

Caractérisation physico-chimique et microbiologique d'une boisson artisanale (Zoom-koom) vendue dans la ville de Korhogo

[Physico-chemical and microbiological characterization of a home-made drink (zoom-koom) sold in the town of Korhogo]

KARAMOKO Detto¹, MOROH Jean-Luc Aboya¹, KAMBIRE Ollou¹, N'GUESSAN Koffi Raoul¹, and DJE Koffi Marcellin²

¹Department de Biochimie et Génétique, Université Péléforo Gon Coulibaly, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

²Department des Sciences et Technologie des Aliments, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this study is to determine the physico-chemical parameters and to evaluate the microbiological quality of zoom-koom, an artisanal beverage sold in Korhogo. It looked at various critical points in the production chain of three processors and one production at the UPGC laboratory. The physico-chemical analyses carried out show that the samples of Zoom-koom have a pH between 3.5 and 6.7 with a titratable acidity ranging from 0.06% to 0.36%. In addition, microbiological analyses showed a mesophilic aerobic germ load ranging from log 5 CFU/ml to log 8.2 CFU/ml. As well, a total coliform load ranging from log 0.7 CFU/ml to log 2.1 CFU/ml was observed, while the yeast load ranged from log 1.2 CFU/ml to log 2.9 CFU/ml. In addition, a lactic acid bacterial load ranging from log 1.2 CFU/ml to log 3.2 CFU/ml was observed in Zoom-koom samples. This beverage is relatively rich in reducing sugars (109-177.3 mg/ml) and protein (8-12 g/ml). Based on the results, Zoom-koom contains nutrients (protein and carbohydrates) that can be used either to provide energy to the body or to help reduce malnutrition.

KEYWORDS: Zoom-koom, traditional beverage, physico-chemical and microbiological parameters, hygienic quality.

RÉSUMÉ: La présente étude a pour objectif de déterminer les paramètres physico-chimiques et d'évaluer la qualité microbiologique du zoom-koom, boisson artisanale vendue à Korhogo. Elle a porté sur différents points critiques de la chaîne de production de trois transformatrices et d'une production au laboratoire de l'upgc. Il ressort des analyses physico-chimiques effectuées que les échantillons de Zoom-koom ont un pH compris entre 3, 5 et 6, 7 avec une acidité titrable qui varie de 0, 06% à 0, 36%. Par ailleurs, les analyses microbiologiques ont permis d'observer une charge de germes aérobies mésophiles qui varie de log de 5 UFC/ml à log de 8, 2 UFC/ml. En outre, une charge en coliformes totaux variant de log de 0, 7 UFC/ml à log de 2, 1 UFC/ml a été observée, tandis que la charge en levure était comprise entre log de 1, 2 UFC/ml et log de 2, 9 UFC/ml. Par ailleurs, une charge en bactéries lactiques oscillant entre log de 1, 2 UFC/ml et log de 3, 2 UFC/ml a été observée dans les échantillons de Zoom-koom. Cette boisson est relativement riche en sucres réducteurs (109-177, 3 mg/ml) et protéines (8-12 g/ml). Au regard des résultats, le zoom-koom contient des nutriments (protéines et glucides) qui peuvent intervenir soit par apport d'énergie à l'organisme soit pour aider à réduire la malnutrition.

MOTS-CLEFS: Zoom-koom, boissons traditionnelles, paramètres physico-chimiques et microbiologiques, qualité hygiénique.

1 INTRODUCTION

Les produits alimentaires peuvent être le siège de diverses altérations pendant leur production, stockage et distribution. Ces altérations peuvent être le fait de micro-organismes, de modifications physico-chimiques ou biochimiques, d'enzymes ou de substances microbiennes. Dans la pratique, ces altérations se traduisent par la dégradation de la qualité organoleptique donc de la valeur marchande et par des risques pour la santé des consommateurs (Anonyme, 2011). En Côte d'Ivoire, l'agriculture représente 34% du Produit Intérieur Brut (PIB) [3]. La région de Korhogo, tout comme les autres régions de ce pays, est majoritairement peuplée d'agriculteurs. Dans cette région l'agriculture vivrière est dominée par les céréales (maïs, mil, sorgho, riz) [5]. Dans l'optique d'éviter les diverses altérations et améliorer leur qualité marchande, ces céréales sont le plus souvent transformées en produits semi-finis (couscous, farines, etc.) Ou en produits finis tels que le dèguê et les boissons fermentées comme le tchapalo ou dolo et le pito au Ghana, le doro au Zimbabwe, le bouza en Egypte, le kunun-zaki au Nigeria, le Mougoudji au Mali et le zoom-koom au Burkina Faso [11]. Le Mougoudji ou encore Zoom-koom est une boisson sucrée fermentée non alcoolisée originaire du Burkina Faso. Il est fabriqué de manière artisanale à base de mil et /ou de riz. Le nom zoom-koom provient du Mooré (une langue locale du Burkina Faso) qui signifie « eau farineuse » [12].

Comme beaucoup de boissons traditionnelles, les conditions de fabrication de celles-ci ne peuvent garantir aux consommateurs un produit sain et de bonne qualité nutritive et sensorielle [8]. Ce zoom-koom est élaboré le plus souvent à domicile ou dans des cadres inappropriés. Le produit est aussi sujet aux multiples manipulations des mains dont l'hygiène est souvent douteuse. Il faut ajouter à tout ceci l'usage de matériels de production souvent exposés à même le sol et en contact permanent avec les mouches et tout type de germes ambiants. La boisson obtenue dans ces conditions est instable et difficile à conserver. Or le zoom-koom, comme toute boisson destinée à la consommation humaine, nécessite l'application stricte de bonnes pratiques d'hygiène durant tout le processus de la production jusqu'à la consommation. C'est dans un souci d'amélioration de la qualité de cette boisson que s'inscrivent ces travaux sur le thème «Caractérisation physico-chimique et microbiologique d'une boisson artisanale à base de mil vendue dans la région de Korhogo: cas du zoom-koom» dont l'objectif est de contribuer à l'amélioration de la qualité nutritive, sanitaire et organoleptique du zoom-koom d'une part et, d'accroître sa valeur marchande et les revenus des productrices d'autre part.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée à Korhogo, ville carrefour du Nord de la Côte d'Ivoire situé à 635 km d'Abidjan. Il est le chef-lieu de la région du Poro et du district des Savanes. Il couvre une superficie de 12500 km², pour une population estimée à 243048 habitants selon le recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 2014. Le climat est du type soudanais, avec une grande saison sèche (octobre - mai) et une saison des pluies (juin -septembre). L'ensemble des travaux se sont déroulés dans la zone urbaine de Korhogo et au laboratoire de l'upgc. Ces travaux ont principalement consisté en des suivis de production d'une boisson artisanale (le zoom -koom) frais chez trois (03) transformatrices localisées dans les quartiers de Marcory, Sinistré et Ahoussabougou de la ville de Korhogo et des prélèvements d'échantillons ont été faits pour des analyses de laboratoire.

