



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Analyse des pratiques de production et qualité des poissons fumés commercialisés au sud-Bénin

Brito Thibautéon Arron Sonangnon

Direction de la pêche et des Produits Halieutiques, Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche,

Aboudou Kowiou

Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire (URGEA),
Laboratoire d'Étude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA),
Département de Génie de Technologie Alimentaire, École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Cotonou, Bénin.

Programme Technologies Agricole et Alimentaire de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin Porto-Novo, Benin ;

Alidou Chérif

Goudjinou Codjo

Soumanou M. Mohamed

¹Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire (URGEA),
Laboratoire d'Étude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA),
Département de Génie de Technologie Alimentaire, École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 2009 Cotonou, Bénin

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n17p154](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n17p154)

Submitted: 24 November 2021

Accepted: 09 February 2022

Published: 31 May 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Emmanuel Corres González J., & Juárez-Lira A.,(2022). *Etude Floristique Et Structurale D'une Forêt Mixte À l'Ile M'bamou, République Du Congo* European Scientific Journal, ESJ, 18 (17), 1.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n17p154>

Resume

Cette étude vise à analyser les pratiques de production et évaluer la qualité des poissons fumés commercialisés au Sud-Bénin. A cet effet, une enquête a été réalisée auprès de trente (30) transformatrices spécialisées dans le fumage du poisson. Les données relatives aux espèces de poissons fumés, aux

procédés et équipements de fumage puis aux contraintes des transformatrices de poisson ont été collectées sur cinq (05) sites de fumage préalablement identifiés (Calavi Kpota, Xwlacodji, Bohicon, Dangbo et Comé) à raison de six (06) transformatrices par site. Les qualités physicochimiques et microbiologiques de 60 échantillons constitués de quatre (04) espèces de poissons (Clarias, Tilapias, Maquereaux et Chinchards) les plus fumées et collectées de façon aléatoire ont été évaluées suivant des méthodes standards. Les résultats obtenus ont montré que les Clarias et Tilapias puis les Maquereaux et Chinchards sont respectivement les deux espèces de poissons locaux et importés les plus fumées dans la zone d'étude selon 65% des productrices. L'étude a permis de répertorier quatre technologies de fumage de poisson au Sud du Bénin : la technologie artisanale TA1 la plus pratiquée (100 % des transformatrices) suivie de la technologie TA2 (3,33%) puis les technologies semi-améliorées TSA1 (16,66%) et TSA2 (6,66%). Les technologies artisanales TA1 et TA2 sont essentiellement basées sur l'utilisation des foyers en tonneau métallique (100 %), en terre cuite et barrique (76,66%) et des foyers Nansou (3,33 %) tandis que les semi-améliorées TSA1 et TSA2 utilisent respectivement les fours FTT-Thiaroye et QualiSani avec du charbon comme combustible. L'analyse de la qualité physicochimique a révélé une variabilité entre les pH (6,24 à 7,4), les teneurs en eau (24,2 à 54,34 %), en protéines (38,64 à 53,68 %) et en lipides (2,38 à 16,63 %) des poissons fumés. Les indices de peroxyde des différentes huiles (11,63 à 23,85 meq O₂/kg) indiquent un début d'altération dans les poissons fumés collectés. Les résultats microbiologiques ont montré la présence, des Germes Aérobie Mésophile Totales (GAMT) (2,2 à 7,2 10⁵ UFC/g), des Coliformes totaux (1,5 à 4,2 10³ UFC/g), des Coliformes fécaux (<1 à 8,210¹ UFC/g) et des Escherichia coli (2,8 à 8,2 UFC/g) pour la majorité des échantillons et présentent des valeurs non conformes à la norme exceptés les salmonelles qui sont absents. La nécessité d'améliorer les différentes pratiques s'avère donc nécessaire en vue d'obtenir les produits finis de qualité.

Mots clés: Pratiques de fumage, qualité, *Trachurus trachurus*, *Scromber scombrus*, *Oreochromis aureus*, *Clarias ariepinus*

Analysis of production practices and quality of smoked fish marketed in southern Benin

Brito Thibautéon Arron Sonangnon

Direction de la pêche et des Produits Halieutiques, Ministère de
l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche,

Aboudou Kowiou

Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire (URGEA),
Laboratoire d'Étude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA),
Département de Génie de Technologie Alimentaire, École Polytechnique
d'Abomey-Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Cotonou,
Bénin.

Programme Technologies Agricole et Alimentaire de l'Institut National des
Recherches Agricoles du Bénin Porto-Novo, Benin ;

Alidou Chérif

Goudjinou Codjo

Soumanou M. Mohamed

¹Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire (URGEA),
Laboratoire d'Étude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA),
Département de Génie de Technologie Alimentaire, École Polytechnique
d'Abomey-Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP
2009 Cotonou, Bénin

Abstract

This study aims to analyze production practices and assess the quality of smoked fish marketed in southern Benin. To this end, a survey was conducted among thirty (30) processors specializing in the smoking of fish. Data relating to the species of smoked fish, the smoking processes and equipment and then the constraints of the fish processors were collected on five (05) previously identified smoking sites (Calavi Kpota, Xwlacodji, Bohicon, Dangbo and Comé) at a rate of six (06) transformers per site. The physicochemical and microbiological qualities of 60 samples made up of four (04) species of fish (Clarias, Tilapias, Mackerel and Horse mackerel) the most smoked and collected at random were evaluated using standard methods. The results obtained showed that Clarias and Tilapias then Mackerel and Horse mackerel are respectively the two most smoked local and imported fish species in the study area according to 65% of the producers. The study made it possible to identify four fish smoking technologies in southern Benin: the most widely practiced artisanal TA1 technology (100% of women processors) followed by

TA2 technology (3.33%) then the semi-improved TSA1 technologies (16.66%) and TSA2 (6.66%). The TA1 and TA2 artisanal technologies are essentially based on the use of metal barrel stoves (100%), terracotta and barrel (76.66%) and Nansou stoves (3.33%) while the semi-improved TSA1 and TSA2 respectively use the FTT-Thiaroye and QualiSani ovens with coal as fuel. The analysis of the physicochemical quality revealed a variability between the pH (6.24 to 7.4), the water content (24.2 to 54.34%), protein (38.64 to 53.68%) and lipids (2.38 to 16.63%) of smoked fish. The peroxide indices of the different oils (11.63 to 23.85 meq O₂/kg) indicate the onset of spoilage in smoked fish. The microbiological results showed the presence of Total Mesophilic Aerobic Germs (GAMT) (2.2 to 7.2 10⁵ CFU/g), Total Coliforms (1.5 to 4.2 10³ CFU/g), Faecal Coliforms (<1 to 8.210¹ CFU/g) and Escherichia coli (2.8 to 8.2 CFU/g) for the majority of the samples and show values that do not comply with the standard except salmonella which are absent. The need to improve the various practices is therefore necessary in order to obtain quality finished products.

Keywords: Smoking practices, quality, *Trachurus trachurus*, *Scromber scrombrus*, *Oreochromis aureus*, *Clarias ariepinus*

Introduction

Le rythme croissant de la démographie augmente la demande d'aliments et nécessite une production supplémentaire de vivres (Guy et Mongbo, 2020). Pour satisfaire à ces besoins alimentaires, les populations font recours aux ressources naturelles disponibles qui sont essentiellement constituées des produits agricoles, d'élevage et de la pêche (FAO, 2016 ; MAEP, 2017). Parmi celles-ci, les produits halieutiques en l'occurrence le poisson, constituent des sources vitales et d'emplois pour des millions de personnes, dont beaucoup parviennent difficilement à en tirer des moyens d'existence décentes (FIDA, 2019 ; Latifou et al., 2020). En effet, le poisson joue un rôle important dans les pays à faible revenu car il renferme la plupart des vitamines et oligoéléments nécessaires pour combler certaines carences plus graves et plus répandues (Abdoullahhil et al., 2018). En dépit de ses potentialités nutritionnelles, d'énormes pertes post captures sont enregistrées dans la filière pêche car le poisson est une denrée hautement périssable à cause de ses teneurs en protéines et en eau très élevées. ces pertes sont estimées à 50 % et à 20 % respectivement pour l'Afrique et le Bénin (FAO, 2016). Ce qui entraîne généralement un manque à gagner et une diminution de la quantité de poissons disponibles pour l'alimentation. La transformation du poisson devient donc impérieuse afin de réduire ces pertes post captures et d'assurer

la sécurité alimentaire des populations. Cependant, les techniques traditionnelles de transformation et de conservation utilisées ces dernières années sont essentiellement le fumage, le salage, la fermentation, le séchage, la friture, la réfrigération et la congélation (Anihouvi et al., 2006 ; Depo et al., 2019). Le fumage qui consiste à exposer le produit à la fumée provenant de bois ou d'autres combustibles se démarque des autres procédés de transformation en raison de sa pratique facile, de son coût relativement abordable et de la consommation directe du produit fini. Au Bénin, le fumage du poisson se fait essentiellement de façon artisanale avec une diversité d'opérations unitaires et de l'utilisation de combustibles puis des fumoirs de tout genre. Ces différentes pratiques ne garantissent pas toujours la qualité du poisson fumé et pourraient avoir des effets néfastes aussi bien sur la santé des transformatrices et des consommateurs que sur l'environnement (Djessouho, 2015).

