

QUALITÉ NUTRITIONNELLE ET HYGIÉNIQUE DE LAITS CRUS DE VACHES ALLAITANTES DANS LA RÉGION MARITIME AU SUD-TOGO

K. Seme

Ecole Supérieure d'Agronomie, Université de Lomé ESA/UL,
Lomé-Togo

Institut de Conseil et d'Appui Technique ICAT, Lomé-Togo

W. Pitala

Ecole Supérieure d'Agronomie, Université de Lomé ESA/UL,
Lomé-Togo

Faculté des Sciences, Université de Lomé FDS/UL, Lomé-Togo

G. E. Osseyi

Ecole Supérieure des Techniques et Biologies Alimentaires,
Université de Lomé ESTBA/UL, Lomé-Togo

Abstract

Raw milk is highly nutritious product for human. Knowledge of its quality is essential for consumer protection and taking some relevant measures to improve dairy cattle livestock breeding. This study focused on nutritional and hygienic assessment of raw milk from 12 farms in the Maritime region in southern Togo. In total, 30 and 60 samples of raw milk were subjected to physicochemical and microbiological analyses respectively. Results of these analyses revealed these milks to be of sufficient nutritional quality with 31.64 ± 3.65 g / l of fat, 33.38 ± 0.56 g / l of protein, 45.93 ± 3.34 g / l of lactose and 0.95 as value of Ca/P. Hygienically, they contained on average $5.90 \cdot 10^5$ ufc / ml of total mesophilic aerobic flora with 40% of sample contamination to a level $> 3 \cdot 10^5$ ufc / ml. Total and faecal coliform respective loads of $2.75 \cdot 10^3$ ufc / ml and $4.36 \cdot 10^2$ ufc / ml were present in 46.67% and 83.33% of samples; the faecal streptococci on average load of $2.78 \cdot 10^2$ ufc / ml were present in 33.33% of samples. The samples contents of *Staphylococcus aureus* ($\leq 10^2$ ufc / ml) showed that these germs were not present. But the milking practice and the delay in refrigeration of these milks had very significant ($p < 0.01$) impact on the quantitative variation of the germs sought.

Keywords: Raw milk, hygienic and nutritional quality, suckling cows, Southern Togo

Résumé

Le lait cru est un produit hautement nutritif pour l'homme. La connaissance de sa qualité est donc essentielle pour la protection du consommateur et la prise des mesures zootechniques judicieuses pour améliorer l'élevage des bovins laitiers. La présente étude porte sur l'appréciation nutritionnelle et hygiénique des laits crus de 12 fermes de la région Maritime au Sud-Togo. Au total, 30 et 60 échantillons de laits crus ont fait respectivement objet d'analyses physicochimique et microbiologique. Il ressort de cette analyse que ces laits sont de qualité nutritionnelle suffisante avec $31,64 \pm 3,65$ g/l de matière grasse, $33,38 \pm 0,56$ g/l de protéine, $45,93 \pm 3,34$ g/l de lactose et 0,95 comme rapport Ca/P. Sur le plan hygiénique, ils renferment en moyenne $5,90 \cdot 10^5$ ufc/ml de flore aérobie mésophile totale avec 40% de contamination des échantillons à une teneur $> 3 \cdot 10^5$ ufc/ml. Les coliformes totaux et fécaux de charge respective $2,75 \cdot 10^3$ ufc/ml et $4,36 \cdot 10^2$ ufc/ml sont présents dans 46,67% et 83,33% des prélèvements; les streptocoques fécaux de charge moyenne $2,78 \cdot 10^2$ ufc/ml sont présents dans 33,33% des échantillons. La teneur des staphylocoques aureus ($\leq 10^2$ ufc/ml) des échantillons montre que ces germes ne sont pas présents. Mais la pratique de la traite et le retard dans la réfrigération de ces laits se sont révélés très significatifs ($p < 0,01$) à la variation quantitative des germes recherchés.

Mots clés: Laits crus, qualité hygiénique et nutritionnelle, vaches allaitantes, Sud-Togo

INTRODUCTION

Au Togo, la collecte et la distribution des laits crus sont essentiellement informelles. Le lait produit dans les fermes, est pour la plupart acheminé directement vers les marchés par les femmes des éleveurs (Adanlehoussi *et al.*, 2003). C'est un produit hautement nutritif pour l'alimentation humaine (Labioui *et al.*, 2009). Mais les conditions d'élevage en particulier l'alimentation, l'hygiène de la traite et la manutention des laits crus influencent leur qualité nutritionnelle et microbiologique (Ashnafi, 1996; Godefay et Molla, 2000; AFNOR, 2001).

Une étude réalisée par Adanlehoussi *et al.* en 2003 a montré que la population togolaise oriente depuis quelques décennies son alimentation vers un régime de plus en plus riche en protéines animales assuré essentiellement par le lait, les produits laitiers et la viande. Selon les statistiques disponibles,

la consommation du lait local et ses dérivés au Togo couvre 15 à 26% du total et est en pleine hausse depuis 1995 (FAO, 2012).

De plus, l'attention portée à la qualité sanitaire des produits laitiers prend de plus en plus d'importance dans les pays du Sud, à l'instar des pays du Nord (Tourette *et al.*, 2002). De ce fait, la production du lait doit être systématiquement et rigoureusement contrôlée en raison des risques éventuels que ce produit peut présenter pour la santé humaine.

Enfin, Les premières analyses sur la valeur nutritionnelle des laits crus et de leurs dérivés effectuées en A.O.F. remontent déjà à de nombreuses années. Pluchon et Ginet (1932), au Togo, ne purent alors établir une moyenne pour les teneurs en matière grasse et en caséine étant donné la dispersion des résultats obtenus. Dufour (1937), au Sénégal, signalait la teneur importante en matière grasse et en potassium des laits de mélange qu'il examinait, et leur déficit en phosphore, en chlore, en sodium et en magnésium. Les laits prélevés en saison des pluies se montraient plus riches en beurre, en lactose et en caséine que ceux recueillis en saison sèche. Auparavant, Curasson (1933), au Soudan français, avait mentionné, sans fournir de précisions supplémentaires et sans doute en raison du faible nombre d'échantillons analysés, des variations de la composition du lait en fonction du stade de lactation. Depuis ces travaux, il ne semble pas que des études systématiques aient été poursuivies afin de fixer la composition chimique du lait et par conséquent sa valeur alimentaire tant pour le veau que pour l'homme. Quand au niveau de contamination des laits crus tropicaux, il existe très peu de données.

