

Dispositif de collecte et de conservation du lait cru en fonction des critères nutritionnels et microbiologiques au Burkina Faso et applicable à l'Afrique de l'Ouest

**Seydou TRAORE¹, Mariétou SISSAO², Geoffroy Romaric BAYILI³,
Remadji Rufine DJIKOLDINGAM¹ et Vinsoun MILLOGO^{1*}**

¹ *Université Nazi Boni, Institut du Développement Rural (IDR), Ecole Doctorale Sciences Naturelles et Agronomie, Laboratoire de Recherche et d'Enseignement en Santé et Biotechnologie Animales, 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso*

² *Université Thomas Sankara, Centre Universitaire de Tenkodogo, 12 BP 417 Ouagadougou, Laboratoire de Recherche et d'Enseignement en Santé et Biotechnologie Animales, 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso*

³ *Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT), Département Technologie Alimentaire (DTA), Laboratoire de Microbiologie Alimentaire, Bobo-Dioulasso 01- Burkina Faso*

(Reçu le 20 Octobre 2022 ; Accepté le 15 Décembre 2022)

* Correspondance, courriel : vinsoun.millogo.idr.unb@gmail.com

Résumé

L'inadéquation et l'absence d'un modèle de collecte du lait cru ne permet pas jusqu'à présent l'installation d'unités laitières durables en Afrique de l'Ouest. En effet, les besoins en laits ne sont pas couverts par les modèles actuellement utilisés d'où l'objectif du présent travail qui vise à améliorer la collecte du lait au Burkina Faso et en Afrique de l'Ouest par une modélisation. Un dispositif de collecte a été exécuté entre octobre 2021 et janvier 2022 sur 48 fermes, 06 centres de collecte et 10 collecteurs ambulants dans le bassin laitier de Bobo-Dioulasso. Le dispositif consiste à collecter du lait en fonction de la vache, de la ferme et du collecteur. Celui-ci est autonome en termes de jour de collecte avec 08 répétitions et prend en compte la distance ferme-laboratoire, le temps et les conditions de transport. Les conservations des laits ont été faites à température ambiante et au réfrigérateur (+ 4°C). Les statistiques descriptives et le test de Wilcoxon Signé ont été utilisés à l'aide du logiciel XLSAT 2016. Les analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisées au fur et à mesure. Les résultats montrent une flore totale de $6,44 \pm 0,84$, un taux de $2,96 \pm 3,02$ de *Staphylococcus aureus* et un taux en Coliformes thermo-tolérants de $5,35 \pm 0,43$, exprimés en \log_{10} UFC/ml. La proportion de matières grasses et protéiques des laits était respectivement de $3,93 \pm 0,4$ % et $3,40 \pm 0,17$ % pour une densité de $1,029 \pm 0,002$ et un pH de $6,57 \pm 0,16$. Un temps moyen de 01heure 20 min et de 18 heures ont été appliqués aux laits conservés à la température ambiante (31°C) et au réfrigérateur (+4°C). La distance moyenne de collecte était de $23,16 \pm 9,09$ Km pour un temps de $42,98 \pm 18,42$ minutes. Ces résultats constituent un préalable pour la modélisation mathématique du dispositif de collecte et de conservation des laits crus pour une application objective et mieux orientée au Burkina Faso et en Afrique de l'Ouest.

Mots-clés : *lait, dispositif, collecte, nutritionnels, microbiologiques, Burkina Faso.*

Abstract

Raw milk collection and conservation design according to nutritional and microbiological criteria in Burkina Faso and being applicable to West Africa

The lack of appropriate raw milk collection model has not yet allowed the implementation of the sustainable dairy units in West Africa and the dairy products demand is not covered by the current model. The aim of the work was to improve milk collection system in Burkina Faso and in West Africa through a modelling system. A collection model design was carried out between October 2021 and January 2022 on 48 farms, 06 collection centers and 10 itinerant collectors in the Bobo-Dioulasso dairy basin. The system consists of collecting milk according to cows, farms and collectors. It is a self-collection model per day with 08 repetitions and takes into account the farm-laboratory distance, time and transport conditions. The milk was stored at room temperature (RT) and in the refrigerator (+4°C). Data were subjected to descriptive statistics and Wilcoxon signed-rank test using XLSAT 2016 software. Chemical and bacteriological analyses were performed to support the model. The results showed in terms of CFU/mL (Log₁₀), 6.44 ± 0.84 as total bacteria count, 2.96 ± 3.02 as *Staphylococcus aureus* count and 5.35 ± 0.43 as thermo-tolerant Coliform count. The raw milk fat and protein contents were respectively $3.93 \pm 0.4 \%$ and $3.40 \pm 0.17 \%$ for a specific density of 1.029 ± 0.002 and for a pH of 6.57 ± 0.16 . An average time of 01 hours 20 min and 18 hours was applied to milks which were stored at room temperature (31°C) and in the refrigerator (+4°C). The average collection distance was 23.16 ± 9.09 Km for a time of 42.98 ± 18.42 minutes. The current results are very important prerequisites for the mathematical modelling in order to provide raw milk collection model which could be applied in Burkina Faso and in West Africa.

Keywords : *raw milk, collection, model, nutritional, bacteriological, Burkina Faso.*

1. Introduction

Le Burkina Faso dispose d'un cheptel laitier assez important, qui, bien gérer peut couvrir ses besoins de consommation en lait et produits laitiers [1 - 3]. Son cheptel bovin est estimé à plus de 9 840 000 avec un effectif moyen en lactation par an de 1 968 000 vaches. Quant au cheptel caprin, il est de 15 635 000 avec un effectif en lactation de 3 095 730 chèvres [4]. La production laitière par vache et chèvre est estimée respectivement à 110 litres/an et 60 litres/an [5]. Ainsi, environ 10 % de ce lait est collecté et transformé [6, 7]. Il a été dénombré environ 157 unités de transformation laitière (UTL) [4]. Ces unités ont une capacité moyenne entre 100 et 200 litres de lait par jour [2, 8]. Au Burkina Faso, à l'image de la plupart des pays Ouest Africains, pendant la saison pluvieuse, on constate des pertes énormes de lait cru dues aux difficultés de collecte et de conservation à cause de son caractère périssable. Pour le moment, il n'existe pas un système rentable de collecte de lait cru pour les unités de transformation laitière entrainant des pertes en lait cru pour l'ensemble des pays pendant la saison pluvieuse [9]. C'est ce qui explique en partie leurs capacités limitées de collecte et de conservation du lait cru. L'inadéquation du système de collecte du lait explique l'échec de toutes les tentatives de mise en place et de fonctionnement d'une UTL de moyenne et de grande capacité au Burkina Faso. Un travail prenant en compte l'environnement de production du lait, de sa transformation et de ses caractéristiques physico-chimiques et technologiques apparait urgent au regard de la demande de plus en plus croissante des produits laitiers locaux [10, 11]. L'amélioration du dispositif de collecte et de conservation du lait cru par le contrôle des conditions de collecte et de la composition du lait cru rendrait-il les UTL du Burkina Faso plus performantes ? L'évolution des paramètres physicochimiques et microbiologiques des laits crus collectés sont indubitablement liés au couple temps-température pendant la conservation [12]. Ainsi, des études antérieures ont pu rapporter l'effet inhibiteur des basses températures

sur la flore microbienne du lait cru [13]. En effet, des lactobacilles, des coliformes et des psychotrophes identifiés dans des laits crus collectés dans la ville de Bobo-Dioulasso présentaient des taux de variabilités faibles durant 168 heures de conservation à +4°C [13]. D'autres travaux ont également constaté une baisse progressive de la valeur nutritionnelle des laits collectés, conservés à températures ambiante et à +4°C au réfrigérateur durant 24 heures [14]. Cependant, ces travaux se sont limités aux laits des collecteurs sans prendre en compte les fermes et les capacités de production des vaches. Une récente investigation a abouti à la conclusion de la nécessité d'élaborer un dispositif de collecte pour résoudre la problématique de l'hygiène du lait cru dans l'industrie laitière au Burkina Faso [10]. L'objectif de cette étude est d'améliorer la collecte du lait cru au Burkina Faso et en Afrique de l'ouest afin de répondre à l'hypothèse suivante : la composition physico-chimique et microbiologique du lait permet de modéliser le système de collecte du lait cru au Burkina Faso et en Afrique de l'Ouest.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

L'étude a été conduite entre octobre 2021 et janvier 2022 dans le bassin laitier de Bobo-Dioulasso (Hauts-Bassins) (*Figure 1*). Les fermes traditionnelles et semi-améliorées qui ont participé à l'étude, sont situées dans la zone périurbaine de Bobo-Dioulasso à 50 km à la ronde de cette ville. Le principal critère de choix de cette zone est sa grande capacité de production laitière représentant ¼ de la production nationale soit 1 227 300 litres de lait en 2018 [4].

