

Valorisation de la bière locale à base de sorgho par l'utilisation d'une méthode chimique simple de contrôle de la qualité (la densimétrie)

[Enhancement of local sorghum beer by using a simple chemical quality control method (Densimetry)]

KONZOU Tcha-sosso¹, AGBODAN Kokou Agbékonyi², TCHANI Gneiny Whad³, AGBODAN Kodjovi Mawuégnigan Léonard⁴, and BOYODE Pakoupat³

¹Ecole des Assistants Médicaux, Université de Lomé 01BP 1515 Lomé 01, Lomé, Togo

²Laboratoire de Génie des Procédés et Ressources Naturelles (LAGEPREN), Département de Chimie, Université de Lomé, 01 BP 1515 Lomé 01, Lomé, Togo

³Laboratoire de Chimie Organique et des Substances Naturelles (labcosnat) Département de Chimie, Université de Lomé, 01 BP 1515 Lomé 01, Lomé, Togo

⁴Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale (LBEV), Département de Botanique, Université de Lomé, 01 BP 1515 Lomé 01, Lomé, Togo

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: "Chukutu" is a drink very popular with Togolese and consumed throughout the territory. It is a drink obtained by alcoholic fermentation of the sweet must of sorghum. The scientific investigations for the control of its production began timidly. In all the countries where this beer is prepared and consumed, the tasting quality differs from one producer to another and often each prepared drink is unique. No standardization is proposed in the various existing studies. The main objective of this study is the promotion of this beer by the search for a simple method of quality control accessible to producers. This involves determining the shortcomings in the production and marketing process and researching the physico-chemical characteristics and the alcoholic degrees of the different formulations of this beer using a simple and practical method, the densimetry. Beforehand, a descriptive and analytical transversal study on the knowledge, attitudes and practices of the actors (producers and consumers) of the local beer was made. A random sampling method surveyed 20 producers and 200 consumers in four districts of Greater Lomé (Adéwi, Cacaveli, Démakpoè and Fiovi). Then, an evaluation of the physico-chemical characteristics was made using the densimetry method. The alcohol levels and specific densities of the different types of this drink were evaluated. The influence of the cooking temperature of the sweet must was also studied. The results obtained show that the inspections of the competent authorities remain insufficient. A cooking temperature of 83 °C gives a beer much appreciated by consumers. The alcohol content is not constant and varies from 8.03% for tchoukoutou to 5.50% for tchapalo. In conclusion, the flexible and easy-to-explain densimetry is a method for controlling the quality of local beer. It must be recommended to producers.

KEYWORDS: Chukutu, production, fermentation, densimetry, alcohol content, influence of temperature.

RESUME: Le « Tchoukoutou » est une boisson très appréciée des togolais et consommée sur toute l'étendue du territoire. C'est un breuvage obtenu par fermentation alcoolique du moût sucré de sorgho. Les investigations scientifiques pour la maîtrise de sa production ont commencé timidement. Dans tous les pays où cette bière est préparée et consommée, la qualité dégustatrice diffère d'une productrice à une autre et souvent chaque boisson préparée est unique. Aucune standardisation n'est proposée

dans les différentes études existantes. L'objectif principal de la présente étude est la valorisation de cette bière par la recherche d'une méthode simple de contrôle de la qualité accessible aux productrices. Cela passe par la détermination des insuffisances dans le processus de production et de commercialisation et la recherche des caractéristiques physico chimiques et les degrés alcooliques des différentes formulations de cette bière en utilisant une méthode simple et pratique, la densimétrie.

Au préalable, une étude transversale descriptive et analytique sur les connaissances, attitudes et pratiques des acteurs (productrices et consommateurs) de la bière locale a été faite. Une méthode d'échantillonnage aléatoire a permis d'enquêter 20 productrices et 200 consommateurs dans quatre quartiers du grand Lomé (Adéwi, Cacaveli, Démakpoè et Fiovi). Ensuite, une évaluation des caractéristiques physico chimiques a été faite et à l'aide de la méthode de densimétrie. Les degrés alcooliques et les densités spécifiques des différents types de cette boisson ont été évalués. L'influence de la température de cuisson du moût sucré a été également étudiée. Les résultats obtenus montrent que les inspections des autorités compétentes restent insuffisantes. Une température de cuisson de 83 °C donne une bière très appréciée des consommateurs. La teneur en alcool n'est pas constante et varie de 8, 03% pour le tchoukoutou à 5, 50% pour le tchapalo. En conclusion, la densimétrie souple et facile à expliquer, est une méthode qui permet de contrôler la qualité de la bière locale. Elle doit être recommandée aux productrices.

MOTS-CLEFS: Tchoukoutou, production, fermentation, densimétrie, degré alcoolique, influence de la température.

