

Qualité Microbiologique des Poissons Fumés Traditionnellement et Vendus sur des Marchés à Abidjan, Côte d'Ivoire

Atobla Koua*¹¹, Kouamé N'zebo Desiré¹, Benié Comoé Koffi Donatien^{1,3}, Dadié Adjehi⁴, Niamké Sébastien¹

¹Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences
Laboratoire de Biotechnologies
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire
atobla@yahoo.fr

²Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences
Laboratoire de Biotechnologies
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire
k_nzebo@yahoo.fr

³Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences
Département de bactériologie et virologie, Centre National de Reference des antibiotiques, Institut Pasteur de Côte
d'Ivoire (IPCI)
Abidjan, 01 BP 490 Abidjan 01, Côte d'Ivoire
Dona.comoe@yahoo.fr

⁴Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences et Technologies des Aliments (STA)
Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire
thomasdadie@yahoo.fr

⁵Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences
Laboratoire de Biotechnologies
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire
niamkes@yahoo.fr



Résumé— Le poisson est une source importante de protéines animales, mais son processus de transformation et de commercialisation reste encore artisanal et affecte souvent sa qualité microbiologique, pouvant provoquer des maladies. La présente étude vise à évaluer la qualité hygiénique et microbiologique des poissons fumés traditionnellement destinés à la vente. Cette étude a été réalisée à partir d'une enquête semi-structurée, suivi d'un échantillonnage des poissons fumés les plus prisés et d'une analyse microbiologique. Ainsi, une enquête auprès des fumeuses, vendeuses et consommateurs des poissons fumés a été réalisée pour évaluer l'état d'hygiène des poissons fumés. Après les enquêtes sur les marchés ciblés, des lots de 25 échantillons de poissons fumés ont été effectués pour des analyses

¹ Received : 3 September 2022;
Accepted: 21 September 2022;
Available online: 18 October 2022

microbiologiques. Selon l'enquête réalisée, les poissons fumés les plus prisés sur les marchés ont été *Scomber scombrus* (Maquereau), *Trachurus trachurus* (Chinchard), *Thunnus* spp. (Thon), *Cyprinus* spp. (Carpes) et *Sardinella* spp. (Magne). De même, l'enquête réalisée sur les lieux de fumage et les marchés de vente a révélé une méconnaissance et l'inobservance des bonnes pratiques d'hygiène lors du fumage ou de la vente. Les poissons fumés sont prisés par la population pour diverses raisons (goût, coût, odeur, facilité de conservation accessibilité). Le taux de contamination de *Pseudomonas aeruginosa* est de 56%, *Escherichia coli* (68%) ou de *Staphylococcus aureus* (84%). Par contre, aucune souche de *Salmonella* n'a été isolé des échantillons de poissons fumés analysés. L'évaluation de la qualité microbiologique des 25 lots de poisson fumé a révélé globalement que les poissons fumés analysés issus des marchés ont été de qualité microbiologique non satisfaisante. L'application rigoureuse des règles d'hygiène durant la chaîne de transformation réduiraient de façon significative la flore de contamination des poissons et permettrait d'augmenter leur durée de conservation.

Mots clés — Poissons Fumés ; Consommation ; Qualité Microbiologique ; Hygiène.

Abstract— Fish is an important source of animal protein, but its processing and marketing processes are still artisanal and often affect its microbiological quality, which can cause disease. This study aims to assess the hygienic and microbiological quality of smoked fish traditionally intended for sale. This study was carried out using a semi-structured survey, followed by a sampling of the most popular smoked fish consumed and a microbiological analysis. Thus, a survey of smokers, sellers, and consumers of smoked fish was carried out to assess the state of smoked fish hygiene. After the targeted market surveys, batches of 25 smoked fish samples were taken for microbiological analysis. According to the survey carried out, the most popular smoked fish on the market were *Scomber scombrus* (Mackerel), *Trachurus trachurus* (Chinchard), *Thunnus* spp. (Tuna), *Cyprinus* spp. (carps) and *Sardinella* spp. (Magne). Similarly, the survey carried out on smoking places and sales markets revealed ignorance and non-compliance with good hygiene practices during smoking or selling. People like smoked fish for various reasons (taste, affordability, aroma, convenience, accessibility). The contamination rate of *Pseudomonas aeruginosa* is 56%, *Escherichia coli* (68%), or *Staphylococcus aureus* (84%). On the other hand, no *Salmonella* strain was isolated from the samples of smoked fish analyzed. The evaluation of the microbiological quality of the 25 batches of smoked fish revealed overall that the smoked fish analyzed from the markets were of unsatisfactory microbiological quality. The rigorous application of hygiene rules during the processing chain would significantly reduce the flora contaminating fish and would increase their shelf life.

Keywords— Smoked Fish; Consumption ; Microbiological Quality; Hygiene.

I. INTRODUCTION

Le poisson est une source de nourriture et de subsistance importante dans le monde, fournissant près de 60% des protéines accessibles à la grande majorité des populations, notamment pour les populations africaines [1]. Sa consommation sous la forme fumée constitue une source importante de protéine, accessible aux ménages à faibles revenus, surtout dans les pays en voie de développement où le prix de la viande demeure hors de portée du consommateur moyen [2]. Le poisson fumé joue un rôle significatif en matière de sécurité alimentaire et nutritionnelle. Le fumage qui consiste à imprégner le poisson de principes volatils de la fumée par combustion du bois afin de parvenir à une conservation prolongée du produit, représente le mode de traitement du poisson le plus répandu en Côte d'Ivoire [3]. Plus qu'une simple activité de survie, passagère, le fumage du poisson peut être considéré comme un emploi permanent bien rémunéré [4] et les activités post capture de la pêche artisanale maritime dégagent une richesse de 4 millions d'euros [2].

Bien qu'indispensable dans la nutrition humaine, le poisson reste une denrée périssable. C'est ainsi qu'en Côte d'Ivoire, et à l'instar des autres pays de la sous-région ouest, les pertes post-capture sont estimées à environ 20 % [5]. Pour éviter et ou limiter les énormes pertes post-capture, il est nécessaire de procéder à une conservation adéquate du poisson, et différentes méthodes de conservation telles que la friture, le séchage, le salage et le fumage sont utilisés individuellement ou en association [6]; [7]. Ces méthodes de conservation visent non seulement à empêcher la prolifération des micro-organismes d'altération, mais aussi à ralentir certaines réactions biochimiques [8]. Grâce aux composés aromatiques de la fumée de combustion, le fumage améliore les caractéristiques organoleptiques des produits dérivés. Aussi, la chaleur et les substances bactéricides de la fumée assurent-elles la perte d'eau et la réduction des charges microbiennes des aliments traités, les prédisposant à une meilleure conservation [9]; [10]. Malheureusement, le caractère artisanal du fumage du poisson, le procédé de transformation et de commercialisation et le manque d'hygiène dans la production favorisent considérablement la contamination microbienne des produits rendant ainsi sa

conservation difficile, ce qui affecte souvent la qualité microbiologique et ou nutritionnelle du poisson, provoquant ainsi des maladies ou des intoxications alimentaires [11].

