

Composition chimique et qualité bactériologique des laits crus et pasteurisés au Burkina Faso

Mariétou SISSAO, Vinsoun MILLOGO* et Georges Anicet OUEDRAOGO

*Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut du Développement Rural,
Laboratoire de Recherche et d'Enseignement en Santé et Biotechnologie Animale*

* Correspondance, courriel : paravins@yahoo.fr

Résumé

Les paramètres physico-chimiques et bactériologiques du lait sont d'une grande importance dans l'appréciation de la qualité du lait cru et des produits laitiers. Au Burkina Faso, la connaissance de ces paramètres du lait fait beaucoup défaut à l'échelle des fermes et des unités de transformation. Les prélèvements se sont déroulés suivant deux conditions d'hygiène d'Août à Septembre 2012. La première étant celle pratiquée habituellement par la ferme tandis que la seconde s'est faite dans les conditions expérimentales d'hygiène recommandée. Au total 60 sachets de laits pasteurisés ont été prélevés à raison de 15 sachets par unité de transformation. Pour le lait cru, un volume de 30 mL a été prélevé à partir des trayons des vaches dans une ferme les matins et les soirs par trayon en mi-chemin de la traite ainsi qu'à la fin de la traite. La composition chimique des laits a été déterminée par la méthode infrarouge (Farm Milk Analyser Miris, AB Sweden, 2001), le pH à l'aide d'un pH-mètre et les cellules somatiques par la technique de fluorescence (Delaval Cell Counter, Tumba, Sweden). Farm milk analyser a été calibré quand il a s'agit de l'analyse des laits pasteurisés. La culture des *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* a été faite dans la gélose Baird Parker et la gélose Lactosée au Cristal Violet et au Rouge Neutre. Quant à la flore aérobie mésophile totale, la culture s'est faite avec la gélose plate count agar. L'analyse des variances a été appliquée aux données pour l'analyse statistique à l'aide de Minitab version 15.

Les résultats obtenus à partir des laits pasteurisés des quatre unités de transformation ont montré des taux de matières protéiques et de lactose différents d'un lait pasteurisé à un autre ($p < 0,05$). Le taux de la flore aérobie totale était de $116 \cdot 10^3$ ufc/mL dans le lait cru de ferme et de $18 \cdot 10^3$ ufc/mL dans le lait pasteurisé des unités de transformation. Le lait cru prélevé dans les conditions habituelles d'hygiène de la ferme a présenté une charge bactérienne plus élevée (10^6 ufc/mL, valeur maximale) que celle du lait provenant de la bonne méthode d'hygiène qui à son tour a présenté une charge bactérienne (10^5 ufc/mL, valeur maximale) plus élevée que celle des laits pasteurisés issus des unités de transformation (10^4 ufc/mL; valeur maximale). En conclusion, une bonne pratique d'hygiène peut permettre de réduire la charge bactérienne du lait cru et la pasteurisation permet aussi d'éliminer la majeure partie des microorganismes introduits ou présents dans le lait. La présence des germes dans le lait pasteurisé est due à une contamination post-pasteurisation, point critique au niveau des unités de transformation au Burkina Faso.

Mots-clés : *lait cru, lait pasteurisé, composition du lait, bactéries, ferme, laiteries.*

Abstract

Milk composition and bacteriological quality of raw and pasteurized milks in Burkina Faso

Bacteriological quality and milk components are important tools to check milk quality. The present experiment was carried out from August to September 2012 on four dairy cows and four dairy processing units in Bobo-Dioulasso. Raw milk was collected (30 mL) from cow's teats in a farm during morning and evening milking at half-way of the milking process and also at the end of whole milking. Furthermore, sixty (60) pasteurized milk boxes were collected from four dairy units. Milk composition was determined by infrared method using Farm Milk Analyser (Miris, AB Sweden, 2001) and milk pH using pH-meter. The somatic cells count was done using fluorescence method (Delaval Cell Counter, Tumba, Sweden). Farm milk analyser was calibrated for processing milk. The gelose Baird Parker and gelose Lactis of Cristal Violet and Neutral Red were used to grow *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, respectively. The plate count agar was also used to grow the total bacteria. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) using Minitab 15. The results showed that proteins and lactose contents in milk pasteurized were different between dairy units ($p < 0.05$). The average of total bacteria count was 116×10^3 ufc/mL in the raw milk of farm and 18×10^3 ufc/mL in the pasteurized milk of dairy unit. Total bacteria count (10^6 ufc/mL) of raw milk was higher in farmer milking routine conditions than raw milk collected in experimental conditions (10^5 ufc/mL). Total bacteria count was lower in pasteurized milk (10^4 ufc/mL) than in raw milk. *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* were found in pasteurized milk. In conclusion, good hygiene practices contribute to reduce the milk contamination on farm. The pasteurization process must help to eliminate all pathogens during processing. However, the presence of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in pasteurized milk was the post-contamination during packaging which is a critical control point at dairy processing level in Burkina Faso.

Keywords : farm, raw milk, pasteurized milk, milk composition, bacteria count, dairy unit.

1. Introduction

La présence de pathologies en production laitière a une influence négative plus marquée sur le lait que sur n'importe quel produit animal. Au Burkina Faso, l'élevage constitue la source de revenu monétaire la plus courante en milieu rural mais confronté à un déficit de techniciens qualifiés et d'hygiène tout au long de la filière. En effet, l'hygiène dans la production, la conservation et la transformation du lait est un aspect critique pour la santé des populations et sur l'aspect financier au niveau des différents acteurs. Le lait est un aliment très nutritif dans le régime alimentaire de l'homme [1]. Ce produit doit donc satisfaire aux exigences quantitative et qualitative à la ferme, au niveau de l'industrie laitière et enfin pour le consommateur. Le taux microbien très élevé est préjudiciable aussi bien pour la transformation du lait que pour la santé du public [2,3]. Il est largement accepté que les paramètres physico-chimiques et bactériologiques du lait soient d'une grande importance dans l'appréciation de la qualité du lait cru et des produits laitiers. Au Burkina Faso, la connaissance de ces paramètres du lait fait beaucoup défaut à l'échelle des fermes et des unités de transformation. Il se pose donc un problème d'hygiène des produits laitiers au Burkina Faso créant une réticence des consommateurs vers ces produits. Il est important d'apporter une réponse à ces préoccupations des consommateurs par l'analyse des laits produits et consommés au Burkina Faso. A l'analyse, très peu d'études existent sur la qualité bactériologique des laits crus et des laits pasteurisés au Burkina Faso.

