 443-468.
- Latorre A. A., Van Kessel J. A. S., Karns J. S., Zurakowski M. J., Pradhan A.K., Zadoks R.N., Boor K. J. & Schukken Y. H. (2009). Molecular Ecology of *Listeria monocytogenes*: Evidence for a Reservoir in Milking Equipment on a Dairy Farm. *Applied Environnement and Microbioly*, 75: 1315-1323.
- Li C., Song J., Kwok L.Y., Wang J., Dong Y., Yu H. & Chen Y. (2017). Influence of *Lactobacillus plantarum* on yogurt fermentation properties and subsequent changes during postfermentation storage. *Journal and Dairy Science*, 2512–2525.
- Luquet F.M. (1986). Lait et les produits laitiers : vache, brebis, chèvre. *ED. Technique et Documentation, Lavoisier*, Paris, France, T3, 445p.
- Maiwore J., Baane M. P., Ngoune T. L., Fadila J. A., Yero Y.M. & Montet D. (2018). Qualité microbiologique et physico-chimique des laits fermentés consommés à Maroua (Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12: 1234-1246.
- Marty-Teyssset C., de la Torre F. & Garel J. (2000). Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* upon aeration: involvement of NADH oxidase in oxidative stress. *Applied Environnement Microbiology*, 66: 262-267.

- Mathieu J. (1998). Initiation à la physico-chimie du lait. *Edition Lavoisier, Technique et documentation*, Paris, France, 220p.
- Mathieu J. (1998). Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche Sur Forons. Initiation à la physico-chimie du lait. *Ed. Tec & Doc : Lavoisier*, Paris, France, 12-210.
- Michel V., Hauwuy A. & Chamba J. F. (2001). La flore microbienne de laits crus de vache: diversité et influence des conditions de production. *Le Lait*, 81: 575-592.
- Michel V., Hauwuy A. & Chamba J. F. (2006). Gestion de la flore microbienne de laits crus de vache par les pratiques des producteurs, *Ruminants*, 13: 309-312.
- Millogo V, Sissao M. & Ouédraogo GA. (2018). Qualité nutritionnelle et bactériologique des échantillons de quelques produits laitiers locaux de la chaîne de production. *International Journal of Biology Chemical Science*, Ouagadougou (Burkina Faso), 12: 244-252.
- Minla'a J.C., Seydi Mg., Aw A., Akollor E. & Dione A. (2001). Qualité hygiénique de quelques denrées alimentaires d'origine animale commercialisées sur le marché dakarais. *Microbiology Hygiene Ali*, 13: 15-20.
- Morrissay P.A. (1995). Lactose: chemical and physico-chemical properties, In: *Developments in dairy chemistry 3. (FOX PF)*. Elsevier, London, English, 76p.
- Mufandaedza J., Viljoen B. C., Feresu S. B., & Gadaga T. H. (2006). Antimicrobial properties of lactic acid bacteria and yeast-LAB cultures isolated from traditional fermented milk against pathogenic Escherichia coli and Salmonella enteritidis strains. *International journal of food microbiology*, 108(1): 147-152.
- Mulonda K. P. (2016). Analyse physico-chimique et microbiologique du lait caillé produit dans le groupement de Miti et commercialisé dans la ville de Bukavu. Mémoire d'ingénieur, Université Evangélique en Afrique, Bukavu, République Démocratique du Congo, 32p.
- Nakasaki K, Yanagisawa M, Kobayashi K. (2008). Microbiological quality of fermented milk produced by repeated-batch culture. *Journal of Bioscience and bioengineering*, 105(1) : 73-76.