Aujourd'hui, l'état sanitaire et l'insalubrité des poissons fumés constituent un problème de santé publique. En effet, certains contaminants chimiques (Hydrocarbure Aromatique Polycyclique) et ou biologiques pathogènes pouvant sécréter des toxines à pouvoir hépatotoxique ou d'altération (moisissures, anaérobies sulfito-réducteurs, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*) présents dans les poissons fumés menacent la santé des consommateurs [12]; [13]. Malgré les nombreux efforts fournis dans la conservation du poisson à travers le fumage, le problème subsiste toujours à cause du caractère périssable des poissons fumés suite à une prolifération microbienne poussée [14].

Cette étude avait pour objectif de contribuer à l'amélioration de la qualité microbiologique des poissons fumés traditionnellement par l'évaluation de leur qualité microbiologique.

II. MÉTHODOLOGIES

1. Matériel

Le matériel biologique était constitué de cinq types de poissons fumés traditionnellement consommés à Abidjan. Il s'est agi du Maquereau (*Scomber scombrus*), du Chinchard (*Trachurus trachurus*), du Thon (*Thunnus* spp.), du Magne ou Sardinelle (*Sardinella* spp.) et de la Carpes (*Cyprinus* spp.). Ces cinq espèces (Figure 1) ont été achetées dans les marchés des communes de Abobo, Cocody, Adjamé, Attécoubé et Yopougon.

Une enquête a été réalisée et la fiche prenait en compte les critères de la consommation du poisson fumé, des conditions sanitaires du fumage et de vente ainsi que l'application des conditions d'hygiène au cours de la production.



Fig. 1. Différentes espèces de poissons fumés.

A : Chinchard ou Apollo (*Trachurus trachurus*), B : Maquereau (*Scomber scombrus*)

D : Carpe (*Cyprinus* spp.), C : Magne (*Sardinella* spp.), E : Thon (*Thunnus* spp.)

2. Cadre d'étude

Cette étude s'est déroulée du 15 Août au 28 Octobre 2021 dans la ville d'Abidjan, capitale économique de la Côte d'Ivoire. L'étude qui a consisté en une enquête ainsi que des prélèvements pour analyse microbiologique afin d'évaluer l'état sanitaire des poissons fumés, les plus consommés et les plus vendus dans certains marchés du district d'Abidjan, s'est déroulée dans les communes d'Abobo (grand marché), Cocody (marché d'Anono), Adjamé (Marché de Williamsville), Attécoubé (marché

d'Abobodoumé) et de Yopougon (marché de Siporex). Ces communes ont été ciblées du fait que des vendeuses de poissons fumés s'approvisionnent sur ces marchés mais aussi en raison de la densité de la population et de la forte présence des consommateurs de poissons fumés.

3. Enquête

L'enquête de type transversale rétrospective, couplée à des observations directes, a ciblé les fumeuses de poissons, les vendeuses de poissons fumés et les consommateurs. Cette enquête s'est déroulée sur les marchés de vente du poisson fumé, sur les lieux de fumage du poisson et auprès des consommateurs volontaires de poissons fumés. L'enquête a été effectuée par entretien direct sur les rubriques suivantes : type d'acteur dans la chaîne de production du poisson fumé (fumeuses, vendeuses, consommateurs) et l'état sanitaire ainsi que les risques de consommation des poissons fumés.

4. Échantillonnage

Les échantillons ont été prélevés dans les différents marchés d'Abobo (grand marché), Cocody (marché d'Anono), Adjamé (marché de Williamsville), Attécoubé (marché d'Abobodoumé) et de Yopougon (marché Siporex) soit dans cinq marchés de cinq communes chez différentes vendeuses de poissons fumés.

Au total, soixante-quinze (75) échantillons de poisson fumés (25 lots) ont été prélevés dans les marchés, soit 3 lots de quinze (15) échantillons de poisson fumé qui ont été prélevés sur une période d'une semaine dans chacune des communes. Sur l'ensemble des 75 échantillons de poissons fumés, il faut noter 15 Maquereaux, 15 Chinchards, 15 Thons, 15 Magnés et 15 carpes. Les poissons fumés ont été achetés auprès des vendeuses puis mis dans les sachets stériles et conditionnés dans des glacières contenant des accumulateurs de froid et ensuite transportés au laboratoire de biotechnologie, agriculture et valorisation des ressources biologiques de l'UFR Biosciences de l'université Félix Houphouët-Boigny pour les analyses microbiologiques.

5. Méthodologies

Les 25 lots de poissons fumés ont été analysés selon les normes en vigueur. La phase d'isolement et de dénombrement des microorganismes était basée sur l'étude quantitative des germes d'altération présents dans les échantillons (dénombrement) et d'une étude qualitative des germes pathogènes (recherche des germes pathogènes).

Une masse de dix (10) grammes d'échantillon de poissons fumés a été pesée à l'aide d'une balance et broyée puis introduite dans 90 mL d'Eau Peptonnée Tamponnée (EPT) contenu dans un sachet Stomacher. Ce mélange a été homogénéisé au Stomacher pendant 30 secondes qui constituait la suspension mère a été utilisée pour la réalisation des dilutions décimales allant de 10^{-1} à 10^{-5} ainsi que pour la recherche de *Salmonella*.

A chaque microorganismes dénombrés ou recherchés correspondaient un milieu de culture spécifique et une analyse faite selon la norme appliquée (**Tableau I**)

Tableau I. Méthodes et milieux de culture utilisés pour les microorganismes dénombrés ou recherchés

Microorganismes dénombrés ou recherchés	Milieux de Culture (méthode d'ensemencement)	Température et durée d'incubation	Normes appliquées
Flore Aérobie mésophile Totale (FAMT)	Gélose PCA (en profondeur, double couche)	30 °C/ 72 h	[15] NF V 08-051-Décembre 1992
Coliformes thermotolérants	Gélose VRBL (en profondeur, double couche)	44 °C/ 24 h	[16] NF V 08-060 Mars 1996
Anaérobies sulfite-réducteurs (ASR)	Gélose TSN (en profondeur, double couche)	46 °C/ 24 h	[17] NF V08-061. Décembre 2009

<i>E. coli</i>	Gélose TBX (en surface)	44 °C/ 24 h	[18] NF ISO 16649-2. Juillet 2001
<i>S. aureus</i>	Gélose Baird Parker + jaune d'œuf au téllurique (en surface)	37 °C/ 24 h	[19] ISO 6888-1 (V 08-014). Octobre 1999
<i>P. aeruginosa</i>	Gélose cétrimide (en surface)	37 °C/ 24 h	[20] NF EN ISO 16266. Août 2008
Levures	Gélose Sabouraud + chloramphénicol (en surface)	30 °C/ 48 h	[21] NF ISO 7954. Août 1988
Moisissures	Gélose Sabouraud + chloramphénicol (en surface)	30 °C/ 5 jr	[21] NF ISO 7954. Août 1988
<i>Salmonella</i> sp.	Gélose XLD Gélose Hektoen (en surface)	37 °C/ 24 h	[22] NF EN ISO 6579/A1 (octobre 2007)

6. Expression des résultats

La charge moyenne a été calculée selon la formule de [23]. Les résultats du dénombrement de la flore aérobie mésophile totale, des entérobactéries, des levures et des moisissures ont été exprimés en UFC/g par l'utilisation de la formule :

$$N = \frac{\Sigma C}{(n_1 + 0,1 \times n_2) \times V \times d} \quad (1)$$

Avec :

N = nombre de microorganismes en UFC par gramme

ΣC = somme de toutes les colonies sur toutes les boîtes retenues.

n_1 = nombre de boîtes retenu à la première dilution retenue.

n_2 = nombre de boîtes retenu à la deuxième dilution retenue.

d = taux de dilution de la première dilution retenue.

V= volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte de Pétri.

7. Critères d'appréciation de bonne qualité bactériologique

Aux résultats ont été affectés les qualifications de qualité de l'une des trois catégories suivantes : satisfaisante, acceptable, et non satisfaisante conformément au Règlement N°2073/2005 de l'Union Européenne (Tableau II).

L'interprétation des résultats s'est appuyée sur le plan à trois 3 classes suivant la norme de référence. Toutefois pour les germes potentiellement pathogènes à l'instar de *Salmonella*, c'est le plan à deux classes qui a été adopté.

Suite à la numération des germes dans chaque produit, la conformité des résultats aux critères recommandés a été effectuée selon le tableau II et III.

Tableau II. Plan à 3 classes pour l'interprétation des résultats en milieu solide

Interprétation	Conditions d'attribution
	Milieux solides
Qualité Microbiologique Satisfaisante (QMS)	Si toutes les valeurs observées sont $\leq m$ ($x \leq m$)
Qualité Microbiologique Acceptable (QMA)	Lorsqu'un maximum de ($c/n = 2/5$) se situe entre m et M , et que les autres valeurs observées sont $\leq m$ ($m < x < M$)
Qualité Microbiologique Non Satisfaisante (QMNS)	Lorsqu'une ou plusieurs valeurs observées sont supérieures à M ou lorsque plus de c/n valeurs se situent entre m et M ($x \geq M$)

Tableau III. Critères microbiologiques pour les poissons fumés en UFC/g

Microorganismes	Plan d'interprétation			
	n	c	m	M
<i>E. coli</i>	5	2	10	10 ²
<i>P. aeruginosa</i>	5	2	10	10 ²
<i>S. aureus</i>	5	2	10 ²	10 ³
<i>Salmonella</i> spp.	5	Non décelable dans 25g		
GAM	5	2	10 ⁶	
CTT	5	2	10	10 ²
ASR	5	Absence		
Levure	5	2	10 ²	10 ³
Moisissures	5	2	10 ²	10 ³

Source : ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, 2006, 2019

8. Analyses statistiques

Les informations issues des enquêtes ont fait l'objet de traitement manuel et informatique. Le logiciel SPSS 20.0 a servi à analyser les données du questionnaire. Quant à Excel, il a servi à tracer les courbes. Le logiciel SPSS 20.0 a été utilisé pour les analyses statistiques.

III. RESULTATS

1. Enquête sur l'état sanitaire du poisson fumé

1.1. Description du procédé de fumage du poisson

Selon l'enquête réalisée auprès des fumeuses de poisson ou par observation sur les sites de fumage, le poisson frais congelé n'ayant subi aucun traitement, est décongelés à l'eau ou à l'air ambiant. Le poisson est ensuite lavé à l'eau et disposé sur des claies ou grilles pour être fumé. Le fumage traditionnel à chaud sans salaison est utilisé. Le poisson fumé est ensuite refroidi à l'air libre pour être soit commercialisé, soit stocké ou emballé ou directement consommé (Figure 2).

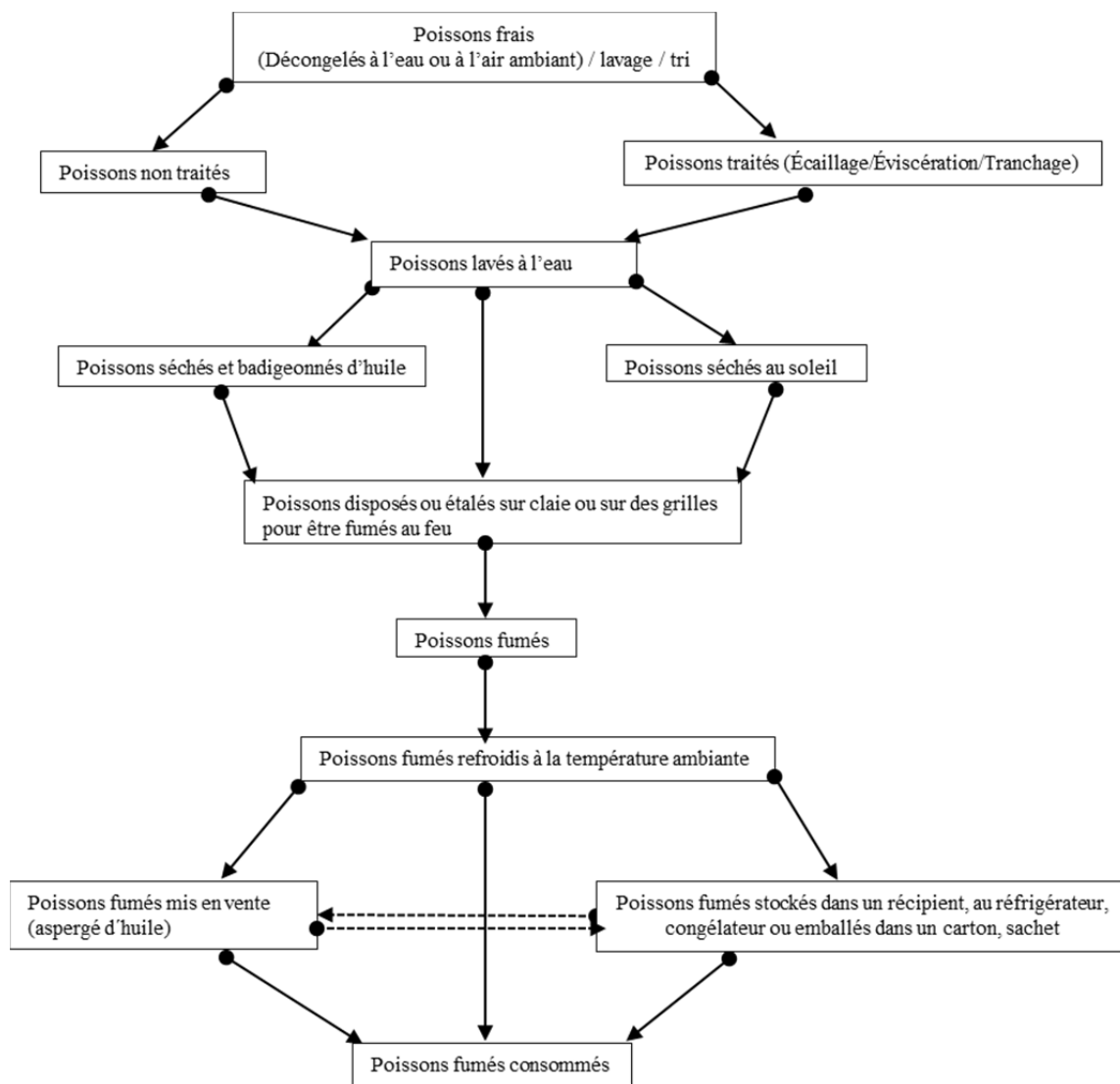


Fig. 2. Diagramme du procédé de fumage des poissons vendus sur les marchés.

