

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



**ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES (E.I.S.M.V.)**



ANNEE : 2013

N°01

Evolution des qualités microbiologique, physico-chimique et organoleptique d'un yaourt industriel produit localement et commercialisé sur le marché de Ouagadougou (Burkina Faso)

MEMOIRE DE MASTER EN QUALITE DES ALIMENTS DE L'HOMME

Présenté et soutenu publiquement le **5 janvier 2013 à 10 heures** à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar

Par

KIEMPTORE Iris Hélène Assemana

Née le 3 janvier 1988 à Ouagadougou (Burkina Faso)

Jury

Président :

M. Louis Joseph PANGUI

Directeur Général de l'EISMV de Dakar

Membres :

M. Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur à l'EISMV de Dakar

M. Bhen Sikina TOGUEBAYE

Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD

Directeur de recherche :

M. Malang SEYDI

Professeur à l'EISMV de Dakar

NOTE AUX LECTEURS

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



Bibliothèque Centrale UCAD

Site Web: www.bu.ucad.sn

Mail: bu@ucad.edu.sn

Tél: +221 33 824 69 81

BP 2006, Dakar Fann - Sénégal

DEDICACES

Je rends grâce au **Seigneur** pour toutes les merveilles et les miracles qu'Il a accompli dans ma vie. Que ton Nom soit béni à jamais.

Je dédie ce mémoire à :

Ma famille qui m'a toujours soutenue. Ma vie entière serait insuffisante pour vous exprimer ma profonde gratitude. Que Dieu vous bénisse et vous protège.

A **Juste P. KOMY**, merci pour ton soutien indéfectible.

A la **famille JONHSON**, que Dieu vous bénisse.

A la promotion du master qualité des aliments de l'Homme 2011-2012.

REMERCIEMENTS

Je remercie vivement :

M. Louis Joseph PANGUI, Directeur Général de l'EISMV.

M. Germain Jérôme SAWADOGO, coordonnateur des Stages et de la Formation Post-Universitaires.

Toute ma reconnaissance s'adresse à **M. Malang SEYDI**, Professeur à l'EISMV de Dakar, pour avoir encadré ce travail et pour les conseils prodigues.

J'adresse mes remerciements au **Docteur Lassina OUATTARA**, sans qui ce travail n'aurait pas été possible.

Sincères remerciements à tout le personnel du LNSP pour l'encadrement et les conseils.

Je remercie chaleureusement **Mme Virginie DALA**, pour toutes ses qualités humaines et intellectuelles.

Je n'oublie pas tous ceux qui ont œuvré de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A NOS MAITRES ET JUGES

Monsieur Louis Joseph PANGUI, Directeur Général de l'EISMV de Dakar,

Qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de mémoire, Hommage respectueux.

Monsieur Malang SEYDI, Professeur à l'EISMV de Dakar, Directeur et rapporteur,

Pour le temps consacré à ce travail et les conseils prodigués, pour sa disponibilité et son enthousiasme, Qu'il trouve ici un témoignage de notre reconnaissance et de tout le respect que nous lui portons.

Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO, Professeur à l'EISMV de Dakar,

Qui dirige d'une main rationnelle les formations post-universitaires à l'EISMV et qui nous a fait l'honneur et le plaisir de participer à notre jury de mémoire, Sincères remerciements.

Monsieur Bhen Sikina TOGUEBAYE, Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD de Dakar,

C'est un grand privilège que de vous compter dans notre jury de mémoire. Nous sommes honorés par l'intérêt que vous portez à l'examen de ce travail. Trouvez ici l'expression de nos sincères remerciements.

RESUME

Le yaourt est le produit laitier fermenté le plus connu, le plus fabriqué localement et industriellement et le plus consommé au Burkina Faso. Bien que la fabrication du yaourt soit répandue, les producteurs sont souvent confrontés à des difficultés d'ordre pratique à savoir comment produire un yaourt de qualité microbiologique, physico-chimique et organoleptique.

Ainsi les analyses microbiologique, physico-chimique et organoleptique que nous avons effectuées sur un yaourt produit localement durant sa date limite de consommation ont donné les résultats suivants. Pour les paramètres microbiologiques, un jour après la date de production, 0% est non conforme pour le dénombrement des bactéries lactiques ; 47,06% pour les coliformes totaux ; 58,82% sont non satisfaisants pour les coliformes thermo tolérants et 82,35% sont non satisfaisants pour *Escherichia coli*. Toutefois, quatorze jours après leur production, tous les échantillons étudiés sont conformes aux normes relatives aux coliformes totaux, coliformes thermo tolérants et *Escherichia coli*.

Pour les analyses physico-chimiques, un jour après la production des échantillons ; 35,29% sont non conformes pour l'acidité titrable contre 0% pour la mesure du pH. Par contre tous les échantillons sont jugés conformes quatorze jours après leur production.

Tous les échantillons soumis à la détermination de la qualité organoleptique sont jugés satisfaisants aussi bien un que quatorze jours après leur production.

Mots clés : Yaourt, Ouagadougou, évolution, microbiologique, physico-chimique, organoleptique.

ABSTRACT

Yoghurt is the best known fermented milk product and the most industrially manufactured locally and more consumed in Burkina Faso. Although the manufacturing of yoghurt is widespread, producers are often faced with practical difficulties that is to say knowing how to produce yoghurt of good microbiological, physicochemical and organoleptic qualities.

Microbiological, physicochemical and organoleptic testing carried out on samples of yoghurt studies, gave the following results. For microbiological parameters, one day after the manufacturing date, 0% is not-compliant with the counting of lactic acid bacteria, 47.06% do not meet the standards of total coliforms, 58.82% are unsatisfactory for thermo tolerant coliforms standard and 82.35% do not comply with *Escherichia coli*. However, fourteen days after their production, all samples are consistent with our analysis regarding the standards for total coliforms, thermo tolerant coliforms and *Escherichia coli*.

For physicochemical testing, one day after the manufacturing date, 35.29% are considered non-compliant for titrable acidity against 0% for pH measurement. However all samples are found to be consistent fourteen days after their production.

All samples submitted for organoleptic quality testing are considered satisfactory, both in the first and the second week of production.

Keywords: Yoghurt, Ouagadougou, evolution, microbiological, physicochemical, organoleptic.

