



INFLUENCE DU PROCEDE DE FABRICATION SUR LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DU «KOUNOU», UNE BOISSON LOCALE A BASE DE CEREALES CONSOMMEE A MAROUA (CAMEROUN)

INFLUENCE OF THE MANUFACTURING PROCESS ON THE PHYSICO-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF «KOUNOU», A LOCAL CEREAL-BASED DRINK CONSUMED IN MAROUA (CAMEROON)

| Justine Maïworé ^{1*} | Martin-Paul Baane ² | Léger Djetadom ¹ | Hamadou Doulanni ¹ | et | Léopold Tatsadjieu Ngoune ³ |

¹ Université de Maroua | Ecole Normale Supérieure | Département des Sciences de la Vie et de la Terre | Maroua | Cameroun |

² Caisse Nationale de prévoyance sociale (CNPS) | Laboratoire de l'Hôpital de la CNPS | Maroua | Cameroun |

³ Université des Ngaoundéré | Institut Universitaire de Technologies | Ngaoundere | Cameroun |

| Received July 27, 2021 |

| Accepted August 14, 2021 |

| Published August 16, 2021 |

| ID Article | Justine-Ref09-ajira270721 |

RESUME

Introduction : Le «kounou» est une boisson amylacée faite à base de céréales, très prisée par les populations de la région septentrionale du Cameroun. Elle est surtout consommée lors des cérémonies traditionnelles et est commercialisée dans de nombreux marchés. **Objectif :** Cette étude a été conduite dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique du «kounou». **Méthodologie.** Après des enquêtes effectuées auprès des producteurs et consommateurs, quelques analyses physico-chimiques (pH et acidité titrable) et microbiologiques ont été effectuées sur les échantillons prélevés auprès de dix productrices. **Résultats :** Les résultats obtenus ont révélé que le pH des échantillons varie entre $4,3 \pm 0,3$ (KMG, Baoliwol) et $5,11 \pm 0,09$ (KB, Hardé) et l'acidité titrable, entre $2,52 \pm 0,52$ (KMP Hardé) et $15,57 \pm 0,27^\circ\text{D}$ (KMG, Baoliwol). Les analyses microbiologiques ont révélé que certains échantillons présentent flore lactique comprise entre $1,04 \pm 0,04$ (KM3 de Hardé) et $3,89 \pm 0,07$ LogUFC/ml (KMG2 de Baoliwol). La concentration en coliformes totaux est comprise entre $2,20 \pm 0,03$ (KMP2 de Hardé) et $4,70 \pm 0,06$ LogUFC/ml (KP de Palar J) tandis que celle des coliformes fécaux se situe $1,91 \pm 0,06$ (KMP2 de Hardé) et $4,61 \pm 0,01$ Log UFC/ml (KMP1 de Salak). La flore aérobique mésophile totale a des valeurs qui oscillent entre $3,07 \pm 0,09$ (KP1, Salak) et $9,61 \pm 0,01$ Log UFC/ml (KMP, Hardé). La flore fongique est comprise entre $2,68 \pm 0,01$ (KB, Hardé) et $8,73 \pm 0,08$ LogUFC/mL (KMG, Bawliwol). Trois échantillons sur dix contiennent des spores de *Clostridium*, dont les valeurs sont comprises entre $0,95 \pm 0,05$ (KMP4 de Hardé) et $1,75 \pm 0,03$ Log UFC/ml (KB de Hardé). **Conclusion :** A cause de ce dernier microorganisme, certains échantillons de cette boisson sont impropres à la consommation.

Mots clés : «kounou», flore microbienne, Maroua, agent d'hydrolyse.

ABSTRACT

Background: The «kounou» is a starchy drink made from cereals, highly prized by the populations of the northern region of Cameroon. It is mainly consumed during traditional ceremonies and is marketed in many markets. **Objective:** This study was carried out with the aim of evaluating the physico-chemical and microbiological quality of «kounou». **Methods:** After surveys carried out among producers and consumers, some physico-chemical (pH and titratable acidity) and microbiological analyzes were carried out on the samples taken from ten producers. **Results:** The results obtained revealed that the pH of the samples varied between 4.3 ± 0.3 (KMG, Baoliwol) and 5.11 ± 0.09 (KB, Hardé) and the titratable acidity, between 2.52 ± 0.52 (KMP Hardé) and $15.57 \pm 0.27^\circ\text{D}$ (KMG, Baoliwol). Microbiological analyzes revealed that some samples exhibit lactic flora between 1.04 ± 0.04 (KM3 from Hardé) and 3.89 ± 0.07 LogUFC / ml (KMG2 from Baoliwol). The concentration of total coliforms is between 2.20 ± 0.03 (KMP2 of Hardé) and 4.70 ± 0.06 LogUFC / ml (KP of Palar J) while that of fecal coliforms is $1.91 \pm 0, 06$ (KMP2 from Hardé) and 4.61 ± 0.01 Log CFU / ml (KMP1 from Salak). The total mesophilic aerobic flora has values which oscillate between 3.07 ± 0.09 (KP1, Salak) and $9, 61 \pm 0.01$ Log CFU / ml (KMP, Hardé) The fungal flora is between 2.68 ± 0.01 (KB, Hardé) and 8.73 ± 0.08 LogUFC / mL (KMG, Bawliwol). Three out of ten samples contain *Clostridium* spores, the values of which are between 0.95 ± 0.05 (KMP4 from Hardé) and 1.75 ± 0.03 Log CFU / ml (KB from Hardé). **Conclusion:** Because of the latter microorganism, some samples of this drink are unfit for consumption.

Key words: «kounou», Microbial flora, Maroua, hydrolysis agents.

1. INTRODUCTION

Les populations africaines ont une alimentation basée sur les céréales (sorgho, mil, maïs, blé et riz) avec un rendement de 162 millions de tonnes par an [1]. Après transformation, ces derniers peuvent donner lieu à divers produits amylacés fermentés ou non. Parmi ces produits figurent les boissons amylacées [2]. Au Cameroun en général et dans la partie Nord en particulier de nombreuses boissons locales sont consommées. En fonction des circonstances et des événements, ces boissons peuvent être alcoolisées ou non. Parmi les boissons alcoolisées figure le « bil-bil » une bière locale produite à base de mil, de maïs ou de sorgho [3,4].

