



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Évaluation de la qualité physico-chimique du lait cru produit et commercialisé à Moundou (Tchad)

Élysée Gabdibé GONDIMO¹, Abdelsalam Adoum DOUTOUM^{2,4*},
Alhadj Markhous NAZAL³, Doungous Mahamat DJAMALLADINE⁴,
Serge N'DJEKOUANODJI⁵ et Abdelsalam TIDJANI¹

¹ Faculté des Sciences de la Santé Humaine, Université de N'Djaména, Tchad.

² Faculté des Sciences de la Santé Humaine, Université Adam Barka d'Abéché, Tchad.

³ Faculté des Sciences Agronomiques et de l'Environnement, Université de Sarh, Tchad.

⁴ Département des Sciences Biomédicales et Pharmaceutiques, Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché, BP 130, Abéché, Tchad.

⁵ Laboratoire physico-chimique du Centre de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires (CECOQDA), N'Djaména, Tchad.

*Auteur correspondant; E-mail: doutoum3000@gmail.com

Received: 29-11-2023

Accepted: 06-04-2024

Published: 30-04-2024

RÉSUMÉ

Cette étude menée dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique du lait cru produit à Moundou au Tchad a porté sur trente (30) échantillons qui ont été analysés au laboratoire physico-chimie du Centre de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires (CECOQDA) de N'Djaména. Le pH a été mesuré au moyen d'un pH-mètre électronique, l'acidité Dornic par titration, la densité au moyen du rapport entre le même volume de lait et de l'eau, les matières grasses par la méthode soxhlet et les protéines par la méthode Kjeldahl. Les résultats ont montré un pH satisfaisant dans 70% de cas avec une valeur moyenne de 6,69, la densité avec une moyenne de 1,019 n'était satisfaisante que dans 6,70% de cas et l'acidité titrable n'a montré aucune satisfaction sur les trente échantillons considérés. La proportion satisfaisante de matières grasses n'était que de 16,70%. Le dosage des protéines était satisfaisant dans 33,33% de cas contre 66,70% d'échantillons qui avaient une teneur faible. Ces résultats d'analyses physico-chimiques compromettant l'innocuité du lait pourraient servir à sensibiliser les acteurs de cette filière en vue d'une amélioration de leur niveau de technicité.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Lait cru, qualité physico-chimique, Moundou, Tchad.

Evaluation of the physico-chemical quality of raw milk produced and marketed in Moundou (Chad)

ABSTRACT

This study, carried out to assess the physico-chemical quality of raw milk produced in Moundou, Chad, involved thirty (30) samples which were analyzed at physico-chemical laboratory of Physico-chemistry laboratory of the Food Quality Control Center (CECOQDA). pH was measured using an electronic pH meter,

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v18i2.9>

9574-IJBCS

Dornic acidity by titration, density by the ratio of the same volume of milk to water, fat by the soxhlet method and protein by the Kjeldahl method. The results showed a satisfactory pH in 70% of cases, with an average value of 6.69; density, with an average of 1.019, was only satisfactory in 6.70% of cases, and titratable acidity was not satisfactory in any of the thirty samples considered. The satisfactory fat content was only 16.70%. Protein levels were satisfactory in 33.33% of cases, compared with 66.70% of samples with low levels. These results of physico-chemical analyses compromising the safety of milk could be used to raise the awareness of the players in this sector with a view to improving their level of technical expertise.

© 2024 *International Formulae Group*. All rights reserved.

Keywords: Raw milk, physico-chemical quality, Moundou, Chad.

INTRODUCTION

Le lait est par sa composition en nutriments essentiels et constituants bioactifs indispensable à l'alimentation de l'être humain. Sachant les multiples formes sous lesquelles il peut être consommé, on le considère à la fois comme aliment et boisson. Sa consommation est encouragée à toutes les tranches d'âge car il répond au besoin de croissance, d'entretien et présente aussi quelques vertus thérapeutiques (Vignola *et al.*, 2002 ; Sboui *et al.*, 2009; Renard, 2014). Le Tchad est un pays d'élevage, son cheptel est estimé autour de 93,8 millions de bétails selon le FAO (FAO, 2018). Le lait produit par cet élevage et surtout en abondance pendant la saison pluvieuse est un aliment dont la consommation est prisée par la population. À Moundou comme partout ailleurs sur le territoire tchadien, le besoin en lait croît en raison de l'explosion démographique, de la possibilité de conservation et de transformation et surtout de la préférence des consommateurs pour les produits laitiers traditionnels (Duteurtre *et al.*, 2000; Koussou *et al.*, 2007). L'approvisionnement de la ville de Moundou en produits laitiers traditionnels (lait frais, lait caillé, beurre) est un système très dynamique dont l'importance de flux entre les campements périurbains Peuls et les marchés de la ville a été estimé à 5 000 litres par jour depuis les années 2000 (Duteurtre *et al.*, 2000).