C'est dans cette optique que l'objectif de cette étude est d'apprécier la valeur nutritive et de rechercher la microflore naturelle et les microorganismes témoins de contaminations extra-mammaires éventuelles de laits crus de vaches de la région Maritime au Sud -Togo.

I. MATÉRIEL ET METHODES

1.1. Milieu d'étude

La présente étude est réalisée de novembre 2014 à juin 2015 dans la région Maritime au Sud-Togo. Elle est menée dans les élevages bovins laitiers des préfectures Avé, Golfe, Vo et Zio. Il s'agit des fermes bovines produisant au moins 30 litres de lait par jour dont la vente constitue l'une des principales sources de revenu surtout pour les femmes Peulhs. Les vaches sont majoritairement nourries au pâturage avec des compléments en pierre à lécher et la drêche de bière par moment.

La région Maritime, zone d'étude, jouit d'un climat subéquatorial à deux saisons de pluies dont la durée est très variable allant de mars à mi-juillet pour la principale saison des pluies et de mi-septembre en novembre pour la petite saison des pluies. Les précipitations varient de 800 mm à 1600

mm de pluies par an avec une température moyenne oscillant entre 20° et 35°C (FAO, 2013).

1.2. Matériel animal

Les laits crus collectés proviennent de trois groupes de vaches allaitantes:

- les races taurines (Somba, Lagunaire, N'dama, etc.) ne possédant pas de bosse en position thoracique et généralement de petits formats;
- les zébus sahéliens à cornes courtes ou moyennes (zébu peulh white fulani, zébu M'bororo, Goudali, etc.) ayant une grande bosse en position thoracique et généralement de grands formats;
- le métissage des races taurines et zébus sahéliens (groupe intermédiaire entre les deux précédents) caractérisé par la présence ou non d'une petite bosse en position thoracique et sont généralement de format moyen.

Faute d'informations fiables, le numéro de lactation et le nombre de jours post partum ne sont pas pris en compte dans cette étude.

1.3. Typologie des pratiques de traite

Des données qualitatives sur les pratiques de traite ont été simultanément collectées lors du prélèvement des échantillons de lait. Ces données ont concerné la propreté des mamelles, le lieu et le récipient de traite, le lavage des mains avant la traite et le filtrage du lait. La typologie de ces pratiques s'est basée sur celle de Tourette *et al.* (2002) lors d'une étude sur l'impact des pratiques de traite des éleveurs sur la qualité sanitaire du lait de chamelle en Mauritanie. Dans cette typologie, on distingue trois types: type I « propre »; type II « correcte » et type III « sale » (Tableau I).

Tableau I: Typologie des pratiques de traite

Critères d'appréciation	Type I	Type 2	Type 3
Propreté des mamelles	Insuffisante		Correcte
Propreté du lieu de traite		Insuffisante	Correcte
Propreté du récipient de traite	Propre à très propre	Correcte	Insuffisante
Propreté de la tenue du trayeur		Correcte	Insuffisante
Lavage des mains avant la traite	Oui	non	non
Emploi de trayeurs		non	
Filtrage du lait	Oui		
Traite	Propre	Correcte	Sale

Source: Tourette *et al.* (2002)

L'évaluation subjective de ces pratiques sans grille de notation et le manque d'informations sur l'analyse microbiologique de l'eau utilisée au cours de la traite sont les limites de cette typologie.

1.4. Facteurs potentiels de variation quantitative de la flore microbienne étudiés

Cinq (05) facteurs à des variables différentes ont été considérés:

- le temps séparant la traite et la réfrigération des laits crus à 4°C: réfrigération juste après la traite (30 échantillons T0) et réfrigération après 3 heures (30 échantillons T3H);
- les groupes de vaches étudiées: taurines (G1) (18 échantillons), zébus sahéliens (G2) (22 échantillons) et les différents types de métissage des races taurines et zébus sahéliens (G3) (20 échantillons);
- les élevages d'étude constitués de 12 fermes;
- les préfectures d'étude : Avé (8 échantillons dans une ferme), Golfe (4 échantillons dans une ferme), Vo (14 échantillons dans 5 fermes) et Zio (34 échantillons dans 5 fermes);
- les pratiques de traite: type I (traite propre), type II (traite correcte) et type III (traite sale).

1.5. Echantillonnage et collecte de laits crus

Les laits crus ont été collectés dans 12 élevages de bovins laitiers de la région Maritime au Sud-Togo. Ces élevages ont été choisis suivant les critères d'acceptabilité et de disponibilité des éleveurs à cette collecte ainsi qu'à l'accessibilité facile des parcs par les techniciens de laboratoire. Pour des raisons de faible productivité laitière des vaches de la zone d'étude et de la quantité de lait nécessaire pour les analyses, le lait cru collecté chez une ou deux vaches de même groupe dans une ferme a été considéré comme homogène et a constitué un échantillon pour les analyses physico-chimiques; alors qu'il est reparti en deux échantillons T0 et T3H pour les analyses microbiologiques. Ainsi au total, 30 et 60 échantillons de laits crus ont été collectés chez les vaches pour respectivement les analyses physico-chimiques et microbiologiques. Les échantillons de lait sont mis dans des flacons en verre stérilisés d'une contenance de 1,5 litre et 0,5 litre pour respectivement les analyses physico-chimiques et microbiologiques. Une fois la collecte terminée, les flacons hermétiquement fermés sont acheminés, en glacière pour les échantillons qui doivent être immédiatement réfrigérés, aux laboratoires microbiologique de l'Institut National d'Hygiène (I.N.H) et physico-chimique de l'Ecole Supérieure des Techniques et Biologies Alimentaires (E.S.T.B.A) de l'Université de Lomé dans au plus deux heures de temps après la traite.

1.6. Analyses physicochimique et microbiologique

1.6.1. Analyse physicochimique

La température du lait est mesurée à l'aide d'un thermomètre digital HANNA juste après la traite. Les pH du lait juste après la traite et dès

l'arrivée des échantillons au laboratoire sont mesurés respectivement à l'aide d'un pH-mètre digital HANNA et un pH-mètre JENWAY model 3345, Ion Meter. L'humidité est déterminée par séchage à l'étuve à 105°C pendant 24h. L'acidité titrable est déterminée par la méthode Dornic à l'aide d'une solution de soude à N/9 (0,111 mol/l) et de phénolphtaléine en solution alcoolique à 2% employée comme indicateur (Anonyme 1, 2015). La densité est mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre. Elle est ramenée à 20°C par la formule suivante :

densité corrigée = densité lue + 0,2 (température du lait - 20°C).