1.2. Fréquence de consommation du poisson fumé

Sur 846 personnes interrogées, 500 (59,1%) des consommateurs préfèrent consommer les poissons fumés tandis que 40,9% préfèrent le poisson frais.

Selon la figure 3, l'espèce de poisson fumé la plus consommée est le Maquereau avec une fréquence de 33,4%, suivi du thon avec 19,4% de consommation et ensuite du Chinchard avec 8%, du Magne (7,2%) et du carpe fumé (6,6%).

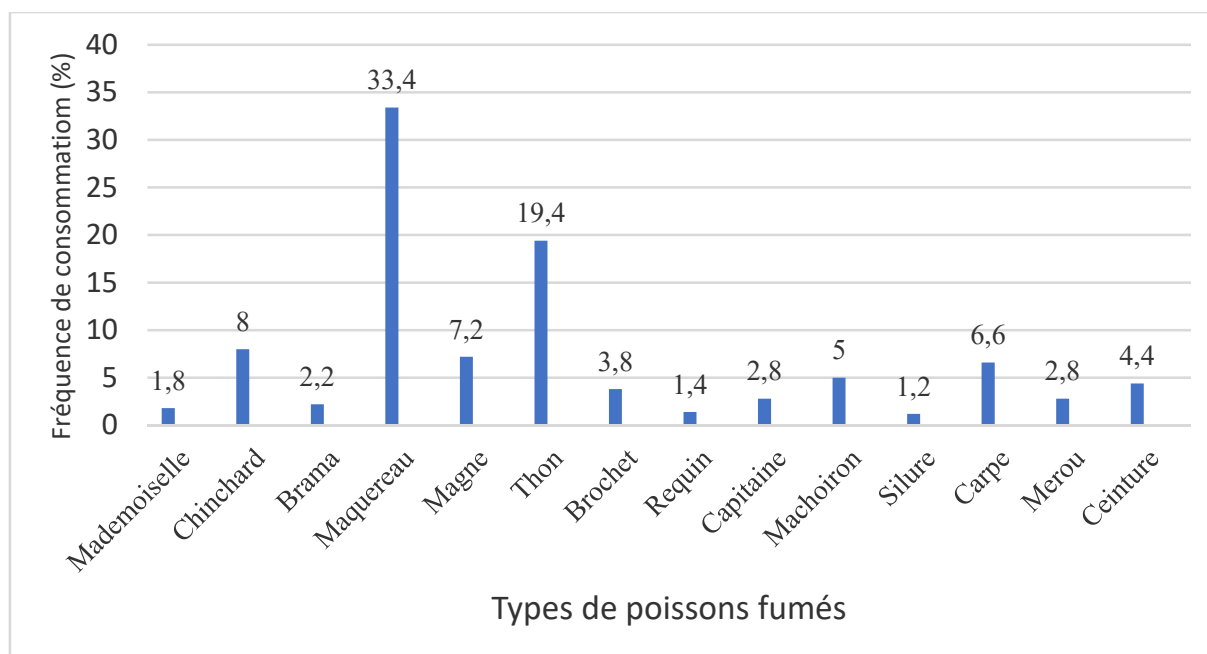


Fig. 3. Fréquence de consommation des types de poissons fumés.

1.3. Critères de choix du poisson fumé

Le critère de choix du consommateur de poisson fumé est généralement lié au coût (21,4%), à fraîcheur (21,0%), sa bonne odeur (19,4%), aussi au fait que le poisson soit bien fumé (12,8%) et à son goût (Tableau IV).

Tableau IV. Critères de choix du poisson fumé

Paramètres ou critères	Effectifs (N = 500)	Fréquence (%)
Coût	107	21,4
Goût	42	8,4
Fermeté	39	7,8
Fraîcheur	105	21,0
Bonne odeur	97	19,4
Croquant	4	0,8
Bien fumé	64	12,8
Préférence	29	5,8
Couleur	5	1,0
Aspect	8	1,6
Total	500	100

1.4. Technique et durée de conservation du poisson fumé par les consommateurs

La durée de conservation dépend de la technique de conservation utilisée (Tableau V). Ainsi, 17,2% des consommateurs de poisson fumé ont conservé au réfrigérateur pendant une semaine. Au congélateur, la conservation se faisait généralement pendant

1 mois (12,2%). A la température ambiante dans un récipient, la conservation est de 24 heures (14,4%), de 48 h (9,4%) ou de 72 h (5,8%).

Tableau V. Technique de conservation en fonction de la durée de conservation des consommateurs de poissons fumés

Durée de conservation	Congélation n(%)	Réfrigération n(%)	Air libre dans un récipient n(%)	Réchauffage et conservation n(%)	Total
[0h – 24h [	0(0,0)	3(0,6)	72(14,4)	1(0,2)	76(15,2)
[24h – 48h [	0(0,0)	17(3,4)	47(9,4)	8(1,6)	72(14,4)
[48h – 72[	1(0,2)	37(7,4)	29(5,8)	20(4,0)	87(17,4)
1 semaine	29(5,8)	86(17,2)	17(3,4)	10(2,0)	142(28,4)
1 mois	61(12,2)	15(3,0)	3(0,6)	0(0,0)	79(15,8)
3 mois	16(3,2)	1(0,2)	0(0,0)	0(0,0)	17(3,4)
Plus de 3 mois	25(5,0)	2(0,4)	0(0,0)	0(0,0)	27(5,4)
Total	132(26,4)	132(26,4)	168(33,6)	39(7,8)	500(100,0)

1.5. Risque lié au fumage au bois d'hévéa

La fumée provenant du bois d'hévéa a des conséquences sur la santé du consommateur mais ces conséquences sont souvent inconnues par le grand public. Au cours de cette étude sur 100% des fumeuses et des consommateurs interrogés, 51,1% des fumeuses de poissons ne savaient pas que la consommation du poisson fumé avec le bois d'hévéa peut causer des maladies comme le cancer contre 28,8 % chez les consommateurs (Figure 4).