Face à ce constat, plusieurs travaux d'amélioration des différents fumoirs existants et de mise au point de nouveaux prototypes (fours FTT - Thiaroye, fours Chorckor, fours QualiSani etc.) ont été réalisés en vue de réduire la quantité de fumée, la pénibilité du travail, la quantité de combustibles utilisés, la durée de fumage et de garantir la qualité organoleptique des produits finis (Rivier et al., 2009 ; Ekomy et al., 2013 ; Chabi et al, 2014 ; Ndiaye et al., 2014). Malgré, tous ces efforts de recherche, les transformatrices manifestent toujours leur réticence à adopter ces nouveaux équipements et continuent d'utiliser leurs anciennes pratiques. Il est alors nécessaire de faire le diagnostic des différents procédés et équipements de fumage en vue d'améliorer les technologies de production des poissons fumés. C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude qui vise à analyser les pratiques de fumage des poissons locaux et importés commercialisés au sud-Bénin et évaluer les qualités microbiologique et physico-chimique des produits finis.

Matériel et méthodes

Zone d'étude et échantillonnage

L'enquête a été réalisée entre le 03 Mai et le 16 Juin 2016 dans cinq (05) communes du Sud du Bénin, reconnues comme zones de forte production de poissons fumés. Il s'agit de la commune d'Abomey-Calavi, de Bohicon, de Comé, de Cotonou et de Dangbo (Figure1). Les informations ont été collectées auprès de 30 transformatrices de poissons sur cinq (05) sites de fumage préalablement identifiés (Calavi Kpota, Xwlacodji, Bohicon, Dangbo et Comé) suivant la méthode dite « boule de neige » sur la base d'un questionnaire semi ouvert. Les informations relatives aux caractéristiques

sociodémographiques, aux espèces de poissons transformés, aux procédés et équipements de fumage puis aux difficultés des transformatrices de poisson ont été recueillies. Quatre (04) espèces de poissons reconnues comme les plus consommées : Clarias (*Clarias ariepinus*), Tilapias (*Oreochromis aureus*), Maquereaux (*Scromber scrombrus*), et Chinchards (*Trachurus trachurus*) ont été prélevées auprès des transformatrices sur les différents sites de fumage dans les sachets alimentaires et stockées au laboratoire à -5°C .

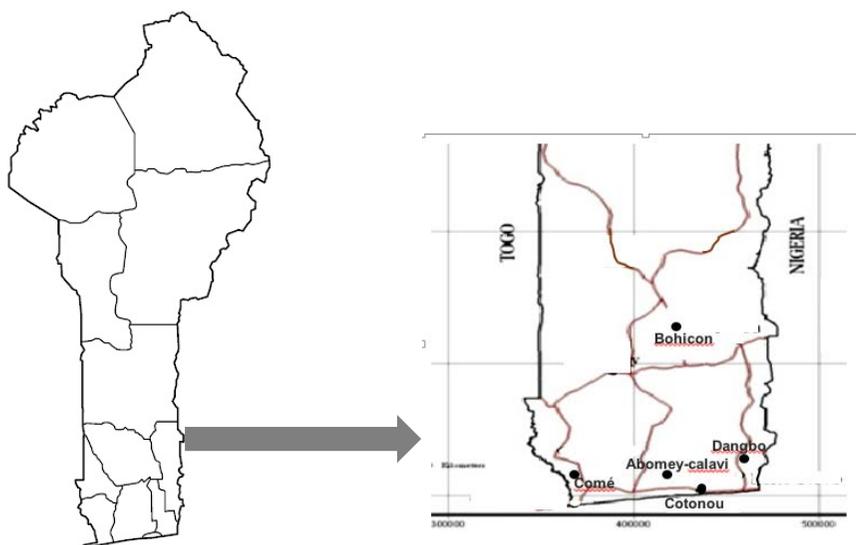


Figure1 : Zones d'étude

Détermination de la qualité physicochimique et microbiologique des espèces de poissons fumés

Les teneurs en eau et en cendres des échantillons de poissons fumés ont été déterminées selon la méthode AOAC (1995). La teneur en protéines est déterminée suivant la norme française NF V 18-100 en utilisant la méthode de Kjeldahl. Le pH des échantillons a été mesuré grâce à l'appareil Inolab pH 730 (WTW D-82362 Weillheim, Allemagne) calibré avec des standards pH 4,01 (STP4, WTW, Allemagne) et pH 7,00 (STP7, WTW, Allemagne). Les analyses microbiologiques ont porté sur le dénombrement des Germes Aérobie Mésophile Totaux (GAMT), des Coliformes totaux et fécaux, des *Escherichia coli* et des Salmonella suivant les méthodes standards. Les germes aérobies mésophiles totales et les salmonelles ont été déterminés respectivement par la norme NF V08-051 et NF V 08 – 052. Cette évaluation a été réalisée en utilisant comme supports, les techniques standards d'analyse rapportées par Joffin et Joffin (2003). L'interprétation des résultats a été faite

suivant le plan à deux classes de Adjou et al. (2013). Le dénombrement des coliformes totaux et fécaux a été effectué selon la méthode NPP décrite par la norme NF ISO 4831 et celle effectuée par comptage des colonies obtenues à 44°C selon la méthode spécifiée par la norme NF V 08-060.

Traitement des données et analyses statistiques

Après encodage, les fiches d'enquête ont été dépouillées et les données ont été enregistrées dans une base Excel. Ces données ont été analysées par la statistique descriptive (fréquences, moyennes, écart-types). L'analyse de variance (ANOVA) a été réalisée avec le logiciel SPSS version 21. Les données d'analyses microbiologiques et physico-chimiques ont été soumises au Test de Student- Newman-keuls avec un niveau de signification de 5%.

Résultats et Discussion

Caractéristiques sociodémographiques des productrices

La connaissance des caractéristiques socio-démographiques des enquêtées revêt un caractère important dans le diagnostic des techniques de production ou de transformation. La figure 2 présente les caractéristiques sociodémographiques des productrices de poissons fumés commercialisés au Sud du Bénin. L'étude a révélé que le fumage du poisson est une activité essentiellement féminine (100 %) dont 50 % des transformatrices ont un âge compris entre 31 et 40 ans suivies de 16,66 % qui ont un âge compris entre 41 et 50 ans. Cette activité pratiquée essentiellement par les femmes pourrait être expliquée par le fait que les hommes n'aiment pas s'adonner à cette activité. Les productrices ayant moins de 20 ans (6,66 %) et plus de 60 ans (3,33 %) sont minoritairement représentées. Les résultats ont montré que ces femmes sont regroupées sous le statut marié (60 %) et célibataire (16,66 %). Plus de la moitié des transformatrices (52 %) n'ont aucun niveau d'instruction. Concernant la religion, près de la moitié des transformatrices enquêtées (46,66 %) pratique la religion catholique, 26,66 % adoptent les religions traditionnelles, 13,33 % sont des protestantes méthodistes contre 10 % des enquêtées qui pratiquent autres religions. La religion islamique est minoritaire pratiquée (3,33 %). Les productrices interwivés sont constituées des ethnies Xwéla et Xwla et sont les plus représentées (26,66 et 33,33 % respectivement). L'étude a montré que 90 % des transformatrices ont pour activité principale la transformation et la commercialisation de poissons. Soixante neuf virgule soixante 69,60 % des productrices étaient des fumeuses de poissons depuis 10 à 25 ans tandis que 24,50 % exercent l'activité de production depuis plus de 25ans. La majorité des enquêtées (63,33 %) et surtout celles des ethnies xwéla et Xlwa témoignent que le fumage du poisson est une activité héritée de leurs parents. Les résultats de l'enquête ont permis d'identifier six principaux

acteurs économiques dans la filière : les pêcheurs, les transformatrices, les employés, les mareyeurs, les commerçants de gros, les commerçants de détail et les consommateurs.

