

Effets des techniques de transformation sur la qualité du fromage blanc traditionnel « *Mashanza* » produit au Sud-Kivu, RD Congo

Valence Bwana Mutwedu*¹, Rodrigue Basengere Balthazar Ayagirwe¹, Yannick Mugumaarhahama¹, Olivier Bahwindja Ganza¹, Chance Barume Aksanti¹, Esther Rehema Matendo¹, Espoir Basengere Bisimwa¹, Katcho Karume¹, Alphonse Zihahirwa Balezi¹ et Gustave Nachigera Mushagalusa¹

¹ : Université Evangélique en Afrique, Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement. B P 3323 Bukavu (R D Congo).

* E-mail de l'Auteur correspondant : mutveduvalence@gmail.com; Téléphone : +243 975710481

Mots clés : Égouttage, fermentation, fromage blanc, microbiologie, pasteurisation, Sud-Kivu
Keywords : Draining, fermentation, microbiology, pasteurization, white cheese, South-Kivu

1 RÉSUMÉ

L'objectif poursuivi par la présente étude est de déterminer l'influence des facteurs de fabrication sur les paramètres qualitatifs et quantitatifs du fromage blanc. A cet effet, 4 lots de 5 litres de lait frais chacun ont été collectés chez les vaches frisonnes et ont été soumis à différentes conditions de traitement thermique (pasteurisation et non pasteurisation), de fermentation (24 et 48 heures) et de post-récupération du coagulum (égouttage pendant 30, 60 et 120 minutes). Au total 36 échantillons de lait en raison de 3 par traitement ont été soumis à une analyse physicochimique et microbiologique. Les résultats indiquent que la pasteurisation permet d'obtenir de meilleures caractéristiques physico-chimiques du fromage blanc « Mashanza » mais un rendement faible. Indépendamment du type de pathogène, les fréquences de contamination dans les échantillons du fromage blanc issus du lait non pasteurisé sont plus élevées. Bien que la flore totale aérobie mésophile ait été élevée par rapport à d'autres pathogènes dans tous les types de lait, le taux de contamination des échantillons a en général été faible comparativement aux normes. Cette étude a permis une meilleure appréciation de la qualité du Mashanza suite aux différents modes de traitement et formule des recommandations pour les transformateurs en vue d'améliorer la qualité de leur produit.

ABSTRACT

Raw milk processing into the traditional white cheese "Mashanza" is a luxury product, much appreciated by the population originating from South Kivu (DR Congo) but whose manufacturing technology remains less known. This work aims to assess the influence of processing factors on the qualitative and quantitative parameters of the traditional white cheese. For this purpose, four batches of 5 liters of fresh milk each were collected in healthy Friesian cows and subjected to different heat treatment conditions (pasteurization and non-pasteurization), fermentation (24 hours, 48 hours) and post-harvest of the coagulum (draining for 30, 60 and 120 minutes). Thirty-six milk samples (3 per treatment) were subjected to a physicochemical and microbiological analysis. Pasteurization treatment induced low white cheese yield but with better physicochemical characteristics. Irrespective of the type of pathogen, the frequencies of contamination in the white cheese (Mashanza) samples from

unpasteurized milk are higher. Although total mesophilic aerobic flora was high than other pathogens in all types of milk, the rate of contamination was generally low compared to the standards. This study allowed a better appreciation of the quality of the Mashanza following the different treatment methods and made recommendations for the processors in order to improve the quality of their product.

2 INTRODUCTION

La transformation des aliments vise à assurer la conservation des éléments nutritifs pour en différer la consommation dans l'espace et dans le temps et d'en élaborer des produits présentant une grande diversité en termes de texture et d'arôme pour satisfaire les besoins sensoriels (Jeantet *et al.*, 2007). Malgré son importance économique, alimentaire et nutritionnelle, ainsi que la hausse subséquente de sa consommation, le lait est encore produit en quantité marginale. L'une des contraintes majeures à la promotion de la filière laitière est sa périssabilité car environ 4 heures après la traite, il commence à se détériorer. En effet, en raison de sa haute teneur en humidité, de plusieurs risques d'infections liées aux différentes manipulations, de son pH qui est proche de la neutralité et de la diversité des éléments nutritifs, le lait est un bon milieu de croissance pour plusieurs micro-organismes (Tamime et Robinson, 1999 ; Arcuri *et al.*, 2006) pouvant l'infecter pendant la traite, le stockage ou le transport vers le marché (Garedew *et al.*, 2012). Ses qualités nutritionnelles et microbiologiques sont influencées par les conditions d'élevage (l'alimentation, l'hygiène de la traite) et la manutention des laits (Ashnafi, 1996 ; Godefay et Molla, 2000; AFNOR, 2001). Compte tenu de son caractère très périssable, il subit de nombreux traitements permettant d'allonger sa durée de conservation (Diatta, 2005). C'est ainsi par exemple qu'il est consommé frais sous forme de produit fermenté ou yoghourt. Dans le Bushi (en province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo), il est traditionnellement présenté sous forme de fromage blanc, communément appelé

« *Mashanza* ». Celui-ci est un produit de luxe pour les originaires de cette zone. Il constitue une forme ancestrale de conservation des protéines, de la matière grasse ainsi que d'une partie du calcium et du phosphore, dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont appréciées par la population locale (Budza, 2011). Ainsi, la transformation du lait en « *Mashanza* » s'impose comme une alternative intéressante puisqu'elle augmente son aptitude à la conservation, facilite sa manutention et son transport et améliore le revenu tiré de sa production. Cependant, en raison de son caractère empirique et peu reproductible et de son faible niveau de développement scientifique, la technologie traditionnelle de fabrication du *Mashanza* demeure encore locale. A cet effet, il importe de souligner l'importance de la maîtrise du procédé et de sa standardisation et d'étudier les facteurs pouvant affecter la qualité du *Mashanza* pour ainsi assurer sa rentabilité, sa conservation et sa stabilité le plus longtemps possible. La qualité du fromage dépend de très nombreux facteurs liés non seulement aux techniques de fabrication, mais aussi à la qualité de la matière première et en particulier à sa composition chimique. La teneur en protéines du lait et les caractéristiques de ces protéines sont ainsi des facteurs prépondérants du rendement fromager (Remeuf, 1993). Ainsi, cette étude a comme objectif de déterminer l'influence des techniques de transformation (température, durée de fermentation et d'égouttage) sur la qualité physico-chimique du fromage blanc traditionnel « *Mashanza* » produit au Sud-Kivu, RD Congo.

