



Review Paper

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

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

Procédés technologiques de production des produits laitiers dans la ville de N'Djamena (Tchad)

Valery Mbaigolmem BERAL^{1*}, D. Atéba MAYORE^{1,2}, Abdoullahi Ousman HISSEIN¹,
Bakary TARNAGDA⁴, Nadlaou BESSIMBAYE^{1,3}, Allamadine MAHAMAT¹,
Tahir Ngaré Hassan MAHAMAT¹, Via Issakou BAKARNGA¹, Abdelsalam TIDJANI¹

¹Laboratoire de Recherche en Sciences des Aliments et Nutrition (LaRSAN), Faculté des Sciences de la Santé Humaine (FSSH), Université de N'Djamena, BP 1117, Tchad.

²Institut National Supérieur du Sahara et du Sahel d'Iriba – Tchad.

³Service des Laboratoires, Centre des Hospitalier Universitaire - Référence National (CHU-RN) de N'Djamena, Tchad BP 5524 N'Djamena-Tchad.

⁴Laboratoire de Biochimie et Immunologie Appliquées (LABIA/CRSBAN), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

*Auteur correspondant ; E-mail : valerymbaigolmem4@gmail.com

Received: 26-02-2023

Accepted: 10-08-2023

Published: 31-08-2023

RESUME

Le lait et les produits laitiers présentent des qualités nutritionnelles importantes pour la population tchadienne en générale et celle de la ville de N'Djamena en particulier. L'objectif de cette étude était de suivre le procédé de fabrication des produits laitiers consommés dans la ville de N'Djamena au Tchad. Les produits laitiers tels que le lait caillé (*rouaba*), le lait entier fermenté (*rayeb*) et le lait frais sucré (*halib*) sont traditionnellement très appréciés du public Tchadien. Malheureusement les études antérieures conduites sur les procédés de fabrication de ces produits laitiers ont montré des insuffisances sur le respect de bonne pratique de fabrication et d'hygiène. Certaines techniques de filtration, de pasteurisation et de conditionnement traditionnels ne respectent pas les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication et affectent la qualité hygiénique ainsi que les caractéristiques texturale et organoleptique du produit fini. L'utilisation abusive des produits vétérinaires lors d'alimentation ou de traitement constitue un sérieux problème de santé publique. Pour obtenir des produits de bonne qualité hygiénique et nutritionnelle, il est très important d'utiliser des méthodes améliorées lors de filtration, de la pasteurisation et des conditionnements et la sensibilisation des producteurs sur le respect des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Production, Produits laitiers, Procédés technologiques, Qualité, Tchad.

Technological production processes and quality of dairy products consumed in the city of N'Djamena (Chad)

ABSTRACT

Milk and dairy products have important nutritional qualities for the people of Chad in general, and the city of N'Djamena in particular. The aim of this study was to monitor the manufacturing procedures and quality of dairy products consumed in Chad. The technology used to produce curd (*rouaba*), fermented whole milk (*rayeb*) and sweetened fresh milk (*halib*) is traditionally highly appreciated by the public. Unfortunately, spot

surveys already carried out have shown that the ideal conditions are not in place to increase the economic life of these products. Certain filtration, pasteurization and traditional packaging techniques do not respect good hygiene and manufacturing practices, and affect the hygienic quality as well as the textural and organoleptic characteristics of the finished product. The misuse of veterinary products for feeding or treatment is a serious public health problem. To obtain products of good hygienic and nutritional quality, it is very important to use improved methods for filtration, pasteurization and packaging, and to make producers aware of the need to respect good hygiene and manufacturing practices.

© 2023 *International Formulae Group. All rights reserved.*

Keywords: Production, Dairy products, Technological processes, Quality, Chad.

INTRODUCTION

Le lait et les produits laitiers représentent l'un des aliments élémentaires pour toutes les catégories d'âge de la population, en raison de leurs composantes biologiques, qui est à la base de la promotion et le maintien d'une alimentation rationnelle des populations (Michaelidou, 2008 ; Pereira, 2014). Ce qui a fait que la production mondiale de lait a augmenté de 1.6% en 2018 (FAO, 2019).

En Afrique, d'après les statistiques de la FAO, la production laitière équivalait, en 2016 à 5,9% de la production laitière mondiale pour 16% de la population. Le taux d'auto-provisionnement du continent africain en produits laitiers s'est légèrement dégradé au cours de la période récente, passant de 88% en 2010 à 84% en 2017 (International Dairy Federation, 2018). La production laitière africaine a augmenté de 37 millions de tonnes entre 1961 et 2016, soit 8% de la croissance mondiale ou l'équivalent de celle d'un pays comme le Pakistan.

Au Tchad, la production de lait de vache contribue à plus de 40% du revenu à la population (PNDE, 2006). Cette activité reste largement artisanale et est pratiquée surtout en zones rurales et périurbaines. Avec sa forte teneur en eau et en nutriments, le lait est un milieu idéal pour le développement des microorganismes d'altération. Pour éviter les pertes de lait après la traite, les acteurs impliqués dans la filière lait ont développé des techniques de conservation ou de transformation adaptées au contexte socioéconomique et environnemental (Sessou *et al.*, 2013). Cependant, Le non-respect des règles d'hygiène et des bonnes pratiques de production agit sur la qualité du lait transformé notamment sur la texture, le goût et les qualités organoleptiques. Cette revue fait le point sur

les procédés technologique de la transformation des produits laitiers consommé au Tchad en vue d'améliorer la qualité.

IMPORTANCE SOCIO-ECONOMIQUES DU LAIT DANS LE MONDE ET LE TCHAD EN PARTICULIER

Dans le monde

A l'échelle mondiale, le secteur laitier joue un rôle sociale, territorial et économique important (Hemme *et al.*, 2010 ; Faye *et al.*, 2010). Il connaît un développement soutenu depuis plusieurs décennies, moyennant des modèles productifs extrêmement hétérogènes d'une zone géographique à l'autre, en fonction notamment de la variété des conditions pédoclimatiques (Sraïri *et al.*, 2019). D'après les estimations de la FAO, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, environ 150 millions de foyers (soit entre 750 et 895 millions de personnes) à travers le monde sont engagés dans la production de lait (Hemme *et al.*, 2010). Dans la plupart des pays en développement, le lait est produit dans de très petites structures et il contribue nettement aux moyens de subsistance des ménages, à la sécurité alimentaire et à la nutrition. Le développement laitier est en effet considéré comme générant de nombreux bienfaits pour ses acteurs, tant au niveau des éleveurs que des collecteurs et transformateurs du lait (Udo *et al.*, 2011). La production mondiale de lait en 2017 était de 849 millions de tonnes, dont 696 millions de tonnes de lait de vache, représentant de la production mondiale totale (CNIEL, 2019). Les principaux continents producteurs de lait des vaches sont l'Europe, l'Asie et l'Amérique du Nord et Centrale (Figure 1). Ces écarts entre pays tiennent à un ensemble de facteurs, dont des raisons historiques liées à la présence ou sur le territoire d'activités laitières ; des raisons

culturelles liées aux modèles alimentaires privilégiés (Dahan et Mingasson, 2016) ; des raisons économiques etc.