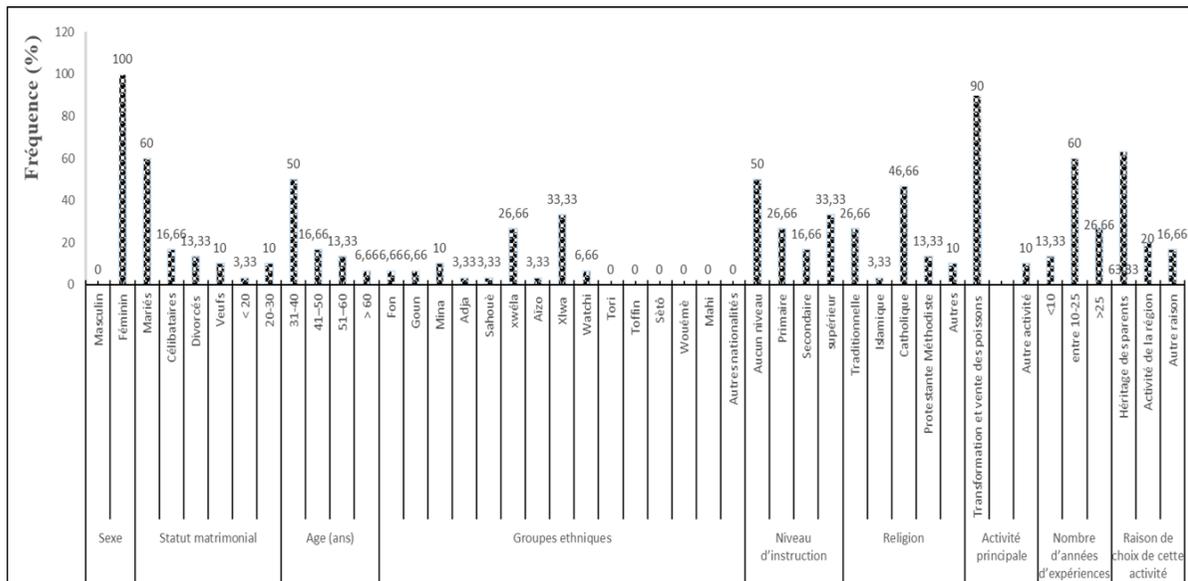


Figure 2 : Caractéristiques socio-démographiques des transformatrices enquêtées (n= 30)

Tableau 1: Espèces de poissons fumés et leur fréquence d'identification par site de fumage

Espèces de poissons	Noms communs	Noms scientifiques	Fréquentation (%) par site de fumage					Moy
			Xwladodji	Comé	Calavi Kpota	Dangbo	Bohicon	
Eau marine	Bonite	<i>Sarda sarda</i>	8,4	7,1	7, 22	8,11	7,13	7,68
	Chinchard	<i>Trachurus trachurus</i>	18,1	23,83	20,12	22,15	21,2	21,08
	Dorade	<i>Pagellus bogaraveo</i>	8, 31	7,65	8,89	6,081	7,02	7,41
	Mademoiselle	<i>Apsilus fuscus</i>	8,01	7,15	7,58	8,12	7,12	8,04
	Heck	<i>Merluccius australis</i>	6,1	5,5	3,36	7,04	5,54	5,5
	Maquereau	<i>Scromber scrombrus</i>	28,43	20,21	19,16	21,57	22,1	22,29
	Machoirons	<i>Arius heudelotii</i>	2,9	1,21	2,8	2,3	2,04	2,33
	Avion	<i>Cheilopogon melanurus</i>	3,61	1,78	1,94	2,01	1,01	2,07
	Requin	<i>Rhizoprionodon acutus</i>	5,22	1,11	2,65	00	00	1,24
	Capitaine	<i>Galeoides decadactylus</i>	3,41	1,23	2,76	2,07	2,09	2,33
	Spractus	<i>Spractus spractus</i>	1,35	1,7	2,12	2,1	2,1	2,36
	Auxide	<i>Auxis thazard</i>	1,12	00	0,98	2,1	00	0,84
	Brama	<i>Brama brama</i>	10,61	6,43	8,1	6,88	5,88	7,58
	Emissolle lisse	<i>Mustelus mustelus</i>	2,64	00	6,43	00	00	1,17
	Poisson guitare à lunaire	<i>Rhinobatos albomaculatus norma</i>	2,47	1,02	6,75	00	00	2,03
Pastenague marguerite	<i>Dasyatis margarita</i>	2,89	00	8,47	00	2,53	2,77	
Raie papillon	<i>Gymnura altavela</i>	5,81	2,45	00	3,41	00	2,33	
Poule de mer	<i>Cephalacanthus volitans</i>	3,68	00	1,12	2,89	00	1,53	
Eaux douce et saumâtre	Poisson ceinture	<i>Trichiurus lepturus</i>	9,09	8,98	8,08	6,44	5,23	7,56
	Poisson volant	<i>Exocoetus volitans</i>	7,33	5,72	5,27	4,97	4,35	5,52
	Sardinelle	<i>Sardinella aurita</i>	17,01	14,11	16,23	13,57	14,42	15
	Carpe noire	<i>Mylopharyngodon piceus</i>	5,32	4,26	6,56	5,46	6,47	5,61
	Clarias	<i>Clarias ariepinus</i>	35,01	28,05	32,04	28,13	28,63	30,37
	Tilapia	<i>Oreochromis aureus</i>	25,00	27,03	26,02	24,01	23,00	25,01
	Aiguillette sénégalaise	<i>Strongylura senegalensis</i>	1,44	00	5,44	00	2,76	4,14
	Poisson serpent	<i>Dalophis cephalopeltis</i>	00	00	4,44	2,43	1,34	3,95
	Breton africain	<i>Monodactylus sebae</i>	1,21	00	3,21	00	00	1,42
	Thazard blanc	<i>Scomberomorus tritor</i>	1,54	1,54	7,44	5,43	3,84	1,42

Pratiques de fumage des poissons locaux et importés commercialisés au Sud-Bénin

L'analyse des pratiques de transformation a révélé que le fumage de poisson se fait suivant quatre (04) technologies qui se distinguent par les prétraitements, les fumoirs et selon le type de poisson (Figure 1, 2 et 3). La technologie artisanale TA1 (100%) est la plus pratiquée suivie de la technologie TA2 (3,33%), de la technologie TSA1 (16,66%) et de la technologie TSA2 (6,66%).