2.1.2 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Le matériel biologique est constitué d'échantillons de zoom-koom prélevés à différents stades de production. Trois points critiques de prélèvements ont été identifiés après une enquête auprès des transformatrices.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 ENQUÊTE

L'enquête a porté sur trois (3) productions artisanales et une production du zoom-koom au laboratoire de l'upgc. Cette phase a été marquée par la collecte d'informations pendant le processus de fabrication du zoom-koom afin d'en déterminer les diagrammes de fabrication (figures 1, 2 et 3).

2.2.2 ÉCHANTILLONNAGE

Trois (9) échantillons ont été prélevés chez chaque productrice respectivement aux trois différents points critiques du processus de fabrication. Les échantillons prélevés dans les bocaux stériles ont été transportés jusqu'au laboratoire dans une glacière contenant des carboglaces. Ainsi trente six (36) échantillons au total ont été prélevés et analysés.

2.2.3 ANALYSES BIOCHIMIQUES

2.2.3.1 DÉTERMINATION DU PH ET DE L'ACIDITÉ TITRABLE

Le ph des échantillons a été déterminé à l'aide d'un ph- mètre (ph- meter P604 consort, bio block, France), préalablement étalonné avec deux solutions tampon à ph 4 et 7. Pour les échantillons liquides, la mesure a été faite en plongeant l'électrode dans 20 ml d'échantillons et la valeur du ph a été lue sur le cadran de l'appareil. Concernant les échantillons solides, 10 g de la farine de zoom-koom ont été pesées puis 90ml d'eau ont été ajouté. La mesure a été faite en plongeant l'électrode dans 20 ml du mélange obtenu et la valeur du ph a été lue sur le cadran de l'appareil. Les essais ont été répétés trois fois. L'acidité titrable est obtenue par la méthode décrite par [2]. Pour les échantillons liquides, 10 ml de l'échantillon ont été titrés avec une solution d'hydroxyde de sodium (naoh) à 0, 1 N après ajout au préalable de 3 gouttes de phénophtaléine à 1%. Concernant les échantillons solides, 10 g de la farine de zoom-koom ont été pesées puis 90 ml d'eau ont été ajouté. Ensuite, 10 ml du mélange ont été titrés avec une solution d'hydroxyde de sodium (naoh) à 0, 1 N après ajout au préalable de 3 gouttes de phénophtaléine à 1%. Les résultats obtenus constituent la moyenne de trois (3) essais. Le taux d'acidité, exprimé en pourcentage.

2.2.3.2 DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN EAU ET MATIÈRE SÈCHE

La teneur en eau est déterminé par différence de pesée d'un échantillon avant et après séchage à l'étuve jusqu'à poids constant selon la norme française NF V03707 (NF, 2000). 5 g ou 5ml d'échantillon de zoom-koom (pe) ont été pesés dans un creuset préalablement pesée (pv) puis placés à l'étuve 105°C. Les creusets contenant l'échantillon ont été ensuite refroidis au dessiccateur puis pesées (pf). Le pourcentage en masse d'eau et de matières sèches a été calculé selon la formule 1:

$$\% H = \frac{[pe - (Pf - Pv)] \times 100}{Pe}$$

$$\% MS = 100 - \%H$$

%MS: Matière sèche; **%H:** teneur en eau; **Pe:** prise d'essai; **Pv:** poids à vide creusets; **Pf:** poids final.

2.2.3.3 DÉTERMINATION DU TAUX DE CENDRES

Les cendres ont été déterminées selon lanorme française V03-760 (1981). Des creusets ont été d'abord pesés à vide (Pv), puis pesés à nouveau avec 3 g d'échantillon de zoom-koom (Pe). Les creusets contenant les échantillons ont été placés au four à 650°C pendant 8 heures, (refroidi au dessiccateur pendant 1h puis pesés de nouveau (Pf). Le taux de cendres par rapport à la matière sèche a été calculé selon la formule 2:

$$\% C = \frac{(Pf - Pv) \times 100}{Pe}$$

%C: taux des cendres; **Pe:** prise d'essai; **Pf:** poids final (creuset + échantillon calciné); **Pv:** poids à vide des creusets.

2.2.3.4 DÉTERMINATION DU TAUX DE PROTÉINES

La méthode de biuret est une méthode de dosage colorimétrique des protéines. La protéine réagit avec le réactif cuivrique alcalin (réactif de Gornall). Ce dernier réagit avec les liaisons peptidiques conduisant à la formation d'un complexe de coloration violette dont l'absorbance est mesurée à 540 nm. Pour les échantillons liquides, 4 ml du réactif de Gornall ont été ajoutés à

1ml de zoom-koom puisle mélange a été incubé à l'obscurité à température ambiante pendant 30min. Quant aux échantillons solides, 10 g de la farine de zoom-koom ont été pesées puis 90 ml d'eau ont été ajoutés. Ensuite, 4 ml du réactif de Golnall ont été ajoutés à 1 ml du mélange puis l'ensemble a été incubé à l'obscurité à température ambiante pendant 30min. La lecture a été faite au spectrophotomètre à 540 nm par la méthode de [7]. L'étalon, constitué de Sérum Albumine Bovin (SAB), a été traité dans les mêmes conditions que les différents échantillons. La courbe d'étalonnage a été réalisé avec 4 gammes de concentration (0, 0075 g/ml; 0, 0125 g/ml; 0, 075 g/ml et 0, 02 g/ml) mais aussi un témoin de compensation adapté.

