



Evaluation de la qualité du *Koutoukou* liée aux différents procédés de fabrication traditionnelle dans les grandes zones de production en Côte d'Ivoire

KOFFI Franck Charles Roland¹, ADOU Marc¹, ASSEMAND Emma¹

¹Laboratoire de Biochimie Alimentaire et de Technologies des Produits Tropicaux de l'Université Nangui Abrogoua, UFR / STA, 02 BP 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire).

Auteur correspondant email : emmakauphy@gmail.com ; Tel : (+225) 09 45 45 47

Original submitted in on 6th August 2019. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 30th November 2019
<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v143i1.3>

RÉSUMÉ

Objectif: Evaluer la qualité du *Koutoukou* (KTK) fabriqué traditionnellement dans les grandes zones de production de la Côte d'Ivoire tout en faisant l'état des lieux de la production de cette boisson et la recherche éventuelle des points critiques de contrôle (CCP) dans les diagrammes traditionnels mis en place.

Méthodologie et Résultats : Une enquête réalisée auprès des producteurs de *Koutoukou* (KTK) dans le sud du pays a montré que le KTK est distillé à partir du vin de palme ou du mélange eau-sucre-levure. Il est produit avec des ustensiles rudimentaires par des producteurs non formés aux bonnes pratiques de fabrication. L'environnement de travail est insalubre et le *Koutoukou* produit n'est pas contrôlé. Le système HACCP a permis de déceler des points critiques de contrôle (CCP) de nature chimique à l'étape de la distillation. Les échantillons analysés au spectrophotomètre d'adsorption atomique ont révélé la présence de métaux lourds. Ce sont en mg/L, le cadmium (de $5,06 \pm 1,50$ à $5,44 \pm 0,55$), le plomb (de $7,57 \pm 2,88$ à $10,59 \pm 4,25$), le cuivre (de $17,01 \pm 7,18$ à $28,50 \pm 7,35$) et le fer (de $22,23 \pm 2,18$ à $42,50 \pm 7,87$). Avec la GC-MS, le méthanol et quelques alcools supérieurs ont été détectés.

Conclusion et applications des résultats: Ainsi, le procédé de fabrication traditionnel du *Koutoukou* mis en place par les producteurs ne permet pas d'avoir une boisson de bonne qualité. Le *Koutoukou* produit est très acide, il contient des éléments toxiques comme des métaux lourds, du méthanol et des alcools supérieurs. Cela peut entraîner des problèmes de santé ou la mort des consommateurs. Toutefois, cette boisson traditionnelle ivoirienne pourrait être dépourvue de tous ses éléments toxiques en améliorant sa qualité par l'application du plan HACCP.

Mots clés : *Koutoukou* ; métaux lourds ; méthanol ; plan HACCP

Evaluation of the quality *Koutoukou* linked to different traditional manufacturing processes in the large production areas of Côte d'Ivoire

ABSTRACT

Objective: To assess the quality of *Koutoukou* (KTK) traditionally produced in the major production areas of Côte d'Ivoire, while taking stock of the situation regarding the production of this drink and the possible search for critical control points (CCPs) in the present traditional making process.

Methodology and Results: A survey of *Koutoukou* (KTK) producers in south of country showed that KTK is mainly distilled from palm wine or water-sugar-yeast mixture. Rudimentary utensils are used by the producers not trained in good manufacturing practices. The working environment is unhealthy and the *koutoukou* produced is not controlled. The Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) system detected a chemical CCP at distillation stage. Samples analyzed by atomic adsorption spectrophotometer revealed the presence of heavy metals. These are in mg/L, cadmium (5.06 ± 1.50 to 5.44 ± 0.55), lead (7.57 ± 2.88 to 10.59 ± 4.25), copper (17.01 ± 7.18 to 28.50 ± 7.35) and iron (22.23 ± 2.18 to 42.50 ± 7.87). With GC-MS, methanol and some higher alcohols were detected.

Conclusion and applications of results: Thus, the traditional *Koutoukou* production process set up by producers does not provide a quality drink. The *Koutoukou* produced is very acidic, contains toxic elements such as heavy metals, methanol and higher alcohols. This can lead to health problems or death of consumers. However, this traditional Ivorian drink could be devoid of all its toxic elements by improving its quality through the application of HACCP plan.

Keywords: *Koutoukou*; heavy metals; methanol; HACCP plan

INTRODUCTION

Le *Koutoukou* (KTK) est une boisson alcoolique spiritueuse, il est classé dans les groupes 4 et 5 des eaux-de-vie de bouche (Yao, 2009). Il est obtenu par distillation ou rectification de moûts de produits fermentés, notamment le *bangji*, le jus de canne à sucre ou encore l'eau sucrée additionnée de levure (Koffi et al, 2017). Le *Koutoukou* a été introduit en Côte d'Ivoire à partir du Ghana, vers 1940 (Camara, 2002). Dès son introduction, l'Etat ivoirien a interdit sa production et sa commercialisation au profit des boissons de fabrication industrielle (Yao, 2009). Ainsi, cette distillation est longtemps restée clandestine et considérée comme une activité secondaire à l'agriculture surtout pour les jeunes agriculteurs. Cependant, la production de cette boisson s'est pérennisée par l'accroissement des plantations de palmiers à huile (Cheyins et al, 2001). Le *Koutoukou* est utilisé lors des cérémonies de cultes aux ancêtres, de funérailles, de rituelles, de libations, de mariages et aussi dans la confection de breuvages thérapeutiques traditionnels (Yao, 2009). Vue l'ampleur que cette production clandestine prenait, l'Etat a décidé d'autoriser la fabrication officielle en imposant de nouvelles

règles de sécurité aux producteurs de *Koutoukou* (Camara, 2002). Malheureusement, ces mesures n'ont pas été respectées et le *Koutoukou* est donc resté frelaté (Yao et al, 2011). De plus sa fabrication demeure traditionnelle, avec l'utilisation de matériel artisanal et le manque de formation des producteurs occasionneraient une toxicité élevée du produit pouvant conduire à la mort des consommateurs (Gnagne, 1990, AIP, 2015). L'objectif de ce travail est d'évaluer la qualité du *Koutoukou* distillé traditionnellement dans les grandes zones de production du pays. Il s'est agi particulièrement de mener une enquête auprès des producteurs du sud du pays (Sikensi, Bonoua et Aboisso). Le questionnaire de l'enquête a porté sur les procédés de fabrication mis en place par les producteurs, l'hygiène du matériel et de l'environnement de travail. A l'aide du système d'analyse et de contrôle des dangers alimentaires « Hazard Analysis Critical Control Point » (HACCP), mis au point à la fin des années 1960 aux Etats-Unis (Bryan, 1988), la qualité du *Koutoukou* produit au sud de la Côte d'Ivoire a été déterminée.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Support d'enquête : Une fiche d'enquête a servi à interroger les producteurs, les informations ont porté sur :

- l'identité (le genre, le niveau d'instruction, la nationalité et les années d'expérience), la production du *Koutoukou* (la matière première utilisée, le lieu de production, les ustensiles utilisés, le lieu et la durée de fermentation, le lieu et la durée de distillation, l'hygiène de l'environnement, le matériel technique).

Matériel d'étude : Les matériels d'étude sont le processus de fabrication et le produit fini qu'est le *Koutoukou* traditionnel provenant de la fabrication artisanale, prélevé lors de l'enquête effectuée dans chaque zone visitée.