- Ndiaye M. (2002). Contribution à l'étude de conformité de l'étiquetage de la qualité microbiologique des yaourts commercialisés à Dakar. Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 110p.
- Ngabet Njassap V.H. (2001). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait fermenté « KOSSAM » commercialisé dans les rues de Yaoundé, Cameroun, Thèse Médecine Vétérinaire, Dakar, Sénégal, 108p.
- Ngassam T.C. (2007). Caractérisation de la flore lactique des laits fermentés artisanaux au Sénégal : cas de la zone de Niaye. Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 109p.
- Niculescu N., Sabo I. & Martine F. (2005). Maîtrise de la Qualité dans la Transformation Laitière au Burkina Faso / Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène. Ed. Polykrome, Dakar, Sénégal, 94p.
- Niculescu S., Fu P. & Chen J. (2005). Stabilityswitches and reversals of linear systems with commensurate delays: a matrix pencil characterization. In: *IFAC 2005 World Congress*, Praha, Czech republic, 236: 39-59.
- Ogier J.C., Son O., Gruss A., Tailliez P. & Delacroix-Buchet A. (2002). Identification of the bacterial microflora in dairy products by temporal temperature gradient gel electrophoresis. *Applied Environment Microbiology*, 68: 3691-3701.
- Oliver S.P., Jayarao B.M. & Almeida R. A. (2005). Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications. *Foodborne Pathogenic Diseases*, 2: 115-29.
- Olshansky S., Carnes B., Rogers R. & Smith. L. (1997). Infectious diseases - New and ancient threats to world health. *Population Bulletin*, 52: 2-43.
- Omola E.M., Kawo A.H. & Shamsudden U. (2014). Physico-chemical, sensory and microbiological qualities of yoghurt brands sold in Kano metropolis, Nigeria. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 7: 26-30.
- Parente E. & Cogan T. M. (2004). Starter culture: General aspect in cheese. *Chemistry, physics and microbiology*, (1): 123-147.

- Pissang T. D. (1992). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits et produits laitiers commercialisés au Togo. Thèse Médecine Vétérinaire : Université Cheikh Anta Diop de Dakar(EISMV), p9.
- Pougheon S. & Goursaud J. (2001). Le lait : caractéristiques physico-chimiques. *Lavoisier, Paris: Technique et Documentation*, Paris, France : 6-30.
- Rosso L., Lobri J.R., Bajards & Flandrois J.P. (1995). Convenient model to describe the combined effects of temperature and pH on microbial growth. *Applied Environment Microbiology*, 61 : 610-616.
- Salminens S., Von Wright A., Morelli L., Marteau P., Brassart D. & de Vos W.M. (1998). Démonstration de l'inocuité des probiotiques : un bilan. *Journal International de Microbiologie Alimentaire*, 44 : 93-106.
- Schoder D., Winter P., Kareem A., Baumgartner W. & Wagner M. (2003). A case of sporadic ovine mastitis caused by *Listeria monocytogenes* and its effect on contamination of raw milk and raw-milk cheeses produced in the on-farm dairy. *Journal Dairy Science*, 70: 395-401.
- Semasaka G. (1986). Contribution de la qualité microbiologique des laits caillés commercialisés dans la région de Dakar, Sénégal : 6-133.
- Seydi M. (1993). Qualité hygiénique du lait reconstitué caillé sénégalais : étude préliminaire. *Dakar médicale*, 38: 61-67.
- St-Gelais D., Roy D. & Audet P. (1998). Manufacture and composition of low fat Cheddar cheese from milk enriched with different protein concentrate powders. *Food Research International*, 31:137-145.
- Stiles M. E. & Holzapfel W. H. (1997). Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International Journal Food Microbioly*, 36: 1-39.
- Tamagnini L.M., De Sousa B.G., González R.D., Budde C.E., (2006). Microbiological characteristics of Crotting goat cheese made in different seasons. *Small Ruminant Research*, 66: 175-180.
- Tankoano A., Kabore D., Savadogo A., Soma A., Fanou-Fogny N., Compaore-Sereme D., Hounhouigan J. & Sawadogo-Lingani H. (2016). Evaluation of microbiological