En Afrique

L'Afrique n'a qu'une production marginale de 6%. En Afrique de l'Ouest, avec un cheptel estimé à plus de 65 millions de tête de bétail en 2016, l'élevage joue un rôle majeur dans l'économie et représente l'un des principaux facteurs d'intégration régional (GRET et APSS, 2016). La CEDEAO (2017), a mentionné que l'élevage représentait plus de 5% du produit intérieur brut (PIB) et peut dépasser 10 à 15% dans certains pays comme le Mali, le Burkina Faso et le Niger où le lait de vache représenta entre 20 et 40% du chiffre d'affaire du cheptel. La Côte d'Ivoire, le Sénégal et le Bénin sont dans une position intermédiaire par rapport à la Guinée Bissau et au Togo où les effectifs sont relativement faibles (CEDEAO, 2017). Ainsi, compte tenu du nombre d'animaux (toutes espèces confondues), il apparaît que le Mali et le Niger étaient potentiellement les plus gros producteurs de lait de la zone UEMOA en 2013 (Duteurtre et Corniaux, 2013). En effet, les données FAOSTAT pour les pays de la CEDEAO de la même année indiquaient un volume total de production de lait de vache de près de 2.500.000 tonnes, partagé entre le Niger, le Nigeria, le Mali, la Sierra Leone, la Guinée Bissau, la Guinée, le Burkina Faso et le Sénégal.

Par ailleurs, malgré cette importante production laitière, la consommation de lait par habitant en Afrique de l'Ouest est restée globalement faible (environ 23 kg/an pour la CEDEAO) avec de très fortes disparités et en deçà des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), qui préconisent une consommation d'environ 70 à 90 kg/an/habitant (Broutin et al., 2018). En effet, cette faible disponibilité de lait pour satisfaire la demande a été justifiée par la croissance démographique, l'urbanisation et l'amélioration du pouvoir d'achat des classes moyennes des populations africaines, notamment dans les grandes villes. Pour faire face à ce problème, les importations de l'Afrique de l'Ouest n'ont cessé d'augmenter, passant de 0,6 million en 1996 à 1,9 million de tonnes d'équivalent lait en 2013 (FAOSTAT, 2016).

Situation de la production laitière en Afrique

En dehors de la poudre de lait régulièrement importée, les bovins locaux et les races exotiques assurent la production locale de lait en Afrique (Dossou et al., 2016). La production laitière journalière de ces vaches variait selon la race et est présentée dans le Tableau 1.

Au Tchad

L'économie tchadienne est dominée par les activités agro-pastorales. Selon le ministère des Finances et du Budget (2018), le sous-secteur de l'élevage, de la pêche et de la sylviculture a contribué en 2017 à 15% du PIB national et 44% du PIB agricole. En 2014, le sous-secteur de l'élevage représentait plus de 30% des exportations totales du Tchad hors pétrole (valeur estimée à 142,53 milliards de F CFA). Les activités d'élevage occupent 80% de la population rurale, notamment les femmes et les jeunes. L'élevage fait vivre 40% de la population tchadienne (PNDE, 2009-2016).

D'après la division du travail selon le genre, les femmes ont tendance à participer plus à des opérations intensifiées à petite échelle en plus des tâches domestiques et de soin à la famille (Kathothya, 2017). Selon, Koussou (2018), le commerce du lait et des produits laitiers s'effectue selon quatre circuits : (i) Le circuit des revendeuses traditionnelles qui commercialisent du lait caillé et du beurre clarifié achetés en brousse ou produits par leurs soins ; (ii) Le circuit des collecteurs, par lequel le lait frais collecté auprès des éleveurs est acheminé vers les villes, et qui alimente les micro-entreprises de transformation laitière (Mini laiteries, bars laitiers, fromageries, yaourteries). Ce circuit alimente aussi un réseau de distribution au porte-à-porte constitué de femmes appelées *talanés* ; (iii) Le circuit du lait de chamelle, mis en place par les chameliers Arabes Oualad Rachid, est le plus récent. Il est apparu dans les années 1980. Cette filière est la plus saisonnière, en raison de la commercialisation du lait en saison sèche lorsque les productrices sont présentes dans les environs de N'Djaména. Elles se rendent quotidiennement à la capitale dans des taxis brousse spécialement affrétés pour vendre leur lait. Certaines d'entre elles s'installent sur les

places de marché ou au bord des routes bitumées; (iv) Le circuit des importations par lequel sont commercialisés les « produits de luxe » (beurre de table, fromages européens) et surtout la poudre de lait importée. Les importations de poudre de lait et de produits « de luxe » interviennent pour compléter les approvisionnements en lait local (Koussou, 2018). Les bars laitiers, ce sont des commerces très diversifiés dans leurs activités. Ils transforment et commercialisent du lait réfrigéré et du lait entier fermenté appelé localement *rayeb*. Ces commerces se font généralement dans les boutiques, alimentations et restaurants. La plupart des productrices et vendeuses de lait fermenté enquêté ont un niveau bas ou sont analphabètes.

TECHNOLOGIES DE FABRICATIONS DES PRODUITS LAITERS AU TCHAD

Diagramme artisanale

Parmi les laits fermentés, il faut noter également les laits caillés traditionnels africains dans lesquels la fermentation est sous la dépendance des bactéries lactiques non définies, naturellement présentes au départ dans le lait ou apportées par l'ambiance des ateliers de fabrication (Figure 2). Au Tchad, les laits fermentés traditionnels sont obtenus à partir du lait cru de vache ou des chèvres.

Cependant, lorsque la production laitière devient faible, on utilise la poudre de lait importé reconstitué. Pour accélérer la fermentation, certains transformateurs artisanaux utilisent la technique du pied de cuve en ajoutant un peu de caillé de la veille ou des calebasses pour fermenter le lait cru du jour (Duteurtre, 2003 ; MAÏWORE et al., 2018).

