



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE  
UFR AGROFORESTERIE

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union -Discipline -Travail

-----

Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
de la Recherche Scientifique

## THESE DE DOCTORAT

Mention : Agriculture et Foresterie Tropicale

Spécialité : Microbiologie et Sécurité Alimentaire

**Évaluation de la qualité sanitaire de  
trois espèces de poissons (*Tilapia* spp.,  
*Chrysichthys* spp., *Labeo* spp.) frais et  
fumés consommés dans les localités de  
Bouaflé, Guéssabo et Soubré à l'Ouest  
de la Côte d'Ivoire**

### JURY

Président : M. KONATE Ibrahim, Professeur Titulaire, Microbiologie  
du sol, Université Jean Lorougnon Guédé

Directeur : M. COULIBALY Ibourahema, Maître de Conférences,  
Microbiologie-Bioindustrie, Université Jean Lorougnon Guédé

Rapporteur : M. YAPI Jocelyn Constant, Maître de Conférences,  
Biochimie, Université Jean Lorougnon Guédé

Examineur : M. CISSE Mohamed, Maître de Conférences, Biochimie  
et Technologie des Aliments, Université Peleforo Gon COULIBALY

Examineur : M. KOUASSI Kouassi Clément, Maître de Conférences,  
Microbiologie et Sécurité Alimentaire, Université Jean Lorougnon Guédé

ANNÉE : 2023-2024

N° D'ORDRE :

CANDIDAT :

Nom : FOBA

Prénoms : Foba Stéphane Isaac

Soutenue publiquement  
le 24 octobre 2024

**TABLE DES MATIERES**

	Pages
DEDICACE.....	IX
REMERCIEMENTS .....	X
LISTE DES SIGLES .....	XII
LISTE DES ABREVIATIONS.....	XII
LISTE DES TABLEAUX.....	XIII
LISTE DES FIGURES.....	XV
LISTE DES ANNEXES.....	XVIII
INTRODUCTION.....	1
PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS.....	5
1. PRÉSENTATION DU MILEU D'ÉTUDE.....	6
1.1. Zone de pêche de Bouaflé .....	6
1.1.1. Situation géographique .....	6
1.1.2. Régime hydrologique.....	6
1.1.3. Activité de pêche à Bouaflé .....	7
1.2. Zone de pêche de Guéssabo .....	7
1.2.1. Situation géographique .....	7
1.2.2. Régime hydrologique.....	8
1.2.3. Activités de pêche à Guéssabo.....	9
1.3. Zone de pêche de Soubré.....	9
1.3.1. Situation géographique .....	9
1.3.2. Régime hydrologique.....	10
1.3.3. Activité de pêche à Soubré .....	10
2. GÉNÉRALITÉ SUR LES ESPECES DE POISSONS ETUDIÉES .....	11
2.1. Tilapia ( <i>Tilapia</i> ).....	11
2.1.1. Position systématique .....	12
2.1.2. Biologie et écologie .....	13
2.1.3. Caractéristiques morphologiques.....	13
2.2. Mâchoiron ( <i>Chrysichthys</i> ) .....	13
2.2.1. Position systématique .....	14
2.2.2. Biologie et écologie .....	15
2.2.3. Caractéristiques morphologiques.....	15
2.3. Labeo ( <i>Labeo</i> ) .....	15

2.3.1. Position systématique .....	16
2.3.2. Biologie et écologie .....	17
2.3.3. Caractéristiques morphologiques.....	17
3. TRANSFORMATION ARTISANALES ET CONSERVATION DU POISSON EN COTE D’IVOIRE.....	17
3.1. Présentation de la transformation du poisson en Côte d’Ivoire.....	17
3.2. Fumage du poisson .....	18
3.2.1. Ecaillage et ouverture .....	18
3.2.2. Egouttage et fumage .....	19
3.3. Impact du fumage sur la qualité du poisson fumé.....	19
3.3.1. Impact sur la qualité nutritionnelle .....	19
3.3.2. Impact du fumage sur la qualité sanitaire .....	19
3.4. Qualité du poisson fumé.....	22
3.4.1. Principe de qualité concernant la transformation du poisson .....	22
3.4.2. Critères de qualité du poisson fumé.....	22
3.4.2.1. Critères essentiels de composition pour l’obtention d’un produit fini de qualité .....	23
3.4.2.2. Qualité du produit fini .....	25
3.4.2.3. Arômes et saveur du poisson fumé.....	25
3.4.2.4. Additifs alimentaires au poisson fumé .....	25
3.4.3. Hygiène et manipulation garantissant la qualité du poisson fumé.....	25
3.5. Autres principaux types de procédés et outils de transformation du poisson...	25
3.6. Conservation du poisson.....	25
3.6.1. Importances de la conservation du poisson .....	26
3.6.2. Causes de la mauvaise conservation du poisson.....	26
3.6.3. Produits de conservation du poisson.....	27
3.6.4. Problèmes relatifs à la conservation du poisson fumé.....	27
3.6.5. Stockage, conditionnement et transport du poisson fumé .....	28
4. CONTAMINATIONS MICROBIOLOGIQUES DU POISSON .....	28
4.1. Contamination endogène ou primaire .....	29
4.2. Contamination exogène ou secondaire .....	29
4.3. Principaux flores biologiques du poisson et risques sanitaires .....	30
4.3.1. Origine procaryote (Protistes inférieurs) .....	30
4.3.1.1. Salmonelles.....	30

Table des matières

---

4.3.1.2. Coliformes thermotolérants dits « fécaux ».....	31
4.3.1.3. Staphylocoques.....	31
4.3.1.4. Flore mésophile aérobie totale.....	34
4.3.2. Origine Eucaryote (Protistes supérieures) .....	35
4.3.2.1. Levures et moisissures.....	35
4.3.2.2. Larves et insectes ichtyophages.....	37
5. CONTAMINATION DES POISSONS PAR LES PESTICIDES.....	38
5.1. Présentation des pesticides .....	38
5.1.1. Fongicides.....	39
5.1.2. Insecticides.....	39
5.1.3. Herbicides .....	41
5.2. Implications sanitaires et environnementales des pesticides sur la pêche.....	43
5.3. Modes d'exposition de l'homme et des milieux aquatiques par les pesticides	44
5.3.1. Contamination de l'environnement par les pesticides .....	44
5.3.1.1. Contamination des eaux superficielles et souterraines .....	45
5.3.1.2. Effets des pesticides sur les organismes aquatiques.....	46
5.3.2. Effets des pesticides sur la santé humaine .....	47
5.3.3. Mécanismes d'action des différentes familles de pesticides sur l'homme.....	49
5.3.3.1. Pesticides organophosphorés (OP) .....	49
5.3.3.2. Pesticides carbamates .....	50
5.3.3.3. Pesticides pyrethroïdes .....	50
5.3.3.4. Pesticides organochlorés (ex : DDT).....	50
5.3.3.5. Pesticides néonicotinoïdes.....	50
5.4. Critères de sélection des résidus de pesticide présents dans le poisson .....	51
5.4.1. Généralité sur les résidus de pesticide .....	51
5.4.2. Critères de sélection des résidus de pesticides présents dans le poisson .....	51
5.4.2.1. Fréquence d'utilisation des pesticides.....	52
5.4.2.2. Toxicité des pesticides.....	52
5.4.2.3. Limites maximales de résidus (LMR) .....	52
5.4.2.4. Propriétés chimiques et physico-chimiques des pesticides .....	52
5.4.2.5. Données de contamination environnementale.....	52
5.4.2.6. Résidus dans les produits transformés.....	52
5.4.2.7. Accessibilité des méthodes analytiques.....	53

5.5. Limites d'action pour les résidus de pesticides dans les produits de la pêche et de l'aquaculture .....	53
5.5.1. Objectifs des limites d'action pour les résidus de pesticides.....	53
5.5.2. Normes et réglementation des LMR.....	53
5.5.3. Les LMR spécifiques pour le poisson.....	53
5.5.4. Contrôles et surveillance des résidus.....	54
5.5.5. Facteurs influençant les limites d'action .....	54
5.5.6. Calcul des limites d'action .....	54
5.5.7. Incertitudes.....	55
DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	56
1. MATÉRIEL.....	57
1.1. Matériel biologique.....	57
1.2. Matériel d'enquête.....	57
1.3. Matériel technique .....	58
1.3.1. Matériel d'échantillonnage .....	58
1.3.2. Matériel de laboratoire .....	59
2. MÉTHODES .....	59
2.1. Méthodes de collecte des données sur le terrain .....	59
2.1.1. Choix des zones d'enquêtes.....	59
2.1.2. Critères inclusifs et exclusifs des personnes à enquêtées .....	60
2.1.3. Réalisation de la pré-enquête auprès des acteurs à enquêter dans les localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré .....	60
2.1.4. Taille et répartition des acteurs à enquêter .....	61
2.1.5. Réalisation de l'enquête auprès des pêcheurs, des mareyeurs et des transformateurs des zones d'étude .....	62
2.2. Échantillonnage des poissons frais et fumés dans les localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré .....	62
2.2.1. Taille et répartition des échantillons collectés.....	62
2.2.2. Qualité des échantillons de poissons collectés .....	63
2.2.2.1. Évaluation macroscopique de la qualité des échantillons de poissons frais.....	63
2.2.2.2. Evaluation macroscopique de la qualité des échantillons de poissons fumés .....	65
2.2.3. Collecte et transport des échantillons de poissons.....	65

Table des matières

---

2.2.3.1. Collecte et transport des échantillons de poissons frais .....	65
2.2.3.2. Collette et transport des échantillons de poissons fumés .....	65
2.3. Méthode d'analyse.....	66
2.3.1. Techniques d'analyses microbiologiques.....	66
2.3.1.1. Préparation de la suspension mère et des dilutions .....	66
2.3.1.2. Recherche et dénombrement des germes .....	66
2.3.1.3. Expression des résultats du dénombrement.....	69
2.3.1.4. Critères d'appréciation des échantillons de poissons frais et fumés ..	69
2.3.2. Recherche de larves et d'insectes dans les échantillons de poissons frais et fumés des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	70
2.3.2.1. Mise en observation des échantillons de poissons frais et fumés.....	70
2.3.2.2. Identification et comptage des larves et insectes issus des échantillons de poissons frais et fumés étudiées .....	71
2.3.3. Recherche de résidus de pesticides dans les échantillons de poissons collectés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	72
2.3.3.1. Extraction et purification des composés.....	72
2.3.3.2. Analyse par HPLC.....	73
2.3.4. Traitement des données et analyses statistiques .....	73
2.3.4.1. Analyse descriptive .....	73
2.3.4.2. Analyses inférentielles.....	74
TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	75
I. CARACTERISTIQUES DE LA PÊCHE, DE LA TRANSFORMATION ET DE LA CONSERVATION DU POISSON DANS LES LOCALITÉS DE BOUAFLÉ, DE GUÉSSABO ET DE SOUBRÉ.....	76
1. Résultats .....	76
1.1. Pratique de la pêche dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré	76
1.1.1. Profil des pêcheurs.....	76
1.1.2. Techniques de pêches .....	79
1.1.3. Espèces de poissons pêchées .....	80
1.1.4. Difficultés liées à la pêche .....	80
1.1.5. Temps moyen d'une partie de pêche .....	81
1.1.6. Evolution de la pêche.....	81
1.1.7. Pratique de développement durable de la pêche .....	83

1.2. Pratiques de mareyage du poisson dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	84
1.2.1. Profil des mareyeurs .....	84
1.2.2. Types de mareyages pratiqués .....	86
1.2.3. Principales espèces de poisson utilisées par les mareyeurs .....	87
1.2.4. Temps de transaction des poissons du fleuve à l'étalage.....	88
1.2.5. Difficultés de l'activité de mareyage rencontrées.....	88
1.2.6. Evolution de l'activité de mareyage .....	89
1.2.7. Proportion des mareyeurs nettoyant le poisson .....	90
1.2.8. Type de contenant pour la conservation et le transport du poisson utilisé pour le mareyage.....	91
1.2.9. Bonnes pratiques de développement durable de l'activité de mareyage .....	91
1.3. Pratiques de fumage du poisson dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	92
1.3.1. Profil des fumeuses de poissons.....	92
1.3.2. Matériels de fumage du poisson utilisés .....	94
1.3.3. Principales espèces de poissons fumées .....	95
1.3.4. Temps d'écoulement des stocks de poissons fumés .....	96
1.3.5. Préférence d'outils de stockage du poisson fumé.....	96
2. Discussion.....	97
<b>II. QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DES POISSONS ETUDIÉS A BOUAFLÉ, A GUÉSSABO ET A SOUBRÉ.....</b>	<b>101</b>
1. Résultats .....	101
1.1. Qualité microbiologique des poissons frais collectés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	101
1.1.1. Qualité par rapport à la charge moyenne de coliformes fécaux, Staphylocoques et Salmonelles obtenues dans les poissons frais de Bouaflé .....	101
1.1.2. Qualité par rapport à la charge moyenne de coliformes fécaux, Staphylocoques et Salmonelles obtenues dans les poissons frais de Guéssabo .....	103
1.1.3. Qualité par rapport à la charge moyenne de coliformes fécaux, Staphylocoques et Salmonelles obtenues dans les poissons frais de Soubré.....	105
1.1.4. Analyse statistique des charges moyennes de coliformes fécaux, Staphylocoques et Salmonelles obtenues dans les poissons frais de Bouaflé, Guéssabo et Soubré.....	107

1.2. Qualité microbiologique des poissons fumés des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	107
1.2.1. Qualité par rapport à la charge en flore mésophile aérobie totale, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues dans les poissons fumés de Bouaflé .....	107
1.2.2. Qualité par rapport à la charge en flore mésophile aérobie totale, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues dans les poissons fumés de Guéssabo.....	110
1.2.3. Qualité par rapport à la charge en flore mésophile aérobie totale, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues dans les poissons fumés de Soubré.....	112
1.2.4. Analyse statistique des charges moyennes de flore mésophile aérobie totale, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues dans les poissons fumés de Bouaflé, Guéssabo et Soubré.....	114
1.3. Identification des souches de levures et moisissures.....	114
2. Discussion.....	116
III. LARVES ET INSECTES NUISIBLES DES POISSONS FRAIS ET FUMÉS DES LOCALITÉS DE BOUAFLÉ, GUÉSSABO ET SOUBRÉ.....	122
1. Résultats .....	122
1.1. Charges des insectes et des larves des échantillons de poissons frais et fumés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	122
1.2. Insectes et des larves identifiés des poissons frais et fumés des localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré.....	125
2. Discussion .....	125
IV. RESIDUS DE PESTICIDES DES POISSONS FRAIS ET FUMÉS COLLECTÉS DANS LES LOCALITÉS DE BOUAFLÉ, GUÉSSABO ET SOUBRÉ.....	1287
1. Résultats .....	1287
1.1. Résidus de pesticides détectées des différents poissons frais et fumés .....	1287
1.2. Fréquence d'apparition des molécules actives de pesticides dans les poissons frais et fumés .....	130
1.3. Concentrations moyennes des molécules actives de pesticides détectées dans les échantillons de poissons frais et fumés .....	131
1.3.1. Concentrations moyennes des molécules actives de pesticides détectées dans les poissons frais .....	131



Table des matières

---

1.3.2. Concentrations moyennes des molécules actives de pesticides dans les échantillons de poissons fumés ramenés des localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré.....	133
2. Discussion.....	138
CONCLUSION GÉNÉRALE, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS.....	141
RÉFÉRENCES.....	144
ANNEXES.....	164

**DÉDICACE**

Je dédie ce travail à mes adorables parents, M. BROU Kouadio et Mme BROU née BLEOUE Ahissa Anne-Marie, pour leur encouragement incessant, leur présence continue et leur soutien moral et financier tout au long de ma formation. Qu'ils trouvent en ce travail, la preuve de ma reconnaissance infinie et de mon profond amour. Merci de vous êtes sacrifiés pour que je grandisse et prospère. Que Dieu vous Protège et vous Donne la bonne santé pour profiter des fruits de vos sacrifices.

## REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma gratitude et ma reconnaissance à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué d'une façon ou d'une autre à la réussite de ce travail.

Je remercie premièrement Madame ADOHI Krou Viviane, Professeur Titulaire, Physique-Chimie, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG), pour avoir accepté de conduire le destin de cette Université et ses efforts incessants dans le maintien de la cohésion entre tous les acteurs du système.

Je remercie également Madame TIDOU Abiba Sanogo épouse KONE, Professeur Titulaire, Ecologie Générale, ex-Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé, pour sa bonne gestion à la tête de notre institution.

Je remercie par la suite remercier Monsieur SORO Dogniméton, Professeur Titulaire, Vice-président de l'Université Jean Lorougnon Guédé, Chargé de la Pédagogie, de la Vie Universitaire, de la Recherche et de l'Innovation Technologique et Monsieur KONE Isiaka, Professeur Titulaire, Vice-président de l'Université Jean Lorougnon Guédé Chargé de la Planification, de la Programmation et des Relations Extérieures, pour leur apport dans la bonne marche de l'Université.

Je dis également un grand merci à Madame TONESSIA Dalou Charlotte, Maître de Conférences et Directrice de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) d'Agroforesterie, pour son dévouement à la bonne marche de cette UFR qu'elle a la lourde charge de diriger.

Mes remerciements vont également à :

Monsieur COULIBALY Ibourahema, Maître de Conférences en Microbiologie et Bio-ingénierie à l'Université Jean Lorougnon Guédé et Directeur Scientifique de ce travail, pour la proposition de ce thème. Vous avez rendu possible la réalisation de ce travail. Au-delà de votre rôle de Directeur de Thèse, le temps que vous m'avez consacré, vos critiques pertinentes et votre esprit de synthèse ont été des éléments déterminants dans la réussite de cette étude. Je suis convaincu que vous ferez davantage pour la valorisation des résultats de cette Thèse ;

Monsieur KONATE Ibrahim, Professeur Titulaire en Microbiologie du sol à l'Université Jean Lorougnon Guédé, Président du jury, pour avoir accepté de juger cette thèse dont les contributions scientifiques amélioreront ce travail ;

Monsieur, YAPI Jocelyn Constant, Maître de Conférences en Biochimie à l'Université Jean Lorougnon Guédé, Rapporteur, pour avoir accepté d'instruire cette thèse et dont les contributions scientifiques ont permis d'améliorer ce travail ;

Monsieur CISSE Mohamed, Maître de Conférences en Biochimie et Technologie des Aliments à l'Université Peleforo Gon COULIBALY, Examineur 1, pour avoir accepté d'instruire cette thèse et dont les contributions scientifiques ont permis d'améliorer ce travail ;

Monsieur KOUASSI Kouassi Clément, Maître de Conférences en Microbiologie et Sécurité Alimentaire à l'Université Jean Lorougnon Guédé, Examineur 2, pour avoir accepté de juger ce travail.

J'exprime ma profonde gratitude à Monsieur KOUASSI Kra Athanase, Maître de Conférences à l'Université Jean Lorougnon Guédé, pour son infatigable encadrement, ses conseils et son soutien matériel, également pour m'avoir inculqué la rigueur du travail bien fait. Je vous prie de bien vouloir recevoir le témoignage de ma haute considération et de mon profond respect.

Je remercie également tous les enseignants du Laboratoire Agrovalorisation de l'Université Jean Lorougnon Guédé et Messieurs les Directeurs Régionaux et Départementaux du MIRAH de Bouaflé, Guessabo et Soubré et à leurs équipes pour m'avoir permis d'effectuer mes travaux de terrain dans leurs zones d'intervention.

J'aimerais remercier également mes frères et sœur Elie, Samuel et Anne-Loïs, pour leurs prières en ma faveur qui m'ont aidé à relever tous les défis. Que Dieu vous Protège et vous Offre une vie pleine de joie, de bonheur et de réussite. La famille TITINAN, mes tuteurs de Daloa. Merci infiniment pour tout votre grand amour et votre accueil. La grande famille BLEOUE, oncles, tantes, cousins, cousines neveux et nièces.

### **LISTE DES SIGLES**

<b>FAO :</b>	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
<b>ISO :</b>	Organisation Internationale de Normalisation
<b>MIRAH :</b>	Ministère des Ressources Animales et Halieutiques

### **LISTE DES ABREVIATIONS**

<b>API :</b>	Appareils et Procédés d'identification
<b>ASR :</b>	Bactéries anaérobies Sulfito-Réductrices
<b>BP :</b>	Baird Parker
<b>c :</b>	nombre d'unités d'échantillonnage donnant des valeurs comprises entre m et M
<b>CHP :</b>	Critères d'Hygiène du Procédé
<b>CTT :</b>	Coliformes Thermotolérants
<b>DHA :</b>	Acide Docosahexaénoïque
<b>EPA :</b>	Acide Eicosapentaénoïque
<b>EPT :</b>	Eau Peptonée Tamponnée
<b>GN :</b>	Gélose Nutritive
<b>HAP :</b>	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
<b>HEK :</b>	Hektoen
<b>HPLC :</b>	Chromatographie Liquide à Haute Performance
<b>M :</b>	seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants
<b>m :</b>	seuil limite en dessous duquel tous les résultats sont considérés comme satisfaisants
<b>n :</b>	nombre d'unités dont se compose l'échantillon
<b>PCA :</b>	Plate Count Agar
<b>PF :</b>	Poisson frais
<b>PT :</b>	Poisson Transformé (fumé/séché)
<b>RV :</b>	Rappaport Vassiliadis
<b>SM :</b>	Solution Mère
<b>TS :</b>	Tryptone Sel
<b>TSC :</b>	Trypticase Cyclosérine
<b>TSN :</b>	Trypticase Sulfite Néomycine
<b>UFC :</b>	Unité Formant Colonie
<b>VRBL :</b>	Violet, au Rouge neutre à la Bile et au Lactose

**LISTE DES TABLEAUX**

	Pages
Tableau I: Influence du fumage sur la qualité nutritionnelle et sanitaire du poisson...	21
Tableau II: Quelques combustibles (essences) à proscrire.....	24
Tableau III: Rôle des composés chimiques de la fumée .....	24
Tableau IV: Effets des produits de conservation sur le poisson.....	27
Tableau V: Quelques exemples de famille de pesticides .....	39
Tableau VI: Quelques critères de choix des personnes à enquêter .....	60
Tableau VII: Taille des acteurs à enquêter pour l'étude.....	61
Tableau VIII: Répartition des différents échantillons de poissons frais et fumés collectés .....	63
Tableau IX: Critères de qualité du poisson frais recherchés .....	64
Tableau X: Critères d'appréciation de la qualité des échantillons de poissons frais et fumés .....	70
Tableau XI: Répartition des pêcheurs des localités de Bouaflé, de Guessabo et de Soubré selon leur origine et leur groupe ethnique.....	77
Tableau XII: Répartition des pêcheurs interrogés selon leur tranche d'âges .....	78
Tableau XIII: Types d'évolution observé dans le secteur de la pêche dans les localités de Bouaflé, Guessabo et Soubré.....	83
Tableau XIV: Répartition des mareyeurs des localités de Bouaflé, de Guessabo et de Soubré selon leur origine et leur groupe ethnique.....	85
Tableau XV: Types de mareyages pratiqués dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	87
Tableau XVI: Bonnes pratiques de développement durable du mareyage dans les localités de Bouaflé, Guessabo et Soubré.....	92
Tableau XVII: Répartition selon l'origine et le groupe ethnique des fumeuses de poissons des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	93
Tableau XVIII: Conformité des charges moyennes en coliformes fécaux, en Staphylocoques et en Salmonelles obtenues des poissons frais collectés à Bouaflé....	102
Tableau XIX: Conformité des charges moyennes en coliformes fécaux, en Staphylocoques et en Salmonelles obtenues des poissons frais collectés à Guéssabo.	104
Tableau XX: Conformité des charges moyennes en coliformes fécaux, en Staphylocoques et en Salmonelles obtenues des poissons frais collectés à Soubré.....	106

## Liste des tableaux

---

Tableau XXI: Conformité des charges moyennes en flores mésophiles aérobies totales, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues des poissons fumés collectés à Bouaflé.....	109
Tableau XXII: Conformité des charges moyennes en flores mésophiles aérobies totales, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues des poissons fumés collectés à Guéssabo.....	1110
Tableau XXIII: Conformité des charges moyennes en flores mésophiles aérobies totales, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues des poissons fumés collectés à Soubré.....	1132
Tableau XXIV: Caractéristiques macroscopiques des espèces fongiques isolées de poisson fumé.....	115
Tableau XXV: Caractéristiques microscopiques des espèces fongiques isolées du poisson fumé.....	115
Tableau XXVI: Charges des mouches présents dans les Tilapia, les Chrysichthys et les Labeo ramenés des localités d'études .....	124
Tableau XXVII: Charges des larves extraites des Tilapia, des Chrysichthys et des Labeo collectés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	124
Tableau XXVIII: Molécules actives de pesticides détectées dans les différents échantillons de poissons frais et fumés collectés des zones de pêche de Bouaflé, Guéssabo et Soubré .....	129
Tableau XXIX: Fréquence d'apparition des molécules actives de pesticides dans les poissons des localités étudiées.....	130
Tableau XXX: Concentrations moyennes (mg/kg) des molécules actives de pesticides détectées dans les poissons frais .....	132
Tableau XXXI: Concentrations moyennes (mg/kg) des molécules actives de pesticides détectés dans les poissons fumés .....	136

**LISTE DES FIGURES**

	Pages
Figure 1: Localisation géographique du bassin versant de la Marahoué (Bandama)...	6
Figure 2: Carte de délimitation de la zone d'étude : Sous-Préfecture de Guéssabo .....	8
Figure 3: Localisation du bassin versant du fleuve Sassandra .....	10
Figure 4: Tilapia d'eau douce.....	12
Figure 5: Mâchoirons capturés .....	14
Figure 6: Labeo capturé.....	16
Figure 7: Structure chimique des organochlorés .....	40
Figure 8: Structure chimique des organophosphorés .....	41
Figure 9: Structure générale de carbamate .....	41
Figure 10: Insecticides de la classe des pyréthrinoïdes .....	41
Figure 11: Modes d'exposition de l'homme et des milieux par les pesticides.....	44
Figure 12: Distribution des pesticides dans l'environnement .....	45
Figure 13: Distribution des pesticides dans les eaux superficielles et souterraines.....	46
Figure 14: Effets de la pollution des eaux superficielles par les pesticides sur les poissons .....	47
Figure 15: Schéma simplifié de toxicocinétique d'un pesticide.....	48
Figure 16: Exemple de cibles des pesticides au niveau de l'organisme.....	49
Figure 17: Espèces de poissons frais et fumés échantillonnées dans les localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré.....	57
Figure 18: Matériel d'échantillonnage utilisé au cours de cette étude .....	58
Figure 19: Recherche de larves et d'insectes dans les échantillons de poissons collectés .....	71
Figure 20: Comptage de larves et d'insectes dans les poissons fumés après 4 semaines d'observation dans un bocal en verre à couvercle ventilé .....	72
Figure 21: Répartition des pêcheurs des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré selon leur nationalité .....	77
Figure 22: Années d'expérience des pêcheurs de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré	79
Figure 23: Techniques de pêches utilisées dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	79
Figure 24: Principales espèces de poissons pêchées dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	80



## Liste des figures

---

Figure 25: Difficultés liées à la pêche dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	81
Figure 26 : Temps moyen (en heure) d'une partie de pêche dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	81
Figure 27: Evolution de la pêche observée dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	82
Figure 28: Pratique de développement durable de la pêche dans les localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré.....	83
Figure 29: Répartition des mareyeurs selon le sexe dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	85
Figure 30: Répartition des mareyeurs des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré selon l'âge .....	86
Figure 31: Années d'expériences des mareyeurs dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	86
Figure 32: Principales espèces de poisson utilisées par les mareyeurs dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	87
Figure 33: Temps de transaction des poissons du fleuve à l'étalage dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	88
Figure 34: Difficultés de mareyage rencontrées dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	88
Figure 35: Evolution de l'activité de mareyage dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	89
Figure 36: Types d'évolution de l'activité de mareyage observé dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	90
Figure 37: Proportion de mareyeurs nettoyant le poisson dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	90
Figure 38: Type de contenant pour la conservation et le transport du poisson utilisé pour le mareyage dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	91
Figure 39: Répartition selon les tranches d'âges des fumeuses de poissons de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	94
Figure 40: Années d'expérience des fumeuses de poissons de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	94
Figure 41: Matériels de fumage du poisson utilisés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	95

Figure 42: Principales espèces de poissons fumées dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.....	95
Figure 43: Temps d'écoulement des stocks de poissons fumés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	96
Figure 44 : Préférence d'outils de stockage du poisson fumé dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré .....	96
Figure 45: Fréquence d'isolement des espèces fongiques isolées des échantillons de poissons issus des localités d'étude .....	116
Figure 46: Larves et <i>Musca domestica</i> adulte identifiés du poisson frais et fumé dans les localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré .....	125

**LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1 : Fiches d'enquête

Annexe 2 : Observation de terrain

Figure 1 : Magasin de stockage

Figure 2 : Sac en polypropylène

Figure 3 : Panier en bois tissé

Figure 4 : Caissons en bois

Figure 5 : Vieux réfrigérateur

Figure 6 : conservation à la glace

Figure 7 : Séchage sur moustiquaire

Figure 8 : Séchage à la corde

Figure 9 : Séchage sur branche de palmier

Figure 10 : Four artisanal rectangulaire

Figure 11 : Four artisanal cylindrique

Figure 12 : Four amélioré

Figure 13 : Paniers de poissons fumés

Figure 14 : Pirogue immatriculée

Figure 15 : Agents du MIRAH en patrouille

Figure 16 : Engin de pêche (Nasse)

Annexe 3 : Matériel de l'analyse au HPLC

## **INTRODUCTION**

La consommation de poissons frais et fumés occupe une place prépondérante dans l'alimentation des populations ivoiriennes, constituant une source essentielle de protéines et de nutriments (Degnon *et al.*, 2013). Le poisson est pour certaines personnes, la principale, voire la seule source de protéine animale disponible à un prix abordable (Coulibaly, 2010). Il constitue une source très importante de protéines de valeurs biologiques, de minéraux et d'acides gras essentiels, et surtout plus digestes que la viande (Mendil *et al.*, 2010 ; Dago, 2018). Cela fait donc du poisson, un complément très précieux dans les régimes alimentaires pauvres en vitamines, protéines et sels minéraux essentiels (Dossouai-yovo *et al.*, 2011).

Ainsi, la qualité sanitaire de ces produits suscite de plus en plus d'inquiétudes en raison des risques potentiels de contamination microbiologique et chimique qui peuvent affecter la santé des consommateurs. La chaîne de production et de distribution, allant de la capture à la vente au détail, présente plusieurs points critiques où des altérations peuvent survenir, compromettant la sécurité sanitaire (Panisset *et al.*, 2003). Les poissons constituent probablement les animaux vivants dans le milieu de l'environnement le plus complexe au point de vue chimique et le plus susceptible d'être contaminée par des substances d'origine naturelle ou par des produits organiques et inorganiques, d'origine tant environnementale qu'industrielle. Les pertes post-captures s'élèvent de 20 à 50 % en Afrique et plus particulièrement en Côte d'Ivoire, ce qui entraîne généralement un manque à gagner et une diminution de la quantité de poissons disponibles pour l'alimentation (Monney *et al.*, 2020). La transformation du poisson devient donc impérieuse afin de réduire les pertes post captures et d'assurer la sécurité alimentaire des populations. Les techniques traditionnelles de transformation et de conservation utilisées sont essentiellement le fumage, le salage, la fermentation, le séchage, la friture, la réfrigération et la congélation (Depo *et al.*, 2019 ; Brito *et al.*, 2022). Plus de 80 % du poisson commercialisé en zone rurale est fumé avec des méthodes archaïques (Folorunso *et al.*, 2006). Ainsi, ces différentes pratiques ne garantissent pas toujours la qualité du poisson. Les poissons transformés risquent de devenir de véritables vecteurs de maladies lorsqu'ils renferment des substances chimiques toxiques (métaux lourds, toxines de bactéries ou de champignons, hydrocarbures aliphatiques, pesticides...) (Mohamed *et al.*, 2012) ou des agents biologiques pathogènes (virus, bactéries, champignons, larves et insectes) (Djessouho, 2015). La présence de ces dangers dans les poissons fumés est presque toujours en rapport avec des contaminations diverses qui relèvent d'un manque d'hygiène, d'erreurs inconscientes ou de négligence lors de la préparation ou de la conservation, la non-maîtrise des bonnes pratiques de fabrication, de stockage et de distribution (Dossou-yovo *et al.*, 2011 ; Kouakou *et al.*, 2012). Les répercussions

sur la santé humaine et l'économie qui résultent de la dégradation de la qualité nutritionnelle et hygiénique des poissons sont énormes à l'échelle mondiale (Amani, 2016).

La contamination biologique du poisson peut entraîner différentes maladies pour le consommateur. En quantité trop importante, les Flores Mésophiles Aérobie Totales sont susceptibles d'engendrer des manifestations cliniques à prédominance digestive (Guignard, 2021). *Staphylococcus aureus* est le germe pathogène généralement responsable d'infections cutanées et parfois de pneumonies, d'endocardites et d'ostéomyélites. Il provoque fréquemment la formation d'abcès (Huang *et al.*, 2019). Certaines souches élaborent des toxines qui déclenchent une gastro-entérite, un syndrome d'épidermolyse et un syndrome de choc toxique (Bratzler *et al.*, 2013). Les salmonelloses sont des maladies provoquées par des entérobactéries du genre *Salmonella*. La fièvre, la diarrhée, les vomissements et les douleurs abdominales sont les principaux symptômes de l'infection aux salmonelles. En pathologie humaine, les salmonelles provoquent deux types de maladies : des gastro-entérites par intoxication alimentaire (salmonellose) et des fièvres typhoïdes et paratyphoïde (Bornert, 2000). Les champignons provoquent des maladies superficielles et faciles à traiter dans la plupart des cas. Mais dans d'autres cas, il y a des champignons qui causent des lésions profondes qui peuvent même atteindre la circulation sanguine et affecter des organes tels que les poumons (sporotrichose, histoplasmosse ou aspergillose entre autres). Par ailleurs certaines souches de coliformes thermotolérants sont capables de causer une maladie et cela sous certaines conditions, entraînant alors des gastro-entérites, infections urinaires, méningites ou sepsis (Chart, 2012 ; Verhille, 2013 ; Kus, 2014 ; Rogers *et al.*, 2016). L'infestation des larves et des insectes ichtyophages et leurs effets sur la santé sont encore à étudier, mais peuvent engendrer l'apparition d'altération et donc le rejet du produit. Les conditions de stockage déterminent en partie la durée de vie des produits et donc l'acceptabilité du produit. Les principales conséquences de la contamination des poissons par les larves et les insectes sont la perte de poids et l'émiettement du produit. Concernant les contaminants chimiques, l'ingestion de pesticides est susceptible d'avoir un impact sur la santé humaine, avec des effets potentiels sur la survenue de pathologies neurologiques, métaboliques ou de certains cancers tels que des tumeurs cérébrales, des cancers de la prostate, des cancers de l'ovaire, des cancers du poumon et mélanomes, pour des niveaux d'exposition élevés et pendant de longues périodes (Isenring, 2010 ; Multigner *et al.*, 2016).

Malgré l'importance des poissons frais et fumés, composante essentielle de l'alimentation en Côte d'Ivoire fournissant des protéines et des nutriments vitaux à une large

portion de la population, la qualité sanitaire de ces produits demeure une préoccupation majeure. Le phénomène de lessivage, l'orpaillage, les conditions de capture, de traitement, de stockage et de distribution peuvent exposer les poissons à divers contaminants microbiologiques et chimiques, mettant ainsi en péril la santé des consommateurs. En dépit de l'importance de ce secteur, les études systématiques et les contrôles rigoureux sur la qualité sanitaire des poissons sont souvent insuffisants. Comment alors garantir une qualité sanitaire optimale des poissons frais et fumés en Côte d'Ivoire, et quelles sont les interventions nécessaires pour améliorer les pratiques actuelles tout au long de la chaîne de production et de distribution ? Cette problématique soulève des questions cruciales sur les normes sanitaires, les méthodes de conservation, les pratiques commerciales et les responsabilités des acteurs impliqués dans cette filière essentielle. Dans ce contexte, il est crucial de mener des études approfondies pour évaluer les pratiques actuelles et identifier les mesures nécessaires pour garantir la qualité sanitaire des poissons frais et fumés.

L'objectif général de cette étude est d'évaluer de manière exhaustive la qualité sanitaire du *Tilapia* spp., du *Chrysichthys* spp. et du *Labeo* spp. consommés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré.

Il s'agira plus spécifiquement de :

- caractériser la pêche, la transformation et la conservation dans les localités de Guéssabo, Bouaflé et Soubré par une enquête ;
- évaluer la qualité microbiologique des poissons issus de ces localités ;
- rechercher la présence de larves et de mouches dans les poissons collectés dans ces zones de pêches ;
- rechercher les traces de pesticides dans les échantillons de poissons issus de ces différentes localités.

## **PREMIERE PARTIE : GÉNÉRALITÉS**



## 1. PRÉSENTATION DU MILEU D'ÉTUDE

Cette étude a été menée dans les zones de pêches de Bouaflé, Guessabo et Soubré afin d'évaluer les incidences sanitaires et chimiques dues à la consommation de poisson frais et fumé issus des fleuves Bandama et Sassandra traversant ces localités.

### 1.1. Zone de pêche de Bouaflé

#### 1.1.1. Situation géographique

Le bassin versant de la Marahoué (Bandama rouge) est situé en Côte d'Ivoire entre les longitudes 5°5' et 7°1' Ouest et les latitudes 6°7' et 9°5' Nord (Figure 1). Il a une superficie de 24300 km<sup>2</sup> (25 % de la superficie totale du bassin versant du Bandama) (Kouassi *et al.*, 2021). La Marahoué est l'affluent rive droite le plus important du Bandama. Le cours d'eau principal, la Marahoué est encadré par deux affluents : le Béré à l'Est et le Yani ou Bahoroni à l'Ouest, il se jette dans le Bandama blanc à l'endroit où se trouve le village de Bozi, peu après la ville de Bouaflé (Kouassi *et al.*, 2021).

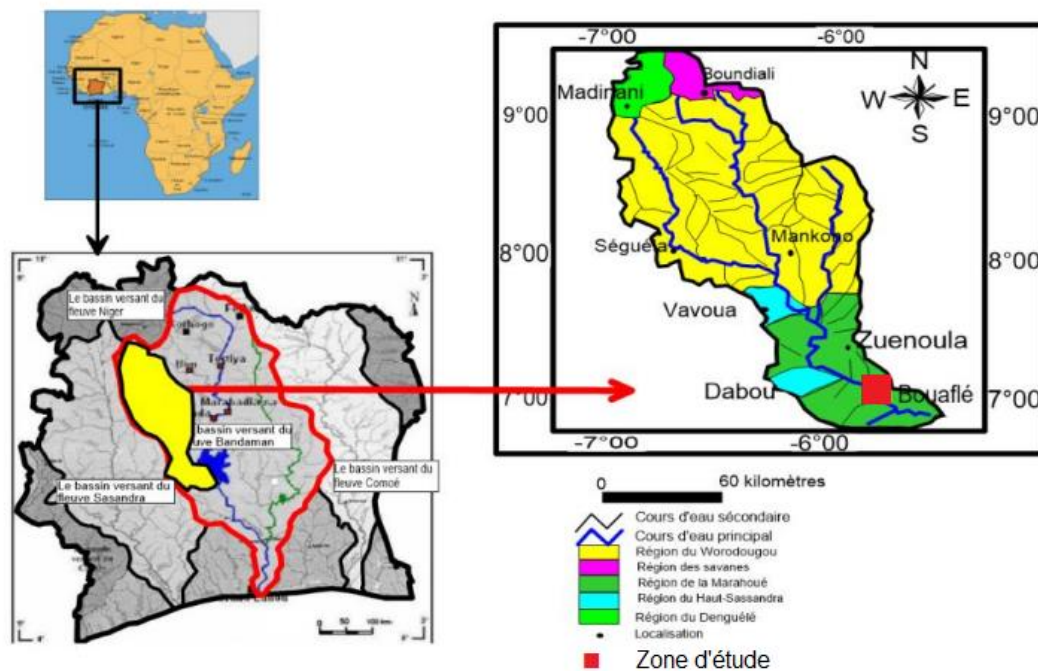


Figure 1: Localisation géographique du bassin versant de la Marahoué (Bandama)

Source : Kouassi *et al.*, 2021

#### 1.1.2. Régime hydrologique

Le régime hydrologique de la Marahoué (Bandama) à Bouaflé met en évidence une période des hautes eaux allant du mois d'Août au mois de Novembre et une période de basses eaux qui va de Janvier à Avril (Kouassi *et al.*, 2021). La période de moyennes eaux se situe entre Mai et Juillet et prend en compte le mois de Décembre. La végétation, le relief, le climat

et le types de sol définissent les conditions physiques de l'écoulement du bassin versant de la Marahoué (Bandama rouge) (Kouassi *et al.*, 2021).

### **1.1.3. Activité de pêche à Bouaflé**

Dans la ville de Bouaflé, chef-lieu de la région de la Marahoué, les poissons d'eau douce sont commercialisés frais et fumés. Les espèces rencontrées fréquemment sont le tilapia ou le carpe, le machoiron, le silure, le cameroun, appelé scientifiquement *heterotis niloticus* et le capitaine. La commercialisation du poisson constitue une source d'emploi et de revenu pour la population. Elle permet de lutter contre la pauvreté (Sehi, 2021).

Les poissons frais proviennent de la pêche locale pratiquée dans le lac de kossou, limité par les sous-préfectures de Begbessou et de Pakouabo et dans le fleuve Bamdama de la ville de Bouaflé. Ces poissons conditionnés dans des caisses confectionnées en bois sont transportés à motos en grande partie. D'autres moyens dont les taxis-brousse et camions, sont également utilisés pour le transport du poisson frais. En 2020, ce sont 1707 tonnes de poissons fumés et 2485 tonnes de poissons frais qui ont été commercialisées dans la localité de Bouaflé (Sehi, 2021).

La pêche sur le fleuve Bandama est exercée par des populations d'origine diverses (Burkina Fasso, Côte d'Ivoire et Mali) (Vanga, 2001). Le constat le plus évident est qu'à l'instar des autres régions productrices de ressources halieutiques de Côte d'Ivoire, Bouaflé est confronté à une baisse de sa production halieutique (Diarra, 2020). Cette baisse est liée à plusieurs facteurs dont la baisse du nombre de pêcheurs, les mauvaises pratiques de pêche, l'utilisation d'engins non conventionnels, les pollutions par l'orpaillage, l'avancée des végétaux aquatiques envahissants. Cette situation devient de plus en plus inquiétante et plonge aujourd'hui un bon nombre de pêcheurs dans la misère, et suscite l'abandon de l'activité de pêche (Diarra, 2020).

## **1.2. Zone de pêche de Guéssabo**

### **1.2.1. Situation géographique**

La présente étude a été effectuée également dans la localité de Guéssabo (Figure 2). Située dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, entre 6° 49' W et 6° 45' N (Kra, 2016) ; Guéssabo est une Sous-Préfecture récente du Département de Zoukougbeu (Kra, 2016). Elle se situe donc dans la région du haut Sassandra, sur l'axe Daloa - Duékoué et est limitée au Nord par les sous-préfectures de Domangbeu et de Zoukougbeu, au Sud par le Département de Issia et à l'Ouest par le bassin du fleuve Sassandra (Dago, 2018).

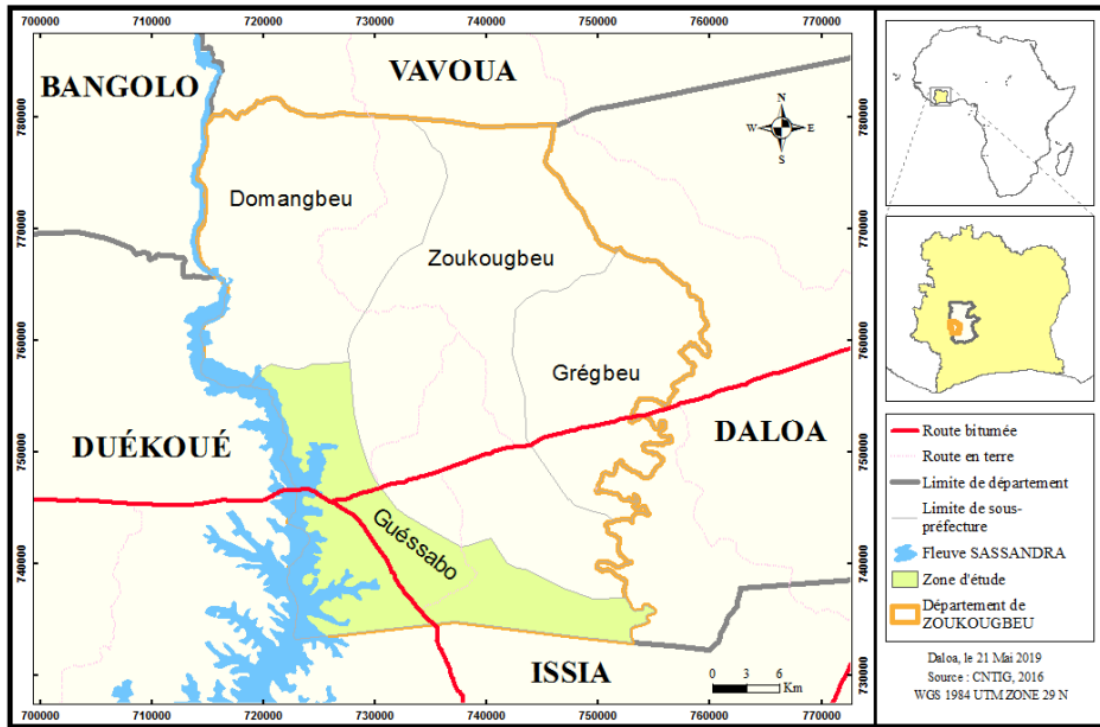


Figure 2: Carte de délimitation de la zone d'étude : Sous-Préfecture de Guéssabo

Source : Dago, 2018

### 1.2.2. Régime hydrologique

La Sous-Préfecture de Guéssabo est drainée du côté Ouest par le bassin du fleuve Sassandra. Ce cours d'eau, parmi les quatre (04) principaux bassins de la Côte d'Ivoire, prend sa source dans la région de Beyla en Guinée, sous le nom de Feroudougouba (Dago, 2018). Son bassin couvre une superficie d'à peu près 75.000 Km<sup>2</sup>. Long de 650 km, le Sassandra reçoit deux (02) affluents importants, notamment le Bafing et le N'zo (d'un bassin versant d'environ 6 7.000 Km<sup>2</sup> à Guiglo) en rive droite et trois (03) autres affluents importants en rive gauche que sont le Boa, le Lobo et le Davo. Il présente deux (02) secteurs de fortes pentes, l'un dans le cours supérieur et l'autre dans les 60 km qui viennent en aval de Soubré, avec une pente moyenne de 0,50 mètre par kilomètre. A Guéssabo, le Sassandra s'étend sur un bassin versant de 35.400 Km<sup>2</sup>, avec un débit de l'ordre de 7,5 à 9 L/S/Km (Dago, 2018). Les déficits d'écoulement varient entre 1280 et 1350 mm pour une moyenne de 1300 mm. Selon Touchebeuf & Girad cité par Dago (2018), les précipitations qui oscillent entre 1550 et 1600 mm pour une moyenne de 1575 mm dans cette zone font observer deux (02) types de régime hydrologique selon la pluviométrie de l'année, notamment le régime Tropical de transition et le régime équatorial de transition atténuée (Dago, 2018).

### **1.2.3. Activités de pêche à Guéssabo**

La Sous-Préfecture de Guéssabo dispose de nombreux atouts naturels qui y favorisent le développement de plusieurs activités économiques dont la pêche et l'agriculture (Kra, 2016). La présence d'un bassin fluvio-lacustre et la forte proportion de la population rurale sont autant de facteurs qui influencent positivement la pêche continentale et ses activités connexes dans cette localité. Ces activités impliquent un nombre important d'acteurs. La pêche y est pratiquée dans le lac du barrage de Buyo et dans plusieurs autres couloirs de pêches avec une production assez importante pour la région du Haut Sassandra (Kra, 2016). Bien que la pêche à Guéssabo offre de bonnes productions, elle demeure toujours artisanale par l'utilisation de vieilles pirogues, de nasses, de filets et des lignes ou hameçons (Dago, 2018). Selon la FAO, 2008, la production de poissons d'eaux douces de la localité de Guéssabo s'élevait à seulement 192 tonnes en 2003 (Projet Fish/2003/02, 2004).