1 INTRODUCTION

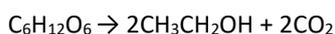
Les céréales sont des produits de première importance en Afrique et constituent une source énergétique et de micronutriments [1]. Certaines céréales telles que le sorgho, le maïs et le mil sont souvent transformées en boisson dont la fabrication comprend une étape essentielle de fermentation alcoolique [2]. Le sorgho peut être utilisé directement ou sous forme maltée et/ou fermentée dans la préparation de plusieurs aliments traditionnels tels que les bouillies, les pâtes et les boissons alcoolisées et non alcoolisées [3]. Ainsi dans beaucoup de pays africains, les bières des céréales (sorgho, petit mil, maïs.....) sont produites et constituent la principale boisson alcoolisée des populations de savane, par opposition au vin de palme, boisson des populations forestières [3]. Le marché togolais regorge de toute une gamme de boissons élaborées à partir des ressources différentes. Certaines ne sont pas alcoolisées comme le « liha » produit à partir du maïs ou le « Déha » à partir des palmistes. Des boissons non alcoolisées à partir de la banane, de l'ananas, de l'orange aussi existent. Le tchoukoutou, le takoutou et le tchapalo sont des bières alcoolisées à base de sorgho et produites généralement par les populations du Nord du Togo. La production de cette bière revêt un caractère socioéconomique remarquable et constitue une importante source de revenus pour les femmes qui la produisent à l'échelle locale en utilisant la technologie traditionnelle [4-6]. Cette bière est abondamment utilisée au cours des cérémonies traditionnelles et initiatiques. Toutefois, le processus de production souffre d'un manque crucial de bonnes pratiques d'hygiène et les constantes physico chimiques élémentaires de cette bière manquent. Il est signalé dans certains pays d'Afrique que l'hygiène dans les *tchapalodromes* (bars de boissons traditionnelles) est très souvent déplorable. La présence de mouches, d'immondices et d'eaux usées stagnantes est frappante [6]. De même pour la fermentation, on utilise du levain dans lequel on a dénombré autant de levures que de bactéries lactiques aussi bien que d'autres bactéries [7]. Ces boissons, souvent consommées à l'état de fermentation active, ont une courte durée de conservation [8]. Des pistes de standardisation des données physico chimiques de cette bière ont commencé [9]. Au fil du temps, les conditions de fabrication n'ont pas évoluées. Le séchage des grains de sorgho germés se fait toujours en plein air, en bordure des voies. De plus, le processus de production souffre d'un manque crucial d'instrument de mesure de précision, de bonnes pratiques d'hygiène et les moûts sucrés successifs sont inoculés avec le ferment issu de fermentations précédentes, sans qu'on connaisse bien la nature réelle de ce ferment [9]. Des essais ont lieu sur l'optimisation du procédé traditionnel de maltage du sorgho pour la production de boissons fermentées [5]. Pour la valorisation de cette boisson la recherche d'une méthode simple de contrôle de la qualité accessible aux productrices ainsi que la standardisation sont nécessaires. Pour cela une enquête a été réalisée dans deux quartiers de Lomé sur les procédés de fabrication, de consommation et l'hygiène autour des bars dans lesquels sont vendues ces boissons. Des tests de physico chimie sur la qualité des produits collectés sont réalisés sur différents échantillons de la zone d'étude. C'est la méthode de densimétrie qui est utilisée pour la mesure du degré alcoolique.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 TECHNIQUES DE MESURE ET OUTILS DE COLLECTE DES DONNEES.

La méthode d'échantillonnage empirique basée sur la fixation de quotas a été utilisée pour définir le nombre d'échantillons de productrices et de consommateurs. A partir des questionnaires spécifiques, les consommateurs ont donné leurs opinions sur la place du tchoukoutou / tchapalo dans leur alimentation. Vingt (20) productrices / commerçantes et deux cents (200) consommateurs ont été retenues. Ils ont répondu aux questions sur leur niveau d'étude, leur secteur d'activité, la fréquence de consommation, leur préférence entre bière locale et importée, les connaissances sur les dangers liés à la prise de boisson alcoolisée. Des échantillons de bière ont été prélevés chaque jour sur une période de six (06) mois. Le densimètre d'usage très simple et pratique, un spectromètre UVVIS 5100B SPECTRO PHOTOMETER et une balance de précision ont été utilisés essentiellement pour les mesures. Il faut remplir une éprouvette de bière, jusqu'à un ou deux centimètre du bord et la déposer sur une surface plate et uniforme. Lentement, on insère le densimètre dans le liquide jusqu'à ce que celui-ci flotte par lui-même ou qu'il touche au fond du gobelet.