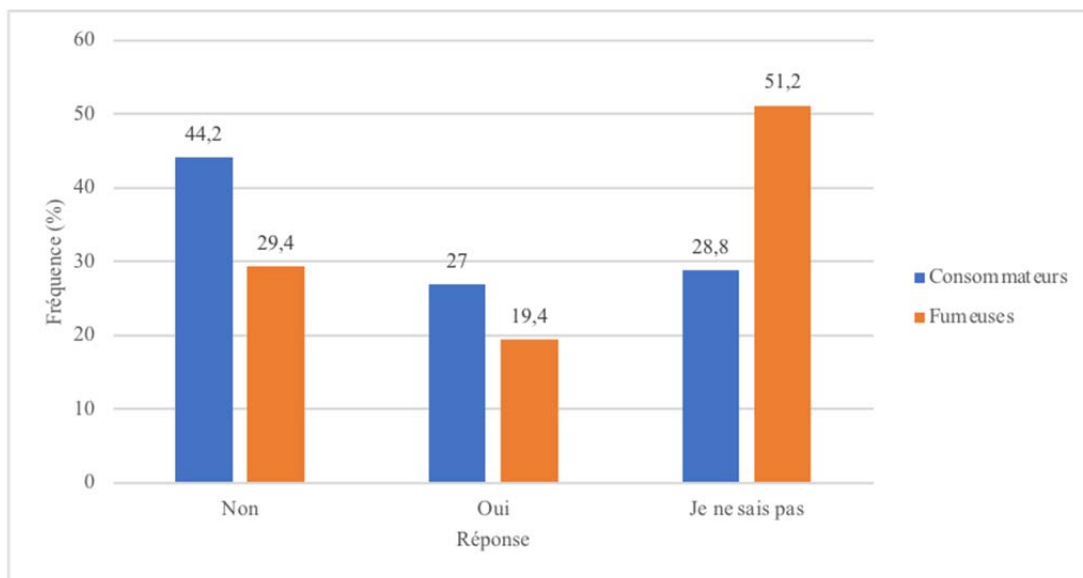


Fig. 4. Connaissance du risque lié à l'utilisation du bois d'hévéa pour le fumage du poisson

1.6. Type de combustibles utilisés et les maladies liées au fumage de poissons

Selon les utilisateurs de combustible, l'utilisation du bois d'hévéa pour fumer le poisson causerait plus de symptômes que les autres types de combustible. En effet, 9,3%, 5,6% et 5,2% des utilisateurs de bois d'hévéa ont affirmé avoir eu respectivement la toux, le rhume et des douleurs thoraciques. Le charbon de bois causerait la toux chez 6,5% des consommateurs (Tableau VI). Par contre, 15,6% des femmes n'avaient déclaré aucun symptôme.

Tableau VI. Symptômes liés au type de combustibles utilisés pour fumer le poisson

Symptômes	Type de combustible utilisé pour fumer le poisson							Total
	Bois d'hévéa n (%)	Déchet de coco n (%)	Charbon de bois n (%)	Carton n(%)	Autre bois de chauffe n(%)	Écorce d'arbre n (%)	Déchet de graine n (%)	
Toux	30 (9,3)	4(1,2)	21(6,5)	9(2,8)	0(0,0)	1(0,3)	2(0,6)	67(20,7)
Rhume	18(5,6)	4(1,2)	15(4,6)	14(4,3)	2(0,6)	1(0,3)	0(0,0)	54(16,7)
Maux de gorge	8(2,5)	0(0,0)	8(2,5)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	16(4,9)
Maux d'yeux	11(3,4)	0(0,0)	1(0,3)	2(0,6)	0(0,0)	1(0,3)	0(0,0)	15(4,6)
Maux de tête ou céphalées	2(0,6)	0(0,0)	0(0,0)	1(0,3)	0(0,0)	2(0,6)	0(0,0)	5(1,5)
Fatigue	1(0,3)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	5(1,5)	0(0,0)	6(1,9)
Douleur thoracique	17(5,2)	11(3,4)	16(4,9)	3(0,9)	2(0,6)	3(0,9)	6(1,9)	58(17,9)
Vertige	4(1,2)	2(0,6)	1(0,3)	4(1,2)	0(0,0)	3(0,9)	0(0,0)	14(4,3)
Expectoration	6(1,9)	4(1,2)	5(1,5)	2(0,6)	3(0,9)	1(0,3)	1(0,3)	22(6,8)
Éternuement	3(0,9)	2(0,6)	5(1,5)	3(0,9)	3(0,9)	0(0,0)	0(0,0)	16(4,9)
Aucun symptôme signalé	5(1,5)	6(1,9)	34(10,5)	0(0,0)	4(1,2)	1(0,3)	1(0,3)	51(15,7)

2. Enquête sur l'état sanitaire du poisson fumé

2.1. Qualité microbiologique des poissons fumés selon le type de poisson

Au regard des résultats repartis dans le tableau ci-dessus, les poissons, fumés traditionnellement et vendus ont été de qualité microbiologique non satisfaisantes (Tableau VII).

Tableau VII. Appréciation de la qualité des poissons fumés analysés

Germes recherchés	Critères m/M	Maquereau		Chinchard		Thon		Magne		Carpe		Charge Moy globale (UFC/g)	Qualité globale
		Charge Moy (UFC/g)	Qualité	Charge Moy (UFC/g)	Qualité	Charge Moy (UFC/g)	Qualité	Charge Moy (UFC/g)	Qualité	Charge Moy (UFC/g)	Qualité		
<i>P. aeruginosa</i>	10/10 ²	3	QMS	1,14.10 ¹	QMA	3,46.10 ¹	QMA	1,74.10 ¹	QMA	7	QMS	1,47.10 ¹	QMA
<i>S. aureus</i>	10 ² /10 ³	5,2	QMS	1,88.10 ¹	QMS	7,84.10 ¹	QMS	1,46.10 ¹	QMS	1,32.10 ¹	QMS	2,6.10 ¹	QMS
<i>E. coli</i>	10 ²	2	QMS	5,4	QMS	1,78.10 ¹	QMS	1,86.10 ¹	QMS	1,38.10 ¹	QMS	1,15.10 ¹	QMTS
<i>Salmonella</i>	Absence	0	QMS	0	QMS	0	QMS	0	QMS	0	QMS	0	QMS
CTT	10/10 ²	8,4	QMS	2,14.10 ¹	QMA	5,08.10 ¹	QMA	4,56.10 ¹	QMA	3,36.10 ¹	QMA	3,19.10 ¹	QMA
GAM	10 ⁶ /10 ⁷	9.10 ⁵	QMS	3,28.10 ⁶	QMA	1,78.10 ⁷	QMNS	8,34.10 ⁶	QMA	2,7.10 ⁶	QMA	6,61.10 ⁶	QMA
ASR	Absence	0	QMS	8,4.10 ¹	QMNS	1,86.10 ¹	QMNS	1,96.10 ¹	QMNS	6,8	QMNS	1,24.10 ¹	QMNS
Levures	10 ² /10 ³	0	QMS	3	QMS	1,7.10 ¹	QMS	5	QMS	2	QMS	5,4	QMS
Moisissures	10 ² /10 ³	0	QMS	1,54.10 ¹	QMS	2,98.10 ¹	QMS	9,96.10 ¹	QMS	9,4	QMS	3,08.10 ¹	QMS
Qualité du poisson		QMS		QMNS		QMNS		QMNS		QMNS		QMNS	

2.2. Taux de qualité des poissons fumés selon le type de poisson

Sur un total de 25 poissons fumés analysés, seul tous les maquereaux sont de qualité microbiologique satisfaisante et les autres espèces de poissons sont de qualité variable (Tableau VIII).