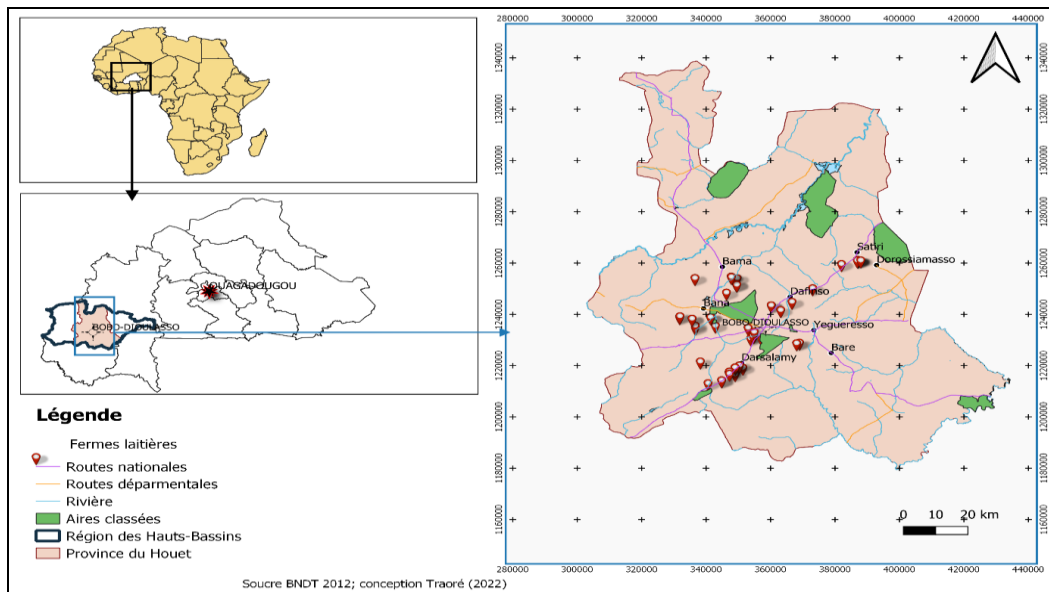


Figure 1 : Géolocalisation des fermes laitières et sites de prélèvement des échantillons

2-2. Choix des fournisseurs du lait cru (fermes, collecteurs et centres de collecte)

Les fermes, les collecteurs et les centres de collecte proviennent de la base de données de la plate-forme d'innovation du projet AMPROLAIT (amélioration durable de la productivité et de la compétitivité des filières bovines en Afrique de l'Ouest et du Centre) [13, 15]. Les critères de choix pour l'ensemble des fournisseurs, ont porté sur la distance par rapport au centre-ville de Bobo-Dioulasso (0 - 50 km) et les quatre (04) axes d'accès (est, ouest, nord et sud) à la ville. Spécifiquement, le choix des fermes a tenu compte de la race des vaches (locale, métisses et exotiques) et de la nature des fermes (traditionnelles et améliorées).

2-3. Dispositif de collecte et de conservation du lait cru

L'étude a été conduite sur 16 vaches laitières dont huit (08) vaches locales et huit (08) vaches métisses. Ces vaches appartenaient à des fermes traditionnelles et semi-améliorées (*Tableau 1*). Pour le niveau de la ferme expérimentale, il s'agit des fermes définies comme telles par une équipe du laboratoire qui s'y était rendue afin d'effectuer un échantillonnage contrôlé pendant la traite du lait. Ces fermes étaient au nombre de 16 aussi bien traditionnelles que semi-améliorées et différentes de celles d'où provenaient les vaches et celles volontaires. Quant au niveau ferme volontaire, il s'agit des fermes qui ont accepté volontairement livrées leurs laits elles-mêmes au laboratoire en fonction du dispositif d'étude. Elles étaient au nombre de 16 traditionnelles et semi-améliorées et différentes de celles d'où venaient les vaches. Pour le niveau collecteur, l'étude a pris en compte 02 types de collecteurs. Les collecteurs ambulants et les centres de collecte de lait selon les 04 axes d'entrée de la ville de Bobo-Dioulasso soit au total 16 collecteurs (10 collecteurs ambulants et 06 centres de collecte).

Tableau 1 : Récapitulatif du dispositif de collecte et de conservation de lait

N°:	Provenance (Niveaux)	Codes	Unités expérimentales	Nombre de fermes / distance (km)	
01	Niveau vache	Fermes semi-améliorées	08	08	5 - 30
		NVA		00	30 - 50
	Fermes traditionnelles	NVT	08	05	5 - 30
				03	30 - 50
02	Niveau ferme expérimentale	NFE	16	07	5 - 30
				09	30 - 50
03	Niveau ferme volontaire	NFV	16	09	5 - 30
				07	30 - 50
04	Niveau collecteur	NC	16	15	5 - 30
				01	30 - 50

NVA : niveau vache améliorée, NVT : niveau vache traditionnelle, NFE : niveau ferme expérimentale, NFV : niveau ferme volontaire, NC : niveau collecteur.

2-4. Enquête sur les potentialités de production laitière des fermes

Le questionnaire a été élaboré à l'aide du logiciel SphinxPlus².V5 et comportait 56 questions réparties dans cinq (05) grandes rubriques qui étaient : effectif du cheptel, régime alimentaire des vaches, traite du lait et quantité, reproduction et santé animale. L'enquête s'est déroulée en 02 phases. Une pré-enquête auprès de deux (02) éleveurs afin de vérifier la portée des questions et la durée de l'enquête. L'enquête en elle-même a consisté à un entretien semi-structuré avec l'éleveur ou son représentant. Elle se faisait le même jour que le test de mammites.

2-5. Test de prévalence des mammites

Ce test a été réalisé à l'aide du détecteur électronique de mammite subclinique modèle 4x4 Q MAST DRAMINSKI selon la méthode utilisée par une étude précédente [16].

2-6. Organisation de la collecte, de la conservation et de l'échantillonnage des laits

L'échantillonnage a été organisé en huit (08) jours de prélèvement (collecte) avec un intervalle de collecte d'une semaine. Pour chaque jour de collecte deux (02) échantillons de lait étaient prélevés par niveaux.

L'échantillon à chaque niveau correspondait à un volume d'un litre de lait. Puis à chaque niveau, des aliquotes de 200 mL étaient prélevés pour les premières analyses physicochimiques dont le pH, matières grasses (MG), matières protéiques (MP) et la densité et microbiologiques (flore mésophile totale (FMAT), *Staphylococcus aureus*, coliformes thermotolérants et les psychotrophes). Les laits reçus au laboratoire étaient regroupés à la température ambiante (préciser la plage) au fur et à mesure afin de constituer le lait de mélange. Le temps limite d'arrivée du dernier lait était fixé à maximum 04 heures après l'arrivée du premier lait. Après le mélange des laits, d'autres aliquotes de 200 mL étaient immédiatement prélevés pour les analyses physico-chimiques (pH, MS, MG, MP et la densité) et microbiologiques (FMAT, *Staphylococcus aureus*, coliformes thermotolérants et les psychotrophes). Le reste du mélange était gardé au réfrigérateur pendant plus de 16 heures entre +4 à 6°C avant de subir encore les mêmes types d'analyses. Cette séquence de travail correspondait aux laits des matins.

2-7. Analyses physico-chimiques

Les analyses ont été réalisées au sein du Laboratoire de Recherche et d'Enseignement en Santé et Biotechnologie Animales (LARESBA) de l'Université Nazi Boni. Les échantillons destinés à la composition physico-chimique ont été analysés dès l'arrivée des laits. Le pH (370 pH Meter Jenway, Union Européenne) et la densité (lactodensimètre) ont été mesurés. La méthode infrarouge spectroscopie (Dairy Milk Analyser, DMA, 2001, Miris AB, Suède) a permis de déterminer les taux de MG, MP et de MS. Les températures du laboratoire et du réfrigérateur ont été mesurées à l'aide d'un thermomètre analogique à sonde (Digital Indoor / Outdoor Thermometer 64 T9234 OE-04).