En mesurant la densité du moût avant et après fermentation, il a été possible d'estimer la teneur en alcool d'une boisson fermentée et alcoolisée. Le moût obtenu à partir du sorgho contient des sucres et les sucres fermentescibles se transforment en alcool et en gaz carbonique (CO₂). Les autres sucres vont participer à la formation du corps de la bière. En comparant les densités initiale et finale, on peut calculer la masse d'alcool dans la cuve. En faisant une approximation que le sucre participant à la réaction soit du glucose, l'équation bilan est la suivante :



A partir de l'équation-bilan de formation de l'alcool, le calcul du rapport de la masse de l'alcool produit, sur celle de la masse du dioxyde de carbone est:

$$\frac{\text{Masse de l'alcool}}{\text{Masse du dioxyde de carbone}} = \frac{\text{Masse molaire moléculaire de l'alcool}}{\text{Masse molaire moléculaire du dioxyde de carbone}}$$

Ce rapport est une constante égale à 1, 04678 \approx 1, 05. Le calcul de l'atténuation se fait à partir des densités initiale et finale.

$$[\text{Densité initiale}] - [\text{Densité finale}] = \text{Atténuation}$$

$$\Delta D = D_{\text{initiale}} - D_{\text{finale}}$$

Cette atténuation est due au gaz formé (CO₂) qui s'échappe de la cuve de préparation de la bière. Connaissant la quantité de CO₂, le calcul de la masse de l'alcool se fait aisément.

$$[\text{Masse de l'alcool}] = [\text{Masse du dioxyde de carbone}] \times 1, 05$$

En considérant la masse du moût fermenté pour 100%, et connaissant la masse de l'alcool, il est possible d'estimer le pourcentage en masse de l'alcool dans la bière avec la formule suivante:

$$[\text{Pourcentage en masse de l'alcool}] = x \times 100$$

La masse totale est calculée en utilisant la densité spécifique finale. Pour trouver le pourcentage en volume, il suffit de diviser le pourcentage en masse par la densité de l'alcool.

$$[\text{Pourcentage en volume}] = \frac{\text{Pourcentage en masse}}{\text{Densité de l'alcool}}$$

2.2 MESURE DU POUVOIR ANTI-RADICALAIRE

En présence des piègeurs de radicaux libres des extraits de certaines plantes, comportant des molécules bioactives à capacité antioxydante, le radical DPPH (2, 2- diphenyl-1- picrylhydrazyle) de couleur violette est réduit en 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazine de couleur jaune. Trois (3) ml de la solution éthanolique de DPPH• (10⁻⁴ M) et 100 μ l (2.10⁻² g/L) de chaque

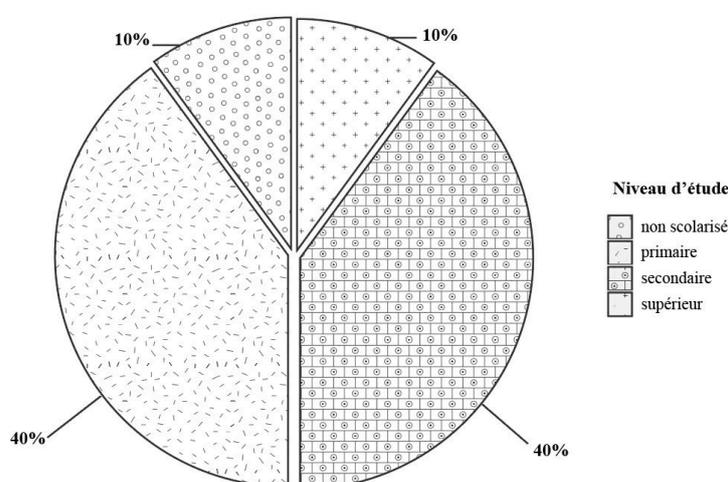
bière locale ont été introduits dans un tube à essai. Le mélange vigoureusement agité au vortex, a été placé pendant 30 minutes à l'abri de la lumière. L'absorbance a été mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV.VIS 5100 B SPECTROPHOTOMETER. L'éthanol 95% a constitué le blanc [5].

2.3 GESTION DES DONNEES

Le traitement des données a été réalisé et les statistiques sont fournies grâce au logiciel R. Les moyennes des essais, en triplicata et les écarts types ont été déterminés. Avec la courbe d'étalonnage de la quercétine, la détermination des équivalents en quercétine des échantillons de bière par la méthode DPPH* a été effectuée. Les résultats trouvés, ont été exprimés en tant qu'activité anti-radicalaire, en mg d'équivalents de quercétine par gramme (mg d'eq/g).

3 RESULTATS

Sur les 220 questionnaires distribués, les 220 ont été récupérés et effectivement traités ce qui donne un taux de réponse de 100%. La majorité des enquêtés avait un niveau d'instruction se situant entre le primaire et le secondaire soit 40% chacun.



Cinquante-cinq pour cent des productrices enquêtées possèdent des cartes professionnelles de santé. Dans le processus de préparation et de la vente de la bière, locale deux types de source d'eau sont utilisées. L'eau courante de la Togolaise des eaux (TDE) est utilisée par 4 productrices sur 20 soit 20% et celle de forage représente 80%. De même, 80% des enquêtées utilisent du serpentín dans la gestion des mouches sur les sites de vente. La répartition selon le sexe a montré que les hommes (66, 5%) prédominaient dans notre échantillon de consommateurs avec un sexe ratio de 1, 98.