Méthodologie

Echantillonnage : La taille de l'échantillon pour cette étude a été calculée avec la formule décrite par Israël (1992) pour un échantillon indépendant non exhaustif. Cette méthode prend en compte la répartition de la population en strates. Ces strates sont les autochtones, les allogènes et les étrangers (Allogènes non ivoirien) présents dans chaque zone d'enquête. Ainsi, un échantillon de 384 producteurs de *Koutoukou* à enquêter a été obtenu.

Analyse expérimentale

Prélèvement : Un échantillon d'un litre (1 L) de *Koutoukou* a été prélevé auprès de chaque groupe de producteurs (autochtones, allogènes et étrangers) par zones d'étude. Ces échantillons ont été mis dans une glacière et transportés au laboratoire dans des conditions aseptiques limitant toute contamination extérieure pour les différentes analyses selon la méthode modifiée d'AFNOR, (1994).

Mesure des métaux lourds : La teneur en multiéléments a été déterminée selon la méthode décrite par l'organisation internationale de la vigne et vin (OIV, 2012). La teneur en plomb (Pb), en cadmium (Cd), en fer (Fe) et en cuivre (Cu) a été obtenue par dosage au spectrophotomètre d'adsorption atomique à flamme air-acétylène (Varian AA20, Sydney, Australie).

Détermination du degré d'alcool : Le titre alcoométrique volumique (TAV) a été déterminé à l'aide d'un alcoomètre de GAY-Lussac selon la méthode de (OIV, 2012). Ainsi, 0,5 L de chaque *KTK* est versé dans une éprouvette graduée. L'alcoomètre est plongé dans le liquide afin de déterminer le degré d'alcool. La

lecture du TAV est faite directement sur la tige graduée de l'appareil.

Détermination du pH : La détermination du pH des différentes boissons a été effectuée à l'aide d'un pH-mètre selon la méthode (OIV, 2012). Deux cent cinquante (250) mL de chaque type de boisson sont versés dans des béchers et mis sous agitateur magnétique. L'électrode du pH-mètre (préalablement étalonné) est plongée dans le liquide. La lecture du pH de la boisson est déterminée sur l'écran du pH-mètre. Cette opération est répétée trois fois.

Détermination de l'acidité titrable totale : L'acidité totale est mesurée par la méthode décrite par l'organisation internationale de la vigne et du vin (OIV, 2012). Elle consiste à introduire dans un flacon conique de 500 mL, 25 mL d'échantillon à l'aide d'une pipette. Dans ce flacon, on ajoute environ 200 mL d'eau distillée et 3 gouttes de la solution d'indicateur mixte (Peser 0,1 g de carmin d'indigo et 0,1 g de rouge de phénol. Dissoudre dans 40 mL d'eau et compléter à 100 mL avec de l'éthanol). Ensuite, le mélange est titré avec la solution d'hydroxyde de sodium 0,05 M jusqu'à ce que la couleur vert-jaunâtre vire au violet dans le cas des boissons spiritueuses incolores

Détermination du méthanol et des alcools supérieurs : La détermination du méthanol et des alcools supérieurs est réalisée selon la méthode OIV-MA-AS312-03A modifiée (OIV, 2012). Les éléments trouvés sont exprimés en milligrammes par litre (mg/L).

Evaluation des risques liés à la pratique du Koutoukou : L'identification des dangers de la production du *Koutoukou*, l'évaluation de la sévérité et la fréquence de leur apparition ont été effectuées par la méthode HACCP décrite par Barboteau et al (2001). L'arbre de décision a été utilisé pour la détection des points critiques de contrôle (CCP). La mesure du risque a été donnée par trois paramètres qui sont la gravité (G), l'occurrence (O) et la détectabilité (D) noté chacun sur une échelle de 1 à 5 (Moll et Moll, 2002).

Analyses statistiques : Les analyses statistiques ont été réalisées par le logiciel « IBM SPSS » version 20.0. Les analyses de variance à un facteur (ANOVA 1) ont permis de comparer les moyennes des paramètres physico-chimiques à l'aide du test de Student Newman-Keuls. Les valeurs de P en-dessous de 0,05 ($P < 0,05$) ont été considérées statistiquement significatives.

RÉSULTATS

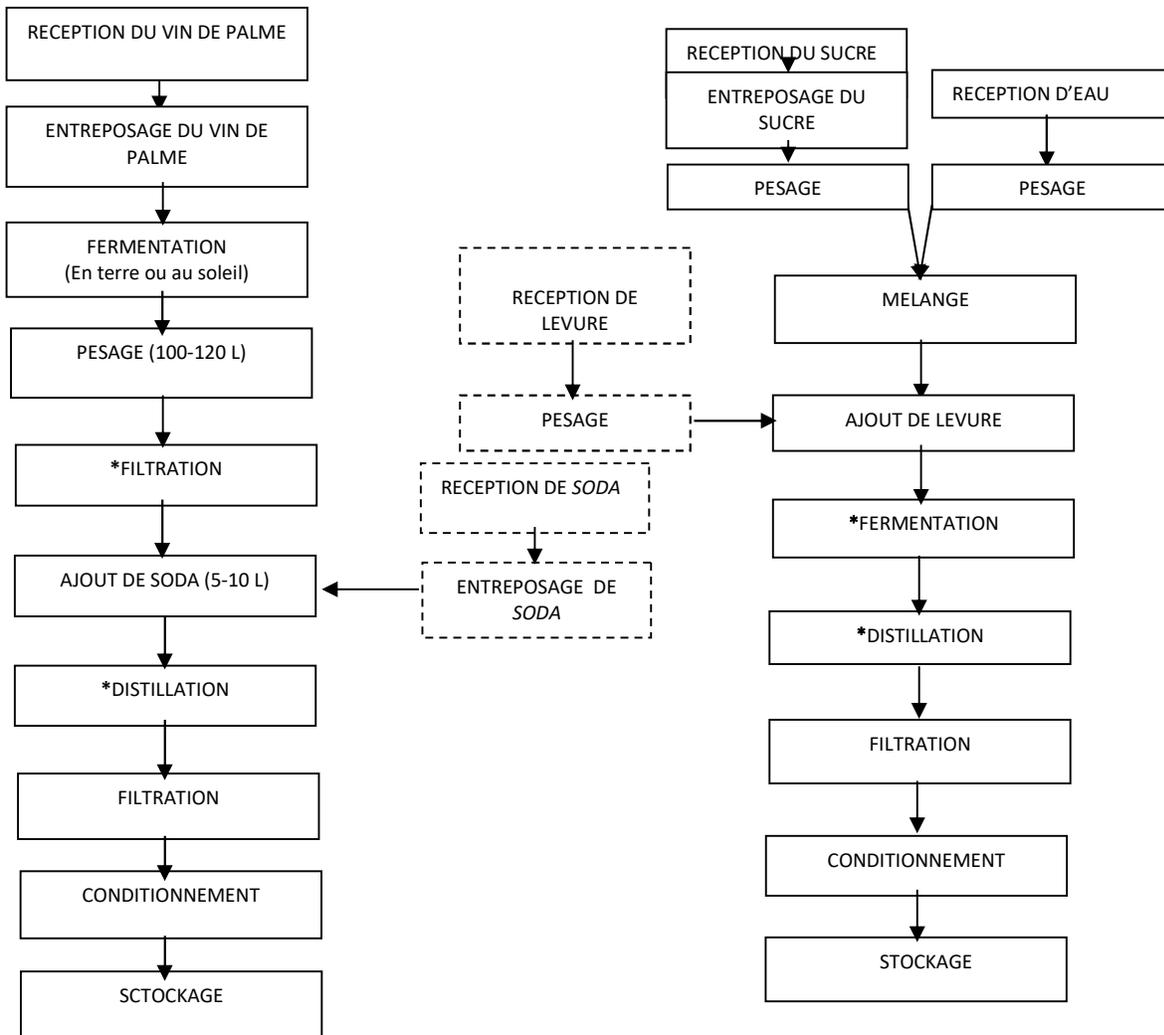
Equipe HACCP : L'équipe HACCP a été formée d'un coordonnateur de projet, d'un scientifique, de deux techniciens et d'un expert en production traditionnelle de *Koutoukou*.