Contrôle du lait à la réception

Les unités de transformation laitière peuvent utiliser du lait de vache cru ou du lait en poudre comme matière première.

Utilisation de lait cru de vache

Le principal danger à la réception du lait est le mélange de lait contaminé et de lait sain. Les éleveurs apportent le lait en petites quantités de quelques litres. Les laits sont mélangés soit entre lait de vache et chèvre ou soit lait de vache et la farine de blé pour être pasteurisés par marmites de plusieurs dizaines de litres. Un bidon de lait contaminé contamine

à son tour l'ensemble d'un lot de pasteurisation. Le retour de bidon non lavés de la laiterie aux éleveurs favorise le développement des microorganismes (CSEGBPH, 2005).

Utilisation de lait en poudre

La poudre de lait est souvent jugée de bonne qualité sanitaire car importée, ce qui n'est pas toujours vrai. Les sources de contamination probables sont essentiellement liées à l'état hygiénique des récipients et des ustensiles (louches, spatules) utilisées dans le prélèvement (Millogo et al., 2018). L'eau de dilution n'est pas toujours de bonne qualité. En outre, le manipulateur, s'il est lui-même porteur des germes pathogènes, peut être à l'origine de contamination en plongeant par inadvertance sa main dans le sac ou le lait reconstitué.

Filtration

La filtration du lait à la réception permet d'éliminer les impuretés. Elle est effectuée avec des filtres à usage unique ou avec matériel lavés et désinfectés après chaque fabrication. La filtration du lait élimine les éventuelles impuretés et les résidus divers (poils, cheveux, brins de paille) qui peuvent abriter des micro-organismes. Il est préférable de laver et de désinfecter les bonbonnes utilisées pour le transport du lait à la sortie de la laiterie après la réception du lait (CSEGBPH, 2005).

Pasteurisation du lait cru

La qualité hygiénique du lait s'assure dès la traite. Lorsque le lait est prélevé sur un animal sain, il contient en général peu de microorganismes. Ces germes sont généralement des saprophytes du pis et des canaux galactophores (streptocoques lactiques, microcoques et lactobacilles). La présence de la lacténine (enzyme naturellement présente dans le lait cru) empêche la prolifération des microorganismes pendant environ 4 heures. Ce comportement du lait cru est désigné sous le terme de phase « bactéricide » ou phase « d'adaptations ».

En plus de la flore originelle, d'autres bactéries d'origines diverses (les équipements de traite, les mains du trayeur, l'air, les bidons, l'eau, etc.) peuvent contribuer à augmenter la

charge microbienne (Millogo et al., 2018). Cette charge augmente considérablement si le lait est maintenu longtemps aux conditions ambiantes (20 à 40°C) pendant le transport jusqu'à l'unité. Ainsi la traite, même réalisée dans les conditions hygiéniques satisfaisantes, peut s'accompagner de contamination ultérieure.

La pasteurisation est donc nécessaire à la réception du lait, avant toute transformation. Par définition, la pasteurisation est un traitement thermique qui consiste à chauffer le lait jusqu'à une température définie et à la maintenir pendant un temps donné. En procédant à la pasteurisation du lait, la plupart des bactéries du lait non sporulées sont détruites. Toutefois un certain nombre d'entre elles, nommées bactéries thermorésistantes, ne sont pas détruites et peuvent se développer quand les conditions seront redevenues favorables. C'est ainsi que les streptocoques et les *Lactobacillus* peuvent persister dans le lait mal pasteurisé et ainsi provoquer son acidification et la coagulation de la caséine.

L'efficacité de la pasteurisation est étroitement liée au respect rigoureux du couple température-temps choisi, ce qui nécessite d'utiliser un thermomètre et un chronomètre. Il est recommandé d'adopter le couple « au moins 90°C pendant au moins 10 minutes » pour les unités artisanales, car il assure la sécurité des consommateurs.

Pasteurisation du lait reconstitué

Même si la poudre de lait a une activité de l'eau empêchant la multiplication des microorganismes et si l'action bactéricide des procédés comme l'atomisation ou l'instantanéisation est faible, une décontamination (due à *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Eschericia coli*, levure, moisissure, etc.) peut survenir par la suite et notamment lors de l'humidification au stockage sur le lieu de vente.

Par ailleurs, l'eau qui est abondamment utilisée dans la reconstitution du lait est une source potentielle de contamination par les germes. Généralement l'eau provenant des circuits de distribution de la STE (Société Tchadien de l'Eau), et de forage répond au critère de potabilité exigée pour la consommation à la sortie de la pompe. Cependant sa qualité peut être altérée au cours

de son transport par les canalisations (tuyauterie défectueuse, des bidons mal lavés et transporté par des ânes ou des chevaux) jusqu'aux différents points de distribution. La contamination de l'eau peut aussi provenir des récipients mal nettoyés ou désinfectés (Futs, seaux, bidons etc.) qui abritent souvent des pathogènes en nombre élevé.

Le refroidissement du lait après pasteurisation

Le refroidissement doit être rapide et immédiatement suivi de l'inoculation du ferment adéquat à la température idéale :

- 40-45°C pour le yaourt à fermentation rapide ;
- 37°C pour le yaourt à fermentation lente ;
- 31-37°C pour le lait caillé ;
- 4°C pour le lait pasteurisé.

Le lait doit être refroidi dans des bassines fermées dans un bain-marie d'eau fraîche (CSEGBPH, 2005).

La fermentation

Pour une meilleure fermentation, il convient de respecter la température d'ensemencement et d'incubation pour la maîtrise de la qualité sanitaire et technologique du produit fini. Cette température doit être proche de la température optimale de prolifération des germes ou la température d'activation de l'enzyme.

- Pour le lait caillé (culture fermentaire composée de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus mésophilus*) on choisit une température proche de la température optimale de développement des streptocoques mésophiles, soit 31°C. Il faut signaler que la température optimale de croissance de *Lactobacillus bulgaricus* se situe entre 47 et 50°C, mais il est préférable que la souche *Streptococcus mesophilus* assure le départ de la fermentation. L'objectif recherché est de favoriser ces derniers, responsables de la production d'arôme. Les *Lactobacillus bulgaricus* sont en effet de puissants acidifiants pouvant produire de grandes quantités d'acide lactique à 47°C. A 31°C, leur pouvoir acidifiant est considérablement réduit ce qui permet d'obtenir un lait caillé aromatisé

avec une acidité d'environ 80° D au bout de 18 heures.