## **1.3. Zone de pêche de Soubré**

### **1.3.1. Situation géographique**

Le fleuve Sassandra est un cours d'eau dont le bassin versant est l'un des quatre bassins majeurs de la Côte d'Ivoire. Il est situé entre 5°60' et 9°50' de latitude Nord et 6°0' et 8°20' de longitude Ouest avec une superficie de 54 670 km<sup>2</sup>. Le fleuve Sassandra prend sa source dans la région de Beyla en Guinée (figure 3) (zone jaune sur la carte) sous le nom de Feroudougouba (Yéo, 2020). Le bassin versant du Sassandra à Soubré est un sous-bassin du bassin versant du fleuve Sassandra qui a une superficie de 75 000 km<sup>2</sup> dont 8 000 km<sup>2</sup> est située hors du territoire ivoirien (Konan, 2001 ; Agbri *et al.*, 2010 ; Sorokoby, 2013). Il se situe entre le bassin versant du Cavally à l'ouest et le bassin versant du Bandama à l'est (Soro, 2021) (figure 3).

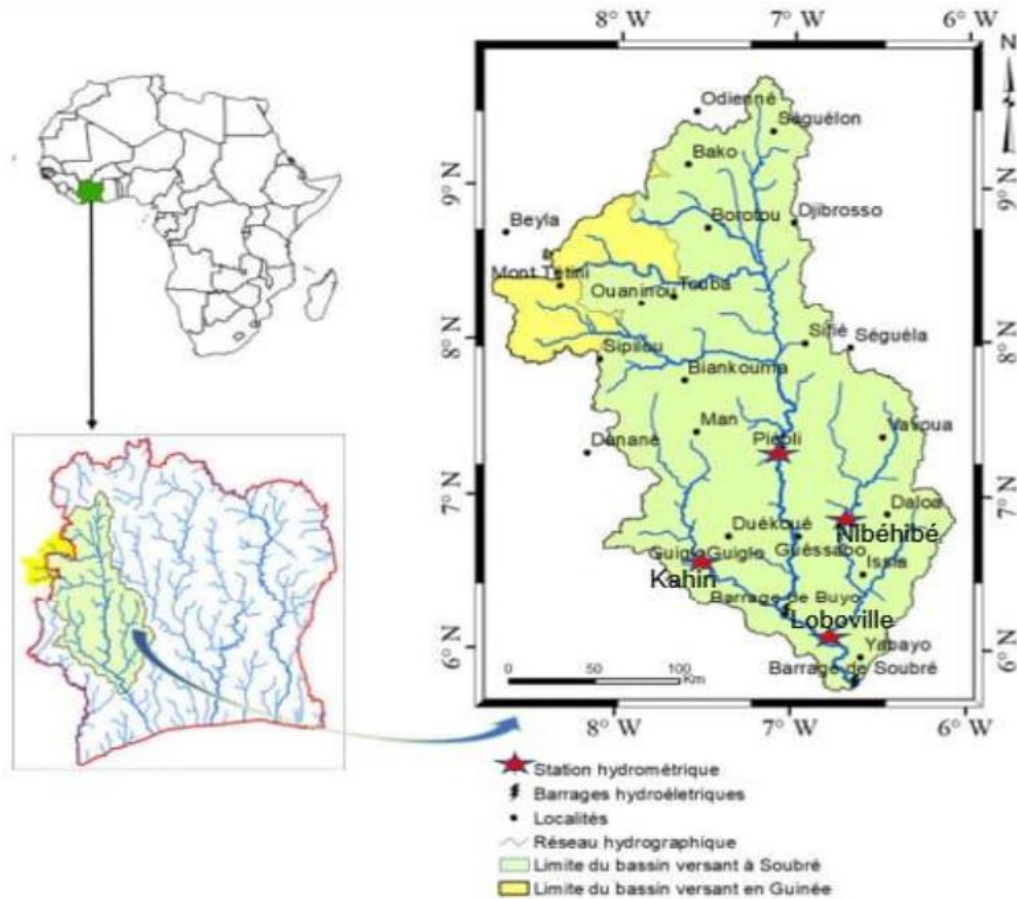


Figure 3: Localisation du bassin versant du fleuve Sassandra

Source : Yéo, 2020

### 1.3.2. Régime hydrologique

Long de 442 km avec un débit estimé à 350 m<sup>3</sup>/s, le fleuve Sassandra reçoit deux affluents importants en rive droite : le Bafing (280 km) et le N'Zo (255 km). Puis il reçoit, en rive gauche, la Lobo qui est le dernier affluent avant la localité de Soubré (Soro, 2021).

### 1.3.3. Activité de pêche à Soubré

Les eaux du fleuve Sassandra renferment une grande diversité de poissons, presque tous comestibles, et font l'objet d'une pêche intensive (avec une activité annexe de fumage et séchage des poissons). La production de poissons d'eaux douces de Soubré en 2003 était de 1119 tonnes (Projet Fish/2003/02, 2004). La pêche, artisanale à Soubré, se déroule le plus souvent en fin de nuit. Parmi les familles de poissons présentes, on trouve notamment les Mormyridés (poissons éléphants, poissons électriques), les Notoptéridés (poissons-couteaux), le redoutable *Malapterurus electricus* (poisson-chat électrique), des Mastacembelidés (anguilles épineuses), des Cyprinidés (plusieurs espèces du genre Barbus), des Anabantidés (*Ctenopoma*), plusieurs familles de poissons-chats (Clariidés, Mochokidés (*Synodontis*), etc.)

et plusieurs genres de Cichlidés (*Hemichromis*, *Oreochromis*, «tilapia»), etc. (Sorokoby, 2013). Les férus d'aquariophilie se retrouveront en pays de connaissance, car de nombreux genres et même espèces présentes dans le fleuve ont aussi un intérêt en aquariophilie d'autant que nous n'avons identifié ici que ceux qui sont connus pour la pêche à usage alimentaire, en ignorant ceux qui restent trop petits pour cet usage mais dont la petite taille est parfaitement adaptée à la captivité en aquarium (Soro, 2021).

## 2. GÉNÉRALITÉ SUR LES ESPECES DE POISSONS ETUDIÉES

Les fleuves Bandama et Sassandra étudiés abritent une variété d'espèces de poissons d'eau douce notamment les *Tilapia*, les *Chrysichthys* et les *Labeo* couramment pêchées et commercialisées sous différentes formes (frais ou transformés). Ces espèces de poissons jouent un rôle important dans l'alimentation, l'économie et la culture en Côte d'Ivoire. La pêche de ces poissons est une source de subsistance pour de nombreuses communautés locales et contribue à la sécurité alimentaire du pays. Les termes *Tilapia*, *Chrysichthys* et *Labeo* font référence à trois genres de poissons d'eau douce différents, chacun ayant plusieurs espèces.

### 2.1. *Tilapia* (*Tilapia*)

Le tilapia est un genre de poissons, de la famille des Cichlidés, comprenant environ 40 espèces originaires d'Afrique ainsi que du Moyen-Orient et leur taille varie entre 5 et 50 cm. Il regroupe trois genres au sein des Cichlidés : *Oreochromis*, *Tilapia* et *Sarotherodon* et une sous-famille constituée d'une centaine d'espèces (Ouédraogo, 2000). Ce poisson d'eau douce ou d'eau saumâtre est une sorte de carpes exotique (Figure 4), abondamment élevé et consommé dans le monde (Colin *et al.*, 2010).

Le tilapia est une espèce de poisson très prisée dans le monde entier en raison de sa chair blanche, légèrement sucrée et de sa faible teneur en graisses (Colin *et al.*, 2010). Compte-tenu de sa valeur économique et des bonnes conditions de sa commercialisation en Côte d'Ivoire et dans les pays développés, on assiste partout à l'installation de fermes aquacoles de tilapia. Ces installations restent encore limitées mais les projets se multiplient. La pêche du tilapia dans les lacs, les rivières et les étangs contribue également à l'économie locale (Colin *et al.*, 2010).



Figure 4: Tilapia d'eau douce

Source : Colin *et al.*, 2010

### 2.1.1. Position systématique

Règne..... : Animalia

Embranchement..... : Chordata

Sous-embranchement..... : Vertebrata

Super-classe..... : Osteichthyes

Classe..... : Actinopterygii

Sous-classe..... : Neopterygii

Infra-classe..... : Teleostei

Super-ordre..... : Acanthopterygii

Ordre..... : Cichliformes

Famille..... : Cichlidae

Genre..... : *Oreochromis*

Espèce..... : *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Nom commun courant.... : Tilapia ou Carpe

Les synonymes d'*Oreochromis niloticus* (L.) sont : *Tilapia nilotica* (L.) et *Sarotherodon niloticus* (L.).

### 2.1.2. Biologie et écologie

Avec au moins 60.000 espèces, les perciformes représentent le plus grand ordre des vertébrés. Plus de 1.300 espèces de cet ordre sont dans la famille des Cichlidae (Nelson, 2006), y compris plus de 70 espèces de tilapia (Ouédraogo., 2000). Les Cichlidae sont répandus dans toutes les régions intertropicales d’Afrique, d’Amérique et d’Asie et ont réalisé des phénomènes adaptatifs impressionnants dans les lacs de l’Afrique de l’Est (Lee *et al.*, 2005 ; Brawand *et al.*, 2014). La sous-famille des Tilapia appartient à la famille des Cichlidae et comprend une centaine d’espèces regroupées en trois genres : *Oreochromis*, *Sarotherodon* et *Tilapia* qui se différencient notamment par leur comportement reproducteur et leur régime alimentaire. De ces trois genres, deux espèces font aujourd’hui l’objet d’élevage à un niveau important : *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon melanotheron* ainsi que leurs hybrides (Toguyeni, 2004 ; Bamba *et al.*, 2008 ; Lazard, 2009 ; Toguyeni *et al.*, 2009 ; Cnaani & Hulata, 2011 ; FAO, 2014).

### 2.1.3. Caractéristiques morphologiques

*Oreochromis niloticus* est facilement reconnaissable grâce aux rayures verticales régulières noires sur sa nageoire caudale (Paugy *et al.*, 2004 ; Nelson, 2006). Sa nageoire dorsale grisâtre et formée d'une seule pièce, comprend une partie épineuse présentant 15 à 18 épines et une partie molle comptant 12 à 14 rayons souples (Lévêque *et al.*, 1990 ; Amoussou, 2017). D’après Lévêque *et al.* (1994), la ligne latérale, un organe sensoriel, est discontinue chez cette espèce, donnant ainsi une ligne latérale supérieure de 21 à 24 écailles et une ligne latérale inférieure de 10 écailles. Ces écailles sont uniquement cycloïdes (Amoussou, 2017). Il existe chez *Oreochromis niloticus* un dimorphisme sexuel qui se remarque au niveau de la papille génitale. Cette dernière est allongée chez le mâle alors que chez la femelle, elle est forte, courte et présente en son milieu une fente transversale (oviducte). Ce dimorphisme sexuel rend très facile le sexage qui n’est applicable qu’à des poissons de 20 à 50 g (Lévêque *et al.*, 1992 ; Lévêque & Paugy, 2006). Les mâles matures ont la gorge, le ventre et les nageoires impaires teints de noir (Paugy *et al.*, 2004).

## 2.2. Mâchoiron (*Chrysichthys*)

*Chrysichthys* (Lacépède, 1803) est l’un des poissons les plus appréciés en Côte d’Ivoire où il présente une très bonne valeur commerciale (Yapi., 2014). Plus connu sous le nom de mâchoiron, c’est un genre de poissons de la famille des *Elopidae*. Les mâchoirons sont des poissons marins qui se trouvent dans les eaux salées et saumâtres, et certaines espèces migrent entre les habitats d'eau douce et d'eau salée. Ils sont prédateurs et se nourrissent principalement



de poissons et de crevettes. Les mâchoirons sont souvent prisés pour la pêche sportive (Colin *et al.*, 2010) (Figure 5).



Figure 5: Mâchoirons capturés

Source : Pruvost, 2018

### 2.2.1. Position systématique

Selon Paugy *et al.* (2003), la classification des *Chrysichthys* dans l'échelle zoologique est la suivante :

Règne..... : Animalia  
Embranchement..... : Chordata  
Sous-embranchement..... : Vertebrata  
Super-classe..... : Osteichthyes  
Classe..... : Actinopterygii  
Sous-classe..... : Neopterygii  
Infra-classe..... : Teleostei  
Super-ordre..... : Ostariophysi  
Ordre..... : Siluriformes  
Famille..... : Claroteidae  
Genre..... : *Chrysichthys* (Bleeker, 1858)  
Espèce..... : *Chrysichthys nigrodigitatus*  
Nom commun courant..... : Mâchoiron

### 2.2.2. Biologie et écologie

Les Siluriformes, communément appelés "poissons-chats", constituent un groupe de poissons de grande importance tant sur les plans de la diversité spécifique et biogéographique. *Chrysichthys* est une espèce euryhaline qui colonise largement les eaux saumâtres avec toutefois une préférence pour les eaux oligo- et mésohalines et pour les zones calmes et peu profondes. C'est une espèce benthique qui se nourrit principalement au stade adulte de détritiques organiques et d'invertébrés : larves d'insectes (chironomes, diptères), de crustacés planctoniques et de mollusques présents en abondance dans le benthos (Hem *et al.*, 1994).

### 2.2.3. Caractéristiques morphologiques

A la maturité, il apparaît chez le mâle un caractère sexuel qui se manifeste par une coloration de la papille ano-génito-urinaire. Les *Chrysichthys* sont caractérisés par leur corps allongé, leur mâchoire inférieure proéminente, c'est à dire plus large que long. La coloration du corps est gris bleuâtre (argenteé), le ventre blanc. La nageoire dorsale a six (6) rayons branchus, dont le plus long est le deuxième ou le troisième. La nageoire caudale est profondément fourchue avec le lobe supérieur plus long et plus pointu (Yapi, 2014). L'espèce *Chrysichthys nigrodigitatus* est caractérisée par un museau pointu, une bouche assez petite. Les barbillons mandibulaires fins ont les points d'insertion bien séparés (Paugy *et al.*, 2003). Appartenant aux poissons à systématique difficile et confuse (Teugels, 1986), l'étude de la biologie des populations utilise conjointement des approches biométriques et génétiques afin d'évaluer la biodiversité des stocks disponibles. Des travaux préliminaires de recherche sur les *Chrysichthys nigrodigitatus* a montré que la population de la lagune Ebrié était morphologiquement distincte de celles issues de la lagune Aby et de la rivière Bia qui présentaient une forte similarité morphologique (Ouattara, 2019).

### 2.3. Labeo (*Labeo*)

Le genre *Labeo* appartient à la famille des Cyprinidae, qui comprend de nombreuses espèces de poissons d'eau douce, y compris les carpes (Cuvier, 1816). Ce genre fait l'objet d'importantes pêcheries en Côte d'Ivoire (Aliko *et al.*, 2010). *Labeo coubie* est présenté comme le plus grand *Labeo* d'Afrique de l'Ouest pouvant atteindre une taille de 750 mm et peser plus de 12 kg. Dans le milieu naturel, l'espèce est décrite comme un consommateur primaire. *Labeo coubie* est également qualifiée d'herbivore ou de détritivore se nourrissant de plantes aquatiques et d'algues. Les habitats préférentiels de *Labeo coubie* sont les endroits rocheux des cours d'eau. Dans le barrage de Kossou (bassin du Bandama), l'espèce est rencontrée dans les zones abritant des troncs d'arbres submergés sur lesquels se développent d'abondantes couvertures végétales faites de mousses et de moisissures. La distribution de cette espèce sur le territoire ivoirien

s'étend aux 4 principaux bassins (Cavally, Sassandra, Bandama et Comoé) (Aliko *et al.*, 2010) où sa production est essentiellement halieutique. Toutefois, les Labeo sont le plus souvent élevés dans les aquariums en raison de leur apparence intéressante et de leur comportement pacifique (Figure 6). Malgré les enjeux halieutiques que présente ce poisson, peu d'études lui ont été consacrées comparativement à d'autres espèces (Colin *et al.*, 2010).



Figure 6: Labeo capturé

Source : Tan *et al.*, 2020

### 2.3.1. Position systématique

Règne..... : Animalia  
Embranchement..... : Chordata  
Sous-embranchement..... : Vertebrata  
Super-classe..... : Osteichthyes  
Classe..... : Actinopterygii  
Sous-classe..... : Neopterygii  
Infra-classe..... : Teleostei  
Super-ordre..... : Ostariophysii  
Ordre..... : Cypriniformes  
Famille..... : Cyprinidae  
Genre..... : *Labeo* (Cuvier, 1816)  
Espèce..... : *Labeo parvus*

### **2.3.2. Biologie et écologie**

*Labeo parvus* est l'une des deux espèces de cyprinidés du genre *Labeo* présentes dans les bassins des fleuves Africain (Lalèyè *et al.*, 2004). On trouve ce poisson en abondance dans les parties des bassins constituées de fond rocheux où il représente pendant les crues plus de 50 % des captures des pêcheurs. Longtemps considéré comme une espèce sans valeur commerciale dans les pêcheries, *Labeo parvus* prend de plus en plus de l'importance parmi les poissons d'intérêt commercial. Très peu d'études ont été consacrées à l'histoire de vie des espèces de *Labeo* africains (Dadebo *et al.*, 2003).

### **2.3.3. Caractéristiques morphologiques**

Les membres de la famille des Cyprinidae partagent une forme générale allongée du corps, mais des variations existent entre les groupes (Tan *et al.*, 2020).

Les *Labeo* ont un corps allongé et fuselé avec une bouche en forme de ventouse. *Labeo* sp. possède un corps plus ou moins comprimé latéralement. Les flancs sont parcourus par une bande latérale brun sombre, élargie à la nageoire caudale écaillée. Le profil dorsal en avant de la nageoire dorsale est courbe. Le museau n'a pas de sillon transversal profond ni appendice charnu à son extrémité. Leurs yeux sont relativement petits. La nageoire dorsale des *Labeo* sp. sont concave avec 4 rayons simples et 12 rayons branchus (Tan *et al.*, 2020).

## **3. TRANSFORMATION ARTISANALES ET CONSERVATION DU POISSON EN COTE D'IVOIRE**

### **3.1. Présentation de la transformation du poisson en Côte d'Ivoire**

La transformation du poisson en Côte d'Ivoire est un processus essentiel qui permet de préparer le poisson frais pour la consommation, la distribution et l'exportation (Brito *et al.*, 2022).

Les productions de la pêche et de l'aquaculture sont très hétérogènes au point de vue des espèces et des formes de produits. Les nombreuses espèces peuvent être préparées de multiples façons, ce qui fait du poisson un produit alimentaire offrant d'innombrables possibilités. Le fumage, le salage, le séchage et la fermentation sont les principaux modes de transformation artisanale appliqués seuls ou en association partout en Afrique de l'ouest (Depo *et al.*, 2019). En Côte d'Ivoire, le fumage est la première méthode de conservation du poisson. Outre sa commercialisation sur les marchés locaux, le poisson fumé en Côte d'Ivoire s'exporte vers les pays de la sous-région Ouest-africaine, les pays européens, et l'Amérique du Nord (Dago, 2018). Le développement de la consommation et de la commercialisation des produits de la pêche se sont accompagnés d'un intérêt croissant. Cet intérêt est porté sur la qualité et la sécurité sanitaire des aliments, sur les aspects nutritionnels et sur la réduction du gaspillage. Dans le

commerce national et international, des mesures d'hygiène de plus en plus strictes sont adoptées au fur et à mesure pour assurer la sécurité sanitaire des aliments et protéger le consommateur (FIDA, 2019 ; Latifou *et al.*, 2020).

La transformation du poisson en Côte d'Ivoire contribue à la disponibilité des produits de la pêche tout au long de l'année, même en dehors des périodes de pêche abondante. Elle joue un rôle essentiel dans la préservation des produits des cours d'eaux (rivières, fleuves, mer), la création d'emplois et la diversification de l'offre alimentaire.

### **3.2. Fumage du poisson**

Le poisson est un produit rapidement périssable qu'il est nécessaire de transformer et de conserver. La grande partie de la production de poissons (80 %) subit un certain nombre de transformations ou de préparations (Anses, 2010 ; Tamgno *et al.*, 2020). Les poissons sont commercialisés sous une forme transformée par fumage, brûlage (qui est une technique proche de celle du fumage), dans une moindre mesure par séchage. Pour la plupart des pêches en eaux douces, les captures sont essentiellement transformées par fumage (Tamgno *et al.*, 2020). Le fumage qui consiste à exposer le produit à la fumée provenant de bois ou d'autres combustibles qui 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 (Djessouho, 2015). En Côte d'Ivoire, le fumage du poisson se fait essentiellement de façon artisanale avec une diversité d'opérations unitaires, d'utilisation de combustibles et des fumoirs de tout genre. Toutes les espèces de poissons peuvent être fumées. Cependant, le facteur taille reste important (Tamgno *et al.*, 2020).

#### **3.2.1. Ecaillage et ouverture**

Pour les espèces à écailles, les poissons sont écaillés lorsqu'ils sont encore frais sur des supports. Les femmes utilisent pour cette opération des couteaux et des hachettes. Les hachettes sont surtout utilisées pour arracher les écailles des gros capitaines, des hétérosis. Le poisson destiné au fumage doit être tout frais et préparé le plutôt possible après sa capture (Tamgno *et al.*, 2020).

Le poisson n'est pas totalement ouvert après l'écaillage. Il est simplement vidé par une incision ventrale. Pour les espèces comme le clarias de grande taille, afin de réduire les risques de détérioration et de casse pendant le transport, les femmes pratiquent une incision perpendiculaire à la colonne vertébrale au milieu du corps (Abotchi, 2010). Ensuite elles ramènent l'une contre l'autre la partie antérieure et postérieure. Cet aspect recourbé est souvent obtenu en reliant la tête à la queue par un bâtonnet. Pour les espèces de petite taille, l'aspect recourbé est réalisé en reliant la tête à la queue par l'épine de la pectorale (Tamgno *et al.*, 2020).

### **3.2.2. Egouttage et fumage**

Les poissons préparés sont déposés côte à côte sur une natte de litière de paille. Ils sont débarrassés de toute l'eau qui a servi à les laver et partiellement celle contenue dans la chair. Cette opération est très importante car elle permet de réaliser un bon fumage et d'empêcher le poisson de se coller aux claies (Abotchi, 2010).

Le fumage est fait avec du bois et souvent avec de la bouse de vache dans les pays sahélien comme le Mali. Les poissons sont rangés côte à côte généralement sur une ou plusieurs claies. Ils sont ensuite recouverts par des papiers cartons pour ralentir la sortie des fumées pendant le fumage (Abotchi, 2010). La plupart des poissons sont fumés entiers, sauf les grosses espèces qui sont débitées tout comme dans le cas du séchage. Le fumage démarre avec un feu vif qui permet le séchage et la cuisson de la couche superficielle. Quand cet objectif est atteint, l'intensité du feu est diminuée. La durée du fumage dépend de la taille des poissons, de la qualité du combustible et du genre de produit que l'opérateur désire obtenir ; elle peut aller d'un à plusieurs jours (Abotchi, 2010 ; Tamgno *et al.*, 2020).

## **3.3. Impact du fumage sur la qualité du poisson fumé**

### **3.3.1. Impact sur la qualité nutritionnelle**

Les interactions qui se produisent entre les constituants de la fumée et les protéines, les matières grasses et les autres éléments constitutifs du produit ne sont pas connues avec précision. Les poissons fumés présentent une dénaturation des protéines (jusqu'à 20 % de pertes lors du fumage à froid et jusqu'à 55 % lors du fumage à chaud) due à la chaleur qu'à la fumée. Une perte en lysine a aussi été rapportée (Sainclivier, 1993). La fumée a une action anti-oxydante, surtout par les phénols, qui inhibe la réaction d'oxydation dès la phase d'initiation. Toutefois, une perte en EPA (Acide Eicosapentaénoïque) et DHA (Acide Docosahexaénoïque) pouvant atteindre 35 % a été rapportée pour du maquereau fumé (Combe, 2003).

### **3.3.2. Impact du fumage sur la qualité sanitaire**

La fumée produite par la combustion du bois contient des substances fongistatiques qui inhibent la croissance des moisissures et des levures à la surface du produit. Les constituants de la fumée ont également un effet bactériostatique. Un léger fumage peut être utilisé durant la période de stockage du poisson, en particulier dans des conditions climatiques humides. L'effet conservateur du fumage n'est toutefois pas très important lors du stockage du produit s'il n'existe pas de chaîne de froid (Colin *et al.*, 2010). Les risques potentiels liés à la consommation de poissons fumés peuvent être classés en trois catégories : les risques microbiologiques, les parasites et la présence de contaminants organiques. Ces risques ont été récemment décrits par Bledsoe *et al.*, (2001) (Tableau I).

Tableau I: Influence du fumage sur la qualité nutritionnelle et sanitaire du poisson

Opération unitaire	Qualité nutritionnelle		Qualité sanitaire		Recommandations
	Favorable	Défavorable	Favorable	Défavorable	
<b>Fumage</b>	Action anti oxydante de la fumée, surtout par les phénols qui inhibent la réaction d'oxydation.	Fumage à chaud : dénaturation des protéines ; Pertes d'EPA et de DHA lors du fumage.	Le fumage a un effet bactériostatique	Augmentation des concentrations en nitrites et HAP	Respect des temps entre les étapes du process (risque de développement microbien lors du fumage à froid) ;  Choix des bois et temps de fumage.

Source : Colin *et al.*, 2010

### **3.4. Qualité du poisson fumé**

#### **3.4.1. Principe de qualité concernant la transformation du poisson**

Le principe de la qualité est peu abordé dans les publications sur la transformation du poisson en Afrique (N'guessan *et al.*, 2017). La qualité repose sur le respect de différents points parmi lesquels figurent la formation et la responsabilisation des transformatrices.

Malgré le fait que le poisson soit une source vitale de protéines animales et de micronutriments dans un grand nombre de communautés rurales, il peut être également à l'origine de toxi-infections graves avec des conséquences sanitaires, politiques et économiques (Mohamed *et al.*, 2012). En effet, de par sa richesse en protéines et en nutriments, le poisson constitue un terrain idéal pour la croissance microbienne. Selon les différentes technologies, on constate qu'une mauvaise manipulation et le non-respect des règles élémentaires d'hygiène par les transformateurs et les producteurs, pourraient provoquer une contamination (pré ou post-fumage) et une croissance des germes pathogènes et/ou indésirables (Assogba *et al.*, 2018).

Le poisson constitue un produit important de l'alimentation humaine et il n'est donc pas surprenant que de nombreuses études aient été menées sur la pollution par les métaux (plomb, chrome, cadmium) chez les différentes espèces de poissons comestibles (Mohamed *et al.*, 2012). Ces contaminations proviennent généralement des activités humaines. Au Maroc par exemple, des cas de contamination par les métaux lourds dus aux activités des industries ont été signalées. Ces métaux sont dangereux pour la santé humaine et pourraient provoquer le cancer. A cela, s'ajoute l'effet des amines biogènes qui sont issus de la dégradation enzymatique du groupe acide (groupe carboxyle) des acides aminés dans le poisson transformé (fumé/séché). Cette altération du poisson qui génère des amines biogènes en particulier l'histamine ou scombrottoxine peuvent avoir des effets toxicologiques sur l'homme et constituent un sérieux problème de santé publique. Outre leur toxicité potentielle, les amines biogènes sont utilisées pour l'évaluation de la qualité hygiénique de différentes espèces marines et d'eau douce (Abdollahi *et al.*, 2018). Soulignons aussi que, le poisson fumé est parfois riche en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), comme le benzopyrène, nocifs pour l'homme. Les teneurs mesurées ne doivent pas être supérieure à la valeur limite recommandée de 2 µg/kg (Degnon *et al.*, 2013).

#### **3.4.2. Critères de qualité du poisson fumé**

Les critères microbiologiques issus du *Codex Alimentarius* ont un caractère obligatoire. Le dépassement des critères de Santé 1 peut entraîner, suivant l'évaluation de risque, des actions de saisie, de retrait ou d'alerte rapide par l'autorité compétente pour protéger la sécurité des consommateurs. Les autres critères (Santé 2 et Santé 3) sont davantage liés à l'innocuité des



produits et au respect des bonnes pratiques de fabrication (BPF) ainsi qu'à leur fraîcheur (caractère organoleptique). Les critères développés peuvent donc être utiles pour évaluer le degré d'assurance quant aux conditions de préparation et à l'innocuité des aliments jusqu'à la fin de leur durée de conservation à l'étalage (Depo *et al.*, 2019). Dans cette logique, les critères suggérés correspondent à ce qui est possible d'obtenir et qui est de ce fait légitime d'attendre lorsque les éléments de maîtrise identifiés (HACCP) ont été dûment mis en pratique (Gamané *et al.*, 2016).

L'application des critères et l'interprétation des résultats analytiques doivent se faire avec discernement. L'analyse du produit fini ne peut, à elle seule, garantir l'innocuité des aliments. Par conséquent, la conclusion apportée par les analystes à la suite d'une évaluation des résultats peut, dans certains cas, ne pas se limiter à l'application absolue du critère, mais aussi intégrer d'autres éléments de risque (Depo *et al.*, 2019).

### **3.4.2.1. Critères essentiels de composition pour l'obtention d'un produit fini de qualité**

#### **3.4.2.1.1. Matrice**

Les poissons fumés doivent être préparés à partir de poissons sains, frais ou congelés appartenant à toute espèce appropriée, et d'une qualité qui leur permette d'être vendus à l'état frais pour la consommation humaine après une préparation adéquate. Si l'on utilise du poisson salé pour le fumage, celui-ci devra être conforme à la norme pour le poisson salé (Boziaris., 2014).

#### **3.4.2.1.2. Bois utilisés pour le fumage**

Le bois est le plus utilisé pour le fumage du poisson, soit seul ou en association avec d'autres sous-produits végétaux tels que de la sciure de bois, des bourres de coco, de la coque d'arachide, des tiges de maïs, de la peau séchée de manioc et de canne à sucre (Dago, 2018). L'utilisation de ces matériaux comme combustible dépend de leur disponibilité et de la préférence de la transformatrice. Toutefois, le combustible détient un rôle très capital dans le traitement du poisson par fumage. Il influence essentiellement la composition de la fumée que doit adsorber le poisson lors du fumage (Ndiaye *et al.*, 2014).

Le bois utilisé pour la production de la fumée ne doit pas avoir été traité par un produit chimique, tel que de la peinture ou des substances imprégnantes. Ainsi, certaines essences sont à proscrire (Tableau II). Les interactions qui se produisent entre les constituants de la fumée et les protéines, les matières grasses et les autres éléments constitutifs du produit ne sont pas connues avec précision. Selon Toth & Potthast (1984) et Knockaert (2002), des phénols,

alcools, acides organiques, composés carbonylés et Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) composent de façon générale la fumée des différents combustibles (Tableau III). Ces composés chimiques représentent soit un avantage, soit un danger dans le traitement du poisson fumé (Boukari, 2017).

Tableau II: Quelques combustibles (essences) à proscrire

<b>Essences à proscrire</b>	<b>Raisons</b>
Bois des conifères	Ils dégagent une forte odeur de résine en brulant. Les aliments ont un goût amer après le fumage.
Bois trop vert	Il dégage souvent une fumée aigre et dense incompatible avec le processus de fumage.
Bois d'hévas	Il dégage une fumée cancérogène
Bois pourri ou moisi	La consommation d'aliments fumée avec ce type de bois présente un risque d'intoxication.
Sciure de bois d'un arbre récemment abattu	Encore trop humide pour le fumage, elle peut dégager des composés carbonés nocifs.
Sciure de récupération	Ces bois sont susceptibles d'avoir été traités, peints ou vernis. Des substances nocives pourraient imprégner les aliments durant le fumage.

Source : Politec, 2023

Tableau III: Rôle des composés chimiques de la fumée

	<b>Phénols</b>	<b>Alcools</b>	<b>Acides organiques</b>	<b>Composés carbonylés</b>	<b>HAP</b>
Antioxydant	Très important				-
Arôme, odeur	Important (gaïacol, syringol)	-	-	important	-
Couleur	Faible role	-	-	Essentiel	-
Désinfection, Préservation	Bactéricide, bactériostatique	Faible	Par légère augmentation d'acidité	-	-
Observation	-	Porteur des autres composés volatils	-	-	Cancérogènes

Source : Boukari, 2017

### **3.4.2.2. Qualité du produit fini**

Les produits transformés doivent répondre aux spécifications de la norme relative à ceux-ci et à toutes autres normes pertinentes.

### **3.4.2.3. Arômes et saveur du poisson fumé**

Les poissons fumés ne doivent pas présenter des odeurs ou des saveurs persistantes et distinctes indésirables liées à la décomposition, au rancissement, à une sensation de brûlure ou autres impressions organoleptiques non caractéristiques du poisson (Gamané *et al.*, 2016).

### **3.4.2.4. Additifs alimentaires au poisson fumé**

Aucun additif alimentaire n'est autorisé dans ce type de produit. Toutefois, si l'on utilise du sel et d'autres ingrédients pour le fumage, ceux-ci devront être de bonne qualité alimentaire et conforme à toutes les normes Codex pertinentes relatives au poisson salé (Gamané *et al.*, 2016).

### **3.4.3. Hygiène et manipulation garantissant la qualité du poisson fumé**

Les poissons fumés doivent répondre aux critères microbiologiques établis conformément aux principes régissant l'établissement et l'application de critères microbiologiques dans les aliments (CAC/RCP 21-1997) (Gamané *et al.*, 2018). De plus, ils doivent être exempts de toute autre substance en quantité pouvant présenter des risques pour la santé, conformément aux normes établies par la commission du *Codex Alimentarius*. La chair du poisson des produits transformés à froid doit être exempte de larves vivantes de parasites (nématodes) (Gamané *et al.*, 2018).

## **3.5. Autres principaux types de procédés et outils de transformation du poisson**

Les équipements et outils généralement utilisés dans la transformation du poisson sont apparemment simples, peu diversifiés et accessibles sur le marché local (Tableau III). Certains équipements et outils sont parfois directement conçus et fabriqués par les transformateurs : claies de séchage, bassines, paniers, couteaux, balais constituent l'essentiel des outils nécessaires dans la chaîne de transformation du poisson (Ndoye *et al.*, 2002 ; Bozaris, 2014).

## **3.6. Conservation du poisson**

Les poissons, mollusques et crustacés sont des produits rapidement périssables. Leur consommation s'étale sur toute l'année. Pour garder la possibilité de les consommer longtemps après les avoir pêchés, il est nécessaire de les conserver (Britto *et al.*, 2022). La plupart d'entre eux subissent un certain nombre de transformations ou de préparations. Ces procédés de traitement diffèrent selon la nature du produit : traitements physiques (éviscération),

bbiologique (ail, graines de moringa ou gingembre), chimiques (salage) ou thermiques (congélation, surgélation...), conditionnement (sous vide, atmosphère modifiée, etc.) (Depo *et al.*, 2019).

### **3.6.1. Importances de la conservation du poisson**

La conservation des poissons vise à préserver leurs qualités nutritionnelles et leurs propriétés gustatives et a pour but d'allonger leur durée de commercialisation (Depo *et al.*, 2019 ; Britto *et al.*, 2022). Elle implique, notamment, d'empêcher la croissance de micro-organismes dont la présence ou la prolifération peut altérer le produit ou le rendre impropre à la consommation et de ralentir certaines réactions biochimiques (par exemple, l'oxydation des graisses qui est à la base du rancissement) (Djessouho, 2015). Étant donné d'une part, l'intérêt pour la santé humaine des acides gras polyinsaturés de la série n-3 (AGPI n-3) et d'autre part, la fragilité du poisson, il est nécessaire d'optimiser les procédés de conservation du poisson pour préserver au mieux son intérêt nutritionnel et son atout « santé » (Assogba *et al.*, 2018).

### **3.6.2. Causes de la mauvaise conservation du poisson**

Le poisson frais est une denrée très périssable dont la durée de conservation dépasse difficilement un jour en milieu tropical du fait du manque d'infrastructures de conservation adéquates et des conditions climatiques (Gram, 2010 ; Degnon *et al* 2013 ; Abdoullahi *et al.*, 2018). En effet, après capture, les poissons frais sont stockés dans les pirogues en attendant d'avoir une bonne quantité. Bon nombre de pirogues sont motorisées mais ne possèdent pas à bord d'équipements de conservation. Les poissons sont alors maintenus le plus souvent à température ambiante à l'intérieur de la pirogue, jusqu' au débarquement. Pourtant les temps passés sur les eaux sont variables. Après ces heures d'attentes, le processus de dégradation à la plupart du temps déjà bien débuté (Abdoullahi *et al.*, 2018). Les poissons sont ensuite débarqués sur les quais. Les systèmes de débarquement sont en général mal adaptés. Dans la plupart des cas, les poissons ne sont retirés des filets qu'après l'arrivée des pirogues sur les quais. Ils sont transportés à terre dans des cuvettes ou des paniers, puis simplement laissés sur le sable chaud de la grève. Dans le meilleur des cas, il n'y reste que le temps de débarquement. Mais l'attente se prolonge souvent de plusieurs heures et ils peuvent être détériorés (Degnon *et al* 2013). Le poisson partiellement endommagé est mou, ce qui provoque des pertes en raison des brisures au cours de la transformation et de la distribution. La détérioration est d'autant plus rapide que le poisson n'est pas vidé immédiatement. C'est sur place que les mareyeuses viennent acheter ces poissons. Les poissons frais sont soit transformés, soit stockés dans de vieilles caisses de congélateurs conservés sous glace. Pour une bonne conservation, le ratio quantité poisson/quantité glace avoisine 2/1 (Abdoullahi *et al.*, 2018).

### 3.6.3. Produits de conservation du poisson

Les produits de conservation du poisson contribuent à améliorer la stabilité microbiologique du produit fini. Le sel, l'ail, les graines de moringa et le gingembre sont les produits de conservations couramment utilisés en Afrique (Ndrianaivo *et al.*, 2016). Ils sont chacun utilisés comme bains de trempage du poisson vidé, nettoyé et désinfecté. Autrement, ils peuvent être ajoutés dans une seule et même solution qui composera un bain unique (Ndrianaivo *et al.*, 2016). Les effets de ces produits de conservation sur le produit fini sont consignés dans le tableau IV.

Tableau IV: Effets des produits de conservation sur le poisson

<b>Produit de conservation</b>	<b>Effets sur la conservation du poisson</b>
<b>Sel</b>	Tremper le poisson dans une solution salée (5 %) pendant 30 minutes diminue la teneur en eau du produit en assurant aussi l'inhibition des germes non halophiles du poisson.
<b>Ail</b>	Tremper le poisson dans une solution à 20 % pendant 30 minutes assure leur efficacité à un coût abordable.
<b>Graines de moringa</b>	Tremper le poisson dans une solution à 20 % pendant 30 minutes assure une action bactériostatique efficace.
<b>Gingembre</b>	Pour être efficace, une solution à 30 % est préconisée.

Source : Ndrianaivo *et al.*, 2016

### 3.6.4. Problèmes relatifs à la conservation du poisson fumé

Un ensemble de facteurs, favorables ou défavorables fixent des limites à l'action qui pourrait être entreprise pour la conservation du poisson fumé (Depo *et al.*, 2019). Ce sont :

- le climat favorable au séchage et au fumage, mais aussi à la pullulation des insectes ;
- la rareté du combustible ;
- le temps d'attente relativement long des poissons pêchés et laissés dans la pirogue avant débarquement ;
- l'inadaptation des locaux et environnement de stockage du poisson ;
- l'existence de crues du fleuve ;
- l'adaptation aux goûts des consommateurs ;
- la nécessité de ne pas bouleverser brutalement les habitudes des pêcheurs.

Le poisson peut s'abîmer plus rapidement que n'importe quel autre aliment, devenant vite impropre à la consommation et même dangereux pour la santé du fait de proliférations microbiennes, de modifications chimiques et d'une dégradation par des enzymes endogènes (Salifou *et al.*, 2020). Aussi, les opérations de manutention, transformation, conservation,

conditionnement et stockage après capture ou après récolte ainsi que le transport, nécessitent un soin particulier si l'on veut maintenir la qualité organoleptique et nutritionnelle du poisson et éviter le gaspillage et les pertes. Des techniques de conservation et de transformation peuvent ralentir la dégradation du poisson et permettre qu'il soit distribué et vendu dans le monde entier. Elles consistent notamment à en abaisser la température (réfrigération et congélation), à lui faire subir un traitement par la chaleur (mise en boîte, cuisson à l'eau et fumage), à réduire l'eau qu'il contient (séchage, salage et fumage) et à modifier son environnement de stockage (conditionnement et réfrigération) (Abdollahi *et al.*, 2016). Le poisson peut aussi être conservé et distribué à l'aide d'un large éventail d'autres méthodes et présentations ; il peut, par exemple, être conservé vivant ou transformé en différents produits destinés à l'alimentation humaine ou non alimentaires (Ndrianaivo *et al.*, 2016).

### **3.6.5. Stockage, conditionnement et transport du poisson fumé**

Les poissons fumés se conservent de deux semaines à plusieurs mois selon la saison (Tamgno *et al.*, 2020). Les conditions de stockage déterminent en partie la durée de vie des produits et donc l'acceptabilité du produit (Djessouho, 2015).

Il existe plusieurs manières de conditionner le poisson pour le transport (Assogba *et al.*, 2020). Les plus simples et les plus utilisés sont les cuvettes, les paniers d'osier, les caisses en bois ou les cartons qui sont ensuite transportées sur les marchés urbains dans de grands camions. Dans tous les cas, les poissons, entassés les uns sur les autres et recouverts de toiles de sac, s'émiettent facilement. Les méthodes d'emballage ont un avantage car le poisson continue de sécher lentement durant le stockage et la commercialisation, sauf en atmosphère très humide (Ndrianaivo *et al.*, 2016).

Après transformation, les poissons sont écoulés ou stockés jusqu'à ce que la quantité soit suffisante pour répondre aux commandes des marchés urbains. Les conditions de stockage dans l'attente de la vente sont le plus souvent très mauvaises (Ndrianaivo *et al.*, 2016 ; Assogba *et al.*, 2018). Des expériences réalisées sur du *Tilapia* ont montré que dans les conditions de stockage précaires, en caisse découverte posée sur le sable, le poisson peut être totalement détruit en moins d'un mois (Ndrianaivo *et al.*, 2016).

## **4. CONTAMINATIONS MICROBIOLOGIQUES DU POISSON**

Normalement, la chair du poisson est stérile. Les régions contaminées sont le mucus qui recouvre la peau, les branchies et le tube digestif. La contamination microbienne de la chair ne survient qu'après la capture. Les sources de cette contamination sont diverses et peuvent être réparties en deux groupes (Abotchi, 2010) :

- la contamination endogène ;

- la contamination exogène.

#### **4.1. Contamination endogène ou primaire**

La contamination endogène ou primaire a lieu du vivant de l'animal. Elle se fait par la respiration, l'alimentation et lors des déplacements. La composition et la quantité de cette flore microbienne dépend de l'origine, de la température de l'eau, de l'alimentation etc (Akilimali *et al.*, 2019). Les bactéries d'origine endogène peuvent être subdivisées en 3 classes (Akilimali *et al.*, 2019).

- Germes typiquement aquatiques : ils appartiennent généralement aux genres *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Flavobacterium*, *Acinetobacterium*, *Micrococcus*, *Corybacterium*, *Aeromonas*, *Morexella* (Abotchi, 2010).

- Germes d'origine tellurique : ce sont des bactéries sporulées en particulier les genres *Clostridium* et *Bacillus*. Leur dissémination dans les milieux aquatiques est assurée par les eaux de ruissellement et les eaux de pluie (Akilimali *et al.*, 2019).

- Germes de contamination d'origine humaine ou animale : ces germes proviennent du tube digestif de l'homme et des animaux. Ils se retrouvent dans les milieux aquatiques à la faveur d'une pollution par les eaux usées mal ou non traitées. Il s'agit notamment d'*Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter* (Abotchi, 2010 ; kilimali *et al.*, 2019).

#### **4.2. Contamination exogène ou secondaire**

Après capture, le poisson est sujet à de nombreuses manipulations qui sont à l'origine de sa contamination. L'homme constitue la source la plus importante des contaminations exogènes des denrées alimentaires d'origine animale (Abotchi, 2010). Les mauvaises pratiques et/ou habitudes de pêche, de transformation, de conservation et de distribution menées par l'homme sont autant de voies de contaminations secondaires par des substances chimiques toxiques (métaux lourds, toxines de bactéries ou de champignons, hydrocarbures aliphatiques, pesticides, etc) ou des agents biologiques pathogènes (virus, bactéries, champignons, larves et insectes).

Les principaux agents biologiques apportés par cette contamination secondaire sont des salmonelles, des coliformes thermotolérants, des Staphylocoques présumés pathogènes, des bactéries anaérobies sulfite-réductrices, des levures et moisissures, la flore mésophile aérobie totale (Abotchi, 2010). Les poissons dont la charge microbienne est supérieure à  $10^6$  UFC/g

sont généralement inacceptables du point de vue microbiologique et sont ainsi impropres à la consommation (Agbabiaka *et al.*, 2016).

### **4.3. Principaux flores biologiques du poisson et risques sanitaires**

#### **4.3.1. Origine procaryote (Protistes inférieurs)**

##### **4.3.1.1. Salmonelles**

*Salmonella* spp., bacilles de la famille des Entérobactéries, sont définies par leur morphologie (bacilles à Gram négatif, soit mobiles et dans ce cas péritriche, soit immobiles) et par leurs caractères culturels et biochimiques. Elles sont anaérobies facultatives, se reproduisent sur des milieux ordinaires, réduisent les nitrates en nitrites, donnent une réaction des oxydases négative et dégradent le glucose par métabolisme fermentatif. *Salmonella* est une bactérie pathogène responsable de la salmonellose et de la fièvre typhoïde (Andino & Hanning, 2015). C'est un germe qui est commun à toutes les espèces animales et qui se retrouve au niveau de l'environnement pollué. Sa présence dans l'aliment dénote d'un manque d'hygiène. Elle provoque deux types de maladies : des gastro-entérites par intoxication alimentaire (salmonellose) et des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes. Les infections à *Salmonella* spp. se manifestent par une gastro-entérite aiguë. L'évolution est généralement favorable en quelques jours. Cette infection peut évoluer vers une forme septicémique ou localisée (Andino & Hanning, 2015).

Une étude réalisée par Rangel *et al.* (2005), dans laquelle ils ont recensé des épidémies de maladies d'origine alimentaire aux États-Unis, indique que des produits de la mer, y compris le poisson, ont été responsables de contaminations par *Salmonella*. Les infections dues à la salmonelle dans des produits de la mer peuvent être dues à une mauvaise manipulation ou à une contamination de l'eau où les poissons sont élevés ou pêchés. Cette étude souligne l'importance d'une gestion rigoureuse des produits alimentaires pour prévenir les risques microbiens (Rangel *et al.*, 2005).

Une autre étude menée par Almeida *et al.* (2014), a documenté la présence de *Salmonella* dans des poissons d'élevage en aquaculture. Cette étude a montré que les poissons peuvent être contaminés par des Salmonelles par le biais de l'eau, des aliments pour poissons ou des pratiques d'hygiène insuffisantes. La contamination des poissons par *Salmonella* peut se produire à divers stades de la production, y compris lors de la pêche et du traitement (Almeida *et al.*, 2014).

Une étude publiée par Ferguson *et al.* (1995) a démontré que des poissons d'eau douce, tels que des tilapias, peuvent être porteurs de *Salmonella* et jouer un rôle dans la propagation



de la bactérie, notamment dans les régions où les conditions sanitaires sont moins strictes. Les chercheurs ont trouvé des traces de *Salmonella* dans des échantillons de poissons, indiquant que la contamination peut survenir au niveau de l'environnement aquatique, des pratiques de manipulation ou du transport (Ferguson *et al.*, 1995).

Une épidémie de *Salmonella* a été documentée au Japon en 2013, où des cas d'infection chez des consommateurs de poisson cru ont été associés à une contamination par *Salmonella enterica* dans les poissons. Cet incident a souligné les risques de la consommation de poissons crus, particulièrement en ce qui concerne les pratiques de préparation et de stockage inappropriées (Okada & Takahashi, 2014).

#### 4.3.1.2. Coliformes thermotolérants dits « fécaux »

On y trouve toutes les bactéries aérobies ou anaérobies facultatives, Gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnets, mobiles ou non. Les coliformes fécaux incluent, entres autres, les genres suivants : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Erwinia* et *Klebsiella*. Les coliformes fécaux sont des bactéries commensales de l'intestin de l'homme et des animaux. Ils sont témoins d'une contamination fécale. Leur recherche dans les poissons permet de suivre l'hygiène observée par les manipulateurs (Abdouallahi *et al.*, 2016).

Certaines espèces de coliformes apparaissent naturellement, par une contamination venant de l'environnement, dans le poisson, les légumes, les fruits, les grains. Habituellement, la présence de coliformes totaux dans les aliments indique un traitement thermique inefficace ou une contamination subséquente au traitement (Abotchi, 2010). Ils peuvent aussi démontrer un mauvais nettoyage et/ou une mauvaise désinfection d'appareils. Les coliformes ne sont généralement pas pathogènes (Abotchi, 2010).