Description du produit fini : Le *Koutoukou* est une eau-de-vie très alcoolique distillée à partir de vin de palme. C'est une boisson présentant un aspect jaunecclair avec un goût acidulé caractéristique du vin de palme. Il est destiné à la consommation humaine et généralement vendu sur le marché national.

Personnel impliqué dans la production de « Koutoukou » dans les différentes zones d'enquête : L'enquête a révélé que 57,14 % des femmes sont impliquées dans la production du « *Koutoukou* » à Sikensi. Les producteurs interrogés étaient instruits à 71,88 % contre 28,12 % qui n'avaient aucune instruction. Parmi les instruits, 36,46 % des producteurs avaient au moins le niveau secondaire. Concernant les années d'expérience, les producteurs de « *Koutoukou* » des zones de Sikensi (36,90 %) n'excèdent pas cinq (5) années d'expérience. Les producteurs des zones de production de Bonoua (37,57 %) et d'Aboisso (37,03 %) ont une expérience de production située entre 5 et 10 ans.

Procédé de fabrication traditionnelle du « Koutoukou » : Le procédé de fabrication du « *Koutoukou* » est influencé par le choix de la matière première (vin de palme ou sucre-levure). Pendant cette enquête, nous avons distingué deux procédés de fabrication du « *Koutoukou* ». Le procédé de fabrication avec le vin de palme appelé communément « *bandji* » et celui avec le mélange eau-sucre-levure. Parmi les 384 producteurs interrogés, 69,80 % attribuent le choix de la matière première à la coutume et 20,83 % à sa disponibilité. Le vin de palme utilisé par les producteurs

provient à 78,13 % des plantations industrielles tandis que le sucre et la levure proviennent à 16,15 % du marché local et 5,72 % d'ailleurs (région ou de la ville). Quant à l'eau qui sert au mélange du sucre et de la levure, elle provient à 74,19 % d'une source potable. Concernant la matière première, le vin de palme est utilisé par 26,19 % des producteurs de sikensi et par tous les producteurs (100 %) à Bonoua et à Aboisso. Le mélange eau-sucre-levure est utilisé par 73,81 % des producteurs et productrices de Sikensi. Le premier processus utilisant le vin de palme comporte les étapes suivantes : réception / entreposage du vin de palme, fermentation, pesage, filtration, ajout de soda (faux *KTK* = *Koutoukou* contenant une faible quantité d'éthanol), distillation, conditionnement et stockage. Ce processus est utilisé par les producteurs dans toutes les zones enquêtées. Le deuxième processus qui utilise le mélange eau-sucre-levure est pratiqué dans la zone de Sikensi par les producteurs et productrices autochtones. Ce second processus de fabrication est identique au précédent à la différence qu'il n'y a pas d'ajout de soda pendant la production (Figure 1). Selon la matière première utilisée, la durée de fermentation et le temps de distillation varient d'une zone à une autre. En effet, sur les trois (3) zones enquêtées, les producteurs utilisant le vin de palme pratiquent la fermentation pendant une durée de 15 à 21 jours à Bonoua et à Aboisso. Pour les producteurs utilisant le mélange eau-sucre-levure, la fermentation est réalisée en moins de 7 jours par les producteurs de Sikensi. Le temps de distillation est compris entre 3 et 6 heures de cuisson par les producteurs de Sikensi et de Bonoua. Quant aux producteurs de la zone d'Aboisso, ils distillent le *Koutoukou* en moins de 3 heures.



(a) : Processus I de production traditionnelle du *Koutoukou* à partir de vin de palme

*Étapes où il existe des différences

Figure 1: Diagramme de production de « *Koutoukou* »

(b) : Processus II de production traditionnelle du *Koutoukou* à partir du mélange eau-sur-levure

Evaluation du niveau d'hygiène au cours de la production du « *Koutoukou* »

Hygiène de l'environnement du travail : Dans toutes les zones inspectées différents sites de fabrication du *KTK* ont été répertoriés avec des installations de fortunes ainsi, 72,13 % des sites de production étaient situées en campagne, 16,42 % des sites étaient à l'extrémité des villages et appelés communément « ateliers », tandis que 9,89 % étaient des lieux de production et de commercialisation de *Koutoukou*, dénommés « cabarets » et 1,56 % étaient des habitations des producteurs. Les « cabarets » sont construits avec des bois et des rameaux de palmiers. Ces constructions sont faites généralement dans les

plantations de palmiers abattus où chaque producteur occupait la parcelle des palmiers acquis. Les producteurs restent dans ces endroits durant 3 à 4 mois avec leur famille pour la production du « *Koutoukou* ». Ces parcelles leurs servent de lieu de travail, de salle à manger, de dortoir, de toilette, de dépotoirs et de lieu de vente. Les « ateliers » sont généralement construits en dur (toiture en tôle, bassin de refroidissement en ciment) par les propriétaires et souvent mis en location. La majorité des sites de production de « *Koutoukou* » (96,61 %) abritent des dépotoirs d'ordures. Près de ces « ateliers » se trouvent des cours d'eaux qui servent de toilettes aux résidents ou recueillent les eaux usées. Dans tous les lieux décrits, la production se fait dans le

sable, les producteurs vident la vinasse à même le sol occasionnant la présence de nombreuses mouches et d'odeur nauséabonde.

Hygiène du personnel : Les producteurs de « Koutoukou » ne sont pas formés aux bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et de fabrication (BPF). Les sites de production enquêtés n'avaient aucune politique sanitaire véritable. En effet, les producteurs ne disposaient ni d'uniformes adéquats, ni de gants et de cache-nez pour produire la boisson. Néanmoins, certains se lavaient les mains avec de l'eau savonneuse (56,77 %), servant aussi à laver les ustensiles de production. Les tenues portées pendant

la distillation étaient nettoyées par seulement 26 % des producteurs (tableau 1).

Hygiène des ustensiles, disponibilité et conditionnement du Koutoukou : Les producteurs utilisent uniquement des outils et des ustensiles traditionnels. Ces ustensiles sont le plus souvent des bidons et bouteilles en plastique qui servent à la fois à transporter la matière première et aussi comme contenant pour la fermentation. Ces ustensiles sont nettoyés à l'eau simple après utilisation. Dans tous les sites visités, les alambics utilisés pour la distillation étaient en fer et hermétiquement fermés donc inaccessible pour le nettoyage. Il est remplacé seulement lorsqu'il est abîmé (tableau 1).