- Pour le yaourt, il doit de préférence être élaboré par deux souches bactériennes *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Elles serontensemencées simultanément et restent vivantes jusqu'à la consommation du produit. L'ensemencement doit se faire à une température la plus proche possible de 45°C pour assurer un démarrage le plus rapide possible de la fermentation. Il faut, autant que possible, utiliser une étuve ou une armoire isotherme (CSEGBPH, 2005).

Le conditionnement

Le conditionnement est l'étape au cours de laquelle le produit est mis en sachet ou en pot. Il est donc plus sujet à des traitements ultérieurs. Il est impossible après cette phase de détruire des germes qui se trouveraient présents dans le produit et se développeraient si les conditions sont favorables (notamment la température et l'acidité). Les yaourts les moins acides, notamment ceux pour lesquels la qualité du ferment n'est pas optimale, seront les plus sujets au développement bactérien. Trois sources de contamination principales à ce niveau :

- ✚ Les emballages : même si le lait ou yaourt est indemne de contamination, les emballages stockés dans de mauvaises condition ou mal lavés et désinfectés peuvent contaminer le produit commercialisé ;
- ✚ Certaines pratiques inadaptées de la part des opérateurs lors du conditionnement : soufflé dans le sachet ou les bidons froissés pour l'ouvrir, conditionner le produit dans un réfrigérateur avec d'autre aliment comme le jus et la viande ou laisser à la température ambiante (risque de contamination croisée et les bactéries contenues dans l'aire ambiante) ;
- ✚ L'environnement de travail et le personnel (tenues, bijoux...), source potentielles de contamination du produit (CSEGBPH, 2005).

Le stockage

Le stockage des produits laitiers chez le producteur ou le transformateur ne se fait pas forcément dans des conditions adéquates. Le

« *Rayeb* » est un type de lait fermenté produit à partir du lait de vache, chauffé puis caillé et conservé dans des calebasses, glacières et des bassines non appropriées (Essomba et Dury, 2002). Le *Rayeb* a un goût acide, a l'aspect d'un yaourt étuvé et est consommé simplement après ajout de sucre et de pain ou des gâteaux. Le *Rouaba*, quant à lui, désigne le lait fermenté acide, obtenu à partir d'un lait frais bouilli puis fermenté grâce à un lait fermenté issu d'une précédente production stocké dans les calebasses, bidons récupérer et des bassines mal désinfecter. A la différence du *Rayeb*, le « *Rouaba* » est moins riche en matière grasse mais les deux sont très proches sur le même plan technologique et microbiologique. Les deux laits produits ne sont point réfrigérés et ou conservé mais laisser beaucoup plus à la température ambiante pendant plusieurs jours. Le « *Rouaba* » peut aussi être consommé tel qu'il est, mais dans la plupart des cas, il est ajouté à des bouillies en fin de cuisson pour l'acidifier (MAÏWORE et al., 2018)

Problèmes de santé liés à la consommation des produits laitiers en rapport avec la technologie utilisée

Qualité sensorielle et technologique du lait

La qualité sensorielle du lait a été appréhendée différemment d'après les acteurs. Les consommateurs se concentrent souvent sur le coté hédonique du lait, tandis que les transformateurs s'intéressent à différentes propriétés telles que la consistance, l'absence de défauts du lait, etc. La qualité sensorielle du lait est définie par son apparence, sa texture et son goût. L'apparence ainsi que la couleur peuvent être évaluées a l'œil, mais aussi de manière instrumentale. La texture peut être évaluée par la bouche, mais aussi par le toucher et l'instrument à travers des mesures rhéologiques. La flaveur, notamment l'odeur, est évaluée par le nez et par différents récepteurs de la cavité buccale. La bouche et la voie retro-nasale évaluent l'arome (Atchouké et al., 2021).

Par ailleurs, l'aptitude du lait à la transformation est une question qui concerne le producteur de lait et le transformateur. Le producteur devra essayer de fournir au transformateur un lait qui répond à ses attentes et le transformateur portera un jugement rapide sur les propriétés fonctionnelles et l'aptitude du

lait a la transformation. Hurtaud et al. (2001), ont souligné la composition botanique des pâturages et la nature des fourrages ingérés par la vache affectent significativement la qualité physico-chimique et les caractéristiques sensorielles et technologiques du lait et du fromage. De même, la complexité de la composition de la microflore endogène du lait contribue a la diversité aromatique du lait et du fromage (Demarigny et al., 1997 et Beuvier et al., 1997). Un transfert direct de certains composés chimiques tels que les terpènes et les saponosides, de l'alimentation des vaches (présents dans les plantes galactogènes) vers le fromage a travers le lait, a été observé (Viallon et al., 2000 ; Hurtaud et al., 2001).

Qualité physique des produits laitiers et santé

Plusieurs agents physiques peuvent polluer le lait et les produits laitiers. Dans les pays en développement, la contamination par des agents physiques se produit essentiellement dans les fermes au moment de la traite. Les contaminants sont entre autres les débris de la bouse de vaches, de paille, de foin, de poils de la vache pendant la traite (Kouamé-Sina et al., 2010), les grains de sables issus de la poussière lorsque le lait collecté n'est pas recouvert. De nos jours, le lait de ferme est pour la plupart transformé en produits laitiers et subit pendant le processus une étape de filtration afin d'éliminer le maximum d'impuretés physiques

Qualité microbiologie et santé

Le lait est un aliment hautement nutritif en raison de sa richesse en glucides, de graisses, de vitamines et de minéraux (Aggad et al., 2009 ; Ahmed et al., 2010). En plus de valeurs nutritionnelles, la consommation des produits laitiers est également associée à des micro-organismes pathogènes. En effet, plusieurs agents biologiques comme les bactéries, les levures et moisissures et certains virus peuvent contaminer les produits laitiers. Parmi ces agents, certains sont à l'origine de pathologies mineures ou majeures dans le monde (OMS, 2013). Les principaux agents pathogènes contaminant les produits laitiers sont *E. coli* (indicateurs de contamination fécale et souvent responsables de maladies diarrhéiques), des espèces des genres

Salmonella, *Shigella*, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium*, certains levures et moisissures ainsi que des virus comme les adénovirus, les virus de l'encéphalite à tique et de la fièvre aphteuse (Bagré, 2016).