2.2.3.5 DOSAGE DES SUCRES RÉDUCTEURS

Les pentoses et les hexoses, sous l'effet de la chaleur se transforment en furfural en présence de dérivés phénoliques produisent une coloration spécifique avec les sucres réducteurs. Dans cette méthode, le dérivé phénolique est l'acide 3, 5 dinitrosalicylate (DNS). Les sucres réducteurs ont été dosés par la méthode décrite par [4]. 0, 3 ml et 0, 6 ml du mélange obtenu ont été ensuite complétés à 2 ml avec de l'eau distillée puis 1 ml de DNS a été ajouté dans chaque tube. Les tubes ont été placés au bain marie bouillant pendant 5 minutes. Après refroidissement des tubes, 10 ml d'eaudistillée ont été ajoutés au contenu. La densité optique de chaque tube a été lue à 546 nm au spectrophotomètre (GENESYS 5). Parallèlement à cette préparation, une solution étalon de glucose + fructose à 1 mg /ml a été repartit dans 05 tubes à différentes concentrations (0, 2 mg/ml; 0, 4 mg/ml; 0, 6 mg/ml; 0, 8 mg/ml et 1 mg/ml) avec un tube témoin ne contenant pas de glucose + fructose. Ces différents mélanges ont été traités dans les mêmes conditions que précédemment. Les valeurs des densités optiques ont été utilisées pour réaliser une courbe d'étalonnage afin de déduire la concentration des sucres réducteurs dans les échantillons de zoom-koom.

2.2.4 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

La solution mère a été préparée en ajoutant 10 g de la farine de zoom-koom dans 90 ml d'eau. A partir de chacune de ces solutions mères, plusieurs dilutions décimales ont été réalisées. Le milieu utilisé pour le dénombrement des germes aérobies mésophiles (GAM) est la gélose PCA (Plate Count Agar) (Oxoïd LTD, Basingstore, Hamsphire, England). L'incubation des boîtes de Pétriensemencées a été réalisé à 30°C et la lecture a été fait toutes les 24 heures jusqu'à 72 heures. Le dénombrement des colonies se fait en comptant toutes les colonies présentes dans les boîtes de Pétri contenant entre 30 et 300 colonies selon la norme internationale ISO 4833 (2003). Le milieu utilisé pour le dénombrement des bactéries lactiques est la gélose MRS (Man Rogosa Sharp) suivant la norme ISO 15 214 (1998). Les boîtes de Pétri ont été incubées en anaérobiose pendant 48 à 72 heures à 30°C pour l'incubation. Le dénombrement des colonies a été fait en comptant les colonies comprises entre 30 et 300 colonies ([6]). Le milieu utilisé pour le dénombrement des levures est la gélose Sabouraud Chloramphénicol (Fluka, Bochemica 89579, Sigma-Aldrich chemiegmbh, India). Les boîtes de Pétri ont été placées à l'étuve à 30°C pendant 24 à 72 heures pour l'incubation. Les colonies se présentent sous formes de duvets pour les moisissures et blanchâtres, lisses, bombées pour les levures avec une odeur caractéristique de boulangerie et un diamètre de 0, 5 à 2 mm. Le dénombrement des colonies a été fait selon la norme Française ISO 7954 (2003) en comptant les colonies présentes dans les boîtes de Pétri contenant entre 30 et 300 colonies. Le milieu utilisé pour le dénombrement des coliformes est la gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre selon la norme internationale ISO 4832 (2006). L'incubation a été faite à 30°C pour les coliformes totaux et 44°C pour les coliformes fécaux (*E. Coli*). Les coliformes apparaissent rouges violaces, ronds d'un diamètre de 0, 5 mm. Toutes les colonies présentes dans les boîtes de Pétri contenant 15 à 300 colonies ont été dénombrées.

2.2.4.1 EXPRESSION DES RÉSULTATS D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES ET INTERPRÉTATION

Après comptage des colonies dans les boîtes de Pétri, le nombre de germe par gramme d'échantillon a été exprimé par la formule 4:

$$N = \frac{\sum \text{Colonies}}{V_{\text{ml}} \times (n_1 + 0,1n_2) \times d_1}$$

N: nombre d'ufc par gramme ou par ml de produit initial; **∑ Colonies:** sommes des colonies des boîtes interprétables; **n₁:** nombre de boîtes considérées à la première dilution retenue; **n₂:** nombre de boîtes considérées à la seconde dilution retenue; **d₁:** facteur de la première dilution retenue; **UFC/ml:** Unité Formant Colonie par millilitre.

2.2.5 TRAITEMENT THERMIQUE DU ZOOM-KOOM

Ces traitements thermiques n'ont concerné que le zoom koom produit au laboratoire. Ainsi les tubes à essais contenant 10 ml de chaque échantillons ont été portés au bain marie à différentes températures allant de 50 à 75°C par intervalle de 5°C. Pour chaque température fixée, les traitements thermiques ont été portés à chaque tube de 0 à 27 min par intervalle de 3 min. La densité optique (DO) a été mesurée à 600 nm pour suivre la croissance microbienne. Les résultats obtenus au PC3 du laboratoire avant et après pasteurisation ont été comparés à ceux obtenus par les transformatrices T1, T2 et T3 au point PC3.

2.2.6 TRAITEMENT DES DONNÉES ET ANALYSES STATISTIQUES

Les résultats biochimiques (taux d'humidité, taux de cendres, de protéines, ph et acidité) ont été exprimés en valeurs moyennes et leur écart type. L'analyse de variance à un facteur (ANOVA) a été effectuée avec le logiciel STATISTICA 99^{ème} édition pour la comparaison des valeurs au risque 5%. Les calculs et les figures ont été effectués à l'aide du logiciel Microsoft EXCEL 2016.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 RÉSULTATS

Trois essais de formulation et de production du zoom-koom suivis d'évaluation des paramètres physicochimiques et microbiologiques avec les productrices ont été réalisés. Les différentes analyses ont permis d'évaluer ces paramètres aux différents points critiques identifiés. Un diagramme de production est mis en place au laboratoire à la suite des résultats de l'enquête (Figure 1).

3.1.1 VARIATION DES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DES POINTS CRITIQUES

3.1.1.1 PH ET ACIDITÉ TITRABLE DES ZOOM-KOOM

La figure 5 présente l'évolution du ph (a) et de l'acidité titrable (b) des échantillons de zoom-koom aux différents points critiques (PC1, PC2 et PC3). Les résultats obtenus révèlent que les Zoom-koom analysés ont des ph qui varient entre 3, 5 et 6, 7 (Figure 2a). En début de production (PC1), le zoom-koom de la transformatrice (T1) a le ph le plus élevé (6, 7) et celui de T2 est plus faible (5, 4). Les différents ph diminuent progressivement pour atteindre des ph faibles au niveau de PC3. Cependant, le ph le plus faible au niveau de PC3 est celui de la transformatrice T2 (3, 5) et il reste élevé pour T4 (4, 6). La diminution la plus importante des ph se situe chez la transformatrice T2 (3, 5-5, 4). Les acidités titrables, des zoom-koom analysés, varient entre 0, 06 et 0, 36% (Figure 2b). En début de production (PC1), le zoom-koom de la transformatrice T1 a l'acidité titrable le plus faible (0, 06%) et celui de T4 est le plus élevé (0, 18%). Les différentes acidités titrables augmentent progressivement pour atteindre des acidités plus élevées au niveau de PC2. Cependant l'acidité la plus élevée au niveau de PC2 est obtenue chez la transformatrice T3 (0, 34%) et la plus faible l'a été avec la transformatrice T2 (0, 15%). Une baisse de l'acidité titrable, des zoom-koom des transformatrices T1 (0, 1%) et T4 (0, 16%), est observée au PC3 contre une augmentation pour la transformatrice T2 (0, 36%).