Parmi les produits amylacés non-alcoolisés, on trouve la bouillie et le « kounou ». La bouillie faite à base céréales et de pâte d'arachide est généralement consommée au petit déjeuner ou comme dessert par toutes les tranches d'âge. Le « kounou » est une boisson amylacée légèrement fermentée faite à base de céréales et de pâte d'arachide. A la différence de la bouillie ordinaire, la pâte épaisse obtenue à la première étape est liquéfiée par ajout de cossettes de patate séchée ou de malt de mil, de maïs ou de riz qui vont induire une hydrolyse de la bouillie. Après filtration et ajout de sucre cette boisson est consommée. Le « kounou » est surtout consommé lors des cérémonies familiales (baptême et mariage) et dans de nombreux marchés périodiques par les personnes qui ne consomment pas des boissons alcoolisées [5]. Au cours de la production du « kounou », certaines graines maltées sont utilisées. Le maltage enrichit les céréales en enzymes hydrolytiques, en sucres, en acides aminés libres, en vitamines et, améliore la qualité technologique et nutritionnelle [6,7].

L'obtention du « kounou » passe par une légère fermentation. Cette technique de conservation des aliments est peu coûteuse, pratique et convient parfaitement là où d'autres méthodes sont inaccessibles ou inexistantes. Le procédé exige peu d'infrastructures et d'énergie, il est bien intégré dans la vie des villageois dans des zones rurales de nombreux pays en développement [8]. L'action des microorganismes au cours de la fermentation a été associée tout d'abord à l'élaboration de l'arôme et de la texture du produit final. Les bactéries lactiques, des levures et moisissures ont été identifiées comme les principaux micro-organismes se développant au cours de la fermentation [2]. Les propriétés probiotiques des bactéries lactiques et l'inhibition des bactéries pathogènes sont particulièrement importantes, dès lors qu'il a été signalé que les aliments fermentés contribuaient à réduire la durée et la sévérité des diarrhées infantiles [9,10]. Cette technique de conservation renforce la salubrité des aliments en participant à la dégradation de composants toxiques tels que les aflatoxines et les cyanogènes, et en produisant des agents antimicrobiens comme l'acide lactique, les bactériocines [11], le dioxyde de carbone, l'eau oxygénée et l'éthanol. Ces métabolites facilitent en général l'inhibition ou l'élimination des agents pathogènes d'origine alimentaire comme les bactéries impliquées dans les toxi-infections alimentaires (TIA) [8]. Ces produits contribuent également à réduire la durée et la sévérité des diarrhées infantiles [9,10].

Le « kounou » est très souvent commercialisé dans des marchés périodiques et dans certains villages et villes de la région de l'extrême-Nord en général et à Maroua en particulier. Cette boisson constitue ainsi une source de revenus pour de nombreuses familles. Cependant, au cours de la fabrication de cette boisson, après la légère fermentation, de grandes quantités d'eau sont utilisées pour diluer le produit et faciliter la filtration. Les étapes d'homogénéisation de ce produit se font avec les mains nues et à l'air libre tandis que l'étape de filtration se fait à l'aide des tamis et des sacs en tissus. De plus, de nombreux quartiers de la ville de Maroua n'ont pas accès à l'eau potable et les productrices de ces quartiers utilisent l'eau des puits pour diluer ce produit. Lors de la vente, le « kounou » est le plus souvent exposé aux mouches et la poussière qui, sont les agents vecteurs de microorganismes. Compte tenu de tout ce qui précède, il serait intéressant de savoir si le « kounou » consommé dans les grandes cérémonies et commercialisé dans divers quartiers de la ville est de bonne qualité microbiologique. L'objectif de cette étude était d'évaluer la qualité microbiologique du « kounou ».

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 Zone d'étude, production du « kounou » et échantillonnage : La présente étude a été menée dans la ville de Maroua, Région de l'Extrême-Nord du Cameroun. Une enquête a également été effectuée auprès des producteurs et les consommateurs de « kounou » de 5 quartiers de la ville de Maroua suivants: Pitoaré, Baoliwol, Hardé, Palar et Salak. Les enquêtés étaient les producteurs et les consommateurs de « kounou » de ces différents quartiers dans lesquels se rencontrent des marchés.

2.2 Echantillonnage : Pour déterminer la qualité microbiologique des produits, au total, 10 échantillons de « kounou » ont été prélevés chez 10 productrices des différents sites. Tous les échantillons collectés ont été acheminés directement au laboratoire dans les conditions aseptiques et sous un régime de froid (glacière plus carboglaces) pour les diverses analyses. Les échantillons ont été analysés le jour même du prélèvement.

2.3 Analyses physico-chimiques

2.3.1 Détermination du pH : Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre électronique (HANNA) par immersion directe de l'électrode dans 20 mL de « kounou » pour les échantillons liquides. L'opération a été répétée trois fois [12].

2.3.2 Détermination de l'acidité titrable : Les échantillons de « kounou » prélevés auprès des vendeuses (sous forme liquide) ont été analysés tel qu'ils ont été collectés. L'acidité titrable a été déterminée par la technique de titration. Pour cela, 10 mL de « kounou » ont été prélevés et versés dans un bécher. Trois à 4 gouttes de phénolphthaléine ont été ajoutées à l'échantillon, sous une constante agitation. La titration a été faite à température ambiante par ajout gouttes à gouttes de la solution de NaOH de 0,1 N jusqu'au virage au rose, le volume final de la soude a été noté [13]. Il est important de s'assurer que la coloration persiste pendant au moins 8 secondes. L'acidité a été exprimée en degré Dornic (1°Dornic correspond à 0,1 g d'acide lactique). Chaque échantillon a été titré 3 fois.

2.4 Analyses microbiologiques

2.4.1 Préparation de l'inoculum : Les dilutions décimales ont été effectuées par ajout de 1 mL de la solution mère de chaque échantillon dans 9 mL d'eau peptonnée (Oxoid Cambridge, UK). Cette opération a été répétée dans une série de tubes à essai jusqu'à obtenir la dilution voulue.