Il est souhaitable d'utiliser les coliformes en tant qu'indicateur d'hygiène qu'immédiatement après la production parce que durant la conservation de l'aliment, même dans le cas d'une conservation réfrigérée, peuvent se développer des espèces psychotrophes. Ainsi, le nombre de germes qui se retrouvent pendant ou à la fin de la durée de conservation ne sont plus une indication d'une contamination initiale. Les poissons étant débarrassés de leurs barrières naturelles (peau, écailles), deviennent de plus en plus vulnérables à la pénétration beaucoup plus aisée des contaminants lors des manipulations (Gamane *et al.*, 2018).

Une étude menée par Bougouma & Ouédraogo, (2015) a examiné la contamination par des coliformes fécaux dans les eaux et les poissons d'eau douce au Burkina Faso. Les chercheurs ont trouvé des niveaux élevés de coliformes fécaux dans les poissons d'eau douce tels que les tilapias, ce qui était lié à la qualité de l'eau dans laquelle ces poissons étaient élevés. Ces résultats ont soulevé des préoccupations quant à la salubrité des poissons d'eau douce provenant

de zones où la gestion des eaux usées et des pratiques d'hygiène sont insuffisantes (Bougouma & Ouédraogo, 2015).

Une étude de Sarker & Hoque, (2016) a étudié la contamination des poissons en aquaculture au Bangladesh, où des coliformes fécaux ont été trouvés dans des échantillons de poissons d'élevage. L'étude a révélé que les poissons élevés dans des conditions de mauvaise qualité de l'eau, notamment dans des étangs proches de zones résidentielles ou industrielles, présentaient des concentrations élevées de coliformes fécaux. Ces poissons, notamment des carpes et des tilapias, pouvaient ainsi être des vecteurs de maladies d'origine alimentaire (Sarker & Hoque, 2016).

Une étude de Wijesiri & Piyathilake, (2017) a révélé que des poissons commercialisés sur les marchés de Colombo, au Sri Lanka, étaient souvent contaminés par des coliformes fécaux. Cette contamination était généralement liée à la qualité de l'eau utilisée pour l'élevage des poissons et aux pratiques de manipulation dans les marchés. Les résultats ont montré que la présence de coliformes fécaux dans les poissons était un indicateur fiable de l'insuffisance des mesures sanitaires dans la chaîne de production (Wijesiri & Piyathilake, 2017).

Une étude en Espagne, réalisée par Romero & Munoz, (2002), a documenté la contamination par des coliformes fécaux dans des poissons d'élevage tels que la truite arc-en-ciel. Les chercheurs ont trouvé des coliformes fécaux dans les échantillons de poissons, en particulier dans ceux provenant de systèmes d'aquaculture fermés ou de petites exploitations aquacoles. Ils ont également mis en évidence le rôle de la contamination croisée pendant le transport et la commercialisation des poissons, ce qui souligne l'importance de pratiques sanitaires rigoureuses (Romero & Munoz, 2002).

En Indonésie, une étude menée par Alim & Lestari. (2014) a montré que des poissons marins, notamment des poissons de récif, peuvent être contaminés par des coliformes fécaux en raison de la pollution des eaux côtières, souvent liée à des déversements d'eaux usées. Ces poissons, qui sont parfois consommés crus ou mal cuits, peuvent être une source de transmission de maladies gastro-intestinales chez les consommateurs (Alim & Lestari, 2014).

#### **4.3.1.3. Staphylocoques**

Les staphylocoques sont des organismes ubiquitaires, non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs, dont le réservoir est localisé au niveau de la flore commensale de la peau et des muqueuses (nasales, bouche, gorge) des animaux à sang chaud et en particulier de l'homme. Ces bactéries présentent une capacité de survie élevée grâce à leurs facultés adaptatrices et au développement de processus de résistance aux stress. Elles sont capables de répondre de

diverses manières dont la formation de biofilms plus résistants à des facteurs extrinsèques (Abdouallahi *et al.*, 2016).

Les intoxications alimentaires sont causées par les entérotoxines staphylococciques produites principalement par *Staphylococcus aureus* coagulase positive. *S. aureus* est généralement thermosensible et détruit au cours de la pasteurisation ou de la cuisson des aliments. Cependant les toxines thermostables peuvent résister si elles ont été préalablement synthétisées.

Une étude menée par Takahashi & Shigematsu. (2015) a rapporté des cas de contamination par *Staphylococcus aureus* dans des poissons de mer, notamment des sardines et des maquereaux, vendus dans des marchés au Japon. Les chercheurs ont trouvé des niveaux significatifs de staphylocoques dans les poissons, associés à des conditions de stockage inappropriées et à une manipulation insuffisante après la capture. Ces poissons, souvent consommés crus, présentaient un risque élevé d'intoxication alimentaire (Takahashi & Shigematsu. 2015).

Une étude menée par Shahin & Ghanem. (2013) a nommé la contamination par *Staphylococcus aureus* dans des poissons frais vendus sur les marchés en Égypte. Les chercheurs ont trouvé que des poissons comme le tilapia et le mullet présentaient des niveaux élevés de staphylocoques, souvent en raison d'une mauvaise gestion sanitaire et de l'absence de réfrigération adéquate pendant le stockage et le transport des produits. Cette étude a mis en évidence que le poisson pouvait être une source importante d'intoxications alimentaires liées à *Staphylococcus aureus* dans les pays en développement (Shahin & Ghanem. 2013).

Une étude réalisée par Çetinkaya & Yılmaz. (2010) a étudié la présence de *Staphylococcus aureus* dans des poissons de mer, tels que des sardines et des anchois, dans les marchés d'Istanbul. Les résultats ont montré que la contamination était courante dans ces produits de la mer, notamment en raison des conditions de vente et de manipulation dans les marchés locaux. Les poissons, souvent mal conservés en raison de l'absence de réfrigération, étaient propices à la prolifération de *Staphylococcus aureus*, ce qui posait un risque de toxinfestation alimentaire (Çetinkaya & Yılmaz. 2010).

Dans une étude menée en Inde, Suresh & Saravanan. (2014) ont évalué la contamination par *Staphylococcus aureus* dans des poissons d'eau douce et des fruits de mer, comme les crevettes et les poissons de rivière. Les auteurs ont trouvé une forte prévalence de *Staphylococcus aureus* dans les poissons commercialisés dans les zones urbaines, souvent à cause de la manipulation non hygiénique, de l'exposition à des températures élevées et d'un

manque de réfrigération. Cela a soulevé des préoccupations quant aux risques d'intoxication alimentaire pour les consommateurs (Suresh & Saravanan. 2014).

Une étude réalisée par Hamida & Boudabous. (2011) a examiné la contamination par *Staphylococcus aureus* dans des poissons frais vendus sur les marchés en Tunisie. Les chercheurs ont trouvé que plusieurs espèces de poissons, y compris le thon et le mэрou, étaient fréquemment contaminées par *Staphylococcus aureus*, en particulier dans des conditions de stockage non réfrigérées ou dans des environnements de vente où les pratiques sanitaires étaient insuffisantes. L'étude a mis en évidence que cette contamination représentait un risque majeur pour la santé publique, en particulier dans les régions où les infrastructures de conservation des produits de la mer étaient limitées (Hamida & Boudabous. 2011).

#### **4.3.1.4. Flore mésophile aérobie totale**

Ces bactéries forment un ensemble de microorganismes aptes à se multiplier en aérobie, aux températures optimales de croissance situées entre 25 et 45 °C, sur un milieu de culture riche non sélectif et pendant une période d'incubation donnée. Cet ensemble englobe d'une part des bactéries pathogènes pour l'humain et d'autre part divers microorganismes d'altération (Abdouallahi *et al.*, 2016). Plusieurs acronymes existent pour désigner ce critère. Dans ce document, les acronymes utilisés sont les suivants :

- NAM : Numération des bactéries aérobies mésophiles (acronyme utilisé pour les aliments).
- BHAA : Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives (acronyme utilisé dans le cas spécifique des analyses de la qualité de l'eau).

Une étude réalisée par Abd El-Aziz & Farag. (2012) a examiné la contamination des poissons frais, tels que le tilapia et le mullet, vendus dans des marchés d'Égypte. L'étude a révélé des niveaux élevés de FMAT, particulièrement dans les poissons mal stockés à température ambiante. Les résultats ont montré que ces poissons avaient une charge bactérienne significativement plus élevée que ceux qui étaient conservés sous réfrigération. L'absence de contrôles de température pendant le transport et la vente a favorisé la prolifération de FMAT, ce qui a mené à des préoccupations concernant la sécurité alimentaire (Abd El-Aziz & Farag. 2012).

Une étude menée par Suresh & Lakshmanan. (2015) a révélé la présence de flores mésophiles aérobies totales dans des poissons d'aquaculture, principalement des carpes, dans des fermes aquacoles du sud de l'Inde. Les chercheurs ont trouvé que les poissons élevés dans des conditions d'aquaculture avec un faible contrôle de la qualité de l'eau et une gestion hygiénique insuffisante avaient des concentrations beaucoup plus élevées de FMAT. Cette étude a suggéré que ces bactéries pouvaient être un indicateur de mauvaises pratiques de gestion

dans les systèmes d'aquaculture, affectant ainsi la salubrité des produits de la mer (Suresh & Lakshmanan. 2015).

Dans une étude menée par Ijah & Okonko. (2013), la contamination par des flores mésophiles aérobies totales a été observée dans des poissons séchés commercialisés au Nigeria. Les résultats ont montré que les poissons séchés, notamment les espèces de tilapia et de sardinelle, avaient des niveaux élevés de FMAT, ce qui était attribué à des conditions de séchage et de stockage inadéquates. La prolifération de ces bactéries était particulièrement préoccupante, car elle pouvait affecter la durée de conservation des poissons séchés et leur sécurité microbiologique (Ijah & Okonko. 2013).

Une étude menée par Faal & Sisay. (2011) a rapporté des niveaux élevés de flores mésophiles aérobies totales dans des produits de poisson fumé en Gambie. Les poissons fumés, tels que le tilapia, étaient contaminés par des FMAT, particulièrement lorsque les conditions de fumage et de stockage étaient insuffisantes. L'étude a souligné que ces bactéries pouvaient altérer la qualité des produits de poisson fumé et représentaient un indicateur de mauvaise hygiène pendant le processus de transformation (Faal & Sisay. 2011).

Une étude de Sutanto & Susanto. (2014) a observé la présence de flores mésophiles aérobies totales dans des poissons marinés et fermentés en Indonésie. Les chercheurs ont trouvé que les produits à base de poisson qui étaient stockés dans des conditions de température non contrôlées avaient des concentrations élevées de FMAT. La gestion thermique et l'hygiène pendant la fermentation des poissons étaient des facteurs clés contribuant à cette contamination. L'étude a suggéré que le contrôle de la température et des pratiques de manipulation plus rigoureuses pouvaient réduire ces contaminations (Sutanto & Susanto. 2014).

En Norvège, une étude menée par Tønnessen & Andersen. (2010) a analysé les niveaux de flores mésophiles aérobies totales dans des poissons frais, notamment des morues et des saumons, commercialisés dans les marchés locaux. Les chercheurs ont trouvé que des niveaux élevés de FMAT étaient associés à des poissons qui avaient été mal stockés ou transportés dans des conditions non réfrigérées. Cette contamination était plus prononcée dans les poissons qui avaient subi des cycles de température non contrôlés entre la capture et la vente (Tønnessen & Andersen. 2010).

### **4.3.2. Origine Eucaryote (Protistes supérieures)**

#### **4.3.2.1. Levures et moisissures**

Les levures et les moisissures peuvent être définies comme des microorganismes hétérotrophes filamenteux et immobiles, dont la structure cellulaire est celle d'une cellule

eucaryote classique. Ils sont largement répandus dans l'environnement. Certaines d'entre elles font partie de la flore normale de divers produits alimentaires. On les utilise dans les processus de fermentation de boissons, de charcuteries, de fromages et de pain, ainsi que pour la production d'antibiotiques ou d'additifs alimentaires (Abdollahi *et al.*, 2019). Elles se développent sur des substrats variés, habituellement peu favorables à la croissance bactérienne.

Une étude menée par Brito & Pimenta. (2014) a documenté la contamination par des moisissures dans des poissons frais et congelés vendus au Brésil. Les chercheurs ont constaté la présence de plusieurs genres de moisissures, notamment *Aspergillus*, *Penicillium* et *Mucor*, dans des échantillons de poissons, en particulier dans les poissons mal conservés. La contamination fongique était liée à des conditions de stockage inappropriées, notamment une température élevée et une exposition prolongée à l'air. Cette étude a souligné que la présence de moisissures dans les poissons peut poser des risques sanitaires, car certaines moisissures produisent des mycotoxines, qui sont dangereuses pour la santé humaine (Brito & Pimenta. 2014).

Dans une étude réalisée par Jafarzadeh & Sadeghi. (2017), la contamination par des levures et des moisissures a été observée dans des poissons frais commercialisés en Iran, notamment des poissons d'eau douce comme les carpes. Les chercheurs ont identifié plusieurs espèces de levures, telles que *Saccharomyces cerevisiae*, et des moisissures comme *Aspergillus niger* et *Penicillium* spp. dans les échantillons de poissons, en particulier ceux qui avaient été stockés dans des conditions de température inadéquates. Cette contamination était associée à des pratiques de vente et de stockage inappropriées, où les poissons étaient souvent exposés à des températures élevées pendant de longues périodes, favorisant la prolifération de ces microorganismes.

Une étude de Faal & Sisay. (2010) a examiné la contamination par des moisissures dans des poissons fumés commercialisés en Gambie. Les chercheurs ont trouvé des moisissures du genre *Aspergillus* et *Penicillium* sur des poissons fumés, avec des niveaux de contamination plus élevés dans les produits stockés dans des conditions non contrôlées, telles que des étals de marché à température ambiante. La contamination par des moisissures était particulièrement préoccupante, car ces champignons peuvent produire des mycotoxines qui représentent un danger pour la santé des consommateurs, notamment lorsqu'ils sont présents dans des produits consommés sans cuisson supplémentaire (Faal & Sisay. 2010).

Une étude réalisée par Özdemir & Koseoglu. (2011) a évalué la présence de levures dans des poissons frais, tels que le maquereau et le merlan, dans les marchés en Turquie. Les

auteurs ont constaté la présence de levures du genre *Candida* et *Saccharomyces* dans ces poissons, qui étaient principalement associées à des conditions de stockage inadéquates. Bien que les levures ne produisent pas de toxines aussi dangereuses que certaines moisissures, elles peuvent altérer la qualité des produits alimentaires et provoquer des infections chez les individus immunodéprimés si elles sont consommées en grandes quantités (Özdemir & Koseoglu, 2011).

Une étude menée par Tan & Lim. (2013) a examiné la contamination par des moisissures et des levures dans des produits de poisson transformés, tels que le poisson séché, commercialisés en Malaisie. Les résultats ont montré que des espèces de moisissures telles que *Penicillium*, *Aspergillus* et des levures comme *Candida* et *Saccharomyces* étaient couramment présentes dans ces produits. Les moisissures étaient particulièrement problématiques car elles peuvent produire des mycotoxines comme l'ochratoxine, un composé toxique qui peut avoir des effets carcinogènes et néphrotoxiques (Tan & Lim, 2013).

#### **4.3.2.2. Larves et insectes ichtyophages**

Du fait de la pratique saisonnière de la pêche dans de nombreuses localités, les poissons fumés ou séchés doivent impérativement être stockés pour une consommation ultérieure. Au cours du stockage, les poissons demeurent toujours hautement périssables et subissent des dépréciations tant quantitatives que qualitatives dues aux proliférations microbiennes et d'infestation par les insectes nuisibles (Ndrianaivo *et al.*, 2016 ; Sameza *et al.*, 2016). Ces attaques entraînent généralement une perte de revenus et une perte en poissons disponibles pour l'alimentation malgré les efforts que déploient chaque année les femmes pour les limiter en procédant à la conservation du poisson frais par diverses techniques traditionnelles : le fumage, le salage et la fermentation-séchage, etc. Les études menées montrent qu'en Afrique subsaharienne, les dermestes et les nécrobia constituent les insectes les plus nuisibles au stockage du poisson. Les pertes peuvent être totales si aucune protection n'est faite (Ndrianaivo *et al.*, 2016).

Certaines espèces de mouches, telles que les mouches de la famille *Calliphoridae* (notamment *Lucilia sericata*), pondent leurs œufs sur les poissons vivants ou morts. Les larves qui en résultent se nourrissent des tissus du poisson, et cette infestation peut mener à des infections secondaires. Des cas d'infestation par des mouches ichtyophages ont été observés sur des poissons dans des environnements aquatiques stagnants, où l'hygiène était déficiente (Martínez-Fernández, 2011).

Les larves de moucheron aquatiques (*Chironomidae*), souvent appelées vers de vase, peuvent infecter les poissons en se nourrissant de leur peau ou en colonisant leurs branchies. Cette infestation peut causer des irritations locales et des infections bactériennes. L'infestation par des insectes aquatiques est fréquemment observée dans des eaux riches en matières organiques, où les conditions favorisent la prolifération des larves (Hynes, 1981).

Les nématodes, comme *Cystidicola farionis*, sont des vers parasites qui infectent principalement les poissons d'eau douce, notamment les truites. Les larves de ces vers ichtyophages se développent dans l'intestin des poissons, et les infestations peuvent provoquer des dommages internes qui affaiblissent les poissons, entraînant des mortalités massives dans des environnements de culture (Køie, 1991).

Les larves d'insectes, en particulier celles des libellules et des moustiques, peuvent aussi être vecteurs de maladies pour les poissons. Par exemple, *Gasterosteus aculeatus*, souvent utilisé en écotoxicologie, peut être affecté par des larves prédatrices de libellules qui pénètrent dans les branchies et les tissus des poissons (Wiederholm, 1984).

## **5. CONTAMINATION DES POISSONS PAR LES PESTICIDES**

### **5.1. Présentation des pesticides**

Les pesticides sont des substances ou préparations destinées à assurer la destruction, ou à prévenir l'action des animaux, des végétaux, microorganismes et virus dits nuisibles (Merghid, 2017). Ils sont surtout utilisés en agriculture. Mais, il existe aussi des pesticides à usage non agricole utilisés pour prévenir la décomposition des aliments, combattre les animaux, les végétaux ou microorganismes (Merghid, 2017). Les pesticides, sont des molécules dont les propriétés toxiques permettent de lutter contre les organismes nuisibles, les ravageurs y compris les vecteurs de maladies humaines ou animales, et les espèces indésirables de plantes ou d'animaux causant des dommages ou se montrant autrement nuisibles durant la production, la transformation, le stockage, ou le transport des denrées alimentaires, des produits agricoles. (Mamane, 2015). En d'autres termes, les pesticides ou produits phytopharmaceutiques sont des molécules, des préparations contenant une ou plusieurs molécules et produits composés en tout ou partie d'organismes génétiquement modifiés présentés sous la forme dans laquelle ils sont livrés à l'utilisateur. Les termes « pesticide agricole, produit antiparasitaire ou produit phytosanitaire ou produit agro-pharmaceutique » désignent également une substance active ou une préparation commerciale constituée d'une ou de plusieurs substances actives comme l'indique le tableau IV (Mamane, 2015).



Les pesticides sont souvent utilisés en agriculture pour protéger les cultures et lutter contre les organismes considérés comme nuisibles, tels que les insectes (insecticides), les maladies fongiques (fongicides) et les mauvaises herbes (herbicides) (Mamane, 2015). Il existe plusieurs types de pesticides, ces derniers sont classés selon le risque sur la santé et l'environnement (Tableau V).

Tableau V: Quelques exemples de famille de pesticides

Familles	Molécules
<b>Triazine</b>	Désisopropylatrazine, Déséthylatrazine, Simazine, Cyanazine, Atrazine, Propazine, Terbutylazine, Prometryn, Terbutryn
<b>Triazinone</b>	Métamitron, Hexazinone, Metribuzin
<b>Dérivés de l'urée</b>	Fénuron, Métoxuron, Monuron, Méthabenzthiazuron, Chlortoluron, Monolinuron, Isoproturon, Diuron, Métobromuron, Buturon, Linuron
<b>Chloroacétamide</b>	Métazachlor, Métolachlor
<b>Carbamate</b>	Aldicarb, Chlorpropham
<b>Organophosphoré</b>	Parathion-méthyl, Chlorfenvinphos, Parathion-éthyl
<b>Dicarboximides</b>	Vinclozolin

Source : Mamane, 2015

### 5.1.1. Fongicides

Les fongicides, utilisés principalement pour lutter contre les moisissures et les champignons dans l'agriculture, peuvent contaminer les poissons frais et fumés par ruissellement agricole ou utilisation en aquaculture (Merghid, 2017 ; Zubrod *et al.*, 2019). Ces produits chimiques peuvent s'accumuler dans les tissus des poissons, particulièrement ceux qui sont gras, comme le poisson fumé, où les résidus sont concentrés (Ray & Shaju, 2023). L'absorption des fongicides par les poissons peut présenter des risques pour la santé humaine, notamment des toxicités aiguës et chroniques, des perturbations hormonales, et un potentiel cancérigène (European Commission, 2020).

Les Limites Maximales de Résidus (LMR) des fongicides dans les produits aquatiques sont fixées par des régulations comme celles de l'UE et du Codex Alimentarius afin d'assurer la sécurité alimentaire (Codex Alimentarius, 2023).

### 5.1.2. Insecticides

Destinés à la lutte contre les insectes, ils interviennent en les tuant ou en empêchant leur reproduction, ce sont souvent les plus toxiques. Les quatre plus grandes familles auxquelles appartiennent les insecticides organiques de synthèse sont les Organochlorés (OC), les

Organophosphorés (OP), les Carbamates et les Pyréthriinoïdes de synthèse (Merghid, 2017) (Figure 7, 8, 9 et 10).

Les insecticides peuvent contaminer les poissons frais et fumés principalement par ruissellement agricole et utilisation en aquaculture, ce qui conduit à l'absorption et à la bioaccumulation des résidus dans les tissus des poissons (Zubrod *et al.*, 2019). Ces produits chimiques, tels que les organophosphorés et les pyréthriinoïdes, peuvent entraîner des risques pour la santé humaine, notamment des toxicités aiguës et chroniques, des perturbations endocriniennes, et un potentiel cancérigène (Ray & Shaju, 2023). Les poissons fumés, avec leur teneur élevée en graisses, peuvent concentrer ces résidus, ce qui pose un risque accru pour la consommation (European Commission, 2020).

Les Limites Maximales de Résidus (LMR) pour les insecticides dans le poisson sont établies par des régulations internationales comme celles de l'UE et du Codex Alimentarius afin de garantir que les niveaux de résidus ne dépassent pas les seuils sûrs (Codex Alimentarius, 2023).

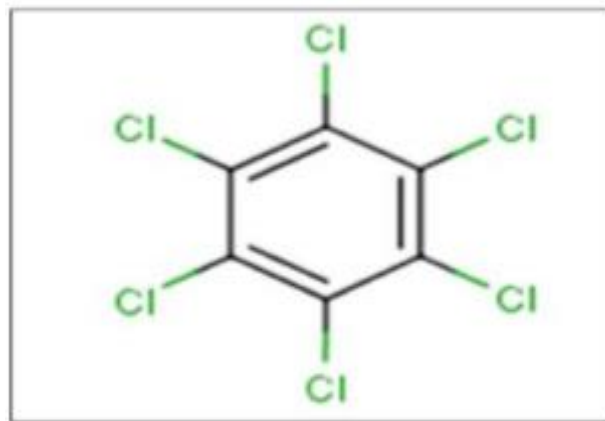


Figure 7: Structure chimique des organochlorés

Source : Merghid, 2017

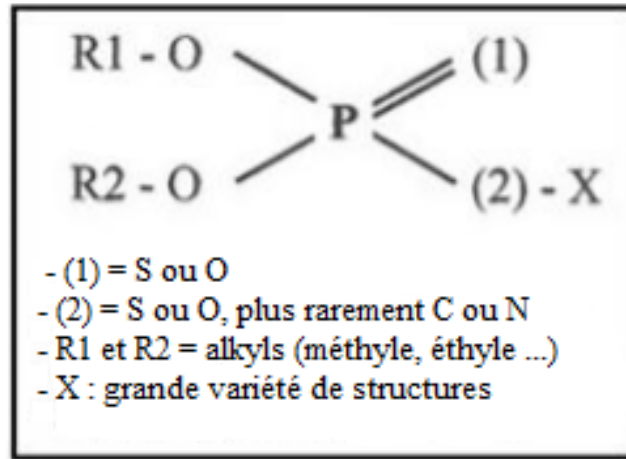


Figure 8: Structure chimique des organophosphorés

Source : Merghid, 2017

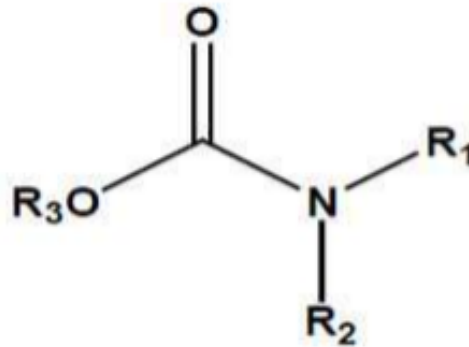


Figure 9: Structure générale de carbamate

Source : Merghid, 2017

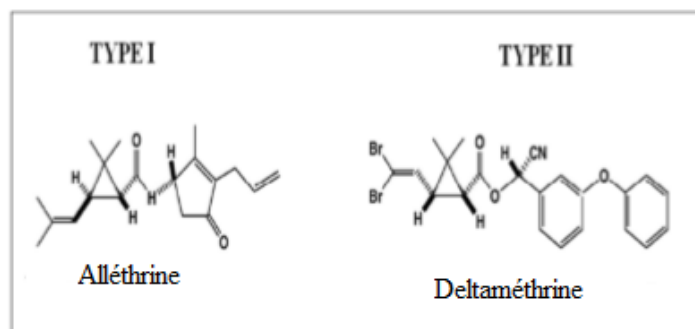


Figure 10: Insecticides de la classe des pyréthrinoïdes

Source : Merghid, 2017

### 5.1.3. Herbicides

Les herbicides représentent un risque potentiel pour la qualité sanitaire du poisson, frais ou fumé, principalement par leur capacité à contaminer les milieux aquatiques et à s'accumuler dans les tissus des poissons. L'évaluation de la qualité sanitaire repose sur la surveillance des

résidus de ces produits chimiques, avec des normes strictes établies pour protéger la santé publique. Leur impact sur la santé humaine dépend de plusieurs facteurs, notamment la contamination de l'environnement aquatique et l'accumulation dans les tissus des poissons (Zubrod *et al.*, 2019).

Les herbicides peuvent se retrouver dans les milieux aquatiques soit lorsqu'il pleut (par de ruissellement des eaux des champs agricoles (Mamane, 2015), soit par l'utilisation dans les bassins aquacoles de certains herbicides pour contrôler la croissance des plantes aquatiques (Zubrod *et al.*, 2019).

Une fois dans l'eau, les herbicides peuvent être absorbés par les poissons par contact direct avec l'eau ou via leur alimentation (plantes aquatiques contaminées ou autres organismes marins) (Zubrod *et al.*, 2019). Les herbicides, en particulier ceux qui sont lipophiles (qui se dissolvent dans les graisses), peuvent s'accumuler dans les tissus graisseux des poissons, un phénomène connu sous le nom de bioaccumulation. Ce processus peut être plus prononcé dans les poissons gras qui sont souvent consommés sous forme de poisson fumé, un produit qui contient généralement une teneur en graisses plus élevée (Ray & Shaju, 2023).

Les résidus d'herbicides dans le poisson peuvent avoir divers effets sur la santé humaine, notamment la toxicité aiguë et chronique et les perturbateurs endocriniens (WHO, 2011). Le risque sanitaire dépend de la concentration de résidus d'herbicides dans les produits alimentaires, et c'est pour cela que des Limites Maximales de Résidus (LMR) sont fixées par les autorités sanitaires (WHO, 2011).

L'évaluation de la qualité sanitaire du poisson frais et fumé implique la surveillance et l'analyse des résidus de pesticides, y compris des herbicides. Les autorités sanitaires, comme l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA), recommandent des programmes de surveillance pour détecter les résidus dans les produits alimentaires, y compris le poisson. Ces programmes assurent que les niveaux de pesticides dans le poisson ne dépassent pas les limites sécuritaires établies (European Commission, 2020).

Les Limites Maximales de Résidus (LMR) pour les herbicides dans le poisson sont définies par des réglementations nationales et internationales. Par exemple, l'UE fixe des limites strictes pour les résidus de pesticides, et les herbicides comme le glyphosate et le 2,4-D sont fréquemment surveillés dans les produits aquatiques, y compris les poissons frais et fumés. Ces limites sont établies sur la base d'une évaluation scientifique rigoureuse des risques pour la santé publique (European Commission, 2005).

## **5.2. Implications sanitaires et environnementales des pesticides sur la pêche**

L'utilisation de pesticides en agriculture en Côte d'Ivoire peut avoir des répercussions sur les écosystèmes aquatiques, y compris sur la pêche.

En dépit de la faiblesse de sa part dans le commerce mondial de pesticides (4 %), l'Afrique reste l'une des régions où les pesticides causent le plus de problèmes, totalisant la moitié des empoisonnements accidentels et plus de 75 % des cas mortels. De nombreux facteurs socio-économiques permettent d'expliquer cette situation tels que le taux d'analphabétisme élevé, le faible niveau économique, l'absence d'équipements de protection individuelle, de lieux de stockage adéquats, le non-respect des bonnes pratiques (Diop, 2013). Les intoxications dues aux pesticides sont un problème de santé publique dans de nombreux pays africains. Malheureusement, leur documentation n'est pas facile car les statistiques ne sont pas disponibles dans les structures sanitaires qui sont très peu outillées pour déceler des cas d'intoxication.

L'utilisation de pesticides affecte la pêche en Côte d'Ivoire de différentes manières :

- ruissellement et pollution des cours d'eau : lorsque les pesticides sont appliqués sur les cultures, ils peuvent être emportés par les eaux de pluie et le ruissellement dans les cours d'eau. Cela peut entraîner la pollution des rivières, des lacs et des étangs, affectant les écosystèmes aquatiques et les poissons qui y vivent (Diop, 2013) ;

- toxicité pour les poissons : certains pesticides, en particulier les pesticides chimiques, peuvent être toxiques pour les poissons. Lorsque les poissons sont exposés à des niveaux élevés de pesticides, cela peut entraîner des maladies, des perturbations du comportement et des décès (Mamane, 2015) ;

- réduction des populations de poissons : si des pesticides sont fréquemment utilisés dans les zones agricoles situées à proximité des cours d'eau, cela peut entraîner une réduction des populations de poissons, en particulier dans les zones de reproduction. Les poissons juvéniles peuvent être particulièrement sensibles aux effets des pesticides (Merghid, 2017) ;

- effets sur la chaîne alimentaire aquatique : les pesticides peuvent également affecter les organismes aquatiques qui servent de proies aux poissons, perturbant ainsi la chaîne alimentaire aquatique. Cela peut avoir des répercussions sur la disponibilité de la nourriture pour les poissons (Mamane, 2015) ;

- réglementation et contrôle : en Côte d'Ivoire, il existe des réglementations sur l'utilisation des pesticides pour minimiser leurs effets négatifs sur l'environnement et la pêche.

Cependant, il peut y avoir des défis liés à la mise en application de ces réglementations, notamment en ce qui concerne les pratiques agricoles informelles (Merghid, 2017).

Il est important de noter que tous les pesticides ne sont pas également préjudiciables à l'environnement et à la pêche, et leur impact dépend de facteurs tels que le type de pesticide utilisé, la fréquence d'utilisation, la proximité des cours d'eau et la gestion agricole globale. La gestion durable de l'utilisation des pesticides, la sensibilisation des agriculteurs aux bonnes pratiques agricoles et la surveillance de la qualité de l'eau sont des éléments clés pour minimiser l'impact des pesticides sur la pêche en Côte d'Ivoire et dans le monde entier (Merghid, 2017).

### 5.3. Modes d'exposition de l'homme et des milieux aquatiques par les pesticides

L'exposition aux pesticides se caractérise par plusieurs voies. L'exposition de la population générale se produit principalement par la consommation d'aliments et d'eaux contaminée par des résidus de pesticides (Christos & Eleftherohorinos, 2011), comme l'indique la figure 11. Une exposition même faible, mais sur une plus ou moins longue période, peut conduire à des effets nocifs. Une exposition chronique va jusqu'à tripler les risques de développer la maladie de Parkinson qui est une maladie neurodégénérative dans le cadre d'un usage professionnel ou d'une exposition passive à partir de 10 jour par an (Rigal, 2019).

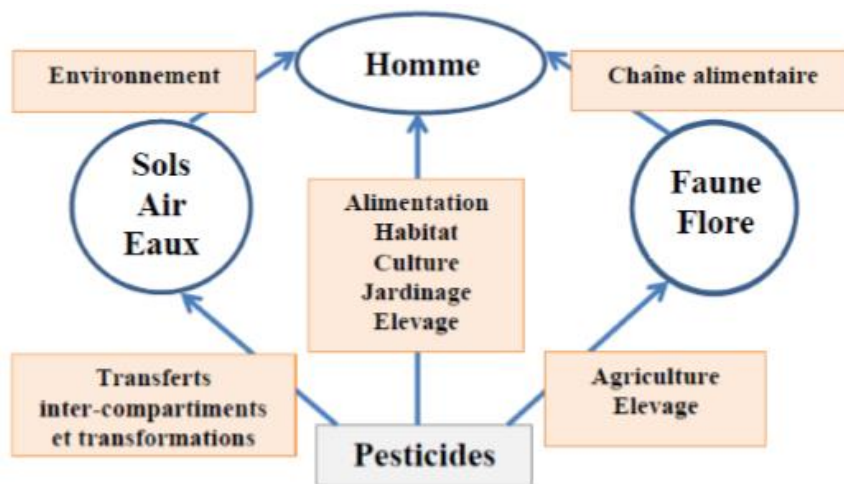


Figure 11: Modes d'exposition de l'homme et des milieux par les pesticides

Source : Merghid, 2017

#### 5.3.1. Contamination de l'environnement par les pesticides

La majorité des pesticides organochlorés sont considérés par la Convention de Stockholm comme des Polluants Organiques Persistants du fait de leur toxicité et de leur forte rémanence dans l'environnement. Ils sont également les pesticides les plus fréquemment détectés dans les produits de la pêche et d'aquaculture prélevés dans le cadre des plans de surveillance et de contrôle (Colin *et al.*, 2010). Les substances et les molécules issues des pesticides sont

susceptibles de se retrouver dans l'air, le sol, les eaux et les sédiments, ainsi que dans les aliments (Batsch, 2011). Ces substances et molécules présentent, par leur migration entre les compartiments de l'environnement, des dangers importants pour l'homme et les écosystèmes, avec un impact à court ou à long terme (Isenring, 2010) (Figure 12).

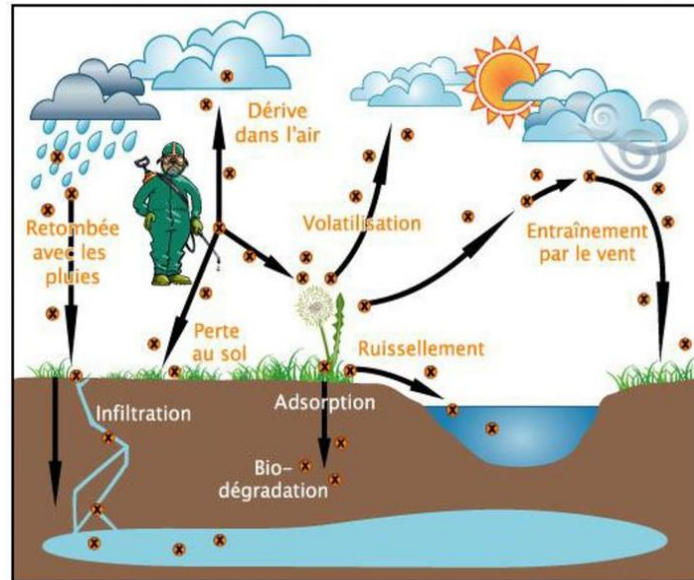


Figure 12: Distribution des pesticides dans l'environnement

Source : Pelosi *et al.*, 2021

### 5.3.1.1. Contamination des eaux superficielles et souterraines

Les pesticides et leurs résidus se retrouvent dans les eaux de surfaces (cours d'eau et étendues d'eau) ainsi que dans les eaux souterraines et marines (Merghid, 2017). La contamination des eaux superficielles et souterraines peut avoir un impact significatif sur la qualité sanitaire du poisson, qu'il soit frais ou fumé. Les effets de cette contamination varient en fonction des types de polluants présents dans l'eau et des conditions de l'écosystème aquatique (Marlatt *et al.*, 2022).

Les polluants chimiques dans les eaux superficielles et souterraines (métaux lourds comme mercure, plomb, cadmium, et pesticides) peuvent s'accumuler dans les tissus du poisson, notamment dans les muscles et les organes (Merghid, 2017 ; Marlatt *et al.*, 2022). Ces substances sont dangereuses pour la santé humaine, même à faibles concentrations, et peuvent avoir des effets graves, notamment :

- **Bioaccumulation et biomagnification** : Les métaux lourds et d'autres toxines se concentrent dans les tissus des poissons au fil du temps, et ces substances peuvent se transmettre aux consommateurs de poissons, affectant leur santé à long terme (Marlatt *et al.*, 2022).

- **Perturbation hormonale** : Certains produits chimiques, comme les hormones et les phtalates, peuvent interférer avec le système endocrinien des poissons et affecter leur

reproduction, ce qui a des répercussions indirectes sur la chaîne alimentaire (Montiel-Léon *et al.*, 2019).

Un grand nombre d'insecticides et quelques herbicides et fongicides, peuvent avoir un effet toxique pour les organismes aquatiques, et peuvent aussi avoir un effet nuisible sur le milieu naturel (Merghid, 2017) (Figure 13).

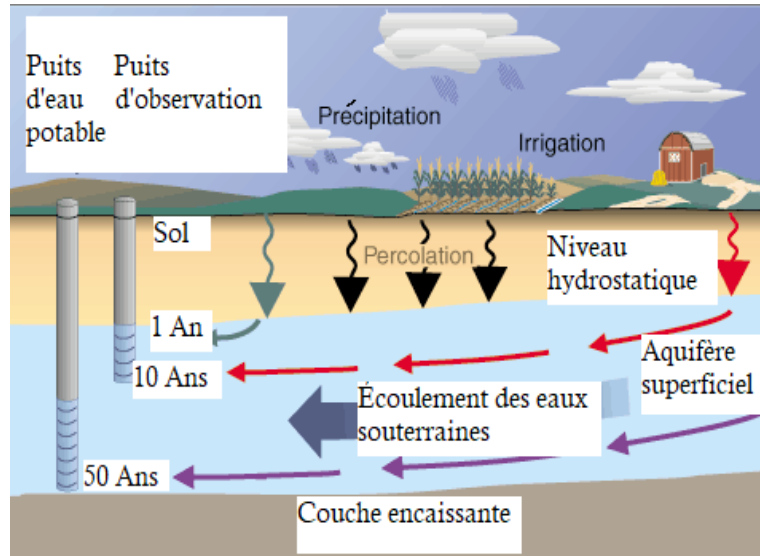


Figure 13: Distribution des pesticides dans les eaux superficielles et souterraines

Source : Water Sciences School, 2018

### 5.3.1.2. Effets des pesticides sur les organismes aquatiques

La présence de résidus de pesticides dans les organismes aquatiques est schématiquement le résultat du niveau de contamination des eaux, des sédiments et des aliments des poissons d'une part, des capacités propres à l'organisme à accumuler ou éliminer plus ou moins rapidement la substance d'autre part (Colin *et al.*, 2010). Des concentrations élevées peuvent être observées dans les organismes aquatiques du fait de leur bioaccumulation dans certaines espèces. C'est le cas du chlordécone, insecticide organochloré, désormais interdit mais extrêmement persistant, utilisé pour lutter contre divers ravageurs des cultures dans les régions tropicales. Le chlordécone se retrouve à des teneurs élevées dans la chair de poissons et crustacés d'eau douce (Figure 14) de certaines zones de Martinique et Guadeloupe (Colin *et al.*, 2010). Les données relatives à la contamination des organismes aquatiques par les pesticides indiquent que les insecticides organochlorés sont les pesticides les plus fréquemment détectés et quantifiés dans ces organismes. Par contre, la contamination par les pesticides autres que les organochlorés, est faiblement documentée (Marlatt *et al.*, 2022).





Figure 14: Effets de la pollution des eaux superficielles par les pesticides sur les poissons

Source : Marlatt *et al.*, 2022

### 5.3.2. Effets des pesticides sur la santé humaine

Les effets des pesticides sur la santé humaine sont un sujet de préoccupation majeur, car l'exposition à ces produits chimiques peut provoquer une gamme de problèmes de santé (Figure 15 et 16), allant des troubles aigus à des effets à long terme.

Les effets aigus de l'exposition aux pesticides se manifestent généralement peu de temps après le contact. Ces effets comprennent :

- **Intoxication aiguë** : les symptômes peuvent inclure des nausées, des vomissements, des maux de tête, des vertiges, des douleurs abdominales et des troubles respiratoires. Dans des cas graves, cela peut mener à des convulsions, un coma ou la mort (Taiwo, 2019).

- **Irritation des voies respiratoires et de la peau** : l'inhalation de vapeurs ou le contact direct avec la peau peut entraîner des irritations et des inflammations locales (Kim *et al.*, 2017 ; Diop, 2013).

Les effets chroniques peuvent apparaître après une exposition prolongée ou répétée aux pesticides. Parmi ces effets, on retrouve :

- **Cancers** : l'exposition à certains pesticides a été associée à un risque accru de cancers, notamment des leucémies, des lymphomes, ainsi que des cancers du cerveau, de la prostate et du sein (Isenring, 2010 ; Alavanja *et al.*, 2013 ; Dhouib *et al.*, 2016 ; Multigner *et al.*, 2016 ; Plante *et al.*, 2022).

- **Troubles neurologiques** : les pesticides organophosphorés, qui inhibent l'enzyme cholinestérase, sont particulièrement associés à des troubles neurologiques à long terme, tels que des troubles de la mémoire, des troubles moteurs, ainsi que des maladies neurodégénératives comme la maladie de Parkinson (Colin *et al.*, 2010 ; Kamel & Hoppin, 2024).

- **Perturbations endocriniennes** : certains pesticides, notamment les organochlorés, peuvent agir comme des perturbateurs endocriniens, affectant le système hormonal et entraînant des problèmes de fertilité, des troubles du développement et un risque accru de maladies hormonodépendantes (Girard *et al.*, 2020 ; Peinado *et al.*, 2020).

Les effets des pesticides sur le développement prénatal et la reproduction sont également préoccupants (Jakuboski, 2011 ; Bortoli & Coumoul, 2018). Des études ont montré que l'exposition in utero ou à un jeune âge peut avoir des conséquences sur la croissance, le développement cognitif et la fertilité future :

- **Retards de développement et troubles cognitifs** : l'exposition prénatale à des pesticides, en particulier ceux de la famille des organophosphorés, peut entraîner des retards de développement neurologique et des déficits cognitifs chez les enfants (Berrah, 2011 ; Roberts *et al.*, 2012).

- **Problèmes de fertilité** : l'exposition à long terme aux pesticides a également été liée à une baisse de la fertilité chez les hommes et les femmes (Fucic *et al.*, 2021 ; Plante *et al.*, 2022).

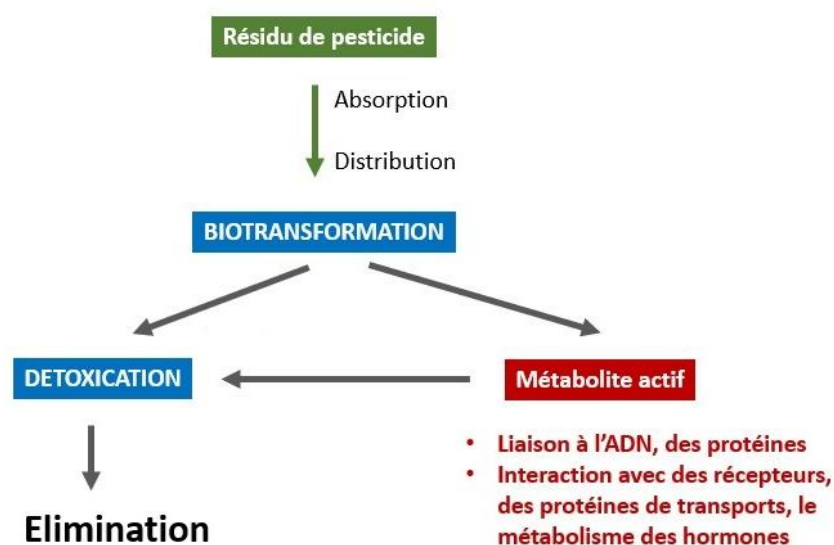


Figure 15: Schéma simplifié de toxicocinétique d'un pesticide

Source : Mostafalou & Abdollahi, 2013

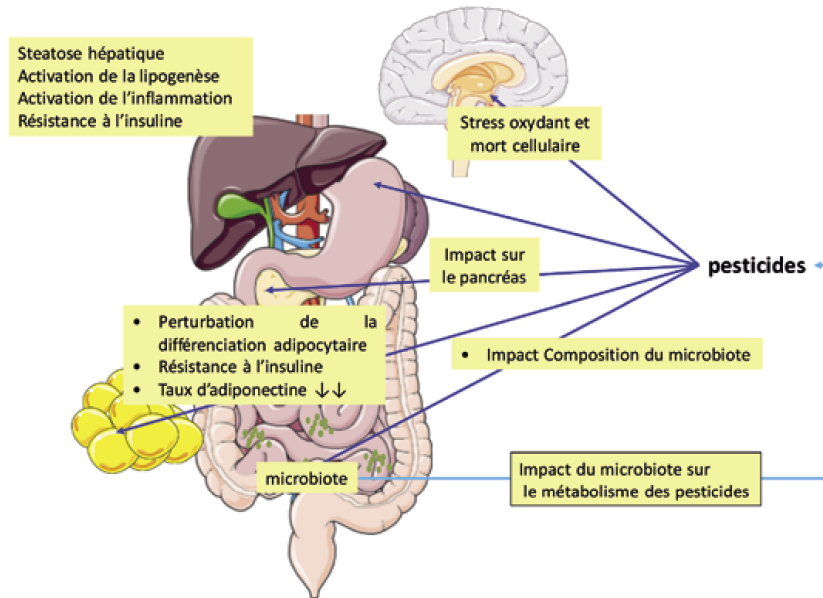


Figure 16: Exemple de cibles des pesticides au niveau de l'organisme

Source : Gamet-Payraastre, 2019

### 5.3.3. Mécanismes d'action des différentes familles de pesticides sur l'homme

Les pesticides sont des substances chimiques utilisées pour contrôler les organismes nuisibles dans l'agriculture, mais ils peuvent aussi affecter la santé humaine lorsqu'ils sont présents dans l'alimentation, notamment le poisson. Le mécanisme d'action des pesticides peut varier selon leur famille et la manière dont ils interagissent avec le corps humain.

#### 5.3.3.1. Pesticides organophosphorés (OP)

- **Mécanisme d'action** : les organophosphorés agissent principalement en inhibant l'enzyme acétylcholinestérase, qui est responsable de la dégradation de l'acétylcholine dans les synapses neuronales. L'inhibition de cette enzyme entraîne une accumulation excessive d'acétylcholine, provoquant une stimulation continue des récepteurs cholinergiques, ce qui peut mener à une paralysie, une dépression respiratoire, des convulsions et, dans les cas graves, à la mort (Leng, 2023).

- **Effets sur l'homme** : nausées, vomissements, troubles respiratoires, confusion, convulsions (pour les cas aigus) et troubles neuropsychiatriques, dommages au système nerveux, perturbations endocriniennes (pour les cas chroniques) (Ahmad *et al.*, 2024).

### 5.3.3.2. Pesticides carbamates

- **Mécanisme d'action** : les carbamates, comme les organophosphorés, inhibent également l'acétylcholinestérase. Cependant, leur action est réversible, contrairement aux organophosphorés qui ont un effet prolongé. Ils entraînent également une accumulation d'acétylcholine dans le système nerveux, ce qui affecte la transmission nerveuse (Singh *et al.*, 2018).

- **Effets sur l'homme** : symptômes similaires aux organophosphorés, mais de manière généralement moins sévère (pour les cas aigus) et troubles cognitifs, maux de tête, et autres symptômes neurologiques si l'exposition est prolongée (pour les cas chroniques) (Singh *et al.*, 2018).

### 5.3.3.3. Pesticides pyrethroïdes

- **Mécanisme d'action** : les pyrethroïdes agissent en perturbant le fonctionnement des canaux sodiques ( $\text{Na}^+$ ) dans les membranes neuronales. Ils prolongent l'ouverture de ces canaux, provoquant une dépolarisation continue des neurones et perturbant les signaux nerveux (Ray & Fry, 2006).