Au regard de l'engouement des consommateurs pour les produits laitiers due à la croissance démographique, il est important de montrer aux fermes, aux propriétaires de laiteries et aux consommateurs la qualité des laits crus produits à la ferme, la qualité des produits laitiers issus de la transformation artisanale et destiné à la consommation. C'est pourquoi notre étude a visé à explorer la qualité des laits crus dans les fermes et la qualité des laits pasteurisés au niveau des unités de transformation.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation de la ferme

L'étude a été conduite dans la zone périurbaine de la ville de Bobo-Dioulasso qui est le deuxième grand centre de consommation des produits laitiers au Burkina Faso. La ferme sélectionnée est une ferme laitière semi-intensive et les prélèvements ont été effectués sur quatre (04) vaches en lactation. La principale source d'alimentation de la ferme était le pâturage avec une complémentation alimentaire en toute saison. Les vaches s'abreuvaient au cours du pâturage et avaient accès à l'eau d'abreuvement à la ferme à volonté. Les vaches sur lesquelles notre étude s'est portée étaient de race métisse zébu x races exotiques (Montbéliard, Holstein). L'étude s'est réalisée en condition de traite manuelle. Les prélèvements ont été effectués pendant la traite du matin (06h00) et du soir (16h00). La stimulation de la vache a été faite par la présence du veau ce qui est commun aux élevages du Burkina Faso. Les noms ou numéros des vaches nous ont permis un échantillonnage plus facile.

2-2. Présentation des unités de transformation sélectionnées

L'utilisation du terme laiterie sera sous-entend comme unité de transformation laitière dans le présent travail. Les laiteries choisies dans la présente étude étaient situées dans la ville de Bobo-Dioulasso. Elles ont été sélectionnées sur la base de leur collaboration, de l'utilisation du lait cru de vache et de la régularité de la production de lait pasteurisé.

2-3. Prélèvements des échantillons à la ferme

Les prélèvements se sont déroulés suivant deux conditions d'hygiène. La première étant celle pratiquée habituellement par la ferme tandis que la seconde s'est faite dans les conditions expérimentales d'hygiène recommandée. Les prélèvements ont été organisés à la fin de la traite. Chaque vache était traite dans un seau qui lui était propre et au préalable soigneusement nettoyés. Le lait traite par vache collecté dans un seau constituait la totalité de la traite par vache. C'est dans ce volume total constitué du lait de l'ensemble des trayons qu'un échantillon de 30 mL était encore prélevé. Cet échantillon prélevé sera divisé en deux (02) aliquotes contenant 15 mL de lait chacun. Un aliquote était destiné à la détermination de la composition physique et chimique du lait et l'autre aliquote était destiné à l'analyse bactériologique (dénombrement de la flore aérobie mésophile totale, des *Staphylococcus aureus*, des *Escherichia coli*). Les échantillons étaient tous conservés dans une glacière avec des glaçons ce qui permettait de maintenir la température entre 10 à 12°C.

2-4. Prélèvements d'échantillon de lait pasteurisé au niveau des laiteries

Pour compléter les données de la ferme, un échantillonnage a été réalisé au niveau de quatre (04) laiteries. Pour les prélèvements de laits pasteurisés, trois sachets de 500 mL de lait étaient achetés et constituaient l'échantillon au niveau des laiteries pour un passage. Les trois sachets de lait pasteurisé servaient pour l'analyse physico-chimique et microbiologique. Trois sachets étaient prélevés par jour de prélèvement pour permettre la répétition des analyses. L'intervalle entre les échantillonnages était de sept (07) jours et cinq (05) échantillonnages au total ont été effectués par laiterie. Les échantillons étaient conservés chaque fois dans une glacière contenant des glaçons permettant de maintenir la température entre +10 et +12°C.

2-5. Analyse de la composition physico-chimique

Le pH de chaque aliquote de lait était mesuré à l'aide d'un pH-mètre (370 pH Meter Jenway, Union Européenne). La détermination du taux de matières grasses (MG), de matières protéiques (MP), de lactose (L), de matière sèche (MS) et de matières minérales (MM) du lait a été faite à l'aide de la méthode infrarouge (Farm Milk Analyser, 2001, Miris AB, Suède). Cet appareil a également servi à la détermination de la densité du lait. L'analyse du taux de cellules somatiques a été réalisée par la méthode de fluorescence (DeLaval Cell Counter, Tumba, Suède).

2-6. Analyses microbiologiques

Le dénombrement des différentes bactéries a été réalisé au moyen de géloses sélectives. A la fin de l'incubation, les boîtes étaient retirées des incubateurs et les différentes colonies ont été dénombrées selon la couleur et la taille au dos des boîtes. Le dénombrement de *Staphylococcus aureus* s'est fait sur gélose Baird Parker (Liofilchem, ref 610004, ISO 6888, Italie). Le dénombrement de *Escherichia coli* s'est fait sur gélose Lactosée au Cristal Violet et au Rouge Neutre (VRBL) (Liofilchem, ref 610058, Italie). La Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) a été dénombrée sur la gélose plate count agar (PCA) (Liofilchem, ref 610040, ISO 4833, Italie).