L'enquête a montré que 180 personnes sur les 200 prennent du tchoukoutou et 142 sur 200 consomment du tchoukoutou plus de la boisson importée.

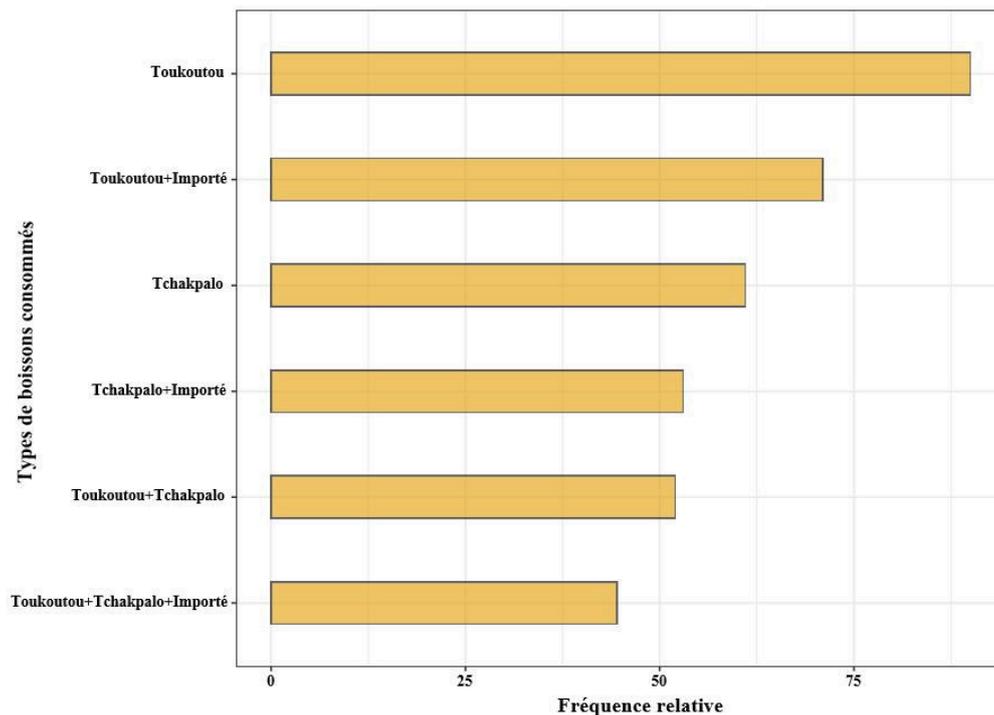


Fig. 1. Répartition des enquêtés en fonction du type de bière consommée

Suivant le type de bière locale considérée, les pourcentages en alcool sont différents. Dans le même quartier, et chez une même productrice, la bière locale est différente d'un prélèvement à un autre car les paramètres physico chimiques sont différents). On peut conclure qu'il n'y a pas de standardisation ni de maîtrise dans la préparation de cette bière locale. Il existe des bières locales de qualités ponctuelles, différentes des jours de préparation, des personnes, et de beaucoup de facteurs variables non maîtrisés. Les consommateurs utilisent plus des bières d'un jour de fermentation. Toutefois à cause de la mévente certains ont commencé par vendre des boissons de deux jours de fermentation. Cette boisson est plus acide et n'est appréciée que d'un nombre restreint de la population ou de certains connaisseurs. C'est pour cette raison que les boissons de deux jours de fermentation aussi ont été étudiées. La figure suivante renseigne sur les résultats trouvés.