Tableau 1 : Hygiène du personnel et des ustensiles de fabrication du Koutoukou.

	Sikensi	Bonoua	Aboisso
Formation sur l'Hygiène et la Fabrication (BPH et BPF)	0 % ^a	0 % ^a	0 % ^a
Eau savonneuse utilisée pour le lavage des mains	83,33 % ^a	34,55 % ^b	67,41 % ^a
Eau simple utilisée pour le lavage des mains	16,67 % ^a	65,45 % ^b	32,59 % ^c
Nettoyage des tenues par semaine	52,38 % ^a	13,33 % ^b	25,19 % ^c
Barils en fer utilisés pour la fermentation:	45,23 % ^a	0 % ^b	0 % ^b
Barils en plastique utilisés pour la fermentation:	54,76 % ^a	100 % ^b	100 % ^b

Les valeurs affectées de la même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de Student-Newman-Keuls)

Métaux lourds dans le Koutoukou traditionnel par zone d'enquête : La recherche des métaux lourds (Fe, Cu, Pb et Cd) dans le Koutoukou traditionnel a concerné les boissons des différents producteurs dans toutes les zones d'enquête. Le tableau 2 présente une différence significative des métaux lourds contenus dans le Koutoukou produit traditionnellement à Sikensi, Bonoua et Aboisso. Le fer (Fe) apparaît dans tous les échantillons de Koutoukou avec des teneurs très élevées variant de 22,23 ± 2,18 mg/L pour le KTK de Sikensi à 42,50 ± 7,87 mg/L pour le KTK de Bonoua. Les quantités de cuivre (Cu) sont plus élevées dans les

échantillons de Koutoukou provenant des producteurs d'Aboisso avec 28,50 ± 7,35 mg/L et moins élevée dans les échantillons de Koutoukou provenant des producteurs de Sikensi avec 17,01 ± 7,18 mg/L. Quant au plomb (Pb), il ne présente aucune différence significative. Cependant, les teneurs sont très élevées dans tous les échantillons de Koutoukou, variant de 7,57 ± 2,88 mg/L à 10,59 ± 4,25 mg/L. Enfin, le cadmium (Cd) est présent dans tous les échantillons de Koutoukou produit. Les valeurs varient de 5,06 ± 1,50 mg/L pour le KTK provenant d'Aboisso à de 5,44 ± 0,55 mg/L pour le KTK provenant de Sikensi.

Tableau 2 : Métaux lourds présents dans le Koutoukou traditionnel produit dans les zones d'enquête.

	KTK Sikensi	KTK Bonoua	KTK Aboisso
Fe (mg/L)	22,23 ± 2,18 ^a	42,50 ± 7,87 ^b	36,90 ± 8,46 ^c
Cu (mg/L)	17,01 ± 7,18 ^a	28,14 ± 8,20 ^b	28,50 ± 7,35 ^b
Pb (mg/L)	10,59 ± 4,25 ^a	8,66 ± 3,83 ^a	7,57 ± 2,88 ^a
Cd (mg/L)	5,44 ± 0,55 ^a	5,39 ± 0,43 ^a	5,06 ± 1,50 ^a

Les valeurs affectées de la même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de Student-Newman-Keuls)

Méthanol et alcools supérieurs dans le Koutoukou traditionnel par zones : Le tableau 3 présente les valeurs du méthanol et des alcools supérieurs contenus dans les échantillons de Koutoukou traditionnel recueillis lors de l'enquête. Ces alcools supérieurs sont le propan-1-ol, le propan-2-ol et le butanol. Le méthanol est apparu dans tous les échantillons de Koutoukou analysés avec des valeurs allant de $41,68 \pm 0,16$ mg/L à $1677,94 \pm 0,04$ mg/L. Le propan-1-ol est uniquement

présent dans les zones d'Aboisso et de Sikensi avec respectivement des valeurs de $59,11 \pm 0,02$ mg/L et de $59,48 \pm 0,77$ mg/L. Cependant, le propan-2-ol est enregistré dans tous les échantillons analysés. Les valeurs varient de $402,44 \pm 0,55$ mg/L à $1881,44 \pm 0,32$ mg/L. Quant au butanol, il est présent seulement dans les échantillons provenant de Sikensi et d'Aboisso, avec des valeurs respectives de $15,676 \pm 0,05$ mg/L et de $21,83 \pm 0,24$ mg/L.

Tableau 3 : Méthanol et alcools supérieurs présents dans les échantillons de KTK produit dans les zones de l'enquête.

Echantillons	KTK Sikensi	KTK Bonoua	KTK Aboisso
Méthanol (mg/L)	$1392,27 \pm 26,13^b$	$41,68 \pm 5,16^a$	$1677,94 \pm 34,04^c$
Propan-1-ol (mg/L)	$59,48 \pm 9,77^b$	$0,00 \pm 0,0^a$	$59,11 \pm 6,02^b$
Propan- 2-ol (mg/L)	$725,83 \pm 18,40^b$	$402,44 \pm 8,55^a$	$1881,44 \pm 20,32^c$
Butanol (mg/L)	$15,676 \pm 2,05^b$	$0,00 \pm 0,0^a$	$21,83 \pm 6,24^c$

Les valeurs affectées de la même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de Student-Newman-Keuls)

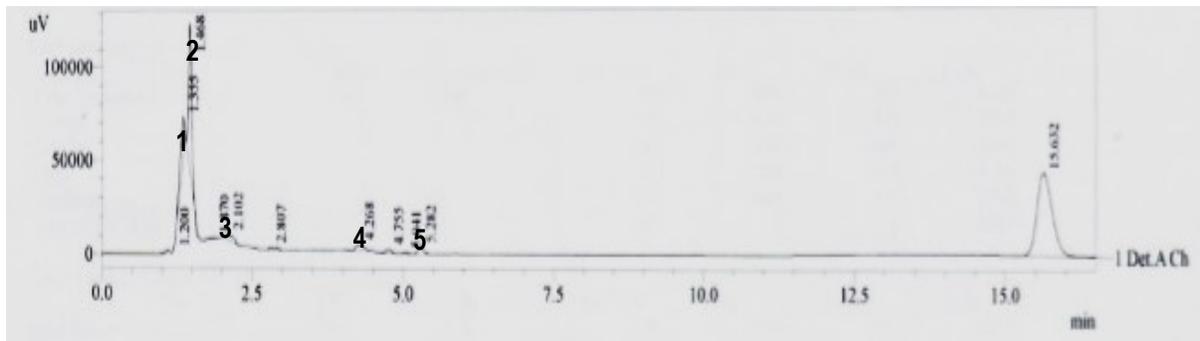


Figure 2 : Chromatogramme de Koutoukou production artisanale

1 : Méthanol 2 : Ethanol 3 : Propan-1-ol 4 : Propan-2-ol 5 : Butanol

Caractéristiques physico-chimiques : Le tableau 4 présente les paramètres physico-chimiques analysés dans les échantillons de KTK recueillis dans les zones d'enquête. Ce sont le potentiel hydrogène (pH), l'acidité titrable (AT) et le titre alcoométrique volumique (TAV). Le pH des échantillons de Koutoukou varie de $3,33 \pm$

$0,5$ à $4,17 \pm 0,4$. L'acidité titrable, présente les valeurs les plus élevées qui varient de $372,05 \pm 1,21$ à $1546,13 \pm 31,40$ g acide acétique/ hl d'alcool pur (AP). Les valeurs des titres alcoométriques volumiques s'élèvent de $45,67 \pm 3,3$ % vol à $64,50 \pm 5,80$ % vol.