2-7. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Minitab version 15 [4]. Le facteur vache a été considéré dans le modèle statistique. Le modèle utilisé était la procédure du modèle linéaire général. Une analyse de variance (ANOVA) a été utilisée. Les variables étaient le pH, la densité, le taux de matières grasses (MG), de matières protéiques (MP), de lactose (L), de matières sèches (MS) et de matières minérales (MM) exprimés en pourcentage. Le nombre de cellules somatiques (CS) transformé en logarithme ainsi que le nombre de colonies de *Escherichia coli*, de *Staphylococcus aureus* et de la flore aérobie mésophile totale transformé en logarithme faisaient partis des variables. Les moyennes des variables ont été comparées à l'aide du test de Tukey et les différences étaient considérées comme significatives au seuil de probabilité $p < 0,05$.

3. Résultats

3-1. Composition du lait des vaches

3-1-1. Qualité bactériologique et physico-chimique du lait cru issu de la traite totale dans les conditions habituelles de la ferme

Les échantillons de lait prélevés par vache dans les conditions d'hygiène de la ferme ont permis de connaître la composition physico-chimique et bactériologique du lait traite dans les conditions d'hygiène de la ferme (**Tableau 1**). Ces résultats ont été comparés à ceux obtenus dans les conditions expérimentales. Il n'y avait pas de différence significative entre les laits de vaches prélevés dans les conditions d'hygiène de la ferme en termes de nombre de *Staphylococcus aureus* ($p < 0,05$). Par contre, il a été constaté une différence significative entre ces laits pour le nombre de cellules somatiques, le nombre de colonies de *Escherichia coli* et de la flore aérobie mésophile totale ($p < 0,05$).

Tableau 1 : Composition physico-chimique et bactériologique des laits de vache prélevés dans les conditions de la ferme

MG : matières grasses, MP : matières protéiques, MS : matière sèche, Log₁₀SCC : logarithme du nombre de cellules somatiques en, Log₁₀Staph : logarithme du nombre de *Staphylococcus aureus*, Log₁₀E. coli : logarithme du nombre de *Escherichia coli*, Log₁₀FAMT : logarithme du nombre de bactérie aérobie mésophile totale. V : vache.

Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres a, b, c, ne sont pas différentes au seuil de P et celles portant des lettres différentes dans la même colonne sont différents au seuil de (P < 0,05)

Vaches	MG (%)	MP (%)	Lactose (%)	MS (%)	Densité	pH	Log ₁₀ SCC (cellules/mL)	Log ₁₀ Staph (ufc/mL)	Log ₁₀ E. coli (ufc/mL)	Log ₁₀ FAMT (ufc/mL)
V1	4,21 ± 0,01 ^a	2,89 ± 0,01 ^a	4,17 ± 0,02 ^a	12,01 ± 0,04 ^a	1,03 ± 0,001 ^a	6,49 ± 0,005 ^a	5,79 ± 0,1 ^a	5,57 ± 0,03 ^a	5,22 ± 0,01 ^a	6 ± 0,002 ^a
V2	3,83 ± 0,02 ^b	3,47 ± 0,02 ^a	4,13 ± 0,3 ^a	12,06 ± 0,03 ^a	1,03 ± 0,0003 ^a	6,49 ± 0,01 ^a	6,23 ± 0,1 ^b	5,49 ± 0,02 ^b	5,21 ± 0,02 ^a	5,55 ± 0,01 ^b
V3	3,24 ± 0,01 ^c	3,14 ± 0,01 ^a	4,34 ± 0,14 ^a	11,74 ± 0,22 ^b	1,03 ± 0,004 ^a	6,45 ± 0,7 ^a	5,67 ± 0,1 ^c	5,46 ± 0,02 ^b	5,35 ± 0,01 ^b	5,81 ± 0,02 ^c
V4	5,99 ± 0,08 ^d	3,75 ± 0,05 ^a	4,12 ± 0,03 ^a	14,82 ± 0,02 ^c	1,03 ± 0,003 ^a	6,41 ± 0,7 ^a	5,73 ± 0,1 ^a	5,35 ± 0,06 ^c	5,03 ± 0,01 ^c	5,67 ± 0,01 ^d
V5	4,91 ± 0,02 ^e	3,77 ± 1,01 ^a	4,32 ± 0,07 ^a	13,13 ± 0,15 ^d	1,03 ± 0,004 ^a	6,45 ± 0,01 ^a	5,64 ± 0,1 ^c	5,37 ± 0,1 ^c	3,53 ± 0,01 ^d	5,71 ± 0,01 ^d

Tableau 2a : Composition physico-chimique des laits issus de la traite totale de chaque vache dans les conditions expérimentales

MG : matières grasses, MP : matières protéiques, MS : matière sèche. TV1M : lait issue de la traite totale de la vache N°1 du matin.

Les lettres a, b, c, moyennes situées dans la même colonne avec différentes lettres en exposant sont différents

Vaches	Total	MG (%)	MP (%)	Lactose (%)	MS (%)	Densité	pH
Vache 1	Matin	4,31 ± 0,7 ^a	3,61 ± 0,22 ^a	4,65 ± 0,41 ^a	13,44 ± 1,12 ^a	1,0321 ± 0,002 ^a	6,59 ± 0,05 ^a
	Soir	4,56 ± 0,69 ^a	3,47 ± 0,21 ^a	4,31 ± 0,41 ^a	13,18 ± 1,25 ^a	1,0301 ± 0,002 ^a	6,55 ± 0,07 ^a
Vache 2	Matin	2,43 ± 0,52 ^b	3,39 ± 0,17 ^a	4,53 ± 0,57 ^a	11,18 ± 1,07 ^b	1,0314 ± 0,002 ^a	6,48 ± 0,03 ^a
	Soir	3,65 ± 1 ^c	3,39 ± 0,19 ^a	4,31 ± 0,49 ^a	12,17 ± 0,85 ^c	1,0301 ± 0,003 ^a	5,97 ± 1,2 ^a
Vache 3	Matin	3,83 ± 0,88 ^c	3,54 ± 0,36 ^a	4,28 ± 0,64 ^a	12,47 ± 1,74 ^c	1,0305 ± 0,003 ^a	6,68 ± 0,08 ^a
	Soir	5,66 ± 0,94 ^d	3,47 ± 0,29 ^a	4,1 ± 0,56 ^a	14,05 ± 1,19 ^d	1,0288 ± 0,003 ^a	6,65 ± 0,05 ^a
Vache 4	Matin	3,16 ± 0,9 ^b	3,08 ± 0,4 ^b	4,34 ± 0,58 ^a	11,35 ± 1,3 ^b	1,0286 ± 0,003 ^a	6,54 ± 0,06 ^a
	Soir	3,6 ± 0,71 ^c	3,14 ± 0,22 ^b	4,22 ± 0,43 ^a	11,73 ± 0,11 ^b	1,0286 ± 0,002 ^a	6,52 ± 0,04 ^a