Qualité physico-chimique et santé

Le lait est un produit issu de l'élevage, sa qualité est liée aux conditions de traitement en ferme des animaux (soins vétérinaires, alimentation, facteurs de croissance, fourrage utilisé). Le lait peut renfermer plusieurs contaminants chimiques. Parmi les contaminants chimiques, on a les résidus d'antibiotiques et de pesticides. La contamination du lait par les résidus antibiotiques est tout d'abord due à l'utilisation des antibiotiques en thérapeutiques préventives, curatives et dans l'alimentation comme additif alimentaire et/ou comme facteur de croissance en élevage (Nisha, 2008 ; Ben-Madhi et Ouslimani, 2009). Enfin, la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait et produit laitier est due probablement aux mauvaises pratiques d'usage de ces antibiotiques surtout le non-respect du délai d'attente et des mauvaises pratiques d'élevage (Shahzadi et al., 2013 ; Iftikhar et al., 2014).

DIAGRAMME TECHNOLOGIQUE AMELIORE ET APPLICATION DE LA METHODE HACCP POUR UNE QUALITE SAINTE DES PRODUITS LAITIERS

La Figure 3 présente le diagramme technologique amélioré et l'application de la démarche HACCP dans le procédé de fabrication des laits callés à base de lait crus et en poudre.

Hygiène des locaux, des installations et des équipements

- Les zones de production et les stations de conditionnement doivent être bien propres pour éviter tout risque de contamination ;
- Toutes les surfaces et tous les équipements qui rentrent en contact direct avec les produits doivent être sains et nettoyés avec de l'eau potable et de l'eau de javel ou le savon en poudre ou autres détergents en quantité suffisante ;

- Les surfaces extérieures qui ne sont pas en contact avec les produits doivent être disposées de manière à ce qu'elles puissent empêcher les insectes, les ravageurs ou les bactéries de rentrer en contact direct avec les produits ;
 - Après le travail, les équipements et le matériel devraient être nettoyés et rangés dans un lieu propre. L'atelier doit être en bon état et entretenu régulièrement ;
 - La propreté des équipements et du matériel doit être surveillée et respectée constamment ;
 - Les germes pathogènes pouvant être présents sur les sols, les équipements de préparation des produits laitiers ne doivent pas être mis par terre ;
 - L'emballage doit être adéquat, le stockage des produits laitiers doit répondre à des impératifs de sécurité tels que l'aménagement de locaux adaptés.
- Les transformateurs et transformatrices doivent être en bonne santé et bénéficier d'un suivi médical régulier. Une visite médicale régulière est recommandée tous les 6 mois. Les manipulateurs souffrant des maladies infectieuses, de tuberculose, de diarrhée, des maux d'estomac, des maladies de la peau et des écoulements de yeux, des nez (rhumes) et des oreilles ne doivent pas être autorisés à manipuler les produits alimentaires jusqu'à ce qu'ils soient complètement guéris ;
 - Les vêtements protecteurs, les chaussures, les coiffures et les gants doivent être portés sur les lieux de travail et non en dehors des ateliers pour éviter toute sorte de contamination ;
 - Les personnels doivent éviter de fumer, de manger, de cracher ou de se moucher dans les ateliers de production.
 - Les mains doivent être lavées avec du savon après avoir été aux toilettes, après avoir mangé ou en d'autres circonstances. Il faut se laver les mains même quand on porte les gants ;
 - Après s'être lavé les mains, il faut les sécher avec un essuie-main à usage unique ;
 - Les vernis à ongle, les faux ongles et le maquillage, les faux cils, les montres bracelets et les bijoux sont interdits dans les ateliers de production.

Hygiène du personnel

L'hygiène des transformatrices et transformateurs et les pratiques sanitaires sur les lieux de production sont des facteurs essentiels de contrôle de la contamination. Les prescriptions d'hygiène personnelle doivent être respectées par les manipulateurs ou les transformateurs, car ceux-ci représentent une source potentielle de contamination des produits alimentaires, ainsi donc :

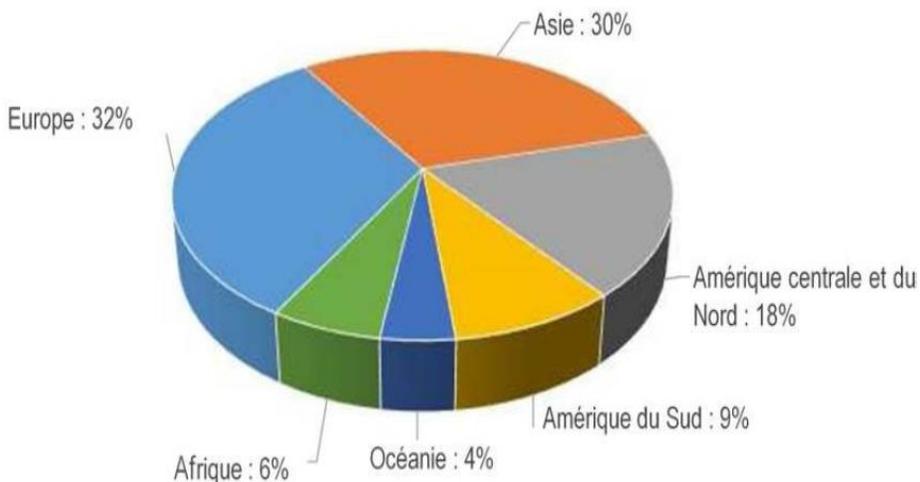


Figure 1 : Répartition de la production mondiale de lait de vache par continent.
Source : CNIEL, 2019.