- **Effets sur l'homme** : irritations cutanées, symptômes respiratoires, nausées et vomissements (pour le cas aigus) et troubles neurologiques (tremblements, convulsions), troubles hormonaux, effets sur le foie et les reins (pour les cas chroniques) (Werner & Moran, 2008).

### 5.3.3.4. Pesticides organochlorés (ex : DDT)

- **Mécanisme d'action** : les organochlorés agissent en perturbant la perméabilité des membranes cellulaires, ce qui altère la transmission nerveuse en inhibant les canaux ioniques. Ils sont également persistants dans l'environnement et dans les tissus humains, où ils peuvent s'accumuler.

- **Effets sur l'homme** : vomissements, nausées, irritations cutanées et respiratoires (pour les cas aigus) et risques accrus de cancer, perturbation du système endocrinien (par exemple, effets sur la thyroïde et la reproduction), troubles neurologiques (pour les cas chroniques).

### 5.3.3.5. Pesticides néonicotinoïdes

- **Mécanisme d'action** : les néonicotinoïdes sont des agonistes des récepteurs nicotiques de l'acétylcholine dans le système nerveux. Ils induisent une stimulation excessive des neurones, ce qui conduit à la paralysie et à la mort des insectes. Ils peuvent également

affecter les récepteurs humains, bien que de manière moins toxique que pour les insectes (Nimako *et al.*, 2021).

- **Effets sur l'homme** : maux de tête, vertiges, nausées (pour les cas aigus) et risques de troubles cognitifs, neurologiques, et perturbations endocriniennes (pour les cas chroniques) (Cimino *et al.*, 2017).

L'ingestion de poisson contaminé par des pesticides, qu'il soit frais ou fumé, peut exposer l'homme à des risques de santé significatifs, allant de symptômes aigus à des effets chroniques graves, notamment sur le système nerveux, hormonal et endocrinien. Les différents types de pesticides agissent via divers mécanismes biologiques, mais leurs conséquences sur la santé humaine varient selon leur classe et leur mode d'action. La réglementation des niveaux de contamination alimentaire et les efforts de réduction de l'utilisation des pesticides sont cruciaux pour minimiser ces risques.

#### **5.4. Critères de sélection des résidus de pesticide présents dans le poisson**

##### **5.4.1. Généralité sur les résidus de pesticide**

Selon le *Codex Alimentarius*, un résidu de pesticide désigne toute substance présente dans les aliments, les produits agricoles ou les aliments fourragers par suite de l'utilisation d'un pesticide. Ce terme englobe tous les dérivés du pesticide comme les métabolites, les produits de dégradation, les impuretés possédant des propriétés toxicologiques significatives (Turyk *et al.*, 2012). Cette définition doit être appropriée pour le contrôle de conformité aux limites maximales de résidus (LMR) et doit inclure les composés présentant un intérêt toxicologique dans l'évaluation du risque (Diop, 2013).

Les résidus de pesticides dans le poisson frais ou fumé peuvent constituer un risque pour la santé humaine, mais ces risques sont largement gérés grâce aux normes strictes de sécurité alimentaire et aux contrôles réguliers. La surveillance de ces résidus dans les produits aquatiques reste un élément clé pour assurer la sécurité des consommateurs.

##### **5.4.2. Critères de sélection des résidus de pesticides présents dans le poisson**

La sélection des molécules (résidus) de pesticides à rechercher dans une étude d'évaluation sanitaire du poisson frais et fumé repose sur plusieurs critères scientifiques, réglementaires et pratiques (Rose *et al.*, 2015). Ces critères permettent de s'assurer que l'étude couvre les pesticides les plus susceptibles d'être présents, tout en tenant compte des risques pour la santé humaine. Cette sélection est basée sur l'utilisation courante de ces produits, leur toxicité, leur réglementation, leur capacité à persister dans l'environnement et leur bioaccumulation (Turyk *et al.*, 2012 ; Domingo, 2016).

#### **5.4.2.1. Fréquence d'utilisation des pesticides**

La première étape consiste à identifier les pesticides fréquemment utilisés pour protéger les cultures en zone proche des cours d'eau ou en aquaculture, car ces produits sont plus susceptibles de se retrouver dans l'environnement et, par conséquent, dans les poissons (European Commission, 2020).

#### **5.4.2.2. Toxicité des pesticides**

Les molécules à rechercher doivent être choisies en fonction de leur toxicité potentielle pour la santé humaine. Les critères de toxicité incluent des effets aigus et chroniques, ainsi que des risques carcinogènes, neurotoxiques ou endocriniens. Les pesticides présentant des risques sanitaires élevés doivent être prioritairement surveillés (WHO, 2011).

#### **5.4.2.3. Limites maximales de résidus (LMR)**

Les pesticides à rechercher doivent être choisis en fonction des Limites Maximales de Résidus (LMR) établies par les autorités sanitaires (par exemple, la Commission européenne et l'OMS). Ces limites sont fixées pour garantir que les produits alimentaires sont sûrs pour la consommation humaine (European Commission, 2020).

#### **5.4.2.4. Propriétés chimiques et physico-chimiques des pesticides**

Les caractéristiques chimiques des pesticides (solubilité dans l'eau, persistance, biodisponibilité) influencent leur présence et leur accumulation dans l'environnement aquatique et dans les poissons. Les pesticides persistants (comme certains organochlorés) ont plus de chances de rester dans les tissus des poissons et de se bioaccumuler (Ray & Shaju, 2023).

#### **5.4.2.5. Données de contamination environnementale**

Les résultats des études sur la contamination des milieux aquatiques par les pesticides doivent être pris en compte. Les substances fréquemment détectées dans les cours d'eau, les sédiments et les poissons doivent être priorisées. L'historique de contamination de la région ou du lieu de pêche ou d'élevage influence également le choix des molécules à rechercher (EEA, 2022).

#### **5.4.2.6. Résidus dans les produits transformés**

Le processus de transformation, comme le fumage, peut affecter la présence et la concentration des résidus de pesticides. Il est essentiel d'évaluer si certaines substances peuvent se concentrer ou être réduites durant la transformation. Par exemple, les températures élevées du fumage peuvent décomposer ou volatiliser certains pesticides (Zubrod *et al.*, 2019).

#### **5.4.2.7. Accessibilité des méthodes analytiques**

Les molécules sélectionnées doivent être détectables avec des méthodes analytiques fiables et sensibles, telles que la chromatographie en phase gazeuse (GC), la chromatographie en phase liquide (HPLC), ou la spectrométrie de masse (MS). La sensibilité des méthodes doit être suffisante pour détecter les résidus à des niveaux conformes aux LMR (Ledoux, 2010).

### **5.5. Limites d'action pour les résidus de pesticides dans les produits de la pêche et de l'aquaculture**

Les limites d'action pour les résidus de pesticides dans les poissons frais et fumés font référence aux seuils maximaux de résidus (LMR, Limite Maximale de Résidu) autorisés par les autorités de santé publique et les organismes de réglementation. Ces limites sont mises en place pour protéger la santé des consommateurs et sont basées sur des évaluations scientifiques rigoureuses et sont réglementées par des normes internationales et nationales, telles que celles établies par l'UE et le Codex Alimentarius (Bertrand *et al.*, 2018).

#### **5.5.1. Objectifs des limites d'action pour les résidus de pesticides**

Les limites d'action (ou LMR) sont établies pour garantir que les résidus de pesticides dans les produits alimentaires ne présentent pas de risques pour la santé humaine. Ces limites définissent la concentration maximale de résidu de pesticide autorisée dans les produits, exprimée en milligrammes par kilogramme (mg/kg). L'objectif est de s'assurer que l'exposition aux pesticides à travers la consommation de poissons ne dépasse pas les seuils jugés sûrs (European Commission, 2020).

#### **5.5.2. Normes et réglementation des LMR**

Les Limites Maximales de Résidus des pesticides sont établies au niveau national et international. Parmi les principales autorités, on trouve l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA), l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et la Food and Agriculture Organization (FAO) (European Commission, 2005).

#### **5.5.3. Les LMR spécifiques pour le poisson**

Les LMR des pesticides peuvent varier en fonction du type de produit alimentaire. Dans le cas du poisson, les LMR sont déterminées en fonction des types de pesticides utilisés en aquaculture et de leur présence dans les milieux aquatiques (EFSA, 2020). Par exemple, les pesticides organochlorés (comme le DDT) et les pesticides organophosphorés (comme le malathion) sont souvent surveillés, car ils sont persistants dans l'environnement et peuvent s'accumuler dans les tissus des poissons. Les antibiotiques et autres produits chimiques utilisés

dans l'aquaculture (comme les produits antiparasitaires) sont également pris en compte pour fixer des LMR (EFSA, 2020).

En outre, des LMR spécifiques sont établies pour les produits transformés comme le poisson fumé, car le processus de fumage peut affecter la concentration des résidus de pesticides (EFSA, 2020).

#### 5.5.4. Contrôles et surveillance des résidus

Les autorités sanitaires procèdent à des contrôles et des tests réguliers des produits alimentaires pour s'assurer que les LMR sont respectées. Les inspections des lots de poissons frais et fumés sont réalisées pour mesurer les résidus de pesticides. Ces tests sont cruciaux pour garantir la sécurité des consommateurs, particulièrement dans les pays de l'UE où des programmes de surveillance sont mis en place (European Commission, 2020).

#### 5.5.5. Facteurs influençant les limites d'action

Plusieurs facteurs influencent les LMR des pesticides dans les poissons :

- **Type de pesticide** : certains pesticides sont plus persistants que d'autres et ont un plus grand potentiel de bioaccumulation, ce qui nécessite des limites plus strictes.

- **Processus de transformation** : le fumage et d'autres traitements du poisson peuvent modifier la concentration des résidus de pesticides.

- **Espèce de poisson** : les différentes espèces de poissons peuvent accumuler des résidus à des taux différents, ce qui peut affecter les LMR.

- **Origine géographique** : la pollution de l'environnement et les pratiques agricoles locales peuvent également influencer les niveaux de pesticides dans les produits (FAO/WHO, 2020).

#### 5.5.6. Calcul des limites d'action

Pour le calcul des limites d'action, l'équation suivante a été appliquée (AFSCA, 2017) :

$$\text{Limite d'action} = \frac{\text{dose journalière acceptable (DJA)}}{\text{consommation au } 97,5^{\text{e}} \text{ percentile}}$$

La limite d'action (LA) pour un contaminant dans une matrice est déterminée en se basant sur l'hypothèse qu'un consommateur ingère de grandes quantités de l'aliment (P : 97,5) et correspond à la teneur maximale qu'un aliment ainsi consommé peut contenir sans que la dose journalière acceptable (DJA) ne soit dépassée. Cette approche simplifiée ne tient pas compte de l'exposition de fond via d'autres denrées alimentaires, ni de l'exposition environnementale. En



ce qui concerne les pesticides dépourvus d'une autorisation d'utilisation, il est recommandé d'appliquer une limite d'action standard de 0,01 mg/kg (Bertrand *et al.*, 2018).

### **5.5.7. Incertitudes**

Les principales incertitudes qui accompagnent la méthode appliquée ci-dessus sont liées aux données de consommation utilisées dans le calcul des limites d'action.

Outre les incertitudes habituellement associées aux données de consommation qui concernent principalement des imprécisions sur le plan du rapportage (c'est-à-dire un sous/sur-rapportage de la consommation, avec une incertitude plus grande pour certaines denrées alimentaires). Il est également à noter que les limites d'action ont été calculées sur base de données de consommation relatives à la catégorie des produits de la pêche et de l'aquaculture dans sa totalité, si bien qu'une certaine surestimation de l'exposition via un aliment spécifique peut être supposée (Aubertot *et al.*, 2005).

## **DEUXIEME PARTIE : MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## 1. MATÉRIEL

### 1.1. Matériel biologique

Les espèces (*Tilapia* spp., *Chrysichthys* spp. et *Labeo* spp.) frais ont été collectés dans les localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré. Les localités de Guéssabo et Soubré sont alimentés par le fleuve Sassandra et Bouaflé par le Bandama. Ces espèces ont été collectées auprès des pêcheurs locaux le jour de leurs captures.

Les espèces de poissons fumées ont été achetées auprès des transformatrices locales de chacune des localités d'étude (entre 1 et 3 jours après fumage).

Les espèces de poissons frais et fumés collectés des différentes localités d'études ont été maintenues conservées à 4° C dans une glacière contenant des accumulateurs de glaces puis transporté au laboratoire d'Agrovalorisation de l'Université Jean Lorougnon Guédé le même jour pour les analyses (Figure 17).

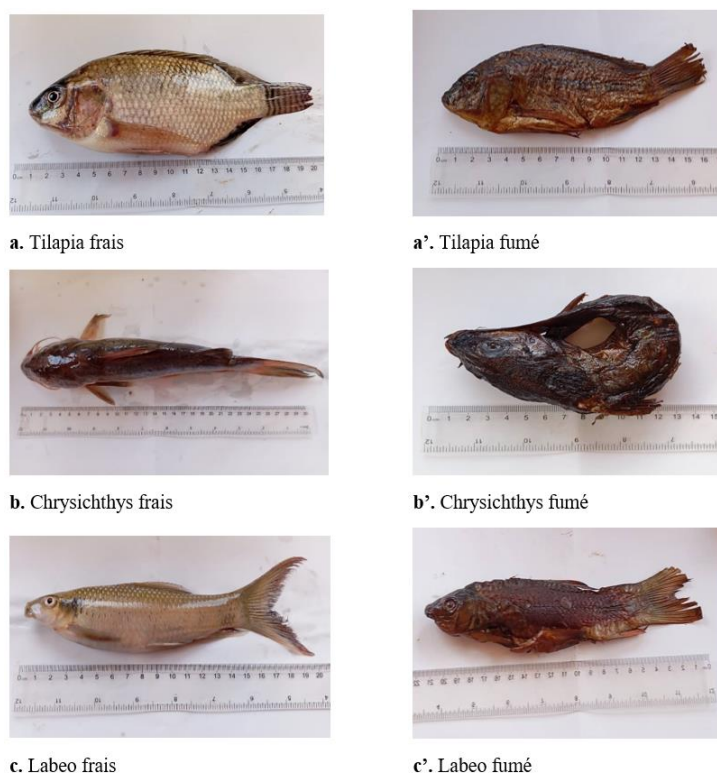


Figure 17: Espèces de poissons frais et fumés échantillonnées dans les localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré

### 1.2. Matériel d'enquête

Pour mener à bien l'enquête de terrain, une fiche d'enquête dûment élaborée a servi de guide d'entretien. Il s'agit d'un questionnaire (voir annexe 1) à adresser aux acteurs de la filière pêche de chaque localité (Bouaflé, Guéssabo, Soubré). Ces acteurs sont les pêcheurs

commerciaux, les mareyeurs (euses) et les fumeuses commerciales. Un enregistreur audio et vidéo de marque Techno Spark 8 pour les enregistrements des échanges et des outils de rédaction (bloc-notes, stylo) ont été utilisés.

Outre ces matériels cités plus haut, il a été nécessaire pour nous d'obtenir des autorisations ou permis auprès d'autorités administratives régionales (Préfet de région, Directeurs régionaux et départementaux du Ministère des Ressources Animales et Halieutiques (MIRAH)) et des autorités locales (Chefs de villages, Chefs de communautés de pêcheurs, de mareyeurs et de transformatrices) pour mener des recherches sur les acteurs de pêche et les risques sanitaires liés à la consommation des produits de la pêche.

### 1.3. Matériel technique

Le matériel technique utilisé pour l'étude a été composé de matériels d'échantillonnage, de matériels de terrain, de matériels informatiques et logiciels et de matériel de laboratoire.

#### 1.3.1. Matériel d'échantillonnage

Le matériel d'échantillonnage a été constitué essentiellement de paires de gants, de papiers aluminium, de sachets stomacher stérile à usage unique, d'accumulateurs de froid et de glacière (Figure 18).

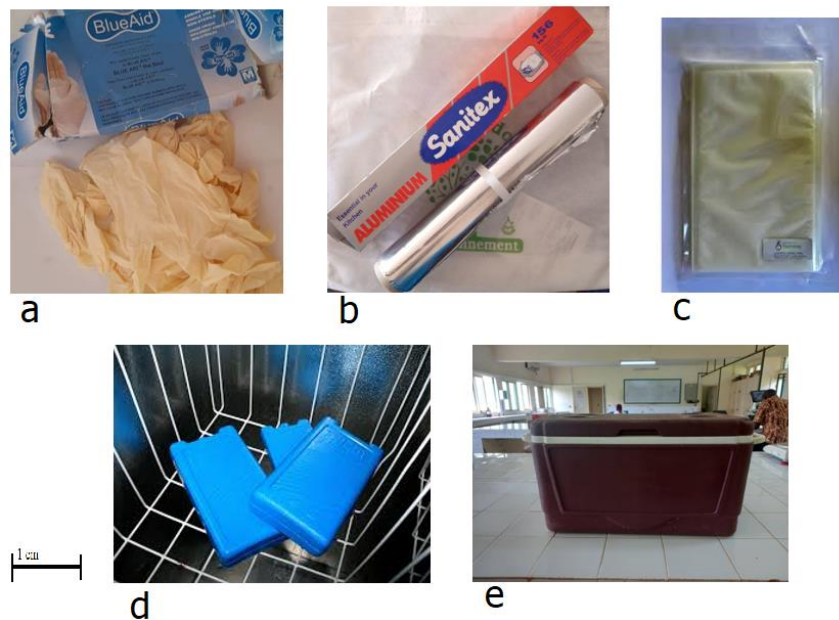


Figure 18: Matériel d'échantillonnage utilisé au cours de cette étude

- a** : Paires de gants ;                      **b** : Papiers aluminium ;                      **c** : Sachets stomacher ;  
**d** : Accumulateurs de froid;                      **e** : glacière.

### **1.3.2. Matériel de laboratoire**

Le matériel technique utilisé a été constitué :

- d'un microscope électronique (Leica, Leica systems, Allemagne), pour la visualisation des germes ;
- d'un bain-marie (Fisher Scientific Polytest 12, Fisher Scientific, France), pour la préparation des milieux de cultures ;
- d'un autoclave (LDZX-40 B, ZENITH LAB, Chine), pour la stérilisation des milieux de cultures ;
- d'une étuve (INCU-Line 56 Prime, VWR International, France), pour l'incubation des germes ;
- d'un réfrigérateur et d'un congélateur (Nasco electronics, SOCIAM, Côte d'Ivoire), pour la conservation des échantillons et des consommables de laboratoire ;
- d'une chaîne HPLC (Agilent Technologie 1260 infinité, Agilent, Etats-Unis), pour la recherche et la quantification des résidus de pesticides ;
- de réactifs chimiques (urée indole, disque d'oxydase, etc.) pour l'identification des germes isolés ;
- de contenants de laboratoire (tubes à essai, pipettes, éprouvettes, etc.), pour les différentes manipulations microbiologiques ;
- d'équipements de protection et de sécurité (blouses, gants, cache-nez, charlotte, etc.) pour des manipulations en toute quiétude et dans des conditions aseptiques.

## **2. MÉTHODES**

### **2.1. Méthodes de collecte des données sur le terrain**

#### **2.1.1. Choix des zones d'enquêtes**

Les localités de pêches de Bouaflé, Guéssabo et Soubré ont été choisies pour cette étude compte tenu d'une part, de leur proximité avec les fleuves Bandama et Sassandra et d'autre part, de leur importance dans l'approvisionnement national en poissons d'eaux douces. Ainsi, les zones indiquées par les Directions Régionales locales du Ministère des Ressources Animales et Halieutiques (MIRAH) comme des postes de productions halieutiques ont été organisées en quatre strates homogènes à partir de leur typologie : ville, sous-préfecture, village et campement. Un tirage simple a ensuite été opéré par strate. Au niveau des villes, Soubré a été retenue. Concernant les Sous-préfectures, Guéssabo a été choisi. Quant aux villages et

campements, ils ont été représentés par le village d'Angovia et le campement de Dominique-port dans le département de Bouaflé.

### 2.1.2. Critères inclusifs et exclusifs des personnes à enquêtées

Dans chacune des localités, un choix aléatoire a été utilisé pour constituer l'échantillon d'acteurs à questionner. Le critère principal d'inclusion des acteurs à interroger a été l'ancienneté (12 mois de pratique de l'activité au moins) afin d'exclure les acteurs occasionnels qui pourraient donner des réponses trop légères ou superficielles sur l'activité (Tableau VI).

Tableau VI: Quelques critères de choix des personnes à enquêter

Acteurs à enquêter	Critères inclusifs	Critères exclusifs
<b>Pêcheurs</b>	- exercer l'activité depuis 12 mois au moins.	- les moins de 18 ans ; - ne pas être un pêcheur occasionnel.
<b>Mareyeurs (euses)</b>	- exercer l'activité depuis 12 mois au moins.	- les moins de 18 ans ; - ne pas être mareyeurs (euse) occasionnel(le).
<b>Transformatrices (Fumeuses)</b>	- exercer l'activité depuis 12 mois au moins.	- les moins de 18 ans ; - ne pas être fumeuse occasionnelle.

### 2.1.3. Réalisation de la pré-enquête auprès des acteurs à enquêter dans les localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré

Une pré-enquête a été réalisée dans le but de recenser les différents débarcadères de pêche et d'entrer en contact avec les parties prenantes de la pêche de capture. Elle a aussi consisté à recenser et connaître le nombre approximatif de pêcheurs, de mareyeurs et de transformatrices exerçant dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré retenues pour cette étude.

Une visite de présentation aux autorités préfectorales et aux différents chefs de communautés des acteurs de la pêche a été faite avec l'appui des chefs des services pêche du MIRAH de chaque localité d'étude concernée. Cette présentation aux autorités locales (sous-préfet, chefs des pêcheurs, responsables des mareyeurs et présidentes des fumeuses) a permis d'ôter toute suspicion et créer une atmosphère de confiance entre enquêteur et enquêtés. Une seconde présentation aux différents acteurs a été faite sur le terrain par chaque chef de communauté. Après que toute méfiance ait été dissipé et la confiance installée, les dates des enquêtes ont été fixées pour chacune des localités.

#### 2.1.4. Taille et répartition des acteurs à enquêter

L'enquête de terrain a été menée auprès des pêcheurs, des mareyeurs et des transformateurs des zones d'études. Pour bien mener cette enquête auprès de ces acteurs, le sondage stratifié de la méthode aléatoire a été adopté (El Abbassi & El Marhoum, 1999). Les strates ont été les différents sites de pêche, de mareyage et de fumage. La population-mère a été l'ensemble des différents acteurs recensés par les services locaux du MIRAH. Le choix de cette méthode se justifie par la disponibilité de l'effectif total des acteurs évoluant sur l'ensemble des sites des différentes localités. À partir de cet effectif total, la taille de l'échantillon de chaque strate a été calculée en se servant de la formule de calcul de l'échantillon établie par El Abbassi & El Marhoum (1999) qui est la suivante :

$$n = \frac{Z^2(PQ) N}{[e^2(N-1) + Z^2(PQ)]} \quad (1)$$

- n = Taille de l'échantillon;
- N = Taille de la population mère ;
- Z = Coefficient de marge (au seuil de confiance de 95 %, Z= 1,96) ;
- e = Marge d'erreur tolérée de 5 % soit 0,05;
- P = Proportion d'acteurs supposée avoir les caractères recherchés. Cette proportion variant entre 0 et 1 est une probabilité d'occurrence d'un événement. Dans le cas où l'on ne dispose d'aucune valeur de cette proportion, celle-ci est fixée à 50 % (0,5) ;
- Q = 1 – P

En tenant compte de la population mère et pour des raisons de traitement statistique, la taille effective des différents acteurs à enquêter est mentionnée dans le tableau VII.

Tableau VII: Taille des acteurs à enquêter pour l'étude

Localités	Population mère			Taille des acteurs à enquêter		
	Pêcheurs	Mareyeuses	Fumeuses	Pêcheurs	Mareyeuses	Fumeuses
<b>Bouaflé</b>	217	47	92	139	42	74
<b>Guessabo</b>	96	37	35	77	34	32
<b>Soubré</b>	108	49	45	84	44	40
<b>Total</b>	<b>421</b>	<b>133</b>	<b>172</b>	<b>300</b>	<b>120</b>	<b>146</b>

### **2.1.5. Réalisation de l'enquête auprès des pêcheurs, des mareyeurs et des transformatrices des zones d'étude**

L'enquête de terrain a été menée pendant la période de Juin à Septembre 2021 dans les localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré. Les fiches de questionnaires utilisées pour l'enquête de chaque catégorie d'acteurs sont présentées en annexe 3.

Chaque entrevue s'est faite en moyenne en dix (10) minutes. Elle a pris en compte les pêcheurs, les mareyeurs (euses) et les transformatrices (fumeuses) trouvés en activité sur les différents sites des localités d'études.

## **2.2. Échantillonnage des poissons frais et fumés dans les localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré**

### **2.2.1. Taille et répartition des échantillons collectés**

La taille (n) des échantillons collectés a été obtenue en utilisant la formule de la FAO (1992) pour un échantillon indépendant non exhaustif selon l'expression suivante :

$$n = \frac{t^2 \times p(1 - p)}{e^2} \quad (2)$$

**n** = taille minimum recherchée pour l'échantillon ;

**t** = niveau de confiance à 95 % (valeur type de 1,96) ;

**p** = est le pourcentage de poissons qui présentent le caractère observé, p estimé à 50 % vu qu'on ne connaît pas le nombre total de poissons pêchés présentant le caractère observé ;

**e** = marge d'erreur à 5 % (valeur de 0,05).

Ainsi, la taille minimale des poissons recherchées est de 385 échantillons. Par ailleurs, la collecte des poissons a été effectuée par la technique d'échantillonnage aléatoire simple. Toutefois, 390 échantillons de poissons à raison de 130 échantillons de poissons par localité ont été collectés pour effectuer ce travail. La répartition des poissons par espèce et par localité est mentionnée dans le tableau VIII.



Tableau VIII: Répartition des différents échantillons de poissons frais et fumés collectés

Localités	Poissons frais			Poissons fumés		
	<i>Tilapia</i>	<i>Chrysichthys</i>	<i>Labeo</i>	<i>Tilapia</i>	<i>Chrysichthys</i>	<i>Labeo</i>
<b>Bouaflé</b>	44	44	44	44	44	44
<b>Guéssabo</b>	43	43	43	43	43	43
<b>Soubré</b>	43	43	43	43	43	43
<b>Sous Total</b>	130	130	130	130	130	130
<b>Total general</b>	390			390		

## 2.2.2. Qualité des échantillons de poissons collectés

### 2.2.2.1. Évaluation macroscopique de la qualité des échantillons de poissons frais

L'évaluation macroscopique de la qualité des poissons frais a été effectuée par des observations immédiates plus minutieuses des poissons débarqués. Pour chaque débarquement suivi, les captures ont été évaluées et triées en fonction des espèces étudiées (BNC, 2019). Les critères de fraîcheur communs à tous les poissons frais ont été vérifiés (Tableau IX).

Tableau IX: Critères de qualité du poisson frais recherchés

Paramètres	Critères frais	Critères dégradés
<b>Odeur</b>	Odeur d'algues, agréable, légère. Absence d'odeur d'ammoniacque.	Aucune odeur, puis odeur désagréable d'ammoniacque.
<b>Rigidité</b>	Quelques heures après sa mort, le poisson entre en état de rigidité cadavérique, <i>rigor mortis</i> . Son corps est totalement rigide et arqué. Cette phase dure de quelques heures à quelques jours selon la température.	Une fois <i>rigor mortis</i> dépassée, la chair va se détendre et ramollir. Le corps devient souple, puis flasque.
<b>Consistance</b>	La chair à une consistance ferme et élastique à la pression.	La chair devient molle, puis reste enfoncée à la pression du doigt.
<b>Peau</b>	Couleur chatoyante, brillante, iridescente ; pas de décoloration. La peau est tendue, fermement adhérente aux filets.	La coloration s'estompe, la peau devient pâle. Elle se décolle des filets.
<b>Mucus</b>	La peau est recouverte selon les espèces d'un mucus transparent, aqueux.	Le mucus devient poisseux, collant.
<b>Écailles</b>	Fortement adhérentes, brillantes, éclats métalliques et reflets irisés.	Les écailles ternissent, se relâchent et se retirent facilement.
<b>Oeil</b>	Clair et vif; convexe (gonflé); cornée transparente; pupille noire et brillante.	Terne, laiteux / blanchâtre, vitreux. Oeil plat, puis concave (enfoncé).
<b>Ouïes</b>	Humides, brillantes, de couleur rosée ou rouge sang, pas de mucus. Un poisson juste sorti de l'eau peut avoir les ouïes grandes ouvertes et resté dans cet état lors de la phase de rigidité.	Couleur brune ou rose décoloré.
<b>Abdomen</b>	Ferme, élastique, non gonflé, non déchiré et sans tache, péritoine (membrane noire) adhérent à la cavité viscérale.	Flasque, voire éclaté, viscères en bouillie brune.
<b>Anus</b>	Hermétiquement fermé, sans suintement.	Dilaté, flasque, suintement.

Source : BNC, 2019

### **2.2.2.2. Evaluation macroscopique de la qualité des échantillons de poissons fumés**

L'évaluation macroscopique de la qualité des poissons fumés a été effectuée par des observations minutieuses des poissons après leur fumage et leur exposition à la vente. Pour chaque fumeuse approchée, les poissons fumés ont été évalués et triés en fonction des espèces étudiées (BNC, 2019).

Une observation visuelle a été faite pour sélectionner les échantillons de poissons fumés dont les couleurs sont homogènes qu'elles soient claires ou foncées et légèrement brillante sur toute la tranche. Les échantillons de poissons fumés ayant des tranches striées de petites lignes blanches bien dessinées mais pas trop larges (ce qui traduit un poisson trop gras) ont été collectés. Les échantillons de poissons fumés qui, bien que moelleux et fondant en bouche, craquent un peu en main et sous la dent ont aussi été sélectionnés. Les poissons fumés de textures molles et pâteuses ont été absolument évités. Les poissons fumés ayant une agréable odeur marine ont été retenus au profit des poissons fumés à odeurs rances, métalliques, âcres ou encore acides.

### **2.2.3. Collecte et transport des échantillons de poissons**

#### **2.2.3.1. Collecte et transport des échantillons de poissons frais**

La collecte des échantillons de poissons frais a été effectuée par achat directement dès le débarquement des pêcheurs. *Tilapia* spp., *Chrysichthys* spp. et *Labeo* spp. ont été les espèces prélevées directement par identification *in situ* à l'aide des clés d'identification des espèces de poissons d'eaux douces mise à disposition par les services du Ministère des Ressources Animales et Halieutiques (MIRAH).

Vertue de blouse blanche et de gants plastiques à usage unique, chaque poisson entier ( $\geq 200$ g) échantillonné a été placé dans un sac en plastique (sachet stomacher) à usage unique et étiqueté. Chaque échantillon marqué et préemballé a été aussitôt mis dans une glacière contenant des accumulateurs de glaces. Les échantillons de poissons ont été par la suite transportés au laboratoire (dans un délai ne dépassant pas 5 heures) pour analyses.

#### **2.2.3.2. Collette et transport des échantillons de poissons fumés**

La collecte des poissons fumés échantillonnés a été effectuée par achat auprès des fumeuses de poissons. *Tilapia* spp., *Chrysichthys* spp. et *Labeo* spp. ont également été les espèces ciblées pour la réalisation de ce travail. Ces échantillons ont été prélevés dans des

conditions aseptiques. Chaque échantillon étiqueté et préemballé dans un sachet plastique (sachet stomacher) à usage unique a été mis dans une glacière contenant des accumulateurs de glaces et transporté au laboratoire (dans un délai ne dépassant pas 5 heures) pour analyse.

### **2.3. Méthode d'analyse**

#### **2.3.1. Techniques d'analyses microbiologiques**

##### **2.3.1.1. Préparation de la suspension mère et des dilutions**

La préparation de la solution mère (SM) a consisté à introduire 25 g de poisson (peau, chaire et viscère) prélevés de manière aseptique dans un sachet stomacher stérile dans lequel 225 mL d'eau peptonée tamponnée (EPT) préalablement stérilisée ont été ajoutés. Le mélange a été homogénéisé au broyeur stomacher pendant une minute. La solution obtenue est appelée suspension mère. Cette solution a été laissée au repos pendant environ 40 minutes pour assurer la revivification des bactéries stressées par le choc exercé lors du broyage (Mbassa, 2004 ; Abdouallahi *et al.*, 2016).

A partir de la solution mère (SM), des dilutions de plus en plus grandes ont été réalisées. Un volume de 1 mL de la solution mère a été prélevé puis introduit dans un tube à essai contenant 9 mL d'eau peptonée tamponnée (EPT). Nous obtenons ainsi, après homogénéisation, une solution diluée à  $10^{-1}$ . Dans ce tube, il a été prélevé 1 mL qui a été introduit dans un autre tube à essai contenant 9 mL d'EPT. Ce qui a donné après homogénéisation une solution diluée à  $10^{-2}$ . L'opération s'est poursuivie jusqu'à l'obtention des dilutions titrantes souhaitées. Les dilutions et la solution mère ont servi à l'ensemencement des différents milieux en vue du dénombrement et de la recherche des germes (Mbassa, 2004 ; Farougou *et al.*, 2011).

##### **2.3.1.2. Recherche et dénombrement des germes**

###### **2.3.1.2.1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale**

La flore mésophile aérobie totale a été dénombrée selon la norme ISO 4833 : 2003. Le milieu Plate Count Agar (PCA, Bio-Rad, France) est la gélose standard qui a été utilisée pour le dénombrement de cette flore.

Il a été transféré aseptiquement 1 mL de suspension de chaque tube des dilutions retenues ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ ) dans des boîtes de Pétri stériles. Le milieu PCA préalablement préparé selon les recommandations du fabricant a été fondu et refroidi au bain-marie à 45 °C. Une quantité de 20 mL de ce milieu a été ajoutée à l'inoculum déjà introduit (1 mL) dans les boîtes de Pétri. Le mélange obtenu a été homogénéisé par des mouvements rotatifs. Après solidification, une deuxième couche de 7 mL de PCA a été ajoutée. Cette deuxième couche

résulte de la faible sélectivité du milieu PCA. Elle a permis d'éviter l'envahissement de la boîte par des germes envahissant comme *Proteus*, qui sont capables de rendre la lecture difficile (Mbassa, 2004). Les boîtes solidifiées ont ensuite été incubées à l'étuve à 30 °C pendant 72 heures. Trois (3) jours après l'incubation, les colonies ont été comptées à l'aide d'un compteur de colonies muni d'une loupe. Pour le comptage, les boîtes contenant des colonies comprises entre 30 et 300 obtenues à l'aide d'un compteur de colonies muni d'une loupe (Leica) ont été prises en compte (Mbassa, 2004 ; Abdouallahi *et al.*, 2016).

#### **2.3.1.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes thermotolérants (fécaux)**

Les coliformes ont été recherchés et dénombrés selon la norme ISO 4832 (2006). La gélose biliée lactosée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL, Bio-Rad, France) a été utilisée pour le dénombrement des coliformes.

Une quantité de 1 mL de l'inoculum des mêmes dilutions retenues ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ ) a été respectivement ensemencé dans les boîtes de Pétri. Le milieu VRBL (biliée lactosée au cristal violet et au rouge neutre) préalablement préparé selon les recommandations du fabricant a été fondu et refroidi au bain-marie à 45 °C. Une quantité de 20 mL de ce milieu a été ajoutée à l'inoculum déjà introduit dans les boîtes de Pétri (Mbassa, 2004). Le mélange obtenu a été homogénéisé par des mouvements rotatifs. Les colonies caractéristiques des coliformes fécaux (colonies rouge foncé) ont été dénombrées après incubation à  $44,5 \pm 0,2$  °C pendant 24 à 48 heures. Pour le comptage, les boîtes contenant des colonies entre 15 et 150 ont été prises en compte (Farougou *et al.*, 2011 ; Abdouallahi *et al.*, 2016).

#### **2.3.1.2.3. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus***

Les Staphylocoques ont été recherchés et dénombrés selon la norme ISO 6888-1 : 2021. Le milieu de culture de choix utilisé pour cette recherche est celui de Baird-Parker (Bio-Rad, France), additionné d'un mélange de jaune d'œuf et de tellurite de potassium. La gélose préparée selon les recommandations du fabricant a été fondue, refroidi à 45 °C et coulé dans des boîtes de Pétri stériles contenant du jaune d'œuf au tellurite de potassium. Après solidification du mélange, 0,1 mL des dilutions décimales retenues a été étalé à la surface à l'aide d'un étaleur stérile. L'incubation a été faite à 37 °C pendant 48 heures. Seules les colonies caractéristiques de *staphylococcus aureus* (assez grandes d'environ 1 mm de diamètre, rondes, régulières, bombées, de couleur noir, lisses et brillantes) ont été prises en compte dans le

comptage. Pour le comptage, les boîtes contenant des colonies entre 15 et 150 ont été dénombrées (Farougou *et al.*, 2011).

#### 2.3.1.2.4. Recherche de *Salmonella*

La recherche de salmonelles s'est effectuée selon la norme ISO 6579-1 : 2017. Elle s'est faite en quatre étapes essentielles :

- **Pré-enrichissement** : la solution mère a été incubée à 37 °C pendant 24 heures pour un pré-enrichissement de la culture.

- **Enrichissement** : l'enrichissement a été réalisé sur le milieu d'enrichissement sélectif bouillon Rappaport Vassiliadis (Bio-Rad, France). Un volume de 0,1 mL de la solution mère pré-enrichie a été inoculée à 10 mL de bouillon Rappaport Vassiliadis. Les tubes ont été ensuite incubés à 42 °C pendant 24 heures.

- **Isolement** : l'isolement a été fait sur la gélose Hektoen (Bio-Rad, France) préalablement préparé et coulé dans des boîtes de Pétri. Les boîtes ont étéensemencées en stries en surface, à l'aide d'une anse de platine à partir du milieu d'enrichissement. Les boîtes ont été incubées pendant 24 heures à 37 °C. Les colonies caractéristiques de *Salmonella* (opaques, translucides ou transparentes et généralement avec un centre noir (H<sub>2</sub>S positif)) ont été sélectionnées pour une identification.

- **Identification** : l'identification a été réalisée en utilisant le Portoir réduit de Le Minor (Le Minor & Veron, 1989).

#### 2.3.1.2.5. Dénombrement des levures et moisissures

La norme internationale ISO 21527-1 : 2008 a été utilisée pour le dénombrement des levures et moisissures. Le milieu Sabouraud au Chloramphénicol (Bio-Rad, France) a été la gélose utilisée.

Un (1) mL de suspension de chaque tube des dilutions retenues a été aseptiquement transféré dans des boîtes de Pétri stériles. Le milieu Sabouraud au Chloramphénicol préalablement préparé selon les recommandations du fabricant a été fondu et refroidi au bain-marie à 45 °C. Une quantité de 20 mL de ce milieu a été ajouté à l'inoculum déjà introduit dans les boîtes de Pétri. Le mélange obtenu a été homogénéisé par des mouvements rotatifs. Les boîtes solidifiées ont été ensuite incubées à 25 °C pendant 5 à 7 jours (Abdouallahi *et al.*, 2016). Chaque jour après l'incubation, les colonies ont été comptées à l'aide d'un compteur de colonies muni d'une loupe (Leica). Pour le comptage, les boîtes contenant entre 15 et 150 colonies caractéristiques des levures (colonies moyennes de couleur crème, d'aspect crémeux et de

forme semi-bombée) et des moisissures (colonies filamenteuses de couleurs variées selon le type de moisissure) ont été pris en compte (Giraud, 2011).

L'identification des moisissures a été faite suivant les critères morphologiques et culturels des différentes souches. Toutes les souches pures obtenues ont été soumises à une identification morphologique réalisée par observation au microscope. L'observation a été faite à l'aide d'un fragment de la souche pure (quelques spores et un fragment mycélien à la marge du thalle) prélevée avec une anse en platine stérile autour du bec bunsen allumé. Ce fragment a ensuite été transféré sur une lame, sur laquelle du Lactophénol-bleu a été ajouté comme diluant. L'observation microscopique a été faite aux grossissements 10 et 40.

### 2.3.1.3. Expression des résultats du dénombrement

Les valeurs de N ont été calculées pour chaque flore étudiée en fonction des échantillons de chaque zone de pêche, puis comparé à la référence normative des critères microbiologiques des aliments de l'homme (Règlement CE N° 2073/2005). Le nombre N qui représente l'estimation de la population microbienne a été calculé selon l'équation suivante :

$$N \text{ (UFC / g)} = \frac{\sum C_i}{(N_1 + 0,1N_2) d.V} \times 10 \quad (3)$$

N (UFC/g) : Nombre de germes par gramme de produit ;

$\sum C_i$  : Somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de dilutions successives ;

V : Volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte (en mL) ;

$N_1$  : Nombre de boîtes retenues à la première dilution considérée ;

$N_2$  : Nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution considérée ;

d : Facteur de dilution correspondant à la première dilution retenue.

### 2.3.1.4. Critères d'appréciation des échantillons de poissons frais et fumés

Les résultats obtenus après l'analyse microbiologique ont été comparés aux critères de référence (règlement 2073/2005/CE) pour apprécier la salubrité des échantillons de poissons analysés (Tableau X). Les résultats ont été interprétés selon un plan à deux classes pour les germes potentiellement pathogènes.

- ✓ Satisfaisant ou conforme lorsque la valeur de la charge microbienne est inférieure ou égale au critère de référence ;

- ✓ Non satisfaisant ou non conforme lorsque cette valeur est supérieure au critère définis.  
Les résultats ont également été interprétés selon un plan à trois classes pour les germes d'altération.
- ✓ Satisfaisant lorsque la valeur de la charge microbienne est inférieure ou égale au critère de référence m défini par la norme ;
- ✓ Acceptable ou médiocre lorsque la valeur de la charge microbienne se situe entre m et M (M=10 m) valeur seuil à ne pas dépasser au regard des bonnes pratiques de fabrication ;
- ✓ Non satisfaisant lorsque la valeur de la charge microbienne est supérieure à la valeur seuil qui est M.

Tableau X: Critères d'appréciation de la qualité des échantillons de poissons frais et fumés

Etat du poisson	Germes recherchés	Normes microbiologiques (UFC/g)		Référence
		m	M	
Poisson frais	Coliformes fécaux	10	100	J.L. Louve CE n° 2073/2005
	<i>Staphylococcus aureus</i>	100	1000	
	<i>Salmonella</i>	Absence dans 25 g		
Poisson fumé	Flore Mesophile Aérobie Totale	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	
	Coliformes fécaux	10	100	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	
	Levures et moisissures	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	
	<i>Salmonella</i>	Absence dans 25 g		

### 2.3.2. Recherche de larves et d'insectes dans les échantillons de poissons frais et fumés des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

#### 2.3.2.1. Mise en observation des échantillons de poissons frais et fumés

La recherche des insectes et des larves dans les échantillons de *Tilapia*, de *Chrysichthys* et de *Labeo* étudiés s'est faite selon la méthode de Tamgno *et al.* (2020).

Une fois au laboratoire, 200 g de chaque espèce de poissons et de chaque collection (frais et fumés) ont été pesés séparément et introduits à l'aide de pinces stériles à proximité du bec bunsen allumé dans des bocaux en verre stérile de 1200 ml à couvercle ventilé (Figure 19). Chaque lot a été répété 4 fois (Tamgno *et al.*, 2020).



Ces lots ont été mis en observation pendant 4 semaines. Après cette période d'observation, les insectes adultes et les larves supérieures à 0,5 cm (blanches et/ou noires) émergés ont été collectés, identifiés et comptés (Ndrianaivo *et al.*, 2016).



Figure 19: Recherche de larves et d'insectes dans les échantillons de poissons collectés

a : Avant la mise en observation

b : Après 4 semaine de mise en observation

### 2.3.2.2. Identification et comptage des larves et insectes issus des échantillons de poissons frais et fumés étudiées

L'importance numérique des insectes extraits des échantillons frais et fumés stockés a été réalisée par rapport aux nombres d'adultes et de larves extraites.

A l'issue des quatre (4) semaines d'observation, les poissons effrités ont été récupérés et les observations faites sur les tailles, les couleurs, les formes et les nombres de larves et d'insectes extraits des échantillons stockés ont été notés (Figure 20) (Ndrianaivo *et al.*, 2016 ; Tamgno *et al.*, 2020).

L'évaluation quantitative de l'infestation des larves et des insectes dans les échantillons de poissons étudiés s'est faite par comparaison numérique en fonction des différents espèces étudiées (*Tilapia* spp., *Chrysichthys* spp. et *Labeo* spp.) et en fonction des localités (Bouaflé, Soubré et Guessabo).

L'identification des insectes (larves et adultes) a été réalisée en utilisant les clés d'identifications des familles d'insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale dans les produits (Delvare & Aberlenc, 1989).



Figure 20: Comptage de larves et d'insectes dans les poissons fumés après 4 semaines d'observation dans un bocal en verre à couvercle ventilé

### **2.3.3. Recherche de résidus de pesticides dans les échantillons de poissons collectés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré**

La recherche de résidus de pesticides dans les échantillons de poissons collectés a été réalisée par la Chromatographie Liquide à Haute Performance (HPLC) selon la méthode de Saad (2013) au Laboratoire National d'Appui au développement Agricole (LANADA). Elle a été faite en étudiant à la fois, la composition de la phase mobile, le pH et la nature de la phase stationnaire pour identifier, quantifier, séparer et purifier les composés individuels présents dans le mélange. La Chromatographie Liquide à Haute Performance (HPLC) a été utilisée ici pour la recherche de résidus de pesticides dans les échantillons de poissons, car la sélectivité de cette méthode est presque toujours significativement plus élevée que les autres options de chromatographie pour tous les composés sauf hautement polaires.

#### **2.3.3.1. Extraction et purification des composés**

##### **2.3.3.1.1. Extraction des composés**

L'extraction des composés a débuté par le découpage en petits morceaux des échantillons de poissons collectés et leur broyage dans un mortier. Les solutions mères des différents échantillons de poissons frais et fumés à analyser ont été ensuite préparées par ajout de 25 g du broyat pesés dans un erlenmeyer de 1000 mL dans lequel 50 mL de dichlorométhane ont été ajoutés. Le tout a été vigoureusement homogénéisé sur une secousse pendant 1 heure de sorte à obtenir une séparation de phase. Une phase aqueuse au-dessus et une phase organique en dessous. A l'aide d'un ballon à col rodé à fond rond, la phase organique a été recueillie par

une filtration à nouveau sur un papier whatman. Puis, une évaporation à sec à l'aide d'un rotavapor a été réalisée. Le tout a été transvasé par la suite dans un tube.

#### **2.3.3.1.2. Purification des composés**

La purification s'est effectuée par l'activation de la cartouche C18 avec 10 mL de Méthanol. Une quantité de 10 mL d'acétonitrile a été ajoutée sans toutefois laisser assécher la cartouche. Ensuite, 10 mL de l'échantillon concentré ont été fait passer au rotavapor dans la cartouche. La cartouche a par la suite été laissée séchée pendant 30 min avant de la placer au-dessus d'un tube. Les pesticides retenus, ont été récupérés dans la cartouche C18 en ajoutant 10 mL d'hexane. Les pesticides ont été laissés écouler goutte à goutte dans le tube en dessous de la cartouche et le volume obtenu a été mesuré avant de le transvaser dans un vial pour la quantification au HPLC.

#### **2.3.3.2. Analyse par HPLC**

La quantification des pesticides a été réalisée grâce à une chaîne de chromatographie en phase liquide à haute performance (SHIMADZU, France). L'acquisition des données s'est faite à l'aide d'un ordinateur muni du logiciel LC solution. Les conditions analytiques au HPLC dans cette étude sont décrites en annexe 3.

### **2.3.4. Traitement des données et analyses statistiques**

A la fin du recueil des informations lors de la phase d'enquête dans les localités de Bouaflé, de Guessabo et de Soubré, les fiches de questionnaires ont été dépouillés et les données collectées ont été aussitôt insérées directement dans la base de données du logiciel Sphinx Lexica 4.5 pour traitement. Les données relatives à la recherche de la présence des larves et d'insectes, des microorganismes pathogènes et d'altération et des substances actives de pesticides ont été enregistrées à partir d'un tableur Excel afin d'être soumises à différents traitements et analyses statistiques avec le logiciel Past 4.11 (Hammer *et al.*, 2001).

#### **2.3.4.1. Analyse descriptive**

Après la saisie des données collectées, des analyses descriptives univariées ont été appliquées aux données quantitatives et qualitatives à travers des tableaux, des courbes d'évolution, des diagrammes en bandes et des diagrammes en secteurs (camemberts) pour la description des valeurs statistiques (fréquences, moyennes, écart-types) des différentes variables étudiées et leur évolution, afin d'écarter les valeurs aberrantes.