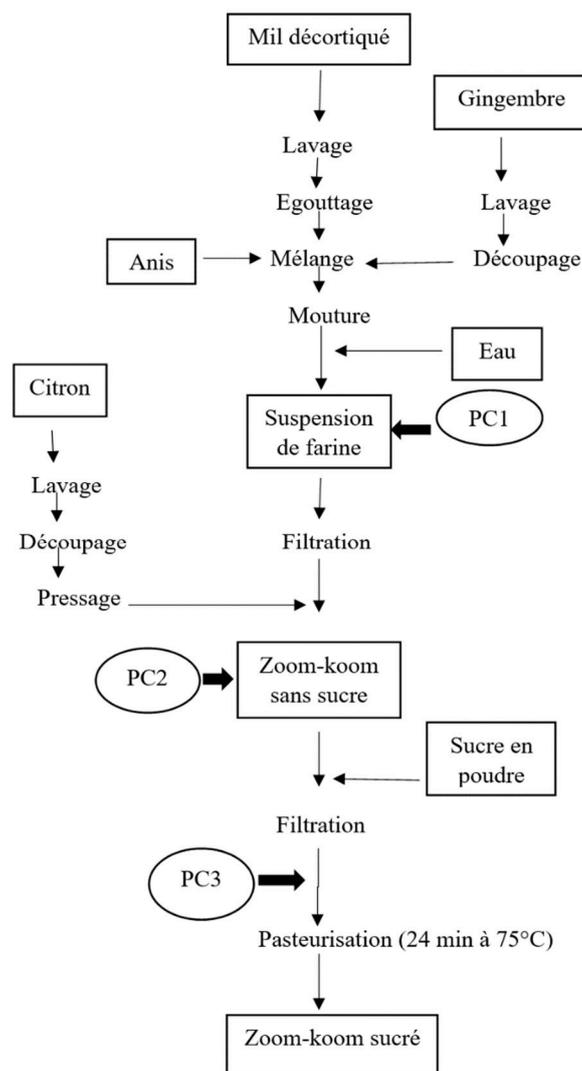


Fig. 1. Diagramme de production du zoom-koom de la transformatrice du laboratoire de l'upgc

3.1.1.2 QUALITÉ NUTRITIVE DU ZOOM-KOOM

La qualité nutritive du zoom-koom a été évaluée à travers la teneur en eau, protéines, sucre réducteur. Les teneurs en eau des échantillons de zoom-koom sont comprises entre 84 et 94% (Tableau I). L'analyse statistique révèle une différence significative entre les valeurs au risque 5%. La plus petite teneur est observée au PC3 avec la transformation T2 (84%). Les teneurs en cendres sont égales à 3, 3% quels que soient le point critique et la transformatrice. L'analyse statistique ne révèle pas une différence significative entre les valeurs au risque 5%. Les teneurs en protéines des échantillons de zoom-koom varient entre 7, 02 et 13, 12 g/ml (Tableau I). L'analyse statistique indique une différence significative entre ces valeurs au risque 5%. Au point PC1, la valeur la plus faible est obtenue avec la transformatrice T2 (11, 28 g/ml). Tandis qu'au point PC2, la valeur la plus faible est obtenue avec la transformatrice T3 (7, 62 g/ml) et le laboratoire T4 (7, 02 g/ml). Concernant le point PC3, la valeur la plus faible est observée chez la transformatrice T1 (8, 0 g/ml). Les teneurs en sucres réducteurs sont comprises entre 16, 38 mg/ml et 177, 3 mg/ml. L'analyse statistique révèle une différence significative entre ces valeurs au risque 5%. Au point PC1, la valeur la plus élevée est observé chez la transformatrice T1 (52, 71 mg/ml). Tandis qu'au point PC2, la valeur la plus élevée est obtenue avec la transformatrice T1 (67, 84 mg/ml) et le laboratoire T4 (87, 18 mg/ml). Concernant le point PC3, la valeur la plus élevée est observé chez la transformatrice T1 (171, 8 mg/ml), T2 (177, 3 mg/ml) et T3 (165 mg/ml) (Tableau I).

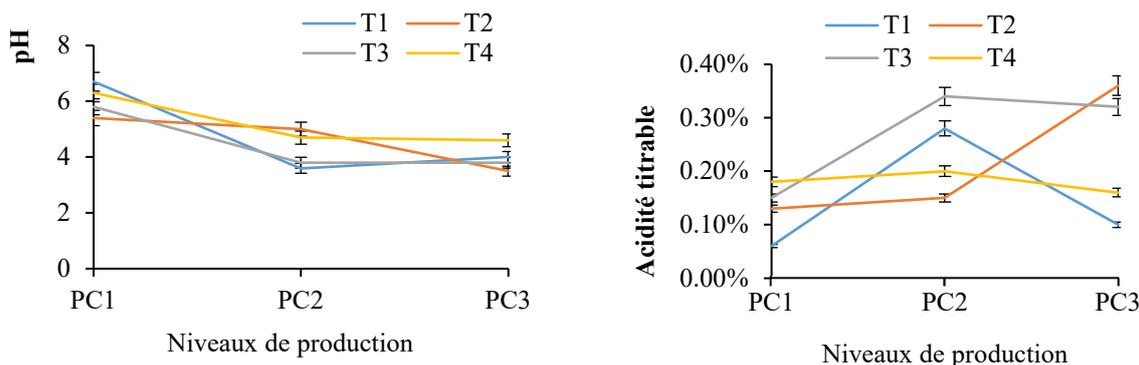


Fig. 2. Evolution des pH (a) et des acidités titrables (b) des différents zoom-koom

Différentes productrices: T1, T2, T3 et T4; Différent points critiques: PC1, PC2 et PC3