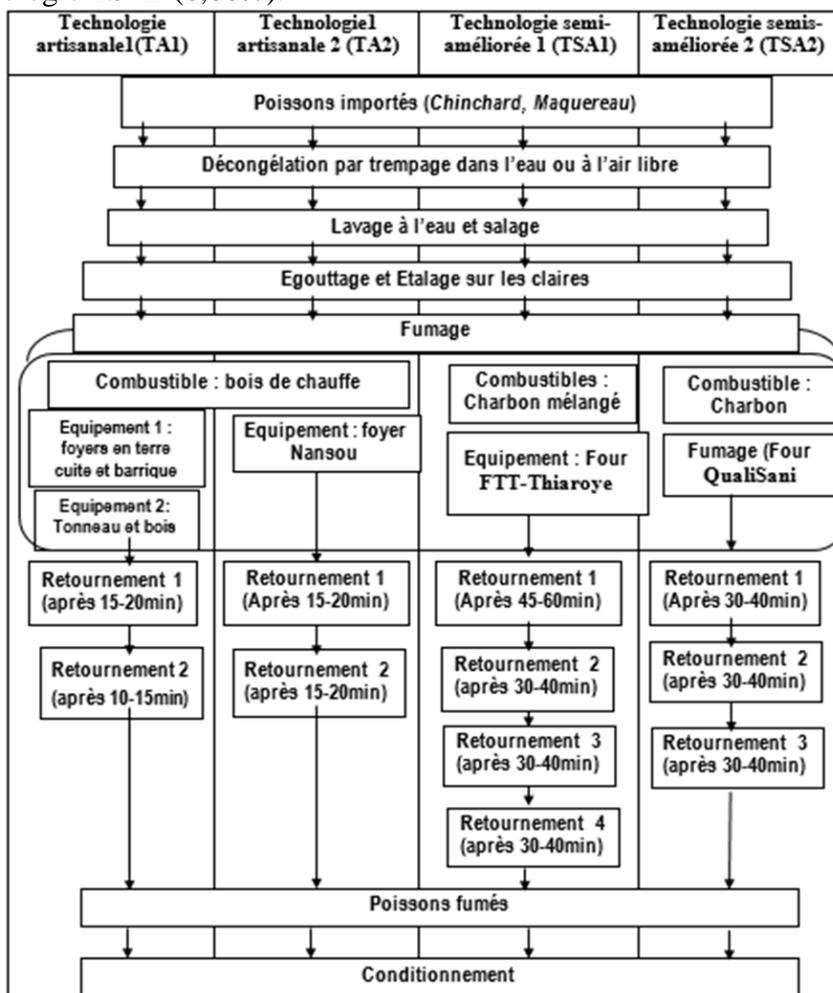


Figure 1 : Récapitulatif des procédés de fumage de poissons importés (Chinchard, Maquereau)

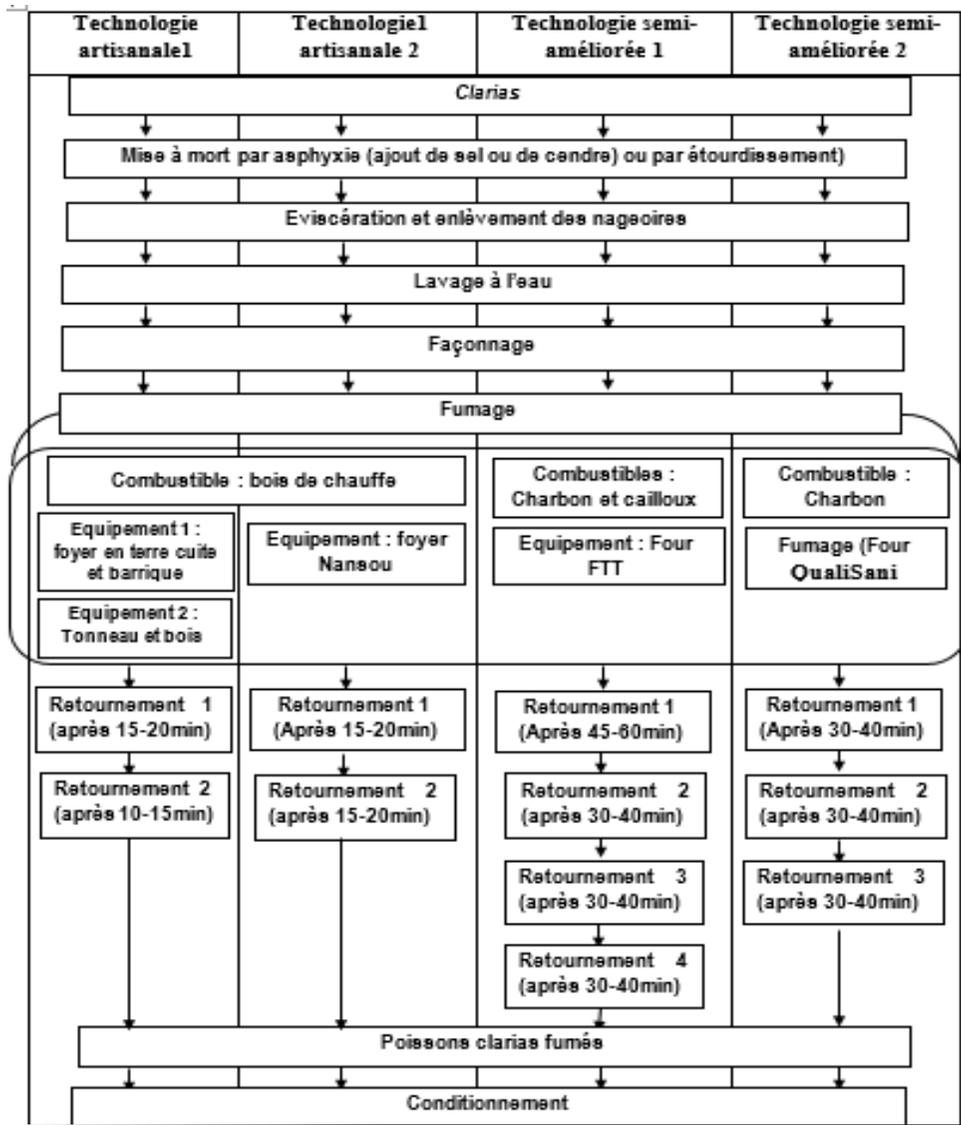


Figure 2 : Récapitulatif des procédés de fumage du clarias

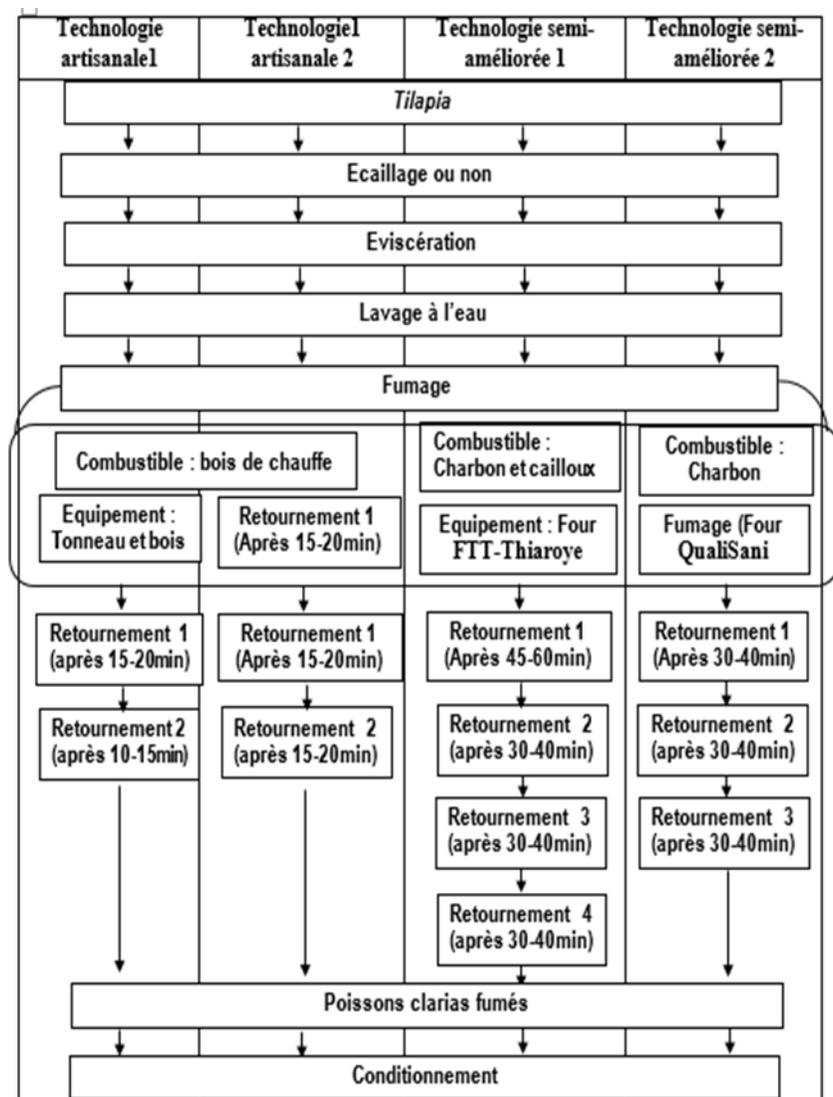


Figure 3 : Récapitulatif des procédés de fumage du *Tilapia*

Prétraitements des poissons importés et locaux

L'étude a montré une variabilité entre les variantes de prétraitements des poissons avant le fumage. En effet, les transmatrices enquêtées ont révélé que les poissons frais importés (*Chinchard*, *Maquereau*) approvisionnés dans les poissonneries ou les chambres froides subissent une décongélation par trempage dans l'eau (85, 25 %) ou à l'air libre (24,5 %). Aussi, d'après 100% des enquêtés, ils sont lavés, égouttés puis étalés sur les claies avant d'être fumés (figure 1). Ces prétraitements diffèrent de ceux des