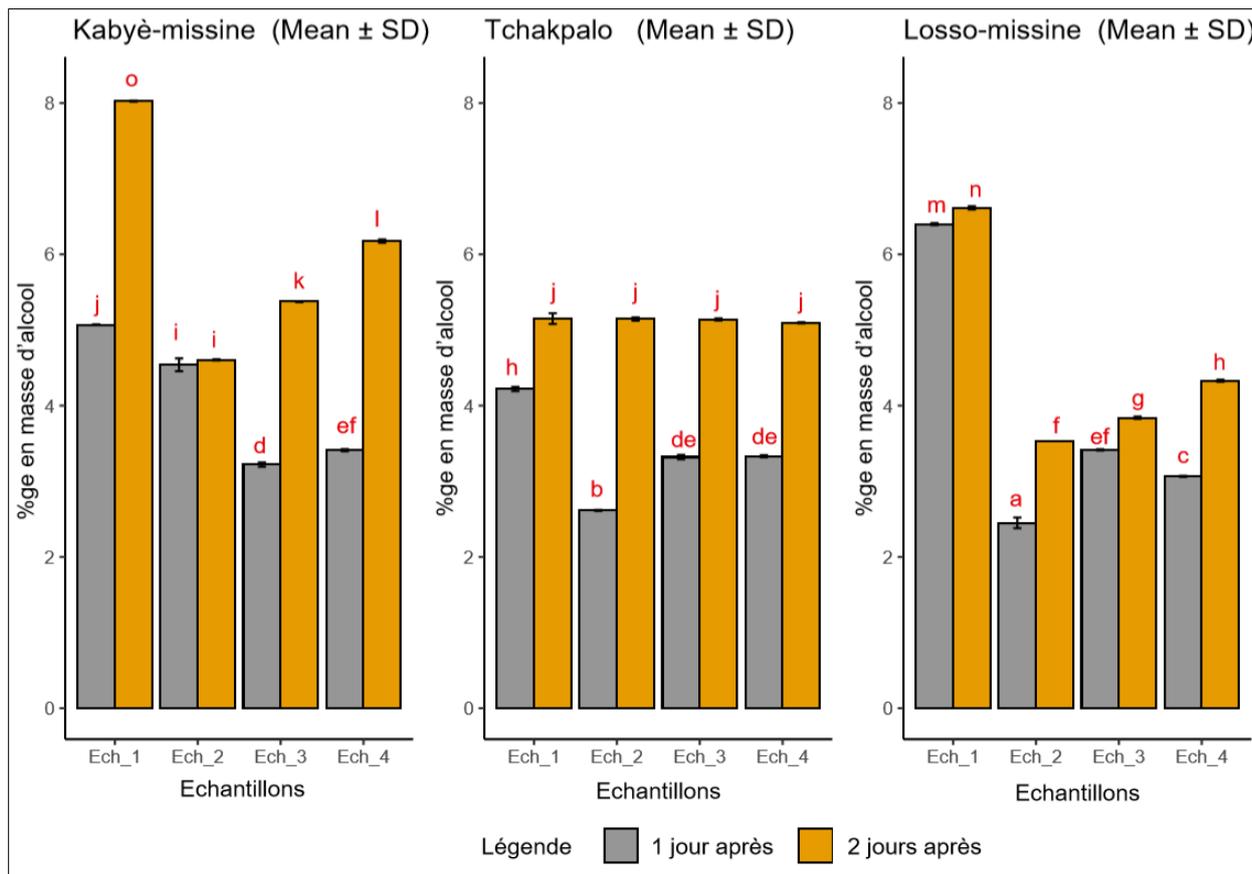


Fig. 2. Comparaison des pourcentages de masse d'alcool formé suivant le temps et suivant les types de boissons locales

NB: Les valeurs mentionnées sur la figure sont les moyennes \pm écarts-types. Les moyennes suivies par la même lettre en exposant impliquent qu'il n'y a pas de différence significativement selon le test de Wilcoxon au seuil de 5%

Sur la figure suivante les densités initiales et finales des différents moûts ont été comparées, de même que les degrés limites des bières étudiées. Entre les échantillons des deux localités, on note une grande différence