Cependant, la richesse de la composition du lait, surtout sa teneur en eau le rend hautement périssable et propice au développement des microorganismes pathogènes. Étant particulièrement sensible aux conditions de traite, la flore saprophyte et pathogène qu'il renferme est plus importante

que le lait est traité dans des conditions d'hygiène inappropriées. Le foisonnement de ces germes peut donc déstabiliser son équilibre physico-chimique et même organoleptique (Doutoum *et al.*, 2013 ; Maïworé *et al.*, 2018). Les produits laitiers traditionnels, en général vendus relativement à vil prix au Tchad et surtout en saison pluvieuse à cause d'une forte disponibilité, sont produits par des éleveurs très peu ou pas instruits, pratiquant une traite mécanique et dans un environnement insalubre. Ils sont commercialisés par les épouses et les filles des éleveurs qui les portent sur leur tête dans des récipients conçus à cet effet (Duteurtre *et al.*, 2000; Koussou, 2008; Gondimo *et al.*, 2023). Sachant que la filière lait au Tchad est caractérisée par un faible niveau de technicité et qu'elle n'aurait fait que peu l'objet d'investigation scientifique, cette étude intervient donc pour évaluer la qualité physico-chimique du lait cru produit et commercialisé dans la ville de Moundou.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Zone d'étude et échantillonnage

Les échantillons de lait cru de vache ont été prélevés dans la zone périurbaine de Moundou, Province du Logone Occidental. La ville est située dans la partie méridionale du Tchad, jouissant ainsi d'un climat favorable à la pratique de l'élevage. Les éleveurs et leur bétail sont campés en périphérie de la ville ; il s'agit d'un élevage extensif parfois associé à l'agriculture. Les laits frais de vache et ses dérivés sont vendus presque exclusivement aux marchés urbains de Moundou. Une partie de la production entre dans l'autoconsommation et dans les relations sociales par les donations.

Matériel

Trente (30) échantillons de lait cru ont été prélevés auprès de six (6) producteurs. Ces laits ont été prélevés quelques minutes après la traite dans des flacons stériles de 300 mL et étiquetés. Les échantillons, prélevés aléatoirement, ont été disposés dans une glacière munie de carboglace et ensuite transportés au laboratoire de physico-chimie du Centre de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires (CECOQDA) de N'Djaména au Tchad pour analyse. Tout au long du transport, ils ont été conservés à une température en deçà de 6°C. Les analyses ont eu lieu 24 heures après le prélèvement compte tenu de la distance séparant les deux villes.

Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques réalisées au cours de cette étude ont porté sur cinq paramètres : pH, densité, acidité Dornic, matières grasses et protéines totales.

Mesure du pH

La mesure du P^H a été faite par immersion directe de l'électrode du pH -mètre électronique (pH 50+DHS) dans 50 mL de lait contenu dans un bécher à 25°C. Pour chaque échantillon, trois prises d'essai ont été réalisées (AFNOR, 2009).

Détermination de l'acidité Dornic

L'acidité Dornic a été mesurée par titration. Ainsi, 10 mL de lait cru ont été prélevés et déposés dans un erlenmeyer. Trois gouttes de phénolphthaléine lui ont été ajoutées et le mélange homogénéisé. La titration a été mesurée à température ambiante par ajout goutte à goutte de la soude Dornic (NaOH N/9) précédemment placée dans une burette graduée jusqu'au virage au rose pâle. La soude a été mélangée au reste de la solution au moyen de barreaux. L'acidité Dornic a été exprimée en °D suivant le volume total de la soude versée (AOAC, 2005). Chaque échantillon a été titré 2 fois.

Détermination de la densité

La densité est exprimée par le rapport des masses du même volume de lait (50 mL) et du même volume de l'eau à 20°C au moyen

d'une balance électronique (OHAUS). Deux prises d'essai ont été réalisées pour chaque échantillon.