Tableau VIII. Pourcentage des poissons de qualité selon le type de poisson

Types de qualité	Maquereau n=9 (%)	Chinchard n=9 (%)	Thon n=9 (%)	Magne n=9 (%)	Carpe n=9 (%)	Total N=45 (%)
QMS	9 (100)	5 (55,5)	4(44,4)	4 (44,4)	5 (55,5)	27 (60)
QMA	0 (0)	3 (33,3)	3 (33,3)	4 (44,4)	3 (33,3)	13 (28,8)
QMNS	0 (0)	1 (11,1)	2 (22,2)	1 (11,1)	1 (11,1)	5 (11,1)

2.3. Taux de contamination des poissons fumés selon le type de poisson

Il faut noter que *Salmonella* n'a été détecté dans aucun échantillon analysé. Cependant, les autres germes ont été isolés à des taux variables. Au niveau des Maquereau, ce sont les Germes Aérobie Mésophile (GAM) qui ont été les plus dénombrés, au niveau des Chinchards ce sont les GAM, les Anaérobies Sulfite-Réducteur (ASR) et les Coliformes fécaux. Le taux de contamination est de 82,2% au niveau des Thons, suivi des Magne à 75,5%. A part les Maquereaux pour lequel il est de 24,4%, il est supérieur à 50% dans les autres poissons (Tableau IX).

En somme, ce sont les *S. aureus* avec un taux de 84% ont été les plus isolés suivi des coliformes thermotolérants avec un taux de 80%. Nous avons noté également la présence de *E. coli* dans 17 échantillons (68%) de poissons fumés sur 25 échantillons testés. Tous les échantillons ont été positifs au GAM (Tableau IX). En dehors des levures, tous les germes ou groupe de germes ont été isolés à des taux supérieurs à 50%.

Tableau IX. Taux de contamination des poissons fumés analysés suivant le type de poisson

Germes recherchés	Taux de contamination (%)					Contamination globale N=25 (%)
	Maquereau n = 5	Chinchard n=5	Thon n=5	Magne n=5	Carpe n=5	
<i>P. aeruginosa</i>	1 (20)	2	5 (100)	4(80)	2 (40)	14 (56)
<i>S. aureus</i>	2 (60)	4 (60)	5 (100)	5 (100)	4 (80)	21 (84)
<i>E. coli</i>	1 (20)	2 (40)	5 (100)	5 (100)	4 (80)	17 (68)
Coliformes thermotolérants	2 (40)	4 (80)	5(100)	5 (100)	4 (80)	20 (80)
<i>Salmonella</i>	0	0	0	0	0	0 (0)
GAM	5 (100)	5 (100)	5 (100)	5 (100)	5 (100)	25 (100)
ASR	0	4 (80)	4 (80)	5 (100)	2 (40)	13 (52)
Levure	0	3 (20)	4 (60)	4 (20)	2 (20)	6 (24)
Moisissures	0	3 (60)	5(100)	5(100)	2 (40)	15 (60)
Taux de contamination total N=25 (%)	11 (24,4)	24 (53,3)	37 (82,2)	34 (75,5)	23 (51,1)	129 (57,3)

IV. DISCUSSION

L'enquête réalisée sur les sites de fumaison de poisson, des lieux de vente et de consommation du poisson fumé a permis d'évaluer l'état sanitaire de ces poissons destinés à la consommation. Sur les sites de fumaison et de vente, une méconnaissance et le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène ont été observés avec une présence significative d'animaux par endroit. L'accessibilité, la facilité de conservation, le moindre coût, l'agréable goût et la bonne odeur ont constitué les principaux critères de choix par les consommateurs de poisson fumé.

L'enquête a également indiqué que plusieurs procédés de transformations et de conservation comme le fumage, la friture, la fermentation, le salage, le séchage, la réfrigération et la congélation sont utilisés. Des constats similaires ont été faits par plusieurs auteurs en Afrique et dans d'autres pays du monde [6]; [7]; [24]. Pour [3], le fumage représente le mode de traitement du poisson le plus répandu en Côte d'Ivoire. Il consiste à imprégner le poisson de principes volatils de la fumée par combustion du bois afin de parvenir à une conservation prolongée du produit et permettrait d'éviter les pertes post captures de l'ordre de 20 à 50% en Afrique [1]; [14].

Les enquêtes menées au cours de cette étude ont montré que les poissons fumés du genre Maquereaux, Chinchards et les Thons étaient les plus retrouvés sur les marchés et les plus prisés par les consommateurs. Ces résultats pourraient se justifier par le fait que ces poissons fumés sont très nutritifs et contiennent des acides gras insaturés, des vitamines liposolubles, des minéraux essentiels ainsi que des protéines contenant des acides aminés essentiels utiles pour l'homme [25]. La période d'échantillonnage sur les marchés pourrait aussi être un facteur déterminant.

En outre, l'étude a montré que les combustibles les plus utilisés pour fumer le poisson étaient constitués de bois d'hévéa, de charbon de bois, d'écorce d'arbre, de déchets de coco ou de carton. Leur utilisation est principalement due à leur disponibilité dans l'environnement de fumage mais aussi à leur accessibilité. Les mêmes combustibles ont été mis en évidence par plusieurs auteurs en Côte d'Ivoire par [26], au Sud-Bénin par [27] et au Togo par [11]. Ces techniques de fumage traditionnelles exposent ainsi les fumeuses à la chaleur du feu, à la fumée et à des maladies.

Dans cette étude, des symptômes comme la toux, le rhume, les douleurs thoraciques, les maux d'yeux ou des céphalées ont été enregistrés. Les symptômes retrouvés chez les fumeuses de poissons des cinq communes étudiées confirment les résultats des travaux de [28]. Ces symptômes pourraient être dus à l'insalubrité des zones de fumage. Ces mêmes observations ont été faites par [29], par [30] au Burkina Faso et par [31] au Kenya lors de leurs études. En effet, ils ont mis en évidence l'insalubrité des lieux de transformation, colonisée par la présence de divers déchets solides et liquides créant un environnement propice aux mouches et aux autres animaux.

L'évaluation de la qualité microbiologique des poissons fumés nous a permis d'apprécier leur niveau de contamination et du niveau d'hygiène générale lors du fumage, de la vente et de la consommation. Le pourcentage de contamination par les GAM des poissons fumés est de 100% avec une moyenne de $6,61 \cdot 10^6$ UFC par gramme comme charge. Cette charge dans le poisson fumé serait due à la contamination des produits après le fumage suite aux diverses manipulations ou aux conditions d'hygiène. En effet, la plupart des transformateurs de poisson n'appliquent pas les règles élémentaires d'hygiène. Ce taux de contamination est par contre différent des résultats de [32] qui ont obtenu un pourcentage de 97,61% et une charge moyenne de $3,1 \cdot 10^7$ UFC par gramme de produit en travaillant sur 150 échantillons provenant du fumage traditionnel des poissons de la lagune d'Ebrié en Côte d'Ivoire.