2.4.2 Dénombrement des bactéries : Les bactéries lactiques ont été dénombrées après ensemencement de 100 μ L de chaque échantillon dilué sur une gélose MRS (Man, Rogosa et Sharpe) additionné de cycloheximide (0,1mg/L). Après 48 heures d'incubation à 37°C les colonies obtenues ont été dénombrées.

Pour le test présomptif des coliformes, 100 μ L de chaque dilution ont été ensemencés sur la gélose Violet Red Bile Agar (VRBA; Oxoid, Scharleau, Espagne) et les boîtes ont été incubées à 37°C pour les coliformes totaux et 44°C pour les coliformes fécaux. Après 24 heures d'incubation, les colonies rouge-pourpres de 0,5mm de diamètre et ayant une zone de précipitation ont été dénombrées. Pour confirmation, les colonies sélectionnées ont été transférées dans le bouillon Vert brillant lactose bile à 2% pour les coliformes totaux ou le bouillon tryptose de Lauryl pour les coliformes fécaux. Ces cultures ont été incubées à 35°C pendant 24 à 48 h pour une éventuelle production de gaz [14].

Pour dénombrer la flore totale, 100 μ L d'échantillon ont été étalés sur la gélose PCA (Plate Count Agar (Oxoid, Basingstoke, UK). Les boîtes ensemencées ont été incubées dans une étuve à 30°C pendant 72 heures et les colonies obtenues ont été dénombrées [13].

La flore fongique a été dénombrée après ensemencement de 100 μ L d'échantillon sur la gélose de Sabouraud (Fluka, Sigma-Aldrich, India) additionnée de Chloramphenicol et incubation à 25 °C pendant 3 à 5 jours [12].

Pour le dénombrement présomptif de *Salmonella spp.*, 25 g de lait fermenté ont préalablement été additionnés à 225 mL d'eau peptonnée tamponnée et le mélange a été incubé à 37 °C pendant 18 à 24 heures. Un millilitre de cette préculture a ensuite été ajoutée à 100 mL de bouillon Rappaport-Vassiliadis (Merck, Germany) et milieu Muller Kauffmann. Chaque mélange a ensuite été incubé à 37 °C pendant 24 h pour un enrichissement sélectif. A l'aide d'une anse de platine, la précédente préculture a été ensemencée sur la gélose XLD (Oxoid, Basingstoke, England) contenue dans des boîtes de pétri et l'incubation a été faite à 37 °C pendant 24 h.

Au cours du dénombrement des staphylocoques, les échantillons ont été ensemencés par des stries transversales sur la gélose Chapman. Après incubation à 37 °C pendant 24 à 48 h. Les staphylocoques forment en général de petites colonies rouges qui modifient la teinte du milieu. La coloration de Gram a été effectuée sur les différentes colonies et seuls les Cocci Gram+ groupés en grappes ont été retenus. Le test de catalase et la recherche de coagulase ont ensuite été réalisés sur les colonies obtenues. Seules les bactéries catalase + et celles ayant produit un coagulum ont été retenues.

Au cours du dénombrement de *Clostridium* sulfito-réducteur, l'incorporation sur gélose inspirée de Conte (2008) a été réalisée dans les conditions aseptiques. Pour cela, 1ml de l'inoculum a été prélevé et introduit dans le tube à vis contenant 9ml de la solution de TSN, le mélange a été homogénéisé. Ensuite 5 gouttes de l'huile de paraffine ont été ajoutées sur le mélange et les tubes à vis soigneusement fermés. Le dénombrement des colonies a été fait après 24 heures d'incubation à 37°C [15].

2.5 Analyses statistiques : Les logiciels Microsoft Office Excel 2007 et STATGRAPHICS centurion 17.1.06 ont été utilisés pour le traitement des données. Les moyennes plus ou moins l'écart type des différentes répétitions ont été obtenus en utilisant l'ANOVA à un facteur. Le test de Duncan a permis de comparer les moyennes des différents échantillons de chaque site. Le seuil de signification considérée était de 5%.

3. RESULTATS

3.1 Enquêtes

3.1.1 Producteurs : Les résultats de l'enquête effectuée auprès des productrices de «kounou» dans la ville de Maroua sont consignés dans le tableau 1. Une analyse de ce dernier révèle que le «kounou» est produit uniquement par les femmes dont la tranche d'âge varie de 20 à 55 ans. Parmi elles, 70% ont le niveau du secondaire. Les productrices sont tous propres (100%), 90% d'entre elles nettoient les récipients utilisés pour la vente et 10% ne nettoient pratiquement pas leurs récipients. Parmi les consommateurs de «kounou» les chrétiens sont plus nombreux (57,69%).

Les résultats des enquêtes ont montré un fort pourcentage (50%) de productrices conservent la boisson obtenue pendant un jour, cela s'expliquerait par le fait que le «kounou» est censé être sans alcool d'où son appréciation par une partie de la population ne consommant pas d'alcool car à partir du deuxième jour le «kounou» commence à subir une fermentation alcoolique, d'où sa dépréciation par certains consommateurs.

Les problèmes liés à la consommation de «kounou» ont été observé chez 40% de consommateurs et parmi ceux-ci 75% avaient des maux de ventre. Les observations personnelles faites lors des enquêtes montrent que 100% des productrices vendent leur «kounou» dans un environnement insalubre.

Préparation du «kounou» : Dans la zone Nord du Cameroun, de nombreux aliments de base amylacés sont produits et parmi ceux-ci figurent le mil/sorgho (50%), le maïs (25%), le riz (2%) et la patate (4%). Le «kounou» est généralement produit à base de farine de céréales (maïs, mil, sorgho ...) de pâte d'arachide et d'un élément incontournable que nous avons appelé agent hydrolysant qui détermine également le type de «kounou». Avant de produire le «kounou», il est très important de préparer les agents d'hydrolyse. Toutes les informations fournies ici ont été récoltées auprès des producteurs au moment de l'enquête et de la production de cette boisson du début à la fin.