La teneur en matière sèche (Extrait sec) est déterminée par l'introduction de 10 ml dans un rotavapor (40°C) à 280 tours/min pendant une heure. Puis séchage à l'étuve 103°C pendant 30 min. Après dessiccation, les capsules refroidies sont pesées et la différence entre les deux poids est multipliée par 100.

La teneur en matière grasse est déterminée par la méthode RÖSE-GOTTLIEB, qui consiste à extraire la matière grasse à deux reprises successives par l'éther éthylique et l'éther de pétrole en milieu ammoniacal et en présence d'alcool.

Le dosage de l'azote pour la détermination de la teneur en protéine est fait par la méthode de Kjeldahl consistant en une minéralisation d'une prise d'essai avec de l'acide sulfurique concentré (0,5 à 1N) et un catalyseur (constituer de sulfate de potassium : 100 g, Sulfate de cuivre (II) anhydre : 3 g et de l'Oxyde de titane : 3 g) pendant 4 heures pour transformer l'azote organique en sulfate d'ammonium. La neutralisation de l'acide sulfurique est faite par un excès de soude 40%. Une distillation de l'ammoniaque libérée dans la solution d'acide borique en excès (dilution de 20 g d'acide borique dans 1000 ml d'eau distillée), le titrage avec de l'acide sulfurique pour déterminer l'ammoniaque liée par l'acide borique et le calcul de la teneur en azote de l'échantillon à partir de la quantité d'ammoniaque produite. Enfin, la teneur en protéine est déterminée par la formule suivante (AFNOR, 1994):

Teneur en protéine = teneur en azote x 6,38 (facteur de conversion spécifique au lait et dérivés).

La teneur en lactose est déterminée par la méthode de Bertrand. Après défécation de 20 ml de lait par le ferrocyanure de zinc, le lactose est dosé dans un filtrat par la méthode du Bertrand: le lactose réduit une solution cupro-alkaline en Cu^{+2} qui précipite, lequel est réoxydé par une solution de sulfate ferrique avec formation de sulfate ferreux qui est titré par le permanganate.

Le calcium par manganimétrie après minéralisation nitroperchlorique et précipitation de l'oxalate; le phosphore par photolorimétrie du bleu de molybdène obtenu en milieu sulfiteux et en présence d'hydroquinone après minéralisation nitroperchlorique.

1.6.2. Analyse microbiologique

Pour chaque prélèvement, 10 ml d'échantillon à analyser ont été ajoutés dans un Erlenmeyer à 90 ml d'eau physiologique stérile. On obtient ainsi une dilution mère de 10^{-1} à partir de laquelle on réalise des dilutions décimales jusqu'à 10^{-7} .

La flore aérobie mésophile totale (FAMT), bon indicateur de contamination globale, est dénombrée sur gélose PCA (Plate count agar) incubée 24 h à 30°C. Les coliformes sont recherchés sur gélose lactosée et citratée au désoxycolate (DCL) incubée 24 heures à 30°C pour les coliformes totaux (CT) et à 44°C pour les coliformes fécaux (CF). Les streptocoques fécaux (STREPT) sont dénombrés sur l'azide de sodium après incubation 48 heures à 37°C. Les staphylocoques (STAPH) sont dénombrés sur la gélose de Baird Parker additionnée au jaune d'œuf et au tellurite de potassium et incubée 48 heures à 37°C. Les levures (LEV) et les moisissures (MOIS) sont dénombrées sur le milieu Sabouraud glucosé à 4% et incubé 5 jours à 25°C. Les bactéries lactiques (BL) sont dénombrées sur la gélose de milieu MRS (Man Rogosa Sharpe, Difco, Detroit, États-Unis) et incubées 48 heures à 37°C.

Les méthodes utilisées ont été celles décrites par Guiraud expérimentées par Tourette *et al.* (2002) en Mauritanie.

1.7. Analyses statistiques

Elles ont concerné les analyses descriptives par le calcul des moyennes, des écarts types, des maxima et des minima des paramètres physico-chimiques et germes de laits crus étudiés ainsi que le rapport Ca/P. Ensuite, le pourcentage des échantillons contaminés par rapport aux normes a été établi. Enfin, l'effet des facteurs étudiés sur ces germes a été apprécié à 1% et 5% à l'aide de Kruskal, un test statistique non paramétrique par Wallis. Le logiciel informatique utilisé est le SPSS 20.

II. RESULTATS

2.1. Valeurs physicochimique et nutritionnelle des laits crus

La température moyenne du lait cru mesurée immédiatement après la traite est de $33,96 \pm 1,25$ °C. Les pH à la ferme et au laboratoire sont respectivement de $6,90 \pm 0,11$ et $6,54 \pm 0,54$. La valeur de l'acidité titrable est de $20,58 \pm 2,54$ °D. La densité mesurée à 20°C est $1,036 \pm 0,0$. L'extrait sec est compris entre 98,49 et 184,4 g/l avec une moyenne de $133,07 \pm 31,12$ g/l. La valeur moyenne de l'humidité est de $88,67 \pm 1,63$ %. La teneur moyenne en matière grasse est de $31,64 \pm 3,65$ g/l ou $3,05 \pm 0,35$ %. La concentration en lactose est de $45,93 \pm 3,34$ g/l ou $4,43 \pm 0,32$ %. La teneur moyenne en protéine est de $33,26 \pm 0,56$ g/l ou $3,21 \pm 0,05$ %. Les teneurs en Ca et P sont respectivement de $1,28 \pm 0,19$ g/l et de $1,34 \pm 0,11$ g/l avec 0,95 comme rapport

Ca/P. Aucune différence significative ($p>0,05$) n'est observée au niveau des moyennes des paramètres physico-chimiques des vaches étudiées (Tableau II).