SIGLES ET ABREVIATIONS

% : pourcentage

BCP : Gélose lactosée au bromocrésol pourpre

°C : degré Celsius

CEE : Communauté Economique Européenne

CS : Citrate de Simmons

E. coli : *Escherichia coli*

EPT : Eau Peptonée Tamponnée

g : gramme

GN : Gélose Nutritive

h : heure

ISO : International Standardization Organization

LNSP : Laboratoire National de Santé Publique

ml : millilitre

mn : minute

MR : Rouge de Méthyle

MRS: de Man, Rogosa and Sharp

NaOH : Hydroxyde de sodium

NF : Norme Française

pH : Potentiel hydrogène

PS : Peptone Sel

UFC : Unité Formant Colonie

VP : VogesProskauer

VRBL : Gélose lactosée Vert Brillant et à la Bile.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Teneur moyenne du yaourt pour 100g de produit.....	7
Tableau II : Quelques caractères anormaux des yaourts	9
Tableau III : Normes microbiologiques pour les yaourts.....	11
Tableau IV : Milieux de culture ou réactifs utilisés en fonction des germes ou paramètres recherchés.....	14
Tableau V : Caractéristiques microbiologiques des yaourts un jour après la date de production	19
Tableau VI : Caractéristiques microbiologiques des yaourts quatorze jours après la date de production.....	20
Tableau VII : Caractéristiques physico-chimiques effectuées un jour après la date de production	20
Tableau VIII : Caractéristiques physico-chimiques effectuées quatorze jours après la date de production.....	21

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Diagramme de fabrication du yaourt.....	6
--	---

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
Chapitre I : Généralités	4
I-1) Définitions et classification du yaourt.....	4
I-1-1) Définitions	4
I-1-1-1) Le lait fermenté.....	4
I-1-1-2) Le yaourt.....	4
I-1-1-3) Les bactéries lactiques	4
I-1-2) Classification du yaourt	4
I-2) Procédé de fabrication du yaourt	5
I-3) Caractéristiques nutritionnelles du yaourt	7
Chapitre II : Flore de contamination, qualité microbiologique et paramètres physico-chimiques	7
II-1) Germes témoins de contamination fécale	8
II-2) Les coliformes totaux.....	8
II-3) Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants	8
II-4) <i>Escherichia coli</i>	8
II-5) Intérêt de la recherche des micro- organismes	8
II-6) Défauts et altérations du yaourt	8
II-7) Qualité microbiologique du yaourt au Burkina Faso	9
II-8) Critères microbiologiques	9
II-9) Normes microbiologiques pour les yaourts	11
II-10) Paramètres physico-chimiques du yaourt	11
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE.....	12
Chapitre I) Matériel et méthodes	13
I-1) Cadre et période d'étude	13

I-2) Matériel	13
I-2-1) Echantillons.....	13
I-2-2) Matériel technique.....	14
I-2-2-1) Appareillage.....	14
I-2-2-2) Produits et consommables	14
I-3) Méthodes	15
I-3-1) Analyses physico-chimiques	15
I-3-1-1) Mesure du pH	15
I-3-1-2) Détermination de l'acidité titrable (NF V04-369, 1994).....	15
I-3-2) Analyses microbiologiques	15
I-3-2-1) Préparation de l'échantillon et des dilutions	15
I-3-2-2) Dénombrement de la flore mésophile lactique (NF ISO 15214, 1998).....	15
I-3-2-3) Mode opératoire du dénombrement des coliformes totaux et d' <i>Escherichia coli</i> (NF V08-017, 1980)	16
I-3-2-4) Expression des résultats	17
I-3-3) Analyses organoleptiques ou sensorielles	18
Chapitre II) Résultats et discussion.....	19
II-1) Résultats	19
II-1-1) Analyses microbiologiques.....	19
II-1-2) Paramètres physico-chimiques	20
II-1-3) Analyses sensorielles ou organoleptiques	21
II-2) Discussion	22
II-2-1) Analyses microbiologiques	22
II-2-1-1) Les bactéries lactiques	22
II-2-1-2) Les coliformes	22
II-2-2) Analyses physico-chimiques	23
II-2-2-1) Le pH.....	23
II-2-2-2) L'acidité titrable	23
II-2-3) Analyses organoleptiques ou sensorielles	24
Conclusion et recommandations	25
Recommandations	25
Références bibliographiques	27

Introduction

Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* et de *Streptococcus salivarius thermophilus* à partir du lait frais, ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (de lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc.). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants [4]. Ils occupent, comme la plupart des denrées alimentaires d'origine animale, une place importante dans l'alimentation de l'Homme.

Au Burkina Faso, la consommation du yaourt est dépendante du revenu des ménages, de leurs structures, de l'appartenance ethnique, du processus d'urbanisation et d'autres facteurs tels que l'image du produit, les difficultés de conservation, l'absence de circuit de distribution organisés et le statut professionnel du chef de ménage. En 1995, les dépenses mensuelles et par ménage de lait et produits laitiers était de 3 128 FCFA dont 19,9% pour les yaourts [16].

L'efficacité du yaourt est importante pour le traitement des infections digestives. Son effet curatif sur des infections digestives bactériennes a été démontré pour différents germes, chez l'animal comme chez l'être humain. L'administration de ferments (*Lactobacillus*) améliore très sensiblement l'état de patients souffrant d'infections récurrentes à *Clostridium* avec diarrhée sanglante rebelles aux traitements médicamenteux. La présence d'acide lactique explique en partie cette action inhibitrice sur le développement de certaines souches bactériennes, notamment pathogènes [19].

Cependant, pour qu'un produit laitier quel qu'il soit puisse remplir ses multiples fonctions, il faut, outre une qualité physico-chimique, une excellente qualité microbiologique. Sans ces conditions, son utilisation peut constituer une menace sérieuse pour la santé humaine. Ainsi notre travail intitulé « Evolution des qualités microbiologique, physico-chimique et organoleptique d'un yaourt industriel produit localement et commercialisé sur le marché de Ouagadougou » trouve sa justification. Cette étude a pour objectif d'apprécier les qualités microbiologique, physico-chimique et organoleptique du yaourt produit et commercialisé sur le marché de Ouagadougou et son évolution au cours d'un stockage réfrigéré entre 0 et 4°C durant 14 jours. De façon spécifique il s'agit de :

- ✓ dénombrer la flore lactique mésophile présente dans le yaourt de marque A ;
- ✓ identifier les microorganismes témoins de contamination fécale (*E.coli*, coliformes totaux et coliformes thermo tolérants) présents dans le yaourt de marque A commercialisé sur le marché de

Ouagadougou ainsi que leur évolution au cours de sa durée de consommation ;

- ✓ évaluer le pH et acidité titrable ainsi que leur évolution au cours de la durée de consommation du yaourt de marque A.
- ✓ déterminer la qualité organoleptique du yaourt de marque A ainsi que son évolution au cours de sa durée de consommation.

Le présent travail s'articule comme suit :

- ✓ la première partie passe en revue la synthèse bibliographique ;
- ✓ la deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale et traite du matériel et des méthodes utilisés pour les analyses ainsi que les résultats obtenus et la discussion.

Il se termine d'une conclusion suivie de recommandations.



PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités

I-1) Définitions et classification

I-1-1) Définitions

I-1-1-1) Le lait fermenté

On appelle lait fermenté 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 de micro-organismes appropriés et résultant dans la réduction du pH avec ou sans coagulation (précipitation isoélectrique). Ces levains (micro-organismes) doivent être viables, actifs et abondants dans le produit à la date de durabilité minimale [4].