Dosage des matières grasses

Le dosage de matières grasses a été réalisé par la méthode de Soxhlet. Le principe du dosage consiste à peser 10 g de lait et à extraire en continu par de l'hexane (n-hexane) ou l'éther de pétrole à ébullition qui dissout graduellement la matière grasse. Le solvant contenant la matière grasse retourne dans le ballon par déversements successifs causés par un effet de siphon dans le coude latéral (soxhlet behr Labor Technik). Puisque seul le solvant peut s'évaporer de nouveau, la matière grasse s'accumule dans le ballon jusqu'à ce que l'extraction soit complète. Une fois l'extraction terminée, le solvant est évaporé, dans un évaporateur rotatif ou dans le système soxhlet (Rota vapeur Heidolph) et enfin la matière grasse est pesée après séchage à l'étuve à 105°C pendant une heure (DRY-line). Le résultat a été exprimé par la formule suivante :

$$MG(\%) = \frac{P_e - P_o}{M_o} \times 100$$

dans laquelle : MG représentait la matière grasse en pourcentage; P_e représentait poids du ballon après passage à l'étuve; P_o , le poids du ballon vide et M_o le Poids de l'échantillon.

Dosage des protéines

Le dosage des protéines a été réalisé par la méthode de Kjeldahl. 5 g de lait étaient mélangés au sulfate de potassium et au sulfate de cuivre respectivement dans une quantité de 15 et 0,6 g. Ensuite 20 mL d'acide sulfurique était délicatement ajouté au précédent mélange, le tout était placé par la suite sous minéralisation pendant 3 heures (BUCHI Speed Digester K-439). Après ce délai, on a ajouté respectivement 50 mL d'eau distillée et 65 mL d'hydroxyde de sodium à 32% pour neutraliser. La solution issue de la neutralisation a été placée sous distillation (BUCHI K-350) pendant 6 minutes et les protéines étaient extraites dans un mélange composé de 50 mL d'acide borique, de 10 gouttes de bromocrésol et de 4 gouttes de rouge de méthyle. Les protéines extraites par distillation sont titrées par de l'acide sulfurique

qu'on laisse tomber au compte-goutte au moyen d'une burette graduée jusqu'au virage au rose clair. Le résultat exprimé en taux d'azote brute était égal à la moyenne des taux d'azote des deux prises d'essai multipliée par 6,25 (Guillou et al., 1986).

Analyses statistiques

Les données collectées au cours de cette étude ont été saisies sur le classeur Excel 2019 et transférées sur SPSS version 25 pour l'expression de moyennes. Les graphiques ont été reconstruits sur la même version du classeur Excel.

RÉSULTATS

Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques du lait

Le Tableau 1 présente les résultats des valeurs moyennes des échantillons pour tous les paramètres étudiés.

L'analyse des résultats montre que les valeurs moyennes de pH des échantillons variaient de 6,63 chez P1 à 6,81 chez P2. Ces valeurs moyennes sont comprises dans la fourchette de la norme excepté la valeur moyenne de P2 qui est légèrement supérieure à la norme.

Pour le paramètre densité, les valeurs moyennes des échantillons étaient comprises entre 1,0150 et 1,0290. Les valeurs moyennes étaient respectivement de 1,015 ; 1,020 et 1,0290 chez P1, P2 et P3. Chez P4, P5 et P6, la valeur moyenne était de 1,018. Mis à part la valeur moyenne de P3 qui était dans la norme, toutes les autres valeurs moyennes étaient inférieures à la norme.

En ce qui concerne l'Acidité Dornic, le taux moyen des échantillons était compris entre 19,92°D chez P2 et 27,42°D chez P5. Tous les taux moyens étaient supérieurs à la norme requise.

La teneur moyenne en matière grasse des échantillons est comprise entre 2,23 et 3,95%. Seuls chez P3 et P4 qu'on trouve les teneurs moyennes conformes à la norme. Chez les autres, leurs teneurs moyennes étaient inférieures à la norme.

Le taux moyen en protéine des échantillons variait de 2,289% chez P2 à 3,395% chez P1. Le taux moyen de P2, P4 et P5 étaient inférieurs à la norme.

Les résultats de chaque paramètre ont été ensuite exprimés en fonction de valeurs normales afin de voir la satisfaction à la qualité.

pH

La Figure 1 donne les niveaux de satisfaction des échantillons de lait de vache. 100% des échantillons du P4 et P6 étaient satisfaisants. 80% des échantillons du P3 étaient satisfaisants. 60% des échantillons du P1 et P6 étaient satisfaisants. Chez P2, seuls 40% des échantillons étaient satisfaisants à la norme du pH. D'une manière globale, un quart des échantillons soit 26,67% étaient conformes à la norme du pH.