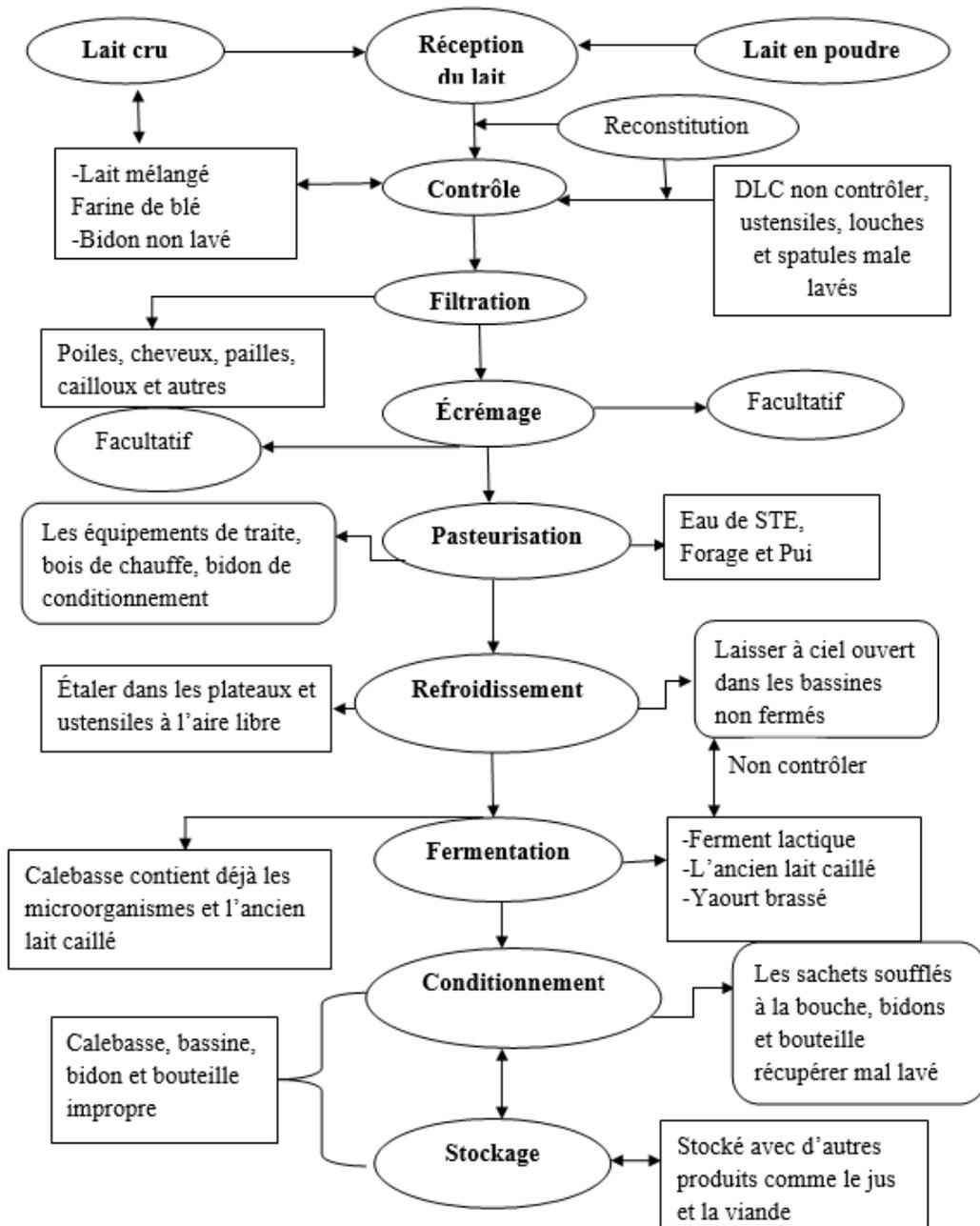


Figure 2 : Procédé de fabrication des laits caillés à base de lait cru et en poudre.
 Source : Valery (2023).

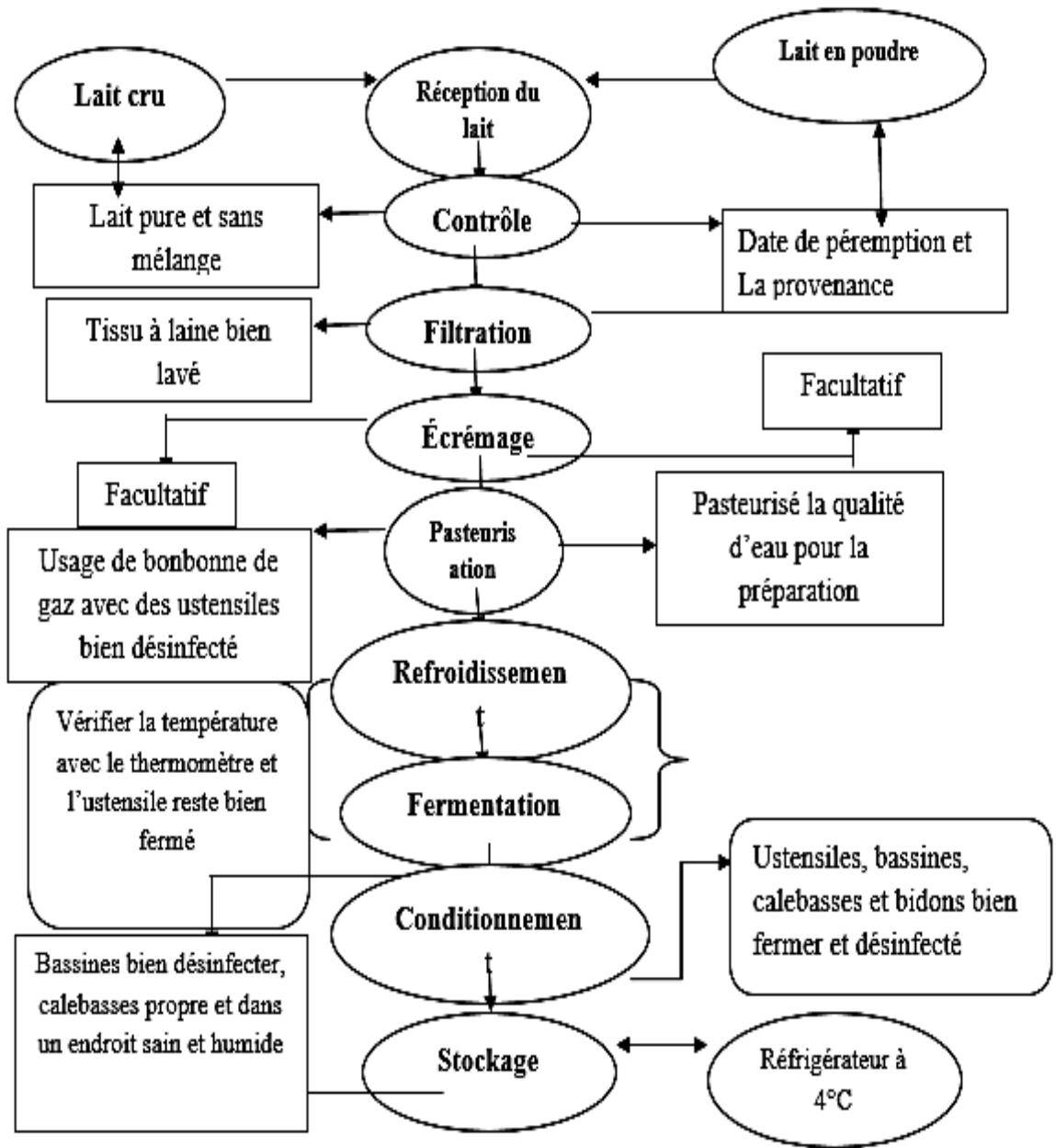


Figure 3 : Diagramme technologique amélioré et application de la démarche HACCP dans le procédé de fabrication des laits callés à base de lait crus et en poudre.