2-8. Analyses microbiologiques

Les analyses ont été réalisées au sein du laboratoire du Département de Technologie Alimentaire de l'Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologie de l'Ouest (IRSAT/DAT-DRO). Les analyses ont porté sur la détermination de la FMAT, de *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), des coliformes thermotolérants (CT) et des psychotrophes. La numération de la FMAT s'est effectuée sur la gélose Plate Count Agar (PCA) après incubation à 30°C pendant 72 ± 3 heures [17]. *S. aureus* a été dénombré sur la gélose Baird Parker (BP) supplémenté de jaune d'œuf au Tellurite de potassium après incubation à +37°C pendant 24 ± 3 heures [18]. Quant au comptage des CT, il a été effectué sur la gélose Lactosée au Cristal Violet et au Rouge Neutre (VRBL) à l'issue d'une incubation de 44°C pendant 24 ± 3 heures [19]. Enfin, les psychotrophes ont été recherchés selon la méthode [20] sur la gélose PCA après une incubation de +6,5°C pendant 10 jours ± 3 heures.

2-9. Analyses statistiques

2-9-1. Analyses statistiques des données d'enquêtes

Le dépouillement et l'enregistrement des données ont été réalisés sur le logiciel Sphinx Plus2 V.5.0. 2011. Le logiciel SPSS V21 a été utilisé pour réaliser les statistiques descriptives.

2-9-2. Analyses statistiques des données de la collecte et de conservation

La transformation logarithmique en base 10 (Log_{10}) des résultats de dénombrement de la FMAT, de *S. aureus*, des coliformes thermotolérants et des psychotrophes, a été effectuée avant de procéder aux analyses statistiques à l'aide du logiciel XLSTAT 2016.02.27444. Les statistiques descriptives ont été appliquées sur toutes les données. Les données ne suivant pas la Loi Normale Centrée Réduite ont donc été

soumises au test non paramétrique à échantillon appariés de Wilcoxon Signé afin de comparer les moyennes et les différences ont été considérées comme significatives au seuil de probabilité $P < 0,05$. Enfin, les graphiques ont été générés avec le logiciel OpenOffice 4.1.12. 2016.

3. Résultats

3-1. Potentialité laitière des fermes péri-urbaines de la ville de Bobo-Dioulasso

Dans les élevages enquêtés, il ressort (**Tableau 2**) que les vaches de races locales sont majoritairement exploitées (75 %) par rapport aux métisses (25 %). Les effectifs étaient supérieurs à 11 têtes dans 93,8 % des fermes. Le système d'élevage extensif (79,2 %) est le plus pratiqué dont les aliments de base sont le fourrage (37,82 %) et les tourteaux (31,10 %) additionnés de concentrés. 95,5 % des fermes ont accès au forage pour l'abreuvement des animaux à la mi-journée. La mise-bas est naturelle dans la quasi-totalité des fermes (88,46 %) avec un nombre de gestation supérieure à sept (07) par an. Les mammites et la fièvre aphteuse sont les pathologies prédominantes dans les élevages dont les traitements par les éleveurs eux-mêmes sont traditionnels (95,5 %) par rapport à l'utilisation des produits de la médecine vétérinaire (4,2 %). En revanche, la prévention est assurée par les campagnes de vaccination nationale dans toutes les fermes.

Tableau 2 : Quelques aspects du mode d'élevage des fermes laitières péri-urbaines

Aspects	Rubriques et proportions (100%) n = 48								
	Effectif du cheptel			Mode d'élevage			Races bovines exploitées		
Types d'élevages	Petit (0-5)	Moyen (6 - 10)	Grand (> 11)	Extensif	Semi-amélioré	Amélioré	Races locales	Métisses	
	2,1 %	4,2 %	93,8 %	79,2 %	20,8 %	00 %	75 %	25 %	
Types d'aliments	Pâturage fourrage		Tourteaux	Son	Drèche	Graine de coton et sel		Foin	
	37,82 %		31,10 %	10,08 %	5,04 %	3,36 %		12,60 %	
Types d'aliments	Abrèvement			Source d'eau					
	Matin	Midi	Soir	Courante		Forage		Puits	
Reproduction	Mode de reproduction			Nombre de gestation annuelle					
	Naturelle	IA sur chaleurs naturelles		< 4	4 à 7	8 à 11	12 à 15	16 à 19	20 et plus
	88,46 %	11,54 %		22,9 %	37,5 %	22,9 %	8,3 %	00 %	8,3 %
Santé des animaux	Maladies rencontrées		Traitement des mammites		Plan de prophylaxie		Pédiluve		
	Fièvre aphteuse	Mammites	Traditionnel	Vétérinaire	Vaccins	Déparasitant		Existence	
	100 %	100 %	95,5 %	4,2 %	100 %	00 %		2,1 %	

Les résultats des caractéristiques laitières (**Tableau 3**) montrent que la traite du lait s'effectue manuellement dans toutes les fermes visitées. La fréquence de la traite était d'une fois dans la journée dans 91,7 % des fermes. La traite était réalisée à l'aide de matériel élémentaire (calebasse, sceau, tamis, etc.) dont le lavage se faisait avant et après chaque traite. Le lavage des mains est pratiqué avant la traite dans toutes les fermes mais seule 58,33 % des fermes disposent de tenues de traite. 68,75 % nettoyaient les pis avant la traite par contre aucune ferme ne vérifiait le premier jet. La quantité de lait produit par une vache locale se situe entre 1 à 2,5 litres/jour contre 8 à 11 litres/jour pour une vache métisse. Ainsi, la capacité de production d'une ferme traditionnelle était comprise entre 5 et environ 9 litres de lait par jour. Quant à une

ferme semi-améliorée, sa production journalière est dans l'intervalle de 22 à 29 litres par jour. Cependant, les quantités minimales étaient obtenues pendant la saison sèche et les maximales en saison pluvieuse. Ainsi, 49,47 % des fermes livraient leur lait aux laiteries pour une quantité moyenne de $9,13 \pm 8,39$ litres. Le lait produit était également auto consommée dans 44,21 % des fermes ($3,61 \pm 2,87$ litres). Une faible quantité ($0,67 \pm 0,22$) de la production était vendue directement après la traite dans 6,32 % des fermes.

Tableau 3 : Caractéristiques laitières des fermes péri-urbaines

Caractéristiques	Rubriques et proportions (100%) n = 48							
	Type de traite		Fréquence de la traite			Matériel de traite		
Fréquence et hygiène de la traite	Manuel	Mécanique	Une fois	Deux fois	Calebasse	Sceau	Tamis	Corde
	100 %	00 %	91,7 %	8,3 %	18 %	36 %	6 %	30 %
	Méthode et fréquence de nettoyage du matériel					Hygiène du personnel		
	Eau fraîche	Eau chaude	Eau et désinfectant	Chaque traite	Nettoyage du pis	Vérification du premier jet	Tenue de traite	Lavage des mains
	62,5 %	37,5 %	00 %	100 %	68,75 %	00 %	58,33 %	100 %
Production laitière	Quantité de lait/vache/saison (litre)			Quantité de lait/ferme/jour/saison (litre)				
	Vaches	Locale	Métisse	Fermes	Traditionnelle	Semi-améliorée		
	Pluvieuse	$2,38 \pm 1,15$	$10,88 \pm 4,61$	Pluvieuse	$8,82 \pm 3,97$	$29,38 \pm 10,84$		
	Sèche	$1,48 \pm 1,06$	$8,75 \pm 5,9$	Sèche	$5,18 \pm 2,65$	$22,63 \pm 8,75$		
	Destination du lait et quantité (litre)							
	Destination	Laiterie	Auto consommation	Vente directe	Transformation sur place			
Proportion	49,47 %	44,21 %	6,32 %	00 %				
Quantité	$9,13 \pm 8,39$	$3,61 \pm 2,87$	$0,67 \pm 0,22$	00 ± 00				

3-2. Prévalence des mammites dans les fermes

On observe une forte prévalence de mammites subcliniques dans les fermes traditionnelles (24 %) par rapport aux fermes semi-améliorées (7,7 %). Cependant, au sein de ces fermes les trayons avant gauche (TAVG) seraient les plus infectés (**Tableau 4**).