Tableau 1. Teneur en différents macromolécules du zoom-koom

Zone de Prélèvement	Différents échantillons	Taux d'humidité (%)	Cendres (%)	Matières sèches (%)	Protéines (g/ml)	Sucres réducteurs (mg/ml)
PC1	T1	92±0, 3a	3, 3±0, 1a	8±0, 3c	13, 12±0, 1a	52, 72±0, 1c
	T2	94±0, 2a	3, 3±0, 1a	6±0, 2c	11, 28±0, 2b	16, 38±0, 4d
	T3	92±0, 4a	3, 3±0, 1a	8±0, 4c	12, 32±0, 3a	18, 08±0, 4d
	T4	90±0, 4a	3, 3±0, 1a	10±0, 1b	12, 5±0, 1a	28, 1±0, 2d
PC2	T1	92±0, 2a	3, 3±0, 1a	8±0, 3c	11, 52±0, 1b	67, 84±0, 2b
	T2	94±0, 4a	3, 3±0, 1a	6±0, 3c	10, 98±0, 2b	40, 08±0, 5c
	T3	94±0, 2a	3, 3±0, 1a	6±0, 2c	7, 62±0, 4c	44, 82±0, 3c
	T4	94±0, 3a	3, 3±0, 1a	6±0, 1c	7, 02±0, 1c	87, 18±0, 3b
PC3	T1	90±0, 1a	3, 3±0, 1a	10±0, 2b	8±0, 2c	171, 8±0, 1a
	T2	84±0, 2b	3.3±0, 1a	16±0, 3a	12±0, 4a	177, 3±0, 5a
	T3	90±0, 3a	3.3±0, 1a	10±0, 1b	10, 1±0, 3b	165±0, 2a
	T4	90±0, 4a	3.3±0, 1a	10±0, 2b	10, 5±0, 2b	109±0, 1b

Les moyennes d'une colonne suivies de la même lettre ne présentent pas de différence significative au risque 5%.

3.1.2 DÉNOMBREMENT DES MICRO-ORGANISMES AU NIVEAU DES POINTS CRITIQUES

3.1.2.1 PREMIER POINT CRITIQUE DU PROCESSUS DE FABRICATION

La charge en germe aérobique mésophile (GAM) varie entre log de 5, 6 UFC/ml et log de 7, 9 UFC/ml. La forte valeur est obtenue avec la transformatrice T3 (log de 7, 9 UFC/ml) alors que la faible valeur a été obtenue au laboratoire T4 (log de 5, 6 UFC/ml). Concernant la charge des levures (LEV), les valeurs sont comprises entre log de 1, 2 UFC/ml et log de 2, 9 UFC/ml. Les forte et faibles valeurs sont obtenues respectivement chez les transformatrices T2 (log de 2, 9 UFC/ml) et T4 (log de 1, 2 UFC/ml). Pour les bactéries lactiques (BL), la charge oscille entre log de 2 UFC/ml et log de 3, 2 UFC/ml. La forte valeur est obtenue avec la transformatrice T1 (log de 3, 2 UFC/ml) tandis que la faible valeur a été obtenue au laboratoire avec la transformatrice T4 (log de 1, 2 UFC/ml). Quant aux coliformes totaux (CT), ils ont des charges variant entre log de 1 UFC/ml et log de 2, 1 UFC/ml. La forte valeur est obtenue avec la transformatrice T1 (log de 2, 1 UFC/ml) et la faible valeur est obtenue au laboratoire T4 (log de 1 UFC/ml). L'analyse statistique de tous les germes a montré une différence significative entre ces valeurs au risque 5%. L'ensemble des résultats est donné par la figure 3.

3.1.2.2 DEUXIÈME POINT CRITIQUE DU PROCESSUS DE FABRICATION

La figure 3 présente l'ensemble des résultats au niveau du deuxième point critique. D'une façon générale, les différents germes présentent à peu près les mêmes variations qu'au niveau de PC1. La charge en germe aérobique mésophile (GAM) varie

entre log de 5, 2 UFC/ml et log de 8, 2 UFC/ml. La forte valeur est obtenue avec la transformatrice T1 (log de 8, 2 UFC/ml) et la faible est obtenue au laboratoire avec la transformatrice T4 (log de 5, 2 UFC/ml). Par ailleurs la charge des levures (LEV) est comprise entre log de 1, 9 UFC/ml et log de 2, 7 UFC/ml. La forte valeur est obtenue avec la transformatrice T1 (log de 2, 7 UFC/ml) et la faible valeur est obtenue au laboratoire avec T4 (log de 1, 9 UFC/ml). Au niveau des bactéries lactiques (BL), la charge oscille entre log de 1, 5 UFC/ml et log de 2, 5 UFC/ml. La forte valeur est obtenue avec la transformatrice T1 et T3 (log de 2, 5 UFC/ml) et la faible est obtenue au laboratoire avec T4 (log de 1, 5 UFC/ml). Pour les coliformes totaux (CT), la charge varie entre log de 1, 1 UFC/ml et log de 2 UFC/ml. La forte valeur est obtenue avec la transformatrice T1 (log de 2 UFC/ml) et la faible valeur est obtenue au laboratoire avec T4 (log de 1, 1 UFC/ml). L'analyse statistique a montré une différence significative entre les différentes charges microbiennes au risque 5%.

3.1.2.3 TROISIÈME POINT CRITIQUE DU PROCESSUS DE FABRICATION

La charge en germe aérobic mésophile (GAM) varie entre log de 5 UFC/ml et log de 7, 5 UFC/ml. La forte valeur est obtenue avec la transformatrice T1 (log de 7, 5 UFC/ml) et la faible valeur est obtenue au laboratoire avec T4 (log de 5 UFC/ml). Pour les levures (LEV), la charge est comprise entre log de 2, 5 UFC/ml et log de 2, 8 UFC/ml. Au niveau des bactéries lactiques (BL), la charge oscille entre log de 1, 2 UFC/ml et log de 2, 5 UFC/ml. La forte valeur est obtenue avec la transformatrice T3 (log de 2, 5 UFC/ml) et la faible valeur est obtenue au laboratoire avec T4 (log de 1, 2 UFC/ml). Concernant les coliformes totaux (CT), la charge varie entre log 0, 7 UFC/ml et log 1, 3 UFC/ml. La forte valeur est obtenue avec la transformatrice T1 (log de 1, 3 UFC/ml) et T3 (log de 1, 3 UFC/ml) et la faible est obtenue au laboratoire avec T4 (log de 0, 7 UFC/ml). L'analyse statistique a montré une différence significative entre toutes les valeurs (Figure 3).