Tableau II: Résultats de l'analyse physicochimique

	Temp éra ture	pH		Densit é	Humi dité	Acidi té	Extrait sec	Lacto se	Protéi ne	Matièr es grasses	Tene ur en Ca	Tene ur en P
	(°C)	A la traite	labo		%	°D	%	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l
Moyenne	33,96	6,90	6,54	1,036	86,25	20,58	133,07	45,93	33,38	31,64	1,28	1,34
Ecart-type	1,25	0,11	0,54	0,00	1,63	2,54	31,12	3,34	0,56	3,65	0,19	0,11
Minimum	31,15	6,8	6,00	1,03	82,15	16,75	98,49	37,75	24,75	25,00	0,91	1,25
Maximum	35,95	7,25	6,87	1,04	88,67	26,75	184,4	54,80	51,38	39,50	1,72	1,49

$P>0,05$ pour les moyennes des différents paramètres physicochimiques mesurés des vaches étudiées

2.2. Pratiques de la traite

La classification des pratiques de traite révèle 8,33% de type I, 25% de type II et 66,67% de type III. Par ailleurs, dans les élevages d'étude, 66,67% travaient dans un endroit propre (peu souillé par les fèces des animaux), 8,33% utilisaient un récipient propre pour recueillir le lait de traite et filtraient le lait avec un tissu de type moustiquaire qui permet d'éliminer les plus grosses particules et les poils, 25% travaillaient avec une tenue jugée sale, 91,67% ne se lavaient pas les mains avant de traire les vaches. De plus, les 8,33% qui se lavaient les mains, le faisaient sans utilisation du savon.

2.3. Qualité hygiénique des laits crus

Les laits crus examinés contiennent une charge variable de la FAMT, située entre 10^4 et $3,50 \cdot 10^6$ ufc/ml avec une moyenne de $5,90 \cdot 10^5$ ufc/ml. L'analyse a révélé une contamination des échantillons en coliformes totaux et fécaux avec des valeurs moyennes respectives de $2,75 \cdot 10^3$ et $4,36 \cdot 10^2$ ufc/ml. Le taux des streptocoques varie de 10^1 à $1,4 \cdot 10^3$ ufc/ml avec une valeur moyenne de $2,78 \cdot 10^2$ ufc/ml. Le taux des staphylocoques est constant et égal à 10^2 ufc/ml dans tous les échantillons. La charge moyenne en bactéries lactiques est de $1,60 \cdot 10^4$ ufc/ml avec une fluctuation allant de 10^1 à $1,10 \cdot 10^5$ ufc/ml. Les charges moyennes des levures et moisissures sont respectivement de $3,36 \cdot 10^4$ ufc/ml et $2,94 \cdot 10^3$ ufc/ml (Tableau III). L'analyse du pourcentage de contamination microbienne des échantillons par rapport aux normes montre qu'ils sont plus contaminés en coliformes fécaux (83,33%) et en FAMT (40%); mais non contaminés aux staphylocoques (Tableau IV). La période de mise au frais des laits et les pratiques de traite se sont révélées très significatives à 1% ($p<0,01$) à la variation quantitative de tous les germes sauf les levures et les moisissures (Tableau V).

Tableau III: valeurs des paramètres de qualité du lait comparés aux normes

	FAMT (ufc/ml)	CT (ufc/ml)	CF (ufc/ml)	STAPH (ufc/ml)	LEV (ufc/ml)	MOIS (ufc/ml)	STREPT (ufc/ml)	BL (ufc/ml)
Moyenne	5,90 10 ⁵	2,75 10 ³	4,36 10 ²	<10 ²	3,36 10 ⁴	2,94 10 ³	2,78 10 ²	1,60 10 ⁴
Ecart-type	8,97 10 ⁵	5,10 10 ³	6,72 10 ²	0	4,55 10 ⁴	2,69 10 ³	3,63 10 ²	3,04 10 ⁴
Minimum	10 ⁴	10 ¹	10 ¹	<10 ²	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹
Maximum	3,50 10 ⁶	1,7 10 ⁴	3,10 10 ³	<10 ²	1,7 10 ⁵	1,10 10 ⁴	1,40 10 ³	1,10 10 ⁵

Tableau IV: Pourcentage de contamination microbienne des échantillons

Critères (Normes)	FAMT (ufc/ml)	CT (ufc/ml)	CF (ufc/ml)	STAPH (ufc/ml)	LEV (ufc/ml)	MOIS (ufc/ml)	STREPT (ufc/ml)	
	3,0.10 ⁵	10 ³	10 ¹	<10 ²	10 ⁴	10 ⁴	5.10 ²	
Nbre de cas > au critères	T0	10	8	24	0	18	3	8
	T3H	14	20	26	0	18	7	12
Pourcentage (%)	T0	16,67	13,33	40,00	0,00	30,00	5,00	13,33
	T3H	23,33	33,33	43,33	0,00	30,00	11,67	20,00
	Moyenne	40	46,67	83,33	0,00	60	16,67	33,33

FAMT : ISO 4833-1 (2013) ; STAPH: ISO 6888-1 (1999); CF : NF V 08-060 (2009);
STREPT: NF EN 15788 (V 18-232); CT: ISO 4832 (2006); LEV+MOIS: ISO 21527-2
(2008)

Tableau V: Probabilités de variation quantitative de la flore microbienne des laits crus en fonction des facteurs étudiés

Valeurs de P par rapports aux facteurs étudiés	FAMT	CT	CF	LEV	MOIS	STREP T	BL
Temps de mise au frais (T0 et T3h)	0,002**	0,001**	0,001**	0,04*	0,194 ^{ns}	0,005**	0,001**
Groupes de vaches (G1, G2 et G3)	0,579 ^{ns}	0,473 ^{ns}	0,141 ^{ns}	0,422 ⁿ _s	0,705 ^{ns}	0,502 ^{ns}	0,891 ^{ns}
Fermes (F1, F2,.....F12)	0,145 ^{ns}	0,066 ^{ns}	0,055 ^{ns}	0,02*	0,03*	0,44 ^{ns}	0,389 ^{ns}
Préfectures (Avé, Golfé, Vo, Zio)	0,105 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,449 ^{ns}	0,026*	0,688 ^{ns}	0,442 ^{ns}	0,384 ^{ns}
Typologies des pratiques de la traite	0,009**	0,001**	0,007**	0,03*	0,345 ^{ns}	0,002**	0,001**

** Très significatif à 1% (p<0,01); *significatif à 5% (p<0,05)

III. DISCUSSION

3.1. Caractéristiques physico-chimiques et valeur nutritionnelle des laits crus

3.1.1. Caractéristiques physico-chimiques des laits crus

La température moyenne mesurée immédiatement après la traite (33,96 ±1,25°C) est inférieure à celle trouvée par Labioui *et al.* (36,9°C) (2009) lors d'une étude physicochimique et microbiologique de dix échantillons de laits crus de vaches d'étables au Maroc. Le pH à la traite (6,90±0,11) est légèrement supérieur à ceux trouvés-par Labioui *et al.* (6,50)

(2009), Mouna (6,67) (2009) et de Taybi *et al.* (6,26) (2014) au Maroc. Alors que le pH au laboratoire (6,54±0,54) est conforme à celui trouvé au Bénin (6,60 et 6,62) respectivement sur les vaches Borgou et Lagunaire (Kora, 2005). L'acidité titrable (20,58 ±2,54°D) n'oscille pas entre 11,71°D et 17,25°D correspondantes aux valeurs de Mouna en 2009. Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions (Alais, 1984), des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique (Mathieu, 1998) et de la manutention du lait.