Tableau 1 : Performance laitière de quelques races de vaches.

Races de vache laitière	Production laitière Quotidienne moyenne (litre)	Pays	Sources
Holstein	31,00	USA	CICPE, (2016)
Black and White	24,00	Hollande	
Ayrshire	18,00	Afrique du Sud	
Goudali	7,00	Nigeria	Moussa Garba, (2016)
Azawak	7,00	Niger	Aboubacar et al. (2017)
Kouri	6,00	Niger	
Zébu Mbororo	2,00	Tchad	
Girolando	6,87	Benin	Toukourou et Senou (2012) ; Kassa, (2016)
Gir	5,50		
Borgou	1,00		
Croisement Azawak x Lagunaire	0,81		
Lagunaire	0,42		

Source : Atchouké et al. (2021).

Conclusion

Les produits laitiers (*Halib*, *Rouaba* et *Rayeb*) consommés dans la ville de N'Djaména sont fabriqués suivant un procédé traditionnel. La production et la commercialisation de ces aliments constituent d'importantes activités génératrices de revenus qui sont plus pratiquées par des femmes que des hommes originaires du Nord et du Centre du pays. La ville de N'Djaména est marquée par un climat de type sahélo-saharien donnant ainsi une alternance de deux saisons : une saison pluvieuse allant de juin à septembre avec des températures comprises entre 18°C et 30°C et l'autre saison sèche allant d'octobre à mai avec des températures comprises entre 20°C et 45°C. Elle est également caractérisée par une moyenne pluviométrique annuelle de l'ordre de 630 mm. Cependant, la saison sèche est marquée par une diminution totale de lait local, ce qui oblige les producteurs à utiliser le lait en poudre pour transformer en lait fermenté local.

La technologie de ces produits reste un souci majeur pour les consommateurs. L'utilisation de produits vétérinaires, le non-respect des règles d'hygiène et des bonnes pratiques de fabrication pourraient causer de problèmes de santé publique. L'amélioration de la performance de l'équipement de fabrication, l'étude approfondie de la dynamique de fermentation et l'élaboration d'une norme de qualité du produit laitier restent encore des aspects scientifiques et techniques à étudier.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêts en rapport avec ce manuscrit.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

VMB est l'auteur principal de cette étude, il a élaboré les fiches d'enquêtes, et il a réalisé les enquêtes de terrain. Il a également traité les données et rédigé le premier draft de

ce manuscrit. MAD et AT ont supervisés les activités de ce travail et on contribués à la rédaction et à la révision critique du document. TB, AOH, NB, AM, MTN, BVI ont contribués à la collecte d'information sur le terrain et à l'amélioration du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Université de N'Djamena, les responsables du Laboratoire de Recherche en Sciences des Aliments et Nutrition (LaRSAN), les différents producteurs (trices) et les transformateurs (trices) des produits laitiers de la ville de N'Djamena et ces périphéries.

RÉFÉRENCES

Aboubacar D, Niang M, Salla A, Bedane B. 2017. Revue des filières bétail/viande et lait et des politiques qui les influencent au Niger ; Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et la Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest. 20p.

Adanlehoussi 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. *Tropicicultura*, **21**(3): 135-141. DOI : <http://www.tropicicultura.org/text/v21n3/1.35.pdf>.

Aggad H, Mahouz F, Ammar YA, Kihal M. 2009. Evaluation of the hygienic quality of milk in western Algeria. *Rev. Med. Vet.*, **160** (12).

Ahmed AI, Mohammed AA, Faye B, Blanchard L, Bakheit SA. 2010. Assessment of quality of camel milk and gariss, north Kordofan State, Sudan. *Res. J. Anim. Vet. Sci*, **5**(1): 18–22. <http://www.aensonline.com/rjavs/rjavs/2010/18-22.pdf>

Association pour la Promotion de l'Élevage au Sahel et en Savane (Apress) et Gret. 2016. Promouvoir l'élevage agropastoral au Sénégal, 4p.

Bagré TS, Serge S, Mahamady T, Daniel I, Gertrude B, Hadiz B, Caroline BS, Alfred TS, Nicolas B. 2015. Détection

biologique des résidus d'antibiotiques dans le lait et produits laitiers de vache consommés à Ouagadougou, Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, **87**: 8105–8112. DOI:

<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v87i1.11>

- Bagré ST. 2016. Evaluation de la contamination par des résidus d'antibiotiques, des pathovars de *Escherichia coli* et *Salmonella enterica* du lait et des produits laitiers consommés au Burkina Faso. Thèse, 16p.
- Ben-Mahdi MH, Ouslimani S. 2009. Mise en évidence de résidus d'antibiotiques dans le lait de vache produit dans l'Algérois. *Eu. J. Sci. Res.*, **36**: 357-362.
- Beuvier E, Berthaud K, Cegarra S, Dasen A, Pochet S, Buchin S, Duboz G. 1997. Ripening and Quality of Swiss-Type Cheese Made from Raw, Pasteurized or Microfiltered Milk. *International Dairy Journal*, **7**(5): 311-323. DOI: 10.1016/S0958-6946(97)00015-0.
- Boubezari M. 2010. Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel. Université de Constantine. Magister en médecine vétérinaire, P103.
- Broutin C, Levard L, Goudiaby MC. 2018. Quelles politiques commerciales pour la promotion de la filière « lait local ». Paris : Sous-comité de Gret, p100.
- CEDEAO. 2017. Note d'orientation de l'étude de faisabilité de l'offensive régionale pour la promotion du lait local en Afrique de l'Ouest. Département de l'Agriculture, de l'Environnement et des Ressources en Eau, p5
- CNIEL. 2019. L'économie laitière en chiffres— Edition 2019, p198.
- Comité international pour le contrôle de performances en élevage (CICPE) et AAC-DIA. 2016. Production moyenne par vache et race - certains pays (contrôle laitier). Agriculture et Agroalimentaire. Gouvernement du Canada, P2.
- Comité de Suivi pour l'Élaboration du Guide des Bonnes Pratiques d'Hygiène

