



**Université Senghor**

Université internationale de langue française  
au service du développement africain

Opérateur direct de la Francophonie

# Contribution à l'évaluation de la qualité chimique et microbiologique des laits fermentés vendus dans la ville de Lomé au Togo.

Mémoire présenté par :

**Djimadoum NADJITA**

Pour l'obtention du Master en Développement de l'Université Senghor

Département : Santé

Spécialité : Politiques Nutritionnelles

le 03 Avril 2013

Devant le jury composé de :

Christian MESENGE Président

MD, PhD Directeur du Département Santé Université  
Senghor

EI Soda MORSI Examineur

Professeur PhD., D.Sc Université d'Alexandrie

Alain GONTHIER Examineur

Docteur, Ecole Nationale Vétérinaire (VETAGRO) de Lion  
(France)



## Remerciements

Loin de vouloir hiérarchiser, je tiens à remercier sincèrement:

M. Morsi El Soda pour m'avoir accepté et fait l'honneur de m'encadrer au cours de ma formation. Je tiens à le remercier tout particulièrement pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail, ses précieux conseils et pour sa rigueur scientifique qu'il a su partagé avec moi malgré que nous n'ayons eu assez de temps ensemble à cause de son emploi du temps très chargé.

M. TIDJANI Abdelsalam: s'il en est un qui m'a encouragé à traiter ce sujet, c'est bien lui.

La réalisation de ce travail a été rendu possible grâce à M. COMLAN A. de Souza qui m'a accueilli au sein de son laboratoire afin de réaliser la partie pratique.

Je suis très reconnaissant à ses collaborateurs M. KOUASSI Soncy et M. ANANI qui ont accepté de partager leurs expériences avec moi lors de mon passage dans ce laboratoire.

Je tiens à remercier M. Chrétien MESENGE pour son écoute, ses remarques et ses conseils plein de bon sens et qui m'ont été extrêmement bénéfiques.

Alice Mounir, Secrétaire du département Santé, pour avoir rendu très faciles les activités au sein de notre Département et son entière disponibilité. Qu'elle trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

Je souhaite aussi remercier vivement tout le personnel de l'Université Senghor, en particulier le staff de CNF pour le service qu'il m'a rendu durant ma formation. Sincère gratitude.

Je remercie tous les amis du département santé et particulièrement mes collègues de Politiques Nutritionnelles pour ces bons moments de partage passés ensemble pendant cette formation.

Je suis aussi reconnaissant à tous les amis de la 13<sup>ème</sup> promotion sans exception.

A mes compatriotes tchadiens de la promotion 2011-2013.

Au Tchad, mes remerciements vont au Pasteur NAGUERAL Toidibaye à M. DJIMASNGAR Nasra et son épouse, M. DJIDETI Tom-nayal et son épouse, M. MOUEBE Bémadji et DAMAS Thierry, ALLAH-ESSEM Zachée pour leur soutien de tout genre.

Au Togo, je remercie Madame LACLET, papa BANDE Jean, M. NAPO Gbati, M. SEENAM Bernard, la famille GATI, la Jeunesse de l'ESTAO/FATAD et tous ceux qui m'ont soutenu pour ce projet.

Chrétien MESENGE, Directeur du département santé

## **Dédicace**

Je dédie ce modeste travail...

### **A mon père et ma mère**

Une réserve inépuisable de courage vous a permis d'accomplir votre devoir tous les jours et vous fier à Dieu pour le lendemain. C'est que vous avez toujours compris que toute réussite déguise une abdication. Puisse ce travail récompenser votre patience et persévérance et tous les efforts que vous avez consentis.

### **A mes frères et sœurs**

Demain ne sera pas comme hier, il sera nouveau et cela dépendra de nous. Notre avenir comme notre passé doit être solidaire. C'est la merveilleuse chose qui nous est donnée naturellement. Notre force résidera toujours dans notre sincère entente et notre esprit de fraternité.

### **A ma chère et belle épouse: AMOUZOU Yawa Sonia.**

Tu as fais preuve de patience inexprimable pendant mon absence à tes côtés. Rien au monde ne peut nous séparer.

### **A mon Fils: NADJITA Allarassebeye Kohm Ludovic**

Par ce travail, saches que tout est possible. A tes résolutions répondra le succès.

## Résumé

Dans la ville de Lomé au Togo, 30 échantillons de laits fermentés artisanaux ont été prélevés en vue de leur analyse chimique et microbiologique.

Après l'analyse chimique portant sur le pH et l'acidité, la flore aérobie mésophile, les coliformes totaux et fécaux, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, la flore fongique, les anaérobies sulfite-réducteurs et *Staphylococcus aureus* sont déterminés. Les valeurs moyennes de pH varient de  $4,1 \pm 0,50$  et  $4,4 \pm 0,28$  et celles de l'acidité de  $126,9 \pm 23,18^\circ$  Dornic à  $128,8^\circ \pm 23,14$  Dornic. L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les valeurs de pH ( $p < 0,05$ ), ce qui n'est pas le cas pour l'acidité de titration. Les charges moyennes de la flore aérobie mésophile totale varient de  $1,68 \pm 4,35 \cdot 10^8$  UFC/ml à  $1,98 \pm 2,67 \cdot 10^9$  UFC/ml. Les coliformes totaux, les coliformes thermotolerants et la flore fongique sont présents respectivement dans 86,67%, 63,33% et 66,67% des échantillons analysés. Les charges moyennes en coliformes totaux et thermotolerants sont respectivement de  $7,36 \pm 8,38 \cdot 10^4$  UFC/ml à  $1,98 \pm 1,86 \cdot 10^6$  UFC/ml et de  $2,44 \pm 4,36 \cdot 10^4$  UFC/ml à  $6,43 \pm 1,29 \cdot 10^4$  UFC/ml. L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les échantillons des deux principaux quartiers. Les anaérobies sulfite-réducteurs se retrouvent globalement dans 40% des 30 échantillons analysés avec un pourcentage de 33,33% sur 15 échantillons provenant d'Agoè Zongo et 46,66% sur les 15 échantillons de BTCI Zongo.

Les résultats de cette étude ont montré une absence de *Salmonella spp*, d'*Escherichia coli*, de *Staphylococcus aureus* mais une forte contamination des laits fermentés artisanaux par la flore totale, la flore fongique, les coliformes et les anaérobies sulfite-réducteurs. Par conséquent ils représentent un risque sanitaire potentiel pour le consommateur. La mise en œuvre d'une action de formation et de sensibilisation des acteurs de production sur les bonnes pratiques d'hygiène et une bonne conduite de pasteurisation pourrait permettre une amélioration de la qualité de ces denrées et par conséquent, préserver la santé du consommateur.

## Mot-clefs

Qualité chimique et microbiologique, lait, lait fermenté artisanal, qualité, hygiène alimentaire, Lomé.

## Abstract

In the city of Lomé in Togo, 30 samples of artisanal fermented milk were collected for their chemical and biological analysis.

After chemical analysis on pH and acidity, flora mesophilic aerobic, total and fecal coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, fungal flora, sulphite-reducing anaerobes and *Staphylococcus aureus* were identified. The mean values of pH ranging from  $4.1 \pm 0.50$  and  $4.4 \pm 0.28$  and those of the acidity of  $126.9 \pm 23.18$  °D and  $128.8 \pm 23.14$  ° D. Statistical analysis showed no significant difference between the pH values ( $p < 0.05$ ), which is not the case for the titratable acidity. The average loads of total mesophilic aerobic flora vary  $1,68.10^8$  CFU / ml  $1,98.10^9$  CFU / ml. Total coliforms, thermotolerant coliforms and fungal flora are present respectively in 86.67 %, 63.33 % and 66.67 % of the samples analyzed. Medium loads in total and thermotolerant Coliforms are respectively  $7.36 \pm 8,38.10^4$  CFU / ml to  $1.98 \pm 1,86.10^5$  CFU / ml and  $2.44 \pm 4,36.10^4$  CFU / ml  $\pm 1 6,43.10^4$  ,  $29,104$  CFU / ml. Statistical analysis showed no significant difference ( $p < 0.05$ ) between the samples of two main areas.

The sulfite-reducing anaerobes are found globally in 40 % of the 30 samples analyzed with a percentage of 33.33 % of 15 samples from Agoè Zongo and 46.66 % of the 15 samples BTCl Zongo. The results of this study showed an absence of *Salmonella spp*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, but heavy contamination curds handcrafted by total flora, the fungal flora, coliforms and sulfite-reducing anaerobes. Therefore they represent one potential health risk to the consumer. Implementation of a training and sensitization of stakeholders on hygienic production practices and good conduct of pasteurization could improve the quality of the food and therefore the health of the consumer.

## Key-words

Chemical and microbiological quality, Milk, fermented milk, quality, food hygiene, Lomé.

## Liste des acronymes et abréviations utilisés

- AFNOR: Association française de normalisation
- ASR: Anaérobies-sulfito-réducteurs
- B.P: Baird Parker
- BTCI: Banque Togolaise pour le Commerce et l'Industrie
- CF: Coliformes fécaux
- CT: Coliformes totaux
- EPT: Eau Peptonnée Tamponnée
- ESTAO: Ecole supérieure de théologie de l'Afrique de l'Ouest
- ESTBA: Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires
- FAO: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation
- FAMT: Flore Aérobie Mésophile Totale
- FATAD: Faculté de théologie des assemblées de Dieu
- HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point
- ISO: International standardisation organisation
- LM: Levures et moisissures
- LMCODA: Laboratoire de Microbiologie et de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires
- OMS: Organisation Mondiale de la Santé
- PCA: Plate Count Agar
- pH: Potentiel d'hydrogène
- RV: Rappaport-Vassiladis
- TS: Tryptone-Sel
- TSN: Thiosulfate-Néomycine
- UEMOA: Union Economique et Monétaire de l'Afrique de l'Ouest.
- UFC: Unité Formant Colonie
- UL: Université de Lomé
- ° D: Degré Dornic

## Table de matières

Remerciements.....	i
Dédicace.....	ii
Résumé.....	iii
Abstract.....	iv
Liste des acronymes et abréviations utilisés.....	v
1 Problématique.....	3
2 Revue de littérature.....	6
2.1 Définition des concepts.....	6
2.1.1 Le Lait.....	6
2.1.2 Lait fermenté.....	6
2.1.3 Qualité.....	6
2.1.4 Hygiène.....	7
2.2 Généralités sur le lait.....	7
2.2.1 Les caractéristiques du lait.....	7
2.2.2 Quelques caractéristiques physico-chimiques du lait.....	9
2.3 Caractéristiques microbiologiques du lait.....	10
2.3.1 La flore originelle ou indigène.....	11
2.3.2 La flore de contamination.....	11
2.3.3 Les ferments lactiques ou flore lactique.....	12
2.4 Intérêt de la recherche des microorganismes.....	13
2.4.1 Intérêt hygiénique.....	13
2.4.2 Intérêt nutritionnel.....	13
2.4.3 Intérêt technologique.....	13
2.5 Norme microbiologique d'acceptation des laits fermentés.....	14
2.6 Le lait et les produits laitiers au Togo.....	15
2.6.1 Les productions animale et laitière au Togo.....	15
2.6.2 Le lait et les produits laitiers au Togo.....	16
2.7 Les laits fermentés: production et commercialisation dans la ville de Lomé.....	16
2.7.1 Généralités sur les laits fermentés.....	16
2.7.2 Importance socioculturelle et intérêt nutritionnel des laits fermentés.....	17
2.7.3 Production et consommation des laits fermentés dans la ville de Lomé.....	18
3 Matériel et méthodes.....	22



3.1	Matériel.....	22
3.1.1	Cadre d'étude.....	22
3.1.2	Matériel utilisé .....	22
3.2	Lieu de prélèvement .....	22
3.3	Méthodes.....	22
3.3.1	Objectifs des analyses .....	23
3.3.2	Technique de prélèvement.....	23
3.3.3	Choix des milieux de culture .....	23
3.3.4	Préparation des échantillons .....	23
3.3.5	Les mesures préliminaires .....	23
3.3.6	Opérations communes .....	24
3.3.7	Recherche de la flore d'altération.....	25
3.3.8	Recherche de la flore pathogène .....	26
3.3.9	Méthode d'interprétation.....	29
3.3.10	Limites de l'étude.....	29
4	Résultats-discussion .....	31
4.1	Résultats .....	31
4.1.1	Analyses chimiques .....	31
4.1.2	Analyses microbiologiques.....	33
4.2	Discussion .....	38
4.2.1	Analyse chimique.....	38
4.2.2	Analyses microbiologiques.....	38
	Conclusion.....	41
	Proposition d'amélioration de la qualité des laits fermentés artisanaux.....	42
	Références bibliographiques.....	49
	Liste des illustrations.....	52
	Liste des tableaux.....	53
	Annexes.....	54

## Introduction

Le lait et les produits laitiers constituent la base de l'alimentation dans plusieurs pays. Largement apprécié par le consommateur, le lait s'avère l'ingrédient essentiel de nos aliments.

Aliment hautement nutritif par sa richesse en protéines, glucides, lipides, vitamines et sels minéraux (Aggat et al, 2009; Ahmed et al, 2010), le lait et ses dérivés ont bien d'autres vertus. Le lait caillé en particulier, par son action sur la flore normale de l'homme participe à la sauvegarde de celle-ci (Passebecq, 1987). Seul ou en association avec certaines plantes et autres produits animaux, le lait et ses dérivés sont utilisés comme drogue en médecine traditionnelle et pharmacopée pour le traitement de certaines maladies (carie-dentaire, azoospermie, oligospermie, rougeole, ictère et blennorragie) (A.C.C.T, 1989).

Au Togo, le besoin national en lait est de 15000 tonnes par an et la production qui ne couvre que 26% n'est que l'apanage de quelques éleveurs peuhl. La production laitière de 4000 tonnes reste insignifiante par rapport au besoin de la consommation de la population et le déficit est compensé par les importations (Yao, 2008).

En Afrique occidentale, l'une des principales formes de consommation du lait est le lait caillé (Sémasaka, 1986). Il appartient au groupe des laits fermentés.

Le lait fermenté est l'un des plus populaires aliments fermentés; il est depuis toujours traditionnellement consommé dans de nombreux pays (Nakasaki et al, 2008).

Il est obtenu à température ambiante, par une acidification spontanée résultant de la prolifération de la flore banale de contamination du lait cru de vache laitière. Peu de données bibliographiques sont relatives à des fabrications similaires, réalisées en climat tropical à partir de lait cru, sans précaution élémentaire d'hygiène.

Cependant, à cause de sa richesse en éléments nutritifs, cette denrée est un milieu de culture et de protection pour plusieurs microorganismes y compris les microorganismes pathogènes pour l'humain (Vignola, 2002).

Au Togo le fermenté est en majorité préparé par une multitude de commerçants. Ces derniers sont composés des Nigériens, des Burkinabés et les éleveurs peuhl Togolais.

Contaminé, il peut être un vecteur de transmission de germes pathogènes à l'homme et peut présenter un risque pour sa santé.

Selon l'OMS (2006), la sécurité sanitaire des aliments se présente aujourd'hui comme un véritable problème de développement en ce sens qu'elle est fortement associée au niveau de développement. L'absence de l'hygiène des aliments en amont et en aval de la transformation, tout le long de la chaîne alimentaire donne au problème hygiénique une importance capitale et provoque depuis quelques années, une réelle prise de conscience des dangers. Si, dans l'ensemble, la sécurité alimentaire des aliments a fait des progrès, l'amélioration est inégale et des flambées de maladies d'origine alimentaire,

dues à une contamination par des micro-organismes, des substances chimiques ou des toxines, sont courantes dans nombreux pays.

Alors que la protection de la santé humaine constitue une préoccupation primordiale, l'hygiène doit être placée à un niveau tel que les aliments offerts dans les restaurants et ceux de rue ne puissent, en aucun cas, constituer un danger pour la santé des convives.

L'analyse microbiologique du lait et produits laitiers est une étape importante qui vise, d'une part, à conserver leurs caractéristiques organoleptiques et sensorielles, donc d'allonger leur durée de vie et, d'autre part, à prévenir les cas d'empoisonnement alimentaire liés à la présence des microorganismes pathogènes et à leur transmission au consommateur (Vignola, 2002)

La présente étude se propose d'évaluer les qualités chimique et hygiénique des laits fermentés artisanaux vendus dans la ville de Lomé. Elle pourrait contribuer à une meilleure connaissance de la qualité de ces denrées pour la protection du consommateur étant donné que l'hygiène alimentaire est un facteur essentiel pour la santé publique.

Les résultats de notre étude pourraient fournir aux autorités responsables des arguments pour l'introduction ou le renforcement des standards de production, de traitement, de transformation et de vente des laits fermentés.

Cette étude pourrait servir aussi d'outil de sensibilisation et de formation aux acteurs de la filière laitière sur les bonnes pratiques d'hygiène afin d'améliorer la qualité hygiénique de ces denrées. Ainsi, on pourrait sûrement rendre un service adéquat aux consommateurs en les prévenant des risques d'infections et de toxi-infections et partant des maladies diarrhéiques et autres problèmes de santé liés à la consommation de ces aliments.

Le plan de ce travail se présente comme suit:

Après la problématique, la première partie bibliographique présente les généralités sur le lait en général, sa microflore, les produits laitiers et les laits fermentés en particulier. La deuxième partie expérimentale porte sur le matériel et méthodes, les analyses chimiques et microbiologiques effectuées au Laboratoire de Microbiologie et de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires (LMCQDA) de l'Université de Lomé. La troisième partie traite les résultats obtenus ainsi que leur interprétation suivis d'une discussion. Enfin, la quatrième partie est réservée à la proposition d'une action pour l'amélioration des laits caillés à Lomé.

## 1 Problématique

Chaque jour, des millions de personnes sont malades et des milliers de maladies d'origine alimentaire qui auraient pu être évitées (OMS, 2006).

Les maladies alimentaires sont largement répandues aussi bien dans les pays développés que dans les pays en voie de développement. Néanmoins, il est difficile d'estimer l'incidence, puisque ces maladies sont pour la plupart sporadiques et échappent souvent à la notification. Selon l'OMS, moins d'1 % des maladies d'origine alimentaire est notifié dans les pays en développement. Il est reconnu que le lait est un bon vecteur pour les maladies d'origine alimentaire, et cela pour plusieurs raisons: le lait provient des animaux qui ont le potentiel de porter les maladies transmissibles à l'homme et les propriétés physiques et chimiques du lait présentent dans certaines conditions (température, temps, composition chimique...) un milieu favorable pour la prolifération des germes pathogènes et de contamination.