Les coliformes thermotolérants sont présents dans le poisson fumé avec une charge moyenne de 31,9 UFC par gramme et un taux de contamination de 80%. Les coliformes thermotolérants sont des témoins de mauvaises conditions d'hygiène en l'occurrence l'hygiène du personnel. En effet, ils sont l'hôte du tube digestif de l'homme et des animaux. Leur présence est due à une contamination d'origine fécale. De plus, les sites de fumage n'ont pas de dispositif pour le lavage et la désinfection des mains. Par ailleurs, les coliformes thermotolérants ne supportant pas les températures supérieures à 100°C, leur présence importante pourrait être due à une post contamination. Laquelle est due soit aux manipulations excessives avant l'achat (91,3 %), soit au vecteur tel que les mouches ou aux vendeuses elle-même. Ces résultats sont différents de ceux de [32] qui ont trouvé une moyenne de $4,8 \cdot 10^4$ germes par gramme de produit pour un pourcentage de 27,3%.

Au niveau de la flore fongique, la contamination en moisissures est plus élevée que les levures. La contamination est de 60% pour les moisissures et de 24% pour des moyennes respectives de 30,8 UFC par gramme et de 5,4 UFC par gramme. La

contamination des poissons fumés pourrait s'expliquer par la grande capacité des levures et moisissures à se développer sur des substrats à faible activité en eau [33]. Ces résultats sont contraires à ceux de [34] qui a trouvé un pourcentage de contamination de 9,8%, de [26], 2,09% et de [32] qui ont trouvé une moyenne de $4,6.10^2$ de germes par gramme de produit pour un pourcentage de 0,15%. La flore fongique est responsable de 30% d'échantillons non-conformes. La présence de la flore fongique serait liée au problème d'entreposage.

En effet, les poissons fumés sont laissés sur les claies de fumage à l'air ambiant ou conservés dans des emballages pendant longtemps avant la vente. Cette pratique serait à l'origine des post contaminations du poisson fumé qui avec sa faible activité en eau serait favorable à la prolifération des champignons [35]. Ce sont des germes d'altération qui entraînent des pertes de qualité organoleptique.

Les Anaérobies sulfite-réducteurs (ASR) sont des bactéries du genre *Clostridium* caractérisées par une thermorésistance. Les poissons fumés ont été contaminés avec une charge moyenne de 12,4 UFC par gramme pour un pourcentage de contamination de 60%. Nos résultats sont différents de ceux de [26] qui ont obtenus 0,88%. Ils sont également contraires à ceux de [36] qui a trouvé sur le poisson braisé-séché une moyenne de 43,26 germes par gramme de produit. Les germes anaérobies sulfite-réducteurs sont responsables de 3,75% d'échantillons de qualité microbiologique non satisfaisante. Ces germes secrètent des entérotoxines responsables de toxi-infection graves ce qui impose leur absence dans les denrées destinées à l'alimentation humaine. L'inobservance des bonnes pratiques d'hygiène et l'insalubrité de l'environnement des sites de fumage seraient à l'origine de la contamination microbienne post fumage. Les claies de fumage sont déposées quelques fois à même le sol. Le caractère thermorésistant des ASR expliqueraient la présence de ceux-ci dans le poisson fumé. Les poissons fumés sont conditionnés dans des bassines ou paniers tapissés au préalable de papier ou de carton de récupération ayant déjà servi à emballer le poisson. Ceci pourrait également constituer une source de contamination des poissons fumés.

Les résultats d'analyse des échantillons de poissons fumés n'ont pas révélé la présence de *Salmonella* dans les poissons fumés analysés. Ceci pourrait s'expliquer par la température élevée du fumage. Nos résultats sont par contre différents de ceux de [34] avec 0,5% et [26] de 0,16% trouvés dans le poisson fumé. Ces résultats sont identiques à ceux de [33] qui n'ont pas trouvé de *Salmonella* dans le poisson fumé. L'absence des *Salmonella* pourrait s'expliquer par une faible activité de l'eau du poisson fumé consécutive à la déshydratation. Aussi, diverses techniques traditionnelles telles que le salage, le séchage ou le fumage sont utilisées pour conserver le poisson et améliorer sa disponibilité [37] mais les pratiques de manutention du poisson et les techniques de transformation utilisées sont majoritairement rudimentaires et la qualité du poisson transformé est irrégulière et non contrôlée. Toutes ces contaminations peuvent être maîtrisées par la mise en œuvre d'un certain nombre d'actions.

V. CONCLUSION

Le poisson constitue une source importante de protéines animales pour les consommateurs. Selon les enquêtes effectuées sur les cinq marchés ciblés, les poissons fumés comme le Maquereau, Chinchard, Thon, Carpes et Magnes sont les plus prisés et les consommés. L'enquête réalisée sur les sites de fumaison, de vente a révélé une méconnaissance et l'inobservance des bonnes pratiques d'hygiène lors du fumage, de la vente ou lors de l'achat pour la consommation. Les poissons fumés sont prisés par la population pour diverses raisons comme son goût, son cout, son odeur, sa facilité de conservation et par son accessibilité. Bien que très prisé par la population, l'évaluation de la qualité microbiologique des poissons fumés a révélé globalement que ces poissons issus des marchés des cinq communes ont une qualité microbiologique non satisfaisante. Les germes responsables de cette qualité microbiologique non satisfaisante étaient la flore mésophile aérobie totale, et les bactéries anaérobies sulfite- réductrices. Aucune souche de *Salmonella* n'a été isolée dans nos échantillons.

VI. RECOMMANDATION

Aux consommateurs de poissons fumés

Les personnes dont le système immunitaire est à risque devraient s'abstenir de consommer ce type de préparation alimentaire

Aux autorités compétentes :

Mettre en place un programme d'assainissement des sites de fumage ;

Approvisionner les sites de fumage en eau potable ;

Sensibiliser et former les transformatrices en bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et de fumage.

Aux professionnels :

Construire des ateliers de fumage conformes aux normes;

Protéger les sites de fumage contre les nuisibles et les animaux errants;

Aux chercheurs :

Poursuivre la recherche sur la qualité microbiologique et chimique du poisson fumé et sur les meilleurs moyens de sa conservation.