Concernant les variables qualitatives, des diagrammes en secteurs (camemberts), des tableaux, des diagrammes en bandes et des courbes d'évolution ont servi à présenter le profil

des pêcheurs, des mareyeurs et des fumeuses, leurs origines et groupes ethniques, les techniques pratiquées, les espèces de poissons d'intérêts, les difficultés rencontrées et les observations de changements (évolutions) constatées dans la filière pêche des différentes localités étudiées.

Pour les valeurs quantitatives, des tableaux, des diagrammes en bandes et des courbes d'évolutions ont permis de mettre en évidence les tranches d'âges des pêcheurs, des mareyeurs et des fumeuses, leurs années d'expériences et la durée moyenne de chaque activité menée.

Quant à l'évaluation de la qualité microbiologique, ainsi que la recherche de larves, d'insectes et de traces de substances actives de pesticides dans les échantillons de poissons collectés, elles ont été toutes mises en évidence par des tableaux.

#### **2.3.4.2. Analyses inférentielles**

Les différentes données issues du traitement préliminaire effectué sur Excel et ayant servi premièrement de statistiques descriptives, ont été soumis à des analyses inférentielles univariées de type non paramétrique, notamment par les tests de Kruskal-Wallis et de Mann-Whitney pairwise. Toutes les variables indépendantes étudiées ont été comparées au seuil de significativité de 5 % ( $P = 0,05$ ), soit entre les échantillons de *Tilapia*, de *Chrysichthys* et de *Labeo*, soit entre les différentes localités étudiées (Bouaflé, Guessabo et Soubré). A cet effet, la normalité de la distribution des séries de données des différents échantillons de poissons collectés d'une part, ainsi que des différentes localités étudiées d'autre part, a été vérifiée à travers la valeur de probabilité  $P(\text{same})$  du test de Shapiro-wilk (Shapiro *et al.*, 1968). Lorsque ce test s'avérait concluant, c'est-à-dire  $P(\text{same}) > 0,05$ , témoignant de la normalité de distribution de l'échantillon considéré, le test F est réalisé afin de vérifier également l'homogénéité des variances entre les variables quantitatives des différents échantillons. Les résultats du test F permettent d'affirmer que les échantillons testés proviennent d'une même population pour des variances homogènes ( $P < 0,05$ ) et dans le cas contraire, les échantillons sont de populations différentes. Pour des variances non homogènes, le test de Kruskal-Wallis suivi du test post-hoc approprié ont été appliqués aux données afin de réaliser la comparaison de l'effet étudié sur les variables considérées, tout comme dans les cas d'une distribution anormale de la série de données des échantillons.

## **TROISIEME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION**

## I. CARACTERISTIQUES DE LA PÊCHE, DE LA TRANSFORMATION ET DE LA CONSERVATION DU POISSON DANS LES LOCALITÉS DE BOUAFLE, DE GUÉSSABO ET DE SOUBRE

### 1. Résultats

#### 1.1. Pratique de la pêche dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

##### 1.1.1. Profil des pêcheurs

L'enquête a été réalisée sur 300 pêcheurs. Toutes les personnes interrogées sont de sexe masculin. Dans la zone de pêche de Guéssabo, 77 pêcheurs soit 25,7 % ont été interrogés, 139 pêcheurs soit 46,3 % dans la zone de Bouaflé et dans celle de Soubré, 84 pêcheurs soit 28 %. Seulement 6,7 % des pêcheurs sont de nationalité Ivoirienne contre 93,3 % de nationalité étrangère (Figure 21).

Les pêcheurs d'origine Malienne sont les plus nombreux (84,6 %) parmi les communautés de pêcheurs étrangers dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré (Tableau XI). Ils sont suivis par la communauté de pêcheurs Guinéens (8,7 %). Les pêcheurs Ivoiriens (6,7 %) dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré sont constitués de 6 pêcheurs Baoulé yôré de Bouaflé et de 14 pêcheurs Gnamboua de Guéssabo. Aucun pêcheur dans la localité de Soubré n'était de nationalité Ivoirienne.

Dans les zones de pêche étudiées, les pêcheurs débutent l'activité de pêche assez jeunes et y restent jusqu'à un âge avancé. Ils exercent tous cette activité à leur propre compte, ce qui fait de la pêche une activité non salariale. Le tableau XII montre la répartition des pêcheurs interrogés selon leurs tranches d'âges. Les pêcheurs qui ont un âge compris entre 18 et 30 ans représentent 23,70 % des pêcheurs interrogés dans les localités étudiées alors que la majorité des pêcheurs interrogés (56,40 %) ont un âge compris entre 31 et 50 ans. Ceux dont l'âge est compris entre 51 et 65 ans représentent 17,60 % des interrogés. Seulement 2,30 % des pêcheurs interrogés ont un âge supérieur à 65 ans.

Les années d'expériences des pêcheurs de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré sont présentées par la figure 22. Elle montre que les années d'expérience varient de 1 à plus de 30 ans avec une moyenne de 3,96 et un Ecart-type de 1,88. Les pêcheurs des localités étudiées (Bouaflé, Guéssabo et Soubré) ont de longues années d'expérience dans l'exercice de pêche. La majorité des pêcheurs interrogés ont une expérience comprise entre 11 à 15 années (28,9 %) suivi des pêcheurs anciens de plus de 30 ans (22,2 %). Les pêcheurs ayant moins de 5 années d'expériences (1 à 5 ans) ne représentent que 4,4 % des pêcheurs interrogés.

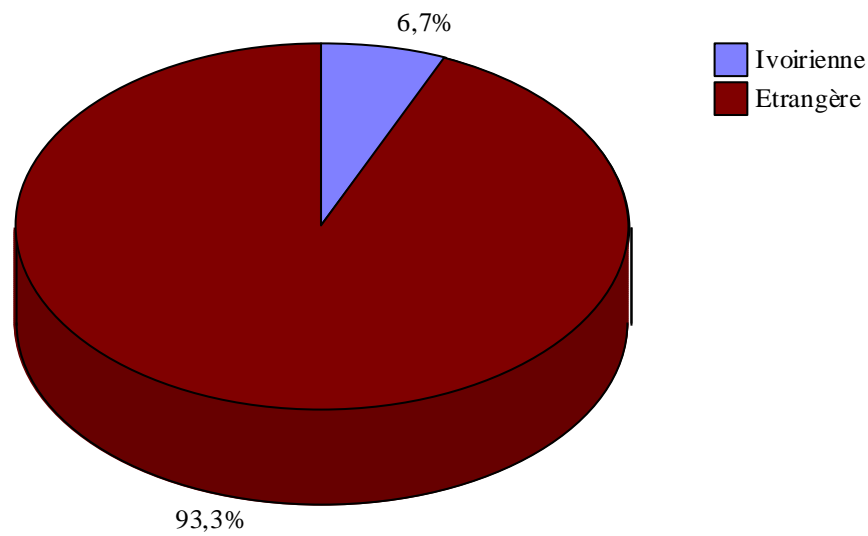


Figure 21: Répartition des pêcheurs des localités de Bouaflé, de Guessabo et de Soubré selon leur nationalité

Tableau XI: Répartition des pêcheurs des localités de Bouaflé, de Guessabo et de Soubré selon leur origine et leur groupe ethnique

Localités	Groupe ethnique	Nombre	Proportion (%)
<b>Bouaflé</b>	Baoulé yôrê (Ivoirien)	6	2,00
	Gnamboua (Ivoirien)	0	0,00
	Zonmonan (Guinéen)	8	2,66
	Bozo (Malien)	125	41,67
<b>Guéssabo</b>	Baoulé yôrê (Ivoirien)	0	0,00
	Gnamboua (Ivoirien)	14	4,67
	Zonmonan (Guinéen)	7	2,33
	Bozo (Malien)	56	18,67
<b>Soubré</b>	Baoulé yôrê (Ivoirien)	0	0,00
	Gnamboua (Ivoirien)	0	0,00
	Zonmonan (Guinéen)	11	3,67
	Bozo (Malien)	73	24,33
<b>TOTAL</b>		<b>300</b>	<b>100</b>

Tableau XII: Répartition des pêcheurs interrogés selon leur tranche d'âges

Localité	Tranche d'âges (années)	Nombre	Nombre par tranche d'âges	Proportion (%)
Bouaflé		9		
Guessabo	De 18 à 25	6	18	6,00
Soubré		3		
Bouaflé		25		
Guessabo	De 26 à 30	10	53	17,70
Soubré		18		
Bouaflé		45		
Guessabo	De 31 à 35	16	73	24,40
Soubré		12		
Bouaflé		23		
Guessabo	De 36 à 40	16	47	15,70
Soubré		8		
Bouaflé		5		
Guessabo	De 41 à 45	12	22	7,30
Soubré		5		
Bouaflé		22		
Guessabo	De 46 à 50	0	27	9,00
Soubré		5		
Bouaflé		0		
Guessabo	De 51 à 55	3	7	2,30
Soubré		4		
Bouaflé		5		
Guessabo	De 56 à 60	0	13	4,30
Soubré		8		
Bouaflé		5		
Guessabo	De 61 à 65	7	33	11,00
Soubré		21		
Bouaflé		0		
Guessabo	Plus de 65	7	7	2,30
Soubré		0		
<b>TOTAL</b>			<b>300</b>	<b>100</b>



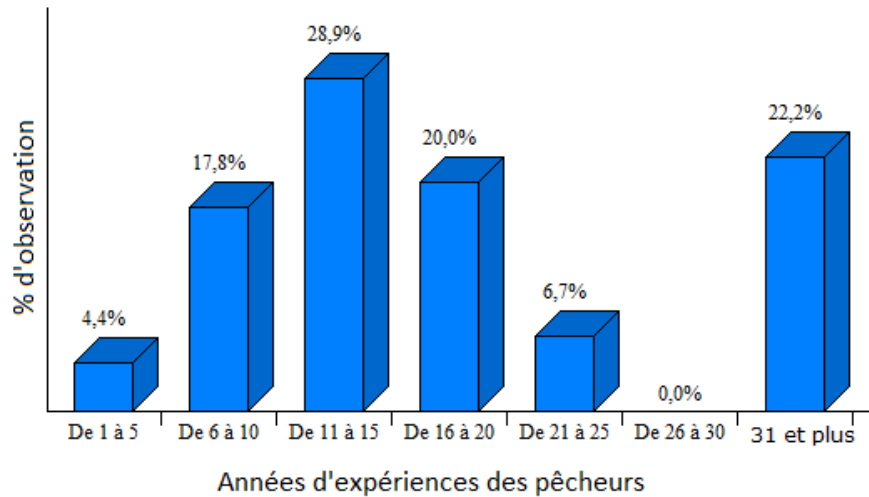


Figure 22: Années d'expérience des pêcheurs de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.1.2. Techniques de pêches

Plusieurs techniques de pêche sont utilisées pour la capture des poissons dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré. Dans ces différentes zones de pêche, les techniques de pêches utilisées pour la capture des poissons sont représentées sur la figure 23. Elle indique que l'épervier (46,7 %) est le moyen le plus utilisé par les pêcheurs dans cette activité et cela dans toutes les zones de pêche étudiées. Elle est suivie par les techniques avec la nasse (24,0 %), avec la canne à pêche (16,0 %) et avec la senne (9,3 %). La ligne dérivante (4,0 %) reste la technique de pêche la moins utilisée.

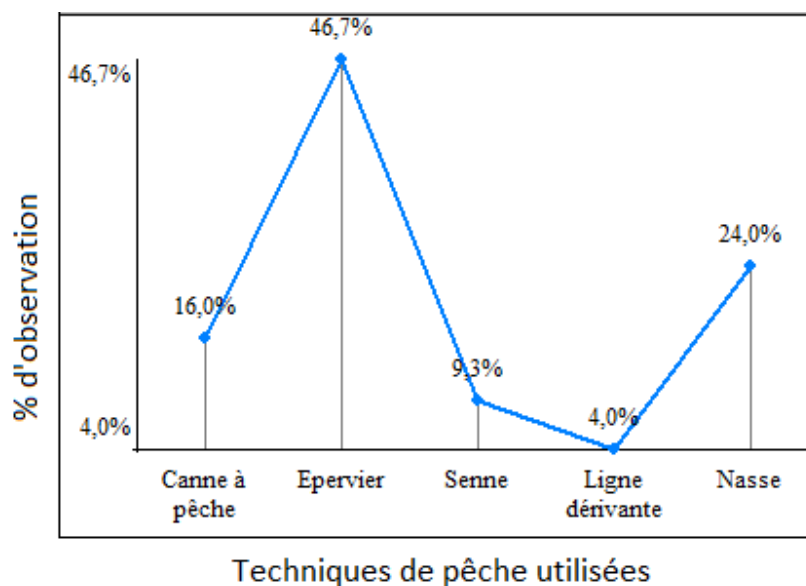


Figure 23: Techniques de pêches utilisées dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.1.3. Espèces de poissons pêchées

Les principales espèces pêchées tout le long de l'année dans les fleuves Bandama et Sassandra dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré sont présentées sur la figure 24. Les pêcheurs de ces différentes localités étudiées affirment que le *Tilapia* spp. (Tilapia) est la principale espèce (41,6 %) qui fait l'objet de leur pêche au cours de l'année. Ensuite vient respectivement le *Chrysichthys* spp. (Mâchoiron) (24,8 %) et le *Labeo* spp. (Labeo) (20,8 %). D'autres espèces sont pêchées notamment le *Lates* spp. (Capitaine) (5,9 %), le *Silurus* spp. (Silure) (4,0 %) et le *Perunella* spp. (Mimi la go) (3,0 %).

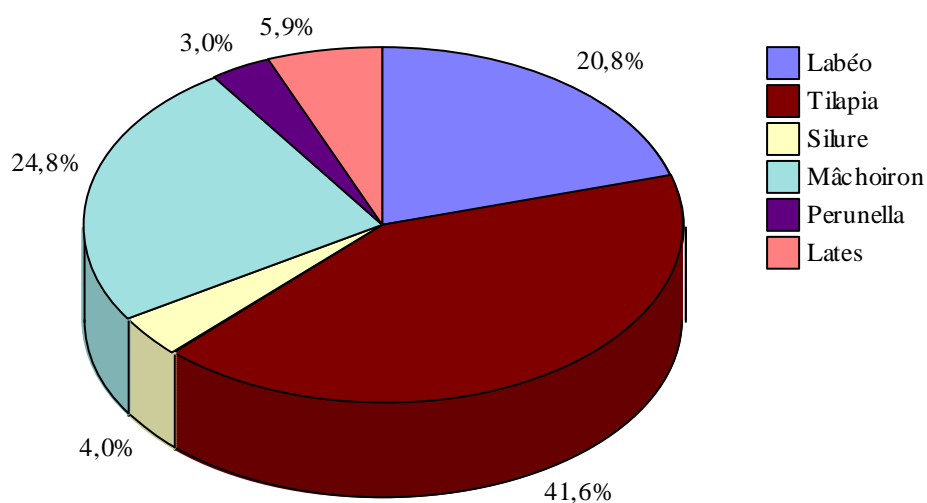


Figure 24: Principales espèces de poissons pêchées dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.1.4. Difficultés liées à la pêche

Les difficultés rencontrées dans l'activité de pêche sont présentées dans la figure 25. La principale difficulté relevée par 38,7 % des pêcheurs est l'épuisement de ce travail. Elle est suivie par la forte influence qu'ont les barrages (24,7 %) du fait de la montée des eaux sur l'activité de pêche dans les localités de Bouaflé et Soubré. Les vols de pirogues et de matériels (14,0 %) et les problèmes de santé (8,6 %) dus à l'exercice de cette activité ont été aussi relevés. Les moindres difficultés liées à la pêche sont respectivement la grande intensité de travail (5,4 %) que nécessite cette activité suivie des attaques d'hippopotames (4,3 %) et des plantes de couverture (2,2 %). En dépit des difficultés rencontrées dans le domaine de la pêche, 97,8 % des pêcheurs révèlent être satisfaits de l'activité de pêche contre seulement 2,2 % qui ne le sont pas.

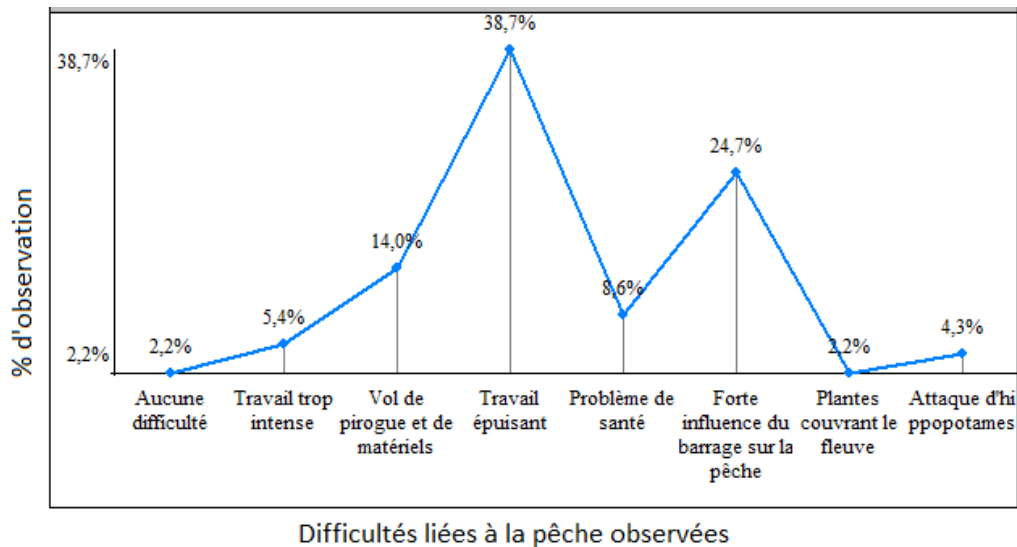


Figure 25: Difficultés liées à la pêche dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.1.5. Temps moyen d'une partie de pêche

Le temps moyen d'une partie de pêche est résumé par la figure 26. Le temps de pêche le plus long réalisé par la majorité des acteurs (51,1 %) se situe entre 1 et 5 heures de temps. Par contre, certains pêcheurs (42,2 %) s'accordent plus de temps (5 à 10 h). Ceux qui passent un temps record (10 à 15 h) représente que 6,7 % des pêcheurs.

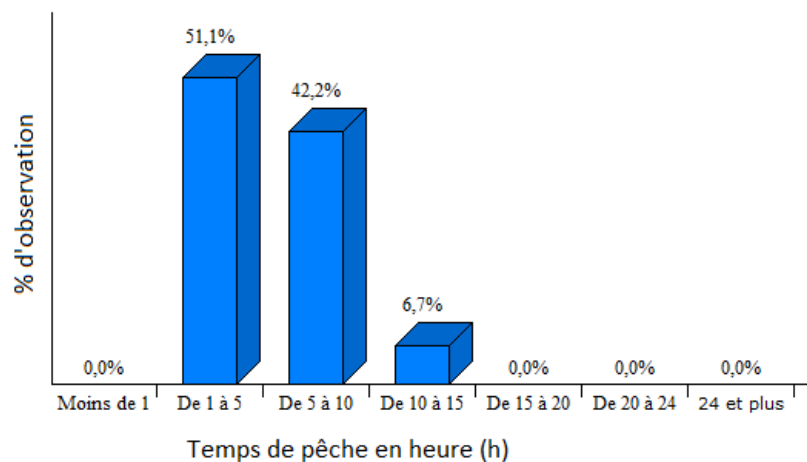


Figure 26 : Temps moyen (en heure) d'une partie de pêche dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.1.6. Evolution de la pêche

Les évolutions au niveau organisationnelle, réglementaire et matérielle de la filière pêche dans les différentes zones de pêche étudiées sont présentées par la figure 27. Sur 300 pêcheurs interrogés, 220 soit 73,3 % affirment ne pas observer d'évolution réelle dans la filière. Par

contre 24,4 % ont affirmé remarquer quelques évolutions favorables dans l'activité. Les pêcheurs constatant une dégradation au fil du temps dans la pratique de la pêche ne représentent que 2,2 % des personnes interrogées.

Les évolutions observées par les pêcheurs interrogés dans les localités étudiées sont consignées dans le tableau XIII. Les pêcheurs interrogés affirment avoir constatés des évolutions dans leur secteur d'activité. Sur 300 pêcheurs, 152 soit 50,67 % ont observé une évolution sur la réglementation de la pêche, puis 39,66 % sur la modernisation des équipements et enfin, 9,67 % des pêcheurs ont plutôt remarqué une évolution sur l'organisation des pêcheurs de la filière.

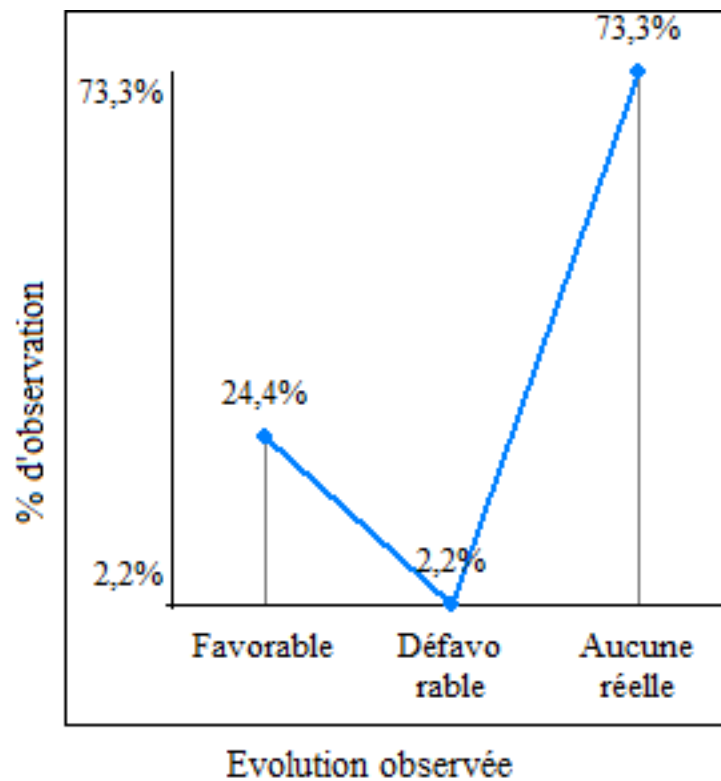


Figure 27: Evolution de la pêche observée dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

Tableau XIII: Types d'évolution observé dans le secteur de la pêche dans les localités de Bouaflé, Guessabo et Soubré

Localités	Evolutions observes	Nombre	Proportion (%)
<b>Bouaflé</b>	Organisation des pêcheurs	17	5,67
	Modernisation des équipements	0	0,0
	Réglementation des pêches	122	40,67
<b>Guéssabo</b>	Organisation des pêcheurs	5	1,67
	Modernisation des équipements	61	20,33
	Réglementation des pêches	11	3,67
<b>Soubré</b>	Organisation des pêcheurs	7	2,33
	Modernisation des équipements	58	19,33
	Réglementation des pêches	19	6,33
<b>TOTAL</b>		<b>300</b>	<b>100</b>

### 1.1.7. Pratique de développement durable de la pêche

L'enquête réalisée sur les 300 pêcheurs des localités étudiées a révélé que sur la question de garantir un développement durable de l'activité de pêche, la quasi-totalité (93,5 %) des personnes interrogées optent pour une sensibilisation des acteurs à la pêche responsable. Seulement 6,5 % des pêcheurs interrogés ont préféré la voie de la sensibilisation des acteurs à l'aquaculture comme solution (Figure 28).

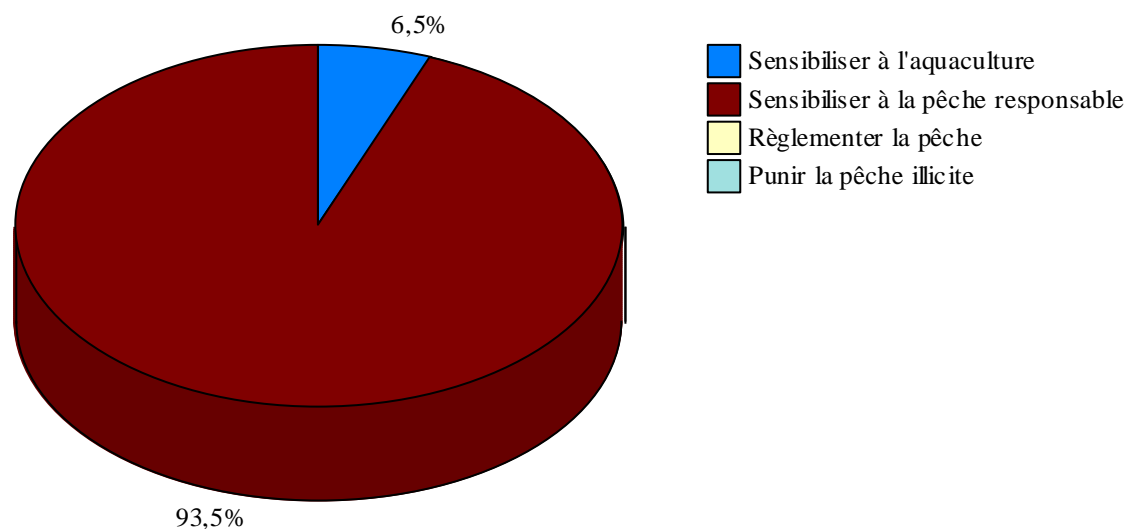


Figure 28: Pratique de développement durable de la pêche dans les localités de Bouaflé, Guessabo et Soubré

## **1.2. Pratiques de mareyage du poisson dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré**

### **1.2.1. Profil des mareyeurs**

Le profil des mareyeurs(euses) interrogés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré selon le sexe montre que sur 120 mareyeurs interrogés, 85 soit 71,0 % sont de sexe féminin contre 35 soit 29,0 % pour le sexe masculin (Figure 29). Les mareyeurs de sexe masculin provenaient tous de la localité de Bouaflé. Par contre, les mareyeuses étaient toutes réparties dans les trois zones de pêche dont 39 à Soubré, 27 à Bouaflé et 19 à Bouaflé.

Le tableau XIV montre la répartition des mareyeurs dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré selon leur pays d'origine et leur groupe ethnique. Il montre que 61,67 % des mareyeurs interrogés sont des étrangers de la sous-région Ouest Africaine dont 59,17 % de Maliens (bozo) et 2,50 % de Sénégalais (wolôf). Seulement 38,33 % des mareyeurs interrogés sont d'origine Ivoirienne dont 11,67 % de baoulé, 3,30 % de guéré, 3,30 % de tagbana, 8,30 % de sénoufo, 5,83 % d'odiénéka et 5,83 % de bété.

La figure 30 présente les différentes tranches d'âge rencontrées au sein des mareyeurs des zones de pêche étudiées. La majorité des mareyeurs interrogés (58,2 %) ont une tranche d'âge comprise entre 36 et 50 ans. Spécifiquement, sur les 120 mareyeurs interrogés, 19,4 % représente ceux dont l'âge est respectivement compris entre 36 et 40 ans, entre 41 et 45 ans et entre 46 et 50 ans, suivie de la tranche des 51 à 55 ans (12,7 %). Les tranches d'âges faiblement représentées (6,5 %) parmi les mareyeurs interrogés sont les tranches de 18 à 25 ans et de 26 à 30 ans (6,5 %).

La figure 31 représente les années d'expériences des mareyeurs dans les différentes zones de pêche enquêtées. Sur les 120 mareyeurs(euses) interrogés, 41,9 % affirment exercer le mareyage depuis une période comprise entre 11 et 15 ans, suivie de 25,8 % qui le pratiquent depuis 6 à 10 ans et 19,4 % depuis 16 à 20 ans. Les proportions les moins élevées (3,2 %) concernent les années d'expériences comprises entre 1 et 5 ans et entre 21 à 25 ans. Les mareyeurs les plus expérimentés (6,5 %) dans les différentes zones étudiées ont une expérience de plus de 30 ans.

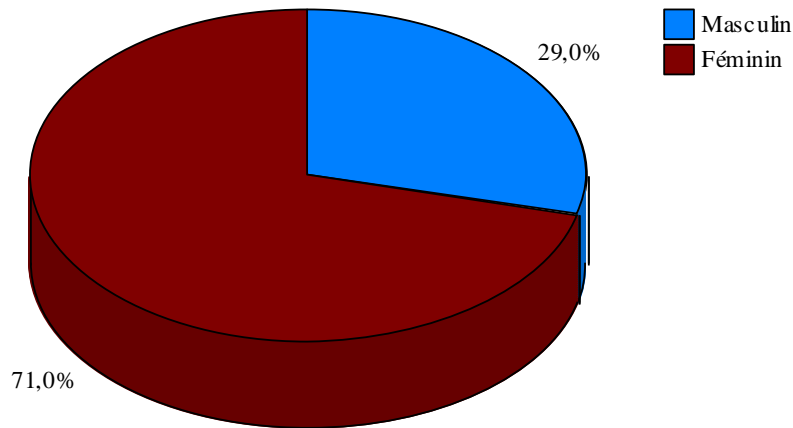


Figure 29: Répartition des mareyeurs selon le sexe dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

Tableau XIV: Répartition des mareyeurs des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré selon leur origine et leur groupe ethnique

Localités	Groupe ethnique	Nombre	Proportion (%)
<b>Bouaflé</b>	Baoulé (Ivoirien)	14	11,67
	Sénoufo (Ivoirien)	6	5,00
	Tagbanan (Ivoirien)	4	3,30
	Odiénéka (Ivoirien)	7	5,83
	Bozo (Malien)	24	20,00
<b>Guéssabo</b>	Guéré (Ivoirien)	4	3,30
	Wolôf (Sénégalais)	3	2,50
	Bozo (Malien)	14	11,67
<b>Soubré</b>	Bété (Ivoirien)	7	5,83
	Sénoufo (Ivoirien)	4	3,30
	Bozo (Malien)	33	27,50
<b>TOTAL</b>		<b>120</b>	<b>100</b>

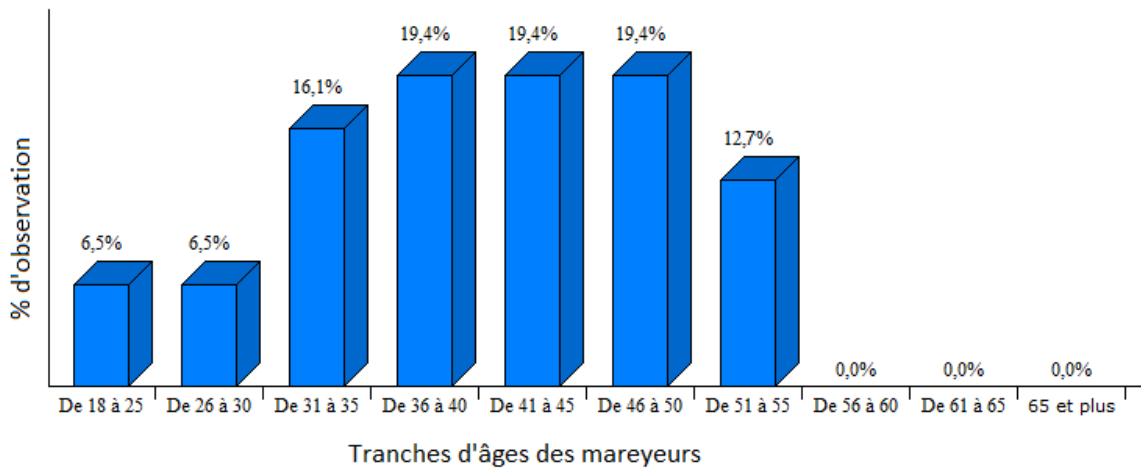


Figure 30: Répartition des mareyeurs des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré selon l'âge

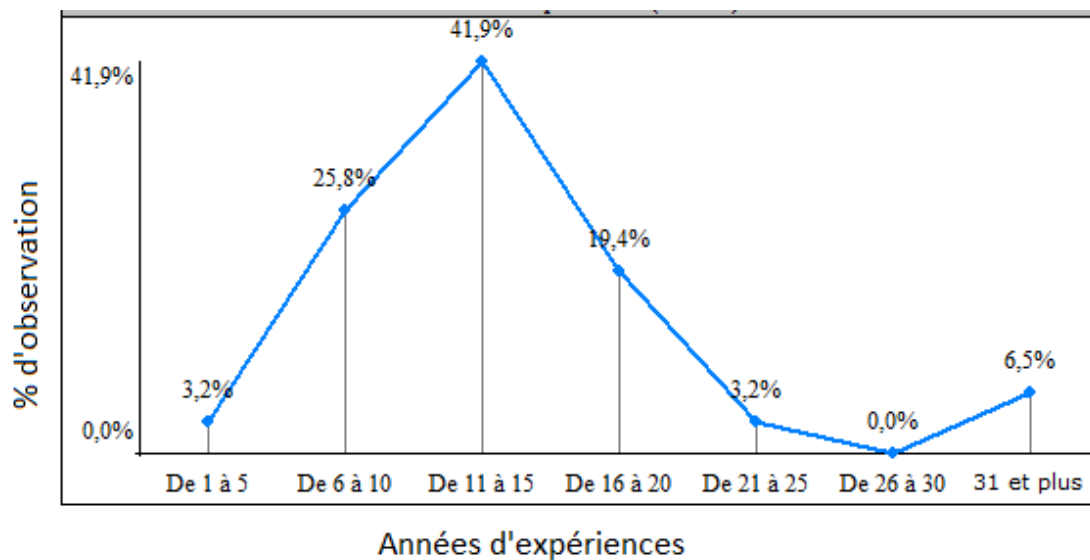


Figure 31: Années d'expériences des mareyeurs dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.2.2. Types de mareyages pratiqués

Les différents types de mareyage à l'œuvre dans les sites étudiés sont présentés dans le tableau XV. La majorité des mareyeurs interrogés (57,4 %) affirment pratiquer l'achat-revente comme type de mareyage. Ceux qui pratiquent l'achat-transformation-vente ne représentent que 25,5 % des personnes interrogées. Le type de mareyage le moins pratiqué (17,1 %) par les mareyeurs interrogés est l'achat-vente.



Tableau XV: Types de mareyages pratiqués dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

Localité	Type de mareyage pratiqué	Nombre par localité	Nombre total	Proportion (%)
Bouaflé		6		
Guéssabo	Achat-vente	0	20	17,1
Soubré		14		
Bouaflé		8		
Guéssabo	Achat-transformation-vente	2	31	25,5
Soubré		21		
Bouaflé		38		
Guéssabo	Achat-revente	17	69	57,4
Soubré		14		
<b>TOTAL</b>		<b>120</b>	<b>100</b>	

### 1.2.3. Principales espèces de poisson utilisées par les mareyeurs

Les mareyeurs, au cours de leur activité ont des préférences pour différentes espèces de poissons pêchées dans les zones étudiées (Figure 32). Ainsi, les espèces de poissons les plus ciblées à Bouaflé, Guéssabo et Soubré sont les *Tilapia* spp. et les *Chrysichthys* spp. dont les taux sont de 27,2 %, ensuite viennent les *Labeo* spp. (22,8 %). Les espèces de poissons qui retiennent le moins l'attention des mareyeurs interrogés sont les *Lates* spp. (10,5 %), les *Silurus* spp. (8,8 %) et les *Perunella* spp. (3,5 %).

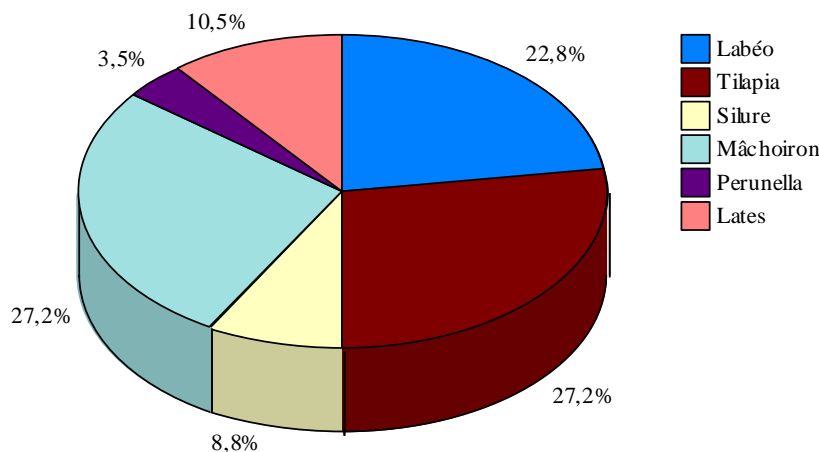


Figure 32: Principales espèces de poisson utilisées par les mareyeurs dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.2.4. Temps de transaction des poissons du fleuve à l'étalage

Les temps séparant l'achat des poissons au bord des fleuves jusqu'à leur exposition sur les marchés après les étapes de conditionnement et de transport sont résumés sur la figure 33. Les temps de transaction dans les différentes zones de pêches étudiées varient de moins de 1 h à plus de 24 h. Les temps de transaction les plus fréquemment réalisés (74,2 %) par les mareyeurs sont compris entre 5 et 10 h, suivie des temps de transaction compris entre 10 et 15 h (16,1 %). Les temps de transaction les plus courts (3,2 %) et les plus longs (6,5 %) sont respectivement de 1 à 5 h et plus de 24 h.

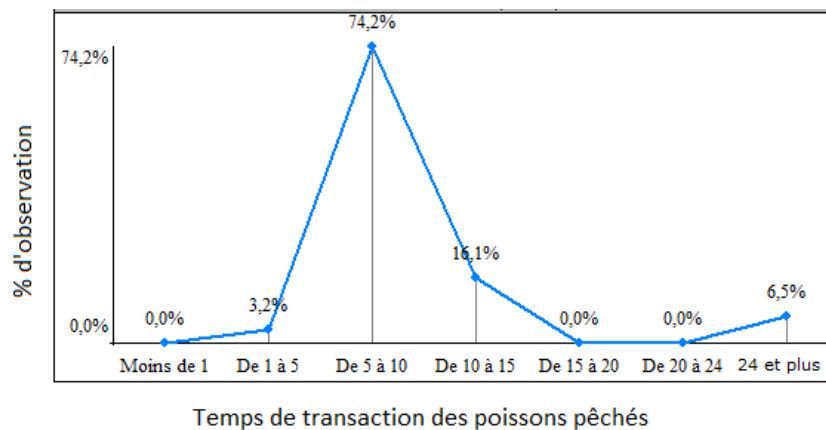


Figure 33: Temps de transaction des poissons du fleuve à l'étalage dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.2.5. Difficultés de l'activité de mareyage rencontrées

Les difficultés rencontrées par les mareyeurs des différentes zones de pêche étudiées sont présentées sur la figure 34. La quasi-totalité des mareyeurs interrogés (96,9 %) affirment que les principales difficultés restent les efforts intenses que nécessite cette activité. Seulement 3,1 % des personnes interrogées évoquent les problèmes de santé.

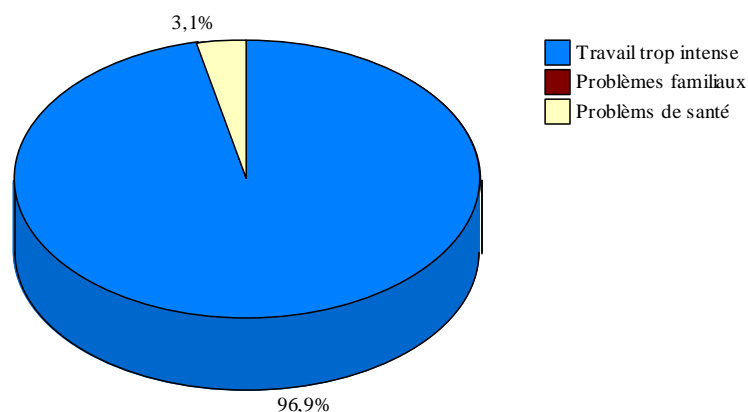


Figure 34: Difficultés de mareyage rencontrées dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.2.6. Evolution de l'activité de mareyage

La figure 35 présente les évolutions organisationnelles et techniques de l'activité de mareyage dans les différentes zones de pêche étudiées. Aucune réelle évolution n'a été observée par 64,5 % des mareyeurs interrogés. Seuls 22,6 % affirment avoir remarqué quelques évolutions favorables dans l'activité contre 6,7 % des mareyeurs qui affirment observer des évolutions défavorables.

Les différents types d'évolutions observées par les mareyeurs interrogés sont mis en évidence par la figure 36. Seulement 19 mareyeurs interrogés soit 16,1 % affirment avoir remarqués une évolution au niveau de l'amélioration des techniques de mareyage. Cependant, la grande partie (83,9 %) des interrogés observe plutôt l'évolution au niveau de l'organisation des mareyeurs et de leurs activités.

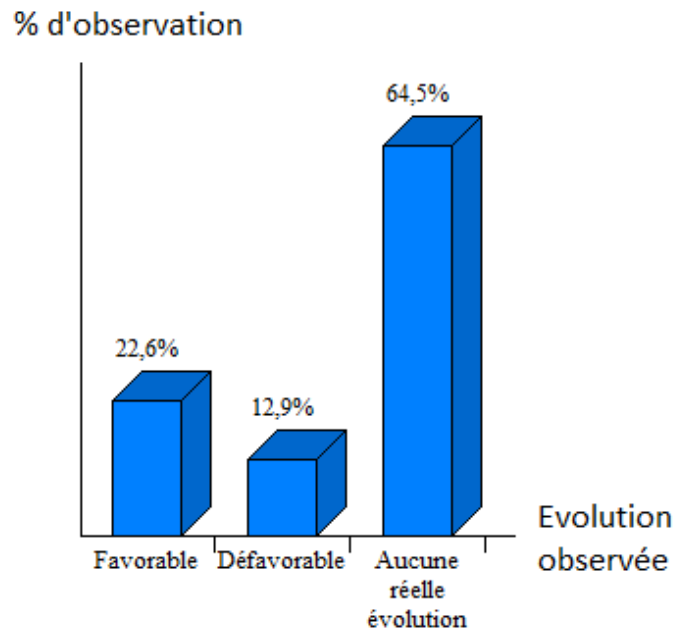


Figure 35: Evolution de l'activité de mareyage dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubé

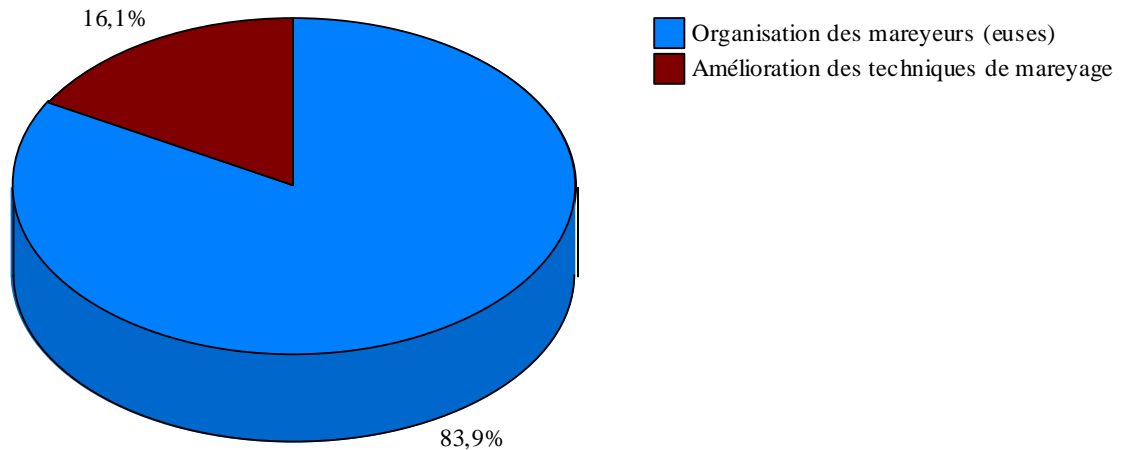


Figure 36: Types d'évolution de l'activité de mareyage observé dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.2.7. Proportion des mareyeurs nettoyant le poisson

La proportion de mareyeurs qui nettoient à l'eau les poissons lors de l'activité de mareyage est représentée sur la figure 37. Sur les 120 mareyeurs interrogés, 111 soit 83 % affirment nettoyer les poissons à l'eau du fleuve dans lesquels ils ont été pêchés. Par contre 19 soit 16,1 % des mareyeurs reconnaissent ne pas nettoyer les poissons avant la conservation et le transport.

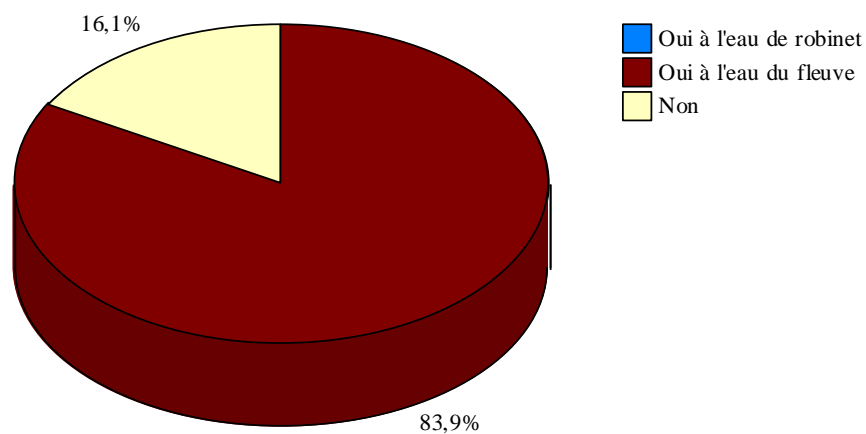


Figure 37: Proportion de mareyeurs nettoyant le poisson dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.2.8. Type de contenant pour la conservation et le transport du poisson utilisé pour le mareyage

Les différents moyens de conservation et de transport des poissons achetés par les mareyeurs sont de 4 types (Figure 38). La majorité (55,9 %) des mareyeurs interrogés utilisent les bassines en plastiques, alors que 41,2 % utilisent les caisses en bois (particulièrement les mareyeurs de Bouaflé). Le taux d'utilisation des vieux réfrigérateurs est le taux les plus bas (2,9 %) et est particulièrement utilisé dans les zones de Guessabo et de Bouaflé.

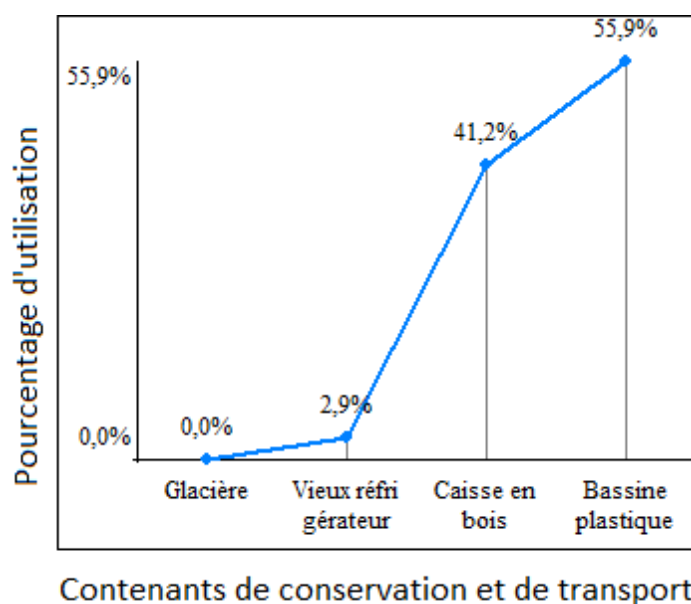


Figure 38: Type de contenant pour la conservation et le transport du poisson utilisé pour le mareyage dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.2.9. Bonnes pratiques de développement durable de l'activité de mareyage

Le tableau XVI présente les pratiques de développement durable de l'activité de mareyage. Parmi les 120 mareyeurs interrogés, plus de la moitié (69 soit 57,1 %) appellent à une conservation responsable des poissons (respect de la température de conservation et ininteruption de la chaîne de froid) par les acteurs du mareyage. Ensuite, 39 autres interrogés soit 32,7 % préconisent l'utilisation de véhicules frigorifique. Enfin, pour les 12 derniers acteurs interrogés soit 10,2 %, réglementer d'avantage le secteur serait un pas majeur vers le développement durable de cette activité.

Tableau XVI: Bonnes pratiques de développement durable du mareyage dans les localités de Bouaflé, Guessabo et Soubré

Localité	Bonnes pratiques à adopter	Nombre de choix	Total par pratique	Proportion (%)
Bouaflé		35		
Guessabo	Conservation responsable	12	69	57,1
Soubré		22		
Bouaflé		7		
Guessabo	Réglementation de l'activité	0	12	10,2
Soubré		5		
Bouaflé		19		
Guessabo	Utilisation de véhicule frigorifique	8	39	32,7
Soubré		12		
Bouaflé				
<b>TOTAL</b>			<b>120</b>	<b>100</b>

### 1.3. Pratiques de fumage du poisson dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

#### 1.3.1. Profil des fumeuses de poissons

L'enquête sur les différents paramètres mettant en évidence les habitudes de transformation des fumeuses de poissons a permis d'interroger 146 fumeuses dont 32 de Guéssabo (21,9 %), 74 de Bouaflé (50,7 %) et 40 de Soubré (27,4 %). L'activité de fumer le poisson est exclusivement féminin (100 %). Aucun homme exerçant le métier de fumage n'a été signalé. Au total, seulement 35 fumeuses soit 23,9 % des fumeuses interrogées sont des Ivoiriennes et 111 soit 76,1 % sont de nationalités étrangères avec une prédominance pour les "Bozo" Malienne (Tableau XVII).