La densité mesurée (1,036±0) à 20°C est identique à celle trouvée par Kora (1,03) au Benin en 2005 et Labioui *et al.* (1,030) au Maroc en 2009 ainsi qu'aux valeurs de la littérature oscillant entre 1,030 et 1,034 (Anonyme 2, 2015). La densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires.

L'extrait sec (133,07±31,12 g/l) est supérieur à celui trouvé par Labioui *et al.* (117,5g/l) en 2009 et par Taybi *et al.* (122,92 g/l) en 2014 au Maroc. Cette différence est due aux facteurs climatiques et alimentaires et probablement aux différentes races utilisées.

3.1.2. Valeur nutritionnelle des laits crus

La teneur moyenne en matière grasse (31,64 ± 3,65 g/l) est conforme à celle trouvée au Maroc par Labioui *et al.* (31,5g/l) en 2009 et en accord avec l'intervalle 28,5 à 32,5 g/l avancé par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) en 2001. Mais elle reste inférieure aux teneurs moyennes de 40,56±1,36 g/l; 37,39 ±1,20 g/l ; 44,76±1,80 g/l correspondantes au lait de la journée, celui du matin et celui du soir de Dakar (Labouche et Ytavin, 1957). La variabilité de la teneur en matière grasse dépend de facteurs tels que les conditions climatiques, le stade de lactation et l'alimentation.

La teneur moyenne en protéines (33,06 ± 0,5 g/l) est comprise entre 28,5g/l à 37,8g/l avec une moyenne de 34,15 g/l correspondant aux valeurs de l'étude de Mouna en 2009. Pour un éleveur, les deux caractéristiques principales qui font la qualité du lait de ses vaches sont le taux de matière azotée totale (taux protéique) et le taux de matière grasse (taux butyreux). Ces taux varient en fonction des races. Par exemple, le lait de la Prim'Holstein (première race laitière en France avec environ 80 % de la production) présente, en moyenne, un taux de matière grasse de 39,7 pour 1 000 et un taux de matière azotée de 31,9 pour 1 000 (soit en grammes par kilogramme); alors que celui de la Normande présente, en moyenne, un taux de matière grasse de 42,8 pour 1 000 et un taux de matière azotée de 34,5 pour 1 000 (Anonyme 2, 2015). Cette deuxième race est moins productive en quantité mais son lait plus riche est vendu plus cher et est

apprécié pour la production de fromage (Anonyme 2, 2015). Ces taux sont variables en fonction de la race et des différents facteurs comme l'alimentation, la photopériode ou la période de lactation.

Les valeurs moyennes du lactose ($45,93 \pm 3,34$ g/l) sont plus faibles que celles du lait étudié par Mathieu (49,00 g/l) (1998) et ceux de Labouche et Ytavin ($52,37 \pm 0,51$ g/l; $53,03 \pm 0,63$ g/l; $51,68 \pm 0,45$ g/l) (1957) correspondants au lait de la journée, celui du matin et celui du soir. Par contre, elles sont supérieures à celles de Labioui *et al.* (43,51 g/l) (2009). Le lactose, principal sucre présent dans le lait, substrat de fermentation lactique pour les bactéries lactiques, est dans l'intervalle normal pour un lait cru soit 45-50 g/l (Anonyme 2, 2015). La teneur moyenne en Ca ($1,28 \pm 0,19$) est de même ordre que 1,13g/l (Anonyme 2, 2015); 1,25g/l (Anonyme 3, 2015); 1,2 g/l en milieu tempéré (Johansson et Claesson, 1957); 1,27 g/litre en Inde (Sen, 1953). Mais reste inférieure à 1,4g/l à Dakar (Dufour, 1937). La teneur en P ($1,34 \pm 0,11$) est supérieure à 1 g/litre en milieu tempéré (Johansson et Claesson, 1957); 0,92 g/litre en Inde (Sen, 1953); 0,7 g/l à Dakar (Dufour, 1937). 0,84g/l (Anonyme 2, 2015) et 0,95g/l (Anonyme 3, 2015). Ce qui justifie le faible rapport Ca/P (0,95) comparé à 1,35 (Anonyme 2, 2015), 1,32 (Anonyme 3, 2015) et 2 (Dufour, 1937). Cette divergence provient de la différence entre les teneurs en phosphore.

3.2. Qualité hygiénique des laits crus

La valeur moyenne de la FAMT ($5,9 \cdot 10^5$ ufc/ml) est inférieure à celles trouvées au Bénin par Kora ($6,5 \cdot 10^7$ et $2,9 \cdot 10^7$ ufc/ml) (2005) respectivement sur les vaches Borgou et Lagunaire ainsi que dans différentes régions du Maroc par Hamama et El Mouktafi ($2 \cdot 10^7$ ufc/ml) (1990), Oubari ($7,42 \cdot 10^6$ ufc/ml) (2004), Taybi *et al.* ($2,15 \cdot 10^7$ ufc/ml) (2014).

La recherche de microorganismes indicateurs de la contamination d'origine fécale permet de juger de l'état hygiénique d'un produit comme le lait. Même à des niveaux faibles, ils témoigneraient des conditions hygiéniques dégradées lors de la traite. Les teneurs en coliformes totaux et fécaux ($2,75 \cdot 10^3$ ufc/ml et $4,36 \cdot 10^2$ ufc/ml) de cette étude sont supérieures aux normes fixées qui sont respectivement de 10^3 et 10^1 ufc/ml. Par contre, elles sont inférieures à $2,0 \cdot 10^4$ ufc/ml et $5,2 \cdot 10^3$ ufc/ml correspondants aux résultats de Labioui *et al.* (2009) lors d'une étude physicochimique et microbiologique de laits crus de vaches d'étables au Maroc. Hamama et El Mouktafi (1990) avaient trouvé aussi une teneur de $1,8 \cdot 10^5$ ufc/ml de coliformes fécaux. Mêmes constats observés par Remeuf (1994) ($0,92 \cdot 10^4$ ufc/ml) et Taybi *et al.* (2014) ($3,02 \cdot 10^5$ ufc/ml) pour des teneurs en coliformes totaux dans différentes régions du Maroc.