poissons locaux puisque 92,35 % des transformatrices ont rapporté qu'à l'exception des deux opérations communes du lavage et de l'égouttage, le clarias est mise à mort par asphyxie (ajout du sel (17,45 %), de cendre (56 %)) et par étourdissement en assénant un coup sur sa tête (26,55 %) (Figure 2). Quant à l'espèce du Tilapia, il est écaillé et éviscéré ou non avant le fumage proprement dit (Figure 3). Les différentes variantes de prétraitements des poissons importés sont pratiquées majoritairement par les transformatrices de Calavi Kpota (80 %), de Xwlacodji (95%), de Bohicon (84,25 %), de Dangbo (75,32 %) et de Comé (90 %). Seules les transformatrices des sites de Dangbo (66,52 %), de Bohicon et de Comé (60 %) adoptent les variantes de prétraitement de Tilapia. On note que les variantes des prétraitements du poisson importé sont pratiquées par les transformatrices des sites de Calavi Kpota (85%), Xwlacodji (80%), Dangbo (87,21 %) et de Comé (60 %). Par ailleurs, les variantes de prétraitements des quatre (04) technologies (TA1, TA2, TSA1 et TSA2) ne varient pas quelles que soient les pratiques de fumage des poissons locaux et importés.

Fumage proprement dit des poissons

Le procédé de fumage pratiqué au Sud du Bénin consiste à soumettre les poissons à l'action de la fumée et est subdivisé en fonction des types de fumeurs et de combustibles utilisés. Pour les technologies artisanales (TA1 et TA2), le fumage se fait respectivement sur des foyers en tonneau métallique (100 %), en terres cuites et barrique (76,66%) d'une part, et d'autre part sur les foyers Nansou (3,33 %) utilisant comme combustibles les bois de chauffe et autres. L'analyse des résultats a montré que les foyers en tonneau sont majoritairement utilisés par 90 % des transformatrices des sites de Calavi Kpota (100%), de Xwlacodji (90%), Bohicon (95 %), Dangbo (95%) et de Comé (85 %). En effet, le dispositif de fumage en tonneau métallique est un foyer fait d'un tonneau en fer dépourvu des deux bases de manière à disposer les grillages sur la partie supérieure et les combustibles en bas (figure 5). Quant aux foyers en terre cuite et en terre barrique, ils sont fabriqués respectivement avec les matériaux de maçonnerie (briques en terre stabilisées, sable et ciment) et la terre de barre. Pour ces dispositifs artisanaux, les transformatrices utilisent majoritairement comme combustibles ; les coques de noix de palme, les coques de coco, les cartons usagés ayant servi d'emballages industriels, les rafs de maïs, Les rafs de coco, les bois de teck, les bois d'acacia, etc. Selon 100% des transformatrices, ces dispositifs permettent un fumage très rapide des poissons. Cependant, les 75,30 % estiment que les poissons fumés au moyen de ces dispositifs ne sont pas aussi attractifs du point de vue couleur de la peau et odeur du poisson. De plus, ils

émettent beaucoup de fumées qui polluent l'environnement immédiat des transformatrices, ce qui pourrait non seulement les intoxiquer mais aussi contribuer à l'augmentation de l'effet de serre. Concernant les fours Nansou ou foyers métalliques (Figure 6), sa partie inférieure moins large est doublée de barre de terre mélangée au ciment afin de réduire la dissipation d'énergie. L'une des limites majeures de ce fumoir est la mauvaise répartition de la chaleur qui se trouve plus intense dans la partie centrale des grillages qu'à leurs extrémités, ce qui retarde le fumage. De plus, selon 100% des transformatrices, les poissons fumés par ces fours ont pratiquement le même aspect que ceux obtenus en utilisant les autres foyers artisanaux.



Figure 5: Foyer en tonneau de fer



Figure 6 : Four Nansou

Quant aux technologies semi améliorées (TSA1 et TSA2), elles sont caractérisées respectivement par l'utilisation des fours FTT-Thiaroye (16,66 %) et QualiSani (6,66 %). Le four FTT-Thiaroye (Figure 7) utilise le charbon de bois mélangé au caillou (conservation de la chaleur) comme combustible tandis que le four QualiSani (Figure 8) actuellement en cours d'expérimentation en phase pilote est uniquement au charbon. Le four FTT Thiaroye est composé d'un fourneau à braise (muni d'un soufflet) surmonté d'une plaque de collecte de graisse placée en dessous d'un distributeur d'air chaud qui porte les claies superposées les unes sur les autres et d'un générateur indirect de fumée. La plaque de collecte de graisse est conçue et montée de sorte que les graisses issues des poissons soient évacuées par un orifice les empêchant ainsi de tomber dans la braise. Toutefois, une partie non négligeable de ses graisses est brûlée au contact de la plaque chauffée par le fourneau. Selon 95,33 % des utilisatrices, ce dispositif consomme moins de combustibles, pollue moins l'atmosphère et permet d'avoir des poissons fumés beaucoup plus attrayants. Cependant, toutes ces transformatrices affirment qu'il est très lent par rapport aux autres dispositifs, ce qui limite exclusivement

son utilisation aux exigences de qualité des produits finis recherchée par certains clients.



Figure 7 : Fumoir FTT Thiaroye



Figure 8 : Fumoir OualiSani

Caractéristiques physico-chimiques des poissons fumés

Les caractéristiques physicochimiques des poissons locaux et importés fumés et collectés au Sud du Bénin sont présentées dans le tableau 4. Le pH des différentes espèces de poissons fumés dans les zones d'études est compris entre 6,3 et 7,4. L'analyse statistique a montré qu'il existe une différence significative entre les différentes valeurs du pH. Cette différence serait liée au type de poissons, à l'espèce et aux réactions biochimiques qui se sont produites dans la chair de ces poissons frais avant ou après le fumage. Par ailleurs, seule l'espèce de poisson local *Oreochromis aureus* fumé a présenté un pH légèrement élevé. Les faibles valeurs enregistrées pour les espèces de poissons fumés (*Clarias gariepinus*, *Trachurus trachurus*, *Scomber scombrus*) pourraient s'expliquer par l'altération de la qualité du poisson notamment la formation des composés basiques volatiles (Goulas et Kontominas, 2005). L'analyse des résultats a montré que les valeurs du pH des différents poissons les plus fumés au Sud du Bénin respectent la norme. Concernant les teneurs

en eau, en protéines et en cendres des espèces de poissons fumés, ces valeurs ont varié respectivement de 24,2 à 54,34 %, de 38,64 à 53,12 % et de 2,02 à 6,76 %. L'analyse de la variance a révélé une différence significative ($P < 0,05$) entre les teneurs en eau des espèces de poissons locaux et importés. Les différentes teneurs en eau enregistrées pour l'espèce de poissons *Oreochromis aureus* seraient dues aux variabilités de pratiques de fumage recensées au Sud du Bénin. Seules les teneurs en eau de l'espèce de poisson *Scomber scombrus* obtenues sont légèrement similaires à celles rapportées par Aremu et al. (2014) pour les poissons fumés au Nigéria. Comparées à la norme du codex alimentarius (CODEX STAN 212-1999), les poissons fumés commercialisés au Sud du Bénin ont présenté des valeurs ne respectant pas la norme. Les fortes teneurs en protéines de *Scomber scombrus* obtenues dans la présente étude sont supérieures à celle (18,20 %) rapportée par Popelka et al. (2021) lors de son étude sur l'effet des méthodes de fumage et de stockage sur la qualité microbiologique et physicochimique des espèces de poisson *Scomber scombrus*. Ces résultats confirment les faibles teneurs en eau observées pour les différentes espèces de poisson. Concernant les teneurs en cendres, de fortes teneurs ont été trouvées pour les espèces de poissons *Oreochromis aureus* et *Trachurus trachurus* quelle que soit la zone d'étude. Des résultats très similaires ont été rapportés pour les deux autres espèces par Olaoye et al. (2018) et Ogunbambo et al. (2012). Les teneurs en lipides des différentes espèces de poissons ont varié de 2,38 à 16,63 % quelle que soit la zone d'étude. Les résultats obtenus ont révélé une différence significative au seuil de 5% entre les différentes teneurs en lipides. Les échantillons d'huiles issus des poissons fumés prélevés auprès des transformatrices ont présenté des indices de peroxyde variant de 11,63 à 23,85 meq O₂/kg. Les indices de peroxyde des huiles issues des poissons importés sont légèrement inférieurs à ceux des poissons locaux. Ces valeurs sont supérieures à celles trouvées par Connell (1999) qui a rapporté que lorsque l'indice de peroxyde est au-dessus de la valeur comprise entre 10 et 20 meq O₂/kg, le poisson présente un goût et une odeur de rance. Les mêmes observations ont été faites par Daramola et al. (2007) en étudiant les modifications physicochimiques et sensorielles dans les poissons fumés stockés à température ambiante. Ceci pourrait expliquer par la forte température du fumage qui constitue l'un des facteurs clés d'oxydation des lipides contenus dans les poissons (Knockaert, 1990). La maîtrise des conditions de fumage dans les zones de forte transformation du poisson frais en poisson fumé s'avère nécessaire pour une bonne qualité des produits dérivés.