Il existe aussi plusieurs maladies qui sont transmissibles de l'animal à l'homme (brucellose, tuberculose,...) par le lait, mais on note aussi en même temps la possibilité de transmission des pathogènes entre les hommes à travers les aliments (*E. coli*, *S. aureus*,...).

Aussi, entre les bactéries du lait et des produits laitiers, il existe des formes opportunistes et des formes qui peuvent provoquer des infections ou des intoxications chez l'homme. La plupart de ces germes peuvent être éliminés par des technologies de préservation adéquates, par exemple un traitement thermique (pasteurisation, chauffage) et dans une moindre mesure la fermentation. Dans les pays développés, la pasteurisation est une des méthodes bien établies mais rarement pratiquées dans les pays du sud surtout dans les systèmes traditionnels. Néanmoins la fermentation reste la technologie la plus utilisée dans les systèmes traditionnels en général et en milieu rural en particulier où la chaîne de froid fait défaut. Malheureusement, elle est conduite de manière artisanale ou traditionnelle ayant recours à des ferments lactiques provenant de lait fermenté de la veille, et susceptible d'être une source de contamination.

En effet, le lait constitue un émonctoire pouvant renfermer les germes de contamination endogène comme exogène et des résidus toxiques (Ngerageze, 1988). Selon Pissang (1992), au Togo, le lait, matière première pour la fabrication du lait fermenté artisanal est fortement contaminé, que ce soit celui de la ferme que celui des points de vente.

Bien que le processus de fermentation soit reconnu comme réduisant les germes pathogènes, préparés dans des conditions douteuses, les laits fermentés artisanaux sont susceptibles de transmettre des maladies: infections, toxi-infection, intoxications et intoxications alimentaires pouvant affecter la santé humaine. Au Togo, à notre connaissance, aucune étude exhaustive concernant la qualité hygiénique des laits fermentés artisanaux n'a encore fait l'objet de publication. Par conséquent les consommateurs manquent d'informations sur les dangers et risques de ces denrées pouvant leur permettre de les consommer en toute quiétude. Ainsi, les cas ne sont pas en général déclarés du fait que ceux-ci ne font que, très rarement la relation de cause à effet lors de troubles digestifs d'intensité moyenne ou des maladies diarrhéiques survenues à la suite de la consommation de ces laits

fermentés. Quelques auteurs ont montré les problèmes de santé liés à la consommation de ces laits lorsqu'ils ne sont pas préparés dans des conditions technologique et hygiénique adéquates.

Au Sénégal par exemple, des centaines de cas d'intoxication par consommation de crèmes glacées au restaurant universitaire (1986-1987) et du lait caillé dans les quartiers de Dakar sont enregistrés (Soleil, 1991).

Au Togo, à Pagouda, on comptait en 1987, 48 personnes (enfants de 4 à 10 ans) dont un mort, victimes d'une intoxication alimentaire après consommation des sucettes fermentés de type yaourt (Loutou, 1989). Ces dernières années, la vente des laits fermentés à Lomé est devenue une activité très passionnée des éleveurs peulh eu égard à son intérêt non seulement nutritionnel mais aussi générateur de revenus pour la famille mais de qualité hygiénique douteuse.

Bien que les gouvernements du monde entier fassent de leur mieux pour améliorer la sécurité sanitaire des aliments, la prévalence des maladies d'origine alimentaire reste un problème important de santé publique dans les pays développés que ceux en développement. Si la charge de ces maladies est le plus mieux documentée dans les pays développés, leurs conséquences pour les pays en développement n'en sont pas moins extrêmement graves, en termes de souffrances humaines comme de charge sur les systèmes de soin (OMS, 2006).

C'est dans ce contexte que nous nous proposons d'évaluer la qualité chimique et microbiologique des laits fermentés artisanaux vendus dans la ville de Lomé.

Objectif général: mettre en évidence la qualité chimique et hygiénique des laits fermentés artisanaux vendus dans la ville de Lomé.

Objectifs spécifiques:

- déterminer le pH et l'acidité titrable des échantillons de lait fermenté provenant de Zongo BTCl et Zongo Agoè;
- déterminer la charge bactérienne de ces échantillons;
- apprécier la qualité chimique des échantillons de lait fermentés analysés
- apprécier le niveau de contamination suivant les germes de ces échantillons;

Pour atteindre ces objectifs, des activités suivantes ont été effectuées:

- premièrement, une étude bibliographique suivie d'une visite de terrain ont permis de cibler les zones de production du lait ainsi que les différents points de vente des laits fermentés dans la ville de Lomé;
- deuxièmement, les échantillons des laits fermentés artisanaux ont été récoltés et analysés au laboratoire de microbiologie et de contrôle de qualité des denrées alimentaires de l'université de Lomé;

- enfin, les données recueillies ont été analysées en utilisant une analyse de variance (ANOVA) à un facteur au seuil de significativité fixé à  $p = 0,05$  et la qualité chimique et hygiénique de ces denrées alimentaires a été appréciée selon les critères appliqués aux laits fermentés du Journal officiel de la République française du 19 janvier 1980).

## 2 Revue de littérature

Le lait fermenté est préparé généralement à partir du lait de vache laitière. Il appartient cependant au groupe des laits fermentés. Afin de situer le sujet dans son contexte, la première partie portera sur la définition de quelques concepts; Ensuite, seront présentés les généralités sur le lait et l'intérêt de la recherche des microorganismes; la partie suivante fera le point sur le lait et les produits laitiers au Togo puis la production et la commercialisation des laits caillés artisanaux à Lomé.

### 2.1 Définition des concepts

#### 2.1.1 *Le Lait*

Plusieurs définitions sur le lait ont été proposées mais dans cette présente étude nous retenons la définition suivante:

Selon le Congrès International de Genève sur la Répression des Fraudes « le lait est le produit intégral de la traite totale ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir du colostrum » (Luquet, 1985).

Certes, cette définition correspond très rarement à celle du lait de chez nous; celui-ci n'étant que la denrée obtenue par la traite d'une femelle laitière; cependant il conviendrait de la retenir comme objectif de progrès, car cette définition contient à la fois les impératifs de bonne santé, de bonne alimentation de la laitière, les impératifs technologiques et de qualités hygiéniques.

Toutes les autres définitions postérieures n'ont fait qu'insister sur certaines particularités d'origine, de traitement subi ou de mode de conditionnement.

Le lait sans précision de l'espèce est du lait de vache.

#### 2.1.2 *Lait fermenté*

Le lait fermenté est un produit laitier obtenu par la fermentation du lait, lequel peut avoir été fabriqué à base de produits obtenus à partir de lait avec ou sans modification de composition, par l'action des micro-organismes appropriés et résultant dans la réduction du pH avec ou sans coagulation. Ces levains (micro-organismes) doivent être viables, actifs et abondants dans le produit à la date de durabilité minimale. Si le produit subit un traitement thermique après la fermentation, l'exigence de la viabilité des micro-organismes ne s'applique plus (OMS/FAO, 2010).

#### 2.1.3 *Qualité*

La qualité est définie selon la méthode des quatre « S » Broutin et al. Cité par Diby (2005)

- la santé qui renvoie à la composition nutritionnelle;
- la sécurité qui renvoie aux aspects réglementaires et sanitaires (bactériologie, toxicologie, pollution);

- le service qui vise à améliorer les conditions de commercialisation, la distribution, la facilité de préparation;
- la satisfaction qui prend en compte la qualité organoleptique et la valeur symbolique.

#### 2.1.4 Hygiène

L'hygiène est l'ensemble des règles mises en pratique pour favoriser le développement de l'homme en particulier celles qui tendent à préserver et à améliorer sa santé. Le milieu du XVI<sup>e</sup> siècle voit apparaître pour la première fois le mot « hygiaine » dans le langage médical, par Ambroise Pare. Ce mot tiré d'une racine grecque (hémobiologie, hémô = sang, bios = étude, science de...) a donné naissance à un substantif « santé » et à un verbe « se bien porter ». Cette notion de prévoyance qui s'opposait à celle du traitement des affections correspond à la prévention, à la prophylaxie des maladies, tant celles des ouvriers que celles des consommateurs.

L'hygiène est un terme général. Elle regroupe l'ensemble des mesures et précautions prises par l'homme pour préserver sa santé. Ces mesures sont de différentes natures, allant de l'exercice physique quotidien harmonieux et modéré au contexte intellectuel et sentimental (hygiène corporelle, hygiène mentale)<sup>1</sup> (Rosier et al., 1985).

L'hygiène de l'alimentation constitue un aspect très important de la vie des humains. Elle se décompose d'une part en plusieurs éléments qui sont: l'aliment d'une part et la façon de s'en servir d'autre part. Il s'agit d'une question de diététique (étude du régime alimentaire et sa répartition dans la journée) (Diby, 2005).

L'hygiène des aliments est donc définie comme un ensemble des conditions et mesures nécessaires pour assurer la sécurité et la salubrité des aliments à toutes les étapes de la chaîne alimentaire.

## 2.2 Généralités sur le lait

### 2.2.1 Les caractéristiques du lait

Ces caractéristiques concerneront:

---

<sup>1</sup>Source [http://fr.encyclopedia.yahoo.com/article/so/so\\_442\\_p0.htm](http://fr.encyclopedia.yahoo.com/article/so/so_442_p0.htm) le 21/05/2012



❖ *La composition du lait*

Le lait est un aliment presque complet. C'est un système complexe constitué d'une solution vraie, d'une solution colloïdale, d'une suspension colloïdale et d'une émulsion (Vignola, 2002). Le tableau 1 suivant montre la dimension approximative de chacun des constituants solides majeurs du lait. Il est, par ses propriétés physico-chimiques un milieu très favorable à la multiplication des microorganismes<sup>2</sup>.

Tableau I: Etat physico-chimique du lait de vache

Constituants	Dimension	Emulsion <sup>3</sup>	Solution colloïdale	Suspension colloïdale <sup>4</sup>	Solution vraie <sup>5</sup>
Matière grasse	10 <sup>-5</sup> à 10 <sup>-6</sup>	X			
Micelles de caséines	10 <sup>-7</sup> à 10 <sup>-8</sup>			X	
Protéines du sérum	10 <sup>-8</sup> à 10 <sup>-9</sup>		X		
Glucides	10 <sup>-9</sup> à 10 <sup>-10</sup>				X
Minéraux	10 <sup>-9</sup> à 10 <sup>-10</sup>				X

Source: Vignola, 2002

Tableau II: composition générale du lait de vache<sup>6</sup>.

Constituants majeurs	Variations limites (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85,5-89,5	87,5
Matière grasse	2,4-5,5	3,7
Protéines	2,9-5,0	3,2
Glucides	3,6-5,5	4,6
Minéraux	0,7-0,9	0,8
<b>Constituants mineurs:</b> Enzymes, vitamines, pigments, cellules diverse, gaz		

Source: Vignola, 2002

<sup>2</sup> Auteurs cités par N'zi Clément DIBY dans son mémoire

<sup>3</sup> Mélange d'une phase dispersée liquide non solubilisée, présente sous forme de très fines gouttelettes dans une phase dispersante liquide

<sup>4</sup> Mélange constitué d'une phase dispersée solide non solubilisée, présente sous forme de très fines particules solides dans une phase dispersante liquide

<sup>5</sup> Mélange de substances liquides ou solides solubilisées, appelées soluté dans un solvant liquide

<sup>6</sup> Par convention, le symbole «%» utilisé seul représente un pourcentage en masse dont l'unité est le gramme par cent gramme (g/100g). Si on utilise d'autres unités, le symbole doit l'indiquer soit %m/v ou %v/v.

D'une manière générale, le lait comprend quatre types de constituants majeurs qui sont: les lipides, constitués essentiellement de graisses ordinaires (triglycérides), les protides (caséines, albumines et globulines), les glucides, essentiellement le lactose, les sels. Mais de nombreux autres constituants sont présents en quantité minime comme vitamines, enzymes, nucléotides, gaz dissouts; dont certaines ont une grande importance en raison de leur activité biologique.

Cette composition varie selon différents facteurs liés généralement aux animaux. Les principaux sont: l'individualité, la race, les périodes de lactation, l'alimentation, la saison, l'âge et l'espèce (Vignola, 2002).

#### ❖ *Caractéristiques organoleptique du lait*

Fraichement extrait de la mamelle, le lait est un liquide de couleur blanc-mate opaque grâce aux micelles de caséines. Il peut être bleuté ou jaunâtre quand il est riche en lactoflavine.

Son odeur est faible en général et est variable en fonction de l'alimentation de la femelle productrice.

Il a une saveur faiblement sucrée en raison de sa richesse en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose.

Sa viscosité est variable en fonction de l'espèce animale. Le lait des monogastriques est plus visqueux que celui des polygastriques. Dans la même espèce, le lait est d'autant plus visqueux qu'il contient plus de colostrum dont la présence en son sein le rend impropre à la consommation.

Le lait doit être propre c'est-à-dire ne pas contenir d'éléments figurés. Son homogénéité n'est qu'apparente car laissé pendant une journée à la température ambiante, le lait présente trois couches distinctes: le crème résultant d'un rassemblement des globules gras, le caillé conséquence de l'activité microbienne et le sérum ou petit lait (Alais, 1984).

#### 2.2.2 *Quelques caractéristiques physico-chimiques du lait*

##### ❖ *Densité du lait*

La densité n'est pas constante pour une même espèce. Elle dépend de la richesse du lait en éléments dissouts et en suspension ainsi que de la teneur en matière grasse.

Elle est également variable en fonction de la température. A 20° C, la densité des laits individuels peut prendre des valeurs entre 1.030 et 1.033. Elle avoisine 1.032 pour les laits de mélange (Alais, 1984).

La densité du lait fraîchement extrait de la mamelle est instable et tend à augmenter avec le temps.

Sa mesure à elle seule ne permet pas toujours la détection des fraudes dans la mesure où on peut combiner écrémage et mouillage et avoir une densité normale.

La notion de densité est aujourd'hui de plus en plus délaissée pour la masse volumique qui ne fait pas référence à l'eau.

### ❖ *Le pH du lait*

Le pH d'un lait frais se situe entre 6,6 et 6,8. Il mesure la concentration des ions  $H^+$  en solution. Les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement sa stabilité, du fait que c'est le pH qui influence la solubilité des protéines, c'est-à-dire l'atteinte du point isoélectrique. Un lait ayant une acidité développée importante aura un pH inférieur à 6,6 à cause de l'acide lactique (Vignola, 2002).

Deux laits peuvent avoir les pH identiques, c'est-à-dire être dans un même état de fraîcheur, mais avoir des acidités titrables différentes. De même, deux laits peuvent avoir des acidités de titration identiques soit la même concentration de composés acide mais avoir des pH différents.

Le lait mammiteux est alcalin du fait de sa forte teneur en albumine, d'une baisse de caséine. On le retrouve inférieur à 5 avec la fermentation (Seydi, 1982).

La mesure du pH est faite par le pH-mètre ou par, colorimètre avec des indicateurs de pH, cette dernière méthode étant moins précise.

### ❖ *Acidité du lait*

Dès sa sortie du pis de la vache, le lait démontre une certaine acidité qui est due principalement à certains composés notamment:

- la caséine;
- les substances minérales et les acides organiques;
- les réactions secondaires des phosphates;
- l'acide organique, le plus souvent l'acide citrique

On l'appelle l'acidité apparente ou acidité naturelle du lait. Elle varie entre 0,13 et 0,17 % d'équivalent d'acide lactique. Le lait peut avoir un comportement à la fois acide et basique en raison des protéines dont les acides aminés possèdent des groupements acide  $COOH$  et des groupements basiques  $NH_2$  sur leurs chaînes latérales. Les phosphates sous leurs différentes formes y sont également impliqués. A la sortie du pis de la vache, le lait ne contient que 0,002% d'acide lactique. Cependant, en se développant les bactéries lactiques vont former de l'acide lactique par fermentation du lactose. Cette acidité conduit ainsi à la dénaturation des protéines, c'est l'acidité développée. Il en résulte l'acidité de titration qui est une mesure des deux acidités définies précédemment (Vignola, 2002).

## 2.3 Caractéristiques microbiologiques du lait

Le lait est riche en éléments nutritifs favorables à l'entretien et à la multiplication de la plupart des micro-organismes dont les origines sont très variées. Sa flore est très hétérogène et peut comprendre des bactéries, des virus et des mycètes. On peut diviser cette flore en deux groupes notamment la flore originelle et la flore de contamination.

### 2.3.1 La flore originelle ou indigène<sup>7</sup>

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml). Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores (microcoques, streptocoques lactiques et lactobacilles) (Hermier et al., 1992 et Larpent, 1991).

Des microorganismes tels que les mammites peuvent se retrouver dans le lait lorsqu'il provient d'un animal malade. Ces germes sont dangereux et pathogènes du point de vue sanitaire. Les mammites sont des infections du pis provoquées par *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* et *Corynebactéries pyogènes*.

Les germes d'infection générale qui peuvent passer dans le lait et provenant du sang et de l'animal sont: *Brucella*, agent de la fièvre de Malte, *Bacillus anthracis*, agent du charbon (Fukushima et al., 1984). Ils sont pathogènes pour l'homme.

### 2.3.2 La flore de contamination

Le lait au cours de la traite, du stockage à la ferme et du transport à l'usine peut être contaminé par une grande variété de microorganismes, si la chaîne de froid est rompue. La flore de contamination est subdivisée en deux sous groupes à savoir la flore non pathogène, responsable de l'altération des caractéristiques organoleptiques et sensorielles du lait et la flore pathogène, dont l'ingestion peut causer différentes pathologies chez l'homme; la gravité et l'évolution de ces pathologies dépendent de l'agent pathogène en cause et de l'état de santé de la personne.

#### ❖ La flore d'altération

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

#### ❖ La flore pathogène

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

Les bactéries les plus importantes de cette flore sont le plus souvent mésophiles. Ce sont principalement les microorganismes suivant: *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium*

---

<sup>7</sup> La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis.

*botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shygella sonei* et certaines moisissures (Vignola, 2002).