Densité

Tous les échantillons de P1, P3, P4 et P5 étaient insatisfaisants par rapport à la valeur normale (Figure 2). Tandis que chez P2 et P4, 20% des échantillons étaient satisfaisants. Globalement 6,67% des échantillons étaient conformes à la norme de la densité. Au total 93,33% des échantillons avaient une densité anormale.

Acidité Dornic

Tous les échantillons analysés dans cette étude ont présenté des valeurs d'acidité Dornic non satisfaisantes c'est-à-dire au-delà de la fourchette normale.

Teneur en matière grasse

Les résultats de la teneur en matières grasses sont présentés dans la Figure 3. 100% des échantillons du P1, P2 et P4 étaient insatisfaisants par rapport à la norme. 20% des échantillons du P3 et P6 étaient satisfaisants tandis que chez P5, 60% des échantillons étaient satisfaisants.

Sur l'ensemble des échantillons analysés, 5/6 soit 83,33% n'étaient pas conformes aux valeurs normales.

Teneur en protéines

La Figure 4 présente les résultats du dosage en protéines des échantillons. Elle montre que 60% des échantillons de P1 et P4 étaient satisfaisants. Ce taux de satisfaction était de 40% chez P5 et de 20% chez P3 et P6.

Tandis que chez P2, tous les échantillons étaient insatisfaisants par rapport à la norme. Ces échantillons ont présenté des valeurs inférieures à la norme. D’une manière globale, un tiers soit 33,33% des échantillons étaient conformes à la teneur normale en protéines.

Tableau 1 : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques étudiées

Producteur	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Norme
Paramètre							
pH	6,63	6,81	6,69	6,70	6,62	6,68	6,6 – 6,8
Densité	1,0150	1,0200	1,0290	1,0180	1,0180	1,0180	1,028 – 1,033
Acidité Dornic (°D)	24,470	19,920	23,990	21,530	21,700	27,420	16 – 18
Matières grasses (%)	2,855	2,237	2,366	3,954	3,104	2,574	3-4
Protéines (%)	3,395	2,289	3,314	3,110	3,208	2,884	3,2-3,6

P1 : producteur 1; P2 : producteur 2; P3 : producteur 3; P4 : producteur 4; P5 : producteur 5 et P6 : producteur 6.

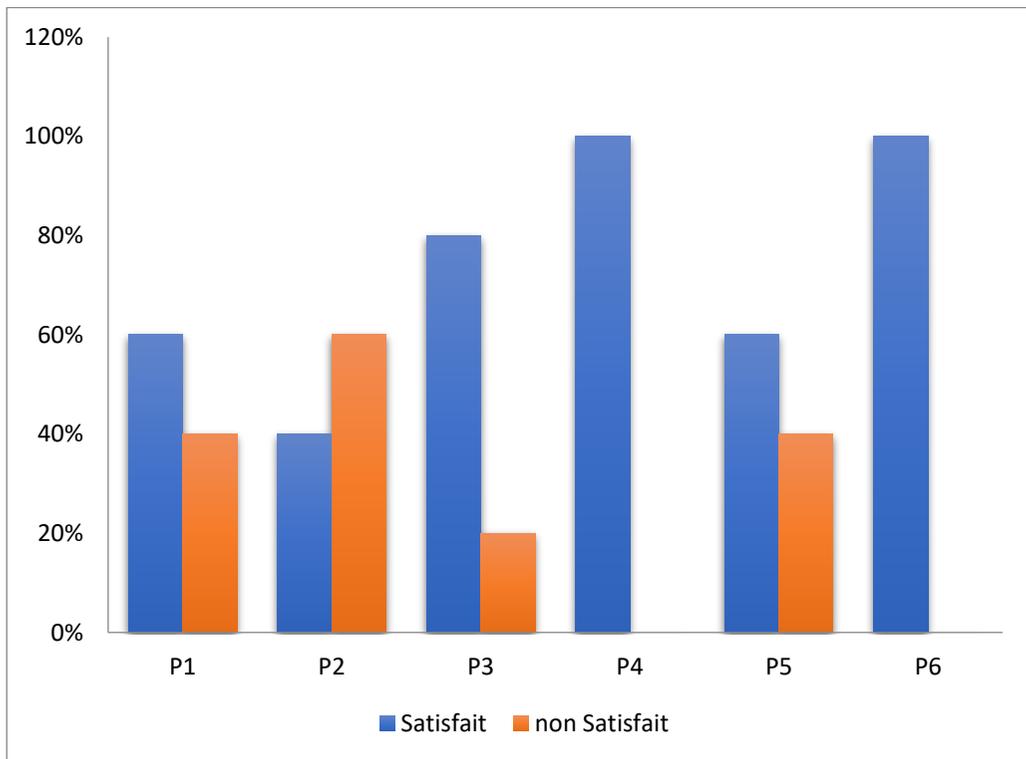


Figure 1 : Qualité physico-chimique des échantillons selon le pH.