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 Échantillonnage et prélèvement : Les échantillons analysés étaient constitués du lait cru entier collecter dans une ferme paysanne sur des femelles multipares de race frisonne cliniquement saines en premier trimestre de lactation. Cette situation a été certifiée par anamnèse obtenue de la part du vétérinaire de la ferme. La traite a été manuelle et effectuée deux fois par jour (matin et soir). Les caractéristiques du lait utilisé sont les

suivantes : potentiel en hydrogène (pH) : 6,67, acidité titrable : 3,73, matière grasse (MG) : 3,79, humidité : 89%, protéines brutes (PB) : 3,63, lactose : 5,17, densité : 1,02 et le point de congélation (PDC) : -0,48. D'une manière succincte, les différentes étapes de fabrication du « *Mashanza* » à la ferme sont illustrées par la Figure 1.

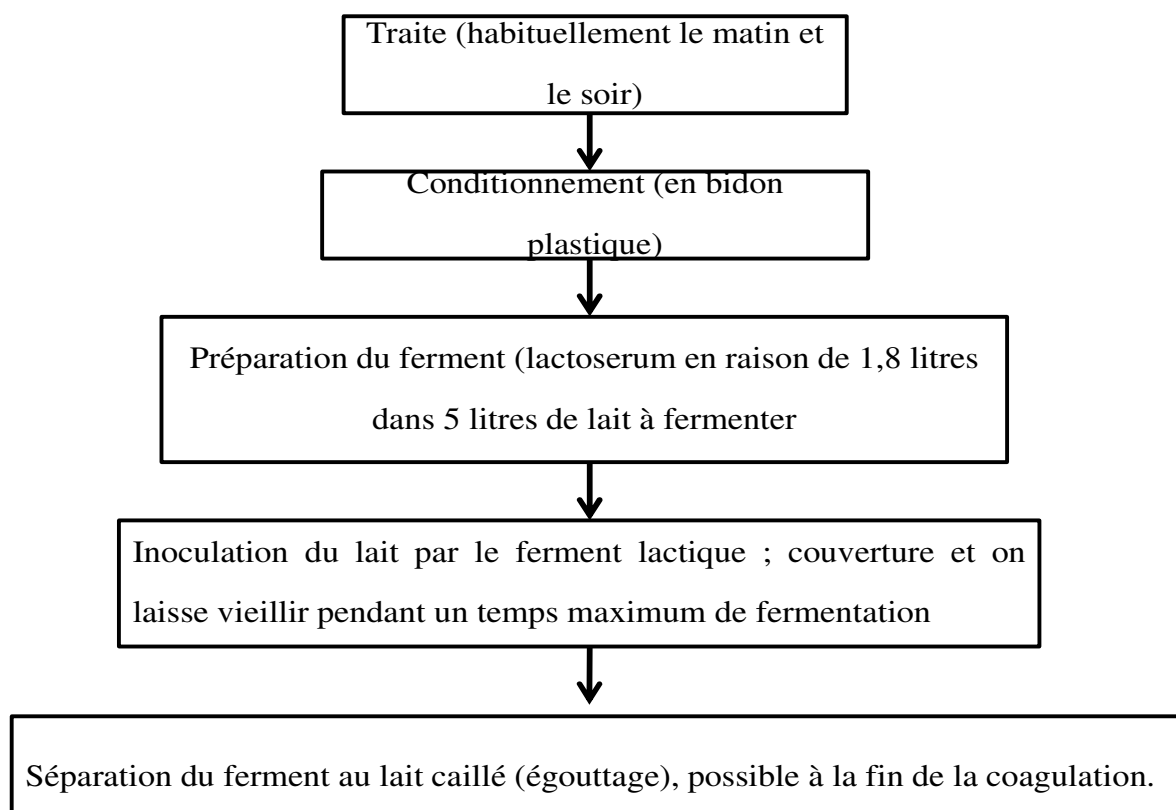


Figure 1 : Procédure de production du « *Mashanza* » dans la ferme paysanne

La quantité de lait était de 20 l disposés dans 4 seaux en plastique à raison de 5 l de lait frais par seau, repartis selon les différentes conditions de traitement thermique (pasteurisation ou non), de fermentation (durée) et de post-récupération du coagulum ou « *Mashanza* » (durée d'égouttage). Ainsi, après l'obtention du « *Mashanza* » à la ferme paysanne, un total de 36 échantillons du lait en raison de trois par traitement, ont été

prélevés dans des bocaux et conditionnés dans une glacière depuis la ferme jusqu'au laboratoire en moins de 24 heures et à une température située entre +4° et +8°C. Sur un total de 12 traitements à analyser au laboratoire, 500 mg d'échantillon par traitement ont été prélevés dans des flacons stériles en verre. Le dispositif expérimental utilisé dans le cadre de ce travail est illustré par la Figure 2.