### 2.3.3 Les ferments lactiques ou flore lactique

La flore lactique fait partie de la flore normale de lait et se caractérise par son aptitude à fermenter le lactose avec production de l'acide lactique et donc, abaissement de pH. Il s'agit des ferments ou levains lactiques constituant ainsi un groupe diversifié, ayant néanmoins un certain nombre de caractéristiques communes: ils fermentent les sucres en produisant principalement de l'acide lactique, ils sont Gram positifs, ils sont catalases-négatifs, ils sont hétérotrophes (Champagne, 1998). L'ensemble de ces caractères permet aux bactéries lactiques un développement plus rapide que les autres espèces considérées comme nuisibles (Saied Kouda et Boudagous, 1994). Très peu d'espèces résistent à la pasteurisation.

Selon la classification de Bergey, les bactéries lactiques se retrouvent dans les groupe 17 (coques Gram positives), 19 (bâtonnets réguliers Gram positifs, non sporulant). Et parmi les 11 genres bactériens qu'on peut considérer comme bactéries lactiques, seuls les genres *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* et *streptococcus* sont les plus communément utilisés dans la fermentation lactique des produits laitiers (Vignola, 2002).

Cependant dans la fabrication de lait fermenté, ce sont les genres *Streptococcus* et *Lactobacillus* qui sont employés. Ces bactéries jouent un rôle très important dans le lait.

Le genre *Streptococcus* joue un rôle de conservateur dans le lait. En effet, les streptocoques produisent des antibiotiques inhibiteurs d'autres germes: *Streptococcus lactis* et *cremoris* élaborent respectivement la nisine et la diplococcine, antibiotiques inhibant les bactéries Gram positives comme les streptocoques, les staphylocoques, les clostridies et les mycobactéries. Ce sont également des initiateurs de l'acidification et du caillage en laiterie et en fromagerie. Ce rôle est surtout dévolu à *Streptococcus lactis* pour le caillage naturel et à *Streptococcus thermophilus* pour le caillage industriel.

Ils interviennent enfin dans l'aromatisation des produits laitiers: *Streptococcus lactis* var *diacetylactis*, élabore à partir de citrates, l'acétoïne qui s'oxyde en diacétyle responsable du bon arôme des produits laitiers.

Quant aux lactobacilles, ce sont des agents de fermentation très utilisés en laiterie. Ils peuvent acidifier le lait jusqu'à un pH inférieur à 3,5. Le *Lactobacillus bulgaricus* est utilisé dans la fabrication des laits fermentés, le *Lactobacillus casei* dans celle du fromage, le *Lactobacillus lactis* dans celle du beurre et le *Lactobacillus cremoris* dans celle de crème. Ils jouent également un rôle important dans l'aromatisation. A côté de l'action inhibitrice de l'acide lactique, ces ferments élaborent la lactobacilline de KODAMA (eau oxygénée) qui entrave à la fois la croissance des germes Gram négatifs (*Pseudomonas*, *Salmonella*) et des germes Gram positifs (*Staphylococcus*).

En résumé, notons que les bactéries lactiques sont utilisées pour fabriquer bon nombre de produits fermentés et notamment des produits laitiers (fromage, yaourt, Kéfir...), mais aussi des légumes (choucroute, olives, cornichons), alcool (vin, cidre, bière), charcuteries (jambon, saucissons) et pains au levain etc. La fermentation confère aux aliments une saveur et une texture particulière, permet de mieux les conserver et apporte aussi certains bénéfices nutritionnels et de santé. Si cette pratique était à l'origine intuitive, ses bases scientifiques sont aujourd'hui mieux comprises. L'évolution des connaissances conduit à la sélection et au développement de nouvelles souches des bactéries lactiques aux propriétés spécifiques.

## 2.4 Intérêt de la recherche des microorganismes

La recherche des microorganismes a triple intérêt:

### 2.4.1 Intérêt hygiénique

L'indigestion d'un lait caillé de mauvaise qualité hygiénique peut entraîner des risques de contamination et d'intoxication pour le consommateur. Ainsi, la recherche des germes à tous les niveaux de la chaîne de fabrication permet d'évaluer la nature et la charge en germes de la denrée. Ce qui contribue à réduire le plus possible les niveaux de contamination et de prolifération microbienne. Car les défauts qui peuvent échapper à l'inspection directe, se révèlent souvent à l'examen microbiologique (Serres et al, 1973).

### 2.4.2 Intérêt nutritionnel

Chez le jeune, le lait constitue un aliment privilégié ayant pour rôle de prendre le relais après la naissance du sang maternel qui nourrissait jusqu'alors le fœtus. Il présente des qualités particulières lui permettant de satisfaire la totalité des besoins nutritifs, d'entretien et de croissance. Chez l'adulte, le lait sous les multiples formes qu'il peut être consommé, représente à tous les âges un aliment de choix par sa richesse en nutriment, sa facilité de digestion et d'absorption. Mais pour que ceux-ci (lait et dérivés) gardent leurs vertus d'aliments nutritifs, ils doivent être d'une bonne qualité microbiologique. S'ils sont contaminés par des germes protéolytiques ou lipolytiques, ils perdront de leur valeur alimentaire. Cette diminution s'accompagnera également de la détérioration de leur qualité organoleptique (action néfaste des *Coliformes*, *Protéus* et des levures). D'où l'intérêt de la recherche des microorganismes dans le lait et ses dérivés.

### 2.4.3 Intérêt technologique

Cet aspect tient compte aussi bien de l'efficacité de fabrication que de l'acceptation commerciale.

Du point de vue efficacité de fabrication, il faut noter que la qualité microbiologique reste un bon indice pour caractériser l'aptitude d'une denrée à la fabrication et à la conservation. A ce propos, la pasteurisation ne change pas un mauvais lait cru en bon lait pasteurisé. Il est également inutile de

conserver par le froid un lait très contaminé, le froid n'étant pas bactéricide. La température joue toute fois un rôle très important pour la conservation des laits peu contaminés. La fabrication fera donc intervenir la durée et la température de pasteurisation pour être efficace. D'où l'intérêt de la connaissance de la charge du produit en germes.

Dans la plupart des cas, les causes des accidents de fabrication (défaut de goût, d'apparence et de texture) sont représentées:

- soit par la contamination des levures et moisissures, des germes lipolytiques et les coliformes;
- soit par un traitement thermique insuffisant ou trop sévère;
- soit par un mauvais choix dans les ferments, ou en un ensemencement trop faible.

Du point de vue acceptabilité commerciale, le contrôle microbiologique régulier présente un grand intérêt pour les industriels, car il leur garantie une source de profit à plusieurs niveaux:

- augmentation des ventes et des exportations: un produit de bonne qualité fait lui-même sa publicité et permet de conquérir de nouveaux marchés. Les laits caillés ne peuvent échapper à cette loi;
- diminution de pertes: les risques d'incidents technologiques augmentent la contamination en micro-organismes. L'utilisation des matières premières de bonne qualité microbiologique réduit donc les risques de pertes.

## 2.5 Norme microbiologique d'acceptation des laits fermentés

La sécurité des consommateurs et la durée de conservation des denrées alimentaires sont étroitement liées à la flore microbienne.

Ainsi, le but de l'établissement des normes microbiologiques est de protéger la santé des consommateurs. Elles sont également utiles pour l'application des lois et règlements concernant le contrôle des aliments, ainsi que lors d'échanges commerciaux entre pays.

Les critères de qualité chimique et microbiologique adoptés dans cette étude sont tirés de la norme pour les laits fermentés citée par Alais (1985) comme l'indique le tableau 2 ci-dessous.

Tableau III: critère chimique et microbiologique des laits fermentés (Journal officiel de la République française du 19 janvier 1980).

Paramètres	Normes
<b>Chimiques</b>	
pH	≤ 4,5
Acidité titrable	≥ 120
<b>Microorganismes</b>	
Coliformes totaux	10/g
<i>E. coli</i>	1/g
<i>Salmonella</i>	absence dans 25g
<i>S.aureus</i>	≤ 100 dans 1 g
Levures et moisissure	moins de 100 dans 1g

## 2.6 Le lait et les produits laitiers au Togo

Comme les autres pays du monde et d'Afrique en particulier, le Togo est un pays producteur mais surtout consommateur du lait et les produits laitiers. Ces derniers sont comptés parmi les denrées alimentaires de première nécessité.

Ce chapitre fera un bref aperçu sur les productions animale et laitière au Togo et les principaux types de produits laitiers rencontrés sur les différents marchés de la capitale. Il analysera ensuite la technique de fabrication du lait fermenté, son circuit de commercialisation et sa consommation dans la ville de Lomé. Cette analyse permettra de faire une évaluation des risques liés à la consommation de cette denrée et les mesures nécessaires à prendre pour limiter ces risques afin de garantir la santé des consommateurs.

### 2.6.1 Les productions animale et laitière au Togo.

Pays de l'Afrique occidentale, le Togo s'étend sur 56.600 km<sup>2</sup>. Il est limité au Nord par le Burkina Faso, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Est par le Bénin et le Ghana à l'Ouest. D'un climat de type soudano-guinéenne, le Togo comporte au Sud deux saisons de pluie allant de Mars à Juillet et de Septembre à Novembre, et deux saisons sèches allant de Novembre à Mars et Juillet à Septembre puis au Nord, une saison sèche allant de Novembre à Mars et enfin, une saison de pluie (Avril à Octobre).

Un ensemble de montagnes (chaînes de l'Atakora au Nord, plateaux Akposso et monts Agou au Sud) et des plaines constituent son relief (Ngerageze, 1988)<sup>8</sup>.

Avec 6.191.155 habitants<sup>9</sup> selon le quatrième recensement général de l'habitat et de la population de 2010, la population togolaise est à 90% rurale (OMS, 1991).

<sup>8</sup> Auteur cité par PISSANG dans son document

<sup>9</sup> Source: Direction Générale de la Statistique et de la Comptabilité Nationale (DGSCN)/Togo



L'activité agropastorale constitue la base de l'économie du pays. L'élevage à caractère purement traditionnel est laissé aux peulh qui assurent le gardiennage des troupeaux. Notons toute fois que la production animale orientée actuellement vers les petits ruminants demeure insuffisante pour les besoins du pays<sup>10</sup>.

Selon Amegee cité par Pissang (1992) l'élevage bovin est composé quasi exclusivement de races locales qui sont très faibles productrices de lait.

La production laitière étant insuffisante à la consommation, le déficit est comblé par les aides (1981 et 1985: 3830 tonnes de lait en poudre accordés par le Programme Alimentaire Mondial des Nations Unies; et le C.R.F: Catholic Relief Service-Catwell) et les importations<sup>11</sup>.

### 2.6.2 *Le lait et les produits laitiers au Togo.*

Une gamme de produits laitiers se rencontre sur le marché togolais. Il s'agit notamment:

- de lait de vache, cru et frais dont la commercialisation est assurée par les peulh;
- des laits pasteurisés et stérilisés qui proviennent de l'importation;
- des crèmes glacées et yaourt qui constituent les produits les plus consommés surtout par les jeunes. Ils sont de fabrication artisanale (assurée par les épouses au foyer) et industrielle;
- des fromages qui sont de fabrication artisanale à partir de lait cru de vache et très souvent de lait reconstitué mais aussi industrielle issue de l'importation;
- enfin, les laits fermentés sur lesquels porte notre étude qui sont produit exclusivement de manière traditionnelle et donc artisanale.

Toute cette gamme de lait et produits laitiers excepté les laits fermentés a fait l'objet de l'évaluation de la qualité microbiologique<sup>12</sup>.

## 2.7 Les laits fermentés: production et commercialisation dans la ville de Lomé.

Lomé, la capitale du Togo a une population estimée à 837 437 habitants<sup>13</sup> en 2010. C'est la plate-forme de la vie économique du Togo. Sa situation côtière et son rôle de capitale politique et économique fait d'elle une ville à forte concentration humaine avec des problèmes d'hygiène, d'assainissement et d'accessibilité à l'eau potable (voir la carte en annexe).

### 2.7.1 *Généralités sur les laits fermentés.*

Le lait fermenté est un lait acidifié obtenu par fermentation naturelle (lait cru), ou après ensemencement à l'aide de levains lactiques préparés à l'avance (cas de lait caillé obtenu à partir de lait reconstitué), avec ou sans addition de présure (Pissang, 1992).

---

<sup>10</sup> Document de synthèse publié en mars 1989 par le Ministère de la santé publique, des affaires sociales et de la condition féminine, Ministère du plan et des mines, Ministère du développement rural.

<sup>11</sup> Auteur cité par PISSANG dans son document

<sup>12</sup> Voir l'étude réalisée par PISSANG pour plus de détails sur la qualité microbiologique de ces denrées alimentaires.

<sup>13</sup> Source : Direction Générale de la Statistique et de la Comptabilité Nationale (DGSCN)/Togo

En Afrique occidentale, l'une des principales formes de consommation du lait est le lait caillé (Semaka, 1986). Appartenant au groupe des laits fermentés, le lait caillé est depuis toujours traditionnellement consommé dans de nombreux pays (Nakasaki et al., 2008).

Le Sénégal a produit 123,5 millions de litres de lait en 1983; et une grande partie de ce lait a été autoconsommée sous forme de lait caillé (Sémaka, 1986). En Cote d'Ivoire, cette denrée, du fait de son coût accessible à toutes les bourses, occupe de plus en plus une part importante dans les habitudes alimentaires des habitants de Yamoussoukro (Abidjan) (Katina et al., 2012).

Au sahel et plus particulièrement au Tchad, le lait caillé est très prisé et occupe également une place importante dans les habitudes alimentaires des Tchadiens.

### *2.7.2 Importance socioculturelle et intérêt nutritionnel des laits fermentés*

#### *❖ Importance socioculturelle*

En Afrique, faute de moyens de conservation efficaces, le lait cru n'est que rarement commercialisé. Cependant, les éleveurs fabriquent des produits issus de la fermentation du lait éventuellement suivi de barattage. On note une diversité de techniques laitières dans la culture des peuples de pasteurs et les usages alimentaires ou cosmétiques des produits laitiers correspondent à des habitudes très anciennes. Ces pratiques demeurent d'ailleurs de nos jours très présentes dans nos villes africaines (Aubert, 1992). Le lait fermenté revêt et témoigne des différents traits de culture des peuples du sahel, essentiellement pasteurs de tradition. Le lait demeure un facteur essentiel dans la détermination de l'organisation sociale et familiale, dans le mode d'alimentation, dans les échanges, dans le développement et l'appropriation des techniques, dans la culture et ses représentations rituelles et symboliques. Cette importance socioculturelle est d'autant plus grande qu'elle est présente surtout chez les peuhls. En effet, le concept de lait dans la vie familiale, est l'un des principaux facteurs de reproduction du « pulaku », ce sentiment primordial d'appartenir à l'ethnie peuhl, sentiment qui inspire tous les comportements permettant au peuhl, berger par excellence, de se réaliser en tant que membre d'une communauté spécifique (Mounkala, 2002).

#### *❖ Intérêt nutritionnel des laits fermentés*

Les produits laitiers fermentés ajoutent aux qualités nutritionnelles du lait utilisé leurs propriétés propres. En particulier, l'acidification constitue du point de vue hygiénique un atout majeur. En effet, elle prévient la croissance de la plupart des germes pathogènes et assure, par de moyens qui peuvent être très simples, la conservation du lait.

Traditionnellement, et plus particulièrement depuis les travaux de Metchnikoff sur le yaourt au début de ce siècle, les produits laitiers fermentés jouissent d'une image positive quant à leur relation avec la santé. Cependant, il aura fallu attendre les années 80 pour que des faits scientifiques établissent certaines de ces propriétés. La plupart de ces travaux ont porté sur le yaourt, produit répandu, de flore

simple et bien connue, pour laquelle il a été rapidement montré qu'elle était capable de survivre pendant son passage dans l'intestin, sans toute fois s'y implanté (FAO, 1995).

Les laits fermentés favorisent un bon équilibre de la flore intestinale chez l'enfant à bas âge ou après un traitement aux antibiotiques (FAO, 1995). Selon Passebecq (1987), le lait caillé par son action sur la flore normale de l'intestin de l'homme, participe à la sauvegarde de celle-ci. Pour les pays en voie de développement, les laits fermentés constituent des aliments de haute valeur nutritionnelle plus facilement recommandable que le lait cru. En effet, ces produits fermentés bénéficient d'une protection acide bien utile lorsque l'hygiène fait défaut et, en outre, semblent à même de résoudre également le difficile problème de l'intolérance au lactose (Hamza et al., 1996).

D'autres effets bénéfiques sont associés à la consommation des laits fermentés. On peut citer la tolérance au lactose du lait cru chez certaines personnes déficientes en  $\beta$ -galactosidase. Chez ces personnes, le lactose n'est pas hydrolysé et donc n'est plus absorbé dans l'intestin grêle. Il va atteindre le colon, où il sera fermenté par la flore intestinale pour produire des gaz. Les laits fermentés sont susceptibles d'apporter une solution simple car l'hydrolyse du lactose a eu lieu in vitro, au cours de la fermentation. Selon FAO, Un certain nombre de travaux chez l'animal montrent également que l'ingestion de laits fermentés est susceptible de modifier la flore intestinale de l'hôte, en particulier de diminuer la quantité des germes indésirables. Plusieurs études depuis les années 50 indiquent que l'ingestion de lait fermenté par *Lactobacillus acidophilus* est susceptible de réduire le nombre d'*E.coli* dans les selles chez l'homme. Cette propriété est utilisée avec succès dans le cas d'enfants souffrant de diarrhées.

### 2.7.3 Production et consommation des laits fermentés dans la ville de Lomé

Les laits fermentés commercialisés à Lomé sont obtenus uniquement à partir du lait cru de vache et les procédés de fabrication sont traditionnels.

#### ❖ Procédé de fabrication

##### - La récolte du lait

Traditionnellement, seul le lait de vache est utilisé pour la fabrication du lait caillé. La traite est toujours faite manuellement. Elle s'effectue à deux mains, à la pincée. Après une courte tétée, dont le rôle est de provoquer la sécrétion lactée, le trayeur aborde la vache du côté droit. Le lait est recueilli dans une écuelle en bois, une calebasse ou un seau. Après cette traite, le lait est débarrassé de souillures par un tamisage à travers un tissu propre, un tamis métallique ou un tamis en paille.

##### - Fabrication proprement dite.

Le lait cru est versé dans un récipient contenant du lait fermenté de la veille. L'ensemble est laissé au repos pendant un jour à la température ambiante. Les récipients utilisés ne sont pas toujours propres.

Le lait fermenté peut aussi favoriser l'entretien de la contamination. Car une partie du lait de la veille est utilisée pour le caillage du jour et le lendemain le lait fermenté obtenu est en partie employé pour le caillage. Il s'établit ainsi une sorte de chaîne de contamination.