Sites	Types de poissons	Espèces de poissons	Teneur en eau (%)	Protéines (%)	Lipides (%)	Cendres (%)	pH	Indice de Peroxyde (meq O ₂ /kg)
Bohicon	Poissons locaux	<i>Oreochromis aureus</i>	51,78±0,3 ^a	38,54± 0,04b	3,53±0,13a	6,45± 0,17b	7,2±0,02b	15,45± 0,17b
		<i>Clarias gariepinus</i>	26,34±0,3 ^a	49,56±0,13a	9,92± 0,01b	3,54± 0,32b	6,61±0,3a	20,54± 0,32a
	Poissons importés	<i>Trachurus trachurus</i>	36,54± 0,1c	52,36± 0,07b	3,09± 0,05b	6,14± 0,24b	6,32± 0,07b	10,14± 0,24c
		<i>Scomber scombrus</i>	33,54± 0,07b	40,35± 0,04b	16,63± 0,09b	2,23± 0,43b	6,4± 0,2b	13,23± 0,43c
Calavi Kpota	Poissons locaux	<i>Oreochromis aureus</i>	53,4± 0,1a	39,23± 0,02b	3,02± 0,25c	5,64±0,1b	7,4± 0,07b	14,64±0,1c
		<i>Clarias gariepinus</i>	25,3± 0,02a	54,35± 0,03c	9,76± 0,21b	3,57± 0,3b	6,72± 0,01b	21,57± 0,3a
	Poissons importés	<i>Trachurus trachurus</i>	32,8±0,5	53,12± 0,07b	2,97± 0,14b	6,63± 0,09b	6,24± 0,01b	11,63± 0,09c
		<i>Scomber scombrus</i>	32,52± 0,1c	45,35± 0,2b	15,68± 0,32b	2,81± 0,02b	6,3± 0,2b	12,81± 0,02c
Xwalcodji,	Poissons locaux	<i>Oreochromis aureus</i>	54,34± 0,2b	38,64± 0,5b	3,61±0,31a	5,97± 0,04b	7,1± 0,01b	15,97± 0,04b
		<i>Clarias gariepinus</i>	25,3± 0,04b	52,02±0,021b	9,19±0,06a	3,85± 0,07b	6,62± 0,04b	23,85± 0,07a
	Poissons importés	<i>Trachurus trachurus</i>	39,85± 0,01b	51,34± 0,07b	3,06± 0,21b	6,31± 0,05b	6,25± 0,02b	12,31± 0,05c
		<i>Scomber scombrus</i>	33,58± 0,07b	43,65±0,36a	15,97± 0,63b	2,02± 0,07b	6,5± 0,1c	14,02± 0,07c
Comé	Poissons locaux	<i>Oreochromis aureus</i>	51,65± 0,04b	39,03± 0,1	2,86± 0,34b	5,67± 0,1c	7,12± 0,1a	16,67± 0,1c
		<i>Clarias gariepinus</i>	24,2± 0,1c	51,53± 0,07b	9,94± 0,15c	2,96± 0,43b	6,4± 0,07b	22,96± 0,43a
	Poissons importés	<i>Trachurus trachurus</i>	30,63± 0,1c	53,68± 0,14b	3,03± 0,13b	6,23± 0,76b	6,45±0,20	13,23± 0,76c
		<i>Scomber scombrus</i>	33,15± 0,07b	49,46±0,3a	15,98± 0,11b	2,65± 0,1b	6,3± 0,01b	17,65± 0,1b
Dangbo	Poissons locaux	<i>Oreochromis aureus</i>	52,43± 0,03c	38,64± 0,35b	3,32± 0,4b	6,67± 0,03c	7,3± 0,2b	18,67± 0,03b
		<i>Clarias gariepinus</i>	23,1± 0,04b	52,97± 0,04b	9,02±0,03a	3,13±0,2b	6,38± 0,1a	23,13±0,2a
	Poissons importés	<i>Trachurus trachurus</i>	32,63± 0,1c	52,65± 0,07b	2,38± 0,02b	6,76± 0,8b	6,56±0,11	14,76± 0,8c
		<i>Scomber scombrus</i>	34,35± 0,07b	49,82± 0,15b	16,11±0,1a	2,36± 0,16b	6,5± 0,07b	16,36± 0,16b

Tableau 4a : Caractéristiques physicochimiques des poissons fumés collectés dans les zones enquêtées.

Qualité microbiologique des poissons fumés

Les résultats obtenus sur la flore d'altération et les germes indicateurs de contamination microbienne des poissons fumés prélevés dans les zones d'enquête ont révélé que les charges microbiennes varient en fonction du site de fumage et du type de poisson (tableau 4). Statistiquement, les échantillons présentent de fortes valeurs de GAMT et des coliformes totaux qui varient respectivement de $2,3 \cdot 10^5$ à $7,2 \cdot 10^5$ UFC/g et de $1,8 \cdot 10^1$ à $4,2 \cdot 10^1$ UFC/g. Ces valeurs sont supérieures à celles recommandées par la norme AFNOR (2000) et seraient dues à la variabilité des technologies de fumage, à la non maîtrise des bonnes pratiques d'hygiène et à l'insalubrité de l'environnement des plateformes de transformation etc. Pour les coliformes fécaux, les résultats des échantillons traités ont révélé que les poissons locaux prélevés sur tous les sites de fumage ont une charge microbienne supérieure à 10 UFC/g. En effet, la présence des coliformes témoigne des mauvaises conditions de l'hygiène des transformatrices et de l'environnement dans lequel cette activité se pratique (Brito et al., 2021). Leur présence est due à une contamination d'origine fécale. Exceptés les échantillons de poissons importés prélevés sur les sites de Bohicon, de Calavi Kpota et de Xwlacodji, les mêmes observations ont été faites pour tous les autres échantillons. Cette différence pourrait être expliquée par le fait que les poissons importés ne sont pas eviscérés au cours de la transformation, donc moins de contact. Les résultats de dénombrement de *Escherichia coli* dans les différents échantillons de poissons montrent des charges microbiennes inférieures à 10 UFC/g recommandé par la norme AFNOR (2000). Par ailleurs, On note une absence des germes potentiellement pathogènes (*Salmonella*) dans tous les échantillons de poissons fumés quel que soit le site de fumage. Des résultats similaires ont été trouvés par Djinou (2001), Goueu (2006), Oulaï et al. (2007) et Degnon et al. (2013).