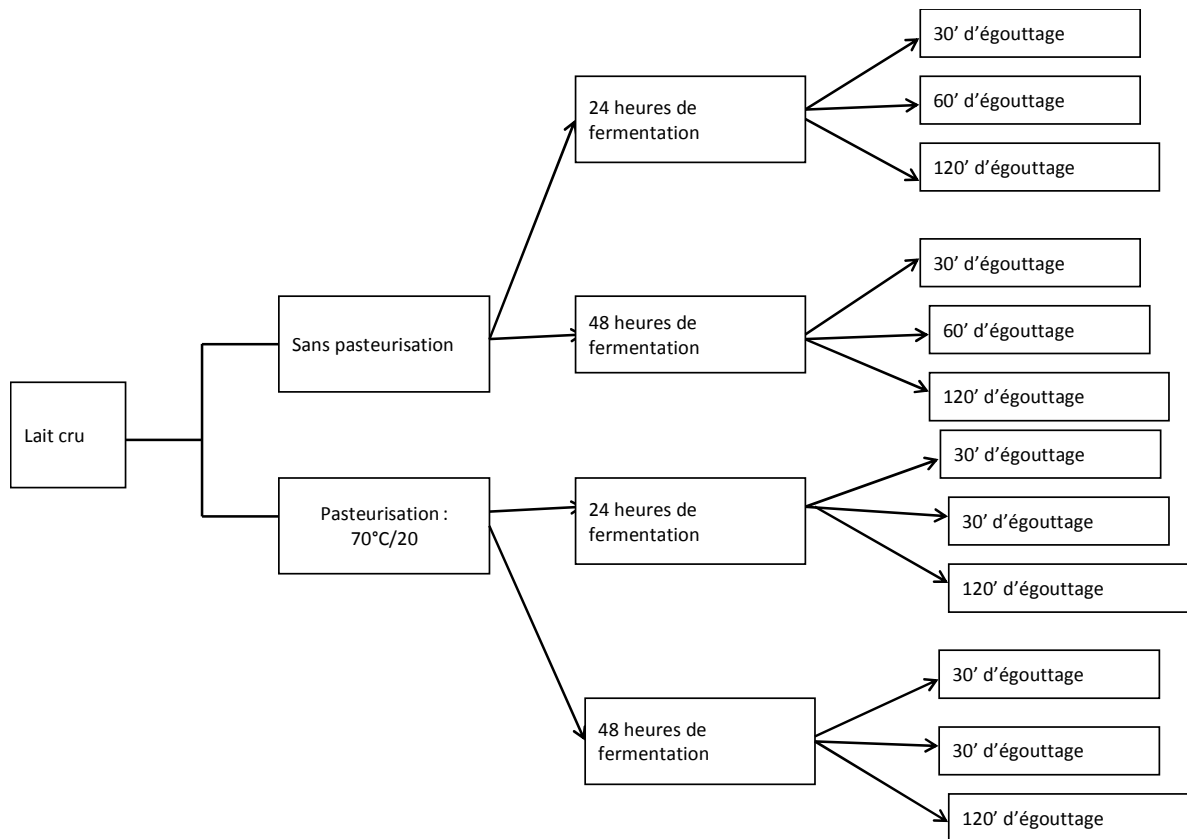


Figure 2 : Dispositif expérimental utilisé

3.2 Analyses physicochimiques : Les différentes analyses physicochimiques ont été réalisées dans le laboratoire de technologie alimentaire de l'Université Evangélique en Afrique alors que les analyses microbiologiques ont été faites dans le laboratoire de microbiologie de la même Université. Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre type Orion Research après étalonnage aux pH 7,02 et 4,00 par trempage dans un petit volume de lait prélevé dans un Becher. La teneur en humidité a été obtenue par dessiccation de l'échantillon (10 ml) durant 3 h à l'étuve à 105 °C. Le taux de matière grasse du fromage a été déterminé selon la méthode décrite par Garcia *et al* (2013). La teneur en lactose a été dosée par la méthode de Bertrand tel que recommandé par AFNOR (1986) alors que l'acidité titrable a été déterminée par la méthode de Nout *et al* (1989). La densité a été déterminée, sur le lait maintenu au repos, à l'aide d'un

thermo-lacto-densimètre à 20 °C de température. Le point de congélation par contre a été déterminé à l'aide d'un incubateur/congélateur. Les protéines ont été dosées par la méthode de micro-Kjeldal. Le facteur utilisé dans la conversion de l'azote en protéine totale était de 6,38. La quantité de fromage produit est le nombre de kilogrammes de fromage blanc obtenu selon les différents types de traitement thermique, de fermentation et d'égouttage. Elle était obtenue par pesée du « *Mashanxa* » par une balance de marque « *Carry* » et de précision 1 g à la fin du processus de sa fabrication.

3.3 Analyses microbiologiques: Pour chaque prélèvement, 10 ml d'échantillon à analyser ont été ajoutés dans un Erlenmeyer à 90 ml d'eau physiologique stérile. Les principaux milieux sélectifs utilisés pour l'isolement et le dénombrement des colonies sont décrits dans le Tableau 1. La lecture des germes (colonies) sur le

compteur des colonies pour le dénombrement des colonies considérables a été effectuée selon la norme ISO-AFNOR (NF V08-010 1986).

Tableau 1 : Principaux milieux sélectifs utilisés pour l'isolement et le dénombrement des colonies

Germe	Gélose	Incubation	
		Température	Temps
Germes de la flore aérobie mésophile totale	Plant Count Agar (PCA)	37 ⁰ C	18 à 24 h
Coliformes totaux	Violet Red Bill Agar (VRB Agar)	37 ⁰ C	18-24h
Coliformes fécaux	Violet Red Bill Agar (VRB Agar)	44 ⁰ C	48-72h
<i>Eschericia coli</i>	Eosine Bleu de Méthylène Agar (EMB)	37 ⁰ C	18-24h
<i>Staphylococcus aureus</i>	Mannitol Salt Agar (MS agar)	37 ⁰ C	18-24h
Levures et moisissures	Chloraphénicol Yeast Glucose Agar (YGC Agar)	22 ⁰ C	48-72h
<i>Salmonella</i>	Xylose Lysine Désoxycholate Agar (XLD Agar)	37 ⁰ C	18-24h
<i>Clostridium perfringens</i>	SPS Agar	37 ⁰ C	18-24 h

3.4 Analyses statistiques : Les analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel R 2.8.1, après encodage des données dans Excel. Pour les paramètres physicochimiques, une analyse de la variance a été mise en œuvre pour tester les effets des différents facteurs en étude. Chaque fois que les effets des facteurs étaient significatifs au seuil de 5 %, le test de Tukey HSD a été utilisé pour comparer les moyennes. Des statistiques descriptives ont été effectuées pour

dénombrer les germes microbiologiques présents dans les échantillons de « *Mashanza* » ainsi que leur moyenne par UFC/ml. Le modèle statistique de l'analyse de la variance utilisé a été :

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + E_{ij} \text{ où :}$$

Y_{ij} est la valeur de la $j^{\text{ième}}$ observation ayant reçu le traitement i ; μ la moyenne de l'observation dans la population ; β_i est l'effet du traitement i et E_{ij} est l'erreur résiduelle liée à l'observation j et au traitement i .

4 RÉSULTATS

4.1 Paramètres physicochimiques : Les paramètres physico-chimiques du fromage selon

le traitement appliqué sont présentés dans le Tableau 2.