3-1-2. Lait cru issu de toute la traite dans les conditions expérimentales

La quantité de lait produite diffère d'une vache à une autre. En plus, toutes les vaches ont produit plus de lait pour la traite du matin que pour celle du soir. On note une différence entre les taux de MG, de MP, de MS et du nombre de cellules somatiques par mL de lait quand on passe d'une vache à une autre ($p < 0,05$). Quand on compare le taux de matières grasses des laits issus de la traite du matin et avec celui de la traite du soir, ce taux est significativement plus élevé pour les laits du soir que pour les laits du matin ($p < 0,05$) pour la majorité des vaches (**Tableaux 2a et 2b**). Quant au taux de lactose, au pH et à la densité aucune différence n'a été observée pour les laits des différentes vaches aussi bien le matin et le soir ($p < 0,05$). Pour les paramètres d'appréciation de la microbiologie des différents laits, le **Tableau 2b** indique que le nombre de colonies d'*Escherichia coli* par ml des laits du soir étaient plus nombreux que celles observées dans les laits du matin (**Tableau 2b**).

Les **Tableaux 2a et 2b** présentent la composition du lait en fonction du niveau de cellules somatiques. Dans la situation où le taux de cellules somatiques était supérieur à 100 000 cellules/mL de lait, on constatait que les taux de MG, de MP, de MS étaient supérieurs en comparaison à la situation où le taux de cellules somatiques était inférieur à 100 000 cellules/mL de lait. Cependant, la différence n'était pas significative. Les valeurs du pH, du nombre de colonies des *Staphylococcus aureus* et des *Escherichia coli* par ml de lait suivaient sensiblement la même tendance. Le taux de lactose, de la densité et nombre de colonies de la flore aérobique mésophile totale présentait des taux bas avec l'élévation du taux de cellules somatiques dans le lait dans des proportions de plus de 100 000 cellules/mL. Les laits du soir des vaches N°2 et N°4 présentaient des taux relativement élevés de cellules somatiques et en comparant leurs taux de bactéries et la quantité du lait produit en ces périodes, nous avons constaté que le taux des différentes bactéries (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et flore aérobique mésophile totale) était élevé tandis que la quantité de lait produit était faible. Il a été aussi constaté un pH relativement bas pour le lait du soir de la vache N°2. En général, plus le nombre de cellules somatiques était élevé, plus la densité du lait était basse (**Tableaux 2a et 2b**).

3-1-3. Qualité bactériologique et physico-chimique des laits pasteurisés prélevés au niveau des laiteries

Les techniques de pasteurisation observées au niveau de toutes les laiteries étaient l'utilisation du bain marie et l'ébullition du lait en contact direct avec le feu. Les valeurs obtenues pour le taux de MP, de Lactose et de MS montraient que les laits pasteurisés n'avaient pas la même composition si l'on passait d'une laiterie à une autre (**Tableau 3**). Cette différence entre variables était significative ($p < 0,05$). La même tendance était observée pour le pH et la densité. Par contre, les valeurs mesurées pour la MG des laits pasteurisés ne présentaient aucune différence significative. La culture des *Staphylococcus aureus* dans le lait pasteurisé n'a donné aucun résultat. Ce qui veut dire que cette bactérie était absente dans tous les échantillons prélevés pour toutes les laiteries. En revanche, pour la culture de *Escherichia coli*, seuls les échantillons d'une seule laiterie étaient positifs pour cette bactérie. Quant à la flore aérobique mésophile totale, les résultats de la culture indiquaient un taux élevé dans les laits pasteurisés de toutes les laiteries excepté la laiterie N°3 où rien n'a été observé (**Tableau 3**). En plus, les laits pasteurisés de la laiterie N°3 présentaient des résultats négatifs pour toutes les bactéries recherchées (*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*). Le coefficient de variation pour les variables mesurées sur les bactéries observées dans les laits pasteurisés des laiteries était très élevé.

Tableau 2b : Composition bactériologique des laits issus de la traite totale de chaque vache dans les conditions expérimentales

Log₁₀SCC : logarithme du nombre de cellules somatiques en, Log₁₀Staph : logarithme du nombre de *Staphylococcus aureus*, Log₁₀E. coli : logarithme du nombre de *Escherichia coli*, Log₁₀FAMT : logarithme du nombre de bactérie aérobie mésophile totale. TV1M : lait issue de la traite totale de la vache N°1 du matin.
Les lettres a, b, c, moyennes situées dans la même colonne avec différentes lettres en exposant sont différentes