RÉFÉRENCES

- [1] FAO, 2016. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. Rome. 224 p.
- [2] FAO, 2009. Document technique sur les pêches et l'aquaculture. (535), p.65.
- [3] Anoh K.P., 2007. Pêche, Aquaculture et Développement en Côte D'Ivoire. Thèse de doctorat unique, Université de Nantes, Institut de géographie et d'Aménagement Régional, Nantes, 334 p.
- [4] Djessouho D.O.C. 2015. Analyse socio-économique du fumage du poisson de la pêche artisanale maritime sur le littoral du Bénin. Mémoire de fin d'étude en Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage, Agro Campus Ouest (Renne), 56 page
- [5] Anihouvi V.B., Hounhouigan J.D. and G.S. Ayernor. 2005. La production et la commercialisation du Lanhouin, un condiment à base de poisson fermenté du Golfe du Bénin. Cahiers Agricultures, 14(3) : 23-330.
- [6] Yacouba I. 2009. Analyse des techniques traditionnelles de transformation de la viande en Kilichi dans la commune urbaine de Madaoua (Rép. du Niger). Mémoire d'ingénieur, Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA), 200p.
- [7] Issa Y., Mopate L.Y., and Missouhou, A., 2012. Commercialisation et consommation de la volaille traditionnelle en Afrique subsaharienne. International Journal of Plant Sciences. 14: 1985-1995.
- [8] Anses, 2010. Consommation des poissons, mollusques et crustacés : Aspects nutritionnels artisanalement au Togo. Mémoire de Master: Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 30 p.
- [9] Yusuf K.A., Ezechukwu L.N., Faykoya K.A., Akintola S.L., Agboola J.I., and Omoleye T.O., 2015. Influence of fish smoking methods on polycyclic aromatic hydrocarbons content and possible risks to human health. *African Journal of Food Science* 9(3):126-35.
- [10] Igwegbe A.O., Negbenebor C.A., Chibuzo E.C., Badau M.H., and Agbara G.I., 2015. Effect of season and fish smoking on heavy metal contents of selected fish species from three locations in Borno State of Nigeria. *Asian Journal of Science and Technology*; 6(2):110-1019.
- [11] Abotchi, K., 2010. Évaluation de la qualité microbiologique des poissons fumés artisanalement au Togo. Mémoire de Master en qualité des aliments de l'homme, École Inter- Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar, 42p.
- [12] OMS, 2003. Salubrité des Aliments et Santé : Analyse de la situation et perspectives, p. 19.
- [13] AFSSA, 2009. Évaluation des risques liés à la présence de mycotoxines dans les chaînes alimentaires humaine et animale. Rapport final de Mars 2009, p. 308.
- [14] Assogba M.H.M., Salifou A.F.C., Ahounou G.S., Silemehou S. A. J., Dahouda M., Chikou A., Farougou S., Kpodékon M., Issaka, and Karim A.Y., 2018. Effet de la Fumaison sur les Qualités Technologiques et Sensorielles de *Scomber Scombrus* (Maquereau Commun) et de *Trachurus Trachurus* (Chinchard) à Wlacadji dans le Sud du Bénin. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, Vol. 9 No. 1, pp. 34-45.

- [15] NF V08-051-Décembre 1992, Méthode de recherche et de dénombrement de la flore mésophile aérobie totale Paris: AFNOR, Décembre 1992, 5p.
- [16] NF V 08-060 Mars 1996. Dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44°C. Mars 1996.
- [17] NF V08-061. Décembre 2009. Microbiologie des aliments. Dénombrement en anaérobiose des bactéries sulfite-réductrices par comptage des colonies à 46 °C.
- [18] NF ISO 16649-2. Juillet 2001. Microbiologie des aliments. Méthode horizontale pour le dénombrement des *Escherichia coli* β -glucuronidase positive. Partie 2 : Technique de comptage des colonies à 44 °C au moyen de 5bromo-4-chloro-3-indolyl- β -D-glucuronate.
- [19] ISO 6888-1 (V 08-014). Octobre 1999. Microbiologie des Aliments. Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive. (*Staphylococcus aureus* et autres espèces). Partie 1 : Technique utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker.
- [20] NF EN ISO 16266. Août 2008. Qualité de l'eau. Détection et dénombrement de *Pseudomonas aeruginosa*. Méthode par filtration sur membrane.
- [21] NF ISO 7954. Août 1988. Microbiologie. Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures. Technique par le comptage des colonies à 25°C.
- [22] NF EN ISO 6579/A1 (octobre 2007). Microbiologie des aliments Méthode horizontale pour la recherche des *Salmonella* spp. Amendement 1 : Annexe D : Recherche des *Salmonella* spp. dans les matières fécales des animaux et dans des échantillons environnementaux au stade de la production primaire.
- [23] ISO 7218/2007 : Norme relative à la microbiologie des aliments - Exigences générales et recommandations
- [24] El Ayoubi H. and Failler P., 2013. Rapport n°5 de la revue de l'industrie des pêches et de l'aquaculture dans la zone de la COMHAFAT. DOI: 10.13140/RG.2.1.2410.7689, 144 pages.
- [25] Ozogul Y. and Balikci E. 2013. Effect of Various Processing Methods on Quality of Mackerel (*Scomber scombrus*). *Food Bioprocess Technology* 6:1091–1098
- [26] Gouen B.B., 2006. Contribution à l'évolution de la qualité microbiologique du poisson fumé en Côte d'Ivoire et destiné à l'exportation. Thèse de Médecine Vétérinaire : Dakar, 13.
- [27] Hogbonouto E.B., 2016. Caractérisation des techniques de fumage des poissons au Sud du Bénin. Rapport de fin de formation pour l'obtention du diplôme de licence professionnelle en Production et Santé Animales, à l'Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi, 45 pages.
- [28] Desai M.A., Mehta S., and Smith K. R., 2004. Indoor smoke from solid fuels: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. World Health Organization (WHO), Environmental Burden of Disease Series, No. 4, Geneva, 82 p.
- [29] Tidjani A., 2013. Démarche Assurance Qualité dans le Plan de Maîtrise des Diagrammes de Production des Viandes Séchées « Kilichi » Commercialisées au Tchad. *Microbiol. Hyg. Alim* N° 72- Vol 25.
- [30] Abdel Rahim A., 2011. Évaluation de la qualité microbiologique des poissons braisés et de leurs assaisonnements vendus dans les rues de la ville d'Ouagadougou. Mémoire de DEA, Université d'Ouagadougou, Ouagadougou, 60p.
- [31] Muinde K. and Kuria E., 2005. Hygienic and sanitary practices of vendors of street foods in Nairobi, Kenya. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 5(1):1–14
- [32] Oulaï S.F., Koffi R.A., Koussemon M., Djè M., Kakou C., et Kamenan A., 2007. Évaluation de la qualité microbiologique des poissons *Etmalosa fimbriata* et *Sardinella aurita* fumés traditionnellement. *Microbiologie et Hygiène Alimentaire*, 19(55) :37-42.

- [33] Bourgeois C.M. et Leveau J.Y., 1991. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Vol 3 : le contrôle microbiologique.- 2ème éd. Paris : Lavoisier. Tech. Doc.-454p.
- [34] Djinou H.P.A.B., 2001. Étude de la qualité microbiologique du poisson fumé artisanalement en Côte d'Ivoire et destiné à l'exportation. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 23
- [35] Jeantel R., Croguennec T., Schuck P., et Brule G, 2006. Altération des aliments. In : Science des aliments. Stabilisation biologique et physico – chimique.- Paris : Lavoisier 392p.
- [36] Thiam A., 1993. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et chimique du poisson braisé-séché (Ketiakh) commercialisé sur le marché dakarois. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 15
- [37] CIMA-internationale et SOGEC., 2002. Étude du sous-secteur de la pêche et de la pisciculture au Tchad. Bilan diagnostic, DPA, N'Djaména, 600p.