La contamination faible des germes fécaux de notre étude pourrait se justifier par l'alimentation quasi-totale des animaux sur pâturage avec des

parcs moins souillés contrairement aux autres études où l'alimentation des vaches laitières se fait à l'étable pouvant être source de contamination.

Le taux de streptocoques est en rapport avec l'état de santé des vaches, les conditions hygiéniques de la traite, et d'éventuelles contaminations au cours du dénombrement. Ce taux ($1,40 \cdot 10^3$ ufc/ml) est supérieur à $4 \cdot 10^2$ ufc/ml correspondant à celui trouvé par Labioui *et al.* en 2009, malgré la traite manuelle pratiquée dans les deux élevages.

La teneur en staphylocoque (10^2 ufc/ml) est inférieure à celles avancées par Bennacir (1980) (entre 10^3 et 10^5 ufc/ml), Ounine (2004) ($5,37 \cdot 10^4$ ufc/ml), Taybi *et al.* (2014) ($2,15 \cdot 10^4$ ufc/ml). La teneur élevée des staphylocoques, responsables des intoxications alimentaires, constatée dans les études antérieures serait vraisemblablement due à la présence de mammite dont les auteurs ont fait cas. En ce qui concerne les bactéries lactiques, la charge moyenne dans les échantillons analysés ($6 \cdot 10^4$ ufc/ml) est inférieure à $5,02 \cdot 10^5$ ufc/ml rapportée par Taybi *et al.* (2014) à Gharb ainsi qu'à d'autres études faites dans les régions de Gharb (Oubari, 2004) et Tadla (Afif *et al.*, 2008) au Maroc. Les bactéries lactiques sont des producteurs d'acide lactique (Marteau et Ramond, 1993) et de bactériocines (Berasconi *et al.*, 2002) ayant un intérêt technologique important.

Les levures et les moisissures permettent la fermentation nécessaire à la production de dérivés laitiers. La charge des moisissures ($2,94 \cdot 10^3$ ufc/ml) s'est révélée normale ($\leq 10^4$ ufc/ml) alors que celle des levures ($3,36 \cdot 10^4$ ufc/ml) est supérieure à la normale ($\geq 10^4$ ufc/ml) et à celle trouvée par Labioui *et al.* (2009) ($1,22 \cdot 10^4$ ufc/ml). La charge des deux germes est de $1,3 \cdot 10^7$ ufc/ml; $6,0 \cdot 10^6$ ufc/ml et $4,1 \cdot 10^2$ ufc/ml correspondantes aux valeurs de Kora (2005) au Bénin respectivement sur les vaches Borgou, Lagunaire et Girolando. La présence massive des levures dans ces laits crus peut être due à une forte contamination extérieure et une mauvaise hygiène des ustensiles.

3.3. Importance de contamination des laits par les germes étudiés

La qualité hygiénique des laits crus de vaches a permis de prouver qu'ils sont contaminés avec parfois des associations de germes, ce qui a été déjà rapporté par Bind (1980). La totalité des échantillons ne répond pas aux normes recommandées, ce qui témoigne des mauvaises conditions d'hygiène au moment de la traite. La qualité microbiologique du lait est importante pour sa conservation voire sa transformation (Guinot *et al.*, 1995). De différents degrés de contamination des échantillons ont été constatés par type de germe.

Une situation de contamination de 40% par la FAMT à la norme $3,0 \cdot 10^5$ ufc/ml a été révélée par cette étude comparativement à celle rapportée à New York par Boor *et al.* (5%) (1998) et en Bretagne par

Raynaud (2%) (2005) à la norme 10^5 ufc/ml. Les travaux de Kashifa *et al.* (2001) montraient qu'à Faisalabad au Pakistan, seulement 24% des échantillons de lait présentaient une flore $<10^5$ ufc/ml. Par contre, des contaminations plus élevées ont été rapportées par Baazize (91,78%) en 2005 ainsi que Ghazi et Niar (81,2%) en 2011 par rapport à une flore $> 10^5$ ufc/ml. La contamination des laits par une FAMT $>2,0 \cdot 10^6$ ufc/ml a été rapportée par Arimi *et al.* en 2000 au Kenya (86%) et à Nairobi et Nakuru (88%) ainsi que Mwangi *et al.* (82%) en 2000 dans le même pays.

La contamination par les coliformes fécaux (83,33%) de cette étude est largement supérieure à ceux rapportés par Baazize (2005) (17,80%) ainsi que Ghazi et Niar (2011) (18,06%). En effet, la mécanisation de la traite associée au lavage systématique des mamelles avec utilisation d'une vaisselle en acier inoxydable pourraient présenter des faibles taux de coliformes fécaux. Par contre, la présence des streptocoques (33,33%) est très inférieure à celle trouvée par Baazize (2005) (91,09%). Ceci est purement la résultante d'une situation de négligence des plus simples règles d'hygiène dans ces élevages tels que le lavage du pis avant et après la traite. La présence de coliformes fécaux est le signe le plus souvent d'une contamination exogène d'origine fécale (Ashnafi, 1996). La traite manuelle augmente les possibilités de contamination du lait, en accroissant la surface de contact entre le lait et les microorganismes du milieu ambiant, surtout lorsque que ce dernier est souillé. Ngabet (2001) dans son étude avait trouvé que 57% des laits (lait caillé artisanal), au Cameroun étaient contaminés par les coliformes. Dieng (2001) ne trouvait que 19% d'échantillons contaminés par les coliformes. La présence de germes considérés comme pathogènes est probablement due à la mauvaise qualité hygiénique des récipients utilisés dans la filière (Ashnafi, 1996; Godefay et Molla, 2000).