Tableau 4 : paramètres physico-chimiques présents dans les échantillons de KTK produits traditionnellement dans les zones d'enquête.

	KTK Sikensi	KTK Bonoua	KTK Aboisso
pH	$4,17 \pm 0,4^b$	$3,33 \pm 0,5^a$	$3,67 \pm 0,5^{ab}$
AT (g / hl AP)	$372,05 \pm 1,21^a$	$1546,13 \pm 31,40^b$	$1174,06 \pm 23,40^c$
TAV (%vol.)	$64,50 \pm 5,80^b$	$45,67 \pm 3,3^a$	$47,23 \pm 3,5^{ab}$

Les valeurs marquées de lettres différentes, sur la même ligne présentent des différences significatives au seuil de 5% (Student Newman-Keuls).

pH : potentiel hydrogène ; **TAV :** titre alcoométrique volumique **AT :** acidité titrable

Analyse des dangers : Le tableau 5 présente le plan HACCP du *Koutoukou*. L'analyse des dangers a montré que les différentes étapes de fabrication du « *Koutoukou* » comportent des risques qui sont de nature physique et chimique. Il ressort également que l'étape de la distillation présente plusieurs points critiques pour le contrôle (CCP) d'ordre chimique. Les dangers susceptibles d'apparaître aux différentes

étapes de production du « *Koutoukou* », et leur cause d'apparition. Ces dangers pourraient être liés au lieu de travail, provenir du méthanol et des alcools supérieurs obtenus lors de la distillation ou des ustensiles utilisés pour la fabrication de la boisson. Le plan HACCP présente également la limite critique, la procédure de surveillance, de vérification et le dossier HACCP.

DISCUSSION

La production de *Koutoukou*, est considérée comme une activité masculine (Camara, 2002). Cependant, l'enquête a révélé que parmi les producteurs de *Koutoukou* 57,14 % sont constitués de femmes dans la zone de Sikensi. Ce constat s'explique par le fait que ces dernières ayant peu de revenus pour survenir aux charges quotidiennes de la famille, s'adonnent à cette activité qui devient de plus en plus rentable (Tagba et al, 2016). Cette pratique est semblable à celle décrite par Fourgeau et Maula (1998) qui ont rencontré des femmes (productrices) dans la production (distillation) du *sodabi* (liqueur local) dans le sud du Bénin. L'adhésion des producteurs ayant un faible niveau d'instruction à cette activité, témoigne de la simplicité de la technologie mise en place pour la production du *Koutoukou*. En effet, la plupart des techniques de fabrication du *Koutoukou* provient du patrimoine culturel local. Il s'agit, de procédés traditionnels, transmis et

pérennisés à travers l'éducation familiale. Ces procédés ont été progressivement intégrés, améliorés et utilisés à l'échelle industrielle dans des activités commerciales (FAO, 2003). Le *Koutoukou*, boisson alcoolique provenant de l'étranger (Ghana) avec toute sa technologie et son savoir-faire va s'imposer aux ivoiriens. C'est ce qui justifie la proportion des ivoiriens parmi les producteurs. Cela pourrait s'expliquer également par la facilité d'apprentissage des producteurs dans la mise en place de la technologie de fabrication. Le « *Koutoukou* » occupe la deuxième place des boissons alcooliques à usage abusif en Côte d'Ivoire (Yao et al, 2015). Le vin de palme est la matière première de choix pour la production du *Koutoukou* en Côte d'Ivoire grâce à la présence de nombreuses plantations de palmier à huile (*Elasis guineensis*) [Camara, 2002].

Tableau 5 : Plan HACCP Koutoukou

Etape de fabrication	CCP / numéro du danger	Description du danger	Limites critiques	Procédures de surveillance	Procédures de rectification	Procédures de vérification	Dossier HACCP
Distillation	CCP 1/C3	Présence de méthanol dans le Koutoukou à des taux élevés	0,5 g / l de méthanol	Respect des BPF (maîtrise de la température d'ébullition du méthanol)	Double distillation (élimination des têtes)	Le responsable s'assure que les thermomètres fonctionnent convenablement.	Cahier d'analyse utilisé
	CCP 1/C4	Présence de métaux lourds dans le produit fini à des taux élevés	Les teneurs en Pb, Cd et Fe ne doivent pas excéder: 0,2 mg/L et le Cu : 1 mg/L	Respect des BPF (utilisation de matériels en inox)	Rejet du lot contaminé	Le responsable vérifie que les ustensiles sont propres et vidés de la vinasse précédente.	Cahier de production et d'analyse
	CCP 1/C5	Taux très élevé d'éthanol dans le KTK	50 % vol.	Dosage à l'alcoométrie	Dilution (application de la table de Gay-Lussac)	Le responsable doit mesurer le produit fini afin de s'assurer de connaître le degré d'alcool souhaité	Cahier de production
	CCP 1/C6	Présence d'alcools supérieurs de le KTK (propanol 1-2 et butanol)	Exempt	Respect des BPF (maîtrise de la température d'ébullition des alcools)	Double distillation (élimination des queues)	Le responsable s'assure que les thermomètres fonctionnent convenablement	Cahier d'analyse utilisé

Le vin de palme est aussi utilisé dans la fabrication de l'*akpeteshie*, liqueur locale produite au Ghana (Zakpaa et al, 2010), du *sodabi*, liqueur locale produite au Bénin et au Togo et de l'*ogogoro* ou du *kai-kai*, liqueur locale produite au Nigéria (Ohimain et al, 2012). Les méthodes utilisées lors de la production du *Koutoukou* sont archaïques. Ces méthodes se résument en trois (03) phases : « fermentation-distillation-filtration ». En effet, La fermentation du vin de palme commence après la récolte. La sève devient relativement aigre avec un taux d'alcool allant de 4 à 5 %, (Falegan et Akoja, 2014). La fermentation se déroule en anaérobiose dans des endroits à température élevée choisis par les producteurs qui sont au soleil ou en terre. Cela dénote du manque de formation des producteurs de *Koutoukou* qui cherchent relativement des moyens pour accélérer la croissance des levures et la fermentation alcoolique du moût. Ces pratiques sont semblables à celles observées par Kubo (2016), lors de la production des boissons traditionnelles en Tanzanie et au Cameroun. Cependant, les levures présentes dans le moût seraient majoritairement les *Saccharomyces cerevisiae* qui ont une activité ralentie en présence de température élevée. La technique d'appréciation du moût fermenté est également arbitraire, elle est effectuée par les producteurs à travers les sens (la vue, le goût, l'odorat). Cette appréciation varie d'un producteur à un autre. L'appréciation par le goût et la vue semblent être les plus répandus. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le moût avant sa fermentation a un goût relativement très sucré et de couleur blanche (Karamoko et al, 2016). Au fur et à mesure que le moût est mis à fermentation le goût sucré disparaît pour donner un goût plus âpre (acide) avec une couleur blanchâtre et une forte odeur caractéristique de l'alcool (Obire, 2005). La distillation est une étape très importante dans la fabrication du *Koutoukou*. Ce processus est nécessaire pour produire une boisson alcoolique "de haute qualité", ce qui signifie une boisson avec une concentration élevée en éthanol (Willis, 2002). Cette étape est connue de tous les producteurs de *Koutoukou*. Les techniques de la distillation traditionnelle demeurent identiques à celles de la production industrielle. Cependant, quelques paramètres ne sont pas maîtrisés par les producteurs, il s'agit de la température d'ébullition des alcools et la durée de distillation. L'alambic traditionnel (appareil qui sert à distiller l'alcool) se compose d'un fût métallique relié au bassin de refroidissement par des tuyaux en cuivre et en caoutchouc qui servent de serpentins. Cet appareil est pratiquement semblable à celui utilisé par