Tableaux 4 : Taux de prévalence (%) des mammites par trayon et dans les fermes

Types de fermes	TAVD	TAVG	TARD	TARG	Total fermes
Traditionnelles (%)	00	20	00	8	24
Semi-améliorées (%)	00	7,7	00	00	7,7

TAVD : trayon avant droit, TAVG : trayon avant gauche, TARD : trayon arrière droit, TARG : trayon arrière gauche.

3-3. Valeurs bactériologiques des laits crus collectés en fonction des dispositifs fermes-UTL

Le **Tableau 5** nous montre des taux significativement faibles de FMAT, *S. aureus* et coliformes thermotolérants ($P > 0,05$) dans les laits collectés par échantillonnage contrôlé (NFE) et selon la race des vaches (NVA et NVT). Les laits des centres de collecte de lait présentent les taux les plus élevées (NCC) par rapport à ceux de l'échantillonnage contrôlé. Par ailleurs, la valeur bactériologique des laits de mélange (LMTA) n'a pas évolué durant la conservation à $+4^{\circ}\text{C}$ (LMTA4°C). Cependant, on note une absence des germes psychotrophes dans l'ensemble des échantillons analysés.

Tableau 5 : Valeur bactériologique des laits crus : collectés par niveau, conservés à la température ambiante et à +4°C en Logarithme en base 10

Origine des laits	FMAT log ₁₀ UFC/ml	<i>S. aureus</i> log ₁₀ UFC/ml	CT log ₁₀ UFC/ml	Psy log ₁₀ UFC/ml
NVA	5,52 ± 2,59 ^{ac}	1,2 ± 2,08 ^a	3,32 ± 1,96 ^a	0,00 ± 0,00 ^a
NVT	6,58 ± 1,96 ^{bc}	1,2 ± 2,08 ^a	2,33 ± 2,39 ^{ba}	0,00 ± 0,00 ^a
NFE	5,5 ± 2,01 ^c	1,87 ± 2,43 ^{ca}	3,13 ± 2,15 ^{cb}	0,00 ± 0,00 ^a
NFV	6,47 ± 0,93 ^{cd}	2,11 ± 2,41 ^{dac}	4,36 ± 2,19 ^{dc}	0,00 ± 0,00 ^a
NCC	7,67 ± 1,4 ^e	4,19 ± 3,19 ^{ed}	5,46 ± 1,49 ^d	0,00 ± 0,00 ^a
NCA	6,6 ± 0,8 ^{bd}	2,37 ± 2,41 ^{acd}	4,40 ± 2,32 ^{acd}	0,00 ± 0,00 ^a
LMTA	6,44 ± 0,84 ^{bcd}	2,96 ± 3,02 ^{cd}	5,35 ± 0,43 ^d	0,00 ± 0,00 ^a
LMTACA	6,81 ± 0,81 ^{bd}	3,21 ± 2,5 ^{cd}	5,89 ± 0,54 ^e	0,00 ± 0,00 ^a
LMTA4°C	6,23 ± 0,59 ^{abcd}	2,76 ± 2,78 ^{cd}	5,82 ± 0,5 ^e	0,00 ± 0,00 ^a
LMTCA4°C	6,95 ± 0,67 ^{bd}	2,97 ± 2,59 ^{cd}	6,09 ± 0,45 ^e	0,00 ± 0,00 ^a

Les valeurs ayant la même lettre en exposant ne sont pas statistiquement différentes au seuil de $P > 0,05$ selon le Test de Wilcoxon signé. FMAT : flore aérobie mésophile totale, *S. aureus* : *Staphylococcus aureus*, CT : Coliformes thermotolérants, psy : psychotrophes, NVA : niveau vache améliorée, NVT : niveau vache traditionnelle, NFE : niveau ferme expérimentale, NFV : niveau ferme volontaire, Niveau centre de collecte, NCA : niveau collecteur ambulant, LMTA : lait de mélange à température ambiante, LMTACA : lait de mélange à température ambiante et collecteur ambulant, LMTA4°C : lait de mélange à température ambiante conservé à +4°C, LMTACA4°C : lait de mélange à température ambiante et collecteur ambulant conservé à +4°C.

3-4. Valeur nutritionnelle des laits crus collectés en fonction des dispositifs fermes-UTL

On observe que le pH des laits n'a pas montré une variation significative ($P > 0,05$) (Tableau 6). Les plus faibles taux de MG, MP et de la densité ont été constatés dans les laits des collecteurs ambulants (NCA, LMTACA et LMTCA4C).

Tableau 6 : Composition physico-chimique moyenne des laits crus : collectés par niveau, conservés à la température ambiante et à +4°C.

Origine des laits	pH	MG (%)	MP (%)	Densité
NVA	6,63 ± 0,16 ^a	3,52 ± 1,33 ^a	3,51 ± 0,26 ^a	1,028 ± 0,001 ^a
NVT	6,52 ± 0,19 ^b	3,67 ± 0,68 ^{ba}	3,3 ± 0,65 ^a	1,029 ± 0,002 ^{ba}
NFE	6,59 ± 0,14 ^{cab}	4,16 ± 0,76 ^{cb}	3,47 ± 0,46 ^{ba}	1,031 ± 0,001 ^c
NFV	6,58 ± 0,19 ^{dabc}	4,17 ± 0,61 ^c	3,42 ± 0,38 ^{ab}	1,028 ± 0,002 ^b
NCC	6,52 ± 0,06 ^{ebcd}	3,63 ± 0,33 ^d	3,42 ± 0,52 ^c	1,029 ± 0,002 ^b
NCA	6,77 ± 0,25 ^f	1,79 ± 1,29 ^e	1,6 ± 1,45 ^d	1,018 ± 0,007 ^d
LMTA	6,57 ± 0,16 ^{bcdde}	3,93 ± 0,42 ^{abc}	3,40 ± 0,17 ^{ab}	1,029 ± 0,002 ^{eb}
LMTACA	6,65 ± 0,17 ^{acdfg}	2,71 ± 1,13 ^{ad}	2,48 ± 0,62 ^c	1,020 ± 0,006 ^d
LMT4°C	6,42 ± 0,36 ^h	3,99 ± 0,56 ^c	3,6 ± 0,31 ^b	1,030 ± 0,002 ^{ce}
LMTCA4°C	6,37 ± 0,58 ^{bh}	3,73 ± 2,39 ^{abcd}	2,95 ± 1,55 ^c	1,023 ± 0,005 ^f

Les valeurs ayant la même lettre en exposant ne sont pas statistiquement différentes au seuil de $P > 0,05$ selon le Test de Wilcoxon signé. MG : matières de grasses, MP : matières protéines.

3-5. Distances, temps de transport, températures et durée de conservation des laits crus enregistrés pendant la collecte en fonction des dispositifs fermes-UTL

Le **Tableau 7** nous montre les valeurs moyennes par jour de prélèvement. Le jour 1, 2, 8 et 6 ont respectivement les valeurs faibles pour la distance ($17,89 \pm 3,32$), le temps de transport ($30,75 \pm 10,63$), la TA ($30,29 \pm 0,16$), la durée à la TA ($52,63 \pm 20,31$).