Tableau 2 : Teneur des paramètres physico-chimiques moyens du fromage blanc

Paramètres	PB (g/L)	pH	Humidité (%)	Acidité titrable	MG	Lactose	Densité	PDC	Cendres (g/L)	Quantité produite (kg)
Prétraitement										
Pasteurisation	9,73 ^a	3,71 ^a	58,56 ^b	36,22 ^a	2,08 ^a	2,63 ^a	1,01 ^a	-0,35 ^b	5,16 ^a	1,90 ^b
Sans pasteurisation	7,65 ^b	3,54 ^b	81,597 ^a	31,73 ^b	2,75 ^a	2,43 ^b	1,01 ^a	-0,25 ^a	3,57 ^b	3,40 ^a
<i>Probabilité</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	0,15	0,77	0,69	0,03	< 0,01	< 0,01
Durée de fermentation										
24 h	8,87 ^a	3,71 ^a	70,13 ^a	29,31 ^b	1,66 ^b	1,53 ^b	1,01 ^b	-0,25 ^a	4,85 ^a	2,61 ^a
48 h	8,51 ^a	3,55 ^b	70,03 ^a	38,64 ^a	3,16 ^a	3,53 ^a	1,02 ^a	-0,35 ^a	3,88 ^b	2,70 ^a
<i>Probabilité</i>	0,166	< 0,01	0,85	< 0,01	0,003	0,005	0,01	0,032	0,007	0,423
Durée d'égouttage										
30 min	8,02 ^b	3,73 ^a	78,82 ^a	31,76 ^a	2,93 ^a	3,82 ^a	1,02 ^a	-0,42 ^c	4,57 ^a	2,94 ^a
60 min	8,13 ^b	3,57 ^c	72,66 ^b	35,74 ^a	2,63 ^a	1,62 ^b	1,01 ^b	-0,19 ^a	4,74 ^a	2,74 ^a
120 min	9,92 ^a	3,59 ^b	58,75 ^c	34,42 ^a	1,68 ^a	2,17 ^{ab}	1,01 ^{ab}	-0,29 ^b	3,79 ^a	2,27 ^b
<i>Probabilité</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,22	0,08	0,03	0,03	0,02	0,06	< 0,01

PB : protéines brutes ; MG : matière grasse ; PDC : point de congélation ; Les résultats sont comparés par colonne à une probabilité p=0,5 ; les chiffres affectés par les mêmes lettres en super script sont statistiquement comparables

Les résultats présentés dans le tableau 2 indiquent que seule la durée de fermentation n'a pas eu d'effet sur la variation des protéines brutes. Par ailleurs, le fromage blanc pasteurisé a eu un taux élevé en protéines brutes que celui obtenu sans pasteurisation. Concernant la durée d'égouttage, la teneur en protéines brutes a été meilleure pour le fromage blanc égoutté pendant 120 min contrairement au fromage égoutté pendant 30 ou 60 min. Le pH du fromage blanc obtenu est très acide dans les différents traitements utilisés. Il a varié de 3,54 à 3,73 en fonction des traitements utilisés. La teneur en eau n'a pas varié en fonction de différentes durées de fermentation, cependant, elle a été réduite dans le « *Mashanza* » pasteurisé et égoutté pendant 120 min. La valeur de l'acidité titrable n'a pas varié selon les différentes durées de fermentation du lait. Néanmoins, elle a été beaucoup plus distinguée dans le fromage blanc pasteurisé que celui non pasteurisé et celui fermenté pendant 48 h par rapport à la fermentation pendant 24 h. La matière grasse retrouvée dans le fromage blanc ne dépend ni du prétraitement utilisé ni de la durée d'égouttage. Par contre, elle a été significativement influencée par la durée de fermentation ; le taux le plus élevé étant obtenu dans le fromage blanc issu de la fermentation pendant 48 heures. La teneur en lactose a varié significativement par rapport aux trois traitements utilisés. En effet, elle a été beaucoup plus élevée dans le « *Mashanza* » issu de

la pasteurisation que celui non pasteurisé, fermenté pendant 48 h par rapport à celui fermenté pendant 24 h et égoutté pendant 30 min par rapport à ceux égouttés pendant 60 min et 120 min. La densité du fromage blanc n'a pas varié quel que soit la technique de transformation utilisée. Elle est restée autour de 1. Le point de congélation n'a pas été influencé par la durée de fermentation, par ailleurs, il est atteint rapidement pour le « *Mashanza* » non pasteurisé que celui pasteurisé. Aussi, le fromage blanc égoutté pendant 60 min atteint son point de congélation rapidement suivi de celui égoutté pendant 120 min, puis celui égoutté pendant 30 min. La quantité de cendre produite, bien que n'ayant pas varié suivant les différentes durées d'égouttage, a été beaucoup plus élevée dans le fromage blanc pasteurisé et fermenté pendant 24 h. La quantité de « *Mashanza* » obtenue a donné des moyennes statistiquement égales suivant la durée de fermentation, par contre elle a dégagé des moyennes différentes selon la durée d'égouttage et les types de traitement thermique du lait. Le lait non pasteurisé a donné une quantité plus importante en « *Mashanza* » comparativement à celui pasteurisé. Lorsqu'égoutté pendant 30 et 60 min, le rendement est plus important que lorsqu'on égoutte pendant 120 min.

3.5 Analyses microbiologiques : Les résultats des dénombrements réalisés sont présentés dans le Tableau 3.

Tableau 3: Fréquences des contaminations microbiennes des échantillons suivant les traitements appliqués

Paramètres	Type 1 (%)	Type 2 (%)	Type 3 (%)	Type 4 (%)
Flore totale aérobic mésophile	88,9	77,8	100	100
Coliformes totaux	66,7	11,1	52,3	58,7
<i>Escherichia coli</i>	11,1	22,2	55,5	44,4
<i>Staphylococcus aureus</i>	12,4	21,6	66,7	22,2
Levures et moisissures	23,6	43,4	33,3	21,6
<i>Salmonella</i>	0,00	22,2	38,5	28,1
<i>Clostridium perfringens</i>	20,1	24,3	44,4	11,1

Type 1 : lait pasteurisé et fermenté pendant 24 h ; **Type 2 :** lait pasteurisé et fermenté pendant 48 h ; **Type 3 :** lait non pasteurisé et fermenté pendant 24 h ; **Type 4 :** lait non pasteurisé et fermenté pendant 48 h

Il ressort de ce tableau qu'indépendamment du type de pathogène concerné, les fréquences de contamination dans les échantillons du fromage blanc issu du lait non pasteurisé sont plus élevées comparativement aux fréquences de contamination dans les échantillons pasteurisés. Tous les échantillons de fromage blanc non pasteurisé et fermenté pendant 24 h et 48 h ont été contaminés par la flore totale aérobique mésophile. Les coliformes totaux sont beaucoup plus présents dans le fromage blanc pasteurisé et

fermenté pendant 24 h (66,7%) mais fortement représentés dans les échantillons de « *Mashanza* » non pasteurisés et fermentés pendant 24 h et 48 h. La *salmonella* est la seule pathogène absente dans le fromage blanc issu du lait pasteurisé et fermenté pendant 24 h bien qu'étant faiblement représenté dans les autres types de lait. Les résultats des analyses microbiologiques des fromages blancs analysés exprimés en UFC/ml sont présentés par le Tableau 4.