Traditionnellement deux types de lait caillé sont obtenus

- Le lait fermenté gras: le lait fermenté est ici partiellement égoutté. Il est consommé généralement avec les repas chauds;
- Le lait fermenté écrémé: le lait fermenté est débarrassé de sa crème après caillage; il devient plus fluide et est surtout utilisé comme boisson.

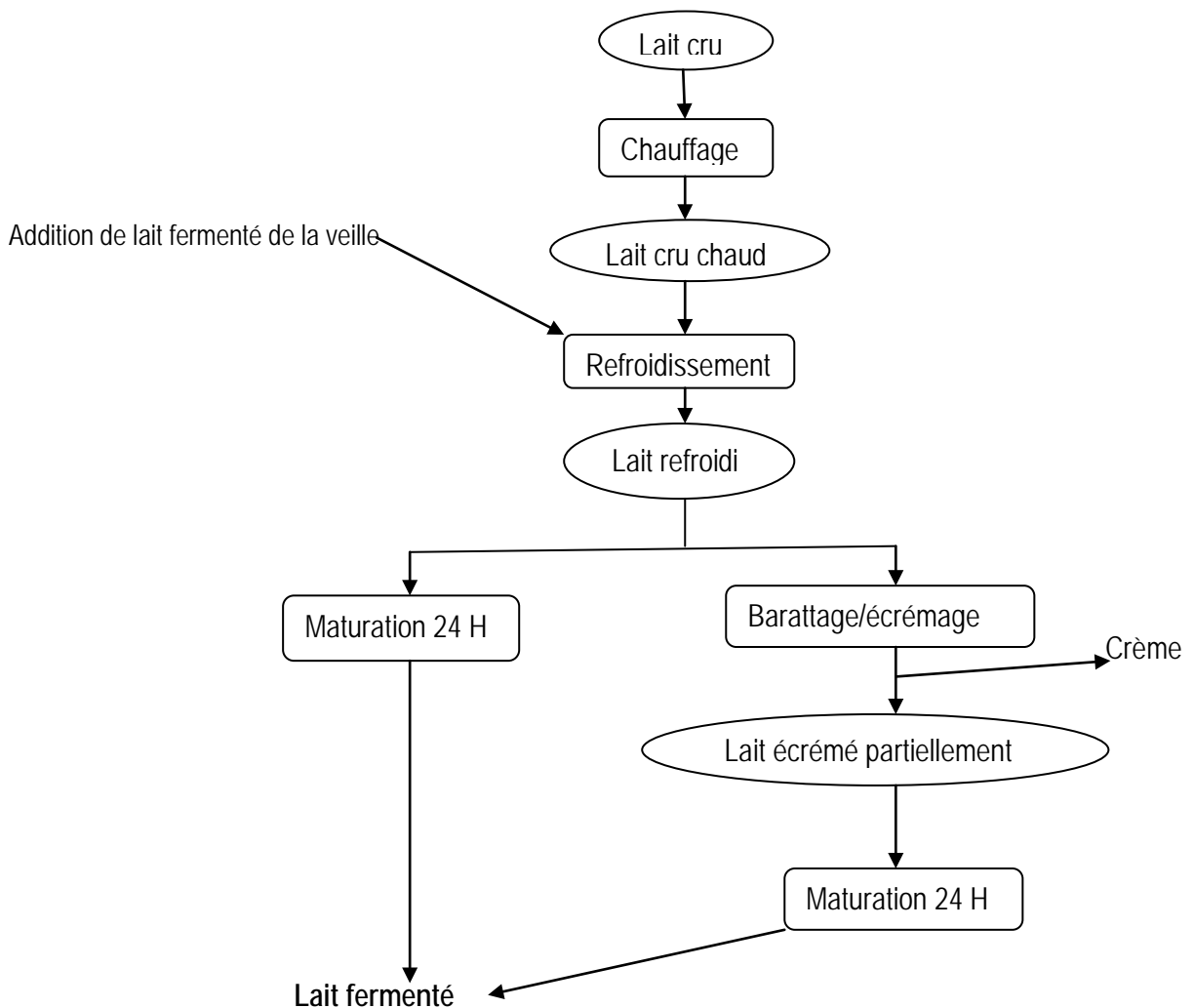


Figure 1: Diagramme de production artisanale de lait fermenté

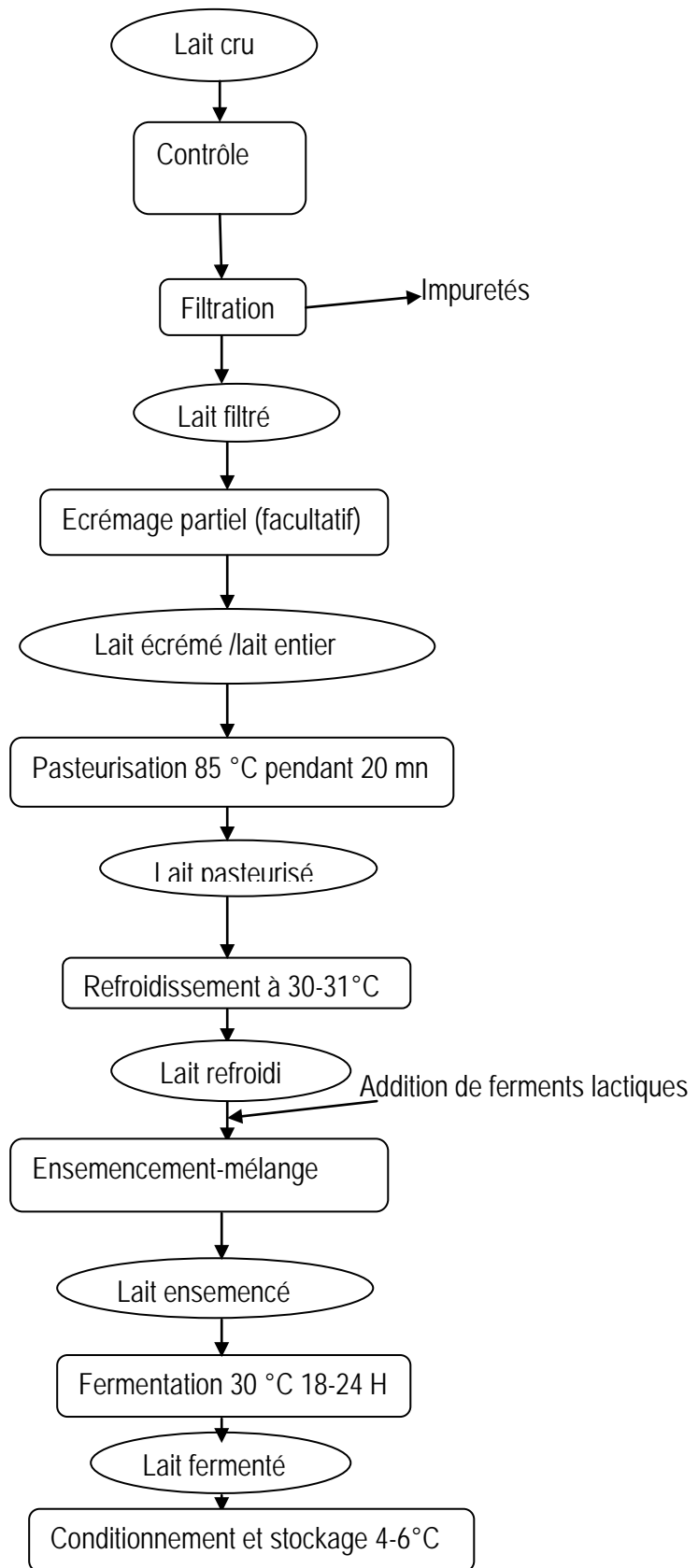


Figure 2: Diagramme de production améliorée de lait fermenté artisanal (inspiré de guide de bonnes pratiques d'hygiène : maîtrise de la qualité dans la transformation laitière)

❖ *Circuit de commercialisation des laits fermentés*

L'approvisionnement en matière première (le lait cru de vache) est assuré par une seule ferme située à Atiegou non loin de l'aéroport de Lomé. La distribution est assurée par les collecteurs qui fournissent à leurs clients le lait cru et frais de vache qui est ensuite transformé en lait fermenté. Le lait est transporté dans des bidons de polyéthylène, généralement à moto, de la ferme aux points de vente pour être distribué aux revendeurs, producteurs des laits fermentés. A Lomé, il existe deux marchés connus de tous les togolais où sont vendus ces laits fermentés. Il s'agit du marché de Zongo derrière la BTCl, situé au quartier Dékon et le marché d'Agoè Zongo, situé vers la terminale du sahel au quartier Agoè en allant vers le Burkina. Au total, six points de vente ont été identifiés et ont servi de points de départ de nos analyses.

### 3 Matériel et méthodes

#### 3.1 Matériel

##### 3.1.1 Cadre d'étude

Le travail a été réalisé dans la ville de Lomé. Les prélèvements ont été effectués dans deux principaux quartiers où sont commercialisés les laits fermentés notamment Agoè Zongo et Dékon (BTCI Zongo). Les analyses ont été réalisées au Laboratoire de Microbiologie et de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires (LMCDQA) de l'Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA/UL), situé dans l'enceinte du Lycée de Tokoin.

##### 3.1.2 Matériel utilisé

Il s'agit entre autres, du matériel biologique, de transport, de prélèvement, celui du laboratoire.

###### ❖ *Matériel biologique*

Le matériel biologique est constitué essentiellement de lait fermenté (confère annexe 6).

###### ❖ *Matériel de prélèvement, de transport et de laboratoire.*

Il est composé d'une part de glacière munie d'éléments réfrigérants servant au transport d'échantillons et d'un marqueur pour les indications des échantillons, d'autre part des appareils tels que les incubateurs de marque Jouan à 30°C, 37°C, 44°C, un autoclave (Leuqueux Paris), une balance électrique (Mettleur P1210N), le pH-mètre (Hanna, Portugal). Le chauffe-eau électrique et d'un réfrigérateur. La verrerie est composée des tubes à essai, des boîtes de pétri, des éprouvettes et pipettes (confère annexe 7).

#### 3.2 Lieu de prélèvement

Après exploration de la ville, six (6) points de vente sont identifiés dans deux zones de la ville de Lomé. Il s'agit d'Agoé Zongo et BTCI Zongo. Nos prélèvements d'échantillons sont effectués à ces deux endroits. A Zongo BTCI, le monopole du commerce est détenu uniquement par les hommes alors qu'à Agoé Zongo ce sont les femmes qui détiennent le marché de cette denrée alimentaire.

#### 3.3 Méthodes

L'analyse microbiologique du lait est une étape importante qui vise, d'une part, à conserver ses caractéristiques organoleptiques et sensorielles, donc d'allonger sa durée de vie et, d'autre part, à prévenir les cas d'empoisonnement liés à la présence des microorganismes pathogènes et leur transmission au consommateur (Vignola, 2002). Pour l'analyse de nos échantillons, nous avons fait recours aux méthodes normalisées utilisées dans les pays de l'UEMOA.

### 3.3.1 Objectifs des analyses

Ces analyses ont pour but de rechercher:

- les germes présumés pathogènes et nuisibles à la santé du consommateur;
- les germes dits « indicateurs » pour contrôler les conditions de préparation et de conservation du produit.

Elles reposent sur les démarches ci-après.

### 3.3.2 Technique de prélèvement

Dans le souci de traduire le plus fidèlement la qualité du lait fermenté tel qu'il est commercialisé à Lomé, nous avons tenu compte de la forme de présentation à l'acheteur. Ici le lait est vendu dans les bouteilles en plastique variant de 500 ml à 1,5 litre.

Avant leur acheminement vers le laboratoire, les échantillons sont gardés à la température de réfrigération (4°C). La durée de transport varie selon les points de vente. Le transport de Zongo BTCI au Laboratoire dure environ 20 à 30 minutes. Alors que celui d'Agoé Zongo dure environ 45 minutes à 1 heure. Les analyses sont faites dès l'arrivée au laboratoire, de manière à réduire au maximum les écarts de charge en microorganismes du lait caillé entre l'heure du prélèvement et celle de l'analyse.

En ce qui concerne l'interprétation des résultats, nous nous sommes référés à la norme française appliquée aux laits fermentés. Au total, 30 échantillons de lait fermenté artisanal sont analysés.

### 3.3.3 Choix des milieux de culture

Dans ce travail, nous avons fait usage de milieux de culture habituellement employés au laboratoire microbiologique et de contrôle des denrées alimentaires de l'ESTBA. Notre choix a été seulement guidé par les disponibilités du moment, nous n'avons en effet utilisé que les milieux de culture trouvés sur place. Les compositions de ces milieux sont placées en annexe.

### 3.3.4 Préparation des échantillons

L'échantillon tel qu'il est prélevé constitue la solution mère pour les mesures de pH et de l'acidité. Cette dernière sert à la préparation de la solution mère ensuite des dilutions décimales de  $10^{-2}$  à  $10^{-5}$  dans une solution d'eau peptonée tamponnée (EPT) stérile d'un volume de 9 ml par tube.

### 3.3.5 Les mesures préliminaires

Ces mesures reposent essentiellement sur la mesure du pH et celle de l'acidité de titration des échantillons à analyser.



### ❖ *Le pH*

Au laboratoire, les échantillons subissent une mesure de pH qui donne une première idée sur le stade d'évolution du produit et sur la nature de germes que nous pouvons éventuellement y rencontrer. Le pH a été obtenu à l'aide d'un pH-mètre digital (Hanna, Portugal). Un volume de 10 ml de lait fermenté est prélevé dans un bécher. Ensuite le pH-mètre est mis en marche et la mesure se fait par immersion du bout de l'électrode dans le lait fermenté. La valeur du pH s'affiche immédiatement sur l'écran. Avant d'entreprendre une nouvelle mesure, l'électrode est à nouveau nettoyée puis rincée avec l'eau du robinet.

### ❖ *Mesure de l'acidité de titration*

Le dosage de l'acidité par titrage est une des mesures analytique les plus courantes en technologie laitière. Elle a été déterminée selon la méthode officielle de l'Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 947.05).

Principe:

Un échantillon de 10 ml de lait fermenté est titré avec une solution standard de NaOH de 0,1N au point de virage de la phénolphtaléine à un pH de 8,6.

Expression de résultat:

Les résultats du dosage de l'acidité de titration dans cette étude sont exprimés en degré Dornic. Ce dernier est défini comme le volume en dixième de millimètre (1/10mL) de NaOH (0,11N) utilisé pour titrer 10 mL de lait fermenté en présence de phénolphtaléine.

1 °D= 1mg d'acide lactique dans 10mL de lait, soit 0,01% d'équivalent acide lactique.

Les critères de qualité chimique adoptés lors de cette étude sont tirés de la norme pour les laits fermentés cités par Alais (1985) comme l'indique le tableau 2 ci-haut.

#### *3.3.6 Opérations communes*

Dans ce travail, les étapes d'analyse sont identiques pour tous les micro-organismes et pour tous les échantillons.

Dans un flacon contenant 90 ml d'EPT, il est ajouté 10 ml de produit à analyser. L'ensemble est mélangé à l'aide d'une pipette stérile. La solution mère ainsi obtenue correspond à une dilution au 1/10, soit  $D_1$  ( $10^{-1}$ ). Cette étape permet la revivification des micro-organismes en vie ralentie. A partir de  $D_1$ , des dilutions successives sont réalisées dans des tubes à essais contenant chacun 9 ml d'EPT.

De  $D_1$  au 1/10 (90 ml d'EPT + 10 ml de produit), on prélève avec la même pipette 1 ml que l'on transfère dans un tube à essais contenant 9 ml d'EPT. Cela donne une dilution au 1/100 soit  $D_2$  ( $10^{-2}$ ) et on homogénéise à l'aide d'une autre pipette stérile. De  $D_2$ , on fait les mêmes opérations pour obtenir successivement des dilutions à  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ .

Le produit ou ses dilutions permettent l'ensemencement des milieux de culture spécifiques en vue de l'isolement et de la numération des germes recherchés. L'incubation se fait dans des boîtes en position renversée (couvercles en bas) pour éviter la confluence des colonies superficielles du fait de l'eau de condensation sur le couvercle.

A la lecture, le chiffre trouvé est multiplié par le facteur de dilution. Le résultat est donné en unité formant colonies (UFC) par ml.

### 3.3.7 Recherche de la flore d'altération

La flore d'altération est composée des coliformes et des levures.

#### ❖ *Dénombrement des germes totaux (flore aérobie mésophile totale) à 30°C*

Cette flore appelée aussi « flore aérobie mésophile révivifiable » (FAMT) est un bon indicateur de la qualité générale et de la stabilité des produits ainsi que la qualité (propreté) des installations (Guiraud, 1998)<sup>14</sup>.

Ces germes ont été dénombrés sur milieu Plate Count Agar (PCA) ou gélose standard pour le dénombrement en utilisant la technique d'ensemencement dans la masse. On dépose 1 ml de la suspension mère et de ses dilutions décimales dans les boîtes de pétri stériles à raison de deux boîtes par dilution, on verse environ 15 à 20 ml de gélose de PCA dans chaque boîte. Le milieu et l'inoculum de chaque boîte sont mélangés en décrivant avec les boîtes sur la paillasse le chiffre huit.

Les boîtes sont laissées à la température ambiante du laboratoire (24°C +/- 2°C) jusqu'à solidification de la gélose. Elles sont ensuite incubées à 30°C pendant 24 à 72 heures. Les résultats sont exprimés en UFC/ml en tenant compte des facteurs de dilution (méthode normalisée dans les pays de l'UEMOA, méthode de routine, NF V08-051: Février 1999).

#### ❖ *Dénombrement des coliformes totaux (30°C)*

Les coliformes sont des microorganismes d'altération. Leur présence indique une faute hygiénique relevant soit d'une mauvaise qualité du lait utilisé, soit de la malpropreté du matériel de fabrication (Larpen, 1997)<sup>15</sup>.

Ils ont été dénombrés par la technique d'ensemencement dans la masse. On introduit 1 ml de la suspension mère et ses dilutions décimales dans les boîtes de pétri stériles. Deux boîtes de pétri sont utilisées par dilution. Après avoir coulé sur l'inoculum la gélose VRBL (Gélose au Cristal Violet, au Rouge neutre, à la bile et au Lactose) en surfusion, on homogénéise le tout et on laisse les boîtes se solidifier sur la paillasse. Après, on recouvre la gélose avec une deuxième couche assez mince du même milieu. L'incubation se fera après solidification à 30°C pendant 24 heures. Le nombre de

---

<sup>14</sup> Auteur cité par Mlle CHETHOUNA (2011) dans son document

<sup>15</sup> Auteur cité par Mlle CHETHOUNA (2011)

coliformes totaux est déterminé par comptage des colonies violettes de diamètre supérieur ou égale à 0,5 mm (méthode normalisée dans les pays de l'UEMOA, Directive Générale, NF V 08-050: décembre 1992).