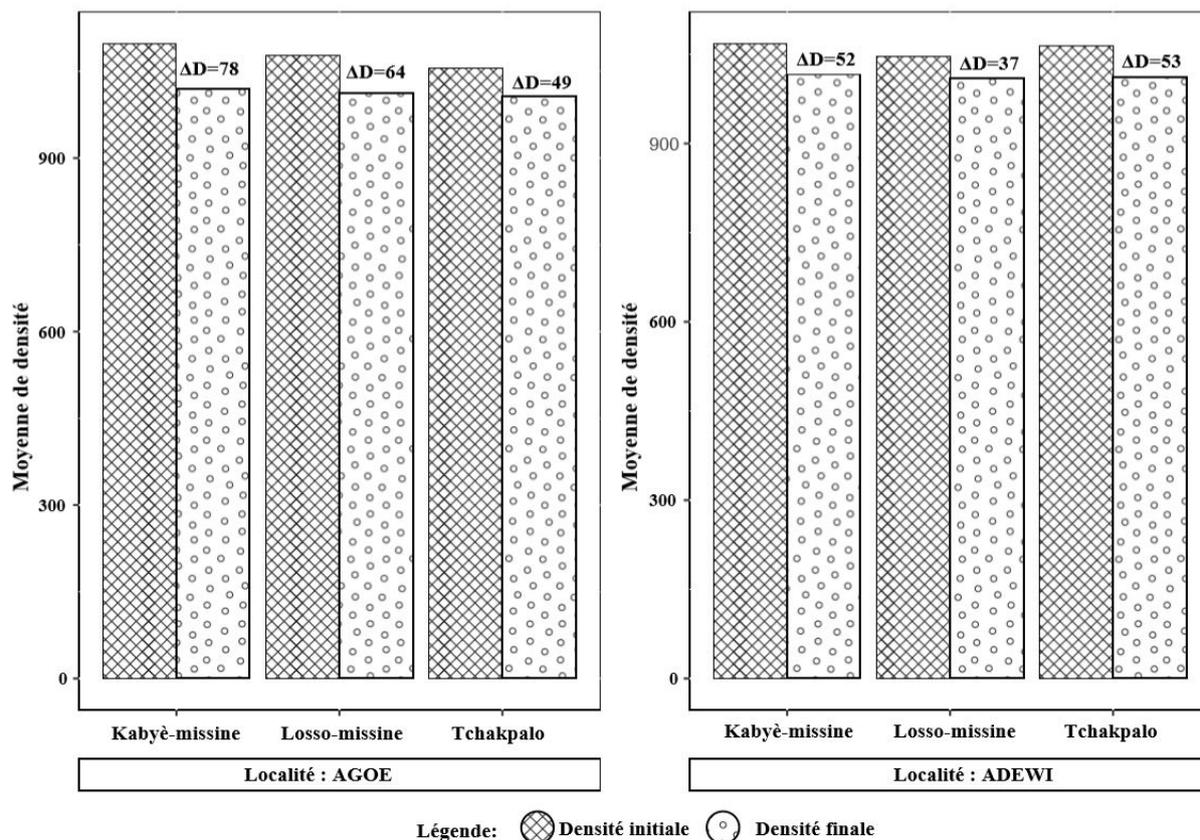


Tableau 1. Comparaison des limites des degrés alcooliques des bières locales

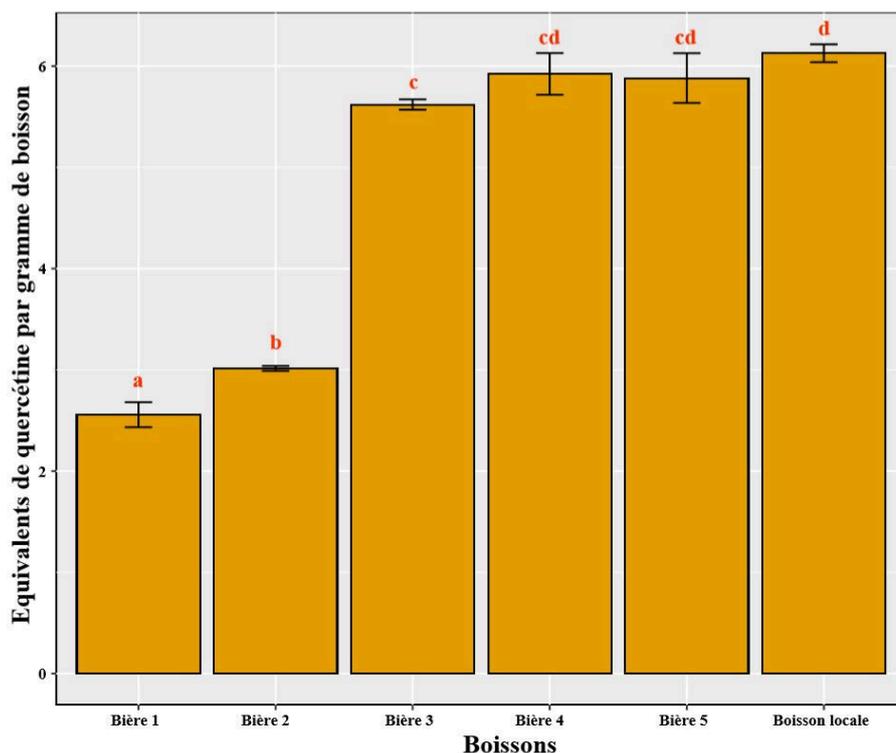
| Echantillon | Taux d'alcool (%) |
|------------------|-------------------|
| Kablemissine (K) | 8,03 |
| Lossomissine (L) | 7,20 |
| Tchapalo (E) | 5,50 |

Tableau 2. Comparaison des taux limite des bières locales et des bières industrielles

| Boissons locales ou industrielles | Taux d'alcool (%) |
|-----------------------------------|-------------------|
| Kabyè-missine | 8,03 |
| Losso-missine | 7,20 |
| Tchapalo | 5,5 |
| Bière 1 | 5,1 |
| Bière 2 | 4,7 |
| Bière 3 | 6,2 |
| Bière 4 | 5,2 |
| Bière 5 | 7,5 |

Cela pourrait s'expliquer par les types de variété de sorgho, le temps de cuisson et aussi les conditions précaires de fabrication de la boisson locale. Malgré qu'il y ait un schéma de production définie par les connaissances endogènes, aucune mesure de standardisation n'est notée, ce qui est l'une des raisons de cette étude.

Avec la courbe d'étalonnage de la quercétine, la détermination des équivalents en quercétine (EQQ) des échantillons de bière locale par la méthode DPPH[•] a été effectuée [10]. Les résultats montrent que la bière locale a un pouvoir antioxydant plus élevé (6,325 EQQ) que les bières du marché dont les valeurs se situent entre 2,6 et 6,07 dans nos conditions d'expérience.



4 DISCUSSION

Les personnes enquêtées étaient relativement des adultes. La majorité de ces personnes avait un âge compris entre 35 à 53 ans soit 46, 5% des enquêtés suivie de ceux qui avaient l'âge compris entre 18 et 35 ans soit 38, 5% des enquêtés.