Tableau 7 : Distance, durée de transport, températures et temps de conservation des laits crus par jour de prélèvement

Jours de collecte	Distance (km)	Temps de transport (min)	TA (°C)	Durée à la TA (min)	TSF (°C)	Durée de conservation +4°C (h)
1	$17,89 \pm 3,32^a$	$33,50 \pm 8,50^a$	$32,28 \pm 0,10^a$	$54,38 \pm 22,56^a$	8,1	18,14
2	$20,30 \pm 7,63^a$	$30,75 \pm 10,63^a$	$31,64 \pm 0,06^b$	155 ± 61^b	13,3	16,11
3	$26,44 \pm 11,31^a$	$52,63 \pm 27,13^a$	$32,24 \pm 0,07^a$	$107,75 \pm 17,75^{cb}$	10,7	19,02
4	$26,33 \pm 10,43^a$	$58,38 \pm 23,38^a$	$33,55 \pm 0,05^c$	$55,38 \pm 23,13^a$	5,9	17,46
5	$19,99 \pm 6,27^a$	$41,75 \pm 20,94^a$	$32,43 \pm 0,47^{da}$	$42,38 \pm 17,78^{da}$	4,5	19,34
6	$28,20 \pm 10,30^a$	$44,38 \pm 17,03^a$	$30,17 \pm 0,04^e$	$52,63 \pm 20,31^{ea}$	3,3	17,34
7	$25,30 \pm 13,13^a$	$43,75 \pm 21,88^a$	$31,11 \pm 0,05^f$	$78,88 \pm 27,84^{fb}$	4	16,36
8	$20,85 \pm 10,36^a$	$38,75 \pm 17,88^a$	$30,29 \pm 0,16^e$	$59 \pm 17,25^e$	6	17,38
Valeur moyenne	$23,16 \pm 9,09$	$42,98 \pm 18,42$	$31,71 \pm 0,12$	$70,67 \pm 25,95$	$6,98 \pm 2,79$	$18,04 \pm 0,89$

Les valeurs ayant la même lettre en exposant ne sont pas statistiquement différentes au seuil de $P > 0,05$ selon le Test de Wilcoxon signé. TA : température ambiante, TEF : température d'entrée dans le frigo, TSF : température de sortie du frigo.

3-6. Effet de la température et de la durée de conservation sur les valeurs bactériologiques et nutritionnelles des laits crus collectés en fonction des dispositifs fermes-UTL

3-6-1. Effet de la température et de la durée de conservations sur la bactériologique des LMTA4°C

La **Figure 2** présente des faibles taux de FMAT ($5 \log_{10}$ UFC/mL) et des coliformes thermotolérants ($5 \text{ à } 6 \log_{10}$ UFC/mL) du lait cru sont obtenues à une température de conservation située entre +4 et +5°C. Quant aux *S. aureus* les valeurs faibles taux ($0 \text{ à } 5,5 \log_{10}$ UFC/mL) sont observées à des températures comprises entre +3,5 à +6,5°C. Par ailleurs, on remarque sur la **Figure 3** que plus le temps de conservation, est long, plus les taux de FMAT, de *S. aureus* et des coliformes thermotolérants sont élevés. En revanche, des taux faibles ($4,5 \text{ à } 6 \log_{10}$ UFC/mL) sont observés après 16h30 min de conservation.

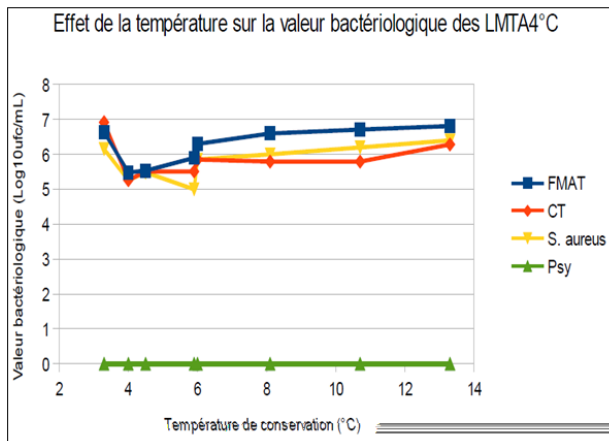


Figure 2 : Effet de la température de conservation sur la valeur bactériologique des LMTA4°C

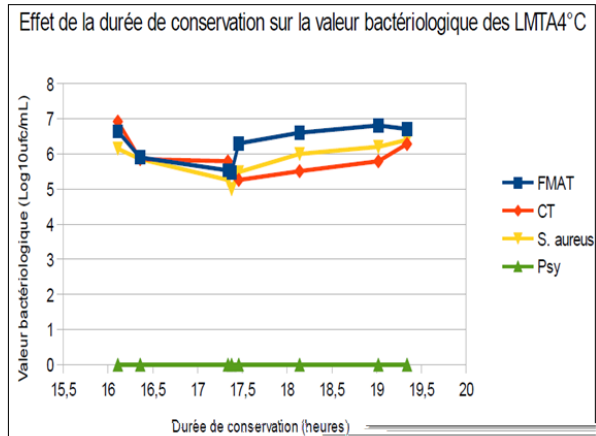


Figure 3 : Effet de la durée de conservation sur la valeur bactériologique des LMTA4°C

3-6-2. Effet de la température et de la durée de conservations sur la valeur nutritionnelle des LMTA4°C

Le pH des laits cru est constante à la température de conservation de +4°C durant 16 à 17h30 min de conservation (**Figure 4**) avant de connaître des variations (+5°C et 17h30 min) Cependant, la figure 3 montre des pourcentages de MG et de MP du lait cru élevés (4,7%) après une conservation à +4°C. Ces mêmes pourcentages sont obtenus durant 16h et demi de conservation (**Figure 5**). La densité du lait (1,02) n'a pas significativement évolué.

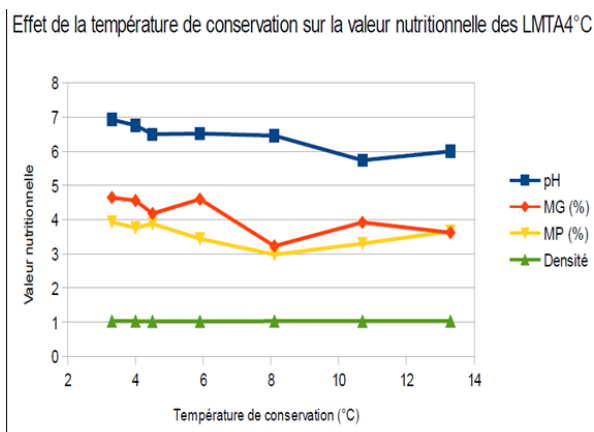


Figure 4 : Effet de la température de conservation sur la valeur nutritionnelle des LMTA4°C

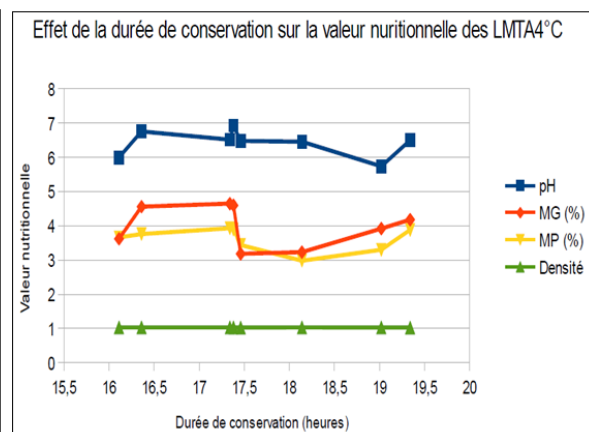


Figure 5 : Effet de la durée de conservation sur la valeur nutritionnelle des LMTA4°C

4. Discussion

4-1. Potentialité laitière de la zone péri-urbaine de Bobo-Dioulasso

La production laitière bovine dans la zone péri-urbaine de Bobo-Dioulasso se caractérise par les systèmes d'élevage extensif et semi-amélioré. Les résultats de l'enquête (**Tableau 2**) ont montré une prédominance (79,2 %) du système extensif. Cette valeur est proche de 87 % rapportée par des études antérieures dans

la même zone [21]. L'effectif des troupeaux a été estimé à plus de 11 têtes dans la majorité des élevages (**Tableau 2**). Cet effectif se situe dans l'intervalle de la taille moyenne des troupeaux (15 à 157 têtes) en Afrique Sub-saharienne [22]. Le présent travail a révélé un cheptel important de bovins de race locale (75 %). Des valeurs similaires ont révélées par des études antérieures dans la même localité [21, 23, 24]. Selon ces auteurs, ces races seraient essentiellement composées de Zébu Peul Soudanais. La reproduction des animaux s'effectue par monte naturelle dans 88,46 % des fermes au détriment de l'insémination artificielle (11,54 %) plus pratiquée dans les exploitations semi-améliorées (**Tableau 2**). Cela pourrait s'expliquer non seulement par le faible taux de réussite de l'insémination artificielle (21 à 50 %) mais également par les difficultés liées à la survie des produits (alimentation, santé, milieux inadéquats) [21]. Sur le plan sanitaire, les éleveurs seraient confrontés à des maladies comme la fièvre aphteuse et les mammites susceptibles d'impacter les performances de reproduction ainsi que la production laitière (**Tableau 2**). Ainsi, les éleveurs font recours à des moyens traditionnels afin de minimiser ces pertes. Néanmoins, les traitements préventifs contre d'autres maladies sont appliqués dans les exploitations grâce aux programmes de vaccination nationale annuelle. Il ressort de ces travaux (**Tableau 3**) que la traite est manuelle dans la totalité des fermes après le lavage des mains du trayeur dont plus de la moitié disposait de tenue de traite. Le personnel étant l'une des principales sources de contamination du lait et de vecteur de nombreuses infections [27]. A cela, s'ajoute le nettoyage des pis et la vérification du premier jet qui sont les préliminaires pour garantir la qualité sanitaire du lait et sa conservation [21, 27]. Cependant, seulement 68 % des trayeurs nettoient les pis et le premier jet n'était vérifié dans aucune des fermes enquêtées. Le nettoyage du matériel utilisé était systématiquement effectué avant et après la traite dans les exploitations. Toutefois, la nature et l'état rudimentaires (calebasse, sceau, bidons en plastiques, etc.) du matériel pourraient constituer un milieu favorable à la prolifération des bactéries.