La figure 39 montre les tranches d'âge des fumeuses de poissons dans les différentes localités étudiées. Il ressort que 26,8 % des fumeuses ont un âge compris entre 36 et 40 ans. Celles qui ont un âge compris entre 18 et 25 ans représentent 17,1 % des femmes interrogées. Les fumeuses les plus âgées (61 à 65 ans) représentent que 2,4 %. Les années d'expérience des fumeuses de poissons dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré sont présentées sur la figure 40. L'enquête a permis de montrer que 68,3 % des fumeuses interrogées exercent l'activité de fumage du poisson depuis une période comprise entre 6 et 15 années. Par contre, 9,8 % des fumeuses interrogées ont une expérience de 1 à 5 ans. Les fumeuses les plus

expérimentés (plus de 30 ans) des localités étudiées représentent que 4,9 % des personnes interrogées.

Tableau XVII: Répartition selon l'origine et le groupe ethnique des fumeuses de poissons des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

Localité	Groupe ethnique (Origine)	Nombre par localité	Nombre par groupe ethnique	Proportion (%)
<b>Bouaflé</b>		56		
<b>Guéssabo</b>	Bozo (Malien)	12	92	63,4
<b>Soubré</b>		24		
<b>Bouaflé</b>		0		
<b>Guéssabo</b>	Zonmonan (Guinéen)	4	19	12,7
<b>Soubré</b>		15		
<b>Bouaflé</b>		2		
<b>Guéssabo</b>	Yacouba (Ivoirien)	6	11	7,5
<b>Soubré</b>		3		
<b>Bouaflé</b>		0		
<b>Guéssabo</b>	Bété (Ivoirien)	0	7	4,7
<b>Soubré</b>		7		
<b>Bouaflé</b>		3		
<b>Guéssabo</b>	Koyaga (Ivoirien)	4	7	4,7
<b>Soubré</b>		0		
<b>Bouaflé</b>		1		
<b>Guéssabo</b>	Malinké (Ivoirien)	4	7	4,7
<b>Soubré</b>		2		
<b>Bouaflé</b>		0		
<b>Guéssabo</b>	Wobé (Ivoirien)	3	3	2,3
<b>Soubré</b>		0		
<b>TOTAL</b>			<b>146</b>	<b>100</b>

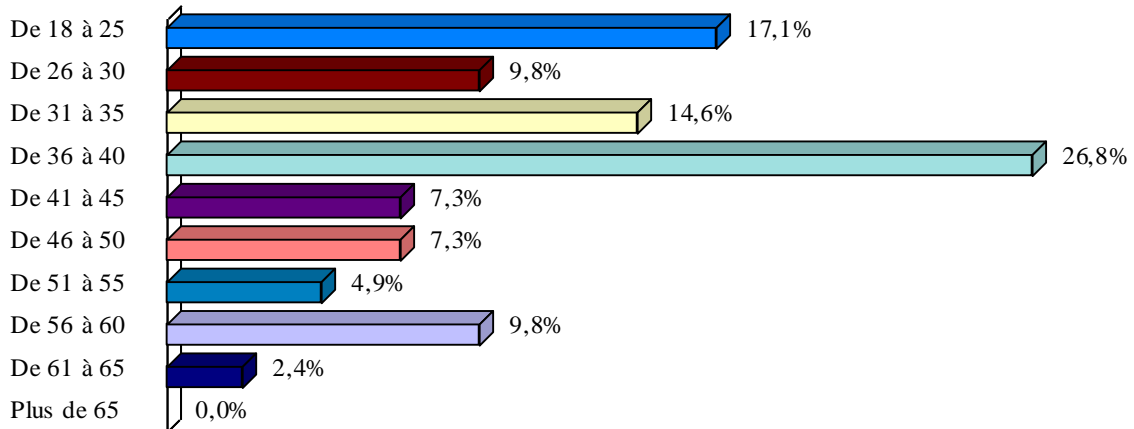


Figure 39: Répartition selon les tranches d'âges des fumeuses de poissons de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

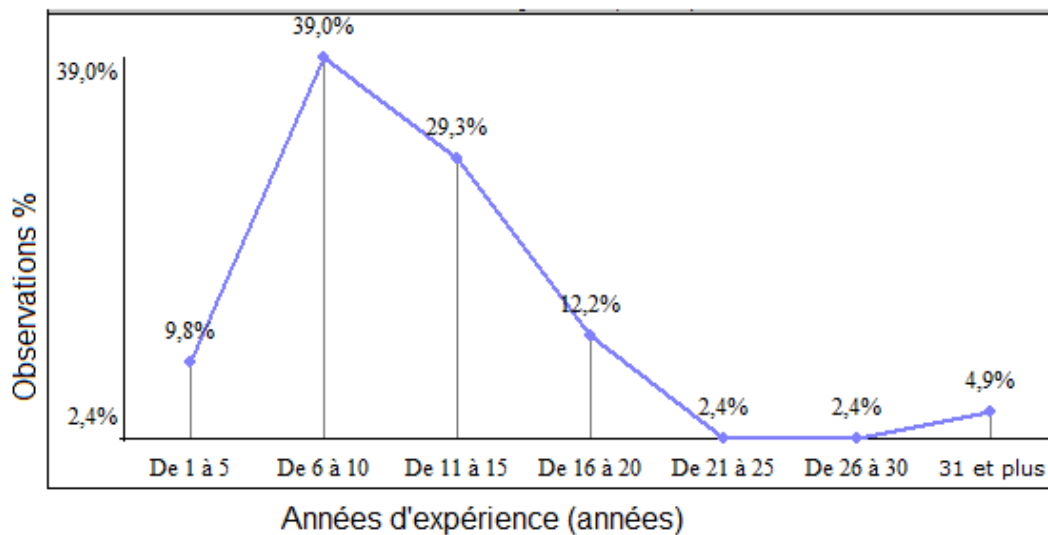


Figure 40: Années d'expérience des fumeuses de poissons de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.3.2. Matériels de fumage du poisson utilisés

Les matériels de transformation du poisson par fumage utilisés dans les localités étudiées sont indiqués sur la figure 41. La quasi-totalité des fumeuses (92,7 %) affirment utiliser le four artisanal contre seulement 24,4 % de fumeuses qui disposent de fours améliorés. Aucune femme interrogée dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré ne pratique le séchage du poisson.



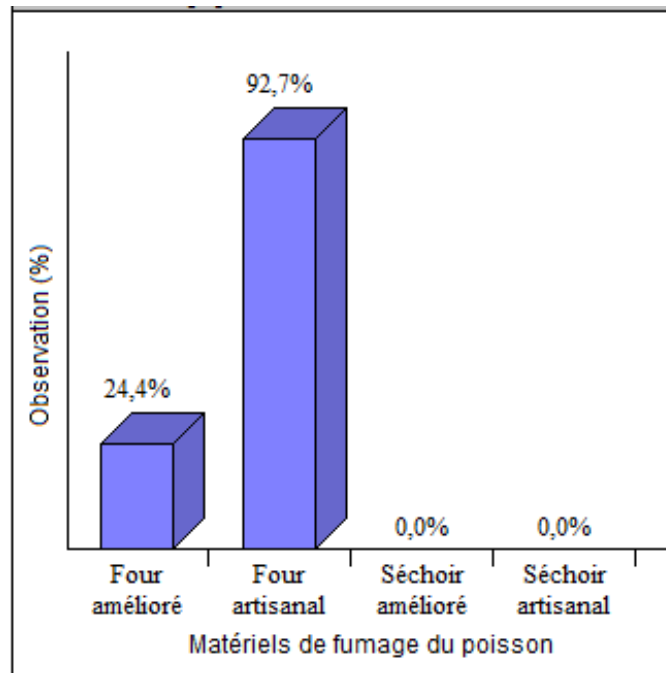


Figure 41: Matériels de fumage du poisson utilisés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.3.3. Principales espèces de poissons fumées

*Tilapia* spp. et *Chrysichthys* spp. sont les espèces de poissons les plus transformées par fumage et commercialisées comme tels. Elles représentent respectivement 43,8 % et 46,1 % des espèces de poissons fumés dans les localités étudiés (Figure 42). *Labeo* spp., *Lates* spp. et *Silurus* spp. représentent chacune 3,4 % des espèces de poissons fumés dans les localités de pêche de Bouaflé, Guéssabo et Soubré.

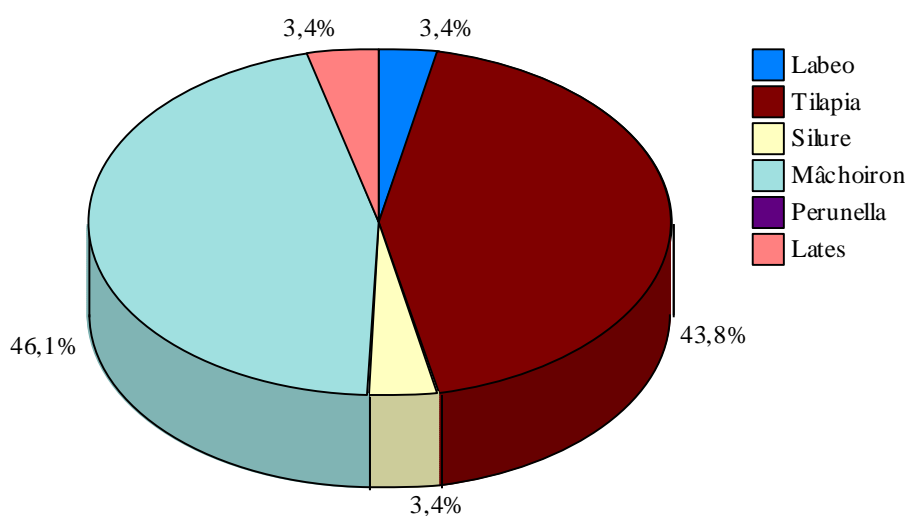


Figure 42: Principales espèces de poissons fumées dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.3.4. Temps d'écoulement des stocks de poissons fumés

Les jours d'écoulement des stocks de poissons fumés dans les localités étudiées sont présentés par la figure 43. Les temps d'écoulement des poissons fumés sont différents d'une fumeuse à l'autre. Ces temps d'écoulement sont fonction des réalités du marché. Le temps nécessaire à l'écoulement des stocks de poissons fumés pour la majorité des femmes (34,1 %) est de 3 à 6 jours. Seulement 26,8 % des fumeuses arrivent à écouler leurs produits dans un délai de 1 à 3 jours. Par contre, pour bon nombre de femmes, il leur faut bien plus de temps pour écouler leur stock de poissons fumés. Il faut 6 à 9 jours pour 29,3 % d'entre elles et même plus de 9 jours pour certaines (9,8 %).

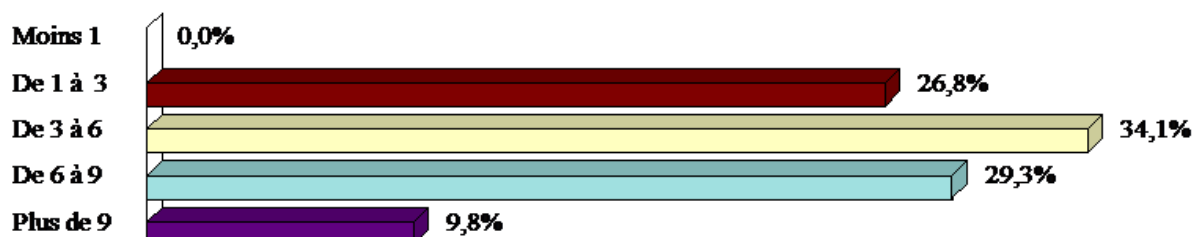


Figure 43: Temps d'écoulement des stocks de poissons fumés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

### 1.3.5. Préférence d'outils de stockage du poisson fumé

Les transformatrices de poissons fumés des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré disposent de différents outils de stockage du poisson fumé comme indiqué sur la figure 44. La quasi-totalité des femmes (75,9 %) préfèrent les paniers tissés en bois de liane comme outils de stockage des poissons fumés pour leurs aérations, mais aussi parce qu'ils réduiraient le fait que les poissons s'émettent. Seulement 13,0 % et 11,1 % des femmes optent respectivement pour les bassines en plastique et pour les sacs en jutes de riz ou de cacao communément appelés "bôrô" en langue commerciale locale "dioula".

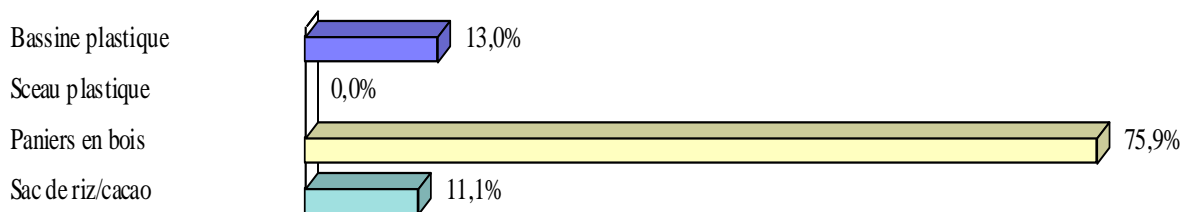


Figure 44 : Préférence d'outils de stockage du poisson fumé dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

## 2. Discussion

Dans les zones de pêche étudiées (Bouaflé, Guéssabo et Soubré), les hommes et les femmes gèrent en commun les produits de la pêche. Cependant, il existe une sorte de répartition du travail. Ainsi, la pêche est réservée aux hommes. Les hommes et les femmes gèrent conjointement le mareyage tandis que le fumage et la commercialisation relèvent de la responsabilité des femmes (La plupart de ces femmes sont les épouses de pêcheurs). Ces résultats corroborent ceux de Brito *et al.* (2022) qui ont menés une étude sur les caractéristiques sociodémographiques des productrices de poissons fumés commercialisés au Sud du Bénin. Leur étude a révélé que le fumage du poisson est une activité essentiellement féminine (100 %) dont 50 % des fumeuses ont un âge compris entre 31 et 40 ans et 16,66 % ont un âge compris entre 41 et 50 ans. Le fumage pratiqué essentiellement par les femmes pourrait s'expliquer par le fait que les hommes n'aiment pas s'adonner à cette activité. Par contre, les femmes participent à l'acquisition des équipements de pêche en finançant l'achat du matériel nécessaire, ce qui garantit ainsi leur approvisionnement.

L'enquête révèle la pêche réalisée dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré est dominée par des acteurs (pêcheurs, mareyeurs et fumeuses) étrangers notamment les maliens « Bozo ». Cette étude a permis de montrer le manque d'intérêt des populations locales et la persistance de l'informel pour la pratique de la pêche dans les localités concernées. Les populations locales ne représentent que 15 % des acteurs de la filière pêche dans les localités étudiées. Ce résultat a été constaté par Kra (2016) et Dago (2018), lors de leurs travaux portant sur le développement de la pêche en Côte d'Ivoire. Ces résultats sont aussi conformes aux observations de Shep *et al.* (2013) et de Koudou (2020) qui ont mis en exergue la prédominance des activités de pêche continentale en Côte d'Ivoire par des pêcheurs professionnels non-nationaux. La forte implication des Bozo d'origine malienne est évoquée dans plusieurs autres études portant sur diverses zones et espaces de production du pays (Kien *et al.*, 2015 ; Koudou, 2020). Ce résultat témoigne d'une part, de leur acceptation par les autochtones riverains et d'autre part de leur maîtrise de l'art des pêches dulcicoles. Les Bozo d'origine malienne sont des pêcheurs aguerris à la pratique de l'activité de pêche et dotés de techniques largement éprouvées. Cette réputation de pêcheurs pourrait par ailleurs justifier l'implication des trois classes d'âge identifiées au cours de l'étude dans l'activité à leur niveau. Cela pourrait s'expliquer par deux raisons dont l'une est culturelle et l'autre est relative à la spécificité locale. La première concerne le fait que les populations locales n'ont pas une culture de pêcheurs. Elles préfèrent plutôt les activités agricoles à celle de la pêche. La seconde raison est la position géographique de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré. En effet, ces localités sont situées à

d'importants carrefours. Bouaflé se trouve à l'intersection des voies menant à Daloa et Yamoussoukro, Guéssabo se situe entre les voies menant à Daloa, Duékoué et Issia et Soubré se trouve sur l'axe Yabayo-Méagui. Ces positions offrirait d'autres opportunités d'emplois aux jeunes autochtones qui choisissent de s'investir dans le transport, le commerce ou dans l'agriculture. Ces activités connaissent un intérêt chez ces jeunes autochtones surtout parce qu'elles se pratiquent en agglomérations. Ceux-ci préfèrent donc s'y adonner plutôt que de prendre d'énormes risques sur l'eau pour exercer le métier de pêcheurs.

Les embarcations utilisées sont essentiellement des pirogues à membrures ou pirogue à trois encore appelées "pirogues bozo". Les engins de pêche sont majoritairement de confection artisanale (nasse de type papolo, filet épervier, palangre etc) malgré une forte présence des filets maillants mono filament de fabrication industrielle renforcée par l'arrivée des sennes. Les filets maillants, les nasses (surtout celles de type papolo) et les filets éperviers sont les engins de pêche utilisés. Certains de ces engins, notamment les nasses de type papolo sont confectionnés à l'aide de filets non règlementaires, mettant ainsi en cause l'efficacité de la gestion de l'activité par les brigades de contrôle de la police pêche. Ces résultats sont confirmés par les travaux de Shep *et al.* (2013) qui ont souligné une prédominance des filets dormants sur tous les plans d'eau en Côte d'Ivoire. Dans l'ensemble, l'efficacité de ces engins, leurs coûts d'acquisition abordables et leurs techniques d'utilisation peu contraignantes constituent des éléments essentiels qui justifient leur préférence par les pêcheurs. Cependant, lors de la pêche, des techniques et des méthodes de conservation adaptées devront être mises en place d'abord à bord des bateaux, ensuite lors du transport et enfin lors du stockage après la transformation du poisson.

L'inventaire taxonomique effectué lors de cette étude a révélé que 6 taxons de poissons font l'objet de mareyage dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré. Les tilapias du genre *Oreochromis*, les machoîrons du genre *Chrysichthys* et les espèces du genre *Labeo* sont les taxons les plus sujets au mareyage dans les localités étudiées. Cela pourrait s'expliquer en partie par le choix des acheteurs et des consommateurs locaux dans leur habitude alimentaire quant à ce qui concerne les espèces et la forme (frais, fumé, séché, etc.) du poisson.

Les Tilapia notamment le genre *Oreochromis*, les Mâchoirons du genre *Chrysichthys*, les Labeo du genre *Labeo* et les Silures du genre *Clarias*, sont les taxons les plus capturés et sujets au fumage au cours de la présente étude. Cela pourrait s'expliquer en partie par le fait que ce soit les plus disponibles. Ce qui confirme les travaux de Dago (2018) réalisés dans la Sous-Préfecture de Guessabo en Côte d'Ivoire. Dans les localités étudiées, le fumage est le seul procédé utilisé pour la conservation du poisson à des fins commerciales. Selon Köse (2010), le

fumage est utilisé pour la conservation des poissons en réduisant leur teneur en eau et leur charge microbienne. Berkel *et al.* (2005) confirment en ajoutant que le fumage permet aussi d'améliorer les caractéristiques organoleptiques telles que le goût, la texture, l'apparence et la couleur, et parfois nutritionnelles des poissons. Pour ce qui concerne la technologie de l'activité de fumage, deux (02) types de fours sont utilisés pour fumer les poissons d'eau douce dans les localités de Bouaflé, Guessabo et Soubré. Il s'agit du four amélioré Thiaroye observé seulement à Soubré lors de cette étude et du four traditionnel en Terre battue ou en barriques utilisé aussi bien à Bouaflé, Guessabo qu'à Soubré. Cette dominance nette de l'utilisation du four traditionnel dans ces localités pourrait s'expliquer en partie par la facilité et le faible coût de construction de ces types de fours. En effet, la plupart des fumeuses disposent à leur domicile d'au moins un four traditionnel. Ainsi, seules les fumeuses ne possédant pas leur propre four à domicile font de l'usage du four amélioré (leur choix unique) une priorité dans l'exercice de leurs activités. Ces résultats corroborent les travaux de plusieurs auteurs (Ekomy *et al.*, 2013, Chabi *et al.*, 2014 ; Ndiaye *et al.*, 2014 ; Savi, 2016 ; Dago, 2018) qui confirment la préférence de l'utilisation des fumoirs traditionnels dans le fumage du poisson par rapport aux fumoirs améliorés qui présentent pourtant plus d'avantages.

Un problème se situe au niveau de la conservation des produits de la pêche. D'abord lors de la pêche, des techniques et des méthodes de conservation adaptées ne sont pas mises en place déjà à bord des pirogues, ensuite lors du transport et enfin lors du stockage après la transformation du poisson. Les acteurs ne disposent pas également de moyens modernes de conservation comme des véhicules frigorifiques et/ou des chambres froides. Deux modes de conservation sont alors souvent utilisés par ces derniers. Le premier consiste à l'achat de glaces alimentaires qu'ils mettent sur les poissons. Le deuxième consiste au fumage. Selon Boziaris (2014), les techniques artisanales de conservation visent à préserver la comestibilité ainsi que les propriétés gustatives et nutritives du poisson. Pourtant ces deux modes présentent de véritables limites vu les quantités manutentionnées (Kra, 2016). Dans les trois localités étudiées, le fumage à chaud est la technique de fumage à l'œuvre. Cette technique est pratiquée à une température de fumage supérieure ou égale à 60°C, soit 65°C et 100°C (Knockaert, 2002). Pour Ndiaye *et al.* (2014), le fumage à chaud englobe différents types de méthodes qui, en pays tropicaux et en Afrique particulièrement, ne correspondent pas forcément à un "fumage vrai" mais à une association de cuisson-fumage-séchage. La conséquence est alors une forte manipulation des produits par le personnel, source de contamination fréquente par les germes ubiquitaires et pathogènes (Berkel *et al.*, 2005 ; Igwegbe *et al.*, 2014). Il existe un risque potentiel de recontamination des poissons fumés, malgré les efforts d'application des bonnes

pratiques de fabrication effectués par les transformatrices et les effets conservateurs du fumage. Cette recontamination provient essentiellement des conditions d'exposition et de vente des poissons fumés qui impactent négativement la qualité du poisson fumé dans les localités de Bouaflé, de Guessabo et de Soubré.

### **Conclusion partielle**

La présente étude réalisée dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré (Côte d'Ivoire) révèle que, les activités de pêche, de mareyage et de transformation sont dominées par des acteurs venus des pays voisins (Mali et Guinée). Ils interviennent sur toute la chaîne de valeur de la filière pêche artisanale et ont une riche expérience de 6 à 15 ans pour la plupart d'entre eux et de plus de 30 ans pour les plus anciens. Tous travaillent à leur propre compte. Les pêcheurs des localités étudiées sont unanimes que les principales espèces qui font l'objet de leur pêche au cours de l'année sont respectivement *Tilapia* spp., *Chrysichthys* spp., *Labeo* spp., *Lates* spp., *Silurus* spp. et *Perunella* spp.. La grande majorité des acteurs du mareyage enquêté sont des femmes. Seul dans les zones de pêche de Bouaflé où l'activité est exercée uniquement par les hommes. Aucune transformatrice des zones de pêche de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré interrogées ne pratique une technique de transformation autre que le fumage du poisson à des fins commerciales. Les poissons locaux les plus fumés et commercialisés sous cette forme sont *Tilapia* spp., et *Chrysichthys* spp., respectivement connus sous les noms de Carpes d'eau douce et de Mâchoirons. Les fours traditionnels restent l'outil de transformation le plus utilisé même pour les localités qui disposent de fours améliorés.

## II. QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DES POISSONS ETUDIÉS A BOUAFLÉ, A GUÉSSABO ET A SOUBRÉ

### 1. Résultats

#### 1.1. Qualité microbiologique des poissons frais collectés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

##### 1.1.1. Qualité par rapport à la charge moyenne de coliformes fécaux, Staphylocoques et Salmonelles obtenues dans les poissons frais de Bouaflé

Les charges en coliformes fécaux, en Staphylocoques et en Salmonelles obtenues dans les poissons frais collectés dans les localités de Bouaflé sont consignées dans le tableau XVIII. Ces charges ont été largement supérieures au critère microbiologique pour les coliformes fécaux et les Staphylocoques dans le poisson frais. Elles ont varié d'une espèce à l'autre.

Les charges en coliformes la plus élevée a été obtenues dans le *Labeo* frais ( $9,25.10^3 \pm 1,77.10^3$  UFC/g). Au niveau des charges en Staphylocoques, les *Chrysichthys* se sont révélés être les plus chargés ( $1,21.10^4 \pm 1,87.10^3$  UFC/g), tandis qu'au niveau des Salmonelles, aucun germe n'a été retrouvé dans les trois espèces étudiées.

Tableau XVIII: Conformité des charges moyennes en coliformes fécaux, en Staphylocoques et en Salmonelles obtenues des poissons frais collectés à Bouaflé

Germes recherchés dans le poisson frais	Normes microbiologiques (UFC/g)		Charge dans le <i>Tilapia spp.</i> (UFC/g)	Charge dans le <i>Chrysichthys spp.</i> (UFC/g)	Charge dans le <i>Labéo spp.</i> (UFC/g)	Conformité
	m	M				
<b>Coliformes fécaux</b>	10	100	$6,22.10^3 \pm 2,79.10^{3a}$	$8,42.10^3 \pm 1,94.10^{3b}$	$9,25.10^3 \pm 1,77.10^{3b}$	Non satisfaisant
<i>Staphylococcus aureus</i>	100	1000	$9,94.10^3 \pm 1,57.10^{3a}$	$1,21.10^4 \pm 1,87.10^{3b}$	$9,46.10^3 \pm 2,13.10^{3a}$	Non conforme
<i>Salmonella</i>	Absence dans 25 g		Absence	Absence	Absence	Conforme

Les moyennes affectées des différentes lettres dans la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 %.



### **1.1.2. Qualité par rapport à la charge moyenne de coliformes fécaux, Staphylocoques et Salmonelles obtenues dans les poissons frais de Guéssabo**

Les charges en coliformes fécaux, en Staphylocoques et en Salmonelles obtenues dans les poissons frais collectés dans les localités de Guéssabo sont consignées dans le tableau XIX. La comparaison des charges moyennes en coliformes fécaux et en *Staphylococcus aureus* par rapport au critère microbiologique définit révèle respectivement une non satisfaction et une non-conformité des échantillons de poissons frais analysés.

Les charges en coliformes la plus élevée a été obtenues dans le *Tilapia* spp. frais ( $8,22.10^3 \pm 1,24.10^3$  UFC/g). Au niveau des charges en Staphylocoques, les *Chrysichthys* spp. se sont révélés être les plus chargés ( $1,35.10^4 \pm 2,54.10^3$  UFC/g) ; par contre, au niveau des Salmonelles, aucun germe n'a été retrouvé dans les trois espèces étudiées.

Tableau XIX: Conformité des charges moyennes en coliformes fécaux, en Staphylocoques et en Salmonelles obtenues des poissons frais collectés à Guéssabo

Germes recherchés dans le poisson frais	Normes microbiologiques (UFC/g)		Charge dans le <i>Tilapia spp.</i>	Charge dans le <i>Chrysichthys spp.</i>	Charge dans le <i>Labéo spp.</i>	Conformité
	m	M	(UFC/g)	(UFC/g)	(UFC/g)	
<b>Coliformes fécaux</b>	10	100	$8,22.10^3 \pm 1,24.10^{3a}$	$6,85.10^3 \pm 5,66.10^{3b}$	$6,85.10^3 \pm 5,66.10^{3b}$	Non satisfaisant
<i>Staphylococcus aureus</i>	100	1000	$7,62.10^3 \pm 1,49.10^{3a}$	$1,35.10^4 \pm 2,54.10^{3b}$	$7,11.10^3 \pm 2,08.10^{3a}$	Non conforme
<i>Salmonella</i>	Absence dans 25 g		Absence	Absence	Absence	Conforme

Les moyennes affectées des différentes lettres dans la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 %.

### **1.1.3. Qualité par rapport à la charge moyenne de coliformes fécaux, Staphylocoques et Salmonelles obtenues dans les poissons frais de Soubré**

Les charges en coliformes fécaux, en Staphylocoques et en Salmonelles obtenues dans les poissons frais collectés dans les localités de Soubré sont consignées dans le tableau XX. Ces charges ont été largement supérieures au critère microbiologique pour les coliformes fécaux et les Staphylocoques dans le poisson frais.

Les charges en coliformes la plus élevée a été obtenues dans le *Chrysichthys* spp. frais ( $1,60.10^4 \pm 1,32.10^3$  UFC/g). Au niveau des charges en Staphylocoques, les *Chrysichthys* spp. se sont révélés être les plus chargés ( $4,56.10^4 \pm 4,68.10^4$  UFC/g). L'analyse microbiologique des échantillons de *Tilapia* spp. frais, de *Chrysichthys* spp. frais et de *Labeo* spp. frais a révélé qu'aucune souche de *Salmonella* spp. n'a été retrouvée dans les poissons frais ramené de Soubré.

Tableau XX: Conformité des charges moyennes en coliformes fécaux, en Staphylocoques et en Salmonelles obtenues des poissons frais collectés à Soubré

Germes recherchés dans le poisson frais	Normes microbiologiques (UFC/g)		Charge dans le <i>Tilapia spp.</i>	Charge dans le <i>Chrysichthys spp.</i>	Charge dans le <i>Labéo spp.</i>	Conformité
	m	M	(UFC/g)	(UFC/g)	(UFC/g)	
<b>Coliformes fécaux</b>	10	100	$4,33.10^3 \pm 6,93.10^{2a}$	$1,60.10^4 \pm 1,32.10^{3b}$	$1,07.10^4 \pm 1,32.10^{3b}$	Non satisfaisant
<i>Staphylococcus aureus</i>	100	1000	$1,68.10^4 \pm 5,12.10^{3a}$	$4,56.10^4 \pm 4,68.10^{4b}$	$1,01.10^4 \pm 1,93.10^{3a}$	Non conforme
<i>Salmonella</i>	Absence dans 25 g		Absence	Absence	Absence	Conforme

Les moyennes affectées des différentes lettres dans la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 %.

#### **1.1.4. Analyse statistique des charges moyennes de coliformes fécaux, Staphylocoques et Salmonelles obtenues dans les poissons frais de Bouaflé, Guéssabo et Soubré**

La comparaison des différents germes isolés des échantillons de poissons frais en fonctions des localités d'études a révélé qu'il existe une différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P < 0,05$ ) entre les échantillons de poissons frais issus des trois localités étudiées. Elle a montré que les poissons de Guéssabo sont moins contaminés sous leur forme fraîche ( $P = 0,02$ ) par les germes pathogènes (*Staphylococcus aureus*) par rapport à ceux de Soubré et Bouaflé. La valeur médiane des charges bactériennes en *Staphylococcus aureus* des poissons frais s'élève à  $9,12.10^3$  UFC/g  $\pm 1,90.10^2$  UFC/g au niveau de Guéssabo contre  $1,77.10^4$  UFC/g  $\pm 9,56.10^3$  UFC/g à Soubré et  $1,02.10^4$  UFC/g  $\pm 6,82.10^2$  UFC/g à Bouaflé.

La comparaison des différents germes isolés des échantillons de poissons frais en fonctions des espèces de poissons analysés révèle également qu'il existe une différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P < 0,05$ ) entre les échantillons de *Chrysichthys* spp. frais et de *Tilapia* frais et également entre les échantillons de *Labeo* spp. frais et de *Tilapia* spp. frais. Les échantillons de *Tilapia* frais sont moins contaminés en coliformes fécaux par rapport aux échantillons de *Chrysichthys* frais et de *Labeo* spp. frais dans les localités de Bouaflé et de Soubré, contrairement à ceux de Guéssabo. Les échantillons de *Chrysichthys* spp. frais sont plus contaminés par *Staphylococcus aureus* par rapport aux échantillons de *Tilapia* spp. frais et de *Labeo* spp. frais.

### **1.2. Qualité microbiologique des poissons fumés des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré**

#### **1.2.1. Qualité par rapport à la charge en flore mésophile aérobie totale, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues dans les poissons fumés de Bouaflé**

Les charges en flores mésophiles aérobies totales, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues dans les poissons fumés de Bouaflé ont varié d'une espèce de poisson à un autre (Tableau XXI). Ces charges ont été largement supérieures aux critères microbiologiques pour les coliformes fécaux et les Staphylocoques dans le poisson fumé ; alors qu'elles ont été inférieures aux critères microbiologiques fixés pour les levures et moisissures et les flores aérobies mésophiles totales.

Les charges en Flores Aérobie Mésophile Totales (FAMT) obtenues de l'analyse microbiologique des poissons fumés a mit en évidence une charge plus élevée dans le

*Chrysichthys* ( $2,59.10^4 \pm 5,01.10^3$  UFC/g). La charge en coliforme la plus élevée a été obtenue dans le *Labeo* fumé ( $1,72.10^4 \pm 2,80.10^3$  UFC/g). Au niveau des charges en Staphylocoques, les *Chrysichthys* se sont révélés être les plus chargés ( $1,89.10^4 \pm 2,36.10^3$  UFC/g). La charge la plus élevée en levures et moisissures a été obtenues dans le *Chrysichthys* spp. fumé ( $2,71.10^3 \pm 5,45.10^2$  UFC/g). L'analyse microbiologique des échantillons de *Tilapia* spp. fumés, de *Chrysichthys* spp. fumés et de *Labeo* spp. fumés a révélé qu'aucune souche de *Salmonella* spp. n'a été retrouvée dans les poissons fumés collectés à Bouaflé.

Tableau XXI: Conformité des charges moyennes en flores mésophiles aérobies totales, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues des poissons fumés collectés à Bouaflé

Germes recherchés dans le poisson fumé	Normes microbiologiques (UFC/g)		Charge dans le <i>Tilapia</i> spp. (UFC/g)	Charge dans le <i>Chrysichthys</i> spp. (UFC/g)	Charge dans le <i>Labéo</i> spp. (UFC/g)	Conformité
	m	M				
	<b>Flore Mésophile Aérobie Totale</b>	10 <sup>6</sup>				
<b>Coliformes fécaux</b>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	1,35.10 <sup>4</sup> ± 5,52.10 <sup>3a</sup>	1,12.10 <sup>4</sup> ± 3,52.10 <sup>3a</sup>	1,72.10 <sup>4</sup> ± 2,80.10 <sup>3a</sup>	Non Satisfaisant
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	1,60.10 <sup>4</sup> ± 3,28.10 <sup>3a</sup>	1,89.10 <sup>4</sup> ± 2,36.10 <sup>3a</sup>	1,30.10 <sup>4</sup> ± 2,10.10 <sup>3a</sup>	Non conforme
<b>Levures et moisissures</b>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	2,30.10 <sup>3</sup> ± 6,26.10 <sup>2a</sup>	2,71.10 <sup>3</sup> ± 5,45.10 <sup>2a</sup>	1,37.10 <sup>3</sup> ± 4,42.10 <sup>2b</sup>	Satisfaisant
<i>Salmonella</i>	Absence dans 25 g		Absence	Absence	Absence	Conforme

Les moyennes affectées des différentes lettres dans la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 %.

### **1.2.2. Qualité par rapport à la charge en flore mésophile aérobie totale, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues dans les poissons fumés de Guéssabo**

Les charges en flores mésophiles aérobies totales, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues dans les poissons fumés collectés dans les localités de Guéssabo sont consignées dans le tableau XXII. La comparaison des charges moyennes en coliformes fécaux et en *Staphylococcus aureus* par rapport aux critères microbiologiques, révèle respectivement une non satisfaction et une non-conformité des échantillons de poissons frais analysés. Cependant, elles ont été inférieures aux critères microbiologiques fixés pour les levures et moisissures et les flores aérobies mésophiles totales dans les poissons étudiés.

Les charges en Flores Aérobies Mésophiles Totales (FAMT) obtenues de l'analyse microbiologique des poissons fumés a mit en évidence une charge plus élevé dans le *Tilapia* spp. fumé ( $3,27.10^4 \pm 1,29.10^4$  UFC/g). La charge en coliforme la plus élevée a été obtenue dans le *Tilapia* fumé ( $1,93.10^4 \pm 6,27.10^3$  UFC/g). Au niveau des charges en Staphylocoques, les *Tilapia* se sont révélés être les plus chargés ( $1,28.10^4 \pm 3,73.10^3$  UFC/g). La charge la plus élevée en levures et moisissures a été obtenues dans le *Tilapia* spp. fumé ( $9,31.10^3 \pm 1,27.10^3$  UFC/g) ; alors qu'au niveau des Salmonelles, aucun germe n'a été retrouvé dans les trois espèces de poissons étudiées.



Tableau XXII: Conformité des charges moyennes en flores mésophiles aérobies totales, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues des poissons fumés collectés à Guéssabo

Germes recherchés dans le poisson fumé	Normes microbiologiques (UFC/g)		Charge dans le <i>Tilapia</i> spp. (UFC/g)	Charge dans le <i>Chrysichthys</i> spp. (UFC/g)	Charge dans le <i>Labéo</i> spp. (UFC/g)	Conformité
	m	M				
	<b>Flore Mésophile Aérobie Totale</b>	10 <sup>6</sup>				
<b>Coliformes fécaux</b>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	1,93.10 <sup>4</sup> ± 6,27.10 <sup>3a</sup>	1,40.10 <sup>4</sup> ± 3,95.10 <sup>3a</sup>	1,72.10 <sup>4</sup> ± 3,55.10 <sup>3a</sup>	Non Satisfaisant
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	1,28.10 <sup>4</sup> ± 3,73.10 <sup>3a</sup>	6,42.10 <sup>3</sup> ± 1,98.10 <sup>3b</sup>	3,66.10 <sup>3</sup> ± 1,21.10 <sup>3b</sup>	Non conforme
<b>Levures et moisissures</b>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	9,31.10 <sup>3</sup> ± 1,27.10 <sup>3a</sup>	2,13.10 <sup>3</sup> ± 2,63.10 <sup>2b</sup>	1,80.10 <sup>3</sup> ± 1,65.10 <sup>3b</sup>	Satisfaisant
<i>Salmonella</i>	Absence dans 25 g		Absence	Absence	Absence	Conforme

Les moyennes affectées des différentes lettres dans la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 %.

### **1.2.3. Qualité par rapport à la charge en flore mésophile aérobie totale, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues dans les poissons fumés de Soubré**

Les charges en flores mésophiles aérobies totales, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues dans les poissons fumés collectés dans les localités de Soubré sont consignées dans le tableau XXIII. Ces charges ont été largement supérieures aux critères microbiologiques pour les coliformes fécaux et les Staphylocoques dans le poisson fumé. Par contre, elles ont été inférieures aux critères microbiologiques fixés pour les levures et moisissures et les flores aérobies mésophiles totales, montrant ainsi une conformité satisfaisante de ces germes dans les poissons étudiés.

Les charges en Flores Aérobie Mésophile Totales (FAMT) obtenues de l'analyse microbiologique des poissons fumés a mit en évidence une charge plus élevé dans les *Chrysichthys* spp. ( $2,52.10^4 \pm 6,96.10^3$  UFC/g). La charge en coliforme la plus élevée a été obtenue dans le *Chrysichthys* spp. fumé ( $1,74.10^4 \pm 2,19.10^3$  UFC/g). Au niveau des charges de Staphylocoques, les *Tilapia* spp. se sont révélés être les plus chargés ( $1,66.10^4 \pm 4,77.10^3$  UFC/g). La charge la plus élevée en levures et moisissures a été obtenues dans le *Chrysichthys* spp. fumé ( $2,89.10^3 \pm 6,67.10^2$  UFC/g). L'analyse microbiologique des échantillons de *Tilapia* spp. fumés, de *Chrysichthys* spp. fumés et de *Labeo* spp. fumés a révélé qu'aucune souche de *Salmonella* spp. n'a été retrouvée dans les poissons fumés échantillonné de Soubré.

Tableau XXIII: Conformité des charges moyennes en flores mésophiles aérobies totales, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues des poissons fumés collectés à Soubré

Germes recherchés dans le poisson fumé	Normes microbiologiques (UFC/g)		Charge dans le <i>Tilapia spp.</i> (UFC/g)	Charge dans le <i>Chrysichthys spp.</i> (UFC/g)	Charge dans le <i>Labéo spp.</i> (UFC/g)	Conformité
	m	M				
	<b>Flore Mésophile Aérobie Totale</b>	10 <sup>6</sup>				
<b>Coliformes fécaux</b>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	1,45.10 <sup>4</sup> ± 4,70.10 <sup>3a</sup>	1,74.10 <sup>4</sup> ± 2,19.10 <sup>3a</sup>	1,64.10 <sup>4</sup> ± 2,46.10 <sup>3a</sup>	Non Satisfaisant
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	1,66.10 <sup>4</sup> ± 4,77.10 <sup>3a</sup>	1,29.10 <sup>4</sup> ± 3,27.10 <sup>3a</sup>	8,93.10 <sup>3</sup> ± 1,87.10 <sup>3b</sup>	Non conforme
<b>Levures et moisissures</b>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	2,36.10 <sup>3</sup> ± 5,36.10 <sup>2a</sup>	2,89.10 <sup>3</sup> ± 6,67.10 <sup>2a</sup>	1,80.10 <sup>3</sup> ± 1,46.10 <sup>3b</sup>	Satisfaisant
<i>Salmonella</i>	Absence dans 25 g		Absence	Absence	Absence	Conforme

Les moyennes affectées des différentes lettres dans la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 %.

#### **1.2.4. Analyse statistique des charges moyennes de flore mésophile aérobie totale, coliformes fécaux, staphylocoques, levures et moisissures et salmonelles obtenues dans les poissons fumés de Bouaflé, Guéssabo et Soubré**

La comparaison des différents germes isolés des échantillons de poissons fumés en fonctions des espèces de poissons analysés a montré qu'il n'existe aucune différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P > 0,05$ ) entre les différents échantillons fumés de *Tilapia* spp., de *Chrysichthys* spp. et de *Labeo* spp. étudiés. La charge médiane bactérienne en coliformes fécaux des *Labeo* fumés a été de  $1,72 \cdot 10^3$  UFC/g  $\pm 1,20 \cdot 10^2$  UFC/g contre  $2,39 \cdot 10^3$  UFC/g  $\pm 2,41 \cdot 10^2$  UFC/g pour les *Tilapia* spp. fumés et de  $2,37 \cdot 10^3$  UFC/g  $\pm 1,88 \cdot 10^2$  UFC/g pour les *Chrysichthys* fumés. Les échantillons de *Labeo* fumés sont moins contaminés ( $P = 0,002$ ) par les levures et moisissures par rapport aux échantillons de *Tilapia* spp. fumés et de *Chrysichthys* spp. fumés. Toutes les charges des trois espèces de poissons fumés analysés sont supérieures aux critères fixés par la norme ( $< 10$  UFC/g) pour les coliformes, montrant ainsi que la qualité microbiologique est non satisfaisante pour ces germes dans l'ensemble des espèces de poissons analysés. De même, toutes les charges des poissons fumés analysés sont supérieures au critère fixé par la norme ( $10^2$  UFC/g) pour les *Staphylococcus aureus*, montrant aussi la non-conformité des charges en ces germes.

La comparaison des différents germes isolés des échantillons de poissons fumés en fonctions des localités d'études a montré qu'il existe une différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P < 0,05$ ) entre les échantillons de poissons fumés de la localité de Guéssabo et ceux de Bouaflé et Soubré. Les échantillons de poissons de Guéssabo sont moins contaminés sous la forme fumée ( $P = 0,004$ ) par *Staphylococcus aureus* par rapport à ceux de Soubré et de Bouaflé. De plus, les poissons de Guéssabo connaissent un faible taux de contamination ( $P = 0,002$ ) par les germes d'altération (FAMT) par rapport aux poissons de Soubré et de Bouaflé.

#### **1.3. Identification des souches de levures et moisissures**

L'identification basée essentiellement sur l'étude morphologique des mycéliums a permis de mettre en évidence les espèces fongiques telles que : *Aspergillus* du groupe *Glaucus*, *Aspergillus niger* et *Penicillium* sp. On note une prédominance (39 %) des *Aspergillus* du groupe *Glaucus* dans les échantillons de poissons étudiés (Figure 45). Les caractéristiques, culturelles, macroscopiques et microscopiques des souches fongiques isolées sont résumées dans les tableaux XXIV et XXV.

Tableau XXIV: Caractéristiques macroscopiques des espèces fongiques isolées de poisson fumé










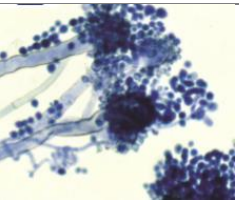

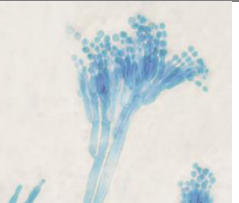
Genres	Description	Recto	Verso
<i>Aspergillus niger</i>	Colonies d'abord blanches, puis jaunes et enfin granuleuses noires au recto. Au verso, les colonies sont incolores à jaune pâle.		
<i>Aspergillus</i> <b>du groupe</b> <i>Glaucus</i>	Recto : colonies peu extensive, planes, poudreuses, de couleur verte. Verso : jaune orangé à brun foncé. Croissance rapide.		
<i>Penicillium</i>	La colonie est habituellement duveteuse, poudreuse, de couleur variable, le plus souvent verte. Le verso est incolore ou foncé.		

Tableau XXV: Caractéristiques microscopiques des espèces fongiques isolées du poisson fumé

Genres	Description	Aspect microscopique	Image de référence
<i>Aspergillus niger</i>	Le conidiophore est lisse, hyalin ou brunâtre dans sa moitié supérieure, très long (1, 5 à 3 mm).		
<i>Aspergillus</i> <b>du groupe</b> <i>Glaucus</i>	Conidiophore lisse et incolore; vésicule ronde ou en massue; phialides courtes, trapues, directement insérées sur la vésicule.		
<i>Penicillium</i> sp.	Les hyphes septés, hyalins, portent des conidiophores simples ou ramifiés, parfois regroupés en buisson ou corémie.		

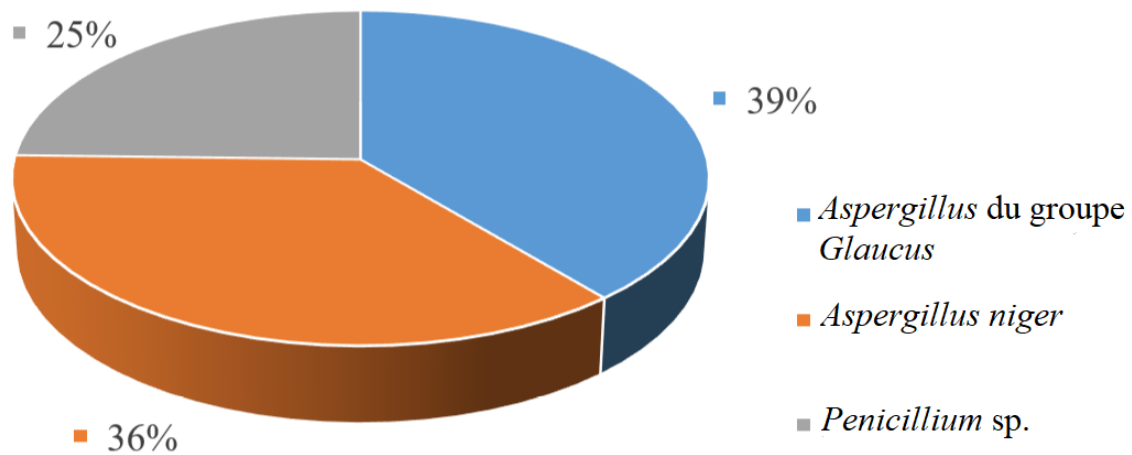


Figure 45: Fréquence d'isolement des espèces fongiques isolées des échantillons de poissons issus des localités d'étude

## 2. Discussion

L'analyse microbiologique de cette étude a montré la présence de tous les germes recherchés (coliformes fécaux, staphylocoques, flores aérobies mésophiles totales et levures et moisissures) à l'exception des salmonelles. La comparaison des charges obtenues dans les différents échantillons de poisson frais et fumés analysés a montré qu'elles sont supérieures aux critères fixés par la norme, indiquant ainsi que la qualité microbiologique est non satisfaisante et non conforme respectivement en coliformes fécaux et en Staphylocoques. Gamane *et al.* (2018) ont observé que l'inobservance de certaines bonnes pratiques d'hygiène (nettoyage des poissons à l'eau propre) et l'insalubrité de l'environnement des plateformes de transformation seraient à l'origine de la contamination microbienne post fumage du poisson. En effet, les mauvaises pratiques tout au long du processus de transformation et le refroidissement mal conduit permettraient aux germes thermotolérants de subsister et de proliférer dans le poisson après fumage. Les manipulations et stockages inadéquats des poissons et leurs conditions de transport et de distributions inadaptées ont été observées comme nous par les travaux de Abotchi (2010) et de Tidjani *et al.* (2013). Ceux-ci pourraient également constituer une source de contamination des produits transformés mis sur les marchés. Ainsi, la présence de ces germes retrouvés dans les échantillons de poissons fumés analysés, pourrait témoigner d'une recontamination due aux conditions d'exposition de ceux-ci sur les étalages des marchés. Pour Gamane *et al.* (2018), ces attitudes comportementales seraient à l'origine des post-contaminations du poisson fumé qui serait soumis à la prolifération des champignons. Ces résultats renforcent la nécessité d'un suivi des diagrammes de production, qui, appliqués aux

sites de production du lac Tchad, ont montré que toutes les étapes du processus de transformation présentent des points critiques (Djinou, 2001 ; Gouen, 2006).