Au cours de la préparation du «kounou» (Figure 1), à la farine de maïs ou de mil, ont été ajoutés 12,5% de pâte d'arachide et à de l'eau (5 à 7L) dans une casserole puis, le mélange a été homogénéisé. Ensuite, le mélange a été délayé dans de l'eau potable portée à ébullition dans une marmite. Le mélange a constamment été homogénéisé jusqu'à la cuisson complète. La bouillie épaisse ainsi obtenue transvasée dans un récipient propre et laissée à température ambiante pour refroidissement. Après refroidissement, l'agent d'hydrolyse mélangé à une quantité d'eau a été introduit dans la bouillie afin de procéder à l'acidification. Après 14 heures environ d'incubation à température ambiante, lorsque l'acidité est estimée suffisante, une quantité d'eau (environ 3 litres) a été ajoutée dans l'échantillon. Le mélange a été homogénéisé puis filtré pour obtenir le «kounou».

Tableau 1 : Le tableau montre les résultats des enquêtes chez les producteurs et consommateurs de «kounou»

Informations	Pourcentages
Producteurs	
Sexe	100% (femmes)
Tranche d'âge	70% (20-40) ; 30% (45-55)
Niveau d'étude des productrices	70% (secondaire) ; 20% (pas fréquenté) et 10% (universitaire)
Ingrédients qui entrent dans la fabrication du «kounou»	100% (pâte d'arachide), 70% (mil) et 30% (de maïs).
Agents d'hydrolyse	50% (malt de mil) ; 30% (farine de patate) ; 10% (riz germé) et 10% (farine de blé).
Durée de conservation de la boisson	50% (1 jour) ; 30% (2 jours) et 20% (+ 3jours)
Récipients servant à la conservation du «kounou»	63,63% (glacières) ; 18,18% (bidons) ; 9,09% (casseroles) et 9,09% (canaris). Tous servent avec les gobelets.
Problèmes de santé liés à la consommation du «kounou»	60% (pas de problèmes) et 40% (ont des problèmes) : 75% (maux de ventre) et 25% (diarrhée).
Etat de l'environnement de vente du «kounou» et celui de la vendeuse.	Environnement est 100% (sale) Vendeuses sont 100% (propre)
Etat du récipient servant à la vente	90% nettoyés et 10% non nettoyés.
Consommateurs	
Sexe	75% (hommes) et 25% (femmes)
Religions des consommateurs	83,89% (chrétiens) ; 15,18% (musulmans) et 0,89% (sans religion)
La cause de consommation du «kounou»	57,69% (pas d'alcool) ; 30% (bonne boisson) et 12,31% (par curiosité)
Types de «kounou» consommés	50% (mil germé) ; 24,36% (patate), 15% (mil germé + patate). 9,24%(riz germé) ; 1,40% (blé).
Problèmes de santé liés à la consommation du «kounou»	55,36% (pas de problèmes) et 44,64% (ont de problèmes) : 55,32% (maux de ventre) ; 29,79% (constipation) et 14,89% (diarrhée)
Reconnaissance d'un bon «kounou»	83,04%(reconnaissent) et 16,96% (ne reconnaissent pas)
Critères d'un bon «kounou»	75,71% (sucré) et 24,29% (légèrement sucré)
	76,74% (légèrement acide) et 23,26% (acide)
	82,50% (consistant) et 17,50% (léger)

3.1.2 Consommateurs : Une enquête a été effectuée auprès de 112 consommateurs de «kounou» distribués dans des différents quartiers de la ville de Maroua. Les résultats de cette enquête sont consignés dans le tableau 4 ci-dessous.

Le «kounou» est beaucoup plus consommé par les hommes (75%). Parmi ces consommateurs, figurent aussi bien les chrétiens (57,69 %) que les musulmans (15,18%).

Les enquêtes ont également permis de recenser 5 types de «kounou» consommés (la différence ici se situant au niveau de l'agent d'hydrolyse) : 50% (mil germé) ; 24,36% (patate), 15% (mil germé + patate). 9,24% (riz germé) ; 1,40% (blé). Ceux qui consomment le «kounou» sont généralement des connaisseurs (83,04%) qui estiment qu'un bon «kounou» est sucré (75%), légèrement acide (76,74%) et consistant (82,50%).

Les enquêtes ont également révélé que quelques consommateurs avaient des problèmes de santé (44,64%) liés à la consommation de cette boisson. Parmi ces derniers, 55,32% avaient des maux de ventre 29,79% étaient constipés et 14,89% avaient des diarrhées.

3.2 Qualités physico-chimiques et microbiologiques des différents échantillons de «kounou» : Les différents échantillons prélevés auprès des productrices ont permis d'évaluer d'une part la qualité physico-chimique et d'autre part la qualité microbiologique du «kounou».

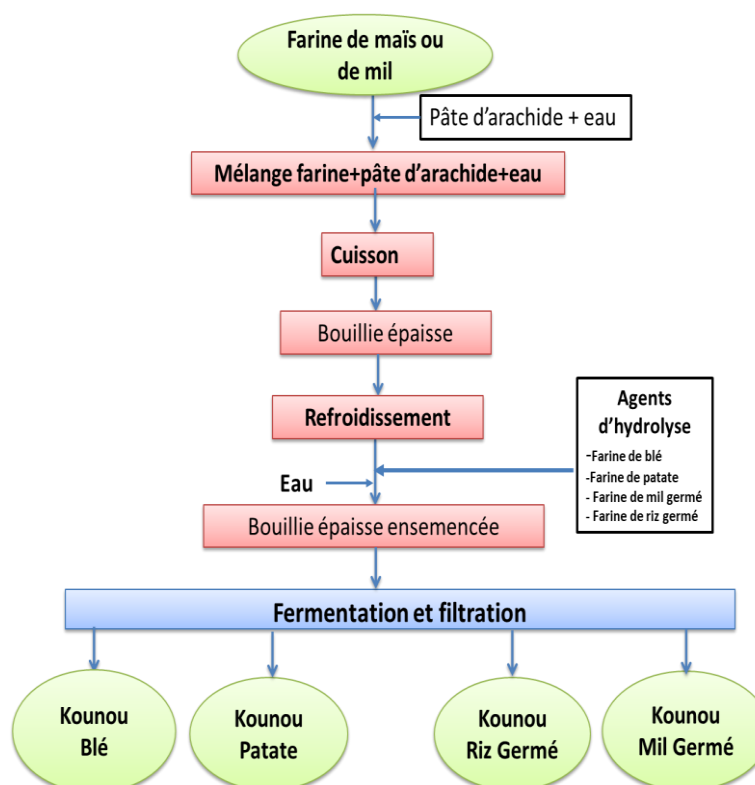


Figure 1 : la figure montre le d diagramme de fabrication de «kounou».