Tableau 4 : Taux de contamination (UFC/ml) des échantillons analysés

Paramètres	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Flore totale aérobique mésophile	2,25.10 ⁴	6,27.10 ⁵	3,94.10 ⁵	5,65.10 ⁵
Coliformes totaux	2,32.10 ²	2,08.10 ²	3,55.10 ²	3,96.10 ²
<i>Escherichia coli</i>	0,08.10 ²	0,06.10 ²	1,57.10 ²	3,04.10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	1,08.10 ²	1,16.10 ²	1,76.10 ²	3,04.10 ²
Levures et moisissures	2,5.10 ²	2,24.10 ²	2,18.10 ²	4,35.10 ²
<i>Salmonella</i>	-	0,08.10 ²	0,97.10 ²	0,12.10 ²
<i>Clostridium perfringens</i>	0,28.10 ²	2,35.10 ²	9,15.10 ²	0,07.10 ²

Type 1 : lait pasteurisé et fermenté pendant 24 h ; Type 2 : lait pasteurisé et fermenté pendant 48 h ; Type 3 : lait non pasteurisé et fermenté pendant 24 h ; Type 4 : lait non pasteurisé et fermenté pendant 48 h

Il en ressort que la teneur moyenne pour les échantillons contaminés dans les quatre types de lait a été beaucoup plus grande chez la flore totale aérobique mésophile. Cependant, les autres bactéries pathogènes sont beaucoup plus dans le lait non pasteurisé que celui pasteurisé. La teneur

en levures et moisissures est beaucoup plus élevée dans le lait non pasteurisé et fermenté pendant 48 h (4,35.10²) alors que le taux de *Clostridium perfringens* dans le lait non pasteurisé et fermenté pendant 24 h a été le plus élevé dans tous les échantillons en étude.

4 DISCUSSION

Après l'inventaire des germes et les analyses physico-chimiques, il a été constaté une qualité insuffisante du fromage blanc « *Mashanza* ». Les mêmes résultats ont été observés sur le lait cru en Ouganda (Grillet *et al.*, 2005) et au Mali (Bonfoh *et al.*, 2002). En effet plusieurs facteurs sont reconnus avoir une influence sur la variabilité physico-chimique et microbiologique dans le lait entre autre le climat, le stade de lactation, la disponibilité alimentaire, l'apport hydrique, l'état de santé des vaches et les conditions de la traite (Labioui *et al.*, 2009). Le pH des différents échantillons est très acide (<4) et inférieurs au pH du lait cru utilisé avant fermentation (6,67). Ces résultats sont très différents de ceux obtenus

pour le lait cru et reportés par plusieurs auteurs africains qui rapportent des valeurs de pH des laits proche de la neutralité (Koussou *et al.*, 2007 au Tchad ; Ministère de l'Agriculture, 2000 au Sénégal ; Hanane, 2013 en Algérie et Sraïri *et al.*, 2005 et Labioui *et al.*, 2009 au Maroc). Ces différences entre le pH des laits crus et celui du fromage blanc seraient dues à la fermentation que subit le lait lors du processus de fabrication du fromage blanc. Cependant, les résultats, similaires ont été obtenus par Bonfoh *et al.*, (2002) pour le lait fermenté et le lait frais (4,3±0,5 et 6,7±0,3 respectivement). Pour le fromage blanc, la fermentation semble être très poussée, compte tenu du pH minimum de précipitation totale de la



caséine (pH 4,6 à 4,7) s'expliquant par l'excès de caillage suite à un temps d'incubation long. La qualité du lactosérum de la veille utilisée comme ferment peut aussi en être une cause (Ministère de l'Agriculture, 2000). La valeur de l'acidité titrable trouvée dans le fromage blanc est très élevée par rapport à celles trouvées dans le lait cru (Labioui *et al.*, 2009 ; Koussou *et al.*, 2007 ; Seme *et al.*, 2015). En effet l'acidité de titration résulte de quatre réactions ; les trois premières représentant l'acidité naturelle du lait (acidité due à la caséine, aux sels minéraux et aux phosphates) et la dernière liée à l'acide lactique et aux autres acides provenant de la dégradation microbienne du lactose et éventuellement des lipides en voie d'altération (Alais, 1984). En plus de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, le pH et l'acidité dépendent aussi des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique et de la manutention du lait (Alais, 1984 ; Seme *et al.*, 2015). Le taux de matière grasse est inférieur à celui rapporté par Labioui *et al.*, (2009) au Maroc pour le lait cru et Sboui *et al.*, (2015) en Tunisie. En effet ce taux a été fixé entre 28,5 à 32,5 g/l par AFNOR en 2001. Par contre, il semble être comparable à ceux trouvés par Millogo, (2010) dans les fermes autour de Ouagadougou au Burkina Faso (5 %). Ce même taux observé est dans l'intervalle de 2,4 à 5,5 % fixé par la norme NS 03 – 020 de 1990 (ISN, 1998). Cette variation du taux de matière grasse est sous l'influence de l'alimentation et du niveau de production. Sa variation est liée aux facteurs comme l'alimentation, les conditions climatiques et le stade de lactation (Labioui *et al.*, 2009). Le taux de lactose retrouvé dans les différents traitements du « *Mashanza* » est très faible comparativement aux valeurs moyennes retrouvées dans le lait cru ($45,93 \pm 3,34$ g/l et 43,51 g/l respectivement par Seme *et al.*, 2015 et Labioui *et al.*, 2009). Ces valeurs sont relativement inférieures à la valeur moyenne de référence (4,9%). En effet, le lactose étant le principal sucre présent dans le lait est le substrat de fermentation lactique pour les bactéries lactiques (*Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc* et *Aerococcus*) (Labioui *et al.*,