I-1-1-2) Le yaourt

Le yaourt est un lait fermenté moderne. Selon le Codex Alimentarius (norme N°A-11(a) 1975) « le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique grâce à *Lactobacillus delbrueichi bulgaricus* et *Streptococcus salivarius thermophilus* à partir du lait frais, ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (de lait en poudre, poudre de lait ...). Les microorganismes doivent être viables et abondants ». De plus la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,7g [8].

I-1-1-3) Les bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont des bactéries à Gram positif regroupant douze genres dont les plus étudiés sont *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* et *Pediococcus*. Ces bactéries peuvent avoir des formes en bâtonnet ou en coques, sont immobiles et ne sporulent pas. Elles ont également un métabolisme aérobie facultatif et ne produisent pas de catalase. Les bactéries lactiques ont en commun la capacité de fermenter les sucres en acide lactique [15].

Les bactéries lactiques sont ubiquistes. On les trouve dans différentes niches écologiques comme le lait et les produits laitiers fermentés, les produits fermentés à base de mil (dégué), les végétaux, la viande, le poisson... [6].

I-1-2) Classification du yaourt

Différentes sortes de yaourt sont trouvés sur le marché selon leurs teneurs en matière grasse, leur goût ou leur texture.

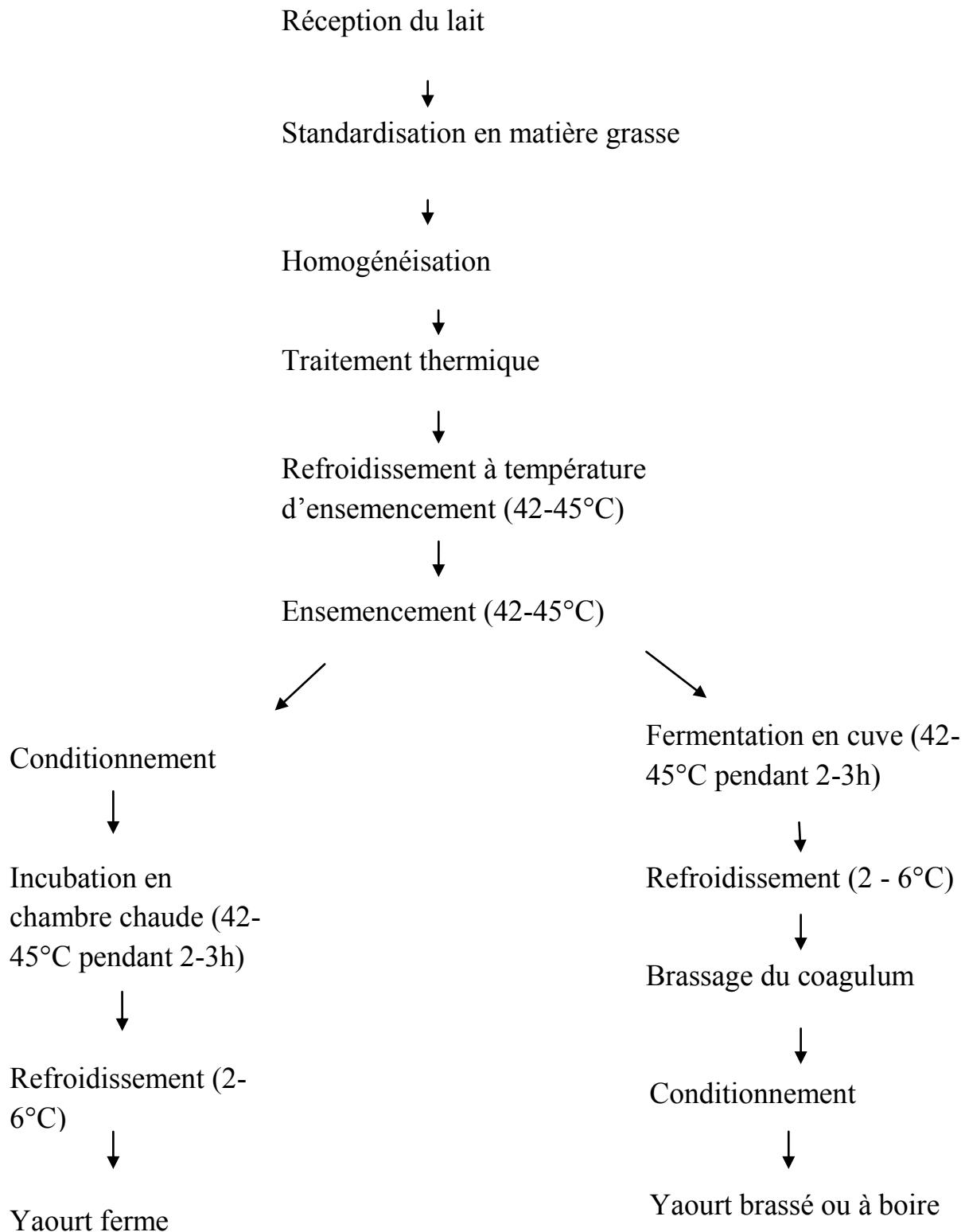
Selon la teneur en matière grasse on distingue les yaourts maigres (moins de 1% de matière grasse), les yaourts natures (1% de matière grasse), les yaourts au lait entier (3,5% de matière grasse). Selon leur goût il existe les

yaourts nature (sans addition) ; les yaourts sucrés ; les yaourts aux fruits, au miel, à la confiture (moins de 30% d'éléments ajoutés) et les yaourts aromatisés (aux arômes naturels ou de synthèse autorisés par la législation). Selon la texture on note les yaourts fermes (coagulés en pot), les yaourts brassés (coagulés en cuve et brassés pendant la mise en pot), les yaourts « à boire » (texture liquide) [7].

I-2) Procédé de fabrication du yaourt

Le yaourt est un lait fermenté, préparé avec des laits écrémés ou non, pasteurisés ou stérilisés, éventuellement additionnés de poudre de lait (pour en améliorer la consistance) etensemencés avec deux bactéries lactiques spécifiques qui sont *Steptococcus salivarius thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus*. Au terme de la fermentation (à 45°C pendant environ 2h), le lait coagulé est devenu un yaourt contenant 100 millions de bactéries vivantes par gramme. C'est l'activité bactérienne qui confère au yaourt son arôme et son goût caractéristiques ainsi que ses qualités nutritionnelles spécifiques.

Figure 1 : Diagramme de fabrication du yaourt



Source [17]

I-3) Caractéristiques nutritionnelles du yaourt

En plus de l'appréciation pour son goût et sa texture, le yaourt est aussi apprécié pour sa valeur nutritionnelle remarquable.