❖ *Dénombrement des coliformes fécaux (44°C)*

Pour le dénombrement des coliformes fécaux, le procédé est le même que pour les coliformes totaux sauf que l'incubation se fait à 44°C (méthode normalisée dans les pays de l'UEMOA, Directive générale, NF V 08-060: 1981).

❖ *Dénombrement de E. coli (flore de la contamination fécale/indicateur de manquement aux règles d'hygiène)*

*E. coli* a été recherché dans le milieu Rapid *E. coli* 2. Le principe consiste à mettre en évidence simultanément deux activités enzymatiques: la Bêta-D-Glucuronidase (GLUC) et la Galactosidase (GAL). Le milieu contient deux substrats chromogéniques:

- un substrat spécifique de la GAL qui entraîne une coloration bleue des colonies positives pour cette enzyme;
- un substrat spécifique de la GLUC qui colore les colonies positives à cette enzyme en rose.

Les colonies (GAL+/GLUC-) forment des colonies bleues, les colonies (GAL+/GLUC+) forment des colonies violettes à roses. La détection de GLUC confère une haute spécificité de culture. *E. coli* est une des seules espèces d'entérobactéries à posséder cette enzyme (méthode normalisée, NF ISO 16649-2).

❖ *Dénombrement des levures et moisissures*

La technique d'ensemencement dans la masse a été utilisée pour dénombrer les levures et moisissures dans la gélose Sabouraud + Chloramphénicol. On dépose 1 ml de la solution mère ou de l'une de ses dilutions décimales ( $10^{-1}$  à  $10^{-5}$ ) dans des boîtes de pétri stériles. Après, 15 ml à 20 ml de gélose de Sabouraud + Chloramphénicol en surfusion sont coulées dans la boîte. L'incubation après homogénéisation et solidification de la gélose se fait à 30°C pendant 48 heures à 72 heures. Les germes sont comptés par comptage de colonies (méthode normalisée dans les pays de l'UEMOA, méthode de routine, NF ISO 7954: août 1988).

### 3.3.8 Recherche de la flore pathogène

La flore pathogène recherchée est constituée des bactéries telles que les anaérobies sulfite-réducteurs, les *Staphylococcus aureus* et les salmonelles.

#### ❖ *Recherche de S. aureus*

*Staphylococcus aureus* fait partie de la flore de la peau et des muqueuses de l'homme et de l'animal. Parasite habituellement inoffensif, il peut provoquer des infections (abcès cutanés, mammites). La contamination du lait peut survenir par l'intermédiaire de porteurs sains ou infectés, ou par l'environnement. Chez le bovin, *S.aureus* est isolé dans les narines. On le retrouve dans de petites lésions cutanées et dans les manchons des machines à traire. La colonisation des trayons peut entraîner l'infection de la mamelle.

Sa présence dans un aliment représente un risque pour la santé humaine à cause de la production de des entérotoxines dont l'ingestion provoque une toxi-infection alimentaire à staphylocoques. D'où l'intérêt de sa recherche.

Le dénombrement de *Staphylococcus aureus* se fait à partir du milieu de base Baird Parker additionné d'une suspension de jaune d'œuf au tellurite de potassium. La technique d'ensemencement utilisée est celle de l'étalement qui consiste à étaler 0,1 ml de la suspension mère ou de ses dilutions décimales au moyen d'un étaleur stérile sur des milieux en boîtes de pétri. Ces boîtes sont incubées ensuite à 37°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies noires entourées d'un halo clair sont comptées (méthode normalisée dans les pays de l'UEMOA, méthode de routine, NF V 08-057-1: novembre 1994).

#### ❖ *Dénombrement des anaérobies sulfite-réducteurs*

Les germes ont été dénombrés par la technique d'ensemencement dans la masse en utilisant la gélose Tryptone Sulfite Néomycine (TSN) en tube. On introduit 1 ml de la suspension mère dans 9 ml dans le milieu TSN maintenu en surfusion à 44°C au bain marie. On homogénéise l'inoculum par agitation, puis après solidification, les tubes sont incubés à 44°C pendant 24 à 48 heures. L'apparition des colonies noires révèle la présence des germes recherchés. Le nombre des germes dans le produit est déterminé par comptage de ces colonies noires et en tenant compte de la quantité de l'inoculum et du facteur de dilution et est exprimé en unité formant colonies (UFC) par ml (méthode normalisée dans les pays de l'UEMOA, méthode de routine, XP V 08-061: octobre 1996).

#### ❖ *Recherche des salmonelles.*

Les Salmonelles étant habituellement rares et peu actives dans le lait fermenté, il est indispensable de les revivifier avant d'effectuer leur recherche. Cette dernière permet une simple mise en évidence, sans numération précise. Trois principales étapes permettent de les rechercher:

- le pré-enrichissement;

On incube la suspension D<sub>1</sub> à 37°C pendant 24 heures. Ceci permet en principe le développement de plusieurs types de bactéries. Il est alors nécessaire de pousser plus la sélection;

- l'enrichissement sélectif;

A l'issue de ces 24 heures, on prélève 0,1 ml du milieu pré enrichissement pour ajouter à 10 ml de milieu Rappaport-Vassiladis (RV). Le tube est ensuite incubé à 44°C pendant 24 heures. Ce milieu favorise la croissance des Salmonelles même en présence d'une population polymicrobienne concurrente;

- l'identification

Pour l'identification, un repiquage est fait à partir du milieu Rappaport sur le milieu Hecktoen en vue d'obtenir des colonies isolées. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures. Les colonies caractéristiques sont repiquées sur le milieu Kligler. Après 24 heures d'incubation à 37°C, les souches ayant le profil lactose(-), glucose(+), H<sub>2</sub>S(+), sont repiquées dans du bouillon urée-indole. Les germes ne présentant pas d'uréase ou de tryptophane désaminase et qui ne produisent pas d'indole après 24 heures d'incubation à 37°C sont identifiés par la galerie biochimique Api 20E (méthode normalisée dans les pays de l'UEMOA, méthode de routine, NF V08-052: mai 1997). Le tableau 4 ci-dessous donne le résumé des différentes analyses.

Tableau IV: Tableau récapitulatif des techniques d'analyse

Rôle	Microorganismes	Milieus/réactifs	Quantité/dilution	Température (°C)	Durée d'incubation (H)
Altération	FAMT	PCA	1 ml de 10 <sup>-1</sup> -10 <sup>-5</sup>	30	24
	CT	VRBL	1 ml de 10 <sup>-1</sup> -10 <sup>-2</sup>	30	24-48
	CF	VRBL	1 ml de 10 <sup>-1</sup> -10 <sup>-2</sup>	44	24-48
	<i>E. coli</i>	Rapid <i>E. coli</i>	1 ml	44	24
	LM	Sb+Chl	1 ml de 10 <sup>-1</sup> -10 <sup>-2</sup>	30	24-48
Pathogène	<i>S. aureus</i>	BP	0,1 ml de 10 <sup>-1</sup>	37	48
	ASR	TSN	0,5 ml	44	48-72
	<i>Salmonella</i>	EPT	10 ml	37	24
		RV	0,1 ml	37	24
		Hectoen	0,1 ml	37	24

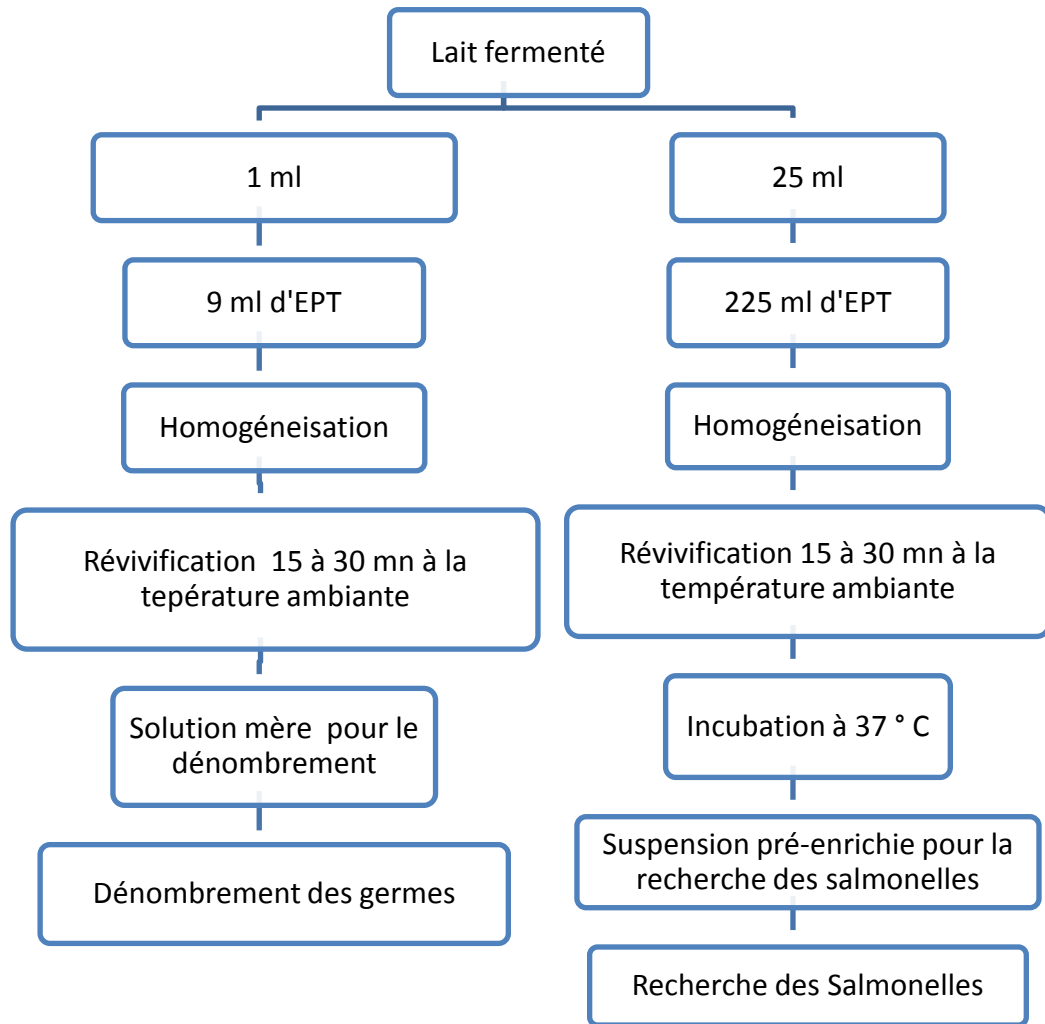


Figure 3: Préparation de la solution mère.

### 3.3.9 Méthode d'interprétation

Les résultats sont traités statiquement avec le logiciel R et les critères d'appréciation des échantillons cités ci-haut (voir tableau 2).

Les résultats sont interprétés suivant le plan à deux classes. L'interprétation s'effectue de façon suivante:

- tout échantillon dont le résultat est inférieur à la norme est jugé satisfaisant;
- l'échantillon est non satisfaisant si le résultat de l'analyse est supérieur à la norme.

### 3.3.10 Limites de l'étude

La présente étude présente néanmoins quelques limites notamment:

- la taille de l'échantillon qui est limitée à 30. Nous aurions pu travailler sur un nombre beaucoup plus grand si nous avions eu suffisamment de moyens financiers. Notre étude n'avait bénéficié d'aucun financement et les frais de laboratoire était en partie en notre charge;

- les techniques d'analyse utilisées dans cette étude sont limitées aux méthodes de routine employées dans les pays de l'UEMOA. Notre choix a été guidé seulement par les disponibilités du moment. Il existe toute fois des approches récentes plus simples utilisant les plaques petrifilm comme méthodes de la direction générale de la protection de la santé pour l'analyse microbiologique des aliments approuvée par Santé Canada ainsi que l'Association française de normalisation (AFNOR).

## 4 Résultats-discussion

Dans ce chapitre, l'accent est mis sur les différents résultats obtenus des analyses chimiques et microbiologiques. Ces résultats sont interprétés de manière globale avec quelques éléments de comparaisons statistiques, suivis d'une discussion.

### 4.1 Résultats

Les résultats sont présentés sous formes de tableaux: analyse chimique et dénombrement des germes dans les échantillons analysés. Dans ces travaux, les résultats de l'acidité de titration sont exprimés en °D et ceux du dénombrement sont exprimés en UFC par millilitre.

Les tableaux d'appréciation de qualité microbiologique permettent de faire une meilleure interprétation à partir des valeurs qui y sont consignées. Dans ces tableaux:

- m correspond à la valeur de la norme fixée pour le germe;
- 3m, correspond à la variabilité analytique lorsqu'on utilise un milieu solide pour le dénombrement du germe;
- 10m, est appliqué lorsqu'on utilise un milieu liquide;
- NS, intervient si ce n'est pas la variabilité analytique correspondant (c'est-à-dire pour le milieu non utilisé);
- NC, est utilisé pour les germes qui ne sont pas considérés par la norme.

Ainsi les échantillons analysés qui présenteront des résultats inférieurs à la norme, ceux-ci seront considérés comme satisfaisants et, non satisfaisants dans le cas contraire.

#### 4.1.1 Analyses chimiques

Le tableau 7 donne les valeurs moyennes de pH (l'acidité ionique) qui varient entre  $4,1 \pm 0,50$  et  $4,4 \pm 0,28$ . Par ailleurs, selon le tableau 12, 20 % des échantillons analysés ne sont pas conformes à la norme. Ces mêmes tableaux indiquent que l'acidité titrable varie entre  $126,9 \pm 23,18^\circ$  Dornic et  $128,8^\circ \pm 23,14$  Dornic, et que 46,67 % des échantillons ne sont pas conformes à la norme. Statistiquement, il n'existe pas de différence significative entre les valeurs de pH des échantillons, qu'ils proviennent d'Agoè Zongo ou de BTCI Zongo ( $p < 0,05$ ). Par contre, pour les valeurs moyennes de l'acidité titrable, on note statistiquement une différence significative ( $p > 0,05$ ).



Tableau V: pH et acidité des 15 échantillons de lait fermenté provenant de Zongo BTCl.

Echantillon	pH	Acidité (°D)
1	4,6	118,0
2	5,7	127,0
3	4,3	117,0
4	5,0	128,0
5	3,5	122,0
6	4,5	120,0
7	4,8	118,0
8	4,2	111,0
9	4,6	125,0
10	4,3	121,0
11	4,3	103,0
12	4,4	116,0
13	3,8	148,0
14	4,2	165,0
15	4,3	193,0

Tableau VI: pH et acidité des 15 échantillons de lait fermenté artisanal provenant d'Agoè Zongo.

Echantillon	pH	Acidité (°D)
1	3,8	141,0
2	3,7	123,0
3	3,9	118,0
4	4,0	113,0
5	3,9	201,0
6	3,8	116,0
7	3,9	116,0
8	4,1	120,0
9	4,1	121,0
10	4,4	142,0
11	4,0	138,0
12	4,5	103,0
13	4,3	119,0
14	4,4	117,0
15	4,6	116,0

Tableau VII: **Appréciation de la qualité chimique des laits fermentés provenant des deux marchés.**

Paramètres étudiés	Quartiers		Norme
	Zongo BTCI	Agoè Zongo	
pH	4,4±0,50	4,1±0,28	≤ 4,5
Acidité (°D)	128,8 ±23,18	126,9±23,14	≥ 120

#### 4.1.2 Analyses microbiologiques

Les charges moyennes des différents germes déterminés sont résumées dans les tableaux 8 et 10. La flore aérobie mésophile totale de tous les échantillons analysés présente des niveaux élevés variant entre  $1,68 \pm 4,35 \cdot 10^8$  UFC/ml à  $1,98 \pm 2,67 \cdot 10^9$  UFC/ml. Les charges moyennes en coliformes totaux (30°C) et coliformes fécaux (44°C) varient respectivement de  $7,36 \pm 8,38 \cdot 10^4$  UFC/ml à  $1,98 \pm 1,86 \cdot 10^6$  UFC/ml et de  $2,44 \pm 4,36 \cdot 10^4$  UFC/ml à  $6,43 \pm 1,29 \cdot 10^4$  UFC/ml (tableaux 8 et 10). Les anaérobies sulfite-réducteurs et les champignons sont en moyenne représentés respectivement de  $25,33 \pm 49,11$  UFC/ml à  $32,66 \pm 45,74$  UFC/ml et de  $1,06 \pm 2,12 \cdot 10^4$  à  $7,97 \pm 1,39 \cdot 10^4$  UFC/ml. Il n'existe pas statistiquement de différence significative entre ces valeurs moyennes quelque soit la provenance des échantillons ( $p < 0,05$ ) exceptés les ASR ( $p > 0,05$ ). Tous les échantillons analysés sont exempts de salmonelles et de *S.aureus*. *E. coli* également est absent dans tous les échantillons. En outre, globalement les coliformes totaux et coliformes fécaux (thermotolérants) sont présents respectivement dans 86,67 % et 63,33 % des échantillons analysés comme l'indique le tableau 12. Quant aux champignons, ils sont présents dans 66,67 % des échantillons analysés.

Tableau VIII: Récapitulatif des résultats de dénombrement des germes dans les laits fermentés artisanaux provenant d'Agoè Zongo.