3.2.1 Paramètres physico-chimiques des différents échantillons : Les résultats des pH des acidités titrable et des températures obtenus sont consignés dans le tableau 2. Ces résultats révèlent que les valeurs de pH varient entre $4,3 \pm 0,3$ (Baoliwol) et $5,11 \pm 0,09$ (Hardé), les valeurs de l'acidité titrable varient entre $2,52 \pm 0,52$ (Hardé) et $15,57 \pm 0,27$ (Baoliwol) et les valeurs des températures des différents échantillons varient entre $18,4 \pm 0,2$ (Pitoaré) et $37,4 \pm 1,8$ °C (Baoliwol). L'analyse des résultats obtenus montre que la différence est statistiquement significative entre les moyennes des pH, de l'acidité titrable et les températures d'un «kounou» à un autre au seuil de 5%.

Il ressort de ces résultats que le «kounou» avec le mil germé a un pH faible tandis que celui du «kounou» avec la farine de blé a un pH plus élevé.

Tableau 2 : Le tableau montre les paramètres physicochimiques des échantillons des différents sites.

Types de «kounou»	Sites	Température	pH	Acidité titrable
KMG 1	Palar samedi	$30,8 \pm 1,8^{ab}$	$4,47 \pm 0,27^{ab}$	$7,38 \pm 0,38^f$
KMG 2	Baoliwol	$37,4 \pm 1,8^d$	$4,3 \pm 0,3^a$	$15,57 \pm 0,27^g$
KRG	pitoaré	$18,4 \pm 0,2^d$	$4,81 \pm 0,31^a$	$4,95 \pm 0,15^e$
KP 1	Salak	31 ± 2^{ab}	$5,04 \pm 0,34^{abc}$	$5,49 \pm 0,11^e$
KP 2	Palar jeudi	$35,1 \pm 2,15^{cd}$	$4,72 \pm 0,59^{abc}$	$4,14 \pm 0,14^d$
KMP 1	Salak	33 ± 3^{bc}	$4,98 \pm 0,18^{bc}$	$3,42 \pm 0,18^{bc}$
KMP 2	Hardé	$30,2 \pm 0,8^{ab}$	$4,96 \pm 0,26^{bc}$	$2,52 \pm 0,52^a$
KMP 3	Hardé	$27,8 \pm 1,8^a$	$4,97 \pm 0,38^{bc}$	$2,88 \pm 0,52^{ab}$
KMP 4	Hardé	$28,8 \pm 4,8^a$	$4,89 \pm 0,19^{bc}$	$4,05 \pm 0,25^{cd}$
KB	Hardé	$31,8 \pm 1,8^{abc}$	$5,11 \pm 0,09^c$	$3,33 \pm 0,93^b$

Les valeurs suivies des lettres différentes sont significativement différentes pour $p < 0,05$.

KMG : «kounou» mil germé ; KRG : «kounou» riz germé ; KP : «kounou» patate ; KB : «kounou» blé ; KMP : «kounou» mil-patate

3.2.2 Paramètres microbiologiques des différents échantillons : L'analyse microbiologique des différents échantillons a permis de dénombrer la flore totale, fongique, lactique, les coliformes totaux et fécaux, les *Clostridium* sulfito-réducteurs, les staphylocoques et les salmonelles. Les résultats obtenus à cet effet sont consignés dans le

tableau 3. L'analyse de ce dernier révèle que la flore totale est comprise entre $3,07 \pm 0,09$ (KP1 de Salak) et $9,61 \pm 0,01$ Log UFC/ml (KMP4 de Hardé). La flore fongique est comprise entre $2,68 \pm 0,01$ (KB de Hardé) et $8,73 \pm 0,08$ Log UFC/mL (KMG de Bawliwol). Dans les deux cas, ces valeurs diffèrent d'un échantillon à un autre et, l'analyse des résultats obtenus montre une différence statistiquement significative entre les moyennes du «kounou» à un seuil de 5%. La flore fongique est présente dans tous les échantillons.

Tableau 3 : Le tableau montre la flore microbienne des différents échantillons de «kounou».

Sites	Codes	FAMT	Flore fongique	Bactéries lactique	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	<i>Clostridium</i> S-R
Palar	KMG 1	$6,92 \pm 0,07^b$	$7,92 \pm 0,02^g$	$2,53 \pm 0,06^c$	ND	ND	ND
bawliwol	KMG 2	$7,00 \pm 0,05^b$	$8,73 \pm 0,08^i$	$3,89 \pm 0,07^g$	$3,09 \pm 0,09^b$	ND	ND
pitoaré	KRG	$8,34 \pm 0,04^d$	$8,04 \pm 0,04^h$	$2,80 \pm 0,05^e$	$3,14 \pm 0,06^b$	ND	ND
Salak	KP 1	$3,07 \pm 0,09^a$	$7,95 \pm 0,02^g$	$2,71 \pm 0,02^d$	$3,49 \pm 0,06^c$	$3,54 \pm 0,03^c$	ND
Palar J	KP 2	$8,54 \pm 0,07^e$	$6,10 \pm 0,03^e$	$3,69 \pm 0,01^f$	$4,70 \pm 0,06^e$	$3,72 \pm 0,01^d$	ND
Salak	KMP 1	$9,28 \pm 0,04^f$	$7,14 \pm 0,06^f$	$2,47 \pm 0,01^c$	ND	$4,61 \pm 0,01^e$	ND
Hardé	KMP 2	$7,19 \pm 0,01^c$	$2,89 \pm 0,02^b$	$3,86 \pm 0,01^g$	$2,20 \pm 0,03^a$	$1,91 \pm 0,06^a$	$1,41 \pm 0,06^b$
Hardé	KMP 3	$9,32 \pm 0,03^g$	$4,30 \pm 0,03^c$	$1,04 \pm 0,04^a$	$3,08 \pm 0,04^b$	ND	ND
Hardé	KMP 4	$9,61 \pm 0,01^h$	$5,53 \pm 0,02^d$	$2,74 \pm 0,02^d$	$3,94 \pm 0,00^d$	ND	$0,95 \pm 0,05^a$
hardé	KB	$8,83 \pm 0,01^f$	$2,68 \pm 0,01^a$	$1,68 \pm 0,02^b$	ND	$2,08 \pm 0,04^b$	$1,75 \pm 0,03^c$