Le yaourt est un produit vivant. Les bactéries lactiques spécifiques (*Streptococcus salivarius thermophilus* et *Lactobacillus delbrueichi bulgaricus*) restent vivantes dans le tube digestif et transforment les constituants du lait fermenté en améliorant leur digestivité. En effet, les laits fermentés et le yaourt ont une digestion plus aisée que le lait. Le sucre du lait (le lactose), pour être digéré a besoin d'une enzyme particulière qui est la lactase. Dans les produits laitiers fermentés, ce sucre est décomposé par les microorganismes lors de la fermentation.

Le tableau ci-dessous indique la teneur moyenne des différents types de yaourt

Tableau I : Teneur moyenne du yaourt pour 100g de produit

	Teneur moyenne pour 100 g de produit							
	Protides g	Lipides g	Glucides g	Calcium mg	Sodium mg	Potass. mg	Phosph. mg	Valeur énergétique kJoules / kCalories
Yaourt nature	4,15	1,2	5,2	174	57	210	114	201 48
Yaourt au lait entier	3,8	3,5	5,3	171	56	206	112	284 68
Yaourt nature 0%	4,2	traces	5,4	164	55	180	100	163 39
Yaourt nature sucré	3,8	1,1	14,5	160	52	195	105	347 83
Yaourt aromatisé au lait entier	3,2	3,2	12	140	50	190	106	372 89
	4,3	1,8	5,2	165	40	205	115	230 55
Yaourt brassé nature	3,75	1,65	14,5	140	50	190	110	368 88
Yaourt brassé aux fruits	3,1	2,7	16,5	140	45	180	100	431 103
Yaourt au lait entier aux fruits	3,6	traces	17,2	140	45	180	100	351 84
Yaourt maigre aux fruits								

Source [7]

Chapitre II : Flore de contamination, qualité microbiologique et paramètres physico-chimiques

Du fait de leur composition et de leurs conditions de production, les produits laitiers peuvent être contaminés par des microorganismes. Lorsque ces derniers se multiplient dans le milieu, ils provoquent des modifications nuisibles à la qualité des yaourts par la dégradation de leurs constituants ou par libération en leur sein de composés indésirables. Ces dégradations peuvent concerner chacun des grands groupes des constituants du produit (protéines, lipides, lactose). Ces dégradations peuvent aussi se traduire par des défauts de goût, d'odeur, de texture ... La présence de ces germes peut nuire à la croissance des

bactéries lactiques indispensables à la fermentation. Il faut donc veiller au respect strict des règles de bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène dans l'industrie laitière, afin de produire des denrées alimentaires de bonne qualité.

II-1) Germes témoins de contamination fécale

Les germes témoins de contamination fécale sont des bio indicateurs de contaminations microbiennes et indiquent des manipulations malpropres [17].

II-2) Les coliformes totaux

Selon la norme NF ISO 4832(juillet 1991), les coliformes sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, oxydase (-) aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'agents de surface ayant les mêmes propriétés et capables de fermenter le lactose avec production d'acide, de gaz et d'aldéhyde en 48 h à une température comprise entre 35 et 37°C ($\pm 0,5^\circ$ ou $\pm 1^\circ\text{C}$).

II-3) les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants

En microbiologie alimentaire, les coliformes thermo tolérants sont des coliformes qui, incubés à une température de 44°C +/- 1°C pendant 24h au moins, présentent les propriétés des coliformes totaux.

II-4) *Escherichia coli*

De la famille des *Enterobacteriaceae*, *E. coli* est un hôte normal de la flore intestinale [22]. Il produit de l'indole à partir du tryptophane, n'utilise pas le citrate comme source de carbone et ne produit pas d'acétoïne.

II-5) Intérêt de la recherche des micro-organismes

La recherche des micro-organismes permet d'apprécier quantitativement et qualitativement la flore de contamination d'un produit à un moment donné. Ce qui permet de juger la sécurité (germes pathogènes pour l'Homme et les animaux), la conformité aux prescriptions réglementaires ou commerciales, l'hygiène de la préparation et l'efficacité des traitements appliqués et le respect des bonnes pratiques d'hygiène et des bonnes pratiques de fabrication.

II-6) Défauts et altérations du yaourt

L'élaboration du yaourt faisant intervenir plusieurs étapes clés où la fermentation et la formation du gel doivent être minutieusement dirigées et surveillées, il est fréquent que des altérations de goût, d'apparence et de texture apparaissent et que certaines soient préjudiciables à la qualité finale du produit. Le tableau ci-après montre quelques anomalies du yaourt et leurs causes.

Tableau II : Quelques caractères anormaux des yaourts [7]

ANOMALIES	CAUSES
<u>DEFAUTS ORGANOLEPTIQUES</u> 1- APPARENCE <ul style="list-style-type: none"> - Décantation, synérèse - Production de gaz ou colonies en surface 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur ou post-acidification (par fermentation mal conduite) - Refroidissement trop faible - Excès d'agitation - Contamination par coliformes ou par levures
2- TEXTURE <ul style="list-style-type: none"> - Manque de fermeté (pour yaourt traditionnel) - Trop liquide (yaourt brassé) - Texture sableuse 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensemencement faible Mauvaise incubation.... - Brassage trop violent Mauvaise incubation.... - Chauffage poussé au lait
3- GOUT <ul style="list-style-type: none"> - Amertume - Levure, fruité, de moisi - Plat, manque d'acidité 	<ul style="list-style-type: none"> - Protéolyse trop forte Trop longue conservation - Contamination par levures et moisissures - Mauvaise activité des levains
<u>ALTERATIONS</u> <ul style="list-style-type: none"> - Bombage, putréfaction - Rancidité 	<ul style="list-style-type: none"> - Défauts d'étanchéité ⇒ contamination - Contamination par lipolytique et longue conservation

II-7) Qualité microbiologique du yaourt au Burkina Faso

Au Burkina Faso, des opérations de contrôles systématiques sont réalisées par le LNSP, ce qui fait de la salubrité des produits laitiers en général et du yaourt en particulier, une priorité de santé publique. Une amélioration de la qualité des produits laitiers a été constatée depuis le début des contrôles (53,33% des échantillons conformes sur la période juillet décembre 2004 contre 82,9% sur l'année 2005). Ces opérations ont donc eu pour effet une amélioration de la qualité des produits laitiers [10]. Cependant des efforts doivent être faits afin de garantir des produits laitiers de qualité microbiologique irréprochable.