les producteurs traditionnels du Togo (Tagba et al, 2016), du Bénin (Antheaume, 1970), du Ghana, (Zakpaa et al, 2010) et du Nigéria (Ohimain et al, 2012). Le matériel utilisé dans la production du « *Koutoukou* » est rudimentaire, traditionnel et dépourvu d'hygiène (manque d'entretien). Ce matériel est composé de machettes et d'objets tranchants pour scier l'intérieur des palmiers, de seaux en plastique, des bidons de différents volumes, des fûts de 200 L en plastique et en fer. Cela permet de recueillir le moût pour le fermenter. Des bassins de refroidissement composés de bâches noires piquées et maintenues au sol dans lesquelles sont mises l'eau de refroidissement provenant souvent des cours d'eau ou des puits. La technologie héritée par les producteurs ivoiriens comprend des alambics artisanaux constitués pour la plupart de fûts métalliques. Ces fûts proviennent parfois des usines d'huileries ou autres produits. Ces fûts métalliques de 200 L sont très appréciés par les producteurs de *Koutoukou* qui constituent pour eux l'élément essentiel dans la production de cette eau-de-vie grâce à leur coût moins élevé (Camara, 2002). Il est important de souligner que les fûts métalliques sont hermétiquement fermés et impossibles d'être lavés après utilisation. Quelques trous sont effectués sur la surface et le bas du côté du baril pour permettre respectivement de remplir le contenant avec le moût fermenté et de le vider de la vinasse après la distillation. Les boissons recueillies ne sont soumises à aucun contrôle. Les premières gouttes de *Koutoukou* recueillies sont dénommées « premier degré », elles contiennent une forte teneur en éthanol et en méthanol. Les dernières gouttes de la distillation sont appelées « soda » car elles sont moins concentrées en éthanol et contiennent des alcools supérieurs (Koffi et al, 2017). A la fin de la production toutes ces parties sont mélangées de façon empirique donnant une boisson alcoolique de concentration inconnue. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Boutin et Simard, (1974) qui ont trouvé des valeurs élevées en éthanol et en alcool supérieur (propanol-1) dans l'eau-de-vie produit à partir de sirop d'érable. La filtration est essentielle dans la production du *Koutoukou*, car elle permet d'éliminer tous les résidus solides présents dans le produit. Cependant, elle est beaucoup négligée par les producteurs de *Koutoukou*. Ces derniers ne la pratiquent qu'une seule fois au cours de la production du *Koutoukou*. Le matériel utilisé dans la production de cette boisson ne garantit pas l'hygiène du produit d'une part et la sécurité du producteur d'autre part. En effet, les producteurs n'utilisent guère de gants pour la

manipulation du moût à fermenter; pas de tenues adéquates et mal entretenues ; pas de cache-nez lors de la production. La production est faite généralement en campagne et dans des environnements insalubres non loin des dépotoirs. Le produit fini est transvasé dans des bidons de 5 à 20 L fermés avec des sachets plastiques servant de joints à l'intérieur des bouchons. Ces sachets aux origines inconnues peuvent souvent être une source de contamination du produit. A cela, il faut ajouter l'entreposage des boissons dans des endroits contenant divers produits pouvant occasionner également une contamination croisée du « Koutoukou ». En plus, ces producteurs ne reçoivent aucune formation sur la qualité liée à l'hygiène et à la fabrication du produit. Le « Koutoukou » est une eau-de-vie dont la production repose sur un savoir-faire traditionnel. Les métaux lourds sont des éléments naturels qui ont des nombres atomiques et des densités cinq fois plus élevés que la densité de l'eau (Izah et al, 2016). Les métaux lourds sont classés en deux groupes : métaux lourds essentiels et non essentiels. Les métaux lourds essentiels jouent un rôle important dans la santé humaine, par contre les métaux lourds non essentiels peuvent être toxiques à l'organisme quand la concentration dépasse la limite tolérable (Woyessa et al, 2015). Le fer est généralement présent dans l'environnement. Sa concentration varie d'un endroit à un autre en fonction de la composition des sols. Le taux de fer (de $22,23 \pm 2,18$ à $42,50 \pm 7,87$ mg/L) trouvé dans les échantillons de Koutoukou produit dans les zones d'enquête était supérieure à la limite permise qui est de 0,2 mg/L défini par l'Union Européenne (UE, 1998). Ces concentrations élevées en fer dans les boissons pourraient s'expliquer par le fait que le Koutoukou est produit dans des barils métalliques qui sont chauffés à des températures élevées peuvent se dégrader et se retrouver dans la boisson en production et affecter sa qualité. Ces résultats sont en accord avec par les travaux menés sur les boissons alcooliques en cannettes par Ubuoh (2013). En effet, cet auteur a trouvé des concentrations de fer comprises entre 0,23 et 0,56 mg/L dans des cannettes de bière importées. Le cadmium est un métal lourd toxique pour les tissus humains même à faible concentration. Ce minéral est présent naturellement dans l'environnement et dans plusieurs produits industriels (Ubuoh, 2013). Tous les échantillons de Koutoukou analysés contiennent une quantité de cadmium (de $5,06 \pm 1,50$ à $5,44 \pm 0,55$ mg/L) qui ne respecte pas les normes de qualité. La présence remarquable de cadmium dans ces boissons

est largement supérieurs à la limite admissible (0,05 mg/L) fixé par l'Organisation International de la Vigne et du Vin (OIV) [OIV, 2012]. Ce résultat pourrait s'expliquer par l'utilisation de matériels rudimentaires (alambic traditionnel), une contamination du matériel végétal par le sol et les pesticides. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Salako et al (2016), qui ont trouvé des valeurs comprises entre 0,001 et 0,104 mg/l de cadmium dans des boissons alcooliques importées telles que Gulder, Heineken, Guinness, et Smirnoff dans l'Etat d'Iidiroko au Nigéria. Le plomb est présent dans l'environnement. Il est émis par des activités anthropogéniques comme la combustion des fossiles, la production de peinture, la production de batteries (Izah et al, 2016). Tous les échantillons de Koutoukou analysés contiennent des quantités de plomb (de $7,57 \pm 2,88$ à $10,59 \pm 4,25$ mg/L) supérieures à la norme de 0,2 mg/L admise pour les spiritueux, liqueur et eau-de-vie selon la Société des alcools du Québec (SAQ). Ce résultat est confirmé par les travaux de Woldemariam et Chandravanshi (2011), qui ont signalé des concentrations de plomb de 0,31 mg/L dans des vins importés fabriqués de façon industrielle et achetés dans des supermarchés d'Addis-Abeba (Ethiopie). La présence du plomb dans les échantillons de Koutoukou se justifierait par la non maîtrise du processus de fabrication. De plus, la matière première (le vin de palme) utilisée pour la production pourrait avoir été contaminée par le plomb durant sa conservation dans les fûts pendant les manipulations avant la fabrication du Koutoukou. Le cuivre est l'un des métaux lourds essentiels ; il est présent dans l'environnement, dans l'eau et dans le sol. La présence remarquable de cuivre (de $17,01 \pm 7,18$ à $28,50 \pm 7,35$ mg/L) dans tous les échantillons de Koutoukou sont largement supérieurs à la limite admissible (1 mg/L) fixé par l'Organisation International de la Vigne et du Vin (OIV) [OIV, 2012]. Ces quantités s'expliqueraient par leurs matériels de distillation (tuyaux en cuivre) soumis à une température élevée. De plus, les taux élevés de cuivre dans les échantillons de Koutoukou proviendraient de la matière végétale utilisée suite à une contamination du sol, ou des pesticides utilisés pour leur production. Ces résultats sont confirmés par les travaux d'Iweala et al (2014) qui ont trouvé des concentrations de cuivre comprises entre 0,02 et 3,55 mg/kg dans les boissons alcooliques traditionnelles à base de plantes (*le jedi de jedi d'Agbo*) dans l'Etat d'Ota au Nigéria. Le pH des différents Koutoukou ($3,33 \pm 0,5$ à $4,17 \pm 0,4$) recueillis auprès des producteurs est très acide. Cette acidité