Vaches	Total	Log ₁₀ SCC (cellules/mL)	Log ₁₀ Staph(ufc/mL)	Log ₁₀ E. coli(ufc/mL)	Log ₁₀ FAMT (ufc/mL)	Lait (litre)
Vache 1	Matin	4,72 ± 0,34 ^a	4,1 ± 0,3 ^a	3,9 ± 0,4 ^a	4,7 ± 0,4 ^a	2,36 ± 0,1 ^a
	Soir	5,17 ± 0,11 ^a	4,2 ± 0,3 ^a	4,8 ± 0,3 ^b	4,6 ± 0,2 ^a	1,66 ± 0,1 ^b
Vache 2	Matin	5,21 ± 0,23 ^a	4,3 ± 0,2 ^a	4,5 ± 0,7 ^b	4,6 ± 0,3 ^a	1,35 ± 0,13 ^b
	Soir	5,31 ± 0,26 ^b	4,1 ± 0,3 ^a	4,5 ± 0,4 ^b	4,8 ± 0,2 ^a	1,06 ± 0,05 ^b
Vache 3	Matin	6,14 ± 0,19 ^c	4,4 ± 0,2 ^a	3,7 ± 0,4 ^a	4,8 ± 0,2 ^a	2,81 ± 0,07 ^c
	Soir	6,23 ± 0,24 ^c	4,5 ± 0,1 ^a	4,4 ± 0,7 ^b	4,8 ± 0,2 ^a	2,3 ± 0,1 ^a
Vache 4	Matin	5,73 ± 0,32 ^b	4,9 ± 0,1 ^b	4,2 ± 0,3 ^a	5,02 ± 0,2 ^b	1,6 ± 0,15 ^b
	Soir	6,03 ± 0,34 ^c	5,2 ± 0,2 ^c	4,7 ± 0,6 ^b	5,3 ± 0,2 ^c	1,13 ± 0,05 ^b

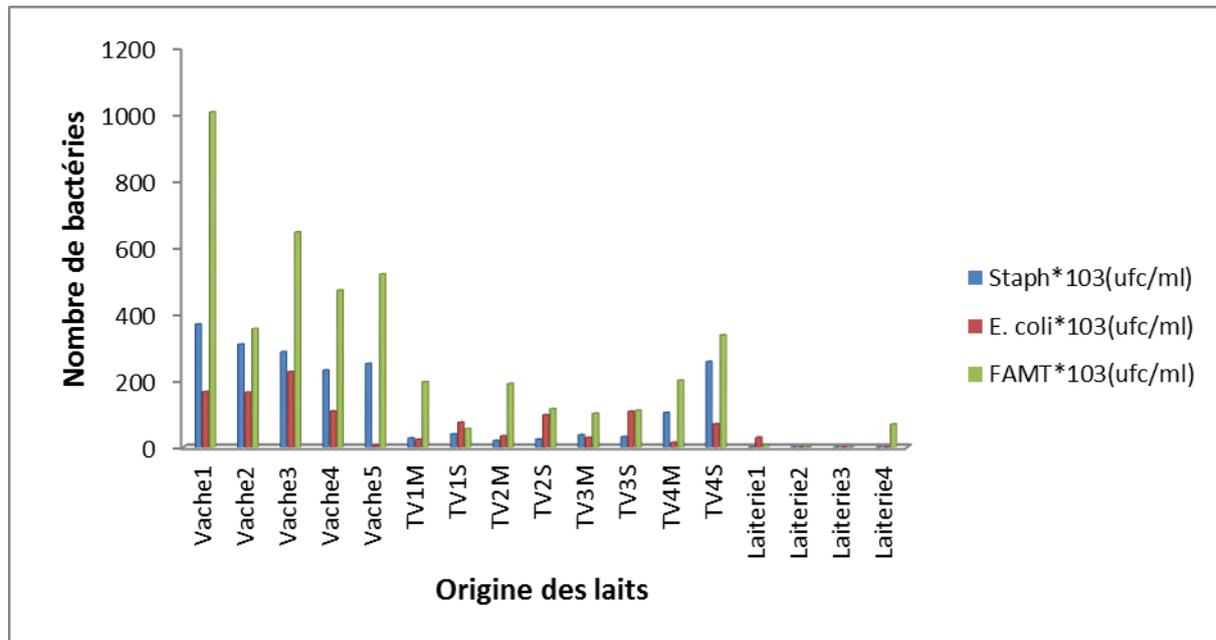
Tableau 3 : Composition physico-chimique et bactériologique des laits pasteurisés des laiteries

MG : matières grasses, MP : matières protéiques, MS : matière sèche, Log₁₀Staph : logarithme du nombre de *Staphylococcus aureus*, Log₁₀E. coli : logarithme du nombre de *Escherichia coli*, Log₁₀FAMT : logarithme du nombre de bactérie aérobie mésophile totale. Pour chaque variable, les valeurs portant les mêmes lettres a, b, c, ne sont pas différentes au seuil de P et celles portant des lettres différentes dans la même colonne sont différents au seuil de (P < 0,05)

Laiteries	MG (%)	MP (%)	Lactose (%)	MS (%)	Densité	pH	Log ₁₀ Staph(ufc/mL)	Log ₁₀ E. coli (ufc/mL)	Log ₁₀ FAMT (ufc/mL)
Laiterie1	3,94 ± 1 ^a	3,2 ± 0,15 ^a	3,83 ± 0,35 ^a	11,04 ± 1,88 ^a	1,0293 ± 0,004 ^a	6,4 ± 0,16 ^a	0	4,5 ± 0,5 ^a	3,8 ± 0,2 ^a
Laiterie2	3,97 ± 0,32 ^a	3,2 ± 0,37 ^a	3,9 ± 0,37 ^a	11,63 ± 0,98 ^b	1,0264 ± 0,002 ^a	6,58 ± 0,18 ^b	0	0	2,6 ± 0,1 ^b
Laiterie3	4,38 ± 0,23 ^b	3,69 ± 0,48 ^b	4,37 ± 0,59 ^b	13,29 ± 1,31 ^c	1,0313 ± 0,004 ^b	6,6 ± 0,17 ^b	0	0	0
Laiterie4	4,31 ± 1,11 ^b	3,54 ± 0,38 ^b	4,16 ± 0,38 ^c	12,39 ± 2,76 ^d	1,0281 ± 0,005 ^b	6,44 ± 0,15 ^a	0	0	4,8 ± 0,6 ^c

3-1-4. Comparaison des paramètres bactériologiques des laits crus et pasteurisés

La **Figure 1** montre le nombre de colonies de bactéries dénombrées en fonction de l'origine du lait. Les laits pasteurisés sont les moins chargés en colonies de bactéries. Par contre, les laits crus prélevés dans les conditions de la ferme sont les plus chargés en bactéries. Il y a une différence significative ($p < 0,05$) en termes de nombre de colonies de bactéries entre les différentes origines des laits.