Le staphylocoque constitue un risque réel pour la santé publique dans les produits transformés car il peut produire, dans certaines conditions, des entérotoxines thermostables résistant aux traitements thermiques (Ashnafi, 1996). Contrairement à cette étude où aucune contamination par staphylococcus n'est observée, une inquiétante contamination de lait par ce germe au taux de 81,93% était observée par Ghazi et Niar (2011). La contamination qualitative des laits de mélange par *Staphylococcus aureus* était de 12% (Adesyun, 1994), 62% (De Reu *et al.*, 2004) et 93,3% (Kashifa *et al.*, 2001). Alors qu'elle est, de manière quantitative, de 60% pour un dénombrement moyen de $12 \cdot 10^3$ ufc/ml, par Fook *et al.* (2004) et 93% pour une flore inférieure ou égale à $5 \cdot 10^2$ ufc/ml et 7% pour celle supérieure à $5 \cdot 10^2$ ufc/ml, par De Reu *et al.* (2004).

3.4. Sources probables réduisant la qualité hygiénique de laits crus

Cette étude a révélé une variation quantitative très significative ($p < 0,01$) de tous les germes recherchés à l'exception des moisissures et les levures par le retard de réfrigération des laits et les pratiques de traite. Ces résultats confirment ceux de Tourette *et al.* (2002) lors d'une étude sur l'impact des pratiques de traite des éleveurs sur la qualité sanitaire du lait de chamelle en Mauritanie. Ainsi, les éleveurs de type I (traite propre) ont produit du lait dont les résultats bactériologiques ont été satisfaisants. La qualité du lait des éleveurs de type II (traite correcte) a été acceptable. Celle du type III (traite sale) a été mauvaise. Les résultats du type III confirment l'intérêt de maintenir une bonne hygiène au moment de la traite. De plus, l'augmentation de la contamination des laits est proportionnelle au retard de sa mise à la réfrigération. Ce constat est aussi partagé par Tourette *et al.* (2002) car ils avaient trouvé que le lait était globalement peu contaminé lorsqu'il a été prélevé juste après la traite contrairement aux laits reçus avec un délai supérieur à 3 h 35min. Ce temps de latence où le lait n'a pas été réfrigéré, en plus des conditions de transport, peuvent être source de la croissance de toute population bactérienne (Pissang Tchangai, 1998).

CONCLUSION

La qualité nutritionnelle des laits crus étudiés est satisfaisante mais l'hygiène pratiquée dans ces fermes nécessite des améliorations afin de réduire le taux de contamination. La présence de la diversité de flore, qu'elle soit fécale et pathogène ou non, est le résultat de l'absence des mesures d'hygiène, ainsi que le non-respect et la méconnaissance des conditions d'élevage, en particulier celles liées à la propreté des animaux. Aussi, est-il nécessaire que les éleveurs fassent un effort dans l'hygiène de la traite en se lavant les mains avec du savon avant la traite, en effectuant la traite dans un endroit propre du parc en utilisant des récipients propres voire désinfectés et en concevant des circuits de collecte de laits courts pour maîtriser la chaîne de froid. De plus, la complémentation alimentaire et le respect de calendriers prophylactiques sont très nécessaires dans l'amélioration de la qualité de ces laits.

Remerciements

Les auteurs de cet article tiennent à remercier le Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest PPAO-Togo du MAEH pour son soutien financier.

References:

ADANLEHOUSSE A., BASSOWA H., DEFLY A., DJABAKOU K., ADOMEFA K., KOUAGOU N'T, 2003. Etude de caractérisation

morphologique et zootechnique de la race taurine Sumba en milieu paysan. *Tropicultura*, 21(3), 135-141.

ADESYUN A. A., 1994. Bacteriological quality and associated public health risk of pre-processed bovine milk in Trinidad.

AFIF A., FAID M., NAJIMI M., 2008. "Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc", *Reviews in Biology and Biotechnology*, vol. 7, no. 1, pp. 2-7

AFNOR, 1980. Détermination de la matière sèche. NF VO4 207, *In* AFNOR (Ed.), Recueil de normes françaises. Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyse. Paris : Normalisation française, p. 33-34.

AFNOR, 1993. Contrôle de la qualité des produits alimentaires. Lait et produits laitiers : analyses physicochimiques. Paris La Défense : AFNOR, 4e éd., 581 p.

AFNOR, 1994. Dosage de l'azote dans l'amidon, féculé et produits dérivés. NF EN ISO 3188

AFNOR - Lait, 2001. Détermination de la teneur en matière grasse - Méthode gravimétrique (méthode de référence). NF EN ISO 1211, 21 p.

ALAIS C., 1984. La micelle de caséine et la coagulation du lait. *In* Science du lait : Principes des techniques laitières. Paris : Ed. Sepaic, 4e éd., 723-764.

ANONYME 1, 2015. Degré Dornic. www.wikipedia.org/wiki/Degré-Dornic, consulté le 16/04/2015

ANONYME 2, 2015. https://fr.wikipedia.org/wiki/Lait_de_vache, consulté le 21/04/2015

ANONYME 3, 2015. Technologie des produits laitiers, annexe 4. pdf. www.économie.gouv.fr/files/direction_services/daj/marches_publics/oeap/gem/produits_laitiers/ann, consulté le 21/04/2015.

ARIMI S.M., OMARE A.O., DERMOT J.J., 2000. Risk of infection from *E.Coli* O157 H7 through informally marketed raw milk in Kenya. Paper prepared for oral presentation at the 3 All Africa Conference on animal agriculture.

ASHNAFI M., 1996. Effect of container smoking and incubation temperature on the microbiological and ergo a traditional Ethiopian sour milk. *International Dairy J.*, 6 pp. 94- Arimi S.M, Omare A.O, Dermot J.J, 2000, 5-104.

BAAZIZE D., 2005. Qualité hygiénique et sanitaire du lait cru de vache. Mémoire de Magistère en hygiène et qualité du lait, Université Saad Dahleb de Blida (Algérie).

BENNACIR M., 1980. Contribution à l'étude de la qualité chimique et bactériologique des laits des centres de collecte du Gharb. *Thèse 3e Cycle IAV*, p. 72-75 (215 f).