- quality of raw milk, sour milk and artisanal yoghurt from Ouagadougou, Burkina Faso. *African Journal of Microbiology Research*, 10 : 535-541.
- Terre S. (1986). Propriétés technologiques, nutritionnelles et physiologiques des *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. *Technique laitière et marketing* : 26-36.
- Tornadijo M. E., Garcia M. C., Fresno J. M. & Carballo J. (2001). Study of *Enterobacteriaceae* during the manufacture and ripening of San Simón cheese. *Food Microbiology*, 18: 499-509.
- Valerio F., Lavermicocca P., Pascale M. & Visconti A. (2004). Production of phenyllactic acid by lactic acid bacteria: an approach to the selection of strains contributing to food quality and preservation. *FEMS Microbiology Letters*, 233: 289-295.
- Van der Meulen R., Grosu-Tudor F., Mozzi F., Vaningelgem M., Zamfir G F. & De Vuyst (2007). Screening of lactic acid bacteria isolates from dairy and cereal products for exopolysaccharide production and genes involved. *International Journal of Food microbiology*, 118: 250-258.
- Vieira-Dalode G., Jespersen L., Hounhouligan J., Moller P.L., Nago C.M. & Jakobsen M. (2007). Lactic acid bacteria and yeasts associated with gowe production from sorghum in Benin. *Journal of Applied Microbiology*, 103- 342.
- Vignola C.L. (2002). Sciences et technologie du lait, transformation du lait. Fondation et technologie laitière du Québec. Presses internationales polytechniques, *Dairy processing*, Québec, Canada, 600p.
- Yvon M. & Rijnen L. (2001). Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *International Dairy Journal*, 11: 185-201.
- Zhang D.D., Liu J.L., Jiang T.M., Li L., Fang G.Z., Liu Y.P. & Chen L.J. (2017). Influence of *Kluyveromyces marxianus* on proteins, peptides, and amino acids in *Lactobacillus*-fermented milk. *Food Sciences Biotechnology*, 26: 739-748.
- Zhihai H., Lu H., Guangliang X., Xiao X., Chuanhai T. & Mingsheng D. (2020). Effect of Co-Fermentation with Lactic Acid Bacteria and *K. marxianus* on Physicochemical and Sensory Properties of Goat Milk. *Foods*, 9: 1-14.

Résumé

L'objectif principal de notre travail était d'étudier la contamination microbienne et les caractéristiques physico-chimiques des laits caillés vendus dans divers marchés publics de la ville de Daloa. Après enquête, il a été montré qu'il s'agit d'un aliment connu et consommé par nombreux ivoiriens et quelques ressortissants des pays voisins de tous âges et de tout niveau social. Un total de 45 échantillons élémentaires prélevés sur 5 marchés publics de la ville de Daloa ont été soumis à des analyses physico-chimiques et microbiologiques. Les analyses physico-chimiques ont révélés un pH bas allant de $3,22 \pm 0,21$ à $4,22 \pm 0,35$ corrélé négativement avec des niveaux d'acidité titrable qui varient de $1,62 \pm 0,45$ à $0,95 \pm 0,17$. Les analyses microbiologiques du lait caillé artisanal ont montrées des charges élevées de germes fermentaires (Bactéries lactiques, levures et moisissures) et de germes contaminants (Numération Mésophile Aérobie, coliformes totaux et thermo tolérants). Les salmonelles n'étaient pas détectées dans des échantillons prélevés au Grand marché. En revanche, ils étaient présents dans 50% des échantillons de lait caillé prélevés sur les marchés de Lobia, Orly, Abattoir1 et dans 100% des échantillons prélevés sur le marché de Tazibouo.

Mots-clés : Lait caillé artisanal, Fermentation, Bactéries lactiques, contamination microbienne.

Abstract

The main objective of our work was to study the microbial contamination and the physico-chemical characteristics of curds sold in various public markets in the city of Daloa. After investigation, it was shown that it is a food known and consumed by many ivorians and some nationals of neighboring countries of all ages and all social levels. A total of 45 elementary samples taken from 5 public markets in the city of Daloa were subjected to physico-chemical and microbiological analyzes. Physico-chemical analyzes revealed a low pH ranging from $3,22 \pm 0,21$ to $4,22 \pm 0,35$ negatively correlated with levels of titrable acidity which vary from $1,62 \pm 0,45$ to $0,95 \pm 0,17$. The Microbiological analyzes of artisanal curd milk samples taken from these public markets showed high loads of fermentation germs (lactic acid bacteria, yeasts and moulds) and contaminating germs (mesophilic aerobic count, total and thermo-tolerant coliforms) salmonella were not detected in samples taken at grand market. On the other hand, they were present in 50% of the curd samples taken from the Lobia, Orly and Abattoir markets and in 100% the samples taken from the Tazibouo market.

Keywords : Homemade curd milk, Fermentation, Lactic acid Bacteria, Microbial contamination.