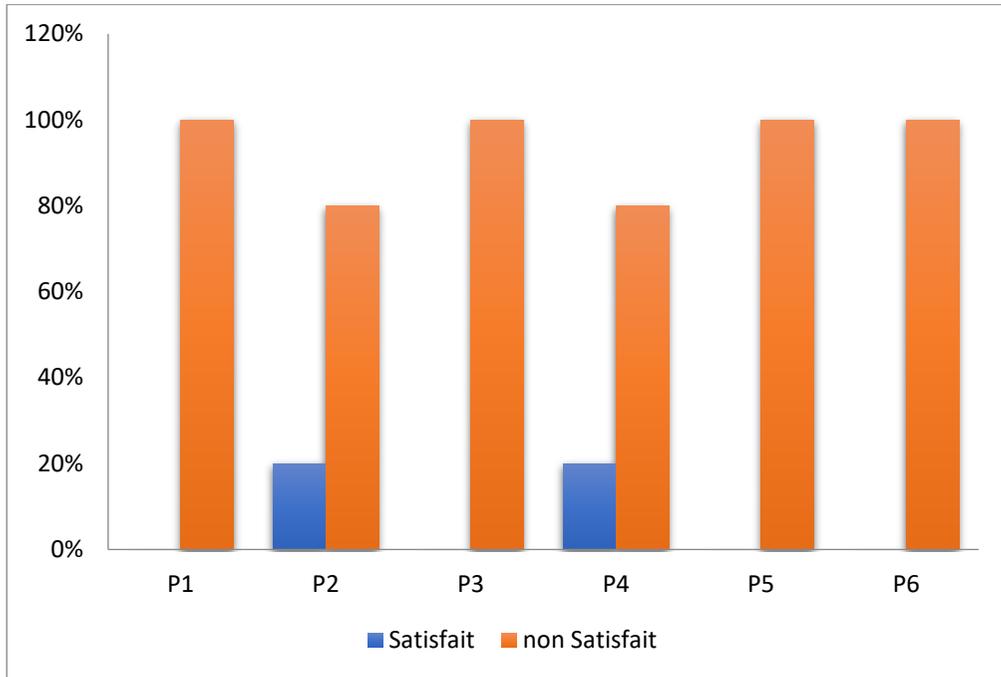


Figure 2 : Qualité physico-chimique des échantillons en fonction de la densité.