Par comparaison à la bière de production industrielle, c'est au niveau de la stabilisation du produit obtenu que des différences importantes apparaissent. Bien évidemment, il n'y a pas d'étape de pasteurisation de la bière locale qui contient encore de la levure et d'autres microorganismes comme les bactéries acétiques et lactiques. En raison de leur taux de croissance plus élevé, les bactéries dominent généralement les premiers stades de la fermentation [11]. D'autres auteurs ont montré que les bières traditionnelles de sorgho en Afrique constituent un biotope complexe composé de plusieurs genres et espèces de levures [12]. L'ajout des tiges de gombo dans la production de tchapalo est plus orienté dans la recherche de la capacité de la bière à bien se décanter pendant le brassage [1]. La méthode utilisée dans ce travail est souple et facile à expliquer à ceux qui préparent la bière locale. Cela ne nécessite que l'utilisation d'un densimètre. Au fur et à mesure que la fermentation se poursuit, le moût plus sombre au début, s'éclaircit. Les densités des moûts avant fermentation vont de 1046 et 1098. Plus la valeur est élevée, plus le moût est chargé en sucres et dense et, plus la bière est alcoolisée. Par exemple, le deuxième jour, la quantité d'alcool a diminué (7, 20%) dans le prélèvement d'Agoè. La fermentation se fait en présence du dioxygène de l'air et n'est pas anaérobie. Ainsi une piste d'explication est le début de la transformation d'une partie de l'alcool en acide acétique ou en d'autres métabolites. Les ingrédients qui rentrent dans la préparation des boissons étudiées sont identiques même si les variétés de sorgho sont différentes ; le mélange pour la fabrication du moût est de un bol du sorgho pour 15 litres d'eau, et la différence des titres alcooliques ne pourrait s'expliquer que par les habitudes et les traditions de préparation (durée de la cuisson, espèces de sorgho utilisé et la quantité d'eau utilisée). Il est aussi relevé des cuissons incomplètes par soucis d'économie de bois de chauffe surtout dans la préparation du « Lossomissine », ce qui rend le moût pauvre en sucre. Toutefois, dans les trois prélèvements étudiés, les deux boissons ont presque le même taux d'alcool dans le quartier Adéwi 3, 24; 3, 42; 3, 07 et 3, 42. Dans le même quartier, la bière locale est différente d'une vendeuse à l'autre car les pourcentages en alcool sont différents. De même le « Tchapalo » plus « fort » selon les enquêtés, a un taux d'alcool qui fluctue dans le même quartier d'Agoè, de 4, 24 à 2, 62. Ces degrés alcooliques sont très inférieurs à celui de 5.03 (± 0.77) % trouvés par [13] en Côte d'Ivoire. On peut conclure qu'il n'y a nulle part de standardisation ni de maîtrise dans la préparation de cette bière locale. Il existe des bières locales de qualités ponctuelles, différentes en fonction des jours de préparation, des personnes qui produisent, et de beaucoup de facteurs variables non maîtrisés.

Les pourcentages des masses d'alcool ont été calculés dans quatre échantillons de trois types de boissons locales (Kabyè-missine, Tchakpalo et Losso-missine). Au total douze échantillons ont été soumis au protocole d'expérimentation tel que défini dans la méthodologie. Les masses d'alcool formé sont déterminées et comparées. Cette comparaison de la masse d'alcool formé a été faite en fonction du temps et des types de boissons locales. Les données trouvées en fonction du temps sont étudiées deux à deux et plusieurs échantillons ont été pris en compte. C'est pour cette raison que le test de Wilcoxon a été utilisé pour étudier les différences statistiques (figure 3). L'analyse de la figure 2 montre que le pourcentage de formation de l'alcool croît au fur et à mesure que le temps augmente. Statistiquement, la masse d'alcool formé dans la majorité des échantillons des boissons locales est significativement différente au seuil de 5%. Ceci explique que malgré que le processus de fabrication soit défini par les producteurs, plusieurs paramètres telle que la variété de sorgho utilisé, le temps de cuisson, les adjuvants utilisés, les techniques de préparation ainsi que les conditions environnementales dans laquelle se déroule la production influenceraient le taux d'alcool présent dans la boisson locale.

L'étude a pris aussi en compte la comparaison du taux d'alcool des boissons locales par rapport aux boissons produites de manière industrielle. Ainsi, cinq bières industrielles, les plus usitées par la population sont retenues pour le test. La figure 2 résume le taux d'alcool obtenu suivant les différentes bières.

Les pourcentages limites d'alcool obtenus dans cette expérience sont présentés dans le tableau 2. L'analyse du tableau montre que les boissons locales ont un taux d'alcool plus élevé par rapport à celles produites industriellement numérotées de 1 à 5. Le Kabyè-missine est le plus alcoolisé et a été retenu pour le test antioxydant. Les résultats de la détermination de la capacité antioxydante ont donné, dans nos conditions d'expérience, 6, 325 mg équivalents en mg de quercétine par g de bière. En répétant les mêmes procédures que le premier avec la même bière les jours suivants on obtient des résultats régressant au fur et à mesure que les jours augmentent. L'équivalent diminuerait au fur et à mesure que la fermentation continue. La transformation du moût en alcool serait à la base de la diminution progressive du potentiel antioxydant. Ce résultat est vérifié avec l'échantillon laissé pendant des jours jusqu'à la fin de la fermentation.