Les valeurs suivies des lettres différentes sont significativement différentes pour $p < 0,05$; **KMG** : «kounou» mil germé ; **KRG** : «kounou» riz germé ; **KP** : «kounou» patate ; **KB** : «kounou» blé ; **KMP** : «kounou» mil-patate ; **ND** : Non Détecté.

L'abondance des coliformes varie entre valeurs sont comprises entre $2,20 \pm 0,03$ (KMP2 de Hardé et $4,70 \pm 0,06$ LogUFC/ml (KP de Palar J) pour les coliformes totaux et entre $1,91 \pm 0,06$ (KMP2 de Hardé) et $4,61 \pm 0,01$ Log UFC/ml (KMP1 de Salak) pour les coliformes fécaux. Ces coliformes n'ont pas été détectés dans 3 échantillons pour les coliformes totaux et 5 échantillons pour les coliformes fécaux. L'analyse des résultats obtenus montre que la différence est statistiquement significative entre les moyennes des coliformes totaux et fécaux d'un «kounou» à un autre au seuil de 5%. La valeur la plus grande en coliformes totaux est observée dans le «kounou» fait à base de la patate.

Le dénombrement de la flore lactique a permis d'obtenir des valeurs comprises entre $1,04 \pm 0,04$ (KM3 de Hardé) et $3,89 \pm 0,07$ LogUFC/ml (KMG2 de Baoliwol). On note par ailleurs la présence des bactéries lactiques dans tous les échantillons analysés. L'analyse des résultats obtenus montre que la différence est statistiquement significative entre les moyennes d'un «kounou» à un autre au seuil de 5%. La présence de *Clostridium* sulfito-réducteurs est comprise entre $0,95 \pm 0,05$ (KMP4 de Hardé) et $1,75 \pm 0,03$ LogUFC/ml (KB de Hardé). Cette flore n'a pas été détectée dans 7 échantillons. Les staphylocoques et les salmonelles n'ont pas été détectés dans tous les échantillons de «kounou».

4 DISCUSSION

En ce qui concerne les enquêtes, il a été démontré la majorité des productrices soit 70% avaient le niveau du secondaire. Ceci se traduit par le fait que ces dernières sont désœuvrées et n'ont pas d'emploi stable. Ainsi pour subvenir aux besoins de la famille tout en étant au chômage, elles se trouvent en train d'exercer cette activité. Les enquêtes ont également révélé que quelques consommateurs (40%) avaient des problèmes de santé liés à la consommation du «kounou», et parmi eux 75% avaient des maux de ventre. Cela s'expliquerait par le fait que certaines productrices n'auraient pas respecté les règles d'hygiène en plus ces problèmes de santé proviendraient de la flore pathogène contenue dans l'agent d'hydrolyse (malt, farine de patate séchée et farine de blé). La flore pathogène pourrait aussi provenir d'une contamination endogène et exogène lors des différentes manipulations au cours de la fabrication et de la vente du «kounou». Ces germes constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains Archibald, [16, 17, 18].

Il a été observé que toutes les femmes vendent leur produit dans un environnement où il y'a des mouches. Cet état de l'environnement pourrait être à l'origine des problèmes de santé évoqués chez certains consommateurs. Parmi les consommateurs de «kounou» les chrétiens sont plus nombreux (57,69%). Le nombre important de consommateurs chrétiens pourrait se justifier par le fait qu'il existe de nombreux chrétiens protestants et pentecôtistes dans la région de l'Extrême-Nord et ceux-ci ne consomment pas de boisson alcoolisée.

Au cours de l'analyse physico-chimique, le «kounou» avec le mil germé a un pH faible tandis que celui du «kounou» à base de farine de blé a un pH plus élevé. Cette valeur élevée du pH serait due à l'agent d'hydrolyse (blé) qui pourrait renfermer moins de bactéries lactiques tandis que la faible valeur du pH («kounou» mil germé) résulterait

également de l'action des germes fermentaires qui sont produit au cours de la production du malt qui décomposent les sucres fermentescibles avec dégagement de dioxyde de carbone (CO₂) et production de métabolites acides [19].

La valeur élevée de l'acidité titrable dans le «kounou» à base du mil germé serait due à l'action l'activité amylolytique des bactéries lactiques et aussi l'action des enzymes amylolytiques produites au cours de la production du « kounou» qui serait à l'origine de l'augmentation de l'acidité titrable dans le «kounou» tandis que la basse valeur de l'acidité titrable dans le «kounou» blé se justifierait par l'absence des enzymes amylolytiques [9-20]. La différence de température entre les échantillons serait liée à la matière constituant le récipient (polyéthylène, Aluminium) ayant servi à la conservation de la boisson. Cette variation serait également liée à la température ambiante. Selon certains auteurs, lorsque la température varie entre 25 à 30, cela accélère la vitesse de la fermentation lactique [21].