Les charges en coliformes fécaux et en *Staphylococcus aureus* obtenues, représentent un risque pour la santé des êtres humains car elles sont suffisamment importantes. Elles pourraient avoir sur la santé des consommateurs des répercussions indésirables.

L'ensemble des échantillons de Bouaflé, Guessabo et Soubré étudié est non satisfaisant par rapport aux critères microbiologiques préétablis pour les coliformes. Ils sont largement supérieurs au niveau de contamination à risque (M) à ne pas dépasser. Les coliformes fécaux dans cette étude, ont été présents dans les deux types d'échantillons de poissons avec des moyennes respectives comprises entre  $1,07.10^4 \pm 1,32.10^3$  UFC/g et  $9,25.10^3 \pm 1,77.10^3$  UFC/g pour les poissons frais et entre  $1,12.10^4 \pm 5,52.10^3$  UFC/g et  $1,93.10^4 \pm 6,27.10^3$  UFC/g pour les poissons fumés. Les coliformes fécaux sont 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. Dans leurs travaux, Gamane *et al.* (2016) ont conclu que les milieux de transformation et l'environnement dans lequel cette activité se pratique sont propices à la prolifération des germes de contamination. Le diagramme de production de ces transformatrices, demande une amélioration à toutes les étapes et un accent particulier doit être mis sur la vulgarisation des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication. Cette démarche est soutenue par divers auteurs notamment Barro *et al.* (2007) et Tidjani *et al.* (2013). Une charge élevée de coliformes fécaux favorise une altération du produit et constitue un risque de présence de germes pathogènes (Babadjide *et al.*, 2015). En tant qu'indicateur d'hygiène, les charges élevées de coliformes fécaux pourrait s'expliquer par le fait que les prélèvements d'échantillons ne soient pas effectués immédiatement après la production. En effet, durant la conservation du poisson, même réfrigérée, le développement de certaines espèces psychotrophes pendant ou à la fin de la durée de conservation ne permet plus d'avoir une indication sur la contamination initiale et donc sur les conditions hygiéniques pendant la production. Selon Elyounoussi *et al.* (2015), le non-respect des normes hygiéniques et la mauvaise qualité microbiologique de l'eau utilisée pour le lavage des poissons est à la base de la contamination par les coliformes fécaux qui sont les germes de contamination fécale, indicateurs de mauvaises conditions d'hygiène lors de la manipulation des denrées. Présents à la fois dans les poissons frais et les poissons fumés, les coliformes fécaux sont témoins de mauvaises conditions d'hygiène. Ils peuvent indiquer la présence des micro-organismes entéro-pathogènes (Ahmed *et al.*, 2015). Le nombre élevé de coliformes fécaux enregistré pourrait être également attribué à des facteurs tels que l'insuffisance des installations de stockage, l'hygiène

personnelle des acteurs (pêcheurs, mareyeurs, fumeuses, commerçantes), le manque d'installations d'élimination des déchets et d'assainissement adéquates (Babadjide *et al.*, 2015 ; N'Guessam *et al.*, 2017). En effet, Babadjide *et al.* (2015) ont montré que la qualité des poissons se détériore depuis la barque des pêcheurs jusqu'aux consommateurs. Les acteurs de la filière poisson contribueraient à la contamination des poissons vendus. Ainsi, la présence de coliformes fécaux dans les échantillons témoigne aussi d'une hygiène défectueuse dans la distribution, pouvant découler des opérateurs, du matériel en contact et/ou de l'environnement immédiat du produit. Cette démarche est soutenue par divers auteurs (Gamané *et al.*, 2018).

L'ensemble des échantillons de Bouaflé, Guessabo et Soubré étudié est non conforme aux critères microbiologiques préétablis pour les *Staphylococcus aureus*. Ils sont largement supérieurs au critère de référence (m) défini. La charge de *Staphylococcus aureus* dans cette étude, ont été également important dans les deux types d'échantillons de poissons avec des moyennes respectives comprises entre  $7,11.10^3 \pm 2,08.10^3$  UFC/g et  $4,56.10^4 \pm 4,68.10^4$  UFC/g pour les poissons frais et entre  $3,66.10^3 \pm 1,21.10^3$  UFC/g et  $1,89.10^4 \pm 2,36.10^3$  UFC/g pour les poissons fumés. Les *Staphylococcus aureus* sont des germes ubiquistes largement répandus dans la nature, mais la principale source de contamination est l'homme qui héberge les germes au niveau de la peau, des cheveux et des muqueuses. Cet organisme ne fait pas partie de la microflore normale du poisson. Sa présence dans le poisson indique une contamination postérieure à la capture due à de mauvaises mesures d'hygiène. En effet, avec des températures entre 25-30°C dans les pays tropicaux tels que la Côte d'Ivoire, les poissons s'altèrent en moins de 12 heures (Babadjide *et al.*, 2015). Les résultats obtenus dans cette analyse montrent que les non-conformités relevées durant l'étude peuvent être dû aux acteurs et actrices (main d'œuvre) suite à une insuffisance de qualification, de compétence, de formation et/ou de sensibilisation sur les bonnes pratiques de fabrication et les bonnes pratiques d'hygiène au niveau de l'approvisionnement, du transport et de la commercialisation des poissons frais et fumés. Selon Babadjide *et al.* (2015), la main d'œuvre est le « maillon faible » et le plus important car c'est la source majeure de germes.

L'isolement à partir des poissons frais et fumés des fleuves Sassandra et Bandama a permis de mettre en évidence 126 souches fongiques appartenant à 3 souches : *Aspergillus niger*, *Aspergillus* du groupe *Glaucus* et *Penicillium* sp. Ces souches fongiques se retrouvent généralement dans la majorité des aliments secs mal conservés ou insuffisamment séchés. De tous les échantillons analysés, le genre *Aspergillus* (du groupe *Glaucus* (39 %) et *niger* (36 %)) s'est distingué avec la fréquence d'apparition la plus élevée. C'est un champignon très fréquent, dans le sol et l'air à travers ses spores. Le traitement et le fumage des poissons s'effectuant le



plus souvent dans des conditions et des lieux où le taux d'humidité est relativement élevé, favorisent la croissance des *Aspergillus*. Cela pourrait être la raison de la forte présence de ce genre. Ces résultats sont similaires à celui de Rebbouh, (2016) qui a isolé le genre *Aspergillus* majoritairement au cours de leurs travaux avec des fréquences respectives de 37,5 % et 85 %. Fafioye *et al.* (2008) ont également montré que le genre *Aspergillus* spp. est le plus fréquent dans les poissons d'eau douce fumés-séchés du Nigéria. Des spores de moisissures peuvent également être apportées par les insectes infestant les poissons transformés (Ndrianaivo *et al.*, 2016). Lors des travaux de terrain, nous avons été témoin de mauvaises conditions de stockage et d'emballage des poissons frais et surtout fumés caractérisées par l'exposition des produits à l'air libre et non protégés contre la poussière et les mouches. A cela pourraient s'ajouter, la négligence des bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène par les actrices du fumage du poisson. Toutes ces pratiques sont sans nul doute des causes de contamination du poisson qui ont des conséquences négatives sur la santé des consommateurs. Ces résultats sont en accord avec les travaux antérieurs de Abdoullahi *et al.* (2016) qui avaient isolé le genre *Aspergillus* avec une fréquence de 45 % des poissons transformés. Soulignons aussi que l'humidité relative et le pH sont des paramètres très importants qui conditionnent le démarrage de la croissance des champignons (Abdoullahi *et al.*, 2016). Les changements biochimiques et physiques tels que l'oxydation et la réabsorption d'eau par le poisson, ainsi que les modifications microbiologiques apparaissent au cours du stockage des poissons fumés. L'ochratoxine A et la patuline sont produites par plusieurs espèces d'*Aspergillus* et de *Penicillium*. La contamination par ces mycotoxines est courante dans les aliments (FAO, 2018). La présence de ces types de germes donne une idée sur la contamination globale des poissons transformés dans les localités autour des fleuves Sassandra et Bandama de la Côte d'Ivoire. Ces germes pourraient être la cause de production des toxines dans le poisson. Le séchage au soleil ainsi que l'exposition du poisson transformé à l'air libre pourraient expliquer la forte présence des souches fongiques.

Le taux de contamination par la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) a été important dans tous les échantillons de poissons analysés avec un maximum de  $3,27.10^4 \pm 1,29.10^4$  UFC/g. Ceci serait dû à la contamination des produits par diverses manipulations inadéquates. En effet, la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) correspond à des bactéries indicatrices d'hygiène dont le dénombrement permet d'apprécier la qualité microbiologique du poisson et l'application des bonnes pratiques d'hygiène. Les sources de contamination telles que la qualité de l'eau, de la matière première, le manque de sanitaire etc, sont confirmées car proviennent d'une étude qualitative (Varzakas, 2011). Ces résultats sont en concordance avec les rapports des missions EDES (2011 et 2013) qui évoque le non-respect des mesures

d'hygiènes et parfois des procédures lors de la manipulation des produits par certains acteurs. Une flore mésophile dénombrée en grande quantité indique également un début du processus d'altération. L'altération est à l'origine des pertes importantes de poisson après capture (Agbabiaka *et al.*, 2016). Pour limiter ces pertes, les transformatrices ont recours aux différents procédés de conservation dont le fumage. Cependant, la technologie utilisée dans le fumage artisanal est essentiellement empirique et rudimentaire avec plusieurs défauts dans le diagramme de production. Il s'agit notamment de l'inobservance des règles d'hygiène, de l'absence ou du mauvais nettoyage des matières premières, du matériel et/ou des mains du personnel. Les règles élémentaires d'hygiène et bonnes pratiques de fabrication ne sont pas toujours respectées par les fumeuses. Néanmoins, les charges obtenues sont largement inférieures à celles obtenues dans les travaux de Abotchi (2010). Cet auteur a trouvé un taux de contamination encore plus élevé. La connaissance de la flore mésophile aérobie totale est importante car elle permet de définir les déviations par rapport aux bonnes pratiques de fumage (Gamane *et al.*, 2018). Selon Mouokeu *et al.* (2018), la présence des FMAT dans les échantillons montre un début de processus d'altération mais ne présente pas une grande incidence sur la santé du consommateur car non toxique. Par contre ils entraînent des pertes économiques importantes à cause de l'altération des produits ainsi conservés (Itongwa *et al.*, 2019).

Les salmonelles sont des germes responsables de toxi-infection alimentaire à la suite de l'ingestion des aliments contaminés. Dans ces travaux, aucune présence de Salmonelles n'a été obtenue dans l'ensemble des échantillons de poissons frais et fumés analysés. Cette absence de salmonelles dans les échantillons analysés pourrait s'expliquer pour les poissons frais par l'absence de contact direct avec un animal malade ou porteur sain (reptiles, rongeurs, animaux de compagnie etc) et pour les échantillons fumés, par la bonne cuisson du poisson. En dépit de cette absence de salmonelles, des efforts supplémentaires d'hygiène et de bonnes pratiques de transformation de poisson doivent être néanmoins effectués par les acteurs de la filière pêche car d'après Andino & Hanning (2015), l'infection à *Salmonella* spp. peut-être grave, voire mortelle.

### **Conclusion partielle**

Il convient de retenir que les poissons frais et fumés issus des localités de Bouaflé, de Guessabo et de Soubré contiennent une grande diversité d'espèces de germes d'altération et de contamination (FMAT, Coliformes, Levures et Moisissures) et de germes potentiellement pathogènes (*Staphylococcus aureus*). Les charges moyennes des germes dans les poissons ont

montré des qualités microbiologiques non satisfaisantes/non conformes en coliformes et en *Staphylococcus aureus* aussi bien avec les poissons frais qu'avec les fumés. Aucune souche de germes pathogènes notamment la *Salmonella* spp. n'a été retrouvée dans les échantillons de poissons frais et fumés dans les trois localités d'étude. Par ailleurs, l'analyse de la nature et de la fréquence d'isolement des champignons montre une prédominance des moisissures du genre *Aspergillus* notamment l'*Aspergillus niger*, l'*Aspergillus* du groupe *Glaucus* dans les différentes espèces de poissons analysées. La présence de ces champignons dans les poissons fumés appelle à une adaptation et à une maîtrise des techniques de transformation. Les germes contaminant les poissons frais et fumés des localités étudiées confirment l'hypothèse des sources exogènes de contamination. Ces sources secondaires de contamination apportent les germes les plus dangereux (*Staphylococcus*) dans les produits de pêche. Ces germes sont surtout responsables d'accidents alimentaires (toxi-infections alimentaires) qui peuvent prendre des tournures dramatiques chez les individus peu résistants. Les germes apportés par les sources primaires de contamination sont responsables de l'altération du produit (donc de perte de sa valeur marchande). Il faut par conséquent éviter, sinon limiter la contamination des produits après la capture. Pour cela, une connaissance précise des techniques de transformation s'avère nécessaire pour pouvoir détecter les « Points Critiques » et prendre les dispositions qui s'imposent afin de préserver les poissons frais et fumés de la contamination exogène.

### III. LARVES ET INSECTES NUISIBLES DES POISSONS FRAIS ET FUMÉS DES LOCALITÉS DE BOUAFLÉ, GUÉSSABO ET SOUBRÉ

#### 1. Résultats

##### 1.1. Charges des insectes et des larves des échantillons de poissons frais et fumés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

Un nombre variable de mouches et de larves ont été extraits des échantillons de *Tilapia* spp., de *Chrysichthys* spp. et de *Labeo* spp. repartir en trois (3) lots d'échantillons frais et trois (3) lots d'échantillons fumés de 200 g chacun.

Au niveau du nombre d'insectes collectés par espèce de poissons, le plus grand nombre d'individu a été noté chez les *Chrysichthys* spp. aussi bien dans les échantillons frais ( $474 \pm 21,09$ ) que dans les échantillons fumés ( $533 \pm 26,92$ ). De manière générale, les insectes ont été nombreux à être dénombrés dans les échantillons de poissons fumés comme l'indique le tableau XXVIII. Concernant les larves, leurs nombres ont varié d'une espèce de poisson à l'autre (Tableau XXIX). Les échantillons de poissons fumés se sont révélés être les plus infestés par les larves par rapport aux échantillons de poissons frais. Le nombre le plus élevé de larves ( $15\ 589 \pm 75,49$ ) a été obtenu avec les *Chrysichthys* spp. fumés puis avec les *Labeo* spp. ( $15\ 004 \pm 69,77$ ) et les *Tilapia* spp. ( $14\ 683 \pm 63,66$ ).

La comparaison par localité de l'importance numérique des larves dénombrées dans les trois espèces de poissons frais étudiées, a révélé qu'il n'existe aucune différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,71$ ) entre les échantillons frais de *Tilapia* spp., de *Chrysichthys* spp. et de *Labeo* spp. collectés dans la localité de Bouaflé. Par contre, la comparaison des quantités d'insectes recueillis dans le poisson frais de la localité de Bouaflé a montré une différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,000085$ ) entre les espèces. Ces différences significatives se situent entre les échantillons de *Labeo* spp. et les *Tilapia* spp. et également entre les échantillons de *Labeo* spp. et les *Chrysichthys* spp. Il a été constaté que les échantillons de *Labeo* spp. frais contiennent moins d'insectes que ceux de *Tilapia* spp. et des *Chrysichthys* spp. Au niveau des échantillons de poissons fumés, le nombre de larve montre une différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,01$ ) entre les échantillons de *Chrysichthys* spp. et de *Tilapia* spp. Les échantillons de *Tilapia* spp. fumés se sont révélés moins infestés par les larves par rapport aux *Chrysichthys* spp. Il existe également une différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,00032$ ) dans l'infestation des insectes dans les trois espèces de poissons fumés étudiées de la localité de Bouaflé. Les différences se situent entre les échantillons de *Tilapia* spp.

fumés et ceux des *Labeo* spp. fumés et entre les échantillons de *Tilapia* fumés et ceux des *Chrysichthys* spp. fumés. Les échantillons de *Tilapia* spp. fumés ont donc été les plus infestés d'insectes par rapport aux *Chrysichthys* spp. fumés et aux *Labeo* spp. fumés.

A Guéssabo, la comparaison de l'infestation des larves a révélé qu'il n'existe pas de différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,14$ ) entre les trois espèces de poissons frais analysés. Il existe par contre une différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,00041$ ) au niveau de l'infestation par les insectes entre les échantillons frais de *Labeo* spp. et de *Tilapia* spp. et aussi entre les échantillons frais de *Labeo* spp. et de *Chrysichthys* spp. Les échantillons frais de *Labeo* spp. ont présenté une importance numérique faible en insectes par rapport aux échantillons de *Chrysichthys* spp. et de *Tilapia* spp. S'agissant des poissons fumés, le nombre de larves révèle qu'il n'existe aucune différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,59$ ) entre les échantillons de poissons analysés. Cependant, l'analyse a révélé une différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,0028$ ) entre les échantillons fumés de *Labeo* spp. et de *Tilapia* spp. concernant l'infestation des insectes. Les échantillons fumés de *Labeo* spp. ont été plus infestés par les insectes par rapport aux *Tilapia* spp.

Au niveau de Soubré, la comparaison numérique de l'infestation par les larves a montré qu'il existe une différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,0014$ ) entre les échantillons frais de *Chrysichthys* et de *Tilapia* spp. et également entre les échantillons frais de *Chrysichthys* spp. et de *Labeo* spp. Les échantillons de *Chrysichthys* spp. frais se sont révélés être les plus infestés par les larves par rapport aux échantillons de *Tilapia* spp. et de *Labeo* spp. Cependant s'agissant de l'infestation par les insectes, il n'existe aucune différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,64$ ) entre les différents échantillons de poissons frais étudiés. Pour ce qui est des poissons fumés, il n'existe pas de différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,90$ ) en nombre de larves entre les différentes espèces de poissons analysés. De même, il n'existe pas de différence significative (Kruskal-Wallis ;  $P = 0,39$ ) au niveau de la comparaison de l'infestation des insectes dans les trois espèces de poissons fumés de Soubré étudiées.

Tableau XXVI: Charges des mouches présents dans les *Tilapia*, les *Chrysichthys* et les *Labeo* ramenés des localités d'études

Localités	Echantillons de poissons frais			Echantillons de poissons fumés		
	<i>Tilapia</i> frais	<i>Chrysichthys</i> frais	<i>Labeo</i> frais	<i>Tilapia</i> fumés	<i>Chrysichthys</i> fumés	<i>Labeo</i> fumés
<b>Bouaflé</b>	125 ± 4,67 <sup>a</sup>	208 ± 7,92 <sup>a</sup>	6 ± 0,55 <sup>b</sup>	207 ± 26,07 <sup>a</sup>	169 ± 7,53 <sup>b</sup>	99 ± 6,88 <sup>b</sup>
<b>Guéssabo</b>	189 ± 4,99 <sup>a</sup>	178 ± 7,73 <sup>a</sup>	64 ± 5,64 <sup>b</sup>	99 ± 5,28 <sup>a</sup>	221 ± 12,32 <sup>b</sup>	66 ± 4,32 <sup>a</sup>
<b>Soubré</b>	61 ± 3,79 <sup>a</sup>	88 ± 5,44 <sup>a</sup>	36 ± 2,42 <sup>a</sup>	95 ± 6,23 <sup>a</sup>	143 ± 7,07 <sup>a</sup>	75 ± 4,30 <sup>a</sup>
<b>Total</b>	<b>375 ± 13,45</b>	<b>474 ± 21,09</b>	<b>106 ± 8,61</b>	<b>401 ± 37,58</b>	<b>533 ± 26,92</b>	<b>240 ± 15,5</b>

Les moyennes affectées des différentes lettres sur la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 %.

Tableau XXVII: Charges des larves extraites des *Tilapia*, des *Chrysichthys* et des *Labeo* collectés dans les localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré

Localités	Echantillons de poissons frais			Echantillons de poissons fumés		
	<i>Tilapia</i> frais	<i>Chrysichthys</i> frais	<i>Labeo</i> frais	<i>Tilapia</i> fumés	<i>Chrysichthys</i> fumés	<i>Labeo</i> fumés
<b>Bouaflé</b>	4 870 ± 26,65 <sup>a</sup>	4 962 ± 31,47 <sup>a</sup>	5 002 ± 21,98 <sup>a</sup>	4 818 ± 26, 51 <sup>a</sup>	5 596 ± 31,51 <sup>b</sup>	5 232 ± 33,59 <sup>b</sup>
<b>Guéssabo</b>	4 952 ± 32,73 <sup>a</sup>	4 367 ± 25,74 <sup>a</sup>	4 228 ± 37,55 <sup>a</sup>	4 881 ± 18,44 <sup>a</sup>	4 947 ± 18,44 <sup>a</sup>	4 864 ± 16,18 <sup>a</sup>
<b>Soubré</b>	4 055 ± 25,52 <sup>a</sup>	4 513 ± 23,68 <sup>b</sup>	3 651 ± 23,91 <sup>a</sup>	4 984 ± 18,71 <sup>a</sup>	5 046 ± 25,54 <sup>a</sup>	4 908 ± 20,00 <sup>a</sup>
<b>Total</b>	<b>13 877 ± 84,90</b>	<b>13 842 ± 80,83</b>	<b>12 881 ± 83,44</b>	<b>14 683 ± 63,66</b>	<b>15 589 ± 75,49</b>	<b>15 004 ± 69,77</b>

Les moyennes affectées des différentes lettres sur la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 %.

## 1.2. Insectes et des larves identifiés des poissons frais et fumés des localités de Bouaflé, Guessabo et Soubré

La recherche des insectes et des larves colonisatrices des poissons frais et fumés des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré stockés pendant 4 semaines a permis de collecter 88 005 individus dont  $2\,129 \pm 167,60$  adultes et  $85\,876 \pm 458,15$  larves. Les  $2\,129 \pm 167,60$  insectes ( $955 \pm 97,60$  dans les échantillons de poissons frais et  $1\,174 \pm 70$  dans les échantillons de poissons fumés) collectés dans les échantillons de poissons issus des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré ont été tous identifiés comme étant des Diptères. Ils ont été représentés par les mouches domestiques de la famille des *Muscidae*. L'espèce qui a été identifiée dans tous les échantillons de poissons frais et fumés étudiés a été le *Musca domestica*. Les larves obtenues dans cette étude ont également été identifiées comme étant des larves (asticots) de *Musca domestica*.

Les insectes adultes de *Musca domestica* isolés étaient tous de couleur gris à gris foncé mesurant en moyenne environ 8 mm (5 à 8 mm) avec un poids moyen de 7 mg. Ces insectes collectés avaient tous en commun quatre étroites bandes noires sur le thorax, des yeux bruns rougeâtre et des ailes claires translucides comme l'indique la figure 46. Les larves (asticots) de *Musca domestica* obtenus ont tous été de couleur blanc pâle à noir (pour les plus vieilles) mais de taille variable (3 à 9 mm).



Figure 46: Larves et *Musca domestica* adulte identifiés du poisson frais et fumé dans les localités de Bouaflé, Guessabo et Soubré

**a-** Larves de *Musca domestica*      **b-** *Musca domestica* vivante      **c-** *Musca domestica* morte

## 2. Discussion

Les résultats de cette étude révèlent effectivement que les trois espèces de poissons provenant de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré renferment des larves et d'insectes aussi bien dans les frais et fumés. L'infestation des insectes reste le principal problème lié aux conditions

de stockage du poisson tout comme le confirme les travaux de Bouriga *et al.* (2012) et de Ajani *et al.* (2013).

L'identification des *Musca domestica* comme étant les insectes colonisateurs des échantillons de poissons frais et fumés des localités étudiées révèle que le climat tropical à température et humidité relativement élevées des zones de pêches étudiées favorise la prolifération de ces insectes. Dès la capture du poisson, l'infestation par les *Musca domestica* commence. Ils survolent le poisson tout le long du circuit (de la pêche jusqu'à la commercialisation), déposent leurs œufs directement sur les poissons. Généralement un jour suffit pour que les œufs pondus par les femelles se transforment en larves très voraces appelés asticots qui consomment une bonne partie du poisson (Shaffer *et al.*, 2017). Le poisson est soumis aux attaques des larves des *Musca domestica* lorsque la chair est encore molle, donc humide. Cela pourrait expliquer l'importance numérique de larves et d'insectes obtenus particulièrement dans l'espèce *Chrysichthys* frais et fumés dans cette étude. Selon Tamgno *et al.* (2020) les larves peuvent achever leur développement en trois ou quatre jours. De plus, pendant la saison des pluies, quand le séchage est long voire impossible, les pertes causées par les *Musca domestica* sont énormes. Elles sont elles-mêmes inoffensives pour l'humain mais leur mode de vie implique un risque au niveau de l'hygiène. Les *Musca domestica*, et plus généralement les insectes volants qui se posent aussi bien sur des articles propres que sur des articles ou objets insalubres, peuvent transmettre des microorganismes pathogènes par contact, régurgitation et excrétion (Hewitt, 2011). La *Musca domestica* est une espèce qui s'est révélée être un vecteur efficace de *Salmonella* et de *Escherichia coli*, deux bactéries qui provoquent des infections intestinales pouvant être graves (Shaffer *et al.*, 2017). La gestion des nuisibles dans les environnements où les aliments sont produits, transformés ou servis est l'une des conditions préalables nécessaires au respect des réglementations en matière de sécurité alimentaire (Shaffer *et al.*, 2017). Toutefois, la diversité des outils de stockage du poisson fumé développés par les fumeuses pourrait s'avérer être tous inapproprié et être du coup l'un des problèmes de stockage à résoudre. En effet, les travaux de Keita (2005) ont montré que le stockage, le conditionnement et le transport font partie de la phase des pertes plus importantes des poissons traités au Mali. Pour les acteurs de la pêche, la problématique des *Musca domestica* dans les poissons frais et fumés peut se résumer par les pertes financières dues aux produits endommagés et donc le rejet par les clients et la baisse des prix (Junqueira *et al.*, 2017).

Les espèces trouvées dans cette étude sont différentes de celles d'une étude similaire réalisée au Cameroun (Tamgno *et al.*, 2020). Cependant, tout comme dans les poissons des localités de Bouaflé, de Guéssabo et de Soubré, les poissons fumés stockés à l'Est du



Cameroun subissent des attaques d'insectes à des proportions variées et selon l'espèce de poisson fumé.

La différence de nombre de larves et d'insectes obtenue dans les échantillons de *Chrysichthys* par rapport aux *Tilapia* et aux *Labeo* pourrait trouver son explication dans le fait que les *Chrysichthys* sont des poissons plus charnures et molles donc plus propice à la colonisation et à l'alimentation des larves (asticots). Le nombre important de larves et d'insectes obtenu dans les collections d'échantillons de poissons fumés par rapport aux échantillons de poissons frais pourrait signifier que l'environnement de fumage, les outils et les pratiques dans les localités étudiées favoriseraient le dépôt des insectes colonisateurs du poisson.

### **Conclusion partielle**

L'étude de la présence des larves et des insectes dans les différentes espèces de poissons étudiées a montré que les poissons frais et fumés ont été colonisés par les mouches et leurs larves pondues pendant tout le circuit post-capture du poisson. Au cours du stockage des poissons (frais ou fumés), lorsque des précautions adéquates ne sont pas prises, différents insectes notamment les *Musa domestica* s'y installent et pondent des larves qui vont conduire à la non-acceptabilité ou au rejet des produits. Le comptage des insectes dans les échantillons a révélé que le plus grand nombre de mouches a été retrouvé dans les échantillons de *Chrysichthys* frais et fumés. Le plus grand nombre de larves a été dénombré dans les échantillons de *Chrysichthys* fumés. Les poissons fumés issus de la localité de Guessabo ont enregistré quant à eux, le nombre le plus élevé de larves. Au niveau des insectes par contre, la localité qui a enregistré le nombre le plus élevé est Bouaflé. Bouaflé a enregistré également au niveau des poissons frais, le nombre le plus élevé de larves et d'insectes. La présence des *Musca domestica* dans les stocks de poissons est rarement accidentelle. La gestion des insectes volants dans les environnements où les aliments sont stockés, produits, transformés ou servis constituent une partie importante du plan de gestion intégrée des nuisibles dans l'industrie alimentaire, et en particulier la gestion des mouches est d'une grande importance pour maintenir la sécurité alimentaire. Garantir la qualité et la sécurité des poissons frais et fumés exige une approche rigoureuse et intégrée, impliquant tous les acteurs de la chaîne alimentaire. La collaboration entre les autorités de régulation, les chercheurs, les producteurs et les distributeurs est cruciale pour mettre en œuvre des mesures préventives efficaces et pour assurer aux consommateurs des produits sains et exempts de toute contamination parasitaire.

## **IV. RESIDUS DE PESTICIDES DES POISSONS FRAIS ET FUMÉS COLLECTÉS DANS LES LOCALITÉS DE BOUAFLÉ, GUÉSSABO ET SOUBRÉ**

### **1. Résultats**

#### **1.1. Résidus de pesticides détectées des différents poissons frais et fumés**

La détection des résidus de pesticides a été effectuée par la Chromatographie Liquide à Haute Performance (HPLC) sur 780 échantillons de poissons constitué d'un lot d'échantillons frais (390) et d'un autre lot d'échantillons fumés (390). Ces échantillons de poissons tous ramenés des localités de Bouaflé, Guessabo et Soubré, ont été constitués pour chacune des localités de Guéssabo et de Soubré de 43 *Tilapia* frais et 43 *Tilapia* fumés (44 pour Bouaflé), de 43 *Chrysichthys* frais et 43 *Chrysichthys* fumés (44 pour Bouaflé) et de 43 *Labeo* frais et 43 *Labeo* fumés (44 pour Bouaflé).

Le tableau XXX présente les molécules actives de pesticides qui ont été recherchées dans les différents échantillons de poissons collectés des zones de pêche de Bouaflé, Guessabo et Soubré. Sept (07) familles de molécules de pesticides ont été concernées par cette détection de substances actives dans les échantillons de poissons frais et fumés. Chaque molécule de pesticide a été détectée et comparée à la valeur limite de quantification de la famille correspondante. Ainsi, les molécules de la famille du triazine et des dérivés de l'urée, ont une limite de quantification de 0,018 mg/kg. Les molécules de Carbamate, d'Organophosphoré et de Dicarboximides ont une limite de quantification de 0,009 mg/kg. Les molécules des Triazinone et des Chloroacétamide ont révélé une valeur limite de quantification respectives de 0,025 mg/kg et de 0,010 mg/kg. Sur 32 molécules recherchées, 15 ont été détectées dans les échantillons frais et fumés des *Tilapia*, des *Chrysichthys* et des *Labeo* ramenés des localités étudiées.

Tableau XXVIII: Molécules actives de pesticides détectées dans les différents échantillons de poissons frais et fumés collectés des zones de pêche de Bouaflé, Guessabo et Soubré

Familles de molécules recherchées	Molécules de pesticides recherchées	Molécules de pesticides détectés	Limite de Quantification (mg/kg)	LMR autorisée (mg/kg)
<b>Triazine</b>	Désisopropylatrazine	DéTECTÉ	<b>0,018</b>	<b>0,01</b>
	Désethylatrazine	Non détecté		
	Simazine	DéTECTÉ		
	Cyanazine	Non détecté		
	Atrazine	DéTECTÉ		
	Propazine	Non détecté		
	Terbuthylazine	Non détecté		
	Prometryn	Non détecté		
<b>Triazinone</b>	Terbutryn	DéTECTÉ	<b>0,025</b>	<b>0,01</b>
	Métamitron	Non détecté		
	Hexazinone	Non détecté		
<b>Derivés de l'urée</b>	Metribuzin	Non détecté	<b>0,018</b>	<b>0,01</b>
	Fénuron	DéTECTÉ		
	Crimidine	DéTECTÉ		
	Métoxuron	DéTECTÉ		
	Monuron	DéTECTÉ		
	Méthabenzthiazuron	Non détecté		
	Chlortoluron	Non détecté		
	Monolinuron	Non détecté		
	Isoproturon	DéTECTÉ		
	Diuron	Non détecté		
	Métobromuron	DéTECTÉ		
	Buturon	Non détecté		
<b>Chloroacetamide</b>	Linuron	Non détecté	<b>0,010</b>	<b>0,01</b>
	Métazachlor	Non détecté		
<b>Carbamate</b>	Métolachlor	Non détecté	<b>0,009</b>	<b>0,01</b>
	Aldicarb	DéTECTÉ		
<b>Organophosphoré</b>	Chlorpropham	Non détecté	<b>0,009</b>	<b>0,01</b>
	Parathion-méthyl	DéTECTÉ		
	Chlorfenvinphos	DéTECTÉ		
<b>Dicarboximides</b>	Parathion-éthyl	DéTECTÉ	<b>0,009</b>	<b>0,01</b>
	Vinclozolin	DéTECTÉ		

LMR : Limite Maximale de Résidu

## **1.2. Fréquence d'apparition des molécules actives de pesticides dans les poissons frais et fumés**

La recherche de molécules actives de pesticides dans les poissons de la localité de Bouaflé a révélé la présence de 8 molécules de pesticides (Tableau XXIX). Dans les poissons frais de Bouaflé, sur 132 échantillons, les molécules de Crimidine, de Simazine et de Fénuuron ont été retrouvés dans 13 échantillons chacune soit un taux d'apparition de 29,55 %. Elles sont suivies par la molécule de Désisopropylatratzine avec 22,73 % d'apparition.

Au niveau de l'analyse des échantillons de poissons fumés de Bouaflé, le Terbutryn et la Simazine, se sont relevés être les plus détectés (29,55 %) contre seulement 2,27 % d'apparition pour le Parathion-éthyl et le Métobromuron.

L'analyse des échantillons de poissons de la localité de Guéssabo a permis de mettre en évidence 10 molécules de pesticides (Tableau XXXII). Ces molécules actives de pesticides ont été détectées à des fréquences variables dans les différents échantillons de poissons étudiés. Ainsi, le Métoxuron, le Monuron et la Simazine ont été les molécules les plus fréquentes dans les échantillons analysés avec un taux d'apparition de 18,18 % chacun. Cependant, aucune des 32 molécules recherchées n'a été retrouvée dans les échantillons de *Chrysichthys* et de *Labeo* frais collectés dans la localité de Guéssabo.

Une quinzaine de molécules actives a été recherchée par un dosage des pesticides dans les échantillons de poissons frais et fumés issus de la zone de pêche de Soubré. Les fréquences d'apparition des molécules actives de pesticides recherchées ont varié d'une espèce à l'autre et selon que les poissons soient frais ou fumés. Le tableau XXXIII montre les 12 molécules de pesticides détectées dans les échantillons de poissons frais et fumés de Soubré.

Ainsi, les molécules de pesticides qui ont été les plus présentes dans les échantillons de poissons frais de la localité de Soubré sont le Métobromuron (18,60 %) suivie des molécules d'Atrazine 5 (11,63 %) et de Chlorfenvinphos 5 (11,63 %) dans les échantillons de *Tilapia* frais. Aucune des molécules recherchées n'a été repérée dans les échantillons de *Chrysichthys* et de *Labeo* frais de Soubré.

La détection de molécules actives de pesticides dans les échantillons de poissons fumés de Soubré a permis de montrer la présence à 18,60 % du Parathion-éthyl dans les *Tilapia* fumés et du Parathion-méthyl et du Terbutryn à 18,60 % d'apparition dans les *Chrysichthys* fumés.

## Troisième partie : Résultats et discussion

Tableau XXIX: Fréquence d'apparition des molécules actives de pesticides dans les poissons des localités étudiées

Localités	Échantillons de poissons frais			Échantillons de poissons fumés		
	<i>Tilapia</i> frais	<i>Chrysichthys</i> frais	<i>Labeo</i> frais	<i>Tilapia</i> fumés	<i>Chrysichthys</i> fumés	<i>Labeo</i> fumés
<b>Bouaflé</b>	Crim 13 (29,55 %)	Sima 13 (29,55 %)		Métob 9 (20,45 %)	Isop 10 (22,73 %)	Atra 3 (6,82 %)
	Dési 10 (22,73 %)	Fénu 13 (29,55 %)		Sima 7 (15,91 %)	Sima 13 (29,55 %)	Métob 1 (2,27 %)
				Aldi 7 (15,91 %)	Par-éth 1 (2,27 %)	Sima 3 (6,82 %)
				Par-éth 10 (22,73 %)	Par-mét 10 (22,73 %)	Par-éth 5 (11,36 %)
				Par-mét 5 (11,36 %)	Terb 13 (29,55 %)	Par-mét 3 (6,82 %)
<b>Guéssabo</b>	Isop 5 (11,63 %)			Isop 6 (13,95 %)	Isop 6 (13,95 %)	Atra 6 (13,95 %)
	Méto 8 (18,60 %)			Sima 8 (18,60 %)	Sima 8 (18,60 %)	Métob 6 (13,95 %)
	Monu 8 (18,60 %)			Par-éth 5 (11,63 %)	Par-mét 6 (13,95 %)	
				Par-mét 5 (11,63 %)	Terb 6 (13,95 %)	
				Terb 5 (11,63 %)	Vinc 6 (13,95 %)	
				Vinc 5 (11,63 %)		
<b>Soubré</b>	Atra 5 (11,63 %)			Métob 6 (13,95 %)	Isop 5 (11,63 %)	Crim 4 (9,30 %)
	Chlo 5 (11,63 %)			Sima 5 (11,63 %)	Sima 5 (11,63 %)	Dési 2 (4,65 %)
	Méto 8 (18,60 %)			Aldi 5 (11,63 %)	Par-éth 5 (11,63 %)	
				Par-éth 8 (18,60 %)	Par-mét 8 (18,60 %)	
				Par-métl 5 (11,63 %)	Terb 8 (18,60 %)	
				Vin 5 (11,63 %)		
Atrazine : Atra	Chlorfenvinphos : Chlo	Crimidine : Crim	Désisopropylatratzine : Dési	Isoproturon : Isop		
Métobromuron : Métob	Métoxuron : Méto	Monuron : Monu	Simazine : Sima	Fénuron : Fénu	Aldicarb : Aldi	
Parathion-éthyl : Par-éth	Parathion-méthyl : Par-mét	Terbutryn : Terb	Vinclozolin : Vinc			

### 1.3. Concentrations moyennes des molécules actives de pesticides détectées dans les échantillons de poissons frais et fumés

#### 1.3.1. Concentrations moyennes des molécules actives de pesticides détectées dans les poissons frais

Les concentrations moyennes des molécules actives de pesticides retrouvées dans les échantillons de *Tilapia* frais ramenés des localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré sont présentées dans le tableau XXX. Dans les échantillons de *Tilapia* frais issus de la localité de Bouaflé, deux molécules de pesticides de la famille des Triazines ont été mises en évidence. Il s'agit de la molécule de Désisopropylatratzine avec une concentration moyenne de  $0,00021 \pm 0,14 \cdot 10^{-5}$  mg/kg et de la molécule de Crimidine avec une concentration moyenne de  $0,00011 \pm 0,46 \cdot 10^{-5}$  mg/kg. Ces concentrations moyennes obtenues sont assez faibles par rapport à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg).

Dans les échantillons de *Tilapia* frais issus de Guéssabo, les concentrations moyennes de molécules actives de pesticides déterminées varient de  $0,0012 \pm 0,41 \cdot 10^{-4}$  mg/kg à  $0,0093 \pm 0,67 \cdot 10^{-4}$  mg/kg. La molécule de Monuron à la concentration moyenne la plus élevée ( $0,0093 \pm 0,67 \cdot 10^{-4}$  mg/kg) dans les échantillons de *Tilapia* frais collectés. Ensuite viennent les molécules de Métoxuron et d'Isoproturon dont les concentrations moyennes sont respectivement de  $0,0019 \pm 0,22 \cdot 10^{-3}$  mg/kg et de  $0,0012 \pm 0,41 \cdot 10^{-4}$  mg/kg. Les concentrations moyennes de ces molécules détectées dans les échantillons de poissons sont inférieurs à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg).

La détermination des concentrations moyennes des molécules de pesticides dans les échantillons de *Tilapia* frais dans la localité de Soubré a montré la présence de molécules d'Atrazine ( $0,005 \pm 0,3 \cdot 10^{-3}$  mg/kg), de Métobromuron ( $0,007 \pm 0,23 \cdot 10^{-4}$  mg/kg) et de Chlorfenvinphos ( $0,006 \pm 0,17 \cdot 10^{-3}$  mg/kg). Aucune de ces molécules, n'a été retrouvée avec une concentration moyenne supérieure à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg).

Dans aucune des localités étudiées, l'analyse des concentrations moyennes des molécules actives de pesticides dans les échantillons de *Tilapia* frais n'a révélé un dépassement de la limite maximale de résidus autorisée.

Les concentrations moyennes des molécules de pesticides déterminées dans les échantillons de *Chrysichthys* frais dans la localité de Bouaflé, Guéssabo et Soubré sont présentées dans le tableau XXX. Dans les échantillons de *Chrysichthys* frais pêchés dans les localités de Guéssabo et de Soubré, aucune molécule de pesticides n'a été retrouvée.

Par contre, dans les échantillons de *Chrysichthys* frais pêchés dans la localité de Bouaflé, deux molécules ont été mis en évidence. Il s'agit de la Simazine ( $0,0010 \pm 0,54.10^{-3}$  mg/kg) de la famille des Triazine et de la molécule de Fénuuron ( $0,014 \pm 0,37.10^{-3}$  mg/kg) de la famille des Dérivés de l'urée. Seule la molécule de Fénuuron a été retrouvé à une concentration moyenne supérieure à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg).

Dans les localités de Bouaflé, de Guessabo et de Soubré étudiées, l'analyse des concentrations moyennes des molécules actives de pesticides dans les échantillons de *Chrysichthys* frais n'a mis en évidence qu'un seul dépassement de la limite maximale de résidus autorisée avec la molécule de Fénuuron ( $0,014 \pm 0,37.10^{-3}$  mg/kg).

La détermination des concentrations moyennes des molécules actives de pesticides dans les différents échantillons de *Labeo* frais issus des localités d'études a été réalisée avec 130 échantillons collectés pour l'analyse dont 44 de Bouaflé, 43 de Guéssabo et 43 de Soubré. Aucune molécule active de pesticide n'a été déterminée dans les échantillons de *Labeo* frais provenant des différentes zones de pêche de Bouaflé, Guéssabo et Soubré (Tableau XXX).

Tableau XXX: Concentrations moyennes (mg/kg) des molécules actives de pesticides détectées dans les poissons frais

	<i>Tilapia</i> frais	<i>Chrysichthys</i> frais	<i>Labeo</i> frais
<b>Bouaflé</b>	Dési : $0,00021 \pm 0,14.10^{-5}$	Sima : $0,0010 \pm 0,54.10^{-3}$	
	Crim : $0,00011 \pm 0,46.10^{-5}$	Fénu : $0,014 \pm 0,37.10^{-3}$	
<b>Guéssabo</b>	Méto : $0,0019 \pm 0,22.10^{-3}$		
	Monu : $0,0093 \pm 0,67.10^{-4}$		
	Isop : $0,0012 \pm 0,41.10^{-4}$		
<b>Soubré</b>	Atra : $0,005 \pm 0,3.10^{-3}$		
	Métob : $0,007 \pm 0,23.10^{-4}$		
	Chlo : $0,006 \pm 0,17.10^{-3}$		
Atrazine : Atra	Chlorfenvinphos : Chlo	Crimidine : Crim	Désisopropylatrazine : Dési
Isoproturon : Isop	Métobromuron : Métob	Métoxuron : Méto	Monuron : Monu
Simazine : Sima	Fénuuron : Fénu		

### 1.3.2. Concentrations moyennes des molécules actives de pesticides dans les échantillons de poissons fumés ramenés des localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré

Les concentrations moyennes des molécules de pesticides retrouvées dans les échantillons de *Tilapia* fumés rapportés des localités de Bouaflé, Guéssabo et Soubré sont présentées dans le tableau XXXI. La recherche des pesticides dans les *Tilapia* fumé de la localité de Bouaflé a permis de déterminer les concentrations moyennes des molécules de Simazine ( $0,0095 \pm 0,36.10^{-3}$  mg/kg), de Métobromuron ( $0,015 \pm 0,27.10^{-3}$  mg/kg), d'Aldicarb ( $0,014 \pm 0,32.10^{-3}$  mg/kg), de Parathion-méthyl ( $0,009 \pm 0,54.10^{-4}$  mg/kg) et de Parathion-éthyl ( $0,012 \pm 0,53.10^{-2}$  mg/kg) représentant respectivement les familles des Triazines, des dérivés de l'urée, des Carbamates et des Organophosphorés. Toutes les molécules de pesticides retrouvées dans les échantillons de *Tilapia* fumés de Bouaflé ont montré des concentrations moyennes élevées par rapport à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg) à l'exception des molécules de Simazine et de Parathion-méthyl.

La recherche de pesticides dans les échantillons de *Tilapia* fumés de la localité de Guéssabo a permis de mettre en évidence les molécules de Simazine et de Terbutryn de la famille des Triazines à des concentrations moyennes respectives de  $0,0250 \pm 0,16.10^{-3}$  mg/Kg et de  $0,019 \pm 0,22.10^{-2}$  mg/Kg. Elle a aussi révélé des molécules de concentrations moyennes variables tels que l'Isoproturon ( $0,0093 \pm 0,14.10^{-3}$  mg/Kg), le Parathion-méthyl ( $0,019 \pm 0,29.10^{-2}$  mg/Kg), la parathion-éthyl ( $0,0015 \pm 0,26.10^{-4}$  mg/Kg) et le Vinclozolin ( $0,0021 \pm 0,70.10^{-4}$  mg/Kg) ont été détectées dans ces échantillons. Les concentrations moyennes des molécules de Simazine, de Terbutryn et de Parathion-méthyl obtenues sont toutes supérieures à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg).

La recherche de pesticides dans les échantillons de *Tilapia* fumés de Soubré a révélé la présence de quatre familles de molécules. Il s'agit de la famille des Triazines, des Dérivés de l'urée, des Carbamates et des Organophosphorés représentées respectivement par la Simazine ( $0,005 \pm 0,42.10^{-3}$  mg/kg), le Métobromuron ( $0,014 \pm 0,23.10^{-2}$  mg/kg), l'Aldicarb ( $0,013 \pm 0,28.10^{-2}$  mg/kg) et le Parathion-méthyl et Parathion-éthyl ( $0,008 \pm 0,44.10^{-3}$  mg/kg et  $0,011 \pm 0,21.10^{-2}$  mg/kg). Seules les molécules de Simazine et de Parathion-méthyl ont présenté des concentrations moyennes faibles par rapport à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg).

Dans l'ensemble des échantillons de *Tilapia* fumés des localités étudiées, l'analyse a révélé six (6) molécules actives dont les concentrations moyennes dépassent la limite maximale



de résidus de pesticides autorisée. Il s'agit des molécules de Simazine, de Parathion-méthyl, de Terbutryn, de Métobromuron, d'Aldicarb et de Parathion-éthyl.

Le tableau XXXI présente les concentrations moyennes des molécules actives de pesticides détectées dans le *Chrysichthys* fumé issus des zones de pêche de Bouaflé, Guessabo et Soubré. La recherche de pesticide dans les échantillons de *Chrysichthys* fumés issus de Bouaflé a permis de détecter cinq (5) molécules actives de concentrations moyennes variables. Il s'agit de la Simazine ( $0,0253 \pm 0,33.10^{-2}$  mg/kg), du Terbutryn ( $0,034 \pm 0,26.10^{-3}$  mg/kg), de l'Isoproturon ( $0,0079 \pm 0,54.10^{-3}$  mg/kg), du Parathion-méthyl ( $0,034 \pm 0,14.10^{-2}$  mg/kg) et du Parathion-éthyl ( $0,0015 \pm 0,24.10^{-3}$  mg/kg). Trois molécules actives (Simazine, Terbutryn et Parathion-méthyl) ont été retrouvés avec des concentrations moyennes supérieures à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg).