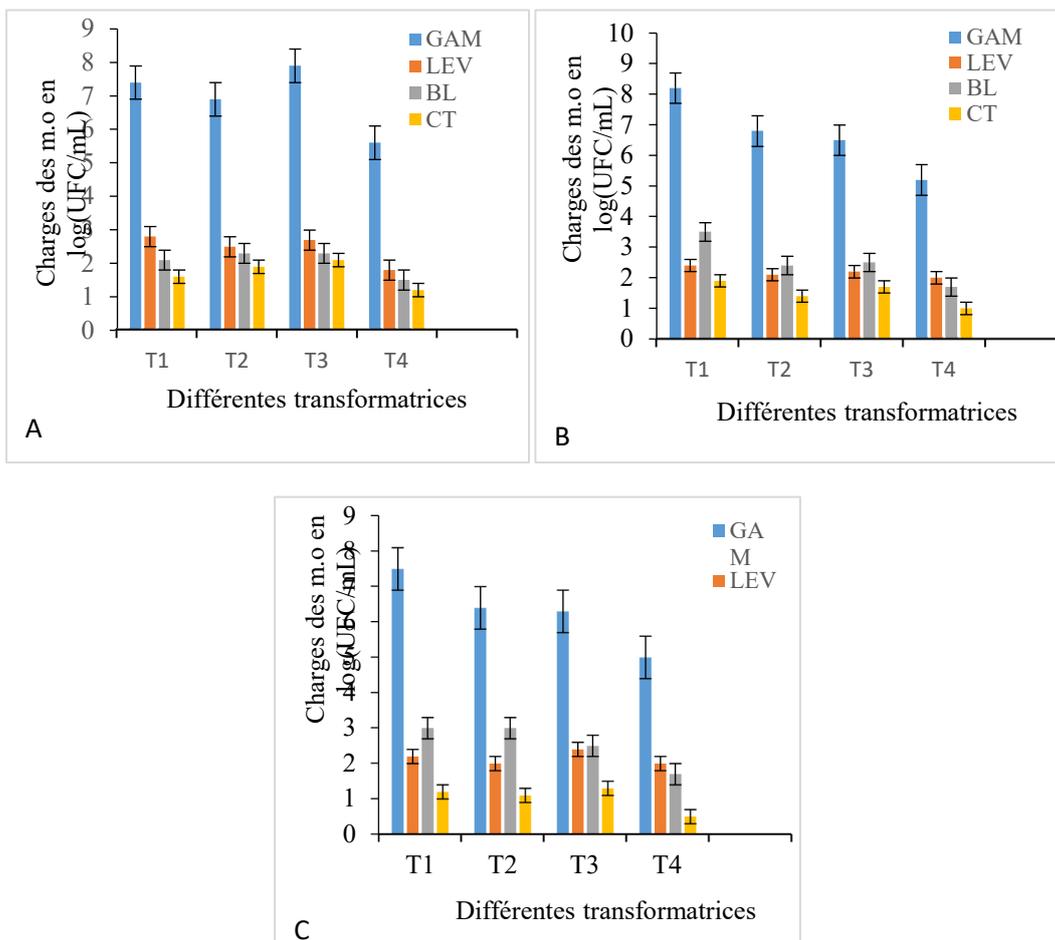


Fig. 3. Charges et variabilité des micro-organismes chez les transformatrices au niveau des différents points critiques de la fabrication. A: Point critique 1; B: Point critique 2; C: Point critique 3

3.1.3 EFFET DES PASTEURISATIONS SUR LES CHARGES MICROBIENNES DU ZOOM-KOOM

La densité optique initiale du zoom-koom est de 0,191 et la charge diminue progressivement pour atteindre 0,187, 0,176, 0,171, 0,168 et 0,165 pour les températures de pasteurisation respectivement de 50, 55, 60, 65 et 70°C après 27 min de traitement thermique. Les températures de pasteurisation de 50 à 70 °C sont inefficaces sur les microorganismes jusqu'à 27 min de traitements thermiques. Cependant, la température de 75°C élimine la totalité des microorganismes après 21 minutes de traitement (Figure 4).

3.1.4 COMPARAISON DES ZOOM-KOOM PASTEURISÉS AUX ZOOM-KOOM NON PASTEURISÉS

Le zoom-koom après pasteurisation à un pH de 3,3 tandis que celui des zoom-koom non pasteurisés varie entre 3,5 et 4. Au niveau du taux de cendre, elle est de 5% pour le zoom-koom pasteurisé tandis que celui des zoom-koom non pasteurisés sont égales à 3,3%. L'analyse statistique a montré une différence significative entre les valeurs au risque 5%. La forte valeur est obtenue pour le zoom-koom pasteurisé (5%). Pour la teneur en protéine après pasteurisation, elle est de 15,2 g/ml et varie entre 8 et 10,5 g/ml pour les zoom-koom non pasteurisés. Concernant la teneur en sucre réducteur après pasteurisation, elle est de 88,6 mg/ml tandis que celle des zoom-koom non pasteurisés varie entre 109 et 177,3 mg/ml. L'analyse statistique a révélé une différence significative entre les valeurs au risque 5%.

Le tableau II donne l'ensemble des résultats.

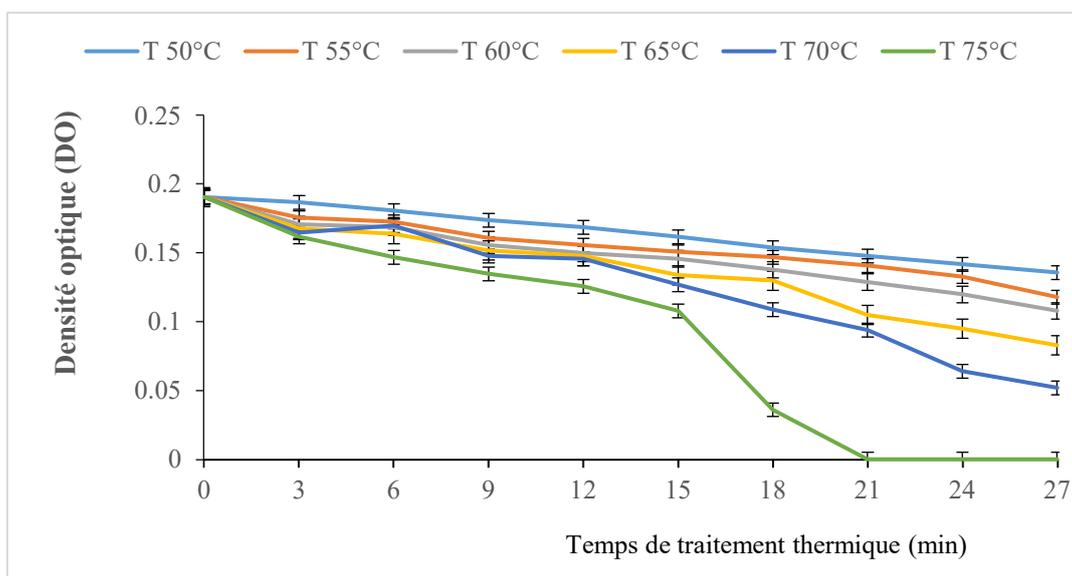


Fig. 4. Evolution de la charge des micro-organismes en fonction du temps de pasteurisation