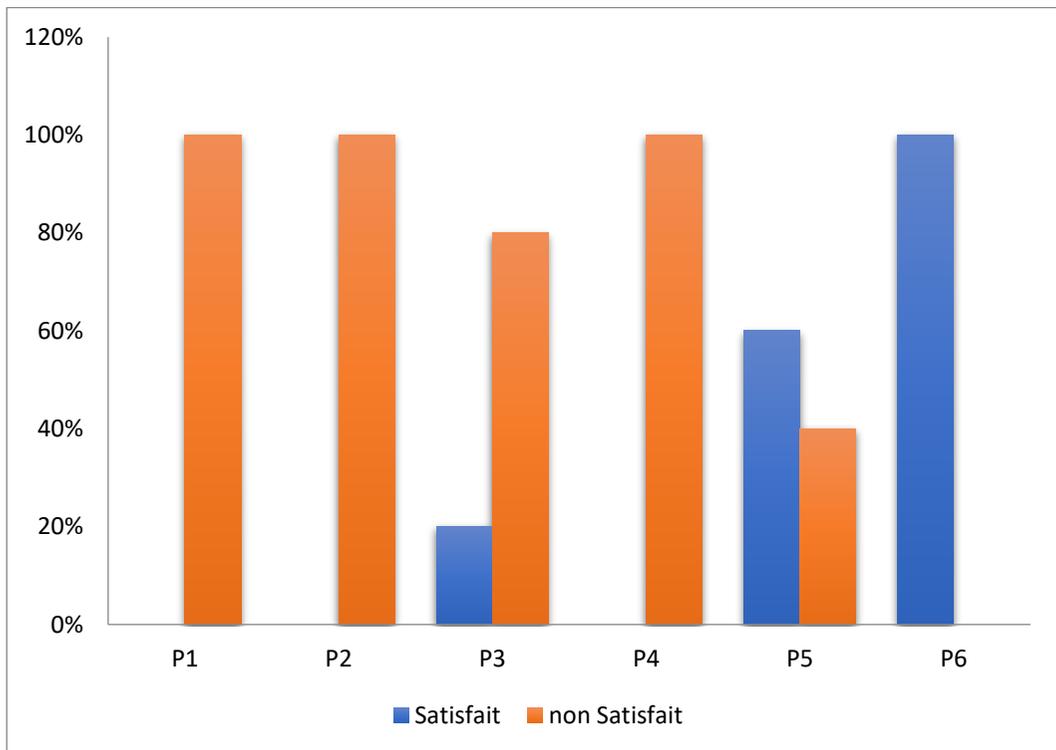


Figure 3 : Qualité physico-chimique des échantillons en fonction de la teneur en matières grasses.

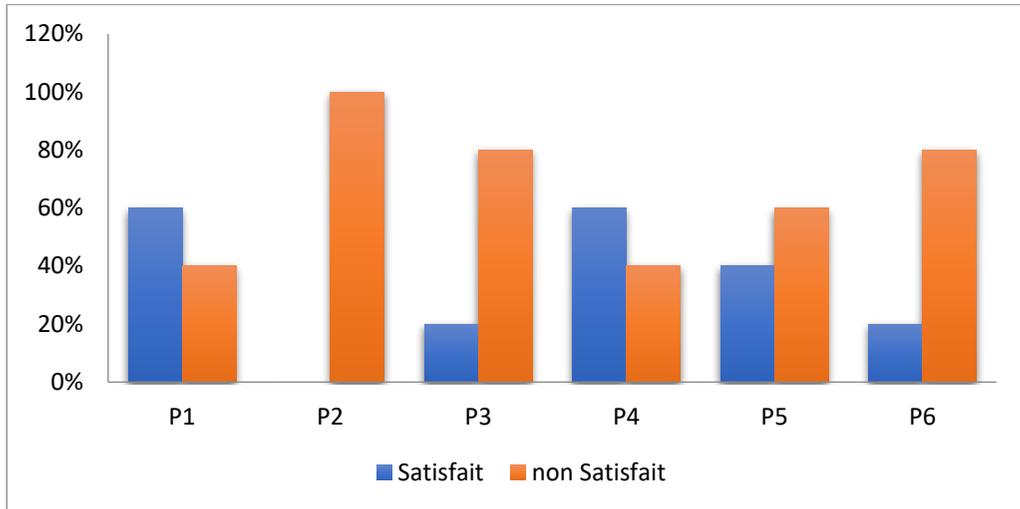


Figure 4 : Qualité physico-chimique des échantillons en fonction de la teneur en protéines.

DISCUSSION

Le pH est un bon indicateur de la fraîcheur du lait. Les valeurs moyennes du pH du lait cru de vache de cette étude sont supérieures à celle observée par Koussou et al. (2007) à N'Djaména au Tchad qui en saison pluvieuse ont obtenu un pH moyen de 5,6. Les travaux de Maïworé et al. (2018) à Maroua au Cameroun ont rapporté que 90% de leurs échantillons avaient un pH anormal. D'autres auteurs pour leur part ont pu observer des résultats normaux sur leur échantillon total, c'est le cas de Elhadj et al. (2015) en Algérie et de Gaddour et ses collaborateurs en Tunisie (2014). La variabilité du pH pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs : le climat, le stade de lactation, la disponibilité alimentaire, la nature de fourrage et même du facteur génétique (Mathieu, 1998; Vignola et al., 2002; Maïworé et al., 2018). Le pH élevé retrouvé dans certains échantillons serait lié aux mammites de femelles laitières. En effet, selon Maïworé et al. (2018), les vaches atteintes de mammite produisent en général un lait alcalin à la saveur salée avec une susceptibilité à la lipolyse et à la protéolyse.