Tableau 4 : Flore d'altération et germes indicateurs de contamination microbienne des poissons fumés collectés dans les zones enquêtées

Sites	Types de poissons	Espèces de poissons	GAMT	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Salmonella</i>
Bohicon	Poissons locaux	Tilapia	2,9 10 ⁵ ±0,03 ^b	1,8 10 ³ ±0,41 ^b	3,1 10 ¹ ±0,61 ^b	4,2 ±0,61 ^b	absent
		Clarias	3,8 10 ⁵ ±0,05 ^b	4,2 10 ³ ±0,10 ^b	3,9 10 ¹ ±1,91 ^b	6,2±1,91 ^b	absent
	Poissons importés	Chinchard	2,5 10 ⁵ ±0,01 ^a	3,2 10 ³ ±0,20 ^a	7,3±1,91 ^b	2,8±1,91 ^b	absent
		Maquereau	2,8 10 ⁵ ±0,65 ^a	2,3 10 ³ ±0,01 ^a	3,2±1,91 ^b	6,3±1,91 ^b	absent
Calavi Kpota	Poissons locaux	Tilapia	3,3 10 ⁵ ±0,45 ^b	3,3 10 ³ ±0,41 ^b	3,8 10 ¹ ±0,61 ^b	7,6±0,61 ^b	absent
		Clarias	2,8 10 ⁵ ±0,13 ^b	2,6 10 ³ ±0,10 ^b	2,1 10 ¹ ±1,91 ^b	8,2±1,91 ^b	absent
	Poissons importés	Chinchard	2,6 10 ⁵ ±0,17 ^a	1,7 10 ³ ±0,20 ^a	2,6±1,91 ^b	2,9±1,91 ^b	absent
		Maquereau	2,3 10 ⁵ ±0,65 ^a	1,8 10 ³ ±0,01 ^a	1,3±1,91 ^b	6,2±1,91 ^b	absent
Xwlacodji	Poissons locaux	Tilapia	3,2 10 ⁵ ±0,61 ^b	2,3 10 ³ ±0,41 ^b	2,4 10 ¹ ±0,61 ^b	4,3±0,61 ^b	absent
		Clarias	2,9 10 ⁵ ±0,18 ^b	2,2 10 ³ ±0,10 ^b	3,2 10 ¹ ±1,91 ^b	3,4±1,91 ^b	absent
	Poissons importés	Chinchard	2,4 10 ⁵ ±0,34 ^a	1,8 10 ³ ±0,20 ^a	<1 ^a	8,1±1,91 ^b	absent
		Maquereau	2,2 10 ⁵ ±0,65 ^a	1,6 10 ³ ±0,01 ^a	<1 ^a	3,1±0,61 ^b	absent
Comé	Poissons locaux	Tilapia	3,6 10 ⁵ ±0,45 ^b	2,1 10 ³ ±0,41 ^b	3,6 10 ¹ ±0,61 ^b	2,9±0,61 ^b	absent
		Clarias	2,6 10 ⁵ ±0,35 ^b	2,3 10 ³ ±0,10 ^b	3,0 10 ¹ ±1,91 ^b	5,2±1,91 ^b	absent
	Poissons importés	Chinchard	4,6 10 ⁵ ±0,16 ^a	4,2 10 ³ ±0,20 ^a	8,210 ¹ ±1,91 ^b	7,3±1,91 ^b	absent
		Maquereau	7,2 10 ⁵ ±0,12 ^a	1,5 10 ³ ±0,01 ^a	7,610 ¹ ±1,91 ^b	2,9±1,91 ^b	absent
Dangbo	Poissons locaux	Tilapia	3,3 10 ⁵ ±0,03 ^b	2,6 10 ³ ±0,41 ^b	3,6 10 ¹ ±0,61 ^b	3,5±0,61 ^b	absent
		Clarias	2,6 10 ⁵ ±0,13 ^b	2,3 10 ³ ±0,10 ^b	3,9 10 ¹ ±1,91 ^b	2,8±1,91 ^b	absent
	Poissons importés	Chinchard	2,7 10 ⁵ ±0,14 ^a	1,9 10 ³ ±0,20 ^a	1,610 ¹ ±1,91 ^b	7,5±1,91 ^b	absent
		Maquereau	2,4 10 ⁵ ±0,2 ^a	1,5 10 ³ ±0,01 ^a	4,310 ¹ ±1,91 ^b	4,6±1,91 ^b	absent
Critères microbiologiques (AFNOR 2000)			10 ³	10	10	10	Absence/25g

Analyse des différentes pratiques de fumage des poissons locaux et importés

L'analyse critique des variantes de prétraitements et du fumage proprement dit a permis de retenir quatre technologies de fumage dont deux artisanales (TA1 et TA2) et deux semi améliorées au Bénin. Les deux variantes TA1 et TA2 caractérisées par l'utilisation du bois de chauffe comme combustible se différencient respectivement par les foyers en terre cuite et brique et en tonneaux puis les foyers Nansou. Les technologies semi-améliorées sont celles utilisant les fours FTT Thiaroye et QualiSani avec comme combustible le charbon. Malgré les avantages que présentent les technologies semi-améliorées (réduction de la quantité de combustible et d'échappement de la fumée et faible quantité des contaminants chimiques) (Ndiaye et *al.*, 2014 ; Raffray, 2019); Ekomy et *al.*, 2013), elles sont très peu pratiquées par les transformatrices (selon 90% des enquêtés) à cause de sa faible capacité horaire de production, sa texture non attrayante, et l'absence de l'opération de grillage qui procure un goût et une coloration spécifique de la surface des produits (Akakpo et *al.*, 2020). En effet, au cours du fumage, la méthode de retournement des poissons entraîne des pertes de chaleur et une déformation des poissons occasionnant des pertes de produits. Par contre, les foyers traditionnels ont une capacité horaire moyenne de production beaucoup plus élevée que celles des fumoirs semi-améliorés mais n'assurent pas une bonne qualité des produits finis et ne réduisent pas les difficultés de contrôle de la température. Par ailleurs, la non maîtrise des opérations unitaires critiques du pré fumage (décongélation, la mise à mort, l'éviscération, l'écaillage et le salage) et des conditions de fumage proprement dit (température et durée) pourrait engendrer des défauts de qualité des produits finis. En effet, la décongélation et l'éviscération réduisent les risques d'autolyse des parois musculaires par les enzymes digestives, ce qui permet de ralentir la putréfaction du poisson (Lefève et Bugeon, 2008). Excepté la couleur, l'arôme et la flaveur dont le salage confère aux produits, ce processus inhibe la multiplication des microorganismes (Anses, 2010). Assogba et *al.* (2018) ont aussi rapporté que différentes températures appliquées lors du fumage séchage (75°C à 80°C) et le séchage au four (35°C à 42°C) peuvent causer les variations observées pour la teneur en protéine (Oparaku et Nwaka, 2013). Cependant, l'amélioration des conditions de prétraitements et du fumage des deux technologies (TA1 et TSA1) utilisant respectivement le fumoir en tonneau et le four FTT Thiaroye s'impose en vue d'augmenter la capacité horaire de production et d'obtenir des produits finis de qualité.

Conclusion

La présente étude réalisée au Sud du Bénin, révèle que les poissons locaux et importés les plus fumés sont respectivement le Clarias et le Tilapias puis le Maquereaux et Chinchards. Les pratiques de fumage adoptées par les transformatrices varient selon l'espèce et le type de poisson. On note une variabilité de technologies de fumage de poissons allant des technologies artisanales aux semi améliorées. Les méthodes traditionnelles caractérisées par l'utilisation des foyers artisanaux sont adoptées par la majorité des transformatrices. Ces dispositifs artisanaux sont rapides dans le fumage mais polluent l'environnement immédiat des transformatrices par émission d'une grande quantité de fumée et ne garantissent pas aux produits finis une meilleure qualité physico-chimique. Malgré l'avantage que présentent les technologies semi-améliorées (moins de fumée, réduction des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les produits finis, préservation de la santé des transformatrices), elles sont moins utilisées en raison de la complexité du dispositif et la cherté des combustibles (charbon de bois). Suite aux différents résultats obtenus, il serait opportun de faire le diagnostic des différentes technologies et pratiques afin d'identifier les points critiques pour des améliorations.

Remerciements

Les remerciements vont à l'endroit du personnel de la Direction des pêches et de la pêche et des Produits Halieutiques du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche du Bénin.