II-8) Critères microbiologiques

Selon la CEE (2005), « Un critère microbiologique pour un aliment définit l'acceptabilité d'un procédé, d'un produit ou d'un lot de produit basé sur l'absence ou la présence, ou le nombre de micro-organismes/ ou une quantité de leur(s) toxine/ métabolites, par unité de masse, de volume ou de surface ». Il permet une interprétation des résultats obtenus. Les résultats s'interprètent en fonction du plan d'échantillonnage qui fixe :

« n » ou nombre d'unités constituant l'échantillon ;

« m » le critère microbiologique (nombre de micro-organismes) dont la valeur est précisée pour un micro-organisme donné ;

« M » : seuil d'acceptabilité au-delà duquel le produit n'est plus satisfaisant ;

« S » : seuil au-delà duquel le produit doit être considéré comme « corrompu ou toxique » ;

« c » : nombre d'unités de l'échantillon donnant des valeurs comprises entre m et M ;

« d » : nombre d'unités de l'échantillon dont le résultat est positif.

Il ya deux types de plan d'interprétation qui sont le plan à deux classes et le plan à trois classes.

• Le plan à deux classes

Il correspond à deux niveaux de contamination :

- ✓ Classe satisfaisante si toutes les unités de l'échantillon présentent un niveau de contamination inférieur à « m » et si au plus « c » sont supérieurs à « m » ;
- ✓ Classe non satisfaisante si plus de « c » unités de l'échantillon sont supérieurs à « m ». Ce type de plan s'applique pour des dangers microbiens importants.

- **Le plan à trois classes**

L'échantillon est « satisfaisant », « acceptable », ou « non satisfaisant ».

L'échantillon est dit « satisfaisant » si les valeurs observées pour « n » sont inférieures ou égales à 3m lors de l'emploi de milieu solide, et inférieures ou égales à 10 m lors de l'emploi de milieu liquide.

L'échantillon est dit « acceptable » si les valeurs observées sont comprises entre 3m et 10m (M) en milieu solide et entre 10m et 30m (M) en milieu liquide et si c/n est inférieur ou égal à 2/5.

L'échantillon est dit « non satisfaisant » lorsque c/n est supérieur à 2/5 et dans les cas où des valeurs supérieures à M sont observées.

II-9) Normes microbiologiques pour les yaourts

Le LNSP s'appuie sur les normes FASONORM basées sur les normes françaises. Ces normes servent d'appui au contrôle et sont utilisées pour l'application des lois et règlements relatifs au contrôle des aliments. Elles imposent aux industriels une dure contrainte mais constituent le gage d'assurance qualité hygiénique et commerciale des produits.

Les normes microbiologiques portant sur les germes recherchés sont mentionnées dans le tableau ci-après.

Tableau III : Normes microbiologiques pour les yaourts

GERMES	NORMES (UFC/ g)
Bactéries lactiques	< 10^8
Coliformes totaux	<10
Coliformes thermo tolérants	<1
<i>E. coli</i>	<1

Source [10]

II-10) Paramètres physico-chimiques du yaourt

Lors de la vente, la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,7g. De plus, le pH du yaourt doit être autour de 4 (SEYDI, 2002).

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I) Matériel et méthodes

I-1) Cadre et période d'étude

Cette étude, menée du 28 août au 28 septembre 2012, a été réalisée à partir d'échantillons analysés au LNSP de Ouagadougou. Le LNSP, créé par Décret n°99/PRES/PM/MS du 28/10/1999 en qualité d'Etablissement Public de l'Etat à caractère Administratif (E.P.A), a ouvert officiellement ses portes le 15 novembre 2002 et est doté de la personnalité juridique et de l'autonomie financière. Il est situé sur le boulevard circulaire (Tengsoba, secteur 30) et dispose également d'une antenne de prélèvement à Bitou et d'un laboratoire dans la ville de Bobo Dioulasso. Il a pour objectif de servir de Laboratoire Central de Référence, pour les analyses, contrôles et expertises de toute nature relatives à la biologie médicale, l'alimentation, la nutrition, la pharmacie, l'eau, l'environnement, et tous autres domaines en rapport avec la santé publique et la sécurité sanitaire. Il a pour mission de :

- ✓ mettre en place l'organisation et la réalisation du contrôle de qualité sur toutes les analyses effectuées au Burkina Faso et ayant trait à la santé ;
- ✓ valider les techniques d'analyse et veiller régulièrement au respect des normes et des bonnes pratiques de laboratoire d'analyses médicales ;
- ✓ agréer les réactifs de diagnostic et les équipements techniques de laboratoire d'analyses médicales ;
- ✓ contrôler la qualité des aliments, médicaments, vaccins, sérum, réactifs, produits biologiques et dérivés, milieux de culture, préservatifs, fluides médicaux, cosmétiques, désinfectants, antiseptiques, tabacs, cigarettes, insecticides et autres consommables de toute nature et de toute provenance, utilisés à des fins alimentaires, thérapeutiques, esthétiques et autres et dont l'usage est susceptible d'avoir un effet sur la santé publique et communautaire ;
- ✓ effectuer les expertises requises pour l'examen des demandes d'autorisation de mise sur le marché des médicaments ;
- ✓ contrôler la qualité des eaux de consommation et boissons de toute nature ;
- ✓ offrir des prestations de service (examens et analyses biomédicaux, expertises médico-légales et autres) à la demande de personnes physiques ou morales, publiques ou privées.

I-2) Matériel

I-2-1) Echantillons

Les 102 échantillons soumis à notre analyse ont été collectés à la vente quelques heures après leur date de production. Ces échantillons sont contenus dans des pots de yaourt de 12cl. Après collecte, ces échantillons ont été placés dans une glacière et transportés au laboratoire où ils ont été conservés au

réfrigérateur pour les analyses. Ils ont été étiquetés en fonction des analyses microbiologiques, physico-chimiques et organoleptiques. De ce fait, ils ont été répartis comme suit :

- ✓ 34 échantillons pour les analyses microbiologiques ;
- ✓ 34 échantillons pour les analyses physico-chimiques ;
- ✓ 34 échantillons pour la détermination de la qualité organoleptique.

I-2-2) Matériel technique

I-2-2-1) Appareillage

- Le prélèvement, le transport et la conservation des échantillons ont nécessité un bec à gaz, un briquet, de l'alcool, des marqueurs et stylos, une fiche de renseignement, d'une glacière et d'une voiture.

I-2-2-2) Produits et consommables

Le matériel de laboratoire est constitué de verrerie, d'appareils de laboratoires, de milieux de culture et de réactifs.

La verrerie est composée de boîtes de Pétri, de tubes à essai, de pipettes graduées, d'erlenmeyers, de lames porte-objets, de bêchers, de spatules et de tubes à hémostyse.

Les appareils de laboratoire sont quant à ceux constitués d'étuves, d'un réfrigérateur, d'un bain-marie, d'autoclaves, d'une balance électronique et d'un pH-mètre.

Les milieux de culture et les réactifs utilisés sont mentionnés dans le tableau ci-après.

Tableau IV : Milieux de culture ou réactifs utilisés en fonction des germes ou paramètres recherchés.