La densité est un paramètre très recherché en laiterie car elle renseigne sur le mouillage du lait et sa richesse en matière sèche (Luquet, 1985). Les résultats de la

densité rapportés dans cette étude ont montré que 93,33% des échantillons avaient une densité anormale et en général inférieure à la valeur normale de la densité. Ces valeurs faibles de densité pourraient s'expliquer d'une part par le fait que les analyses ont été faites pendant la période froide. Cuq (2007) et Kouamé-sina et al. (2010) ont rapporté que la densité du lait cru est maximale pendant la période chaude. D'autre part, dans le but de se faire beaucoup de revenus, certains producteurs pourraient avoir dilué leur lait afin d'augmenter la quantité à commercialiser. Suivant cette tendance de faible densité, Koussou et al. (2007) ont rapporté une densité moyenne de 1,023 et 1,025 respectivement pendant la saison froide et chaude; Matallah et al. (2019) en Algérie ainsi que Maïworé et al. (2018) pour leur part ont observé respectivement que 30% et 60% de leur échantillon présentaient une faible densité.

Les valeurs d'acidité titrable dans cette étude sont toutes supérieures aux valeurs normales. Ces valeurs élevées d'acidité pourraient être liées au fait que les analyses ont été réalisées 24 heures après le prélèvement car l'acidité est un paramètre qui croît avec le temps suite à l'activité microbienne. Or, la présence de bactéries lactiques homofermentaires dans le lait cru au Tchad a

été confirmée par les travaux de Doutoum et al. (2013) qui se sont intéressés à leur dénombrement ainsi que leur caractérisation. Gondimo et al. (2023), Maïworé et al. (2018) et de Koussou et al. (2007) ont trouvé une acidité Dornic élevée dans les laits crus de vache respectivement à Pala, à Maroua et à N'Djaména.

La teneur en matières grasses n'était satisfaisante que dans 16,70% de cas soit 5 échantillons seulement sur 30. Ces valeurs prises pour normales appartenaient à la fourchette de 3 à 4%. La variabilité de la teneur en matières grasses dépendrait de la race, du stade de lactation, de l'alimentation et de l'âge de femelles laitières comme le rapportent d'autres travaux ainsi que la saison au cours de laquelle la traite a eu lieu (Kalandi et al., 2015) surtout que les échantillons de lait cru sont ceux de grand mélange et non d'une seule femelle laitière. Les résultats de cette étude sont similaires à ceux de Matallah et al. (2019) et de Elhadj et al. (2015) qui ont chacun observé dans leurs travaux en Algérie, de teneurs faibles en matières grasses et surtout inférieure aux normes admises.

Les matières protéiques totales dosées par la méthode Kjeldahl dans cette étude ont été satisfaisantes dans 33,33% de cas avec une fourchette normale comprise entre 3,2 et 3,6%. La teneur en matières azotées du lait est une grandeur influencée par la femelle laitière elle-même, la race à laquelle elle appartient, l'alimentation et le stade de lactation (Guillou et al., 1986). Compte tenu de tous ces facteurs et de la variabilité liée à la méthode de dosage, il est difficile de rapporter les résultats à ceux d'autres auteurs. Toutefois, Sboui et al. (2009), travaillant sur la comparaison de la composition physico-chimique du lait camélin et du lait bovin dans le sud tunisien ont observé une teneur moyenne en protéines totales du lait bovin de 3,05%. Et aussi, des auteurs s'accordent à soutenir que les matières protéiques totales du lait de mélange ont tendance à avoir une teneur normale par rapport au lait d'une femelle laitière prise individuellement (Guillou et al., 1986; Kalandi et al., 2015).

Conclusion

L'étude consistait à évaluer la qualité physicochimique du lait cru de vache. Ainsi, les résultats des analyses ont montré une insatisfaction totale pour l'acidité Dornic et s'élevant au-delà de la norme admise. La densité qui permet d'apprécier la richesse de la composition du lait ne satisfaisait la qualité que dans une faible proportion; le pH pour sa part présentait une grande satisfaction à la qualité. Les matières grasses et les protéines qui s'en suivaient, ont présenté une faible satisfaction. Au vu de ces résultats, aucun échantillon ne répond parfaitement à la qualité physico-chimique escomptée du lait cru de vache. Ceci représente un manque à gagner quant à l'industrialisation de cette denrée et un risque pour la santé du consommateur car l'instabilité physico-chimique du lait le rend propice aux foisonnements des germes éventuellement pathogènes.

CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

EKG a mené les travaux de terrain avec l'appui technique de NS. AAD et AMN ont initié l'étude et dirigé les travaux jusqu'à la fin. Ils ont aussi contribué à la correction du manuscrit. DMD a soutenu les travaux de rédaction jusqu'à la publication. AT a assuré la supervision générale des travaux.