Echantillon	Germes							
	FAMT (30°C)	Coliformes totaux (30°C)	Coliformes fécaux	<i>E. coli</i>	Levures et moisissures	ASR	<i>S.aureus</i>	Salmonelles
1	2,66.10 <sup>7</sup>	2,04.10 <sup>5</sup>	4,4.10 <sup>3</sup>	0	3,02.10 <sup>4</sup>	0	0	0
2	1,25.10 <sup>7</sup>	100	0	0	7,2.10 <sup>3</sup>	60	0	0
3	1,52.10 <sup>7</sup>	1,9.10 <sup>4</sup>	2,5.10 <sup>4</sup>	0	1,55.10 <sup>4</sup>	0	0	0
4	8,7.10 <sup>6</sup>	0	0	0	4,9.10 <sup>3</sup>	0	0	0
5	3,89.10 <sup>7</sup>	0	0	0	8.10 <sup>4</sup>	0	0	0
6	2,66.10 <sup>7</sup>	2,04.10 <sup>5</sup>	4,4.10 <sup>3</sup>	0	3,02.10 <sup>5</sup>	0	0	0
7	1,53.10 <sup>7</sup>	100	0	0	4,5.10 <sup>5</sup>	0	0	0
8	1,63.10 <sup>9</sup>	1,7.10 <sup>4</sup>	3,2.10 <sup>3</sup>	0	4.10 <sup>3</sup>	0	0	0
9	3,06.10 <sup>7</sup>	4,1.10 <sup>3</sup>	600	0	0	180	0	0
10	2,06.10 <sup>7</sup>	1,16.10 <sup>5</sup>	1,32.10 <sup>5</sup>	0	2,55.10 <sup>5</sup>	0	0	0
11	2,23.10 <sup>7</sup>	6,1.10 <sup>4</sup>	0	0	3.10 <sup>4</sup>	0	0	0
12	6,5.10 <sup>8</sup>	9,1.10 <sup>4</sup>	3,1.10 <sup>4</sup>	0	0	0	0	0
13	2,77.10 <sup>5</sup>	2,4.10 <sup>4</sup>	1,55.10 <sup>4</sup>	0	1,4.10 <sup>3</sup>	40	0	0
14	1,08.10 <sup>7</sup>	2,24.10 <sup>5</sup>	1,25.10 <sup>5</sup>	0	1,6.10 <sup>4</sup>	30	0	0
15	1,89.10 <sup>7</sup>	1,41.10 <sup>5</sup>	2,5.10 <sup>4</sup>	0	0	70	0	0

Tableau IX: **Appréciation de la qualité microbiologique des laits fermentés provenant d'Agoè Zongo.**

Paramètres (Germes)	Moyenne N = 15	Valeurs extrêmes	Norme*			Qualité hygiénique (%)	
			m	3m	10m	Satisfaisant	Non satisfaisant
FAMT (30°C)	1,68.10 <sup>8</sup>	1,63.10 <sup>9</sup> 2,77.10 <sup>5</sup>	NC	NC	NC	NC	NC
Coliformes totaux (30°C)	7,36.10 <sup>4</sup>	2,24.10 <sup>5</sup> 0	10	30	NC	13,33	86,67
Coliformes fécaux	2,44.10 <sup>4</sup>	1,32.10 <sup>5</sup> 0	absence dans 1g	Absence dans 1 g	absence dans 1g	33,33	66,67
<i>E. coli</i>	0	0	absence dans 1 g	Absence dans 1 g	Absence dans 1 g	100	0
Levures et moisissures	7,97.10 <sup>4</sup>	45.10 <sup>4</sup> 0	moins de 100 dans 1g	Moins de 300 dans 1 g	NS	20	80
ASR	25,33	180 0	NC	NC	NC	NC	NC
<i>S.aureus</i>	0	0	≤100	≤ 300	NS	100	0
Salmonelles	0	0	absence dans 25 g	Absence dans 25 g		100	0

\*= Norme

NC = Non considéré par la norme

NS = Ne s'applique pas

Tableau X: Récapitulatif des résultats de dénombrement des germes dans les laits fermentés provenant de Zongo BTCI

Echantillon	Paramètres (germes)							
	FAMT (30°C)	Coliformes totaux (30°C)	Coliformes fécaux	<i>E. coli</i>	Levures et moisissures	ASR	<i>S.aureus</i>	Salmonelles
1	1,53.10 <sup>6</sup>	2,66.10 <sup>5</sup>	0	0	7,5.10 <sup>4</sup>	0	0	0
2	1,712.10 <sup>8</sup>	4,13.10 <sup>5</sup>	1,2.10 <sup>3</sup>	0	7,2.10 <sup>3</sup>	60	0	0
3	8,50.10 <sup>9</sup>	4,91.10 <sup>5</sup>	2,02.10 <sup>5</sup>	0	0,1.10 <sup>3</sup>	0	0	0
4	1,16.10 <sup>9</sup>	3,79.10 <sup>5</sup>	4,26.10 <sup>5</sup>	0	0	10	0	0
5	1,78.10 <sup>5</sup>	0	0	0	0	0	0	0
6	6,46.10 <sup>5</sup>	3,46.10 <sup>5</sup>	0	0	0	0	0	0
7	5,75.10 <sup>9</sup>	3,25.10 <sup>5</sup>	5,06.10 <sup>4</sup>	0	3,5.10 <sup>4</sup>	140	0	0
8	4,07.10 <sup>9</sup>	10 <sup>3</sup>	1,4.10 <sup>3</sup>	0	6.10 <sup>3</sup>	0	0	0
9	3,06.10 <sup>9</sup>	2,86.10 <sup>5</sup>	2,69.10 <sup>5</sup>	0	0	50	0	0
10	3,76.10 <sup>9</sup>	5.10 <sup>3</sup>	0	0	0	110	0	0
11	6,42.10 <sup>7</sup>	5,95.10 <sup>4</sup>	0	0	0	0	0	0
12	2,49.10 <sup>7</sup>	3,74.10 <sup>5</sup>	9,8.10 <sup>3</sup>	0	3,25.10 <sup>4</sup>	50	0	0
13	3,4.10 <sup>6</sup>	0	0	0	1000	0	0	0
14	3,04.10 <sup>5</sup>	1,06.10 <sup>4</sup>	5,3.10 <sup>3</sup>	0	2,4.10 <sup>3</sup>	0	0	0
15	1,22.10 <sup>9</sup>	1,44.10 <sup>4</sup>	0,1.10 <sup>3</sup>	0	0	70	0	0

Tableau XI: **Appréciation de la qualité microbiologique des laits fermentés artisanaux provenant de Zongo BTCl.**

Paramètres (Germes)	Moyenne N = 15	Valeurs extrêmes	Norme *			Qualité hygiénique (%)	
			m	3m	10m	Satisfaisant	Non satisfaisant
FAMT (30°C)	1,98.10 <sup>9</sup>	8,5.10 <sup>9</sup> 3,04.10 <sup>5</sup>	NC	NC	NC	NC	NC
Coliformes totaux (30°C)	1,98.10 <sup>6</sup>	4,91.10 <sup>5</sup> 0	10 m	30 m	NS	13,33	86,67
Coliformes fécaux	6,43.10 <sup>4</sup>	4,26.10 <sup>5</sup> 0	absence dans 1g	Absence dans 1 g	NS	40	60
<i>E. coli</i>	0	0	absence dans 1 g	Absence dans 1 g	Absence dans 1 g	100	0
Levures et moisissures	1,06.10 <sup>4</sup>	7,5.10 <sup>4</sup> 0	moins de 100 dans 1g	Moins de 300 dans 1 g	NS	46,67	53,33
ASR	32,66	140 0	NC	NC	NC	NC	NC
<i>S.aureus</i>	0	0	≤100	≤ 300	NS	100	0
Salmonelles	0	0	absence dans 25 g	Absence dans 25 g		100	0

Tableau XII: **Pourcentages globaux de non conformité des résultats des analyses chimiques et microbiologiques des laits fermentés artisanaux.**

Paramètres	Indicateurs	Pourcentage de non-conformité (%)
Chimiques	pH	20
	Acidité titrable (°D)	46,67
microbiologiques	Coliformes totaux	86,67
	Coliformes fécaux	63,33
	<i>E. coli</i>	0
	Levures et moisissures	66,67
	<i>S.aureus</i>	0
	Salmonelles	0

## 4.2 Discussion

Nos analyses ont porté sur 30 échantillons. Nous aurions pu travailler sur un nombre beaucoup plus représentatif si nous n'avions pas été limités par les moyens financiers.

De plus, le manque de matériel aurait fait que certaines de nos affirmations s'arrêtent au niveau de présomption. C'est le cas par exemple des salmonelles dont l'enrichissement simple n'a été fait que sur le milieu Rappaport alors qu'il est conseillé qu'il faut coupler avec un enrichissement sur le bouillon sélénite. Il en est de même pour les staphylocoques présumés pathogènes.

Toute fois, nous pensons que nos résultats sont fiables et que par conséquent, certaines conclusions méritent d'être tirées.

Dans ce présent travail, les échantillons de lait fermentés analysés sont obtenus à partir de lait cru. Cette denrée est un aliment traditionnel des éleveurs nomades. Sa fabrication empirique reste au niveau familial. Son processus de fabrication n'obéit à aucun principe.

### 4.2.1 Analyse chimique

Selon la norme, un lait fermenté a en général un pH inférieur ou égal à 4,5 et une acidité proche de 120° D. Les laits fermentés testés ont un pH variant entre 3,5 et 5,7 et une acidité de 103°D à 201°D. Plusieurs raisons peuvent expliquer ces résultats:

- une maturation incomplète du lait fermenté qui serait due au manque de maîtrise des paramètres de fermentation par les producteurs. En effet, la production artisanale de cette denrée suit une démarche empirique de sorte que les paramètres physico-chimiques ne sont pas contrôlés;
- une forte prolifération des germes de contamination qui serait due à un traitement thermique inadéquat;
- une proportion inadéquate des divers agents de fermentation.

Ainsi, la fermentation réalise un écosystème microbien où se multiplient de façon simultanée et/ou successive diverses flores, en fonction de l'évolution physico-chimique du produit. L'abaissement du pH conduit à l'élimination de certains groupes microbiens et à la dominance d'espèces mieux adaptées. L'hétérogénéité de la composition de la microflore résulte de la compétition entre les espèces présentes, de divers paramètres à savoir la température, âge du lait, acidité mais aussi de l'agitation ou l'action physique (barattage) selon qu'on souhaite obtenir du lait caillé gras ou écrémé.

### 4.2.2 Analyses microbiologiques

Du fait de flore propre ou spécifique aux laits fermentés, les microorganismes aérobies à 30°C ne sont pas considérés par les normes. Cependant, leur dénombrement du point de vue général donne un chiffre maximum de  $8,50.10^9$  UFC/ml et minimum de  $2,77.10^5$  UFC/ml. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus dans les mêmes conditions que nous par Jiwoua et al. (1990). Ces derniers ont trouvé lors la détermination de la qualité hygiénique des 28 laits caillés de zébu dont l'acidité moyenne est pH 3,5 et 164° Dornic, une contamination massive par la flore aérobie mésophile dont la valeur est toujours supérieure à  $1 \times 10^9$  UFC/ml. Cette présence massive dans tous les échantillons est sans doute due à l'environnement. En effet, les conditions climatiques et environnementales dans les régions tropicales sont favorables à la multiplication végétative des cellules microbiennes. Ainsi, le séjour prolongé à la température ambiante ainsi que l'exposition à l'air libre couplé au manque ou rupture de froid

constituent des facteurs majeurs de contamination et de multiplication des flores aérobies mésophiles totales (FAMT) dans les aliments vendus sur la voie publique en général et les laits fermentés en particulier. La flore aérobique mésophile totale indique l'état d'hygiène générale de l'aliment.

Selon les travaux de Tamagnini et al. (2006), la production d'acide par les bactéries lactiques inhibe la croissance des germes pathogènes par un abaissement du pH du milieu. Ce qui pourrait expliquer l'absence des salmonelles et de *S.aureus*. Les anaérobies sulfite-réducteurs par contre sont présentes dans 40%. Ces résultats peuvent aussi être attribués à la forte sensibilité de ces germes dans le lait caillé comme l'ont souligné plusieurs auteurs. C'est le cas de Dubois (1982) qui a constaté que les salmonelles ne résistent guère à des pH de 4,6 à 4,8. De même Alais (1984) et Daoud (1985) ont remarqué que *S. aureus* est inhibé lorsqu'il entre en compétition avec les bactéries lactiques. Blocher (1982) a montré que la conversion des spores en forme végétative ne peut se faire à un pH situé entre 4 et 5. Sperber (1982) et Courtoisier (1984) pour leur part révèlent que ces clostridies ne se développent pas à des pH situés entre 4,5 et 4,8. Ce qui n'est pas le cas dans notre étude. Leur présence dans le lait fermenté serait due à une absence ou une insuffisance de traitement thermique du lait cru.

Catsaras et Brebot (1984) constatent de leur côté qu'un résultat négatif peut être obtenu alors qu'un grand nombre de salmonelles sont vivantes. Ces auteurs attribuent ce fait à l'action des germes de compétition comme les coliformes.

Les coliformes totaux et les coliformes fécaux sont présents respectivement dans 86,67% et 63,33% des échantillons analysés. Ces résultats sont conformes aux observations faites sur les produits laitiers fermentés traditionnellement au Maroc tels que le « Lben » et le « Jben » qui ont montré un fort dénombrement de microorganismes indicateurs de contamination d'origine fécale (Beukes et al., 2001). Cette contamination est utilisée de façon générale comme témoin d'un manquement aux règles d'hygiène au cours des manipulations de lait. C'est ce que pense également Reinbold (1983). Les coliformes fécaux présents dans les échantillons analysés laissent prédire en général la présence d'*E. coli* alors que notre étude révèle une absence de ce dernier. Ce résultat est étonnant étant donné que *E. coli* est considéré comme le « chef de file » des coliformes fécaux.

La flore fongique est présente dans 66,67% d'échantillons analysés. Ces résultats corroborent ceux de Holmquist (1983) qui observe le développement de certains champignons aussi bien à pH 4 qu'à pH 7. Nos résultats sont par ailleurs semblables à ceux de Kaghebenga (1983).

La présence des levures et moisissures est due soit à des mauvaises conditions de stockage, soit à un chauffage insuffisant du lait cru étant donné que les producteurs n'ont aucune notion de pasteurisation. En effet, ces microorganismes et leurs spores sont thermosensibles.

Par ailleurs, la présence des coliformes et autres microorganismes dans le lait implique une possible contamination bactérienne aussi bien par les ustensiles que par l'eau utilisée pour la fabrication (Chye et al. 2004). Le taux élevé des coliformes et autres bactéries pathogènes serait lié à un manque de bonne pratique d'hygiène corporelle, environnementale et sanitaire d'une part, à l'eau et aux ustensiles



utilisés lors de la fabrication du lait fermenté. En effet, la plupart des producteurs du lait fermenté ne disposent pas d'adduction d'eau courante. Ils utilisent de l'eau provenant de chez les revendeurs, augmentant ainsi les risques de contamination microbienne. Les producteurs de lait fermenté utilisent pour la plupart des cas, des seaux plastiques en polyéthylène comme récipients de fermentation. Les ustensiles ne sont pas toujours nettoyés avec de l'eau potable. Le lait fermenté est présenté à l'acheteur dans un emballage en polyéthylène qui n'est pas stérile et par conséquent peut être un risque de contamination. Selon Gran et al. (2002), les ustensiles en plastique utilisés dans le traitement du lait montreraient un fort taux de coliformes liés aux nombreuses fissures qui tapissent les parois des récipients.

Ainsi, afin de sauvegarder la santé du consommateur et garantir la qualité nutritionnelle, hygiénique et marchande de ces denrées alimentaires, des mesures hygiéniques voire technologiques sont indispensables.

## Conclusion

D'une manière générale, le lait et les produits laitiers (LPL), les laits fermentés en particulier regorgent d'intérêts nutritionnel, médical et commercial non négligeable. Cependant, ils peuvent contenir des microorganismes dangereux notamment les bactéries qui sont souvent responsables des toxi-infections alimentaires.

La présente étude réalisée au Togo est axée sur l'évaluation de la qualité chimique et hygiénique des laits fermentés artisanaux vendus dans la ville de Lomé.

L'analyse chimique et le dénombrement des germes ont révélé une qualité insuffisante de ces denrées. Les résultats obtenus lors de nos analyses sont en deçà des normes internationales. La présence massive de la FAMT dans tous les échantillons serait due aux mauvaises conditions d'hygiène de à l'environnement. Les nombres élevés des germes d'altération notamment les coliformes totaux et fécaux seraient dus à une absence d'une étape réelle de pasteurisation adéquate car leur présence est indicateur de manquement aux règles d'hygiène. Il en est de même pour les anaérobies sulfite-réducteurs les levures et moisissures qui indiquent que les laits caillés produits artisanalement sont de mauvaise qualité et donc par conséquent peuvent constituer un problème de santé publique. La présence de ces germes serait le résultat d'une forte contamination extérieure et d'une mauvaise hygiène des ustensiles.

Les mêmes formes de contamination sont décrites par plusieurs auteurs sur les laits fermentés dans plusieurs pays d'Afrique (Holmquist, 1983; Chye et al, 2004; Jiwoua et al, 1990; Beukes et al, 2001).

En revanche, l'absence de la flore pathogène témoigne de leur faible résistance dans les laits fermentés. Cela pourrait être du non seulement aux valeurs basses de pH mais aussi au phénomène de compétition.

Afin de sauvegarder la santé publique et la qualité marchande des laits fermentés artisanaux, la mise en place d'une action sanitaire axée sur la formation et sensibilisation des acteurs de la filière lait fermenté devrait être une priorité. Cette action s'orienterait dans la démarche qualité en mettant l'accent sur les bonnes pratiques de production, de transformation et de vente en matière d'hygiène selon les principes généraux de la H.A.C.C.P. L'organisation des producteurs-vendeurs voire tous les acteurs de cette filière autour du concept « technologie laitière » pourrait aussi être un élément catalyseur pour améliorer la qualité de lait et les produits laitiers en général et celui des laits fermentés en particulier.

Des modèles techniques permettront de garantir aux acteurs de la filière un débouché régulier avec une hygiène améliorée. C'est dans ce souci que nous avons proposé le diagramme amélioré de production ci-haut. Cela pourrait être complété par le développement des normes sanitaires et règlements relatifs aux laits fermentés pour assurer le contrôle de leur vente.

Cette action prendrait aussi en compte la sensibilisation et l'information à l'égard des consommateurs sur les dangers et risques potentiels liés à la consommation de ces denrées et les inciter à adopter un

bon comportement alimentaire responsable lorsque celles-ci n'obéissent pas aux règles élémentaires d'hygiène ou lorsque l'environnement ou les conditions de vente sont douteuses.