Milieu de culture ou réactifs	Germes ou paramètres recherchés
NaOH	Acidité titrable
VRBL	Coliformes
BCP,CS,GN,MR ,VP	<i>E.coli</i>
MRS	Flore mésophile lactique

I-3) Méthodes

I-3-1) Analyses physico-chimiques

I-3-1-1) Mesure du pH

Après étalonnage dans des solutions tampons (pH 7 et PH 4,01), l'électrode du pH-mètre est plongée dans le yaourt contenu dans un bêcher. La valeur du pH est obtenue par simple lecture sur l'écran du pH-mètre.

I-3-1-2) Détermination de l'acidité titrable (NF V04-369,1994)

L'échantillon est amené à une température de 20-25°C puis mélanger. 10g de l'échantillon est placé dans un bêcher de 50ml additionné de 10ml d'eau et mélanger. Le mélange est ainsi titré avec du NaOH à 0,1N jusqu'au pH 8,30. Le volume de NaOH ainsi obtenu est noté en ml puis les résultats sont exprimés selon le calcul suivant :

$$D \text{ (g/100g de produit)} = \frac{(V \times 0,9)}{m}$$

V : volume en ml de NaOH

m : masse de la prise d'essai en g

0,9 : facteur de conversion pour l'acide lactique.

I-3-2) Analyses microbiologiques

I-3-2-1) Préparation de l'échantillon et des dilutions

Pour les analyses microbiologiques, la solution mère est préparée en introduisant 10g de l'aliment dans 90ml de tryptone –sel. Ensuite des dilutions (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4}) sont effectuées en diluant 1ml de la solution dans 9ml de tryptone-sel pour le dénombrement de la flore mésophile lactique. Pour la recherche des coliformes totaux et d'*E. coli*, les dilutions sont limitées à 10^{-2} .

I-3-2-2) Dénombrement de la flore mésophile lactique (NF ISO 15214, 1998)

Prise d'essai (solution mère et dilution)

↓ 1ml

2 boîtes de Pétri vides

↓ Dans les 15 mn

Couler du MRS à 45°C

↓

Incubation à 30°C pendant 72h +/- 3h

Lecture et expression des résultats

I-3-2-3) Mode opératoire du dénombrement des coliformes totaux et d'*Escherichia coli* (NF V08-017, 1980)

Prise d'essai (solution mère et dilution)

↓
1ml

2 boîtes de Pétri vides

↓
Dans les 15 mn

Couler de la gélose VRBL

↓
Solidification

Encore 4ml de gélose VRBL

↓

Incubation à 37°C pour les coliformes et à 45°C

pour les coliformes thermo tolérants ; 24h +/- 2h

↓

Lecture et expression des résultats

Dénombrement d'*E. coli*

Coliformes thermo tolérants

↓

Ensemencer des colonies (5) caractéristiques sur le BCP ;

Incuber à 37°C pendant 24h et les purifier dans de la gélose nutritive

↓

Test IMViC à partir des colonies caractéristiques (colonies provenant du virage de l'indicateur du BCP au jaune) purifiée sur de la gélose nutritive ; incubation 24h à 37°C



Type	Indole	MR	VP	Citrate
<i>E. coli</i>	+	+	-	-
<i>E. coli</i>	-	+	-	-

Pour chaque boîte retenue le résultat est exprimé par nombre d'*E. coli* par ml de produit selon la formule :

$$N = \frac{n_E \cdot n_d \cdot 10^x}{n_p}$$

10^x est l'inverse du taux de dilution correspondante ;

N_E est le nombre de colonies d'*E. coli* identifiés ;

N_d est le nombre de colonies caractéristiques des coliformes fécaux dénombrés.

I-3-2-4) Expression des résultats

Les boîtes dont le nombre de colonies est compris entre 15 et 150 sont retenues et ses colonies sont comptées (colonies compris entre 15 et 300 pour la recherche de la flore mésophile lactique). Le comptage des colonies se fait à partir de la formule ci-dessous et le résultat est exprimé en UFC/ml.

$$\Sigma c$$

$$N = \frac{\Sigma c}{V (n_1 + 0,1 n_2) d} \text{ (UFC/ml)}$$

ΣC : somme des colonies comptées sur toutes les boîtes de deux dilutions successives et dont une au moins contient au moins 15 colonies ;

V : volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en ml ;

N_1 : nombre de boîtes retenues à la première dilution ;

N_2 : nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution ;

D : taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

Si les deux boîtes de Pétri, au niveau de la suspension mère contiennent moins de 15 colonies, faire la moyenne m des colonies comptées sur les deux boîtes.

Le résultat est donné sous la forme de nombre estimé d'UFC par ml :

$$N_E = C/d$$

N_E : nombre estimé de microorganismes ;

C : moyenne arithmétique ;

D : taux de dilution de la première dilution retenue.

I-3-3) Analyses organoleptiques ou sensorielles

Les sens ne se limitent pas à une réaction physiologique à un stimulus, mais prennent en compte l'expérience de la personne, son vécu.... L'analyse sensorielle s'attache à avoir un point de vue objectif sur le ressenti. Ce test se base sur le fonctionnement d'opérateurs connaisseurs et entraînés, tout en se basant sur des normes spécifiques.

Les propriétés organoleptiques sont essentiellement :

- ✓ l'apparence (couleur, aspect) relevé par la vision ;
- ✓ la saveur (arôme, saveur) relevée par l'odorat et le goût ;
- ✓ la texture (résistance, consistance) relevée par le toucher.

Chapitre II) Résultats et discussion

II-1) Résultats

II-1-1) Analyses microbiologiques

Les paramètres microbiologiques recherchés ont donné des résultats qui sont traduits dans les tableaux suivants :

Tableau V : Caractéristiques microbiologiques des yaourts un jour après la date de production

Germes recherchés	Nombre d'échantillons	% d'échantillons non satisfaisants	Minimum de germes trouvés	Maximum de germes trouvés	Moyenne des germes trouvés
Bactéries lactiques (UFC/ml)	17	0	$6,8 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^5$
Coliformes totaux (UFC/ml)	17	47,06	10^1	$9,6 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^2$
Coliformes thermo tolérants (UFC/ml)	17	58,82	$2,5 \cdot 10^1$	$1,2 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^2$
<i>E. coli</i> (UFC/ml)	17	82,35	$2 \cdot 10^1$	10^3	$2,3 \cdot 10^2$

Tableau VI : Caractéristiques microbiologiques des yaourts quatorze jours après la date de production

Germes recherchés	nombre d'échantillons	% d'échantillons non satisfaisants	Minimum de germes trouvés	Maximum de germes trouvés	Moyenne de germes trouvés
Coliformes totaux (UFC/ml)	17	0	0	0	0
Coliformes thermo tolérants (UFC/ml)	17	0	0	0	0
<i>E. coli</i> (UFC/ml)	17	0	0	0	0

II-1-2) Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques recherchés ont donné des résultats qui sont mentionnés dans les tableaux suivants.