L'analyse microbiologique des échantillons de «kounou» a révélé un taux élevé de flore aérobie mésophile totale. Cela serait dû à l'insalubrité de l'environnement de fabrication, de vente de cette boisson et des ustensiles utilisés. Il faut noter que la forte charge en flore aérobie mésophile est remarquable dans le «kounou» fabriqué à base de la combinaison de la patate et du mil germé. Cette forte charge s'expliquerait par les conditions dans lesquelles sont fabriquées les farines de la patate et du mil germé car ces produits sont séchés à l'air libre donc cela pourrait bien être contaminé par les microbes se trouvant dans la nature transportés par le vent. D'après certains travaux sur le zoom-koom qui est une boisson fabriquée à partir du mil (*Pennisetum glaucum*) et qui n'a pas subi une cuisson, il n'existe pratiquement pas de normes spécifiques à ce produit local [22]. Ces valeurs peuvent être comparées à des normes de qualité existantes sur les boissons. Il n'y a pas toujours une relation étroite entre une valeur élevée de la flore totale et la présence de microorganismes pathogènes [23].

Cependant, on considère en générale en guise d'indice de qualité sanitaire, qu'il n'y a de risque pour la santé du consommateur que si la flore totale est supérieure à 10⁵UFC/ml ou g de produit [23]. En principe, une flore aérobie totale dépassant 10⁶ à 10⁸UFC/ml ou g de produit provoque une détérioration du produit (indice de qualité marchande) [23].

Les concentrations en levures des échantillons sont également élevées, notamment pour les échantillons de «kounou» à base de mil germé. Cela pouvait s'expliquer par le fait que l'environnement acide créé par les bactéries lactiques favoriserait la croissance des levures [2]. Selon Dieng (2002), les levures et les moisissures ont un pH optimal situé entre 4,5 et 6,5 donc elles peuvent parfaitement se développer [24]. Dans le cas des échantillons des différents sites, les valeurs sont comprises entre 4,3±0,3 et 5,11±0,09 donc cela favoriserait la croissance de la flore fongique.

A cours de l'analyse des coliformes, certains échantillons étaient plus contaminés. La valeur la plus grande en coliformes totaux est observée dans le «kounou» fait à base de la patate et cela pourrait se justifier par les contaminations au cours de la fabrication de la farine de la patate et aussi lors de la vente car les résultats des enquêtes ont montré que 100% des productrices vendent leurs produits dans les environnements sales où les mouches sont nombreuses. Ces résultats sont légèrement au-dessous de ceux obtenus par Soma (2002) sur le zoom-koom qui est une boisson fabriquée à partir du mil (*Pennisetum glaucum*) où les coliformes varient entre moins de 10 UFC/ml et 1,0.10⁵ UFC/ml [22]. La présence des coliformes fécaux dans certains échantillons s'expliquerait par une contamination exogène d'origine fécale. Ils sont témoins d'une hygiène défectueuse pendant ou après la transformation [25]. Or dans le cas de la fabrication du «kounou», après l'ajout de l'agent d'hydrolyse le produit ne passe plus au feu, cela jouerait un rôle considérable dans l'apport des microorganismes, vu les conditions de fabrication des agents d'hydrolyse (mil germé et farine de patate séchée). Ces résultats sont approximativement semblables à ceux obtenus par Soma (2002) sur le zoom-koom qui est une boisson fabriquée à partir du mil (*Pennisetum glaucum*) où le nombre de colonies varie entre moins de 10 UFC/ml à 5,4.10⁴UFC/ml [22].

La présence des bactéries lactiques dans tous les échantillons s'expliquerait par le fait que les bactéries lactiques et les levures sont les micro-organismes dominants généralement rencontrés dans la plupart des produits fermentés à base de céréales [26]. Le développement des bactéries lactiques pourrait être stimulé par la présence de composés azotés solubles et de facteurs (vitamines B, CO₂, pyruvate, propionate, succinate et acétate) produits par les levures [27]. Etant donné que le «kounou» est produit à partir des céréales qui renferment des vitamines d'une part et qu'il a subi une fermentation d'autre part, le développement des bactéries lactiques pourrait être favorisé. Ces résultats sont largement inférieurs à ceux de Soma (2002) sur le zoom-koom qui est une boisson fabriquée à partir du mil (*Pennisetum glaucum*) où la flore lactique varie entre moins de 10 UFC/ml et 1,0.10⁷ UFC/ml [22].

La présence de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans certains échantillons serait due au fait qu'après l'ajout de l'agent d'hydrolyse, la solution ne passe plus au feu. Donc leur présence aurait comme origine l'agent d'hydrolyse. Les staphylocoques et les Salmonelles n'ont pas été détectés dans tous les échantillons de «kounou». L'absence des staphylocoques et des salmonelles serait due à l'absence d'une contamination exogène ou encore à la production d'acides organiques au cours de la fermentation entraînant une réduction importante du pH. La diminution du pH, associée à la formation de composés antimicrobiens détermine la stabilité des produits ainsi que la motilité des bactéries pathogènes et d'autres micro-organismes. Les travaux de Mensah et al., (1991) et ceux d'Annan-Prah et

Agyeman (1997) ont suggéré que la pâte de maïs fermentée pour la production de «kenkey» au Ghana pourrait constituer une importante barrière contre le développement de bactéries pathogènes telles que *Escherichia coli*, *Shigella flexneri*, *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus aureus* [9, 20]. Dans le «kounou», il y'a une réduction importante de pH et cela pourrait être une barrière pour le développement des staphylocoques et des salmonelles.

5 CONCLUSION

Cette étude dont l'objectif général est d'évaluer quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques de «kounou» consommés dans la ville de Maroua a montré quelques cas de défaillances hygiéniques lors de la fabrication et de la vente chez les productrices qui ont entraîné quelques cas de maladies chez les consommateurs.

Les analyses physico-chimiques ont révélé que le pH des échantillons est trop bas pour les «kounou» produit à base du malt de riz germé et mil germé tandis que leur acidité titrable est très élevée.

Quant-aux analyses microbiologiques, elles ont révélé que les charges microbiennes (flore fongique, flore totale, coliformes totaux et fécaux) du «kounou» vendu dans la ville de Maroua sont très élevées. Trois échantillons sur dix présentent des *Clostridium* solfite-réducteur, les dix échantillons analysés sont tous satisfaisants par rapport aux salmonelles et staphylocoques car il y a absence totale de ces germes. Pour une meilleure connaissance et valorisation de ce produit il sera nécessaire d'évaluer la qualité nutritionnelle du «kounou»; d'identifier la flore microbienne du «kounou» et caractériser la flore microbienne des agents d'hydrolyse.