- (CSEGBPH) et Gret. 2005. Maitrise de la qualité dans la transformation laitière au Burkina Faso, p36-49.
- Dahan C, Mingasson E. 2016. Voix lactées, sur la route du lait. Imprimeries Escourbiac, p208.
- Demarigny Y, Beuvier E, Buchin S, Pochet S, Grappin R. 1997. Influence of raw milk microflora on the characteristics of Swiss-type cheeses. II. Biochemical and sensory characteristics. *Lait*, **77**: 151-167.
- Dossou J, Atchouké G D L, Dabadé D S, Azokpota P, Montcho J K. 2016. Évaluation comparative de la qualité nutritionnelle et sanitaire du lait de différentes races de vaches de quelques zones d'élevage du Bénin. *European Scientific Journal*, **12**(3) : 19.
- Duteurtre G, Corniaux C. 2013. Etude relative à la formulation du programme d'actions détaillé de développement de la filière lait en zone UEMOA. Rapport final. Sous la Commission DSAME-UEMOA/CIRAD, p1-75.
- Essomba J-M, DURY S. 2002. Consommation des produits laitiers à Ngaoundéré au Cameroun : croyances et perceptions des consommateurs et non consommateurs. Agro-PME. Yaoundé. Décembre, multigr, 22p. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-
- FAO. 2002. Série Alimentation, agriculture et environnement, document de synthèse n°28, 43p.
- Faye B, Bonnet P, Corniaux C, Duteurtre G. 2010. Peuple du lait. Éd. Quae, Paris, France, 160p.
- Atchouké G D L, Dabade S, Adéoti K, Ballogou V, Osseyi E G, Dossou J. 2021. Effet des plantes galactogènes sur l'amélioration de la productivité et de la qualité du lait des vaches locales : Synthèse bibliographique. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, **31** (03), BRAB en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net>
- Hemme T, Otte J. 2010. Status and prospects for smallholder milk production. A global perspective. FAO, Report, 186p. <http://www.fao.org/3/i1522e/i1522e.pdf>
- Hurtaud, C, Buchin S, Martin B, Verdier-Metz I, Peyraud JL, Noel Y. 2001. La qualité des laits et ses conséquences sur la qualité des produits de transformation : quelques techniques de mesure dans les essais zootechniques. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, **8** : 35 – 42.
- Iftikhar B, Siddiqui S, Rehman S. 2014. Assessment of the dietary transfer of pesticides to dairy milk and its effect on human health. *Afr. J. Biotechnol.*, **13**: 476-485.
- International Dairy Federation, 2018. Bulletin of the International Dairy Federation, 494.199 p.
- Kassa KS, Ahounou S, Dayo GK, Salifou C, Issifou MT, Dotché I, Gandonou P S, Yapi-Gnaoré V, Koutinhoun B, Mensah GA, Youssao IAK. 2016. Performances de production laitière des races bovines de l'Afrique de l'Ouest. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(5): 2316-2330. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i5.29>.
- Kathothya G. 2017. Gender assessment of dairy value chains: evidence from Kenya. FAO report, 80p. <http://www.fao.org/3/a-i6786e.pdf>
- Kouamé-Sina SM, Bassa A, Dadié A, Makita K, Grace D, Dje M, Bonfoh B, 2010. Analyse Des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Côte d'Ivoire). *Rev. Afr. Santé Prod. Anim.*, **8**: 35-42. DOI : <https://www.researchgate.net/publication/270793171>
- Koussou Mian O. 2018. État des filières laitières dans les 15 pays de la CEDEAO, de la Mauritanie et du Tchad Annexe 12 : Fiche Tchad. 5p.
- Maïwore J, Baane M P, Tatsadjieu NL, Fadila JA, Yaouba Yero M, Montet D. 2018. Microbiological and physico-chemical quality of fermented milks consumed in Maroua (Cameroun). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(3): 1234-1246.
- Michaelidou AM. 2008. Factors influencing nutritional and health profile of milk and

- milk products. *Small Ruminant Research*, **79** (1): 42-50.
- Millogo V, Sissao M, Ouédraogo GA. 2018. 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): 244-252. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.19>
- Ministère des Finances et du Budget. 2018-2021. Rapport de cadrage macroéconomique et budgétaire, Tchad, 46p.
- Ministère de l'Élevage et des Ressources Animales (MERA). 2008. Plan National de Développement de l'Élevage (PNDE 2009-2016), document de synthèse, Plan d'Actions, Tchad, 84p.
- Moussa GM. 2016. Application de l'échographie à l'étude de la dynamique folliculaire lors de l'oestrus induit chez la vache Azawak au Niger. Faculté De Médecine Vétérinaire, Université De Liège, Thèse de doctorat en Sciences Vétérinaires.
- Nisha AR. 2008. Antibiotic residues-A global health hazard. *Vet. World*, **1**: 375-377.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). 2013. Infections à *Salmonella* (non Typhique). Aide mémoire N° 139.
- Pereira PC. 2014. Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*, **30**(6): 619-627.
- Sessou P, Farougou S, Azokpota P, Youssao I, Yehouenou B, Ahounou S, Sohounhloue DCK. 2013. Inventaire et analyse des pratiques endogènes de conservation du wagashi, un fromage traditionnel produit au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**(3): 938-952.
- Shahzadi N, Imran M, Sarwar M, Hashmi AS, Wasim M. 2013. Identification of pesticides residues in different samples of milk. *J. Agroaliment. Proc. Technol.*, **19**: 1-6.
- Sraïri MT, Chatellier V, Corniaux C, Faye B, Aubron C, Hostiou N, Safa A, Bouhallab S, Lortal S. 2019. Le développement du secteur laitier et sa durabilité dans différentes parties du monde. *INRA Prod. Anim.*, **32**: 339-358.
- Takahiro M, Nobuhiko K, Toshinao G. 2007. Milk consumption does not affect body mass index but may have an unfavorable effect on serum total cholesterol in Japanese adults. *Nutr. Res.*, **27**: 395-399.
- Toukourou Y, Senou M. 2012. Performances zootechniques de la vache Girolando à la ferme de Kpinnou au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques*, **14**(2) : 207-220.
- Udo HMJ, Aklilu HA, Phong LT, Bosma RH, Budisatria IGS, Patil BR, Samdup T, Bebe BO. 2011. Impact of intensification of different types of livestock production in smallholder crop-livestock systems. *Livest. Sci.*, **139**(1-2): 22-29.
- Viallon C, Martin B, Coulon JB, Berdagué JL, Pradel P, Garel JP. 2000. Transfer of monoterpenes from forages into milk fat. *Lait*, **80**: 35-641.