Tableau VII : Caractéristiques physico-chimiques effectuées un jour après la date de production

Paramètres recherchés	Nombre d'échantillons	% d'échantillons non conformes	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne
Acidité titrable (g/l)	17	35,29	0 ,77	0,82	0,80
pH	17	0	4	4,16	3,83

Tableau VIII : Caractéristiques physico-chimiques effectuées quatorze jours après la date de production

Paramètres recherchés	Nombre d'échantillons	% d'échantillons non conformes	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne
Acidité titrable (g/l)	17	0	0,84	1,01	0,89
pH	17	0	3,84	4,01	3,90

II-1-3) Analyses sensorielles ou organoleptiques

Les 34 échantillons soumis à l'analyse organoleptique présentent les mêmes caractéristiques un et quatorze jours après la production.

A l'état initial le yaourt est assez concentré avec présence de lactosérum à la surface.

Après agitation le yaourt présente un liquide de couleur blanche, assez visqueux, assez homogène, non transparent et brillant.

L'odeur est caractéristique du produit.

La saveur du yaourt est sucrée, assez acide, douce et caractéristique du produit.

II-2) Discussion

II-2-1) Analyses microbiologiques

II-2-1-1) Les bactéries lactiques

Les échantillons analysés montrent la présence de bactéries lactiques variant entre $6,8 \cdot 10^2$ et $1,1 \cdot 10^6$ UFC/ml avec une valeur moyenne de $2,1 \cdot 10^5$ UFC/ml. Ces résultats sont inférieurs à ceux trouvés par **OUATTARA [14]** qui a obtenu une valeur maximale de $1,8 \cdot 10^{10}$ UFC /ml pour des yaourts industriels prélevés à Ouagadougou. De plus, **NDIAYE [13]** a obtenu des valeurs moyennes de $2,5 \cdot 10^8$, $4 \cdot 10^8$ et $25 \cdot 10^8$ germes/g respectivement pour des yaourts A, B et C commercialisés à Dakar ; ce qui est supérieur à nos résultats. Cette différence de résultats peut s'expliquer par le choix des fermentations lactiques qui est variable en fonction des fabricants, par la quantité de fermentations ensemencées et par le froid qui doit être maintenu jusqu'à la consommation pour la survie des espèces.

II-2-1-2) Les coliformes

Sur tous les échantillons analysés, nous constatons la présence de coliformes totaux lors de la première journée de production avec une moyenne de $3,8 \cdot 10^2$ UFC/ml. Cependant, lors de la quatorzième journée de production, nous remarquons leur disparition dans tous les échantillons. **MALONGA [11]** note l'absence de coliformes totaux au cours de la conservation pendant treize jours d'un yaourt de marque A commercialisé au Congo.

Les échantillons analysés révèlent la présence de coliformes thermo tolérants au cours de la première journée de production avec une moyenne de $2,1 \cdot 10^2$ UFC/ml et un maximum de germes de $1,2 \cdot 10^3$ UFC/ml. **GUIGMA [9]** a trouvé un maximum de germes de 5140 coliformes/ml dans des yaourts commercialisés à Ouagadougou, ce qui est supérieur à nos résultats. Cependant **MOROU [12]** et **OUATTARA [14]** notent l'absence de coliformes thermo tolérants sur des yaourts commercialisés respectivement sur le marché de Niamey et de Ouagadougou.

Les échantillons de yaourt soumis à notre analyse montrent la présence d'*E.coli* lors de la première journée de production. Cependant, au cours de la quatorzième journée de production, leur absence est observée. **MALONGA [11]** observe l'absence d'*E. coli* sur un yaourt de marque A commercialisé au Congo au cours de sa conservation pendant treize jours.

La présence de coliformes dans le yaourt peut s'expliquer par une insuffisance de traitement thermique ou une contamination au moment du brassage et du conditionnement du yaourt (contamination post pasteurisation). En effet, le non respect du couple temps/température au cours de la pasteurisation peut entraîner la survie de coliformes dans le yaourt. De plus, l'apport de levains après la pasteurisation peut aussi constituer une source de

contamination [13]. Ainsi « **POUEME**(2006) » cité par **MOROU** [12] constate que la recherche de ces germes au niveau industriel constitue un test de qualité hygiénique globale.

L'absence de coliformes dans le yaourt quatorze jours après la production d'analyse peut s'expliquer par la présence de bactéries lactiques ayant entraîné une inhibition de la croissance des coliformes. L'antagonisme des fermentes lactiques vis-à-vis des coliformes ne se développent pas immédiatement, mais progressivement. Le temps de génération d'*E. coli* (coliformes) est de 20 mn à 40°C contre 45 mn pour les Streptocoques lactiques dont la croissance est plus rapide que celle des Lactobacilles (source **GUIGMA**, 1998). L'antagonisme n'étant pas immédiatement manifesté, les coliformes vont se multiplier pendant un certain temps avant que la croissance des streptocoques ne prenne le dessus et ne ralentisse la croissance des coliformes. En outre, selon « **ALAIS** » cité par **MOROU** [12], l'absence ou la faible présence de la flore pathogène peut trouver son explication par le fait que la contamination initiale va subir l'effet de l'abaissement du pH et de l'antagonisme des bactéries lactiques. Par ailleurs, leur diminution peut être due aux mauvaises conditions de leur développement causées par le froid [5].

II-2-2) Analyses physico-chimiques

II-2-2-1) Le pH

L'analyse du pH un jour après la production montre des valeurs comprises entre 4 et 4,16. **OUATTARA** [14] qui a trouvé des valeurs comprises entre 3,8 et 4,8 sur des yaourts commercialisés sur le marché de Ouagadougou. Quatorze jours après la production, les valeurs de pH baissent et varient entre 3,84 et 4,01. **MALONGA** [11] au cours de son analyse sur un yaourt commercialisé au Congo observe une baisse du pH un à treize jours après la production avec des valeurs respectives de 3,85 et 3,82. La baisse du pH peut s'expliquer par la croissance des bactéries lactiques favorisant l'acidification du milieu, ce qui entraîne une baisse du pH.

II-2-2-2) L'acidité titrable

Un jour après la production, l'acidité titrable varie entre 0,77 g/l et 0,82g/l. Quatorze jours après la production, une augmentation de l'acidité titrable est observée avec des valeurs allant de 0,84 g/l à 1,01g /l. **MALONGA** [11] observe également une élévation des valeurs de l'acidité titrable sur un yaourt commercialisé au Congo avec des valeurs allant de 1,15g/l et 1,3g/l respectivement un jour et treize jours après la production. L'augmentation de l'acidité titrable peut s'expliquer par la présence des bactéries lactiques, rendant ainsi le milieu plus acide.