Reconnaissance : Nous remercions sincèrement la direction de l'Ecole Normale Supérieure de l'Université de Maroua et tout le personnel du laboratoire de la Caisse Nationale de Prévoyance Sociale de Maroua.

6. REFERENCES

1. FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division) 2015. Available on : <http://Faostat3.Fao.Org/Home/E>.
2. Yao A.A., Egounlety M., Kouamé L.P. and Thonart Ph. Les bactéries lactiques dans les aliments ou boissons amylacés et fermentés de l'Afrique de l'Ouest: leur utilisation actuelle. *Ann. Méd. Vét.* 2009; 153 : 54-65.
3. Lopez E. and Muchunik J. Des systèmes agroalimentaires dans la ville : cas de Maroua au Nord Cameroun. 2001 ; p19.
4. Raimond C. ; Garine, E.; and Langlois O. Ressources vivrières et choix alimentaires dans le bassin du lac Tchad. Nouvelle édition [en ligne]. Marseille : IRD Éditions, 2005. Available on : <<http://books.openedition.org/irdeditions/1603>>. ISBN : 9782709918213. DOI :<https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.1603>.
5. Barbi M., Gnamtam Z., Layla H., Ahmadou Y. Yaya A. and Njoya Moyouwou A. Caractérisation de l'artisanat agro-alimentaire de la ville de Garoua (Nord, Cameroun). *J. Appl. Biosci.* 2021; 159: 16429-16437. Available at : <https://doi.org/10.35759/JABs.159.7>
6. Mbithi-Mwikya S, van Camp J, Yiru Y, Huyghebaert T. Nutrient and Antinutrient changes in finger millet (Eleusine Coracan) during sprouting. *LWT-Food Sci. Technol.* 2000; 33: 9-14.
7. Mbofung CM, Fombang EN. Improving the digestibility and availability of nutrients from sorghum flour improved malting techniques. In2nd International workshop: food-based approaches for healthy nutrition. Ouagadougou, 2003; 489-501.
8. Caplice E., Fitzgerald G.F. Food fermentations, role of microorganisms in food production and preservation. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999; 50, 131-149.
9. Mensah P., Tomkins A.M. Drasar B.S. Harrison T. J. Antimicrobial effect of fermented ghanian maize dough. *J. Appl. Bacteriol.* 1991; 70, 203-210.
10. Kimmons J.E., Brown K.H., Lartey A., Collison E., Mensah P.P., Dewey K.G. The effects of fermentation and/or vacuum flask storage on the presence of coliforms in complementary foods prepared in ghana. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 1999; 50 : 195-201.
11. Dortu C., Thonart P. Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2009 ; 13(1):143-154.
12. AFNOR (Association Française de Normalisation). NF V08-059 Microbiologie des aliments - Dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies à 25 °C - Méthode de routine. AFNOR. 2002; 272 p.
13. AOAC. *Official methods of analysis*, 17th edition Arlington Washington D.C. 2008; 882-883.
14. FDA: Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual [online] Available on: <http://www.911emg.com/Ref/20Library/20ERG/FDA/20Bacteriological/20Analysis.pdf>
15. Maiworé J., Tatsadjieu Nguone L., Mbofung C. M. and Montet D. Research of some physicochemical and biological pollution indicators in four fisheries of the Northern part of Cameroon. *International Research Journal of Microbiology (IRJM)*, 2013; 4 (6): 147-155
16. Archibald F. The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems a cause for concern? *Water Qual Res J. Canada.* 2000 ; 35: 7-35
17. CEAEQ. Recherche et dénombrement des entérocoques: méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnemental du Québec, gouvernement du Québec, 2000, p 27 Available on : <https://www.inspq.qc.ca/book/export/html>
18. Edberg S.C., Rice E.W., Karlin R.J. and Allen M.J. *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology.* 2000 ; 106-116.
19. Dahouenon J. Stabilisation de la bière produite à partir de matières amylacées locales (Sorghum bicolor et Musa acuminata) par adjonction de l'huile essentielle de Cymbopogon citratus. *Journal of Applied Biosciences.* 2012; 51: 3596 – 3607
20. Annan-Prah A. and Agyeman J.A. Nutrient content and survival of selected pathogenic bacteria in kenkey used as a weaning food in Ghana. *Acta Trop.* 1997; 65, 33-42.
21. Valyasevi R. and Rolle R.S. An overview of smallscale fermentation technologies in developing countries with special reference to Thailand: Scope for their improvement. *International Journal of Food Microbiology.* 2002 ; 75:231-239.
22. Soma M.A.A.R. Utilisation de cultures de lactobacillus fermentum dans la technologie du zoom-koom, une boisson locale à base de mil (*pennisetum glaucum*) pour améliorer sa qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique. 2014 ; p84.
23. Ouattara C.T.A. Cours de microbiologie alimentaire. Ufr-Svl. Université de Ouagadougou. 2010. p 67.
24. Dieng M. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché dakarois, Thèse : Médecin vétérinaire, Université de Dakar, 2002; 10.
25. Conte S. Evolution des caractéristiques organoleptiques physico-chimiques et microbiologiques du lait caillé traditionnel, Thèse de Doctorat Université de Dakar, 2008 ; p 26.
26. Kayodé A.P.P., Hounhouigan J.D., Nout M.J.R. Impact of brewing process operations on phytates, phenolic compounds and in vitro of iron and zinc in opaque sorghum beer. *Lebensm. Wiss. Technol.* 2007. 40: 834-841.
27. Leroi F., Pidoux M. Characterization of interactions between *Lactobacillus hilgardii* and *Saccharomyces florentis* isolated from sugary kefir grains. *J. Appl. Bacteriol.* 1993; 74: 54-60



Cite this article: Justine Maïworé, Martin-Paul Baane, Léger Djetadom, Hamadou Doulanni, et Léopold Tatsadjieu Ngoune. INFLUENCE DU PROCEDE DE FABRICATION SUR LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DU «KOUNOU», UNE BOISSON LOCALE A BASE DE CERELES CONSOMMEE A MAROUA (CAMEROUN). *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2021; 13(2): 370-378.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>