Vache : lait prélevé dans les conditions de la ferme ; TV : lait prélevé dans les conditions expérimentale.

Figure 1 : Comparaison des taux de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et du taux de flore aérobie mésophile totale des laits crus et pasteurisés

4. Discussion

4-1. Importance de la qualité de la matière première

Le lait des laiteries a une charge bactérienne plus faible que le lait prélevé dans de bonnes conditions d'hygiène, tout en ayant elle aussi une charge bactérienne plus faible que le lait prélevé dans les conditions habituelles de la ferme. Ces mêmes observations ont été faites par [5, 6]. La pasteurisation a permis la destruction d'une grande partie des bactéries. Ces résultats montrent l'importance de l'observation d'une bonne hygiène d'élevage et surtout de traite. La différence de charge bactérienne est flagrante en fonction des conditions expérimentales et celles habituelles de la ferme. Logiquement une faible charge bactérienne sera toujours plus aisée à éliminer qu'une forte charge. La qualité nutritionnelle des produits laitiers dépend toujours du lait cru [7]. En effet, le beurre dépendra toujours de la MG, le yaourt du Lactose et le fromage des MP. L'analyse du lait pasteurisé des laiteries a permis de connaître la composition de ces laits mis à la disposition du consommateur.

4-2. Hygiène à la ferme

Les laits n'ont pas le même niveau de contamination en bactérie et ce taux est différent d'une vache à l'autre. En général, le taux des bactéries ne dépasse pas 10^3 bactéries par mL de lait. Ces valeurs observées ne peuvent être des seuils de modification de la composition du lait des vaches. Ainsi, on peut dire que l'état sanitaire des vaches pourrait être acceptable. Mais si *Staphylococcus aureus* arrive à produire des enterotoxines, celles-ci seront surtout importantes du point de vue de la technologie alimentaire étant donné qu'elles résistent à la chaleur (pasteurisation). Or ces toxines causent des diarrhées et des vomissements importants [8- 10]. Au niveau de toutes les vaches, le nombre de colonies de *Escherichia coli* des laits du soir est supérieur à celui du matin. La même tendance est observée pour les colonies de *Staphylococcus aureus*. Pour les vaches N°1 et N°2, les colonies de la flore mésophile aérobie totale des laits du matin sont supérieures à ceux du soir. Par contre, les vaches N°3 et N°4 ont des colonies de la flore mésophile aérobie totale des laits du matin inférieures à celles du soir. Ces résultats peuvent s'expliquer par leur taux de cellules somatiques très élevé. Ainsi, l'application rigoureuse des mesures d'hygiène y serait impérative. En effet, les Staphylocoques étant des bactéries liées à l'animal lui-même (présent sur la peau, le pis) [11], il suffirait d'observer une bonne hygiène de la vache et du trayeur.

Quand à la bactérie *Escherichia coli*, étant une bactérie environnementale, l'observation d'une bonne hygiène de l'environnement de la vache et du lait produit pourra permettre de remédier en partie au problème [12]. Sous réserve d'une analyse pour la recherche des streptocoques dans le lait, on pourrait dire que les staphylocoques sont les bactéries qui sont les plus responsables des mammites dans la zone d'étude. En effet, selon [13, 1], *Staphylococcus aureus* est devenue le pathogène mammaire prédominant présent dans 90% des troupeaux laitiers. Les taux de bactéries (*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*) ne suivent pas la même tendance que les cellules somatiques. En effet, les cellules somatiques peuvent être inférieures et avoir des taux de bactéries élevés. Aussi, les cellules somatiques peuvent être inférieures et présenter des taux de bactéries inférieures. Ainsi, il sera difficile de dire à partir de cette étude qu'il existe un lien entre le type de bactéries et le niveau de cellules somatiques. Il sera intéressant de reprendre l'étude avec des niveaux de cellules somatiques très différents car dans notre étude, les niveaux de cellules somatiques étaient trop rapprochés les uns des autres.

4-3. Analyse de la qualité des laits pasteurisés des laiteries

4-3-1. Techniques de conservation utilisée avant transformation et des laits pasteurisés

A la ferme, le lait traite des vaches était conditionné dans des bidons de 5 litres et/ou 25 litres et livré à la laiterie. Aucune mesure n'était prise afin de conserver le lait avant transformation dans des conditions idéales qui sont d'abaisser la température du lait afin d'éviter la prolifération des bactéries. Le froid (réfrigération, congélation et surgélation) et la chaleur (pasteurisation et stérilisation) sont les bases technologiques élémentaires de l'industrie laitière. Ils ont une importance exceptionnelle et interviennent dans la transformation du lait, la préparation de certains sous-produits ainsi que le contrôle de l'activité microbienne. Deux laiteries (N°1 et N°2) utilisaient la technique de pasteurisation au bain marie tandis que les deux autres (N°3 et N°4) portaient le lait à l'ébullition à même le feu. Pourtant, les laits de la laiterie N°4 qui ont été portés à ébullition présentaient un taux élevé de colonie de la flore mésophile aérobie totale. De ce fait nous pouvons en déduire qu'il y avait eu une ré-contamination du lait après la pasteurisation au cours du conditionnement qui serait un point critique à la laiterie pour l'appréciation de la qualité du lait. En effet, selon [14] une charge bactérienne élevée de lait pasteurisé est due soit à une pasteurisation insuffisante, soit à une ré-contamination après le processus.