II-2-3) Analyses organoleptiques ou sensorielles

Les analyses organoleptiques effectuées un et quatorze jours après la production du yaourt montrent une conservation des caractéristiques organoleptiques. Cela peut s'expliquer par le fait que la réfrigération permet de conserver les caractéristiques du yaourt.

Conclusion et recommandations

Le yaourt est un aliment dont la consommation est en nette croissance dans la plupart des grandes villes telle que Ouagadougou. Toutefois, il constitue un vecteur possible de germes dangereux. Cette étude avait pour but d'étudier l'évolution des qualités microbiologique, physico-chimique et organoleptique d'un yaourt industriel produit localement et commercialisé sur le marché de Ouagadougou. Il s'agissait de façon spécifique de dénombrer la flore lactique mésophile présente dans le yaourt de marque A, d'identifier les microorganismes témoins de contamination fécale présents dans le yaourt de marque A ainsi que leur évolution au cours de sa durée de consommation, évaluer le pH et l'acidité titrable ainsi que leur évolution au cours de la durée de consommation du yaourt de marque A et de déterminer la qualité organoleptique du yaourt de marque A ainsi que son évolution au cours de sa durée de consommation. Ainsi les analyses ont donné les résultats ci-après.

Pour les paramètres microbiologiques, un jour après la date de production, 0% est non conforme pour le dénombrement des bactéries lactiques ; 47,06% pour les coliformes totaux ; 58,82% sont non satisfaisants pour les coliformes thermo tolérants et 82,35% sont non satisfaisants pour *Escherichia coli*. Toutefois, quatorze jours après leur production, tous les échantillons étudiés sont conformes aux normes relatives aux coliformes totaux, coliformes thermo tolérants et *Escherichia coli*.

Pour les analyses physico-chimiques, un jour après la production des échantillons ; 35,29% sont non conformes pour l'acidité titrable contre 0% pour la mesure du pH. Par contre tous les échantillons sont jugés conformes quatorze jours après leur production.

Tous les échantillons soumis à la détermination de la qualité organoleptique sont jugés satisfaisants aussi bien un que quatorze jours après leur production.

Recommandations

La présence de coliformes dans les échantillons analysés est un signe de non respect des conditions d'hygiène lors de l'élaboration de l'aliment. Ainsi nous recommandons une formation régulière des manipulateurs sur le respect des règles d'hygiène. Nous suggérons aussi une désinfection systématique des locaux et du matériel avant et après toute manipulation.

De plus, le degré d'acidité d'un produit peut constituer un facteur de protection pour sa sécurité contre *E. coli* car sa croissance est arrêtée à des pH extrêmes (inférieur à 3,8). Ainsi la présence de bactéries lactiques peut être un facteur de conservation du yaourt.

En outre, il est souhaitable, pour la recherche des germes témoins de contamination fécale dans les aliments de procéder à une analyse précoce de ces aliments car ces germes sont des témoins fidèles mais peu durables de la contamination.

Enfin, il est nécessaire de faire sur l'étiquette la composition du yaourt et du type de lait utilisé.

Références bibliographiques

1. **AFNOR, 1999.** - Lait et produits laitiers, vol 1.- Paris : AFNOR.- 622 p.
2. **AFNOR, 1999.** -Microbiologie alimentaire : Méthodes horizontales, Tome 1.- Paris : AFNOR.- 630 p.
3. **CANADA / Gouvernement du Québec, 2009** Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire. – Québec : MAPAQ. -59p.
4. **Codex Alimentarius, 1975.- Normes n°A 11(A).**
5. **CONTE S., 2008.** - Evolution des caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques du lait caillé traditionnel. Mémoire DEA : Production Animal : Dakar (EISMV) ; 5.
6. **DABIRE B.D, 2002.** - Analyse biochimique et microbiologique de yaourts et laits fermentés. Mémoire Maîtrise des Sciences et Techniques : Ouagadougou.
7. **FRANCE / Cidil et Inra, 2009** Du lait aux produits laitiers. – Paris : Cidil. – 19p.
8. **FRANCE / Ministère de l'Economie et des Finances, 2009** Spécifications techniques de l'achat public lait et produits laitiers. – Paris : OEAP.-47p.
9. **GUIGMA Y., 1998.** -Contrôle bactériologique et amélioration de la qualité organoleptique du yaourt de l'unité centrale d'Adaptation des process.Mémoire Maîtrise des Sciences et Techniques : Ouagadougou.
10. **LOMPO L., NICULESCU N., BROUTAIN C., 2006.**- Démarche d'élaboration d'un guide de bonnes pratiques d'hygiène : maîtrise de la qualité dans la transformation laitière. – Ouagadougou : GRET.- 44p.- (Compte rendu atelier sous régional de restitution).
11. **MALONGA M., 1985.** -Etude de la fabrication des yaourts en République Populaire du Congo. Essais d'amélioration. Thèse Med. Vet. : Clermont Ferrand ; 840.
12. **MOROU M. A., 2010.**- Evaluation de la qualité microbiologique de deux laits de consommation commercialisés sur le marché de Niamey (Niger) : le yaourt et le lait en poudre. Mémoire Master Qualité des Aliments de l'Homme : Dakar (EISMV) ; 1.
13. **NDIAYE M., 2002.**-Contribution à l'étude de conformité de l'étiquetage et de la qualité microbiologique des yaourts commercialisés à Dakar. Mémoire DEA : Productions Animales : Dakar (EISMV) ; 9.
14. **OUATTARA M., 2007.** -Qualité microbiologique et physico-chimique de quelques yaourts industriels et locaux prélevés à

Ouagadougou. Rapport de stage DUT Contrôle de Qualité en Industrie Agroalimentaire.

15. **PISSANG T. D., 1992.** -Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits et produits laitiers commercialisés au Togo. Thèse : Med. Vet. : Dakar(EISMV) ; 9.
16. **SANON Y, S.H, 2005.** Diagnostic de la filière lait au Burkina Faso.-Dakar : CESAG.- 46p (Atelier de lancement du projet de recherche en collaboration intégration régionale, accès aux marchés et diversification de l'agriculture dans la zone UEMOA).

Webographie

17. **BRISALOIS A., LAFARGE V., BROUILLARD A., de BUYER M-L., COLETTE C., GARIN-BASTUJI, THOREL M-F.** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. [En ligne]. Accès internet : <http://www.oie.int/doc/ged/D9153.pdf> (consultée le 12 août 2012).
18. **COHEN N., KARIB H., 2006.** Risque hygiénique lié à la présence des Escherichia coli dans les viandes et les produits carnés : un réel problème de santé publique. [En ligne]. Accès internet : <http://www.technolabo.ma/TL1-1.pdf> (consultée le 5 avril 2012).
19. **FAO, 1998.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. [En ligne]. Accès internet : <http://www.fao.org/docrep/T4280F/T4280F00> (consultée le 11 octobre 2012).