References:

1. Adjou, E.S., Kouton, S., Dahouenon-Ahoussi, E., Soumanou, M.M & Sohounhloue, D.C.K. (2013). *Effect of Essential Oil from fresh Leaves of Ocimum gratissimum L. on Mycoflora during Storage of Peanut in Benin*. Mycotoxin Research, 29: 29-38.
2. AFNOR (1996). *Analyse microbiologique. T2 : contrôle de la qualité des produits alimentaires*.- Paris : AFNOR édition, 545p.
3. Akakpo, A., Edikou, S., Diantom, A. & Osseyi, E. (2020). *Diagnostic des pratiques de fumage de la viande de Poulet (gallus gallus) dans la ville de Lome au Togo*, Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev. 2020; 20(6): 16738-16760 <https://doi.org/10.18697/ajfand.94.19230>
4. Anihouvi, V.B, Hounhouigan, J.D. & Ayernor, G.S. (2006). *Quality characteristics of Lanhouin: a traditionally processed fermented fish product in the republic of Benin*. African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development, 6(1) : 1-15.

5. ANSES. 2015. *Définition des denrées périssables et très périssables. Avis de l'Anses, saisine n° 2014-SA-0061*. https://www.a.fr/fr/system/files/BIORISK2014sa00_61.pdf.
6. AOAC. (1995). *Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists Chemists International*, (16th edn). AOAC International Arlington, VA, 250p.
7. Aremu, M.O., Majabi, G.O., Oko O.J., Opaluwa, O.D., Gav, .BL. & Osinfade, B.G. (2014). *Physicochemical analysis of different sources of drinking water in Okene Local Government Area of Kogi State, Nigeria*. Journal of Civil and Environmental Research, 6(5) :143-150.
8. Assogba, M. H. M., Ahounou, S. G., Bonou, G. A., Salifou, C. F. A., Dahouda, M., Chikou, A., Farougou, S. & Youssao abdou karim I. (2018). *Qualité de la Chair des Poissons : Facteurs de Variations et Impacts des Procédés de Transformation et de Conservation*, International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT), Vol. 10 No. 2 pp. 333-358, <http://ijpsat.ijsh-t-journals.org>
9. Assogba, M.H.M., Salifou, C.F.A., Tobada, P., Aboudou, A.K., Bakary, A.B., Dahouda, M., Chikou, A., Farougou, S. & Karim, I.Y.A. (2020). *Impact of break in cold chain on the technological and organoleptic qualities of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) and Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*) in South Benin*. Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences, 9 (5) : 1242–1248.
10. Ayoubi, H.E. & Failler, P. (2013). *Industrie des pêches et de l'aquaculture au Bénin*. Rapport n°5 de la revue de l'industrie des pêches et de l'aquaculture dans la zone de la COMHAFAT, 19p.
11. Chabi, N.W., Konfo, C.T.R., Emonde, P.D.M., Capo-Chichi, M.T. and Chabi Sika, K.J.K., Alamou, Y., Keke, M., Dahouenon-Ahoussi, E. & Baba-Moussa, L.S. (2014). *Performance d'un dispositif amélioré de fumage (four Chorkor) sur la qualité du poisson fumé dans la commune d'Aplahoué (Sud-est du Bénin)* ; International Journal of Innovation and Applied Studies, 9 :1383-1391.
12. Degnon, R.G., Agossou, V., Adjou, E.S, Dahouenon-Ahoussi, E., Soumanou, M.M. & Sohounhloue, D.C.K. (2013). *Évaluation de la qualité microbiologique du chinchard (*Trachurus trachurus*) au cours du processus de fumage* ; Journal of Applied Biosciences 67 : 5210-5218.
13. Depo, A.A., Dossou, J. & Anihouvi, V. (2019). *Itinéraire technique et évaluation de la qualité des poissons-chats (*Clarias gariepinus*) fumés*

- et commercialisés au Bénin. Sciences de la vie de la terre et agronomie, 7 : 29-34.*
14. 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), 56p.
 15. Djinou, H.P.A.B. (2001). *Etude de la qualité microbiologique du poisson fumé artisanalement en Côte d'Ivoire et destiné à l'exportation.* Thèse en Médecine Vétérinaire de l'Ecole Inter Etats des Sciences de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 231p.
 16. Ekomy, A.S, Bruneau, D, Mbega, D.J & Aregba, W. (2013). *Nouveau concept de séchage et de fumage artisanal des aliments : application en milieu de pêche artisanale au Gabon.* Afrique SCIENCE, 09 (3) : 45-55.
 17. FAO. (2016). *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous.* Rome, 224 p.
 18. FIDA. (2019). *L'avantage de la pêche et de l'aquaculture Faire progresser la sécurité alimentaire, la nutrition, les revenus et l'autonomisation.* Fonds international de développement agricole. Rome, 48p.
 19. Joffin, C. & Joffin, J.N. (2003). *Microbiologie alimentaire.* Biologie et Technique, 5è édition, CRDP Aquitaine, 212p.
 20. Goueu, B. (2006). *Contribution à l'étude de l'évolution de la qualité microbiologique du poisson fumé en Côte d'Ivoire et destiné à l'exportation.* Thèse de doctorat en Médecine Vétérinaire de l'Ecole Inter Etats des Sciences de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, pp. 55 - 127.
 21. Guy, E. E. & Mongbo L.R. (2020). *Dynamique démographique, Nutrition Et Alimentation dans La Commune De Karimama Au Benin.* European Scientific Journal September edition, 16 (27): 331-353
 22. Hissein, O.A., Tapsoba, F., Guira, F., Zongo, C., Abakar, L.I & Tidjani, A. (2018). *Technologies, qualité et importance socioéconomique du poisson séché,* Afrique Revue des Sciences et de la Technologie Synthèse, 37: 49-63.
 23. Huss, H.H., Reilly, A. & Embarek, B.P.K. (2000). *Prevention and control of hazards in seafood.* Food Control, 11 (2) : 149-156.
 24. Knockaert, F. (1994).« *Le fumage par atomisation* ». Rapport Ifremer
Avril

25. Latifou, A. B, Toko, I.I, Elegbe, H.A, Pelebe, R.O.E, Tougan, P.U, Boni, A.R, Ahyi, V, Hossou, E.S, Vissiennon, Z. & Chikou, A. (2020). *Les Produits Halieutiques au Bénin : Sources d'Approvisionnement et Statistiques*. International Journal of Progressive Sciences and Technologies 21 (1) :152-167.
26. Lefèvre, F. & Bugeon. J. (2008). *Déterminisme biologique de la qualité des poissons in 12^{ème} Sciences du Muscle et Technologies des Viandes*. p. 139-146.
27. MAEP. (2017). *Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) 2025 et Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle PNIASAN 2017 -2021*, 131p.
28. Ndiaye, O., Sodoke, B., & Diei-Ouadi, Y. (2014). *La technique FAO-Thiaroye de transformation (FTT-Thiaroye)*. Rome, FAO. 67 p.
29. Oparaku, N.F. & Nwaka FC. (2013). *Effect of processing on the nutritional qualities of three fish species (Synodontis clarias, Trachurus trecae and Clarias gariepinus)*. International Journal of Biology and Biological Sciences 2(10) : p. 143149.
30. Oulaï, S.F., Koffi, R.A., Koussemon, M., Djè, M., Kakou, C. & Kamenan, A. (2007). *Evaluation de la qualité microbiologique des poissons Etmalosa fimbriata et Sardinella aurita fumés traditionnellement*. Microbiologie et Hygiène Alimentaire, 19(55) :37-42.
31. Raffray, G. (2014). *Outils d'aide à la décision pour la conception de procédés agroalimentaires au Sud : application au procédé combiné de séchage, cuisson et fumage de produits carnés* (Thèse de doctorat). Montpellier(France) <http://www.theses.fr/2014NSAM0066>. Accessed on October 23,
32. Rivier, M, Kebe, F & Goli, T. (2009). *Fumage de poissons en Afrique de l'Ouest pour les marchés locaux et d'exportation*, Rapport intermédiaire, AUF/CIRAD, 18p.
33. SALIFOU, C.F.A., AHOUNOU, S.G., KIKI, P.S., HOGBONOUTO, E.B., GADE, K.A.I & YOUSAO, A.K.I. (2020). *Caractérisation des techniques de fumage des poissons au sud*, Journal International de la Recherche Scientifique, 1(2) : 41-47.
34. Šašinka, Č., Stachoň, Z., Čeněk, J., Šašinková, A., Popelka S. & Ugwitz, P. (2021). *A comparison of the performance on extrinsic and intrinsic cartographic visualizations through correctness, response time and cognitive processing*. PLoS ONE, 16(4):1-23.