REMERCIEMENTS

Les auteurs du présent article adressent leurs remerciements sincères aux responsables du Centre de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires qui ont permis que les recherches se déroulent au sein de leur structure. Que le personnel du laboratoire de physico-chimie reçoive ici l'expression de notre profonde reconnaissance. Nos remerciements vont enfin à l'endroit des producteurs qui ont permis le prélèvement des échantillons.

RÉFÉRENCES

AFNOR (Association Française de Normalisation). 2009. FD V 04-035 Lait

- et produits laitiers, Détermination du pH, AFNOR, 375 p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) .2005. *Official Methods of Analysis* (18th Edn). AOAC: Gaithersburg, MD, USA, 8,8-25.
- CUQ JL. 2007. *Microbiologie Alimentaire*, Université de Montpellier II. (Ed. Sciences et Techniques du Languedoc). Montpellier; 1-150p.
- Doutoum AA, Tidjani A, Baldé M, Tidjani SMT, Musabyemariya B, Alambedji R, Sylla BKS, Seydi M, Toguebaye BS. 2013. Physicochemical Characteristics of Curdled Milk and Their Correlation with the Lactic Flora in Chad. *Journal of Food Studies*, **2**(2). DOI : <http://dx.doi.org/10.5296/jfs.v2i1.4388>
- Duteurtre G, Atteyeh A. 2000. Le lait à Moundou, témoin de l'intégration marchande des systèmes pastoraux au sud du Tchad. *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **53** (3) : 299-306.
- Elhadj T, Samira B, Messaouda H, Nassira B. 2015. Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de laits crus de vache dans deux fermes de la wilaya de Tissemsilt (Algérie). *ElWahat pour les Recherches et les Études*, **8**(2): 26 – 33.
- FAO. 2018. Recensement Général de l'Élevage au Tchad : publication des résultats.
- Gaddour A, Najari S, Abdennebi M, Arroum S, Assadi M. 2014. Caractérisation physicochimique du lait de chèvre et de vache collectée localement dans les régions arides de la Tunisie. *Séminaires Méditerranéens*, **108** : 151-154.
- Gondimo GE, Doutoum AA, Abdullahi HO, Djamalladine MD, Valery BM, Tidjani A. 2023. Microbiological and Physicochemical Quality of Raw Milk Marketed in the City of Pala in Chad. *Journal of Food Studies*, **12**(1): 13. DOI: <https://doi.org/10.5296/jfs.v12i1.21103>
- Guillou H, Pelissier JP, Grappin R. 1986. Méthodes de dosage des protéines du lait de vache. *Le Lait*, **66** (2) : 143-175.
- Kalandi M, Sow A, Guigma WVH, Zabre MZ, Bathily A, Sawadogo GJ. 2015. Évaluation de la qualité nutritionnelle du lait cru dans les élevages traditionnels de Kaolack au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(2): 901-909. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i2.28>
- Kouamé-sina SM, Bassa A, Dadie A, Makita K, Dje M, Bonfoh B. 2010. Analyse des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Côte d'Ivoire). *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, **8**(S) : 35-42.
- Koussou MO, Grimaud P, Mopaté LY. 2007. Évaluation de la qualité physicochimique et hygiénique du lait de brousse et des produits laitiers locaux commercialisés dans les bars laitiers de N'Djamena au Tchad. *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **60**(1-4) : 45-49.
- Koussou MO. 2008. Dynamique des changements dans le secteur de l'élevage au Tchad : le cas de la filière laitière de N'Djamena. Thèse PhD, Agro Paris Tech, Paris, p. 242.
- Luquet FM. 1985. Lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. *Laits de la Mamelle à la Laiterie*. Ed. Lavoisier.
- Maiworé J, Baane MP, Toudjani AA, Daibe AO, Tatsadjieu LN, Montet D. 2018. Influence des conditions de la traite sur les qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté à Maroua, Cameroun. *Afrique SCIENCE*, **14**(4) : 235 – 248.
- Matallah S, Matallah F, Djedidi I, Mostefaoui KN, Boukhris R. 2019. Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development*.
- Mathieu J. 1998. *Initiation à la Physico-chimie du Lait*. Ed. Lavoisier : Paris; 220p.
- Renard J. 2014. A propos du lait cru. Filière Wallonne lait et produits laitier.
- Sboui A, Khorchani T, Djegham M, Belhadj O. 2009. Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien ; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique SCIENCE*, **05**(2) : 293 – 304.
- Vignola CL, Amiot J, Fournier S, Leboeuf Y, Paquin P, Simpson R. 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait, 600p.