2009). En général, la densité obtenue dans le fromage blanc (1,03) est pareil à celle trouvée par plusieurs autres chercheurs africains (Diatta, 2005 ; Kora, 2005 ; Labioui *et al.*, 2009 ; Seme *et al.*, 2015), alors que le point de congélation a été supérieur à celui du lait cru. Cette densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires (Labioui *et al.*, 2009). La teneur moyenne en protéines, bien qu'étant plus élevée dans le « *Mashanza* » issu de la pasteurisation (9,725 g/L) et égoutté pendant 120 minutes (9,916g/L) demeure cependant faible comparée au lait cru utilisé (36,3g/L) et aux résultats obtenus par Seme *et al.* (2015) au Togo ($33,26 \pm 0,56$ g/l) et Hanane (2013) (16,1g/L). Cette variation des résultats peut être due à plusieurs facteurs comme la différenciation du stade de lactation des échantillons collectés, le type génétique utilisé ainsi que le système de production en vigueur dans les différentes fermes concernées comparativement à cette étude. En effet, le taux de cendre varierait en fonction du stade de lactation ; elle diminue durant le mois suivant le vêlage, puis augmente suite à l'accroissement de taux de matière grasse et azotée (FAO, 1995). Malgré qu'elle soit élevée dans le fromage blanc issu de la pasteurisation (5,16g/L) et fermenté pendant 24 heures (4,85g/L), la teneur en cendre dans le « *Mashanza* » demeure faible par rapport à la valeur rapportée par Hanane (2013) et Koussou *et al.* (2007). Cependant, la variation observée selon le traitement utilisé a déjà aussi été rapportée par Hussain (2011), Ul Haq (2013) et Sboui *et al.* (2015) indiquant que la pasteurisation permet une augmentation de la quantité de cendre. La FTAM (Flore totale aérobie mésophile) est significativement présente dans les 4 types d'échantillons de « *Mashanza* ». Dans la majorité des cas, elle a été retrouvée aussi dans les échantillons de lait cru au Mali (Bonfoh *et al.*, 2002), au Maroc (Sraïri *et al.*, 2005 ; Labioui *et al.*, 2009), au Tchad (Koussou *et al.*, 2007) et au Togo (Seme *et al.*, 2015). Toutefois, le taux élevé de FTMA retrouvé dans le lait pasteurisé et fermenté pendant 48 h ($6,27.10^5$ UFC/ml) est comparable



avec les valeurs trouvées dans le lait cru par Seme *et al.* (2015) au Togo ($5,90 \cdot 10^5$ ufc/ml). En Algérie, le lait cru collecté présente un taux de contamination microbienne très élevé (entre 10^5 et 10^7 UFC/ml), impropre aussi bien à la santé publique qu'à la transformation dans l'industrie laitière (Ameur *et al.*, 2011). Cette qualité du lait trouvée dans cette étude comparée aux différentes normes (normes algériennes : 10^5 UFC/ml, la Communauté d'Afrique de l'Est : 10^6 UFC/ml, 10^6 UFC/ml pour certains auteurs ou 10^4 micro-organismes par gramme de lait caillé pour Dieng (2001) est cependant acceptable. La même conclusion serait aussi tirée lorsqu'on considère les réglementations françaises et américaines ($5 \cdot 10^5$ UFC/ml et $3 \cdot 10^5$ UFC/ml respectivement, Alais, 1984). Pour les coliformes, ils ont été dénombrés dans tous les échantillons de lait mais beaucoup plus dans le lait pasteurisé et fermenté pendant 24 heures. Plusieurs auteurs ont déjà aussi trouvé ces germes dans le lait cru au Tchad (Koussou *et al.*, 2007), au Togo (Seme *et al.*, 2015), au Maroc (Labioui *et al.*, 2009), et même dans les échantillons de lait caillé au Sénégal (Diatta, 2005). La présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication directe de la contamination fécale car dans certains cas, certains coliformes sont présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier (Larpen, 1990). L'analyse a révélé une contamination moyenne élevée des échantillons en coliformes totaux chez le fromage blanc non pasteurisé et fermenté pendant 48 heures ($3,96 \cdot 10^2$ UFC/ml). Ces résultats sont inférieurs à ceux trouvés par Bachtarzi (2012) au Cameroun ($50,3 \cdot 10^5 \pm 66 \cdot 10^5$ UFC/ml), Seme *et al.* (2015) au Togo ($2,75 \cdot 10^3$ UFC/ml). Cette teneur en coliformes totaux dans ces échantillons de fromage blanc est aussi inférieure à $2,0 \cdot 10^4$ UFC/ml correspondant aux résultats de Labioui *et al.* (2009) trouvés dans le lait cru de vaches d'étables au Maroc. Ces mêmes constats ont été faits par Taybi *et al.* (2014) pour des teneurs en coliformes totaux dans différentes régions du Maroc ($3,02 \cdot 10^5$ ufc/ml). Bien qu'étant moins représenté dans les échantillons de fromage blanc, *Escherichia coli* se retrouve dans

tous les échantillons mis en étude. Cette faible représentation serait due à l'acidité du fromage blanc car il est admis que l'acidité du lait caillé pourrait détruire ces germes (Ministère de l'Agriculture au Sénégal, 2000). Ces résultats sont cependant contradictoires avec ceux du programme de monitoring des denrées alimentaires sur le marché belge de 2009 qui n'a décelé aucune présence de *Escherichia coli* dans les échantillons de fromage, de beurre et de crème, sauf en ce qui concerne le fromage de chèvre à base de lait cru (Anonyme, 2010). Pour De Reu *et al.* (2004), une fréquence d'*Escherichia coli* de 0,7 % à 0,8 % dans les échantillons de lait de ferme cru de Belgique a été trouvée. Le *Staphylococcus aureus* a été retrouvé dans les quatre types de fromage blanc en étude. Ce germe pathogène constitue un risque réel pour la santé publique dans les produits transformés car ayant la capacité à produire, dans certaines conditions, des entérotoxines thermostables qui peuvent résister aux traitements thermiques (Ashnafi, 1996). Cela a déjà aussi été rapporté par plusieurs auteurs dans plusieurs pays africains (Bonfoh *et al.*, 2002 ; Bachtarzi, 2012 ; Afif *et al.*, 2008). Cependant, l'incidence de *Staphylococcus aureus* dans les échantillons de « Mashanza » est faible et tolérable par rapport aux résultats trouvés par De Reu *et al.* (2004) en Belgique (62%). Néanmoins, pour Meryem (2015) aucun germe de *Staphylococcus aureus* n'a été trouvé dans le lait cru de vache et de chèvre comme cela est recommandé par les normes sanitaires du lait commercialisé (ISN, 1998). Retrouvé en grande concentration dans les échantillons de lait non pasteurisé et fermenté pendant 48 heures ($3,04 \cdot 10^2$ UFC/ml), cette concentration paraît élevée par rapport à celles retrouvées par Bonfoh *et al.* (2002) dans le lait fermenté ($1,5 \cdot 10^2$ UFC/m), mais faible dans le lait cru selon les études de Bachtarzi (2012) au Cameroun ($37,6 \cdot 10^2 \pm 54,2 \cdot 10^2$ UFC/ml). Ce germe est considéré comme une bactérie pathogène majeure, causant des infections mammaires qui en constitue la principale source de contamination (Thieulon, 2005). La présence de *Staphylococcus aureus* serait due à la mauvaise qualité hygiénique de l'animal