4-3-2. Composition des laits pasteurisés et leur variabilité en fonction des laiteries

Les résultats obtenus à partir des laits pasteurisés des quatre laiteries montrent une différence significative ($P < 0,05$) sur le taux de matières protéiques et de lactose. Ces résultats sont à l'opposé de ce qui est habituellement obtenu à la suite d'analyses chimiques. D'habitude, ces deux variables sont stables. Cette observation peut être expliquée par la présence de lait mammitique dans le lait de collecte de la laiterie. En effet, en présence de mammites, la vache produit un lait avec un taux élevé de matières protéiques dû le plus souvent au taux élevé de cellules somatiques. Avec pour conséquence une perturbation de la capacité fromagère du lait (retard de coagulation, fermeté du caillé amoindrie) [3]. Le taux de MG, de Lactose, de MS était bas tandis que celui de MP était élevé [15- 17]. La présence de mammites dans les fermes peut être due aux conditions d'élevage de nos fermes. En effet, selon [18], la prévalence des mammites est conditionnée par les conditions de la traite et d'hygiène préservant l'intégrité de la mamelle. D'après [15, 16], le taux de CS élevé a une influence négative sur la composition chimique du lait d'où l'importance de la détection des mammites sub-cliniques. Cette variation peut aussi s'expliquer par l'ajout du lait en poudre et/ou de sucre dans le lait pasteurisé par les laiteries. Le taux de matières grasses (3,94-4,38%) obtenu dans les différentes laiteries est similaire à celui obtenu par [19] (3-4,4%) dans des laits pasteurisés en Mauritanie. Par contre, la densité obtenue dans notre étude est faible (1,0264-1,0313) comparativement à leurs résultats (1,030-1,033). Cette faible densité obtenue surtout au niveau de la laiterie N°2 pourrait être due à un mouillage du lait reçu à la laiterie avant la pasteurisation. En effet, d'après [20] un lait avec une densité inférieure à 1,0280 est un lait ayant subi un mouillage.

4-3-3. Qualité microbiologique et hygiène des laiteries

Les laiteries ne collectent pas des laits de même qualité d'où l'importance des tests de qualité à la réception du lait (tests à l'alcool et d'ébullition ; mesure de la densité). La pasteurisation du lait permet effectivement d'éliminer les bactéries telles que les *Staphylococcus aureus*. En effet, *Staphylococcus aureus* n'a été observé dans aucune des laits pasteurisés. La pasteurisation est efficace contre *Staphylococcus aureus* sauf en cas d'erreur de méthode ou de mauvaise hygiène [14]. Cependant, la présence de *Escherichia coli* dans le lait pasteurisé de la laiterie N°3 prouve que les règles d'hygiène n'étaient pas totalement maîtrisées et cela pourrait être dû à de mauvaises conditions de conditionnement du lait. Pour ce qui est des colonies de la flore aérobie mésophile totale, les laits pasteurisés de la laiterie N°3 ont été les seuls à en être exempts. La présence de ces bactéries est due soit à une contamination pendant le conditionnement, soit à une mauvaise pasteurisation. Cette dernière hypothèse est peu probable du fait des méthodes de pasteurisation.

En effet, même les laiteries qui utilisent les méthodes de pasteurisation standard (bain marie), chauffent le lait à des températures plus élevées que celles recommandées et pendant plus longtemps. La contamination du lait pasteurisé provient le plus souvent du matériel de conditionnement et de l'hygiène de l'opérateur. Il y a donc un besoin d'amélioration de l'hygiène au regard du taux élevé des colonies de la flore aérobie mésophile totale. Ainsi, les laiteries doivent toujours garder à l'esprit que l'hygiène est primordiale tout au long de la chaîne de transformation du lait. L'absence de *Staphylococcus aureus* dans les laits pasteurisés est un bon résultat pour le consommateur du fait de sa très grande pathogénie pour l'Homme [8-10]. En effet, les mammites sub-cliniques et/ou la mauvaise hygiène sont à l'origine de la présence des germes pathogènes dans le lait. Selon [20, 14], la présence de ces germes pathogènes dans les produits laitiers peut être à l'origine des toxi-infections chez le consommateur. La grande élévation du coefficient de variation pour les variables mesurées sur les laits pasteurisés des laiteries pourrait avoir pour explication une variabilité de l'hygiène. Les enfants sont particulièrement exposés aux infections causées par la consommation de lait cru.

En l'absence de pasteurisation, des germes pathogènes impliqués dans les infections intra-mammaires (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* et certaines souches de *Escherichia coli*) présentent un risque sanitaire pour l'homme [21, 22]. La pasteurisation permet d'éliminer les bactéries d'identification dans le lait cru mais il existe un risque de contamination au cours du conditionnement qui reste un fait critique dans l'appréciation de la qualité du produit.

5. Conclusion

Cette étude nous a permis d'avoir des résultats qui permettent d'apprécier la qualité des laits au niveau de la ferme et des unités de transformation. En effet, la charge bactérienne du lait des laiteries était nettement plus faible (10^4 ufc/mL, valeur maximale) que celle des laits prélevés dans les conditions d'hygiène habituelles de la ferme (10^6 ufc/mL, valeur maximale). En plus, les laits prélevés dans de bonnes conditions d'hygiène avait une charge bactérienne (10^5 ufc/mL, valeur maximale) inférieure à celle des laits prélevés dans les conditions d'hygiène habituelles des fermes. L'étude a révélé la présence de bactéries dans le lait pasteurisé et cela est dû à une contamination post-pasteurisation au cours du conditionnement. Nous pouvons dire que ce point de contamination au niveau des unités de transformation au Burkina Faso est un point critique dans l'appréciation de la qualité des laits pasteurisés. La présence de quelques bactéries dans ces produits finaux pourrait être une alerte pour les pouvoirs publics afin qu'ils essayent de mettre en place des contrôles dans ces entreprises de production de denrées alimentaires et renforcer les actions du Laboratoire National de Santé Publique.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements au Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricole (CORAF) pour avoir financé cette étude à travers le projet « Appui à l'amélioration durable de la productivité et de la compétitivité des filières laitières bovines en Afrique de l'Ouest et du Centre » en abrégé AMPROLAIT.