Ces insuffisances ont été également relayées au Sénégal [21] et en Côte d'Ivoire [28]. En effet, les mauvaises pratiques de traite peuvent influencer la production laitière. La quantité moyenne de lait produit par les races locales était comprise entre 1 à 2,5 litres par jour (**Tableau 3**). Des travaux antérieurs avaient rapporté le faible rendement laitier de ses races locales [29]. Par contre, une vache métisse produisait en moyenne environ 5 à 9 litres de lait par jour (**Tableau 3**). En 2018, une moyenne de 5 à 20 litres a été rapportée au Burkina Faso et au Sénégal pour les métisses [21]. L'évaluation de la quantité de lait par vache, a permis d'estimer une moyenne 5 à 9 litres de lait produit dans une ferme traditionnelle par jour et 22 à 29 litres/jour dans une ferme semi-améliorée. La production laitière est principalement dépendante de la race de l'animal ainsi que d'autres facteurs contribuant tous à une forte production laitière [30]. Par ailleurs, l'enquête a démontré une forte production de lait durant la saison pluvieuse par rapport à la saison sèche (**Tableau 3**). Cela peut être dû à un taux élevé de mises bas des vaches durant le début de la saison des pluies. Cette période est caractérisée également par une forte disponibilité de fourrage naturel garantissant l'allaitement des veaux pendant les premiers mois [24]. Les mammites sont des inflammations bactériennes de la glande mammaire des vaches [31]. Nos travaux ont permis de détecter un taux de prévalence de mammites subcliniques de 24 % dans les exploitations traditionnelles contre 7,7 % dans les exploitations modernes (**Tableau 4**). Des travaux antérieurs avaient révélé un taux inférieur de 12 % dans les fermes traditionnelles et l'absence de mammites au sein des fermes améliorés [16]. Ce qui démontre d'une meilleure conduite des élevages dans les fermes améliorés. Les mammites subcliniques et cliniques peuvent ainsi réduire à 40 % la production laitière d'une ferme mais également rehausser le taux de mortalité des vaches [31].

4-2. Dispositif et évaluation économique du système de collecte et de conservation de lait cru

L'approvisionnement permanent des UTL en lait de vache est assuré par les éleveurs réunis en coopératives. De telles initiatives locales ont été soutenues par la construction des centres de collecte de lait (CCL) dans le cadre d'un projet gouvernemental [32]. L'enquête a permis de dénombrer six (06) CCL fonctionnels dans la zone péri-urbaine de Bobo-Dioulasso en collaboration avec les UTL installées dans le centre-ville. L'organisation de la collecte dans la présente étude a permis de révéler les différents paramètres de collecte (distance, temps, vitesse) dans un rayon de 50 km. Ainsi, le **Tableau 7** montre une distance moyenne de 23,16 km à parcourir en 43 minutes environ à une vitesse de 32.31 km/h pour ramener le lait dans une laiterie située au centre-ville. En d'autres termes, pour une ferme qui termine la traite à 06h00 min, le lait de celle-ci devrait arriver au plus tard à 07h00 dans la laiterie. Cela serait différent s'agissant des CCL dû à la longue durée d'attente de regroupement des laits des fermes affiliées. En revanche, quand la laiterie décide d'aller chercher le lait dans une ferme, elle parcourra deux (02) fois cette distance (23,16 km) soit un peu plus de 47 km pour une durée 1h26 min. La pratique voudrait que l'agent de la laiterie se rende dans plusieurs fermes afin de reconstituer la quantité requise de l'unité. Cette méthode n'est réalisable que lorsque la collecte s'effectuera dans une seule des localités décrites selon le dispositif de collecte dans le **Tableau 1**. A cet effet, le nombre minimal de fermes à parcourir est fixé à huit (08) avec un temps de passage de 05 minutes dans chaque ferme soit 40 minutes pour l'ensemble. Ainsi, le collecteur de la laiterie mettra environ 2 heures de temps en aller-retour. En estimant à 15 litres la quantité de lait produit par une ferme par jour (**Tableau 3**), la laiterie pourrait donc collecter en moyenne 120 litres. En 2022, un atelier d'échange organisé par l'interprofession de la filière lait du Burkina Faso section hauts-Bassins a permis d'harmoniser les prix du lait et des produits laitiers. Les conclusions de ces travaux fixèrent à 400 FCFA le litre du lait cru de vache en saison humide contre 500 FCFA le litre en saison sèche. Cependant, lorsque la laiterie doit se déplacer à la ferme les prix ont été décidés comme suit : 350 FCFA en saison humide et 400 FCFA en saison sèche. En application, en saison pluvieuse, les 120 litres coûteront à la laiterie 42 000 FCFA contre 48 000 FCFA lorsqu'elle se fait livrer par une ferme ou un CCL. En évaluant les coûts de déplacement à 2000 FCFA, le coût total de la collecte serait de 44 000 FCFA tout en supposant que le travail de collecte soit l'une des prérogatives d'un ouvrier de l'entreprise. La laiterie aurait donc économisé dans l'achat de la matière première la somme de 4 000 FCFA/jour (48 000FCFA - 44 000 FCFA), 120 000 FCFA le mois soit 1 440 000 FCFA l'année. En saison sèche, la rentabilité journalière serait de 10 000FCFA (120 litres X (500 FCFA - 400FCFA) - 2000 FCFA) et 300 000FCFA/mois soit un gain annuel de 3 600 00 FCFA. Par ailleurs, cela permettra à l'unité d'économiser en temps car des études ont révélé que l'heure d'arrivée moyenne du lait dans une unité de transformation de la ville de Bobo-Dioulasso était de 10h30 minutes [10]. L'unité pourra également contrôler les bonnes pratiques de collecte et de transport afin de garantir la qualité du lait.

4-3. Valeurs bactériologiques et nutritionnelles des laits crus collectés

Il ressort des résultats bactériologiques (**Tableau 5**) que le lait des centres de collecte a un taux de FMAT plus élevé de 6×10^7 UFC/ml ($P > 0,05$). Ce résultat est supérieur au taux acceptable de la norme (3×10^5 UFC/ml) ISO 4833-1 (2013) [7] et au taux de certains travaux antérieurs qui ont trouvé des taux compris entre 10^5 et 10^7 UFC/mL [10, 11, 33-35]. Quand les laits proviennent de différentes origines les taux de *S. aureus* et de CT sont élevés respectivement de 2×10^4 UFC/mL et 3×10^5 UFC/mL. Des taux inférieurs ont été découverts à Bamako [35]. L'explication plausible à ces résultats est la diversité des méthodes de traite utilisées par les différentes fermes, telles que les conditions d'hygiène du trayeur, l'usage des récipients de traite et les conditions de transports inadaptés. En revanche, l'étude a démontré (**Tableau 5**) que lorsque ces conditions de traite et de collecte sont respectées, les taux de FMAT (3×10^5 UFC/mL), *S. aureus* (7×10^1 UFC/mL) et CT (1×10^3 UFC/mL) diminuent significativement ($P < 0,05$). Par ailleurs, les