- BERASCONI E., GERMOND J.E., DOLLUS M., FRITCH R., CORTHESEY B., 2002."Production de protéinase chez *Lactobacillus bulgaricus* var *Lactis et Lactococcus*", *Journal of Bacteriology*, vol. 68, no. 8, pp. 2917-2923,
- BIND J.L., LEPLARTE J., POUTREL B., 1980. Les mammites: l'échantillon et son exploitation; mises aux points techniques, rôle du praticien et du laboratoire, *Bull GTV*. 1727.
- BOOR K.J., BROWN D.P, MURPHY S.C., KOSLOWSKI S.M., BANDLAR D.K.,1998. Microbiological and chemical band quality of raw milk in New York state. *J. Dairy Sci*. 81, 1743-1748.
- CURASSON G., 1933. Note sur la composition du lait des vaches africaines et son utilisation dans l'alimentation des enfants et des adultes. *Bull. Soc. Pafh. Exo.*,
- DE REU K., GRIJSPEERDT K., HERMAN L., 2004. A belgian survey of hygiene indicator bacteria and pathogenic bacteria in raw milk and direct marketing of raw milk farm products, *J. of Food Safety*, 24, 17-36.
- DIENG M., 2001.Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarois. *Th. Méd.Vét.*, Dakar, n°10, 91 p.
- DUFOUR V., 1937. Etude sur les laits consommés à Dakar. *Ann. Méd. Pharm.* 25, n° 1, 87.
- FAO, 2012. Stratégie de croissance du secteur agricole et rural - Rapport final, www.fao.org, consulté le 18/01/2015
- FAO, 2013. 4^{ème} Recensement National de l'Agriculture 2011-2014. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la pêche (MAEP), Direction des Statistiques Agricoles, de l'Informatique et de la Documentation (DSID), document définitif, 51p.
- FOOK Y., AMMINAH A., MOHD KHAN A., 2004. Microbiological quality and safety of raw milk in Malaysia, *Food microbiology*, V21, issue 5, 535-541.
- GHAZI K., NIAR A.,2011. Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la Wilaya de Tiaret (Algérie).*TROPICULTURA*, 29, 4, 193-196pp.
- GODEFAY B., MOLLA B., 2000. Bacteriological quality of raw cow's milk from four dairy farms and a milk collection centre in and around Addis Ababa. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*. 113, 276-278.
- Storage conditions on the composition of raw milk. *International Dairy J.*, 5, 211-223
- GUINOT T. P., AMMOURY M., LAURENT F., 1995. Effects of storage conditions on the composition of raw milk. *Int. Dairy J.*, 5, 211-223.
- GUIRAUD J.-P., 1998. Microbiologie alimentaire. Paris, France, Dunod, 652p.

- HAMAMA A., EL MOUKTAFI M., 1990. Étude de la qualité hygiénique du lait cru produit au Maroc. - *Maghreb Vét.*, n°5, 17-20pp.
- JOHANSSON I., CLAESSON O., 1957. Factors affecting the composition of milk. In Hammond J., *Progress in the physiology of farm animals*, vol. 3, London, Butterwoths, 1 vol.
- KASHIFA K., ASHFAQUE M., HUSSAIN I., AKHTAR M., 2001. Bacteriological studies on raw milk supplied to Faisalabad city during summer months, *Pakistan Vet. J.* 21, 2, 77-80.
- KORA S., 2005. Contribution à l'amélioration de la technologie de production du fromage peulh au Bénin. Thèse d'ingénieur Agronome. Université d'Abomey-Calavi, Bénin.
- LABIOUI H., ELMOUALDI L., BENZAKOUR A., EL YACHIOUI M., BERNY E. H., OUHSSINE M., 2009. Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148, 7-16pp.
- LABOUCHE Cl., YTAVIN A.PE, 1957. Sur la composition chimique des laits tropicaux ; influence du stade de lactation sur les teneurs en graisse, lactose, calcium et phosphore. Laboratoire Fédéral de l'Élevage « Georges Curasson » à Dakar. Communication au 4^e Congrès International de Nutrition à Paris, 373-382
- MARTEAU P., RAMOND J.C., 1993. "Potential of using lactic acid bacteria for therapy and immunomodulation in men", *FEMS Microbiology Reviews*, vol. 12, pp. 207-220.
- MATHIEU J., 1998. Initiation à la physicochimie du lait. Paris : Lavoisier, « Tec et Doc », 220 p.
- MOUNA O., 2009. Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés "ben" et "jben" d'origine marocaine. *Thèse de Doctorat, Université MOHAMMED V- AGDAL-Faculté des Sciences Rabat, N° d'ordre 2475, 132p*
- MWANGI A., KANG ETHE E.K., OMORE A.O., 2000. Assurance of marketed milk quality in Kenya, Paper presented at the faculty of veterinary medicine Biennial Scientific Conference, University of Nairobi.
- NGABET NJASSAP V.H., 2001. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait fermenté « KOSSAM » commercialisé dans les rues de Yaoundé, Cameroun. *Th. Méd. Vét., Dakar, n°11, 69 p.*
- OUBARI R., 2004. "Analyse physicochimique et microbiologique du lait et effet de la propolis sur la qualité microflores d'intérêt hygiénique du lait", Mémoire, Faculté des Sciences de Kénitra, Maroc.
- OUNINE K., RHOUTAÏSSA A., EL HALOUI N.E., 2004. "Caractérisation bactériologique du lait cru produit dans les étables de la région du Gharb", *Al Awamia*, no. 109-110, pp. 187-204.
- PISSANG TCHANGAI D., 1998. Evaluation de la qualité du lait et des produits laitiers dans les systèmes traditionnels de transformation au Tchad.

In : Actes atelier international « Marchés urbains et développement laitier en Afrique subsaharienne », 9-10 septembre 1998. Montpellier, France, Cirad-emvt, p. 125-133.

PLUCHON J.P., GINET H.M. 1932. Etude sur le lait consommé à Lomé (Togo). Ann. Méd. Pharm. 30, 493-508.

RAYNAUD S., 2005. Etude sur la contamination du lait par les bactéries coliformes en Bretagne, Rapport final, Institut d'élevage.

REMEUF F., 1994. "Relations Entre les caractéristiques physico-chimiques et aptitudes fromagères des laits. Spéciale qualité du lait", Recueil de Médecine Vétérinaire, vol. 170, pp.359-365.

SEN K.C., 1953. Animal nutrition research in India. London, Mc Millan, 1 vol., 370 p.

TAYBI N.O., ARFAOUI A., FADHI M., 2014. Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru dans la région du Gharb, Maroc. *International Journal of Innovation and Scientific Research* ISSN 2351-8014 Vol. 9 No. 2 Sep. 2014, pp. 487-493 © 2014 Innovative Space of Scientific Research Journals <http://www.ijisr.issr-journals.org/>

TOURETTE I., MESSAD B., FAYE S., 2002. Impact des pratiques de traite des éleveurs sur la qualité sanitaire du lait de chamelle en Mauritanie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 2002, 55 (3) : 229-233.