Tableau 2. Teneur des différents paramètres physicochimiques du zoom-koom pasteurisé et les zoom-koom non pasteurisés

	Transformatrices	Ph	Acidité Titrable (%)	Taux d'humidité (%)	Cendres (%)	Protéines (g/ml)	Sucres réducteurs (mg/ml)	Matières sèches (%)
Avant pasteurisation	T1	4±0, 1a	0,1±0, 3a	90±0, 1a	3,3±0, 1b	8±0, 2c	171,8±0, 1a	10±0, 1c
	T2	3,5±0, 2a	0,36±0, 1a	84±0, 2b	3,3±0, 1b	12±0, 1b	177,3±0, 3a	16±0, 2b
	T3	3,8±0, 1a	0,32±0, 2a	90±0, 1a	3,3±0, 1b	10,1±0, 3b	165±0, 2a	10±0, 1c
	T4	4,6±0, 3a	0,16±0, 3a	90±0, 1a	3,3±0, 1b	10,5±0, 2b	109±0, 1b	10±0, 1c
Après pasteurisation	T4	3,3±0, 1a	0,56±0, 1a	86±0, 2b	5±0, 2a	15,2±0, 3a	88,6±0, 2c	20±0, 3a

Les moyennes d'une colonne suivie de la même lettre ne présentent pas de différence significative au risque 5%

3.2 DISCUSSION

Les analyses effectuées sur les paramètres physicochimiques et microbiologiques du zoom-koom, à différentes étapes de la production, présentent des différences. Le zoom-koom produit par la transformatrice T2 est moins acide que ceux produits par les autres productrices aux points critiques PC1 et PC3. Cette variabilité pourrait s'expliquer par la nature et la quantité des ingrédients utilisés dans la production du zoom-koom. En effet, les productrices T1 et T3 utilisent de l'ananas, le citron, la menthe et la poudre de baobab qui pourraient acidifier le zoom-koom. Ce phénomène a été observé par [1] qui ont travaillé sur la variabilité des propriétés physicochimiques du tchapalo. Les teneurs en eau des échantillons de zoom-koom de la transformatrice T2 au point PC3 est faible que ceux produits par les autres productrices, pour les teneurs en protéines des échantillons de zoom-koom de la transformatrice T2 au point PC1 est la plus petite teneur observée. Tandis qu'au point PC2, la plus petite valeur est observée chez la transformatrice T3 et le laboratoire T4. Concernant le point PC3, la plus petite est observée chez la transformatrice T1. Ces différences pourraient s'expliquer par le fait que les zoom-koom n'ont pas été produits dans les mêmes conditions et pas avec les mêmes ingrédients, l'hypothèse la plus probable serait que la biomasse cellulaire constituée des différents microorganismes a permis d'accroître la teneur en protéines supplémentaires des zoom-koom. Pour les sucres réducteurs, les teneurs des échantillons de zoom-koom de la transformatrice T1 au point PC1 n'est élevé que ceux des autres productrices. Tandis qu'au point PC2, la valeur la plus élevée est observé chez la productrice T3 et celui de laboratoire T4. Concernant le point PC3, la plus élevée des valeurs est observée chez la productrice T1, T2 et T3. Ceci pourrait être lié au fait que les glucides représentent la première et principale source d'énergie et de carbone lors de la fermentation en générale et la fermentation lactique en particulier. Ce phénomène a été observé par [9] qui a travaillé sur le gowé (boisson fermentée à base de sorgho ou de maïs), a observé que la concentration en sucres fermentescibles pouvait passer de 15, 6% en fin de saccharification à 19, 4% en 08 heures de fermentation indépendamment du type de starter. Après 12 heures, elle peut atteindre 21, 7% contre 10, 4% en 24 heures de fermentation naturelle sans apport exogène de ferment. Les glucides constituent la plus importante source d'énergie de l'organisme. La teneur en cendres est égale dans tous les échantillons de zoom-koom. Les cendres ou minéraux totaux sont constitués entre autres de Ca, P, Fe et Mg. Les teneurs de ces minéraux n'ont pas été déterminés dans les échantillons de zoom-koom. Les éléments minéraux comme le calcium, le magnésium, le fer et le phosphore sont des cofacteurs présents dans les chaînes polypeptidiques des protéines. Lors du catabolisme enzymatique des protéines par les bactéries lactiques en acides aminés simples digestibles, il s'en suit une libération importante de cofacteurs dans le milieu extérieur qui entraîne une forte présence de ces éléments minéraux dans le zoom-koom selon [12]. L'analyse des paramètres microbiologiques a permis de déterminer les variations des caractéristiques du zoom-koom. Le zoom-koom produit par la productrice T3 au point PC1 à une charge en GAM plus élevée et la plus faible charge l'a été au laboratoire T4. Tandis qu'au point PC2, la forte charge est obtenue avec la productrice T1 et la faible charge l'a été au laboratoire T4. Concernant le point PC3 les forte et faibles charges sont obtenues respectivement avec les transformatrices T1 et T4. Au niveau des levures, la forte charge l'a été avec la productrice T2 au point PC1 et la faible charge est observée au laboratoire T4. Quant au point PC2, elle a une forte charge observée chez la productrice T1 et la faible charge l'a été obtenue avec la productrice T1. Pour les bactéries lactiques, les forte et faibles charges sont obtenues respectivement avec la productrice T1 et au laboratoire T4 au point PC1. Concernant le point PC2, la forte charge est observée avec la productrice T1, T3 et la plus faible charge est obtenue au laboratoire T4. Au niveau PC3, les faible et fortes charges sont observées respectivement avec la productrice T1 et T3. Par ailleurs, les forte et faibles charges en coliformes totaux sont obtenues respectivement avec la productrice T1 et au laboratoire T4 au point PC1. Tandis qu'au point PC2 la forte charge est observée avec la productrice T1 et la faible est obtenue au laboratoire T4. Concernant le point PC3, la forte charge l'a été avec la productrice T1, T3 et la faible est obtenue au laboratoire. Cette variabilité pourrait s'expliquer par le fait que la production du zoom-koom passe par plusieurs étapes. Pendant cette production, un mélange de plusieurs ingrédients est effectué. Ces différents matériels utilisés pourraient influencer la charge microbienne d'un point critique à un autre point critique. Les microorganismes dans le zoom-koom pourraient provenir des différentes parties de la machine qui a servis à faire la mouture des ingrédients. Certains d'entre eux pourraient être également apportés par la productrice par ajout d'eau. Ce constat a été observé par [12] qui a travaillé sur l'utilisation de cultures de *Lactobacillus fermentum* dans la technologie du zoom-koom. Selon cet auteur, la charge très élevée de GAM dans les échantillons de zoom-koom seraient due à la méconnaissance et à la non application des bonnes pratiques d'hygiène et des bonnes pratiques de transformation de la part des femmes qui fabriquent et vendent ces boissons. De plus, il n'existe pratiquement pas dans la littérature scientifique de normes spécifiques au niveau de ce produit local. Le zoom-koom étant une boisson, ces valeurs peuvent être comparées à des normes de qualité existantes sur les boissons. Cependant, il est considéré en générale en guise d'indice de qualité sanitaire, qu'il n'ya de risque pour la santé du consommateur que si la flore totale est supérieure à log (5 UFC/ml ou g) selon le cours de [10] intitulé microbiologie alimentaire.