Références

- [1] - N. Benhamed, Evaluation de la qualité microbiologique et sanitaire du lait cru dans la région d'Oran, Algérie : Etude du profil moléculaire virulent des *Staphylococcus aureus* impliquées dans les mammites bovines. *Thèse unique. Université d'Oran. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Département de Biologie.* 141 pages (2014).
- [2] - H. SEEGERS, J-L. Ménard & C. Fourichon, Mammites en élevage bovin laitier : importance actuelle, épidémiologie et plans de prévention. *Renc. Rech. Ruminants*, 4 (1997) 233-242.
- [3] - S. I. A. S. POUGHEON, Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologies laitières. *Thèse de Docteur Vétérinaire à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse.* 102 pages. (2001).
- [4] - Minitab, Minitab User's guide. Data analysis and quality Tools, Release 15 for Windows, Windows, 2007. *Minitab inc. State College, Pennsylvania, USA* (2009).
- [5] - S. M. KOUAME-SINA, A. BASSA, A. DADIE, K. MAKITA, M. DJE & B. BONFOH, Analyse des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Côte d'Ivoire). *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales* Vol. 8 (2010) N°5. 08 pages.

- [6] - V. MILLOGO, K. SVENNERSTENSJAUNJA, G. A. OUÉDRAOGO & S. AGENÄS, Raw milk Hygiene at farms, processing units and local markets in Burkina Faso. *Food Control*21: (2010) 1070–1074.
- [7] - M. BASSBASI, A. HIRRI & A. OUSSAMA, Caractérisation physico-chimique du lait cru dans la région de Tadla-Kelaa au Maroc : Application de l'analyse exploratoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. ISSN 2028-9324 Vol.2 N°4 Apr.2013, pp.512-517.
- [8] - B. FAYE & G. LOISEAU, Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. *Actes de l'atelier international, CIRAD-FAO, 11-13 décembre 2000, Montpellier, France, CIRAD-FAO. Cédérom du CIRAD, Montpellier, France, 5 pages (2002).*
- [9] - H. W. BARKEMA, Y. H. SCHUKKEN & R. N. ZADOKS, Invited Review: The role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine *Staphylococcus aureus* mastitis. *J. Dairy Sci.* 89(6) (2006)1877-1895.
- [10] - E. JAKOB, H. WINKLER, W. SCHAEREN, R. AMREIN & M. GEINOZ, La qualité du lait cru, un défi permanent. *Edition AgroscopeLiebefeld-Posieux forum n°78 f.pp :*(2011) 5-17.
- [11] - L. B. DA COSTA, P. J. RAJALA-Schultz, A. HOET, K. S. SEO, K. FOGT & B. S. MOON, Genetic relatedness and virulence factors of bovine *Staphylococcus aureus* isolated from skin and milk. *Journal of Dairy Science* volume 97 (2014), issue 11, pages 6907-6916.
- [12] - S. M. KOUAMÉ-SINA, K. MAKITA, S. COSTARD, A. DADIÉ, D. GRACE, M. DJE & B. BONFOH, HAZARD identification and exposure assessment for bacterial risk assessment of informally marketed milk in Abidjan, Cote d'Ivoire. *Food and Nutrition Bulletin*, 33(4) (2012) 223-234.
- [13] - M. C. KADJA, Etude des mammites subcliniques dans les élevages bovins laitiers en Afrique de l'Ouest, cas du Sénégal et du Bénin. *Thèse de doctorat Université Cheikh Anta Diop de Dakar*. 156 pages (2010).
- [14] - H. AGGAD, F. MAHZOUZ, Y. AHMED AMMAR & M. KIHAL, Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Rev. Méd. vét.*, 169 (2009): 590-595.
- [15] - L. FORSBÄCK, H. LINDMARK-MÅNSSON, A. ANDRÉN, M. ÅKERSTEDT & K. SVENNERSTEN-SJAUNJA, Udder quarter milk composition at different levels of somatic cell count in cow composite milk. *.Animal* 3:5(2009), 710–717.
- [16] - V. MILLOGO, G.A. OUÉDRAOGO, S. AGENÄS & K. SVENNERSTEN-SJAUNJA, Day-to-day variation in yield, composition and somatic cell counts of saleable milk in hand-milked zebu dairy cattle. *African Journal of Agricultural Research*. 4 (3) (2009) 151-155.
- [17] - V. MILLOGO, M. SISSAO, A. G. SIDIBÉ, ANAGO, & G. A. OUÉDRAOGO, Effect of storage time and temperature on raw milk composition of dairy cattle in tropical conditions. *Accepted, 23 September, 2014. African Journal of Dairy Farming and Milk Production. www.internationalscholarsjournals.org.*
- [18] - Z. BOUFAIDA ASNOUNE, M. J. BUTEL & R. OUZROUT, Prévalence des principales bactéries responsables de mammites subcliniques des vaches laitières au nord-est de l'Algérie. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 2012, 65 (1-2) 5-9.
- [19] - A. OULD MOUSTAPHA, A. D. N'DIAYE & M. B. OULD KORY, Etude de la qualité du lait pasteurisé des industries laitières situées à Nouakchott (Mauritanie). *ScienceLib Editions Mersenne*. Volume 4 N°12084(2012). ISSN 2111-4706.
- [20] - B. BONFOH, A. FANE, N. A. TRAORE, Z. COULIBALY, C. F. SIMBE, O. I. ALFAROUKH, J. NICOLET, Z. FARAH & J. ZINSSTAG, Qualité microbiologique du lait et des produits laitiers vendus en saison chaude dans le District de Bamako au Mali. *Bioterre, Rev. Inter. Sci. de la vie et de la terre*, N° spécial (2002) 242-250.
- [21] - P. BROUILLET, Maîtrise de la présence d'inhibiteurs dans le lait. *Rec. Méd. Vét.*, 170 (1994) :443-455.
- [22] - G. A. PRENTICE, *Listeria monocytogenes*. The significance of pathogenic-micro-organisms in raw milk. *Proceedings IDF Seminar. Brussels, Belgium*(1994) 101-115.