5 CONCLUSION

L'objectif principal de la présente étude est la valorisation de cette bière par la recherche d'une méthode simple de contrôle de la qualité accessible aux productrices. Pour cela nous nous sommes intéressés à des enquêtes sur le terrain et une étude expérimentale. La méthode utilisée pour la détermination du degré alcoolique, la plus souple et facile à expliquer à ceux qui préparent la bière locale, est l'utilisation d'un densimètre. Les résultats ont montré que la pratique des règles d'hygiène dans le domaine de la production de la bière locale reste très précaire et nécessite beaucoup d'action sur le plan de la formation et de la sensibilisation des acteurs. La mesure de densimétrie a montré que la bière locale reste une bière fortement alcoolisée allant jusqu'à 8, 03% pour Kablemissine, 7, 20% pour Lossomissine et 5, 5% pour tchapalo. Il apparaît à la lecture des résultats que, du point de vue du pouvoir antioxydant il est préférable de consommer bière locale si elle est produite dans de bonnes conditions d'hygiène car son pouvoir antioxydant est plus fort que la bière brassée vendue sur le marché togolais avec 6, 325 EQQ.

REFERENCES

- [1] CISSE OIK, FAYE G, ALI MS, AYEISSOU NC, CISSE M, DIATTA M, et al. Diagnostic du procédé et caractérisation physico-chimique et biochimique d'une boisson fermentée à base de mil: le Boumkaye. *Afrique SCIENCE*; 12: 59-65.2016.
- [2] Aka S, Djeni N, n'guessan K, Yao K, Dje K. Variabilité des propriétés physico-chimiques et dénombrement de la flore fermentaire du tchapalo, une bière traditionnelle de sorgho en Côte d'Ivoire. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*; 4.2008.
- [3] Belliard F. La préparation de bière de sorgho chez les jòdhé (Burkina Faso), étude ethnolinguistique d'une technique. *Journal des africanistes*; 71: 49-76.2001.
- [4] Dossou J, Ballogou VY, Dabadé DS, Dakpo M. Analyse économique de la production artisanale du chakpalo au Bénin: aspects sociaux et facteurs déterminants de la rentabilité financière de l'activité. *Journal of Applied Biosciences*; 87: 8065-75.2015.
- [5] Kayode A, Ahouanse I, Kotchoni S, Hounhouigan J. Optimisation du procédé traditionnel de maltage du sorgho pour la production de boissons fermentées. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*; 5: 1552-61.2011.
- [6] Fokou G, Doumbia M, Aka S, Ahoussi JMS, Yapo AE, Dje MK, et al. Identification et caractérisation des sites de production du tchapalo à Abidjan/Identification and characterization of tchapalo production areas in Abidjan. *International Journal of Innovation and Applied Studies*; 18: 1167.2016.

- [7] Djanan D, Mbayhoudel K, Nandoum M. Organisation des unités de transformation artisanale en zone de savanes: Cas de la transformation du sorgho en bière locale bili-bili à Moundou au Tchad. 2003.
- [8] Novidzro KM, Melila M, Houndji BVS, Koudouvo K, Dotse K, Koumaglo KH. Étude de quelques caractéristiques physico-chimiques de «Tchoukoutou», un type de bières locales produit au Togo et évaluation de la performance de quatre méthodes de détermination du degré alcoolique. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*; 12: 2871-84.2018.
- [9] Dahouenon-Ahoussi E, Degnon RG, Adjou ES, Sohounhloue DC. 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*; 51: 3596-607.2012.
- [10] Agbodan KA, Dotse K, Koumaglo KH, Saloufou KI. Effets d'un acide fort sur la réaction de la DPPH avec deux huiles essentielles de deux plantes aromatiques acclimatées au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*; 9: 2932-9.2015.
- [11] Konfo CT, Chabi NW, Agbadjizo J, Dahouenon-Ahoussi E, Soumanou MM, Sohounhloue DC. Influence de la feuille de *Hemizygia bracteosa* (Benth) sur la qualité de la bière du sorgho" tchakpalo" produite au Bénin. *International Journal of Innovation and Applied Studies*; 7: 453-63.2014.
- [12] Konfo CTR, Chabi NW, Dahouenon-Ahoussi E, Cakpo-Chichi M, Soumanou MM, Sohounhloue DCK. Improvement of African traditional sorghum beers quality and potential applications of plants extracts for their stabilization: a review. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*; 5: 190.2015.
- [13] Amane N, Assidjo N, Gbongue M, Bohoussou K, Cardot P. Caractérisation physico-chimique d'une bière traditionnelle ouest africaine: le Tchapalo. *Agronomie africaine*; 17: 143-52.2005.