et des récipients utilisés dans la filière de la traite (Godefay et Molla, 2000). Les levures et moisissures proviennent de l'environnement et leur présence dans le lait est due à de mauvaises conditions d'hygiène lors de la transformation du lait. Ils traduisent aussi le fait qu'au cours des manipulations, le lait est très exposé à l'air ambiant (Ministère de l'Agriculture, 2000). Néanmoins elles permettent la fermentation nécessaire à la production de dérivés laitiers. Elles ont été retrouvées dans tous les quatre types de lait en étude. Les levures et moisissures ont aussi été trouvés dans les échantillons de lait par plusieurs auteurs (Bonfoh *et al.*, 2002 ; Diatta, 2005 ; Labioui *et al.*, 2009 ; Seme *et al.*, 2015). Les échantillons ont été faiblement contaminés en levures et moisissures comparativement aux résultats de Dieng (2001) et Pissang (1995) respectivement 51% et 60%. Cependant, le taux de contamination dans le lait non pasteurisé et fermenté pendant 48 h ($4,35.10^2$ UFC/ml), reste faible comparativement aux valeurs trouvées par Labioui *et al.* (2009) et Seme *et al.* (2015). Par contre, les résultats similaires ont été trouvés par Bonfoh *et al.* (2002) sur différents types de lait. Les salmonelles ont été trouvées dans tous les échantillons exceptés dans les échantillons de lait

pasteurisé et fermenté pendant 24 heures où elles étaient absentes. La principale source de contamination serait l'excrétion fécale de salmonelles, dissémination de la bactérie dans l'environnement, puis contamination de la peau des mamelles et du matériel de traite (Guy, 2006). Dans la plupart des cas, les salmonelles sont absentes dans les échantillons de lait cru (Poueme, 2006 ; Srairi et Hamama, 2006 ; Afif *et al.*, 2008 ; Bachtarzi, 2012 ; Meryem, 2015), tel que recommandé dans les normes Algériennes pour le contrôle de la qualité du lait (Journal Officiel de la République Algérienne, 1998). Le *Clostridium perfringens* a été retrouvé dans tous les échantillons de « *Mashanza* ». Il a l'aptitude à se maintenir dans l'environnement et infecter n'importe quel type d'aliment au cas où les conditions hygiéniques et de stérilisation ne sont pas observées (Lebres, 2002). Cependant, Meryem (2015) n'en a pas trouvé dans le lait de vache et de chèvre en Algérie. Ce germe a été plus observé dans le fromage blanc issu du lait non pasteurisé et fermenté pendant 24 h ($9,15.10^2 \pm 15,3.10^2$). Cette teneur est très supérieure aux normes de JORA (1998) fixant à 50 UFC/ml la teneur en dessous de laquelle la concentration en *Clostridium* est tolérable.

5 CONCLUSION

La pasteurisation permet d'obtenir des meilleures caractéristiques physicochimiques du fromage mais un rendement faible. Elle permet de réduire la charge microbiologique mais ne permet pas de produire un produit indemne de contamination. Le fait que le rendement en fromage blanc est l'objectif ultime de cette transformation, et que la pasteurisation conduit à un faible rendement il serait important de procéder à la fermentation du lait cru sans pasteurisation et pasteuriser le fromage blanc après production pour améliorer le rendement, tout en produisant un produit de qualité sans risque sanitaire pour le

consommateur. L'augmentation de la durée de fermentation a eu un effet sur les caractéristiques du lait mais n'influence pas le rendement en fromage blanc. Etant donné que les consommateurs préfèrent un produit moins acide, il sera important de limiter la fermentation pour éviter la production d'un fromage trop acide. Cette technique de transformation s'est montrée efficace car permettant non seulement d'obtenir un produit beaucoup apprécié par les consommateurs mais aussi et surtout d'augmenter la durée de conservation de ce dernier par acidification.

6 REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Université Evangélique en Afrique pour l'appui financier qu'elle a accordé pour la réalisation de cette étude.

6 RÉFÉRENCES

- Afif A, Faid M. et Najimi M : 2008. Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc, *Reviews in Biology and Biotechnology* 7 (1) : 2-7.
- AFNOR (Agence Française de Normalisation) : 1980. Recueil de normes françaises, Méthodes générales d'analyse des produits agro-alimentaires, Chimie, Microbiologie Analyse sensorielle, Paris AFNOR : 200p.
- AFNOR (Agence Française de Normalisation) : 1986. Contrôle de la qualité des produits laitiers, ISTV, 3ème édition, Afnor, ISTV.
- AFNOR (Agence Française de Normalisation) : 2001. Lait - Détermination de la teneur en matière grasse -Méthode gravimétrique (méthode de référence), NF EN ISO 2 (11), 21 p.
- Alais C : 1984. Sciences du lait, Principes de techniques laitières, 3ème édition, édition Publicité France, pp. 132
- Ameur A Rahal K. et Bouyoucef A : 2011. Evaluation du nettoyage des tanks de réfrigération dans les fermes laitières de la région de Freha (Algérie), *Revue Nature et Technologie* 3 (6) : 80-84.
- Anonyme: 2010. Trends and Sources; Report on zoonotic agents in Belgium, 2008-2009: 39-42.
- Anonyme : 2015. 'Degré Dornic', consulté le 16/04/2015.
www.wikipedia.org/wiki/Degré-Dornic.
- Arcuri EF, Brito MAVP, Brito JRF, Pinto SM, Ângelo FF. et Souza GN : 2006. Qualidade microbiológica do leite refrigerado nas fazendas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 58 (3): 440-446
- Ashnafi M: 1996. Effect of container smoking and incubation temperature on the microbiological and ergo a traditional Ethiopian sour milk. *International Dairy Journal* 94-98.
- Bachtarzi BNN : 2012. Qualité microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'Est Algérien, Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires I.N.A.T.A.A., Thèse Master, Département de Biotechnologie Alimentaire. 88pp
- Bennacir M : 1980. Contribution à l'étude de la qualité chimique et bactériologique des laits des centres de collecte du Gharb, Thèse 3° Cycle IAV 72-75.
- Bonfoh B, Fane A, Roth C, Traoré NA, Coulibaly Z, Simbe CF, Alfaroukh OI, Nicolet J, Farah Z. et Zinsstag J : 2002. Qualité microbiologique du lait et des produits laitiers vendus en saison sèche dans le district de Bamako au Mali. *Revue intern. Sci, Vie et Terre*: 242-250.
- Budza KM : 1995. Evaluation de la qualité physico-chimique du lait cru produit par les petits éleveurs du territoire de Kabare, Sud-Kivu, TFE, Université Evangélique en Afrique, Bukavu, RD Congo, 54 p.
- De Reu K, Grijspeerdt K. et Herman L : 2004. A Belgian survey of hygiene indicator bacteria and pathogenic bacteria in raw milk and direct marketing of raw milk farm products. *J. of Food Safety*, 24 : 17-36.
- Diatta O : 2005. Étude de la qualité des laits caillés artisanaux fabriqués par le G.I.E. des éleveurs de Nguekokh, Mémoire de diplôme de D.E.A. de productions animales, Université Cheikh Anta Diop, Faculté des sciences et techniques, Sénégal, Dakar, 44 pp.
- Dieng M : 2001 Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur les marchés dakarois, Thèse, Université Cheikh Anta Diop, Sénégal, Médecine Vétérinaire : 210p.