analyses bactériologiques (**Tableau 5**) des laits de mélange à la température ambiante (LMTA) moyenne de 31,71°C (**Tableau 7**) donnent des taux de 3×10^6 UFC/mL pour la FMAT. Des taux moyens de FMAT (10^6 UFC/mL) similaires ont été rapportées par à des températures ambiantes comprises entre 26°C et 39°C [12, 36]. Ces valeurs sont dues à la croissance maximale de la flore mésophile à des températures moyennes de 25 à 30°C. Quant aux CT, un taux de 2×10^5 UFC/mL a été dénombré à la même température. Ces valeurs sont insatisfaisantes par rapport aux normes internationales qui préconisent une valeur $< 10^2$ UFC/mL pour les Staphylocoques et 10^3 UFC/mL pour les CT [37, 38]. Les résultats d'analyses physico-chimiques (**Tableau 6**) ont montré une variation non significative ($P > 0,05$) du pH (6,37 à 6,77) des laits de la ferme jusqu'au réfrigérateur. Ces résultats se rapprochent à ceux trouvés (6,4 à 6,67) en 2018 et 2021 pour des laits de la même localité [10, 15]. De tels pH conduits à une faible acidification des laits qui serait la résultante d'une bonne méthode de collecte. Les valeurs (**Tableau 6**) de la densité des laits analysés sont comprises entre 1,020 à 1,031. Des valeurs antérieures comprises dans cet intervalle ont été trouvées au Maroc (1,029) et en Tunisie (1,029) [12]. L'étude a révélé une variation significative des taux de MG ($1,79 \pm 1,29$ à $4,17 \pm 0,61$ %) et de MP ($1,6 \pm 1,45$ à $3,47 \pm 0,46$ %). Le taux de MG présente un écart non significatif avec celles de l'association française de normalisation (AFNOR) [39] qui recommande 2,8 à 3,2 % de MG. Quant aux MP, elles oscillent dans l'intervalle des valeurs (3 à 3,9 %) détectées par des études antérieures au Burkina Faso [40]. La variabilité de ces résultats nutritionnels peut être attribuée à la race de l'animal, le climat, l'alimentation, le stade de lactation, le rang de mise et la conduite de la traite [41]. Aussi, les valeurs du pH, de la MG, de la MP et de la densité sont significativement faibles ($P < 0,05$) dans les laits des collecteurs ambulants (**Tableau 6**). Toutefois, la majorité des laits collectés (NVA, NVT, NFE et NCC) présentent des valeurs répondant aux standards du lait cru au Burkina Faso.

4-4. Effets de la température de conservation et de la durée de conservation sur la valeur nutritionnelle et bactériologiques des laits collectés

La **Figure 2** présente de faibles valeurs bactériologiques à des températures comprises entre 3,5 et 5°C. Ainsi, les résultats d'analyses après conservation du lait de mélange (LMTA4°C) donnent un taux de $5 \log_{10}$ UFC/mL de FMAT, $5,5 \log_{10}$ UFC/mL pour les CT et avec une variation de 0 à $5,5 \log_{10}$ UFC/mL pour *S. aureus*. Par ailleurs (**Figure 3**), on constate que ces taux sont sous l'influence du temps de conservation. En effet, les taux augmentent en fonction du temps de conservation. Toutefois, les faibles valeurs sont recensées après une durée de 16h30min. Des taux de FMAT $6 \log_{10}$ UFC/mL supérieurs à des températures de conservation situées entre 0 à 5°C pendant 24h. D'autres travaux antérieurs avaient trouvé dans les mêmes conditions de conservation des taux inférieurs de CT comprise entre 3 à $4 \log_{10}$ UFC/mL [12, 13]. On peut conclure que l'effet du froid est non significatif sur les taux de FMAT et de coliformes thermotolérants dans cette étude. Comparativement aux travaux des auteurs précités, cela peut être due à la courte durée (16h30min) de conservation des laits. L'étude révèle, également que lorsqu'un lait est contaminé par *S. aureus* pendant la traite ou le transport la conservation au froid n'a aucun effet sur ces bactéries (**Figure 2 et 3**). Ces travaux ont montré une absence totale des bactéries du genre psychotrophe dans les laits collectés. Par contre, de tels germes ont été identifiés des laits crus de la même localité [2, 5]. Etant donné que ces bactéries se développent à des basses températures, soit les laits n'avaient pas été contaminés, soit la température d'incubation n'est pas appropriée. Ces basses températures peuvent également modifier la valeur nutritionnelle du lait cru. Les taux de MG et de MP ont connu une faible diminution suivi d'une légère augmentation d'environ 4 % entre +3,5 à +6°C (**Figure 4**). Cet effet a été constaté lorsque la durée de conservation est dans l'intervalle de 16h30min à 17h30min (**Figure 5**). De telles variations ont été révélées dans des études antérieures à l'issue de 24 heures de conservation à +4°C [13, 14]. En effet, à la température ambiante, ces auteurs avaient des taux de 3,67 % de MG et 3,23 % de MP qui diminuent respectivement à 3,23 % et 2,8 % après conservation. En référence à ces auteurs précédents, les laits

collectés dans le cadre de cette étude seraient de bonne qualité nutritive car les temps de conservation à la température ambiante et au froid n'excèdent respectivement 24 heures et 120 heures, temps optimal permettant à une unité de transformation en respectant les 5M d'aboutir à des produits laitiers de très bonne qualité hygiénique et nutritionnelle [10].

5. Conclusion

L'étude a permis de distinguer deux grands systèmes d'élevage bovin laitier (traditionnel et amélioré) composés essentiellement des vaches de races Zébu peul qui produisent moins de lait contrairement aux races métisses ayant des capacités de production laitière plus élevées. L'expérimentation du dispositif de collecte et de conservation de laits crus dans la présente étude permet d'obtenir des laits de bonne qualité nutritionnelle et bactériologique. Cependant, l'étude a démontré une composition nutritionnelle des laits des collecteurs ambulants non-conforme aux critères en vigueur déconseillé de ce fait pour la transformation. Une mise en place de ce dispositif de collecte dans les UTL permettrait d'optimiser leur production (capacité de collecte et qualité des produits laitiers). Ces résultats constituent un préalable pour la modélisation mathématique du dispositif de collecte et de conservation de laits crus pour une application objective et mieux orientée au Burkina Faso et en Afrique de l'Ouest.

Références

- [1] - M. SIDIBÉ, H. BOLY, T. LAKOUE TENE, P. LEROY and R. H. BOSMA, Characteristics of péri-urban dairy herds of Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Tropical Animal Health and Production*, 36 (2004) 95 - 100
- [2] - F. G. VIAS, Etat des filières laitières dans les 15 pays de la CEDEAO, de la Mauritanie et du Tchad Annexe 2 : Fiche Burkina Faso, (2019) 44 p.
- [3] - BERD, Programme de développement de la filière lait au Burkina Faso. Etude de faisabilité. Rapport définitif, MRA, Ouagadougou, juin 2010, (2010) 82 p.
- [4] - MINISTERE DES RESSOURCES ANIMALES ET HALIEUTIQUES. Direction générale des études et des statistiques sectorielles. Annuaire des statistiques de l'élevage 2018, (2019) 140 p.
- [5] - C. CORNIAUX, Etude relative à la formulation du programme d'actions détaillé de développement de la filière lait en zone UEMOA. Annexe 2 : Rapport Burkina Faso, (2013) 28 p.
- [6] - S. HAMADOU et Y. SANON, Synthèse bibliographique sur les filières laitières au Burkina Faso. Série Document de travail, Repol, (2005) 50 p.
- [7] - Plate-Forme d'Action à la Sécurisation des Ménages Pastoraux (PASMEP), Lait local : plaidoyer pour sauver une filière menacée au Burkina Faso (Document de plaidoyer des acteurs de la filière lait du Burkina Faso). Ouagadougou, Burkina Faso, (2016) 16 p.
- [8] - JP. ROUMBA, Revue des filières bétail/viande & lait et des politiques qui les influencent au Burkina Faso. FAO and ECOWAS, (2016) 73 p.
- [9] - D. DIA, C. BROUTIN, G. DUTEUTRE, Les systèmes de collecte du lait en Afrique de l'Ouest : échec ou espoir ? Grain de sel, N° 46 - 47 (2009)
- [10] - S. TRAORE, G. R. BAYILI, M. SISSAO, M. KERE, S. SONDE/POUSGA, G. A. OUEDRAOGO et V. MILLOGO, Caractérisation et application des 5M dans les unités de transformation laitières (UTL) et leurs effets sur la qualité hygiénique des produits laitiers locaux au Burkina Faso. Résumé N°-377 à la page 95 du Symposium International sur la science et la technologie (SIST 2021), du 15 au 19 novembre 2021, Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso, (2021) 252 p.