pourrait provenir de l'activité des microorganismes (levures) pendant la fermentation. Nwanchukwu et al (2006) ont montré dans leurs travaux que le pH du vin de palme diminue au fur et à mesure que le temps de fermentation augmente. Cette baisse de pH s'observerait par la présence d'acides lactiques, acétiques et alcooliques produit dans le vin de palme par les levures (Kosugi et al, 2010). Nos résultats sont différents de ceux obtenus par Adeleke et al (2010) qui ont trouvé un pH de 6,3 dans les boissons alcooliques traditionnelles (*ogogoro*) produit dans l'Etat d'Osun au Nigéria. Quant au titre alcoométrique volumique, les échantillons de *Koutoukou* ($45,67 \pm 3,3$ à $64,50 \pm 5,80$ % vol.) analysés ont un degré alcool supérieur à 35 % vol d'éthanol faisant de ces boissons, des eaux-de-vie de la classe 4 et 5. Cette classification est donnée par le code de la santé française pour le classement des boissons alcoolisées. En effet, les boissons alcooliques sont classées en cinq (5) catégories allant des boissons à faible taux d'éthanol aux boissons à des concentrations élevées en alcool. Les résultats obtenus sont supérieurs aux valeurs observées par Obot (2000) et Adéléké et Abiodun (2010) qui ont respectivement trouvé 40 % et 37,6 % vol d'éthanol dans l'*ogogoro* (liqueur locale du Nigéria). Le méthanol est l'une des

CONCLUSION

Au terme de cette étude, nous retenons que le *Koutoukou* produit en Côte d'Ivoire est distillé majoritairement à partir du vin de palme. L'utilisation de la matière première fait intervenir un processus particulier bien connu des producteurs de la filière. Cependant, l'analyse des dangers effectués sur le *Koutoukou* révèle des points critiques de contrôle (CCP) de nature chimique à l'étape de la distillation. Cette observation est due au manque de formation des producteurs sur les bases de la bonne pratique de

REMERCIEMENT

Nos remerciements sont adressés aux différents producteurs de *Koutoukou* présents dans les zones enquêtées et aux responsables de la Société Ivoirienne

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adeleke RO, Abiodun OA, 2010. Physicochemical properties of commercial local beverages in Osun State, Nigeria. Pakistan Journal of Nutrition. 9 (9): 853-55. <http://dx.doi.org/10.3923/pjn.2010.853.855>

substances les plus souvent associées à la toxicité des spiritueux. Il proviendrait des substances végétales, de la fermentation et des réactions non-enzymatiques observées au cours du chauffage (Lamiable et al, 2004). Les valeurs de méthanol obtenues des échantillons de *Koutoukou* traditionnel (de $1392,27 \pm 26,13$ à $1677,94 \pm 34,04$) sont supérieures à la limite fixée par la norme ivoirienne qui est de 500 mg/L dans les boissons alcoolisées. Ces résultats sont supérieurs à ceux trouvés par Zakpaa et al (2010) dans l'*akpeteshie* (10 mg/L) et par Adéléké et Abiodun, (2010) qui ont trouvé une concentration de 310 mg/L de méthanol dans l'*ogogoro*. L'analyse des dangers au cours de la production du *Koutoukou* a permis de déterminer des points critiques de contrôle (CCP) de nature chimique situé au niveau de la distillation. La présence de ces CCP s'expliquerait par le fait que les dangers chimiques déterminés dans les opérations unitaires de la distillation ne sauraient être maîtrisées. Car il n'existe pas d'autres étapes précédentes à la distillation pour maîtriser ces dangers. Parmi les dangers recensés se trouvent la présence de méthanol, de métaux lourds et d'alcools supérieurs en quantité élevée qui peuvent être maîtrisé par l'application des bonnes pratiques de fabrication (BPF).

fabrication (BPF). Ce manque de formation est perceptible dans toutes les étapes de production donnant une boisson de mauvaise qualité. Ces boissons de mauvaise qualité sont observées dans toutes les zones d'enquête. Cela se justifie par les quantités élevées de métaux lourds (Pb, Cu, Cd et Fe), de méthanol et d'alcools supérieurs dans ces boissons. La présence de ces éléments non désirés pourrait occasionner un problème de santé chez les consommateurs.

de Technologies Tropicales (I2T) qui ont facilité la mise en œuvre de ce projet de recherche.

AFNOR, 1994. Qualité de l'eau. Environnement, Association française de normalisation. 2^{ème} Edition, Paris. 861.

Agence Ivoirienne Presse (AIP), 2015. Côte d'Ivoire – Un mort et 12 intoxiqués après consommation de *Koutoukou* (boisson frelatée), www.aip.ci visité le 12/07/2015.