- EAC (East African Community): 1999. East African standards, Unprocessed (raw) whole milk – specification, Arusha, Tanzania, EAC 14 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization): 1995. Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
- Garcia MS, Gonçalves JR, Esmeralda RP, Ferraiolo AN, Basílio EO. et Célia Lúcia de Luces CF : 2013. Physicochemical properties of Butter cheese from Marajó manufactured with buffalo milk and cow milk. *Journal of Environmental Science, Toxicology And Food Technology* 5(3): 83-88
- Godefay B. et Molla B : 2000. Bacteriological quality of raw cow's milk from four dairy farms and a milk collection center in and around Addis Ababa, *International Dairy Journal*, 211-223.
- Grillet N, Grimaud P, Loiseau G, Wesuta M. et Faye B : 2005. Qualité sanitaire du lait cru tout au long de la filière dans le district de Mbarara et la ville de Kampala en Ouganda. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.* 58 : 245-255.
- Guy FI: 2006. Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central, Thèse doctorat d'Etat, Université Paul-Sabatier de Toulouse, France, 17p.
- Hanane B : 2013. Caractérisation physicochimique et biochimique du lait camelin collecté localement en mi de lactation. Mémoire Master, Université Kasdi Merbah Ouargla Faculté des Science de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Département des Sciences de la Nature et de la Vie, 74 p.
- Hussein I: 2011. Effect of UHT processing and storage conditions on physico-chemical characteristic of buffalo skim milk. *J. chem, Soc., Pak* 33 (6) : 783-788.
- ISN (Institut Sénégalais de Normalisation) : 1998. Les normes microbiologiques : lait et produits laitiers, Dakar, Institut Sénégalais de Normalisation (ISN/CT₃/SCT₄), 18p.
- Jeanet R, Croguennec T, Schuch P. et Brulé G : 2007. Science des aliments : Biochimie - Microbiologie - Procédés - Produits, Vol 2 : *Technologie des produits alimentaires*, Tech et Doc, Paris 456 pp.
- Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) : 1998. Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. 18 p.
- Koussou MO, Grimaud P. et Mopaté LY : 2007. Evaluation de la qualité physico-chimique et hygiénique du lait de brousse et des produits laitiers locaux commercialisés dans les bars laitiers de N'Djamena au Tchad. *Revue Élevage Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux* 60: 45-49.
- Labioui H, Laarousi E, Benzakour A, El Yachioui M, Berny E. et Ouhssine M : 2009. Étude physico-chimique et Microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 7-16 .
- Labouche Cl. et Ytavin APE : 1957. Sur la composition chimique des laits tropicaux ; influence du stade de lactation sur les teneurs en graisse, lactose, calcium et phosphore, Laboratoire Fédéral de l'Élevage « Georges Curasson » à Dakar, Communication au 4^e Congrès International de Nutrition à Paris, 373-382.
- Larpen JP : 1990. Lait et produits laitiers non fermentés, Dans Microbiologie alimentaire, (Bourgeois C, M, Mesle J,F, et Zucca J,) Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire, *Édition Tec et Doc, Lavoisier*, 201-215.



- Meryem B : 2015. Étude comparative entre la qualité Microbiologique du lait cru de vache et le lait de chèvre. Mémoire master, Université Abou Baker Belkaid-Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers Département de biologie, 75 p.
- Millogo V: 2010. Milk production of hand-milked dairy cattle in Burkina Faso, Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, Sueciae 104 p.
- Ministère de l'Agriculture, République du Sénégal : 2000. La qualité du lait et produits laitiers. Communication à l'atelier de restitution de l'étude sur la filière lait au Sénégal GRET / ENDA-GRAF, Dakar, 30 Mars 2000 ; 7p
- Nout MJR, Rombouts FM. and Havelear A: 1989. Effect of accelerated natural lactic fermentation of infant food ingredients on some pathogenic microorganisms. *International Journal Food Microbiology*, 8 : 351-361.
- Pissang DT : 1995. L'évaluation de la qualité des laits et produits laitiers dans les systèmes traditionnels de transformation au Tchad, Mémoire Master technologie agroalimentaire des régions chaudes, Ensia/ siarc, Montpellier, France, 62 p.
- Poueme NRS : 2006. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait dans la filière artisanale au Sénégal, Thèse : *Méd. Vét.* : Dakar 23p.
- Remeuf F : 1993. Influence du polymorphisme génétique de la caséine α_{s1} caprine sur les caractéristiques physico-chimiques et technologiques du lait, *Lait* 73 (19) : 549–557.
- République du Sénégal : 2000. La qualité du lait et produits laitiers, Communication à l'atelier de restitution de l'étude sur la filière lait au Sénégal GRET / ENDA-GRAF Dakar, 30 Mars 2000, 7 p.
- Sbouï A, Arroum S, Hayek N, Mekrazi H. et Khorchani T: 2015. Étude comparative de l'effet de la pasteurisation et de l'ébullition sur la composition physico-chimique des laits camelins et bovins. *Journal of new sciences* 5 (18) : 6p.
- Seme, K, Pitala W. et Osseyi GE : 2015. Qualité nutritionnelle et hygiénique de laits crus de vaches allaitantes dans la région maritime au Sud-Togo. *European Scientific Journal*, 11 (36): 18p
- Sraïri MT. et Hamama A : 2005. Qualité globale du lait cru de vache au Maroc, concepts, état des lieux et perspectives d'amélioration. *Transfert de technologie en agriculture*, 1-4.
- Sraïri MT, Hasni AI, Hamama A. et Faye B : 2005. Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaines au Maroc. *Revue Méd. Vét.*, 2005, 156 (3) : 155-162.
- Tamime AY. et Robinson RK : 1999. *Yoghurt- Science and Technology*, 2nd ed. *International Journal of Dairy Technology*.
- Taybi NO, Arfaoui A. et Fadhi M : 2014. Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru dans la région du Gharb, Maroc. *International Journal of Innovation and Scientific Research* 9 (2): 487-493
- Ul Haq I: 2013. Effect of Heat treatments on Physico-chemical characteristics of Skimmed Milk. *Journal of agriculture and Food Technology* 3 (12) : 5-13