Pendant la pasteurisation, la charge microbienne diminue progressivement et disparaît avec l'augmentation de la température et du temps. La température utilisée pour la pasteurisation du zoom-koom, permet de détruire les microorganismes pathogènes et réduire la charge en microflore. L'élimination totale des micro-organismes après 21 minutes à la

température de 75°C pourrait être liée à la composition physico-chimique du zoom-koom mais aussi à la charge initiale des micro-organismes.

4 CONCLUSION

Au terme de cette étude, il faut retenir que les échantillons de Zoom-koom analysés ont un pH acide, une acidité titrable relativement élevée et riche en eau. Le pH du zoom-koom acide est défavorable au développement des germes pathogènes donc lui confère une bonne qualité sanitaire. La pasteurisation permet une bonne stabilisation et conservation du zoom-koom. Mais ce pH acide favorise une très bonne croissance des bactéries lactiques mais pourrait avoir à la longue un effet dégradant sur la durée de conservation du zoom-koom. Le processus de fabrication du zoom-koom du début à la fin présente une variabilité de la charge de la plupart des micro-organismes d'un point critique à un autre point critique. Au regard des résultats obtenus, au niveau des GAM, on pourrait affirmer que les échantillons de Zoom-koom analysés chez les productrices sont de qualité hygiénique non satisfaisante, la consommation d'une telle boisson pourrait provoquer les maladies diarrhéiques, les dysentériques, les troubles digestif et même conduire à la mort du consommateur. En somme, il ressort de ces observations que le zoom-koom contient des nutriments importants pour l'organisme. Ces nutriments (protéines, minéraux et glucides) peuvent intervenir soit par apport d'énergie à l'organisme soit pour aider à réduire la malnutrition. Ils jouent un rôle très important dans l'alimentation humaine en général et des enfants en particulier.

REFERENCES

- [1] S. Aka, N. T. Djeni, K. F. N'Guessan, K. C. Yao et K. M. Djè. Variabilité des propriétés physico-chimiques et dénombrement de la flore fermentaire du tchapalo, une bière traditionnelle de sorgho en Côte d'Ivoire. *Afrique Science*. Vol 02. N 04. pp. 274-286, 2008.
- [2] W. K. Amoa-awua, E. Sampson, K. Tano et Debrah. Growth of yeasts, lactic and acetic bacteria in palm wine during tapping and fermentation from felled oil palm (*Elaeis guineensis*) in Ghana. *J. Appl. Microbiol.* 47: 1-8, 2007.
- [3] Anonyme. Rapport d'activités annuelles du PPMS; 32 p, 2007.
- [4] D. Bernfeld. Analyse β et α , in *methods in enzymology 1*, S. P. Colowick and N. O. K., Academic press, Inc, New York, 149-154, 1955.
- [5] C. Camara. Les cultures vivrières en République de Côte d'Ivoire. In: *Annales de Géographie*, t. 93, n° 518, pp. 432-453, 1984.
- [6] J. C. De Man, M. Rogosa et M. E. Sharpe. Medium for the cultivation of lactobacilli. *J. Appl. Bacteriol.*, 23: 130-138, 1960.
- [7] A. G. Gornall, C. J. Bardawill et M. M. David. Détermination of serumprotéins by means of the biuret reaction. *The journal of Biologicalchemistry*. 177: pp. 66-751, 1949.
- [8] F. Hama. Contribution à la caractérisation de la perception sensorielle des bouillies de petit mil fermenté traditionnelles et enrichies consommées à Ouagadougou; Mémoire de maîtrise des sciences et techniques, crsban, u.o; 45 p. 2003.
- [9] Y. E. Madode. Utilisation des ferments de bactéries lactiques et de levures pour l'amélioration de la fermentation du gowé, une boisson fermentée à base de Sorgho; Mémoire de DEA en biotechnologies; crsban, ufr-svt; 54 p, 2005.
- [10] C. T. A. Ouattara. Cours de microbiologie alimentaire. Ufr-Svl. Université de Ouagadougou. 67p. (Eds.), *Biotechnology*. Verlagchemie: Weinheim, pp. 550-559, 2010.
- [11] H. Sawadogo-lingani. Fermentation lactique dans le procédé traditionnel de fabrication de la bière de sorgho (dolo, pito): caractérisation des bactéries lactiques pour la sélection de cultures starter; Thèse de Doctorat d'Etat en Biochimie-Microbiologie; UFR SVT; Université de Ouagadougou (Burkina Faso); pp. 1-45, 2010.
- [12] M. A. A. R. Soma. Utilisation de cultures de *Lactobacillus fermentum* dans la technologie du zoom-koom, une boisson locale à base de mil pour améliorer sa qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique, Mémoire de Master. Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 49p, 2014.