- [11] - C. S. COMPAORÉ, F. W. TAPSOBA, C. PARKOUDA, R. KOMPAORÉ, R. G. BAYILI, B. DIAWARA, A. SAVADOGO, L. JESPERSEN and H. SAWADOGO-LINGANI, Biochemical and Microbiological Characteristics of Raw Milk and Curdled Milk Originated from the Central Region of Burkina Faso. *American Journal of Food and Nutrition*, 9 (1) (2021) 7 - 15. DOI : 10.12691/ajfn-9-1-2
- [12] - N. M'HAMDI, R. BARAOUI, C. DAREJ, A. MAHJOUB, L. HASSAYOUNE, H. M'HAMBI and L. LANOUAR, The effect of storage Temperature and Duration on the Composition and Bacteriological Quality of Raw Milk. *Research review : Journal of Agriculture and Allied Sciences (RRJAAS)*, 7 (1) (2018) 77 - 82
- [13] - K. C. DIDNANG, V. MILLOGO, M. KÉRE, M. SISSAO and A. G. OUÉDRAOGO, Effect of storage time and temperature on nutritional and bacteriological quality of collected raw milk in Burkina Faso. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 29 (1) (2017) 23 - 30
- [14] - V. MILLOGO, M. SISSAO, A. G. SIDIBÉ ANOGO and G. A. OUÉDRAOGO, Effect of storage and temperature on raw milk composition of dairy cattle in tropical conditions. *African Journal of Dairy Farming and Milk Production*, 2 (1) (2014) 104 - 108
- [15] - V. MILLOGO, M. SISSAO et G. A. OUEDRAOGO, Qualité nutritionnelle et bactériologique des échantillons de quelques produits laitiers locaux de la chaîne de production au Burkina Faso, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12 (1) (2018) 244 - 252. DOI : 10.4314/ijbcs.v12i1.19
- [16] - V. MILLOGO, M. KÉRE, M. SISSAO, D. SANOU and G. A. OUÉDRAOGO, Cattle Teats' Milk Quality and Prevalence of Mastitis by Electronic Mastitis Detector in Burkina Faso. *J Dairy Vet Anim Res.*, 7 (1) (2018) 00182. DOI : 10.15406/jdvar.2018.07.00182
- [17] - ISO 4833-1, Microbiologie des aliments. Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes. Technique de comptage des colonies à 30°C, (2013) 9 p.
- [18] - ISO 6888—2, Microbiologie des aliments. Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces). Partie 2 : technique utilisant le milieu gélosé au plasma de lapin et au fibrinogène, (1999) 12 p.
- [19] - NF V 08-060, Microbiologie des aliments. Dénombrement des Coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44 °C, (2009) 6 p.
- [20] - ISO 17410, Microbiologie de la chaîne alimentaire. Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes psychotrophes, (2019) 10 p.
- [21] - M. SISSAO, "Amélioration de la production laitière de la vache Zébu Peulh des élevages laitiers traditionnels par la multiplication de la fréquence de la traite au Burkina Faso et au Sénégal". Thèse unique Université Nazi Boni, Burkina Faso, (2018) 199 p.
- [22] - M.J. OTTE and P. CHILONDA, Cattle and small ruminant production system in sub-Saharan Africa : a systematic review. Livestock Information Sector Analysis and Policy Branch, FAO Agriculture Department, Rome, Italy, (2002) 98 p.
- [23] - N. ZAMPALEGRE, I. SAVADOGO et M. SANGARE, Analyses des paramètres démographiques et zootechniques du cheptel bovin des élevages péri-urbains laitiers de la ville de Bobo-Dioulasso à l'Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13 (1) (2019) 441 - 451
- [24] - O. SIB, V. M. C. BOUGOUMA YAMEOGO, M. BLANCHARD, E. GONZALEZ and E. VALL, Dairy production in Western Burkina Faso in a context of emergence of dairies: Diversity of breeding practices and proposals for improvement. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, (3) (2017) 81 - 91. DOI : 10.19182/remvt.31521
- [25] - S. FERRARI, Comparaison de compétitivité prix et hors-prix entre l'élevage semi intensif et intensif de la filière locale dans la région de Dakar (Sénégal). Mémoire de Master, Université Libre de Bruxelles, Belgique, (2013) 93 p.

- [26] - S. DASSOU, I. WADE et C. E. AGBANGBA, Typologie et rentabilité des systèmes de production laitière à Linguère au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11 (5) (2017) 2163 - 2176
- [27] - M. HAMIROUNE, A. BERBER et S. BOUBEKEUR, Evaluation of the bacteriological quality of raw cow's milk at various stages of the milk production chain on farms in Algeria. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 35 (3) (2016) 937 - 946
- [28] - S. M. KOUAME-SINA, A. BASSA, A. DADIE, K. MAKITA, M. DJE et B. BONFOH, Analyse des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Côte d'Ivoire). *RASPA*, 8 (5) (2010) 35 - 42
- [29] - M. SISSAO, V. MILLOGO et G. A. OUEDRAOGO, Effet de la fréquence de traite sur la production laitière de la vache Zébu Peulh. *Int. J. Chem. Science*, 10 (6) (2016) 2555 - 2567
- [30] - B. SEPCHAT, P. D'HOUR et J. AGABRIEL, Production laitière des vaches allaitantes : Caractérisation et étude des principaux facteurs de variation. *Renc. Rech. Ruminants*, 22 (2015) 329 - 332
- [31] - R. VIKOU et A. B. GBANGBOCHE, Les mammites infectieuses, Obstacles à L'amélioration de la Santé Animale et à la Production de Lait et du Fromage, *European Scientific Journal*, 15 (6) (2019) 343 - 363. DOI: 10.19044/esj.2019.v15n6p343
- [32] - D. SIRI, Etude diagnostique des centres de collecte du lait (CCL) et des unités de transformation laitière (UTL) dans la zone d'intervention du Praps-Bf. Rapport final. Projet Régional d'Appui au Pastoralisme au Sahel - Burkina-Faso (Praps-Bf), (2018) 77 p.
- [33] - M. HAMIROUNE, A. BERBER et S. BOUBEKEUR, Qualité bactériologique du lait cru de vaches locales et améliorées vendu dans les régions de Jijel et de Blida (Algérie) et impact sur la santé publique. *Ann. Méd. Vét.*, 158 (2) (2014) 137 - 144
- [34] - K. SEME, W. PITALA et G. E. OSSEYI, Qualité nutritionnelle et hygiénique de laits crus de vaches allaitantes dans la région maritime au Sud - Togo. *Europen Scientific Journal*, 11 (36) (2015) 353 - 376
- [35] - A. COULIBALY, F. SAMAKE, M. ADAMOU et Y. SANOGO, Qualité du lait cru local produit à Bamako. Symposium malien sur les sciences appliquées (MSAS). 11e Conférence, (2020) 207 - 212
- [36] - H. LABIOUI, L. ELMOUALDI, A. BENZAKOUR, M. EL YACHIOUI, E. H. BERNY et M. OUHSSINE, Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148 (2009) 7 - 16
- [37] - ISO 6888-1 Première édition 1999-02-15. Microbiologie des aliments. Méthode de dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces), (1999) 16 p.
- [38] - NF V 08-060, Microbiologie des aliments. Dénombrement des Coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44°C, (2009)
- [39] - AFNOR, Détermination de la matière grasse du lait. Méthode gravimétrique (méthode de référence). NF EN ISO 1211, (2001) 21 p.
- [40] - V. MILLOGO, S. K. SVENNERSTEN, G. A. OUÉDRAOGO and S. AGENÄS, Raw milk hygiene at farms, processing units and local markets in Burkina Faso. *Food Control*, (2010) DOI : 10.1016/j.foodcont.2009.12.029
- [41] - L. M. MANSOUR, Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait : effet de l'alimentation. Thèse de doctorat, Université de Ferhat Abbas, Algérie, (2015) 190 p.