Cette étude n'est pas exhaustive. Elle a permis de poser les bases de la qualité, d'énumérer les facteurs de risque et de proposer les moyens pour les juguler. Cependant, elle mérite d'être complétée par d'autres notamment:

- pour la reprise ou la continuité de cette étude nous suggérons l'utilisation des techniques récentes d'analyse microbiologique utilisant les plaques petrifilm approuvées par Santé Canada et l'Association française de normalisation (AFNOR):
- la méthode (MFHBP-33) pour la microflore aérobie mésophile, utilisant des pellicules recouvertes d'un milieu de culture sélectif contenant un indicateur coloré (chlorure de 2, 3,5-triphényltétrazolium (CTT)) qui colore les colonies en rouge. Cette méthode offre plusieurs avantages par rapport à la méthode traditionnelle (utilisant le milieu PCA). En effet, ces milieux sont prêts à utiliser et ne nécessitent aucune préparation de milieu. De plus, une seule dilution suffit pour établir un compte microbien exact et les colonies sont plus faciles à dénombrer grâce au CTT;
- la méthode (MFHBP-26), approuvée par Santé Canada, la technologie des Petrifilm au Canada (MFHBP-35 et MFHBP-34) aux Etats-Unis (AOAC # 991.14) et en Europe (AFNOR) pour la détection des coliformes, de coliformes fécaux et de *E. coli* dans le lait. Faciles d'utilisation, les Petrifilm permettent de distinguer facilement les coliformes, qui donnent des colonies rouges, des *E. coli*, qui donnent des colonies bleues. Cette méthode est actuellement la plus utilisée en raison des nombreux avantages qu'elle offre du point de vue de la facilité d'utilisation et d'interprétation;
- une étude sociologique pourrait permettre d'évaluer l'importance de la production et les caractéristiques des producteurs et des consommateurs des laits caillés dans la ville de Lomé et ses environs;
- l'évaluation des impacts financiers et socioculturels pour les différents acteurs y compris le consommateur et surtout les impacts positifs sur la santé publique mérite aussi d'être faite pour toute innovation ou stratégie d'intervention.

Néanmoins, l'alternative de choix reste la sensibilisation et la formation sur les bonnes pratiques de préparation en mettant l'accent sur la pasteurisation et l'adoption de bonnes pratiques d'hygiènes dans toutes les chaînes de production jusqu'au consommateur.

### **Proposition d'amélioration de la qualité des laits fermentés artisanaux.**

La fermentation lactique rend le lait fermenté plus assimilable aux personnes intolérantes au lactose. De plus, l'acide lactique favoriserait la digestion et faciliterait l'implantation des bactéries probiotiques, dans la flore intestinale. Ce qui rend cette denrée très appréciée. Cependant, la présence massive des

germes indicateurs de manquement aux règles d'hygiène ainsi que celle de quelques bactéries pathogènes porte un jugement défavorable. Ce qui entraîne un problème de qualité sanitaire des laits fermentés artisanaux commercialisés dans la ville de Lomé et peut constituer un danger potentiel pour la santé publique.

Au Togo, le secteur de transformation artisanale de lait est caractérisé par une absence de technicité des acteurs qui, pour la plupart utilisent le lait de brousse comme matière première. Ainsi, cette action s'inscrit dans le cadre d'une sensibilisation aux différents acteurs de la filière lait fermenté sur les bonnes pratiques d'hygiène de production, de transport, de distribution et de commercialisation. Elle vise améliorer de la qualité chimique et hygiénique de ces denrées en prévenant ou en réduisant les risques de contamination et de prolifération par les agents pathogènes et de contamination après les avoir identifiés.

En ce qui concerne les actions préventives, elles s'étendent aux différents stades de la chaîne.

- Au niveau de la production du lait (matière première), ces actions visent à sensibiliser les éleveurs sur les bonnes pratiques de la traite;

Sources de contamination:

En effet, au niveau de la traite, le lait peut être contaminé par la main du trayeur, les mamelles mal désinfectées, les mouvements de la vache (coup de pattes, balancement de la queue. La contamination peut provenir également du matériel de la traite. Toute pathologie digestive chez un animal entraîne une excrétion fécale et des dangers de contamination consécutive de lait. Dans ce cas, les mesures rigoureuses d'hygiène suivantes permettraient de prévenir la contamination:

Mesures de prévention:

- assurer une surveillance sanitaire régulière du cheptel et en particulier chez les vaches laitières afin de prévenir les maladies bovines;
- identifier et éliminer les vaches excrétrices. Ces activités doivent être considérées comme une action prioritaire;
- organiser la traite très tôt le matin avec un matériel (ustensiles) propre et à cet effet disposer d'un air aménagé de traite et veiller à sa propreté;
- attacher la queue de la vache;
- laver les mamelles de la femelle laitière avec de l'eau potable et essuyer avec un tissu propre;
- palper la mamelle afin de détecter les mammites avant toute traite;
- se laver proprement les mains avec de l'eau potable avant toute pratique de la traite, porter un vêtement propre et éviter de se moucher ou d'éternuer lors de la traite;
- les premiers jets sont jetés et la traite est effectuée avec un récipient propre et facile à laver;

- le lait aussitôt recueilli doit être versé dans des bidons propres puis stocké sous régime de froid.
- Au niveau de transport et distribution, les actions consistent à éduquer et sensibiliser les collecteurs de lait des fermes aux transformatrices de lait sur les dangers liés à la rupture de la chaîne de froid, au matériels de collecte de lait. Ces actions visent à amener les éleveurs et collecteurs à la maîtrise de la durée et conditions de transport de lait.

Sources de contamination:

L'utilisation des bidons en plastique à petite ouverture pour le transport présente de risques car ils sont difficiles à laver.

Lorsque le lait est prélevé sur un animal sain, il ne contient pas assez de microbes. Il contient des substances antibactériennes connues sous le nom de lacténines (enzymes naturellement présentes dans le lait), dans le lait trait empêche la prolifération des germes pendant environ 4 heures. C'est l'état bactéricide du lait cru. Pendant cette phase, on peut transporter le lait sans le refroidir à condition que la durée de conservation sans refroidissement ne dépasse pas 4 heures (durée d'action des lacténines). Or les collecteurs ont parfois de longues distances à parcourir pour la livraison. Pendant ce temps, la température du lait s'élève, ce qui favorise la prolifération des microorganismes. Pour la maîtrise de ces risques il convient:

Mesures de prévention:

- d'utiliser des bidons à large ouverture;
- si l'on ne dispose pas de moyen de réfrigération, d'acheminer rapidement le lait en évitant de dépasser la durée d'action des substances antibactériennes;
- de nettoyer, désinfecter et rincer les récipients de transport.
- Au niveau des producteurs de laits caillés, les actions vise à prioriser la formation sur les bonnes pratiques de production et de vente en mettant l'accent sur les principes de la HACCP (analyse des points critiques, actions prioritaires, contrôle régulier de lieu de préparation et de vente) ainsi qu'une bonne maîtrise des paramètres de fabrication.

Sources de contamination:

La qualité hygiénique et sanitaire de laits fermentés est influencée par les pratiques en amont de la transformation. Les impuretés et les résidus divers (poils, cheveux, brin de paille,...) représentent un danger physique et peuvent également être une source de contamination bactérienne, tout comme une mauvaise désinfection des mains et des ustensiles.

Le mélange des laits contaminés et de laits sains au moment de la réception constitue également un danger. Les collecteurs transportent le lait par petites quantités dans des bidons de 20 à 40 litres. Les laits sont ensuite mélangés pour être pasteurisés dans des marmites et la plupart des cas à l'air libre et sans couvercle. Un bidon de lait contaminé, contamine à son tour l'ensemble de lait destiné à la

pasteurisation. Il est donc nécessaire de mettre en place des procédés simples et peu coûteux afin de détecter les germes indésirables dans le lait cru et éliminer les impuretés. Il est donc judicieux que ces tests soient réalisés en présence de collecteur avant le process. Ceci permettra en cas de résultat positif au producteur de lait caillé de demander au collecteur de bien séparer les laits de chaque éleveur afin de détecter par conséquent l'origine du problème et faciliterait sa maîtrise. Il s'agit du test d'ébullition et le test à l'alcool qui renseignent sur la qualité organoleptique et microbiologique du lait. Afin de maîtriser ces dangers, les producteurs doivent à cet effet:

Mesures de prévention:

- bien identifier chaque fournisseurs pour chaque bidon livré;
- filtrer le lait dès la réception afin d'éliminer les impuretés avec des filtres à usage unique ou avec de matériel et linge bien lavés à l'eau potable et les désinfecter après chaque usage;
- procéder à la pasteurisation du lait cru avant la fabrication du lait caillé;
- laver et désinfecter les mains et les ustensiles y compris les bidons après les avoir vidés;
- veiller aussi à la qualité de l'eau utilisée lors de process ou de vente.

Autres source de contamination:

L'eau du fait de son usage abondant en amont et en aval d'une chaîne de production, constitue un vecteur potentiel de contamination bactérienne. Il faut noter que la plupart des producteurs qui n'ayant pas accès au réseau national de distribution d'eau ont recours à l'eau de forage voire celle de puits et des ustensiles tels que des bidons en polyéthylène pour le transport et la vente. Ces emballages sont lavés sans désinfection lors de la vente. Ainsi, leurs surfaces internes pouvant constituer des nids abritant de nombreux germes pathogènes. L'eau peut aussi être contaminée par les producteurs ou vendeurs eux-mêmes lorsque ceux-ci après leur besoin dans les toilettes reprennent le travail sans se laver les mains et au besoin les désinfecter. Les germes souvent incriminés sont les coliformes et les entérocoques souvent responsables des toxi-infections. Les moyens permettant leur maîtrise consisterait à:

Mesures de prévention:

- utiliser toujours de l'eau potable pour la fabrication, le nettoyage des mains, des emballages et des ustensiles puis les désinfecter;
- en cas d'absence de réseau national d'eau potable, il convient de faire analyser l'eau utilisée par le service d'hygiène afin de s'assurer de sa qualité bactériologique et de chercher auprès de cette structure le moyen de la traiter.

Un mauvais choix de ferments lactiques peut aussi constituer une source potentielle de contamination

La fermentation du lait est l'œuvre des ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique.

En effet, lorsque l'étape de la fermentation est lente et s'effectue à l'air libre, les spores (dont la température optimale de croissance est voisine de la température ambiante) ont le temps de germer et de proliférer dans le lait. En se développant dans le lait, ces germes peuvent prendre le dessus sur l'action des bactéries lactiques empêchant ainsi une bonne acidification qui constitue un atout majeur du point de vue hygiénique et sanitaire, car elles empêchent la multiplication de la plupart des germes indésirables. Ainsi l'utilisation de ferments de mauvaise qualité avec la pratique qui consiste à recourir au produit d'une fabrication précédente pour ensemercer le lot suivant ne permettent pas d'assurer la qualité du produit. Si le ferment est contaminé en microorganismes pathogènes, il contamine à son tour la fabrication suivante. En outre l'efficacité du ferment diminue au fur et à mesure des repiquages successifs, l'acidification du produit est alors moins rapide et les germes pathogènes qui subsistent dans le lait ont alors plus de temps pour se développer. D'où l'importance de recourir aux levains industriels car ceux-ci résultent d'une sélection des bactéries lactique spécifiques et de qualité bactériologique irréprochable.

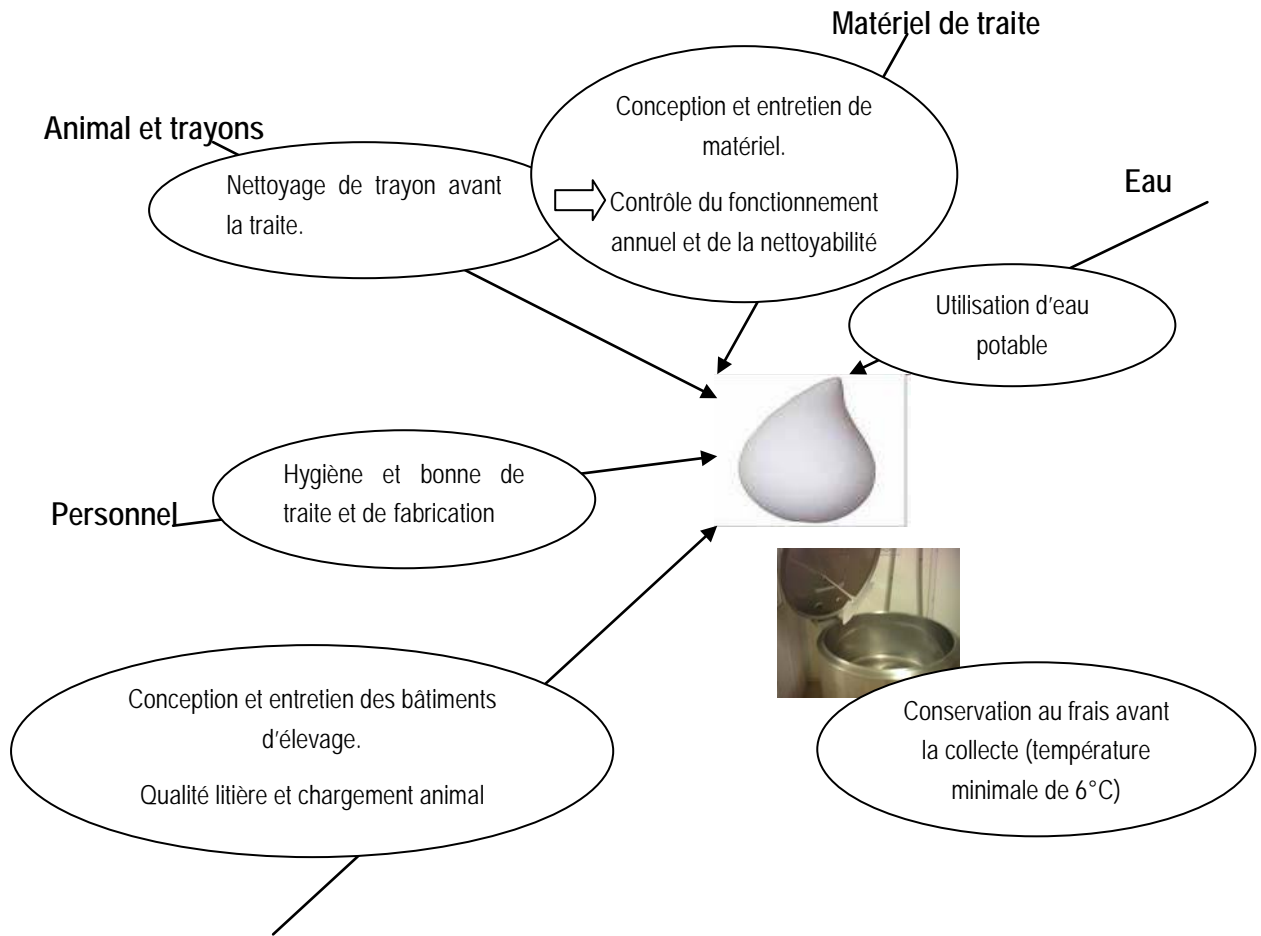
Mesures à prendre pour l'utilisation des levains industriels:

Pour la fabrication de lait fermenté, le levain communément employé est une culture fermentaire composée de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus mésophilus*. Pour une meilleure fermentation, on choisit une température proche de la température optimale de développement de Streptocoque mésophile, soit 31 °C. L'objectif recherché est de favoriser le développement de ces bactéries qui sont responsables de production d'arôme. La température optimale de croissance de *Lactobacillus bulgaricus* se situe entre 45 et 50°C, mais elle favorise aussi la production d'une grande quantité d'acide lactique. A 31 °C, leur pouvoir acidifiant est considérablement réduit, ce qui permet d'obtenir au bout de 18 heures un lait fermenté aromatisé avec une acidité limitée d'environ 70 °D.

Stocker le ferment dans un endroit frais généralement 4°C.

- Au niveau national, il convient aux responsables du ministère en charge d'élaborer une norme et règlements spécifiques sur les laits caillés afin d'assurer la protection du consommateur.

La combinaison de ces actions permettrait d'améliorer la qualité de ces denrées alimentaires et par conséquent protéger le consommateur. Ces actions s'inscriraient dans le cadre de sécurité alimentaire dans son aspect hygiène et innocuité des aliments.



### Environnement des animaux et de la traite

Figure 4: Sources de contamination et mesures de prévention.



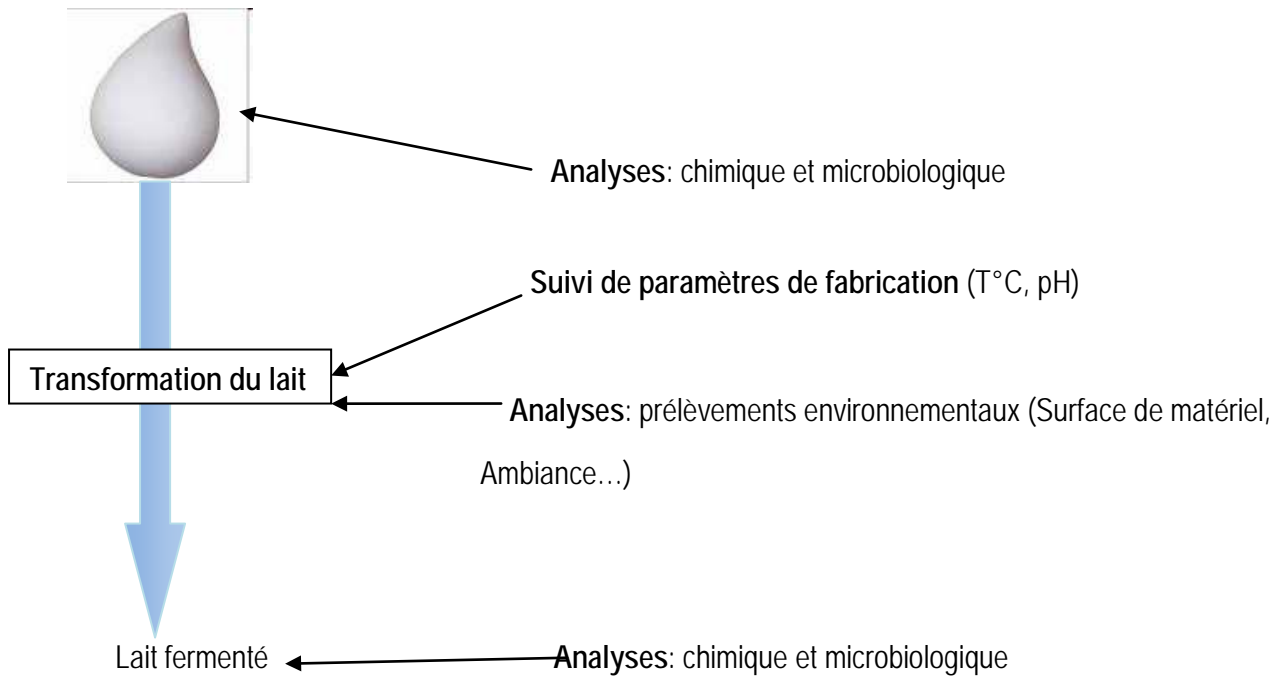


Figure 5: Principales mesures de maîtrise sanitaire à promouvoir dans un atelier de fabrication de lait fermenté.