- Amoa-Awuua WK, Sampson E, Tano-Debrah K, 2007. Growth of yeasts, lactic and acetic acid bacteria in palm wine during tapping and fermentation from felled oil palm in Ghana. *Journal. Applied of Microbiology*. 38: 1-7.
- Antheaume B, 1970. La palmeraie du Mono: Approche géographique. *Cahier Etude Africain*. 12(47) :458-484.
- Barboteau PH, Baron M, Lafage C, 2001. Bonnes pratiques hygiéniques appliquée à la filière de cognac. 6-7.
- Bartlett EJI, Kortlik WJ, Higgins CC, 2001. Organizational Research : detremining appropriate sample size in survey research. *Information Technology, learning and Performance Journal*, 19 : 43-50.
- Béhi YE, Mollet M, Girardin O, Sorg JP, Felix H, 2002. Le vin de palme, aliment et source de revenu pour les populations rurales en Côte d'Ivoire. *International Journal Biological Chemical Sciences*. 153 (4) : 123-129.
- Boutin G et Simard RE, 1974. Production d'eau-de-vie apartir de sirop d'érable. *J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment*. 7 (1) : 29-31.
- Bryan FL, 1988. Risks of pratices, procedure and processs that lead to outbread of food-borne didease. *J. Food Prot.*, 51 : 663-673.
- Camara PA, 2002. Alcoolisation au koutoukou en Côte d'Ivoire : Constat et propositions. *Alcoologie et Addictologie*, 24 (4) : 319-328.
- Cheyns E, Kouame YS, Nai NS, 2001. Adoption du matériel végétal et itinéraire techniques en plantations villageoises de palmier à huile. *Cas de la région des lagunes, Côte d'Ivoire. Oléagineux Corps Gras Lipides*, 8 : 524-528.
- Falegan CR, Akoja SO, 2014. Microbiological and physicochemical studies of two Nigerian fermented alcoholic drinks (palm wine and burukutu) in ekiti state, Nigeria. *European Journal of Food Science and Technology*. 2(2): 13-22.
- FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) 2003. Publication par l'OMS et la FAO d'un rapport d'experts sur l'alimentation, la nutrition et la prévention des maladies chroniques. www.fao.org/french/newsroom/news/2003/16851-fr.html. Consulté le 27 novembre 2018.
- Fourgeau C, Maula J, 1998. Producteurs et productrices d'alcool de palme (Sobadi) dans le sud-est du Bénin. In: *Cahier d'outre-mer*. 202(51) : 201-214; <https://doi.org/10.3406/cao.1998.3689>
- Israël DG, 1992. Determining sample size. University of Florida, Fact Sheet PEOS-6,5. JDN 2016. *Dictionnaire économique et financier*. <http://www.journaldunet.com/business/pratique/dictionnaire-economique-et-financier/15094/matieres-premieres-definition.html>; consulté le 10 janvier 2017.
- Iweala EEJ, Olugbuyiro JAO, Durodola BM, Fubara-Manuel DR, Okoli AO, 2014. Metal contamination of foods and drinks consumed in Ota, Nigeria. *Research Journal Environmental Toxicology*. 8 : 92-97
- Izah SC, Chakrabarty N, Srivastav AL, 2016. A Review on Heavy Metal Concentration in Potable Water Sources in Nigeria: Human Health Effects and Mitigating Measures. *Experience Health*. 8 : 285-304.
- Karamoko D, Djeni NT, N'guessan KF, Bouatenin KMJ, Dje KM, 2012. The biochemical and microbiological quality of palm wine samples produced at different periods during tapping and changes which occurred during their storage. *Food Control*. 26 :504-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.02.018>
- Koffi FCR, Konan BR, Assemamand E, 2017. Assessment of physicochemical characters of traditional “Koutoukou” from different raw materials. *International Journal of Biosciences*. 10(1) :179-185. <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/10.1.179-185>
- Kosugi A, Tanaka R, Magara K, Murata Y, Arai T, 2010. Ethanol and lactic acid production using sap squeezed from old oil palm trunks felled for replanting. *Journal Bioscience Bioengineering*. 110 (3): 322-25.
- Kubo R, 2016. Indigenous alcoholic beverage production in rural villages of Tanzania and Cameroon. Thesis Kyoto University. <https://doi.org/10.14989/doctor.k192>.
- Lamiable D, Hoizey G, Marty H, Vistelle R, 2004. Intoxication aiguë au méthanol. *EMC-Toxicologie Pathologie 1* : 7-12
- Moll M et Moll N, 2002. Sécurité alimentaire du consommateur. Editions Tec et doc. 1- 472.
- Nwachukwu IN, Ibekwe VI, Nwabueze RN, Anyanwu BN, 2006. Characterization of palm wine yeast isolates for industrial utilization. *African Journal of Biotechnology*. 5 (19): 1725-1728.

- Obire O, 2005. Activity of Yeast Species in Palm Sap Obtained from Three Areas in Edo State, Nigeria. *Journal of Applied Science Environmental Management*. 9 : 25-30.
- Obot IS, 2000. The measurement of drinking patterns and alcohol problems in Nigeria. *Journal Subst Abuse*; 12 : 169-81. [http://dx.doi.org/10.1016/S0899-3289\(00\)00047-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0899-3289(00)00047-X)
- Ohimain EI, Tuwon PE, Ayibaebi EA, 2012. Traditional fermentation and distillation of raffia palm sap for the production of bioethanol in Bayelsa State, Nigeria. *Journal of Technology Innovations in Renewable Energy*. 1 : 131-141.
- Organisation Internationale de la Vigne du Vin (OIV), 2012. Recueil des méthodes internationales d'analyses des vins et des moûts. 8^{ème} Assemblée générale, Tbilissi - Georgie, 1-596.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2004. *Global Status Report on Alcohol*. Genève, Suisse. 1-88.
- Salako SG, Adekoyeni OO, Adegbite AA, Hammed TB, 2016. Determination of Metals Content of Alcohol and Non-alcoholic Canned Drinks Consumed at Idiroko Border Town Ogun State Nigeria. *British Journal of Applied Science and Technology*. 12 : 1-8.
- Tagba P, Osseyi GE, Lamboni RC, 2016. Epidemiology of Use of a Traditional Spirit "Sodabi" in the General Population of Togo. *European Science Journal*. 12(27) :1857-7881. [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n27p177](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n27p177)
- Ubuoh EA, 2013. Analysis of metal concentrations in selected canned beers consumed in Owerri Urban, Imo State, Nigeria. *International Journal of Chemistry and Material Sciences*. 1 : 90-95.
- Ukhun ME, Okolie NP, Oyerinde AO, 2005. Some Mineral Profile of Fresh and Bottled Palm Wine, a Comparative Study. *African Journal of Biotechnology*. 4 : 829-832.
- Willis J, 2002. *Potent Brews: a Social History of Alcohol in East Africa 1850-1999*. Ohio University Press. (Ohio). 1-304.
- Woldemariam DM, et Chandravanshi BS, 2011. Concentration levels of essential and non-essential elements in selected ethiopian wines. *Chemical Society of Ethiopia*. 25(2): 169-180.
- Woyessa GW, Kassa SB, Demissie EG, Srivastava BBL, 2015. Determination of the level of some trace and heavy metals in some soft drinks of Ethiopia. *International Journal of Current Research in Chemistry and Pharmaceutical Sciences*. 2 : 84-88.
- Yao KM, 2009. Approche épidémiologique de la consommation d'alcool en côte d'ivoire et évaluation des effets de l'alcoolisation (aiguë et chronique) au koutoukou (eau-de-vie de vin de palme) sur le fonctionnement cérébral des consommateurs. Thèse de doctorat en Physiologie Animale, Université de Cocody-Abidjan. 1-151
- Yao KM, Adou KF, Camara PA, Bakou NF, Tako NA, Seri B, 2011. Effets comparés de l'alcoolisation aiguë au Koutoukou de vin de palme (boisson alcoolique artisanale) et au Pastis 45 (boisson alcoolique industrielle) sur la mémorisation, chez l'homme : *International Journal Biological Chemical Sciences*. 5(3): 1073-1081.
- Yao KM, Badjo PC, Assi BD, Adou KFJB, Bâ A, Glin L, Camara P A, Tako NA, Seri B, 2015. Evaluation des consommations excessives d'alcool (binge drinking) en Côte d'Ivoire : cas de la ville d'Abidjan. *International Journal Biological Chemical Sciences*. 9(3): 1209-1219.
- Zakpaa HD, Mak-Mensah EE, Avio OA, 2010. Effect of storage conditions on the shelf life of locally distilled liquor (Akpeteshie). *African Journal of Biotechnology*. 9(10): 1499-1509.