## Références bibliographiques

- A.C.C.T. Médecine traditionnelle et pharmacopée. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République populaire du Benin. Paris: A.C.C.T. 1989; p. 750.
- Aggad H, Mahouz, Ammar YA, Kihal M. *Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'Ouest Algérien*. Rev.Méd.Vet. 2009; 160,12:590-95.
- Ahmed A., Mohamed A, Faye B, Blanchard L, Bakheit S. *Assessment of quality of camel milk and gariss, north Kordofan State, Sudan*. Research Journal of Animal and Veterinary Science. 2010; 5(1): 18-22.
- Alais Ch. *Sciences de lait: principe des techniques laitières* VIème éd. Paris: Ed SEPAIC; 1984; 814 p.
- Amegée MK. La production laitière au Togo. 1973;Th. Med. Vet. Alfort; N° 86
- Aubert C. Les laits fermentés traditionnels. Paris : Terre vivante. 1992; 269p
- Beukes E.M, Bester B.H, Mostert J.F. *The microbiology of South African traditional fermented milks*. I.J. Food Microbiol. 2001; 63: 189-97.
- Blocher J.C, Busta F.F. *Bacterial spore resistance to acid*. Food technology. 1982 Nov.
- Catsaras M, Grebot. *Multiplication des salmonelles dans la viande hachée*. Bull. Acad. Vét. De France.1984; 57: 501-02.
- Chye F.Y, Abdullah A, Ayob M.K. *Bacteriological quality and safty of raw milk in Malaysia*. Food Microbiol. 2004; 21: 535-41.
- Champagne D, Claude P, Moineau S, Lange M, Gélinas P, Audet P. Production de ferments lactiques dans l'industrie laitière. Saint-Hyacinthe, Edisem-Fondation des Gouverneurs. 1998; 210p.
- Courtoisier A.J. *Action destructive de la chaleur sur les microorganismes. Calcul pratique et application sur le vin*. Ind. Aliment. Agric.1984; 101: 146-474.
- Daoud J, Debevere M. *The effect of Bacillus substulis and Streptococcus faecalis var. Liquefaciens on staphylococcal enterotoxin A activity*. I. J. Food Microbiol.1985: 2: 197-258.
- Diby N.C. Contribution à l'hygiène et à la sécurité sanitaire des aliments en Cote d'Ivoire: le cas de lait et des produits laitiers. Mém. 2005. Disponible à la bibliothèque CNF Université Senghor d'Alexandrie (consulté le 18/10/12).

- Dubois G, et al. *Inhibition de quelques bactéries pathogènes et potentiellement pathogènes par Streptococcus lactis, S. thermophilus, lactobacillus acidophilus et L. helveticus*. Le Lait. 1982; 62: 681-87.
- FAO. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. 1995; In Alimentation et nutrition. [En ligne]. Accès internet: [www.fao.org/docrep/T4280F09.htm-13k](http://www.fao.org/docrep/T4280F09.htm-13k), 271p (page consultée le 04/03/13).
- Fukushima H Daito K, Tsubokura M. Otsukkik, Kawaoka Y. *Significance of milk as a possible source of infection for human yersiniosis.1. Incidence of yersinia organisms in raw milk in Shiman prefecture*. Japan: Vet. Microbiol. 1984; 9: 139-46.
- Gran H.M, et al. *The production of fermented milk products with particular emphasis on sanitation and microbiological quality*. Food control. Zimbabwe: Smollholder dairy processing. 2002;13: 161-68.
- Hamza A.D. Contribution à l'étude de la qualité des laits caillés du Niger. 1996;Thèse Med. Vet: Dakar; 12.
- Haut commissariat au tourisme du Togo. Passeport touristique. Paris: ed. Delroisse. 1970; 40 p
- Hermier J, lenoir J, weber F. Les groupes microbiens d'intérêt laitier. Paris: CEPILI; 1992.
- Holmquist H, et al. *Influence of temperature pH, water activity and antifungal agents on growth of Aspergillus flavus and Aspergillus parasiticus*. Journ. Of food Sc.1983: 48: 665-1012.
- Jiwoua C, Millière JB. *Flore lactique et entérocoques du lait caillé (Pindidam) produit dans l'Adamaoua (Cameroun)*.Le Lait. 1990 Septembre; 70: 475-86.
- Kaghembega J. Contribution à l'étude de la salubrité des laits caillés et yaourt à Dakar. Thèse de Méd. Vét. 1984, n° 24.
- Katinan R.C, Aw R, Chatigré K.O, Bohoussou K.M, Assidjo N.E. *Evaluation de la qualité chimique et hygiénique des laits caillés artisanaux produits et consommés dans la ville de Yamoussoukro, Côte d'Ivoire*. Journal of Applied Biosciences. 2012 juillet; 55: 4020-027.
- Larpent J.P. Les ferments microbiens dans les industries agroalimentaires (produits laitiers carnés). Paris: APRIA.1991.
- Loutou T.Y. Problèmes de santé publique posés par la production et la commercialisation des produits laitiers et glaces alimentaires au TOGO: cas de la commune de Lomé. TOGO: Mém. E.A.M.-U.B; 1989; n° 284.

- Luquet F.M. Laits et produits laitiers. Vache. chèvre. Brebis. 2. Produits laitiers: transformation et technologie. Paris: Ed. Technique et Documentation-Lavoisier; 633p. Sciences et Techniques Agro-alimentaires.
- Mounkala O. L'économie du lait au Sénégal: offre à Dakar et projections de la demande. Dakar. Th. Méd. Vét. 2002; 11.
- Nakasaki K, Yanagisawa M, Kobayashi K. *Microbiological quality of fermented milk produced by repeated-batch culture*. Journal of Bioscience and Bioengineering. 2008; 105(1): 73-76.
- N'Diaye M. Contribution à l'étude comparative de la qualité microbiologique des laits crus, laits caillés et laits en poudre commercialisés dans la région de Dakar. Thèse de médecine vétérinaire. 1991. (A vérifier avant de le citer).
- Ngerageze J.D.D. Essai de contrôle de salubrité de lait frais de la ferme au consommateur dans la préfecture du Golfe (Togo). Mém. E.A.M.-U.B. 1988: Lomé ; n° 249.
- OMS. World health statistics annuals. Genève: O.M.S; 1991; p.99.
- OMS. Prévention des maladies d'origine alimentaire « cinq clés pour des aliments sûrs ».Note d'information INFOSAN n° 5.2006 Octobre; p.1.
- OMS/FAO. Norme codex pour les laits fermentés. Codex alimentarius 2010; 11p. Accès internet: <http://www.codexalimentarius.org> (page consulté le 04/03/13).
- Passebecq A. Votre santé par la diététique et l'alimentation saine 13 éd. Paris: DANGLES. 1987; p.81"Psycho-Soma" (le corps et l'esprit).
- Pissang D.T.Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait et produits laitiers commercialisés au Togo. Th. Med. Vet. Dakar.1992;143p.
- Reinbold G. Indicators organisms in dary product. *Food Technology*. 1983 June.
- Richard VJ. Production de lait cru de bonne qualité bactériologique. *Micobiog-Hyg-Alim*. 1990; 2(1): 30-33.
- Rosier J, Carlier V et Bolnot F. Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. 1985; 232 pages; p149-63.
- Saied K, Boudabous A. Bactéries des genres *Lactobacillus* et *Streptococcus* isolées des produits laitiers locaux. *Micobiog-Hyg-Alim*. 1994; 6(15): 3-21.
- Sémaka G. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés commercialisés dans la région de Dakar (Sénégal). Dakar. Th.Méd. Vét. 1986; n°6.
- Serres L, Amarglio S, Pentranxienne D. *Contrôle de qualité des produits laitiers*. Tome II: Analyse microbiologique et analyse sensorielle. Direction des Services vétérinaires-France. Paris: Imprimerie commerciale. 1973; 393 p.

- Seydi M. Contamination des D.AOA: Incidence sanitaires et économiques. "Med. d'Afr. noire". 1982; 29.
- Soleil. Quotidien officiel de la République du Sénégal. 1991; p.8.
- Sperber W. *Requirements of Clostridium botulinum for growth and toxin production*. Food Technology. 1982 Déc.
- Tamagnini LM, De Sousa BG, Gonzalès RD, Budde CE. Microbiological characteristics of crotting goat cheese made in different seasons. Small Ruminant Research. 2006; 66: 175-80.
- Vignola CL. Science et technologie du lait-transformation : composition, propriétés physico-chimique, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait IIème éd. Canada : Presse Internationale Polytechnique. 2010; 608p
- Yaokorin Y. Influence de la période de mise bas sur la production laitière (Togo). Rapport de stage. 2008; 20p.

#### Liste des illustrations

Figure I: Diagramme de production artisanale de lait fermenté.....	19
Figure II: Diagramme de production améliorée de lait fermenté artisanal.....	20
Figure III: Préparation de la solution mère.....	29
Figure IV: Sources de contamination et mesures de prévention.....	47

**Liste des tableaux**

Tableau I: Etat physico-chimique du lait de vache.....	8
Tableau II: composition générale du lait de vache.....	8
Tableau III: critère chimique et microbiologique des laits fermentés ( Journal officiel de la République française du 19 janvier 1980).....	15
Tableau IV: Tableau récapitulatif des techniques d'analyse.....	28
Tableau V: pH et acidité des 15 échantillons de lait fermenté provenant de Zongo BTCl.....	32
Tableau VI: pH et acidité des 15 échantillons de lait fermenté artisanal provenant d'Agoè Zongo.....	32
Tableau VII: Appréciation de la qualité chimique des laits fermentés provenant des deux marchés.....	33
Tableau VIII: Récapitulatif des résultats de dénombrement des germes dans les laits fermentés artisanaux provenant d'Agoè Zongo.....	34
Tableau IX: Appréciation de la qualité microbiologique des laits fermentés provenant d'Agoè Zongo...	35
Tableau X: Récapitulatif des résultats de dénombrement des germes dans les laits fermentés provenant de Zongo BTCl.....	36
Tableau XI: Appréciatio de la qualité microbiologique des laits fermentés artisanaux provenant de Zongo BTCl.....	37
Tableau XII: Pourcentages globaux de non conformité des résultats des analyses chimiques et microbiologiques des laits fermentés artisanaux.....	37

## Annexes

### Annexe 1: Milieux de culture et réactifs

La formule utilisée en gramme par litre d'eau distillée.

Milieux de culture	Réactifs	Quantité
Gélose Baird Parker:	Peptone	10
	Extrait de viande	4
	Extrait de levure	2
	Pyruvate de sodium	10
	Glycocolle	12
	Aga agar	14
Gélose Hectoen	Bio-thione	12
	Extrait de levure	3
	Sels biliaires	9
	Lactose	12
	Saccharose	12
	Silicine	2
	Chlorure de sodium	5
	Hyposulfite de sodium	5
	Citrate de fer ammoniacal	1,5
	Bleu de bromothimol	0,064
	Fushine acide	0,04
	Gélose	13,5
pH final: 7,6		
Gélose Plate Counte Agar	Peptone	5
	Extrait de levure	2,5
	Soyotone	5
	Extrait de levure	5
	Methabisulfite de sodium anhydre	1
	Citrate de fer ammoniacal	1
	Agar agar	15
pH: 7,6		

Milieux de culture	Réactifs	Quantité
Gélose trypticase-Sulfite-Néomycine	Bio-trypticase	15
	Sulfite de sodium	1
	Sulfite de Néomycine	0,05
	Sulfite de Polymyxine	0,02
	Extrait de levure	2
	Citrate de Fer	0,5
pH: 7,2		
Gélose Lactosée Biliée au Crystal Violet et au Rouge Neutre (VRBL)	Peptone	7
	Extrait de levure	5
	Sels biliaires	1,5
	Glucose	10
	Chlorure de sodium	5
	Agar agar	11
	Rouge neutre	0,03
	Crystal violet	0,002
pH final: 7,4		
Rapi <i>E. coli</i>	Peptone	10
	NaCl	5
	Extrait de levure	3
	Mélange sélectif chromogénique	6
	Agar-agar	6
pH final à 25°C: 7,2± 0,2		
	Peptone	4,54
Rappaport Vassiliadis	Chlorure de sodium	7,2
	Dihydrogéo-phosphate de potassium	1,45
	Chlorure de potassium anhydre	13,4
	Vert de Malachite Oxalate	0,036
pH final: 5,1±0,2 à 25°C		



Milieus de culture	Réactifs	Quantité
Sabouraud Chloramphénicol	Peptone	10
	Glucose massé	20
	Agar agar	15
pH: 6		
Eau Peptonée Tamponnée	Peptone	20
	NaCl	5
	Phosphate dissodique	9
	Phosphate monopotassique	1,5
	Eau distillée	1000 ml

**Annexe 2: Fiche d'échantillonnage**

Site de prélèvement: .....

Nature du produit analysé : .....

Série N°	Quantité/Nombre	Observations

Annexe 3: Fiche de prélèvement

Echantillon N° : .....

Nature du produit à analyser : .....

Lieu : .....

Date : ...../...../.....

Heure : .....

Conditions de transport : .....

Conditions de conservation : .....

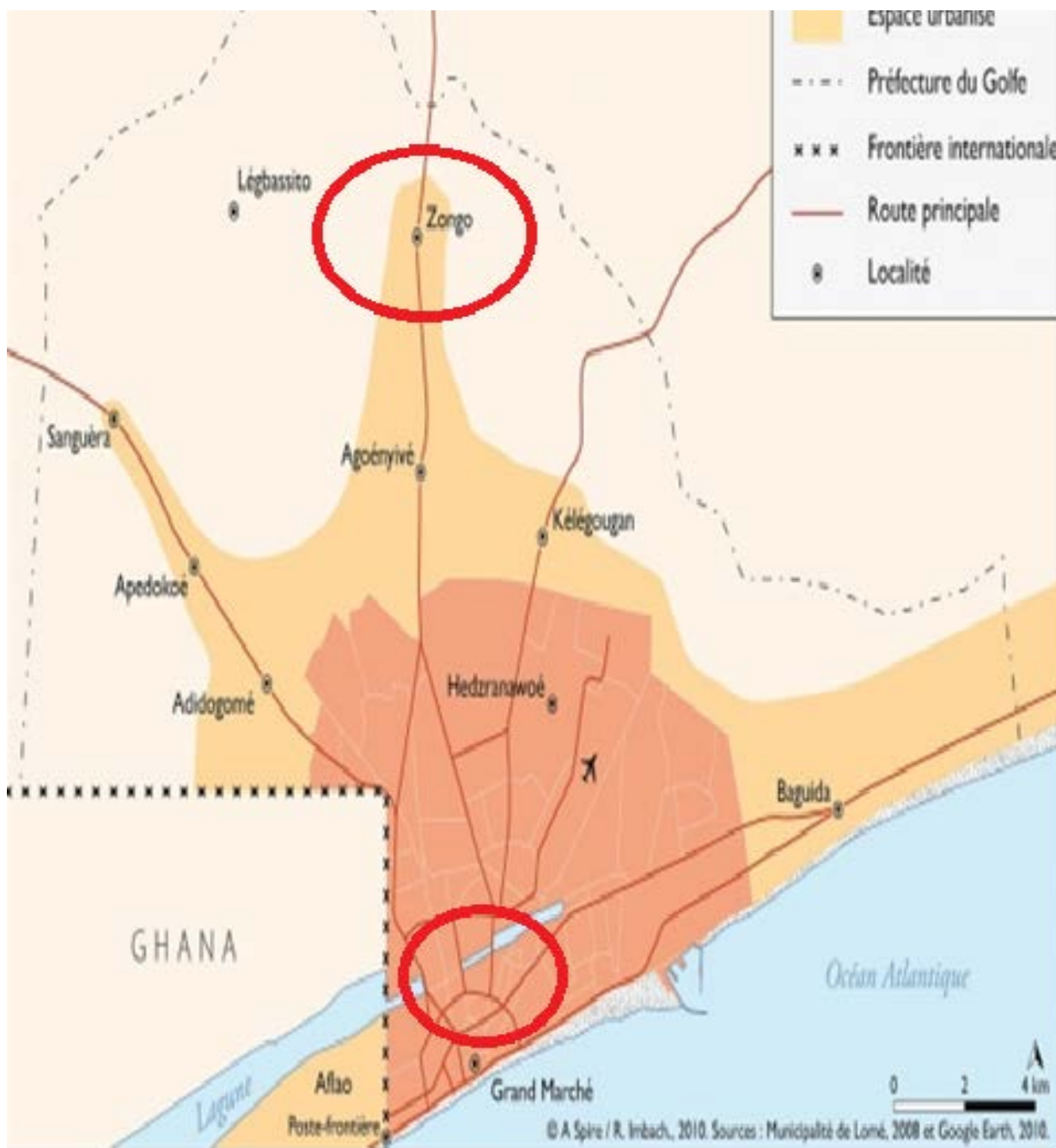
Heure d'arrivée au laboratoire : .....

Annexe 4: Carte du Togo



Source: <http://www.icilome.com/nouvelles/news.asp>.

Annexe 5: Carte de la ville de Lomé



Source: <http://www.icilome.com/nouvelles/news.asp>

Annexe 6: Quelques images sur les laits fermentés et les points de vente



Photo 1: Lait en état de chauffage.



Photo 2: Lait fermenté contenant sa matière grasse en état de fermentation



Photo 3: Un des points de vente de lait fermenté situé à Agoè Zongo à proximité de la voie principale en allant vers la suite du port de Lomé vers Tsévié.



Photo 4: Un autre point de vente situé à proximité d'une mosquée à Agoè



Photo: L'un des collecteurs-distributeurs de lait cru.



Photo 6: L'un des points de vente situé derrière la BTCl (Zongo BTCl)

Annexe 6: Matériels utilisés au laboratoire



Photo 7: pHmètre utilisé pour la mesure de pH des échantillons.



Photo 8: Balance électrique (Mettler P1210N)



Photo 9: Otoklave permettant la stérilisation et la destruction des milieux de culture





Photo 10: Les incubateurs de marque Jouan à 30°C, 37°C et 44°C.