Dans les échantillons de *Chrysichthys* fumé provenant de Guessabo, la Simazine, le Terbutryn, le parathion-méthyl, l'Isoproturon et le Vinclozolin ont été retrouvés à des concentrations moyennes respectives de  $0,0230 \pm 0,54.10^{-2}$  mg/kg, de  $0,032 \pm 0,18.10^{-3}$  mg/kg, de  $0,023 \pm 0,08.10^{-2}$  mg/kg, de  $0,0099 \pm 0,22.10^{-3}$  mg/kg et de  $0,0025 \pm 0,14.10^{-3}$  mg/kg. Toutes les molécules retrouvées étaient à des concentrations moyennes supérieures à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg) à l'exception des molécules d'Isoproturon et de Vinclozolin.

Dans les échantillons de *Chrysichthys* fumés provenant de Soubré, les molécules de Simazine ( $0,027 \pm 0,15.10^{-2}$  mg/Kg) et de Terbutryn ( $0,022 \pm 0,32.10^{-3}$  mg/Kg) ont été détectées. L'analyse a permis de révéler également les molécules d'Isoproturon ( $0,0090 \pm 0,17.10^{-3}$  mg/Kg), de Parathion-méthyl ( $0,023 \pm 0,12.10^{-2}$  mg/Kg), de Parathion-éthyl ( $0,0017 \pm 0,19.10^{-3}$  mg/Kg) et de Vinclozolin ( $0,0021 \pm 0,37.10^{-3}$  mg/Kg) dans les mêmes échantillons de *Chrysichthys* fumé. Les teneurs de Simazine, de Terbutryn et de Parathion-méthyl étaient à des concentrations moyennes supérieures à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg).

Dans les localités étudiées, l'analyse des concentrations moyennes des molécules actives de pesticides dans les échantillons de *Chrysichthys* fumés a révélé un dépassement de la limite maximale de résidus autorisée pour les molécules de Simazine, de Terbutryn et de Parathion-méthyl.

Le tableau XXXI présente les concentrations moyennes des molécules actives de pesticides retrouvées dans les échantillons de *Labeo* fumés des localités de Bouaflé, Guessabo et Soubré.

L'analyse des échantillons de *Labeo* fumés de la localité de Bouaflé a permis de révéler les molécules de Simazine ( $0,003 \pm 0,07 \cdot 10^{-2}$  mg/kg), de Métobromuron ( $0,017 \pm 0,60 \cdot 10^{-3}$  mg/kg), d'Atrazine ( $0,016 \pm 0,44 \cdot 10^{-2}$  mg/kg), de Parathion-méthyl ( $0,008 \pm 0,43 \cdot 10^{-3}$  mg/kg) et de Parathion-éthyl ( $0,015 \pm 0,12 \cdot 10^{-2}$  mg/kg). Ces molécules ont été détectées à des concentrations moyennes inférieures à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg) à l'exception des molécules de Métobromuron, d'Atrazine et de Parathion-éthyl.

Dans les échantillons de *Labeo* fumés de la localité de Guessabo, ont été retrouvés les molécules d'Atrazine ( $0,007 \pm 0,05 \cdot 10^{-2}$  mg/kg) et de Métobromuron ( $0,008 \pm 0,55 \cdot 10^{-3}$  mg/kg). Ces molécules actives de pesticides ont été détectées à des concentrations moyennes faibles par rapport à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg).

La recherche de pesticides dans les échantillons de *Labeo* fumés de Soubré a permis de mettre en évidence la Désisopropylatrazine à  $0,00018 \pm 0,20 \cdot 10^{-6}$  mg/kg et la Crimidine à  $0,00015 \pm 0,17 \cdot 10^{-5}$  mg/kg. Ces concentrations sont largement inférieures à la limite maximale de résidus (LMR) autorisée (0,01 mg/kg).

L'analyse des concentrations moyennes des molécules actives de pesticides dans les échantillons de *Labeo* fumés a montré un dépassement de la limite maximale de résidus autorisée pour les molécules de Métobromuron, d'Atrazine et de Parathion-éthyl détectées des échantillons de Bouaflé.

Tableau XXXI: Concentrations moyennes (mg/kg) des molécules actives de pesticides détectés dans les poissons fumés

	<i>Tilapia frais</i>	<i>Chrysichthys frais</i>	<i>Labeo frais</i>	
<b>Bouaflé</b>	Aldi : $0,014 \pm 0,32.10^{-3}$	Isop : $0,0079 \pm 0,54.10^{-3}$	Atra : $0,016 \pm 0,44.10^{-2}$	
	Métob : $0,015 \pm 0,27.10^{-3}$	Par-éth : $0,0015 \pm 0,24.10^{-3}$	Méto : $0,017 \pm 0,60.10^{-3}$	
	Par-éth : $0,012 \pm 0,53.10^{-2}$	Par-mét : $0,034 \pm 0,14.10^{-2}$	Par-éth : $0,015 \pm 0,12.10^{-2}$	
	Sima : $0,0095 \pm 0,36.10^{-3}$	Terb : $0,034 \pm 0,26.10^{-3}$	Par-mét : $0,008 \pm 0,43.10^{-3}$	
	Par-mét : $0,009 \pm 0,54.10^{-4}$	Sima : $0,0253 \pm 0,33.10^{-2}$	Sima : $0,003 \pm 0,07.10^{-2}$	
<b>Guéssabo</b>	Isop : $0,0093 \pm 0,14.10^{-3}$	Isop : $0,0099 \pm 0,22.10^{-3}$	Atra : $0,007 \pm 0,05.10^{-2}$	
	Vinc : $0,0021 \pm 0,70.10^{-4}$	Vinc : $0,0025 \pm 0,14.10^{-3}$	Métob : $0,008 \pm 0,55.10^{-3}$	
	Par-éth : $0,0015 \pm 0,26.10^{-4}$	Par-mét : $0,023 \pm 0,08.10^{-2}$		
	Sima : $0,0250 \pm 0,16.10^{-3}$	Terb : $0,032 \pm 0,18.10^{-3}$		
	Par-mét : $0,019 \pm 0,29.10^{-2}$	Sima : $0,0230 \pm 0,54.10^{-2}$		
Terb : $0,019 \pm 0,22.10^{-2}$				
<b>Soubré</b>	Aldi : $0,013 \pm 0,28.10^{-2}$	Isop : $0,0090 \pm 0,17.10^{-3}$	Dési : $0,00018 \pm 0,20.10^{-6}$	
	Métob : $0,014 \pm 0,23.10^{-2}$	Vinc : $0,0021 \pm 0,37.10^{-3}$	Crim : $0,00015 \pm 0,17.10^{-5}$	
	Par-éth : $0,011 \pm 0,21.10^{-2}$	Par-éth : $0,0017 \pm 0,19.10^{-3}$		
	Sima : $0,005 \pm 0,42.10^{-3}$	Par-mét : $0,023 \pm 0,12.10^{-2}$		
	Par-mét : $0,008 \pm 0,44.10^{-3}$	Terb : $0,022 \pm 0,32.10^{-3}$		
	Sima : $0,027 \pm 0,15.10^{-2}$			
Atrazine : Atra	Chlorfenvinphos : Chlo	Crimidine : Crim	Désisopropylatratzine : Dési	Isoproturon : Isop
Métobromuron : Métob	Métoxuron : Méto	Monuron : Monu	Simazine : Sima	Fénuron : Fénu
Parathion-éthyl : Par-éth	Parathion-méthyl : Par-mét	Terbutryn : Terb	Vinclozolin : Vinc	Aldicarb : Aldi

## 2. Discussion

Plusieurs familles de pesticides ont été mis en évidence dans cette étude. La présence de ces substances actives démontre que les pesticides dont elles proviennent se retrouvent dans les eaux des fleuves Bandama et Sassandra. Selon Desforges *et al.* (2017), les risques de contamination de l'eau liés à l'érosion et au ruissellement contribuant aux "pollutions diffuses" vers les eaux de surface, sont élevés en zone tropicale. Des phénomènes de transport par lixiviation, lessivage ou ruissellement conduisent à la contamination des nappes phréatiques, des eaux de drainage ou des eaux de surfaces entraînant aussi la contamination des ressources halieutiques (Merghid, 2017). En effet, les berges des fleuves Bandama et Sassandra, riche en terre arable, sont utilisées par les cultivateurs pendant la période de retrait des eaux. Celles-ci sont utilisées pour les cultures vivrières comme le riz, le maïs, la patate douce et surtout pour les cultures maraîchères. D'ailleurs, cette pratique permet la production agricole de contre-saison et participe, de ce fait, au développement de l'agriculture. Cependant, l'utilisation des produits phytosanitaires (herbicide, insecticide, engrais, etc) par les producteurs constitue une véritable menace non seulement pour la pêche, mais aussi pour la santé humaine. En fait, les berges constituent des sites (zones d'émanages) de reproduction de plusieurs espèces de poissons. Ceux-ci y pondent leurs œufs. L'usage donc de ces produits chimiques sur les berges constitue donc une sérieuse menace pour la survie de ces espèces. Cela est confirmé par les travaux de différents auteurs (Isenring, 2010 ; Batsch, 2011 ; Kra, 2016) qui ont révélé que les pesticides contaminent presque toutes les parties de notre environnement. Même s'il est vrai qu'ils tuent quelques parasites visés comme les insectes, les champignons et les plantes indésirables, leurs effets sur l'environnement sont beaucoup plus nombreux. Cela a été confirmé par les travaux de Multigner *et al.* (2016) et de Chevallier (2017) dans lesquelles les bilans sanitaires réalisés ont mis en évidence plusieurs dangers dans le cas d'une exposition chronique.

Dans cette étude, les poissons analysés contenaient des concentrations moyennes variables de molécules actives de pesticides. Plusieurs molécules de pesticides ont été détecté à des concentrations moyennes largement supérieures à la limite maximale de résidus autorisée. Les molécules de pesticides pourraient à long terme présenter un danger significatif pour l'environnement et pour la santé humaine. Cette situation est compréhensible dans la mesure où la présence des molécules de pesticides obtenue dans ces travaux peut être justifié par les types de spéculations cultivées aux alentours des différentes zones de pêches étudiées ; spéculations (maraîchères, riz, maïs etc) sur lesquelles des quantités plus ou moins importantes de pesticides ont probablement été appliquées.

En effet, au cours de la période d'enquête et des différentes campagnes d'échantillonnage, des cultures ont été constatées tout au long des fleuves Bandama et Sassandra. Elles alternaient entre la riziculture et les cultures maraîchères. Añasco *et al.* (2010) ont noté des contaminations d'eaux de surface (rivières, fleuves etc) et de puits au niveau de sites proches de terres agricoles dans le monde. Les composés fréquemment retrouvés dans leur étude ont été l'atrazine, la simazine, l'alachlor, le métolachlor, le trifluraline, le diazinon, le parathion-méthyl, le lindane, l'endosulfan et l'aldrin. La présence de la simazine, de l'atrazine et du parathion-méthyl dans cette liste de composés fréquemment retrouvés confirme nos analyses qui ont révélé les mêmes molécules en plus du Terburyn, du Parathion-éthyl, de l'Aldicarb, du Fénuuron et du Métobromuron comme étant celles ayant les limites maximales de résidus les plus élevés.

Les risques toxicologiques qui découlent des concentrations élevées de molécules actives de pesticides dans les aliments peuvent être très importants (décès, perturbations endocriniennes, malformations congénitales, cancers, troubles neurologiques, troubles immunitaires, etc). Chez l'homme et les animaux, ces polluants ont tendance à s'accumuler dans les graisses. Lorsque leur concentration devient trop importante, ils peuvent être à l'origine de problèmes de santé potentiellement graves. Ils sont particulièrement toxiques pour les fœtus et les nourrissons, chez lesquels ils peuvent nuire au développement du cerveau. Aussi, les produits phytosanitaires affectent réellement le poisson (Dubois *et al.*, 2010). Des mélanges de produits phytosanitaires pouvant exister dans l'environnement affectent l'équilibre énergétique des poissons, ce qui, à long terme, peut avoir un effet sur leurs chances de survie. Cet impact est accentué par le réchauffement des eaux et le développement des maladies. Ainsi, il est impératif de veiller à une utilisation écologiquement rationnelle des pesticides afin de garder l'équilibre environnemental, mais également, parce que la santé des consommateurs en dépend.

### **Conclusion partielle**

La présence de molécules de pesticides dans le poisson frais et fumé issus des fleuves Bandama et Sassandra constitue un enjeu majeur de santé publique et de sécurité alimentaire. Les pesticides sont effectivement présents dans les produits halieutiques notamment dans les trois différentes espèces de poissons (*Tilapia*, *Chrysichthys* et *Labeo*) analysées. Cela soulève des préoccupations quant à l'impact potentiel sur la santé des consommateurs à long terme, surtout en cas de consommation régulière de ces espèces de poissons. Il est donc crucial de renforcer les mécanismes de surveillance et de contrôle pour garantir la sécurité alimentaire.

Les pesticides utilisés pour la protection des cultures, peuvent se retrouver dans les écosystèmes aquatiques par le biais du ruissellement et de l'usage excessif ou inapproprié. Les résidus de ces substances chimiques dans les poissons représentent un risque potentiel pour la santé des consommateurs, notamment en raison de leurs effets toxiques à long terme.

Il est donc crucial de renforcer les réglementations et les contrôles concernant l'utilisation des pesticides et leur impact sur les milieux aquatiques en Côte d'Ivoire. Par ailleurs, promouvoir des pratiques agricoles durables et des méthodes de lutttes contre les parasites peut contribuer à réduire la contamination des eaux et, par extension, celle des poissons. La sensibilisation du public et la mise en œuvre de politiques rigoureuses sont essentielles pour garantir la sécurité alimentaire et la préservation de la biodiversité aquatique. En adoptant une approche plus responsable et proactive, la santé et l'environnement seront protégés.

## **CONCLUSION GÉNÉRALE, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS**

Au terme de cette étude il convient de retenir que les pratiques de pêche, de mareyage et de transformation influencent directement la qualité sanitaire du poisson, tant frais que fumé. Les conditions de stockage et les méthodes de transformation jouent un rôle crucial dans la préservation de la sécurité alimentaire. Une variabilité de technologies de pêche, de mareyage et de fumage du poisson allant des technologies artisanales aux semi améliorées a été notée. Lors des différentes activités autour du poisson, des techniques et des méthodes de pêche, de transport, de conservation et de transformation adaptées devront être mises en place à chacune des étapes du circuit pour mieux garantir la sécurité sanitaire des poissons frais et fumés mis à la disposition des consommateurs.

Les résultats des analyses microbiologiques ont été marqué par la non satisfaction/non-conformité de la qualité microbiologique des échantillons de poissons analysés en coliformes totaux et en Staphylocoques. Aucune souche de germes pathogènes (*Salmonella* spp.) n'a été retrouvé dans l'ensemble des échantillons analysé. La présence de coliformes fécaux, de staphylocoques, de flores aérobies mésophiles totales, ainsi que de levures et moisissures, affecte la qualité sanitaire du poisson frais et fumé. Ces contaminants peuvent indiquer une mauvaise hygiène et des pratiques inappropriées durant la pêche, le mareyage ou la transformation. Des contrôles microbiologiques réguliers sont essentiels pour garantir la sécurité du poisson et prévenir les risques sanitaires.

Cette étude révèle également que les larves et insectes ichtyophages peuvent compromettre la qualité sanitaire du poisson frais et fumé en favorisant la contamination microbienne. Leur présence, souvent liée à des conditions de stockage inadéquates, accélère la dégradation du produit, augmente les risques sanitaires et réduit l'acceptabilité du poisson auprès des consommateurs. Il est opportun de maintenir des pratiques de conservation rigoureuses pour prévenir leur apparition et garantir la sécurité du poisson.

Des traces de pesticides, bien que souvent à des niveaux inférieurs aux limites réglementaires (LMR) autorisées, ont été régulièrement retrouvées dans les *Tilapia*, *Chrysichthys* et *Labeo* des fleuves Bandama et Sassandra. La présence de résidus de pesticides dans le poisson frais et fumé peut nuire à sa qualité sanitaire, posant des risques pour la santé des consommateurs. Ces résidus proviennent principalement de l'environnement aquatique contaminé, affectant la sécurité alimentaire du produit. Des mesures strictes de contrôle des polluants et une surveillance continue des niveaux de pesticides sont nécessaires pour garantir la sécurité du poisson.

La protection des consommateurs passe par une vigilance accrue et une coopération entre les autorités de régulation, les chercheurs et les acteurs de la filière pêche en Côte d'Ivoire.



Seule une approche intégrée permettra de réduire la contamination des poissons des fleuves Bandama et Sassandra par les pesticides et d'assurer une alimentation saine et sûre pour tous.

➤ **PERSPECTIVES**

À l'issue de ce travail, plusieurs perspectives de recherche peuvent être envisagées. Il serait intéressant de poursuivre l'étude en utilisant l'analyse des risques pour évaluer objectivement tous les risques liés aux pesticides. De même, une analyse des souches par des outils de biologie moléculaire pourrait permettre d'acquérir des informations sur les phénotypes de résistance. D'autres études peuvent être également menées afin d'évaluer l'effet des pesticides retrouvés sur la croissance des animaux aquatiques.

➤ **RECOMMANDATIONS**

• **Aux laboratoires nationaux (INHP, LNSP, LANADA) :**

Il faut périodiquement :

- contrôler la qualité microbiologique et chimique des sédiments et de l'eau d'où proviennent les poissons ;

- contrôler la qualité des poissons frais et transformés et inclure la recherche des pesticides dans les plans d'opération annuels ;

- rechercher les causes possibles ou les origines des contaminations microbiologiques et chimiques des poissons.

• **Au MIRAHA (Ministère des Ressources Animales et Halieutiques) :**

Il est souhaitable de développer des moyens simples, peu coûteux et efficaces pour réduire les attaques des moisissures, des larves et des insectes ichtyophages et d'améliorer les techniques de fumage en faisant la promotion de l'utilisation de fours améliorés. Également, il faudrait nécessairement étendre les activités du MIRAHA à toutes les zones (villes, villages, campement) de pêche du pays et sensibiliser les pêcheurs, les mareyeurs et les fumeuses sur les dangers liés à l'utilisation anarchique des insecticides. Aussi, il faudrait mettre en place des programmes de prévention de type HACCP, de système de traçabilité et assurer périodiquement la formation des acteurs (Pêcheurs, mareyeurs, fumeuses) de la filière pêche et aquaculture. De plus, il serait profitable de rendre disponible les informations sur les incidences sanitaires liées à la consommation du poisson aux consommateurs et réviser la réglementation de la profession commerciale : acheteurs-itinérants grossistes, exportateurs.

• **Aux Gouvernement et Décideurs :**

Il serait bénéfique de renforcer les actions du MIRAH.

- **Aux Acteurs (Pêcheurs, mareyeurs et fumeuses) :**

Il conviendrait de promouvoir la propreté des outils, des lieux de manutention et de fumage du poisson et d'améliorer les procédés en appliquant les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et les bonnes pratiques de fabrication (BPF). Il faudrait aussi appliquer rigoureusement les règles d'hygiène tout au long du processus de fumage et de mise en vente afin de réduire de façon significative la flore microbienne de contamination. Egalement, il serait hygiénique de ne pas utiliser du papier ou du carton de récupération ayant déjà servi à emballer le poisson frais pour tapisser dans les bassines ou paniers de conditionnement du poisson fumé. Ajoutons à cela qu'il serait idéal de trouver un endroit adéquat pour le stockage du poisson afin d'optimiser la durée de conservation et dans le cas échéant, de stocker les produits traités aux insecticides dans un endroit éloigné des produits non traités.

- **A la Direction Nationale des Services Vétérinaires :**

Il conviendrait de faire obligatoirement plusieurs inspections sanitaires inopinées pour vérifier la salubrité dans tous les endroits destinés à la préparation, à la transformation, à la conservation et à la vente des poissons frais et fumés.

## **RÉFÉRENCES**

- Abd El-Aziz M. & Farag M. (2012). Microbial quality of fresh fish in the local markets of Egypt: prevalence of mesophilic aerobic bacteria. *Food Control*, 23(1-2), 58-63.
- Abdoulahi H.O., Tapsoba F., Guira F., Zongo C., Abakar L.I., Tidjani A. & Savadogo A. (2018). Technologies, qualité et importance socioéconomique du poisson séché en Afrique. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 37 : 49-63.
- Abdoulahi H.O., Tidjani A., Sawadogo A., Tarnagda B., Abakar L.I., Cissé H., Traoré Y. & Savadogo A. (2019). Isolement et caractérisation de souches fongiques à partir de poissons fumés/séchés du lac Fitri au Tchad. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, 2 (4): 155-160.
- Abdoulahi H.O., Zongo C., Tapsoba F., Tidjani A. & Savadogo A. (2016). Evaluation de la qualité hygiénique et des paramètres physicochimiques des poissons séchés vendus dans les villes de N'Djamena (Tchad) et de Ouagadougou (Burkina Faso). *Revue de Microbiologie Industrielle Sanitaire et Environnementale*, 10 (1) : 13-32.
- Abotchi K. (2010). Evaluation de la qualité microbiologique des poissons fumés artisanalement au Togo. Mémoire de Master en qualité des aliments de l'homme. Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar (Sénégal), 42 p.
- ADEPA-WADAF, (2010) : Quelle place pour la pêche artisanale dans les politiques de développement en Afrique de l'Ouest ? Communication de la délégation de l'ADEPA-WADAF à la Conférence des Ministres Africains de la Pêche et de l'Aquaculture, Banjul, Gambie, du 20 au 23 septembre 2010. <http://www.adepa.wadaf.org> (Consulté le 27/03/2023).
- AFSCA. (2018). Limites d'action applicables aux résidus de pesticides dans les produits de la pêche et de l'aquaculture. *Comité Scientifique*, AVIS 17-2018 : 1-18.
- Agbabiaka L.A., Kuforiji O.A. & Ndumigwe O.E. (2016). Storage and Microbial Evaluation of Black Pepper Pre-Treated Oven-Dried Moon Fish (*Citharinus citharus*) Geoffery Saint-Hilaire 1809. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 2 (7): 2155-9546.
- Agbri L., Bamba S., Doumouya I. & Savane I. (2010). Bilan des flux de matières particulaires et dissoutes du Sassandra à Gaoulou pont (Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 7(2): 107-118.
- Ahmad M.F., Ahmad F.A., Alsayegh A.A., Zeyauallah M., Alshahrani A.M., Muzammil K., Saati A.A., Wahad S., Elbendary E.Y., Kambal N., Abdelrahman M.H., & Hussain S. (2024). Pesticides impacts on human health and environment with their mechanisms of action and possible countermeasures. *Heliyon*, 10(7): 1-26.
- Ahmed A.O., Zakaria M., Oudda H. & Mohammed O. (2015). Etude microbiologique et identification des souches isolés à partir du poisson (*Mugil cephalus*) séché-pilé « Lekhlia ». *Journal of Materials and Environmental Science*, 6 (4): 1142-1146.

- Ajani F., Adetunji V. & Oyedokun J. (2013). Biophysicochemical changes that occur in fish during different stage of traditional processing. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 13 (3): 7840-7852.
- Akilimali I.J., Wasso D.S., Kazamwali L.M., Bisimwa N.P. & Bajope J-P. B. (2019). Essaie de production et composition chimique des asticots élevés sur des substrats locaux au Sud-Kivu (RDC). *Journal of Applied Biosciences*. 142: 14529-14539.
- Alavanja, M. C. R. & Bonner M.R. (2013). Cancer risk and pesticides: a review of the literature. *Occupational and Environmental Medicine*, 70(4), 283-289.
- Aliko G.N., Da Costa S.K., Ouattara A., Konan F.K. & Gourene G. (2010). Structure démographique d'un *Labeo* Africain, *Labeo Coubie* Rüppel, 1832 (*Pisces : cyprinidae*), dans le lac de barrage de Taabo (bassin du Bandama, Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 22 (3) : 207–216.
- Alim A. & Lestari, P. (2014). Contamination of marine fish by fecal coliforms in Indonesia: implications for seafood safety. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(17), 10299-10306.
- Almeida R.S., Lima E.G. & Sousa O.A. (2014). Prevalence of *Salmonella* in farmed fish: a review of contamination routes and control measures. *Aquaculture Research*, 45(8), 1129-1139.
- Amani L. (2016). Mycotoxines et champignons mycotoxinogènes dans les grains de sorgho commercialisé en Tunisie : Incidence et profils écophysiologiques. Thèse de Doctorat, Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir (Tunisie), 224p.
- Amoussou T.O. (2017). Caractérisation morphologique, génétique et zootechnique des populations naturelles de tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 du Sud du Bénin en vue de leur valorisation dans les systèmes piscicoles. Thèse de Doctorat, Université Nazi Boni (Ouagadougou/ Burkina Fasso) et Université d'Abomey-Calavi (Abomey-Calavi/ Bénin), 258p.
- Añasco N., Uno S., Koyama J., Matsuoka T. & Kuwahara N. (2010). Assessment of pesticide residues in freshwater areas affected by rice paddy effluents in Southern Japan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 160 (11) : 371-383.
- Andino A. & Hanning I. (2015). *Salmonella enterica*: survival, colonization, and virulence differences among serovars. *The Scientific World Journal*. 2015(7): 1-16.
- Anonyme (2014). Plan stratégique de développement de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire (PSDEPA 2014-2020). Tome I : Diagnostic - Stratégie de Développement - Orientations, MIRAHA, 102p.
- Anses (2010). Consommation des poissons, mollusques et crustacés : aspects nutritionnels et sanitaires pour l'Homme. Rapport, *Edition scientifique*, 190p.

- Assogba M.H.M., Ahounou S.G., Bonou G.A., Salifou C.F.A., Dahouda M., Chikou A., Farougou S. & Youssao A.K.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*, 10 (2): 333-358.
- Assogba M.H.M., Salifou, C.F.A., Tobada, P., Aboudou, A.K., Bakary, A.B., Dahouda, M., Chikou, A., Farougou, S. & Youssao A.K.I. (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.
- Aubertot J.N., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Laurence L. Guichard, Lucas P., Savary S., Savini I. & Voltz M. (2005). Pesticides, agriculture et environnement : réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Synthèse du rapport de l'expertise. *INRA*, 64 p.
- Audenaerde D.F.E. (1971). Some new data concerning the Tilapia-species of the subgenus *Sarotherodon* (Pisces, Cichlidae). *Revue de Zoologie et de Botanique Africaines*, 84 (3-4) : 203-216.
- Babadjide C.L., Fangnon B. & Hedible S.C. (2015). Qualité des poissons vendus au port de pêche artisanale de Cotonou (POPAC). *European Scientific Journal*, 11 : 1857 - 7881.
- Bamba Y., Ouattara A., Da Costa K.S. & Gourene G. (2008). Production de *Oreochromis niloticus* avec des aliments à base de sous-produits agricoles. *Sciences & Nature*, 5(1) : 89–99.
- Barro N., Gamene A.A., Itsiembou Y., Savadogo A., Nikiema A.P., Outtara C.A.T., De Souza C.A. & Traore A.S. (2007). Street-vended Food improvement: Contamination Mecanism and Application of Food Safety Objective Strategy: *Critical review, Pakistan Journal of Nutrition*, 6 (1): 1-10.
- Batsch D. (2011). L'impact des pesticides sur la santé humaine. Thèse de Doctorat, Université Henri Poincare, Nancy 1 (France), 50 p.
- Berkel B.M.V., Boogaard B.V.D & Heijnen C. (2005). La conservation du poisson et de la viande, Agrodok 12. In : *Goffau-Markusse, M.d., editor*, 90 p.
- Berrah A. (2011). Etude sur les pesticides. Mémoire Master 2, Université de Tébessa (Algérie), 42 p.
- Bertrand S., Buntinx M., Clinquart A., Delahaut P., De Meulenaer B., De Regge N., De Saeger S., Dewulf J., De Zutter L., Eeckhout M., Geeraerd A., Herman L., Hoet P., Mahillon J., Saegerman C., Scippo M.L., Spanoghe P., Speybroeck N., Thiry E., van den Berg T., Verheggen F. & Wattiau P. (2018). Limites d'action applicables aux résidus de pesticides

- dans les produits de la pêche et de l'aquaculture. *Comité Scientifique AFSCA*. AVIS 17-2018, 18p.
- Bledsoe, G.E., Flick, G.J., Gram, L., Herman, D., Jahncke, M.L. & Ward, D.R., (2001). Processing parameters needed to control pathogens in cold smoked fish. *Journal of Food Science*, 66 : 1055- 1133.
- BNC. (2019). Le Poisson : Critères de Fraîcheur et Conservation. <https://www.bloc-notes-culinaire.com/2019/08/criteres-de-fraicheur-du-poisson.html> (Consulté le 27/04/2023).
- Bornert, G. (2000). Le poulet sans salmonelles : mythe ou réalité ? *Revue Médicale Vétérinaire* 151(12) :1084-1094.
- Bougouma M. & Ouédraogo G.A. (2015). Contamination des poissons d'eau douce par les coliformes fécaux : étude des eaux et poissons au Burkina Faso. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 166(3), 99-105.
- Boukari B.S. (2017). Caractéristique physico-chimique, nutritionnelle et sensorielle du poisson fumé et du poisson fumé-séché produits au sud du Bénin. Mémoire de master. Norme et contrôle de la qualité. Université d'Abomey-Calavi. (Benin), 75p.
- Bouriga N., Ben Ismail H., Gammoudi M., Faure E. & Trabelsi M. (2012). Effect of smoking-method on biochemical and microbial quality of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *American Journal of Food Technology*, 7 (11): 679-689.
- Boziaris I.S. (2014). Seafood Processing Technology, Quality and Safety School. *Agricultural Sciences*, 1 :1-78.
- Bratzler D.W, Dellinger E.P., & Olsen K.M. (2013). Clinicat practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery. *Surg Infect (Larchmt)* 14(1) :73–156.
- Brawand D., Wagner C.E., Li Y.I., Malinsky M., Keller I., Fan S., Simakov, O. & Di Palma F. (2014). The genomic substrate for adaptive radiation in African Cichlid fish. *Nature*, 513: 375–591.
- Brito D.P. & Pimenta M.D. (2014). Occurrence of fungal contamination in fish and seafood from Brazilian markets. *Food Control*, 40, 161-165.
- Brito T.A.S., Aboudou K., Alidou C., Goudjinou C. & Soumanou M.M. (2022). Analyse des pratiques de production et qualité des poissons fumés commercialisés au sud-Bénin. *European Scientific Journal*, 18 (17): 154-177.
- Çetinkaya F. & Yılmaz F. (2010). Prevalence of Staphylococcus aureus in fish and seafood in Turkish markets: public health implications. *International Journal of Food Microbiology*, 141(2), 228-231.
- Chabi, N.W., Konfo, C.T.R., Emonde, P.D.M., Capo-Chichi, M.T. & Chabi S., 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.
- Chart H. (2012). Klebsiella, enterobacter, proteus and other enterobacteria: Pneumonia; urinary tract infection; opportunist infection. *Medical Microbiology* (Eighteenth Edition). 290-297.
- Chevallier M. (2017). Etude de la dégradation biologique et chimique d'un pesticide persistant : la chlordécone. Thèse de Doctorat de l'Université Paris-Saclay préparée au Genoscope (CEA) et à l'Université d'Evry Val d'Essonne. Spécialité : Sciences de la Vie et de la Santé-Chimie analytique (Paris, France), 321 p.
- Christos A.D. & Eleftherohorinos I.G. (2011). Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8 (5): 1402-1419.
- Cimino A.M., Boyles A.L., Thayer K.A., Perry M.J. (2017). Effects on neonicotinoid pesticide exposure on human health a systematic review. *Environmental Health Perspectives*. 125 (2): 155 - 162.
- Cnaani A. & Hulata, G. (2011). Improving salinity tolerance in tilapia: Past experience and futurs prospects. *The Israeli Journal of Aquaculture*, 63: 1–21.
- Codex Alimentarius. (2023). Codex Guidelines on Pesticide Residues. FAO/WHO. <https://www.who.int/> (Consulté le 18/10/2023).
- Colin P., Choubert G., Pouliquen H., Rivière J-L., Burel c., Gerber M., Mimouni A., Malle P., Narbonne J-F., Duchemin J., Renault T, Cahu C., Guichard B., Guillaume J-C., Lazard J. & Médale F. (2010). Consommation des poissons, mollusques et crustacés : aspects nutritionnels et sanitaires pour l'homme. Rapport Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail. *Edition scientifique*, 193p.
- Combe N. (2003). Stabilité des oméga-3 selon les modes de chauffage et de conservation. *Medical Nutrition*, 1 : 9-14.
- Coulibaly R. (2010). Analyse de la contribution de la pêche à l'économie ivoirienne. Mémoire de D.E.S.S Hautes Études en Gestion de la Politique Économique. Université de Cocody (Côte d'Ivoire), 34p.
- Dadebo E., Ahlgren G. & Ahlgren I. (2003). Aspects of reproductive biology of *Labeo horie* Heckel (Pisces: Cyprinidae) in Lake Chamo, Ethiopia. *African Journal of Ecology*. 41: 31-38.
- Dago G-M.G. (2018). Analyse des données techniques, socio-économiques et biologiques de l'activité de fumage du poisson d'eau douce à Guéssabo (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). Mémoire de Master en Production Aquacole et Protection de l'Environnement de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa (Côte d'Ivoire), 60p.



- Degnon R.G., Agossou V., Adjou E.S., Dahouenon-Ahoussi E., Soumanou M.M. & Sohounhloue D.C.K. (2013). Qualité microbiologique du chinchard (*Trachurus trachurus*) au cours du processus de fumage traditionnel. *Journal of Applied Biosciences*, 67 : 5210-5218.
- Degnon R.G., Faton A.N., Adjou E.S, Tchobo F.P., Dahouenon-Ahoussi E., Soumanou M.M. & Sohounhloue D.C.K. (2013). Efficacité comparée des huiles essentielles de deux plantes aromatiques dans la conservation post-fumage du Chinchard (*Trachurus trachurus*). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 19 (1): 2831-2839.
- Delvare G. & Aberlenc H.P. (1989). Les insectes d’Afrique et d’Amérique tropicale. Clés pour la reconnaissance des familles. CIRAD. Département GERDAT - Laboratoire de Faunistique. *PRIFAS Acridologie opérationnelle – Ecoforce internationale*. Montpellier CEDEX 1 – (France) 305p. <https://agritrop.cirad.fr/375765/1/ID375765.pdf> (Consulté le 22 Avril 2022).
- 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.
- Desforges J.C., Vergonjeanne H., Chaumont C., Gervais L., Mangeot L. & Tournebize J. (2017). Evaluation et maîtrise des risques de pollutions diffuses dans un bassin-versant bananier à la Martinique. 47e congrès du Groupe Français des Pesticides. Nancy (France), 26-27.
- Dhouib I., Jallouli M., Annabi A., Marzouki S., Gharbi N., Elfazaa S. & Lasram M.M. (2016). From immunotoxicity to carcinogenicity: The effects of carbamates pesticides on the immune system. *Environment Sciences and Pollution Research International*, 23 (10) : 9448-9458.
- Diarra A. (2020). Kossou : un pôle de production halieutique en décadence. Système alimentaire urbain et santé en Afrique. *Revue Espace, Territoire, Société et Santé (RETSSA)*. 3(5). 13p.
- Diop A. (2013). Diagnostic des pratiques d’utilisation et quantification des pesticides dans la zone des Niayes de Dakar (Sénégal). Thèse de Doctorat de l’Université du Littoral Côte d’Opale. Discipline : Chimie Analytique, (Dakar, Sénégal), 240p.
- 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, France), 56p.

- 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 de Doctorat, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires, Dakar (Sénégal), 23 p.
- Domingo J.L. (2016). Nutrients and Chemical Pollutants in Fish and Shellfish. Balancing Health Benefits and Risks of Regular Fish Consumption. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56 (6): 979-988.
- Dossou-Yovo P., Josse Roger G., Bokossa I. & Palaguina I. (2011). Survey of the improvement of fish fermentation for lanhouin production in Benin. *African Journal Food Sciences*, 5 (17) : 878-883.
- Dubois A., Lacouture L. & Feuillet C. (2010). « Les pesticides dans le milieu aquatique, données de 2007 » *Environnement*, (26) : 1-43.
- Duméril A.H.A. (1859). Reptiles et poissons de l'Afrique Occidentale. Étude précédée de considérations générales sur leur distribution géographique. *Archives du Muséum d'Histoire Naturelle*. Paris 10: 138–268.
- EDES. (2011). Système de sécurité sanitaire des aliments : la législation et le rôle des normes privées, 28 p.
- EDES. (2013). Système de sécurité sanitaire des aliments : rôle des autorités compétentes et des exploitants du secteur alimentaire, 34 p.
- Ekomy A.S., Bruneau D., Mbega J.D. & Aregba W. (2013). Nouveau concept de séchage et de fumage artisanal des aliments : application en milieu de pêche artisanale au Gabon. *Afrique science*, 9 (3) : 45-55.
- El Abbassi I. & El Marhoum A. (1999). Statistique descriptive : exercices corrigés. Collection de la Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales. Edition *Série ouvrages* : 20. 121 p.
- Elyounoussi C., Rachidi A., Belhassane L.A. & Bekkali M. (2015). Évaluation de la qualité microbiologique de certains poissons capturés et commercialisés dans le Grand Casablanca au Maroc. *Les Technologies de Laboratoire*, 9 (38) : 45-50.
- European Commission. (2005). Regulation (EC) No 396/2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin. *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu> (Consulté le 11/10/2023).
- European Commission. (2020). Maximum Residue Levels (MRLs) for Pesticides. *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu> (Consulté le 11/10/2023).
- European Commission. (2020). Pesticide residues in food: monitoring report. *European Food Safety Authority*. <https://www.efsa.europa.eu/> (Consulté le 11/10/2023).
- European Commission. (2020). Pesticides Residue Monitoring: *EU Annual Reports*. <https://ec.europa.eu/> (Consulté le 11/10/2023).

- European Environment Agency (EEA). (2022). State of water quality in Europe. *European Environment Agency*. <https://www.eea.europa.eu/> (Consulté le 11/10/2023).
- European Food Safety Authority (EFSA). (2020). "Scientific Report on Pesticide Residues in Food." *EFSA Journal*. <https://www.efsa.europa.eu/> (Consulté le 11/10/2023).
- Faal S.A. & Sisay M.T. (2010). Fungal contamination of smoked fish and its potential health risks in The Gambia. *African Journal of Food Science*, 4(7), 443-447.
- Faal S.A. & Sisay M.T. (2011). Microbial contamination of smoked fish products in The Gambia and its implications for public health. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(7), 1313-1317.
- Fafioye O.O., Fagbohun T.R. & Olubanjo O.O. (2008). Fungal infestation and nutrient quality of traditionally smoke-dried freshwater fish, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 8. 7-13.
- Falk T.M., Teugels G.G., Abban E.K., Villwock W. & Renwranz L. (2003). Phylogeographic patterns in populations of the Black-Chinned tilapia complex (Teleostei, Cichlidae) from coastal areas in West Africa: Support for the refuge zone theory. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 27(1): 81–92.
- FAO (2016). La situation mondiale de pêches et de l'aquaculture 2016. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. (Rome, Italie), 229 p.
- FAO (2018). Mycotoxines. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins> (Consulté le 09 janvier 2023).
- FAO. (2008). Profil de la pêche par pays, la république de Côte d'Ivoire. FAO. Rome. Italie. 45p
- FAO. (2014). The state of world fisheries and aquaculture. Rome, Italy. 243 p.
- FAO/WHO. (2020). The Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR). <https://www.who.int/> (Consulté le 14/8/2023).
- Faouzia A.H. (2017). Micropolluants en milieu marin : bilan des études menées et des données disponibles sur les pesticides en milieu marin. Rapport de stage Master 2, Faculté des Sciences et Technologies. Cellule Analyse des Risques Chimiques en milieu marin (ARC), Université Le Havre Normandie (France), 49 p.
- Farougou S., Hounkpe S. D., Sessou P., Yehouenou B. Sohounhloue D. (2011) : Evaluation de la qualité microbiologique du poisson *trachurus trachurus* fumé et vendu dans les marchés de la commune d'ABOMEY-CALAVI. Acte du 3ème Colloque des Sciences, Cultures et Technologies de l'Université d'Abomey-Calavi-Benin, 3 : 337 -347.
- FDA (2011). Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance - Fourth Edition. CHAPTER 9 : *Environmental Chemical Contaminants and Pesticides*.

- <https://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceRegulation/UCM252404.pdf> (Consulté le 25 Février 2023).
- Ferguson M.M., Neill W.H. & Holt S.P. (1995). *Salmonella* contamination of freshwater fish in aquaculture systems. *Journal of Fish Diseases*, 18(6), 303-310.
- 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, Italie), 48p.
- Folorunso A.A., Sambo B.A., Danjuma M., Usman A., Ibeawuchi R.K., & Edosa O. (2006). Effect of insect infestation on nutritional quality of smoked fish species in Jos, Nigeria. *Cam Journal Experimental of Biology*, 2 (1): 26-30.
- Fucic, A., Duca, R.C., Galea, K.S., Maric, T., Garcia, K., Bloom, M.S., & Vena, J.E. (2021). Reproductive health risks associated with occupational and environmental exposure to pesticides. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12), 6576.
- Gamané K.A., Micha J.C. & Tidjani A. (2016). Démarche Assurance Qualité dans le secteur de production du poisson transformé au Tchad. *Revue Sciences et Techniques Environnement Bassin Congo*, 7 : 53-64.
- Gamane K.A., Tidjani A. & Micha. J.C. (2018). Qualité hygiénique du poisson transformé et commercialisé au Tchad. *Tropicultura*, 36 : 649-657.
- Gamet-Payrastre L. (2019). Impacts des mélanges de pesticides. *Political Science*, 1-56.
- Gbamélé K.S., Kouakou Z.S., Kouakou L.K., Brou L.A. Konan K.F. & Bini K.D. (2020). Evaluation de la contamination chimique des eaux souterraines par les activités anthropiques : Cas de la zone d'Ity-Floleu sous-préfecture de Zouan-Hounien, ouest de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 16 (6) : 247-274.
- Girard L., Reix N. & Mathelin C. (2020). Impact des pesticides perturbateurs endocriniens sur le cancer du sein. *Gynécologie Obstétrique Fertilité & Sénologie*, 48 (2) : 187-195.
- Giraud J-P. (2011). Microbiologie alimentaire. *Edition Donod*, Paris Mehravar M. & Sardari S, 696 p.
- 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 doctorat, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires, Dakar (Sénégal), 13 p.
- Gram L. (2010). Microbiological spoilage of fish and seafood products. In *Compendium of the Microbiological Spoilage foods and Beverages*, Sperson WH & Dolye MP (eds): 87-119.
- Guignard A. (2021). Panorama des principaux dangers biologiques et assimilés d'origine Alimentaire. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. 271-285.

- Hamida M. & Boudabous A. (2011). Occurrence of *Staphylococcus aureus* in fish sold in Tunisian markets: public health implications. *Food Control*, 22(9), 1340-1343.
- Hammer. O, Harper D.A.T. & Ryan P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1) :1-9.
- Hem S., Legendre M., Trébaol L., Cissé A., Otémé Z. & Moreau Y. (1994). L'aquaculture lagunaire. In : Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II : Les milieux lagunaires. Durand J.-R., Dufour P., Guiral D., Soko G. & Zabi F. (Eds). Editions de l'ORSTOM, Paris (France), 455 – 505.
- Hewitt C.G. (2011). The House-Fly: *Musca Domestica* Linn: Its Structure, Habits, Development, Relation to Disease and Control. Cambridge University Press. *Cambridge Zoological Series*. 404 p.
- 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.
- Huang S.S., Singh R. & McKinnell J.A. (2019). Decolonization to reduce postdischarge infection risk among MRSA carriers. *New England Journal of Medicine*. 380: 638–650.
- Hynes H.B.N. (1981). The ecology of *Chironomidae* in freshwater environments. *Canadian Entomologist*, 113(2), 171-190.
- Igwegbe A.O., Negbenebor C.A., Chibuzo E.C. & Badau M.H., (2014). Effects of season and location on heavy metal contents of fish species and corresponding water samples from Borno State of Nigeria. *Global Advanced Research Journal of Medicine and Medical Science*, 3 (3): 64 -75.
- Ijah U.J.J. & Okonko I.O. (2013). Mesophilic aerobic bacteria contamination in dried fish products in Nigeria: implications for public health. *Food Control*, 31(1), 53-58.
- Isenring R. (2010). Les pesticides et la perte de biodiversité, Comment l'usage intensif des pesticides affecte la faune et la flore sauvage et la diversité des espèces, Pesticide Action Network Europe, Belgium, pp 3-4.
- Itongwa J.A., Banangamba E., Azine P.C., Rehema M.E & Isumbish M. (2019). Évaluation de la qualité microbiologique des poissons frais commercialisés dans la ville de Bukavu, RD Congo. *Afrique Science*, 15 (6) : 365-373.
- Jafarzadeh A. & Sadeghi A. (2017). Mold and yeast contamination of fish in the local markets of Iran: implications for food safety. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(10), 2217-2222.
- Jakuboski S. (2011). The dangers of pesticides. *Green science*. Musings of a Young conservastionist. [https://www.nature.com/scitable/blog/green-science/the\\_dangers\\_of\\_pesticides/](https://www.nature.com/scitable/blog/green-science/the_dangers_of_pesticides/) (Consulté le 15 janvier 2022).

- Junqueira A.C.M, Ratan A., Acerbi E., Drautz-Moses D.I., Premkrishnan B.N.V, Costea P.I., Linz B., Purbojati R.W., Paulo D.F., Gaultier N.E., Subramanian P., Hasan N.A, Colwell R.R., Bork P., Azeredo-Espin A.M.L., Bryant D.A. & Schuster S.C. (2017). The microbiomes of blowflies and houseflies as bacterial transmission reservoirs. *Scientific Reports*, 7(1). 15p.
- Kamel F., & Hoppin J.A. (2024). Association of Pesticide Exposure with Neurologic Dysfunction and Disease. *Environmental Health Perspectives*, 112(9):950–958.
- Keita D.M.O. (2005). Contribution à l'étude de la qualité des poissons transformés (fumés, séchés) à Bamako, Mopti, Niono et Sélingué. Thèse de pharmacie. Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université de Bamako (Mali), 139p.
- Kien K.B., Vanga A.F., Yao S.S. & Kouamelan E.P. (2015). Typologie de la pêche sur le cours inférieur du fleuve Bandama (Côte d'Ivoire, Afrique de l'ouest). In: *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 13 (1): 66-77.
- Kim, K. H., Kabir, E., & Jahan, S. A. (2017). Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of the total environment*, 575: 525-535.
- Knockaert C. (2002). Le fumage du poisson. *IFREMER*, Nantes (France) 7 : 174 p.
- Køie M. (1991). Nematode parasites of fish in Danish waters. In: Jørgensen, L. A. (Ed.), *Ecology of Fish Parasites*. Springer, 51-62.
- Konan B. (2001). Modélisation et gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin versant du Sassandra (Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat 3ème cycle, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 146 p.
- Köse S. (2010). Evaluation of seafood safety health hazards for traditional fish products: Preventive measures and monitoring issues. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 139 - 60.
- Kouakou A.C., Cisse M., Kossonou E., Brou K.D., Marcellin K.D. & Montet D. (2012). Identification of yeasts associated with the fermented fish, adjuevan, of Ivory Coast by using the molecular technique of PCR-denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE). *African Journal Microbiology Research*, 6 (19): 4138-4145.
- Kouassi A.M., Assoko A.V.S. & Kouakou K.E. (2021). Caractérisation hydrologique du bassin versant de la Marahoué (Bandama, Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 34(1): 91-101.
- Koudou D. (2020). Typologie de la pêche dans la sous-préfecture de Soubré (Côte d'Ivoire), *Revue des sciences Sociales de l'Université Péléforo Gon Coulibaly de Korhogo. Kafoudal*, 6 : 7-25.

- Kra K.S. (2016). Le développement de la pêche en côte d'ivoire : le cas de la pêche continentale dans la sous-préfecture de Guessabo. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*. (EDUCI), 1 : 37-45.
- Kus J.V. (2014). Infections due to Citrobacter and Enterobacter. *Reference Module in Biomedical Sciences*. 1-12.
- Lalèyè P.H., Chikou A., Philippart J.C., Teugels G. & Vandewalle P. (2004). Etude la diversité ichtyologique du bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cybiu* 28 : 329-339.
- 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.
- Lazard J. (2009). La pisciculture des tilapia. *Cahiers Agricultures*, 18(2-3) : 393-401.
- Le Minor L. & Veron M. (1989). Bactériologie médicale. Les entérobactéries : *Salmonella*. Flammarion. Médecine. Sciences Edition, Paris, 2ème Edition : 411-427.
- Ledoux M. (2010). Analytical methods applied to the determination of pesticide residues in foods of animal origin. A review of the past two decades. *Journal of Chromatography A*. 1218 (8): 1021-1036.
- Lee B.Y. Lee W.J., Streelman J.T., Carleton K.L., Howe A.E., Hulata G., Slettan A., Stern J.E., Terai Y. & Kocher T.D. (2005). A second-generation genetic linkage map of tilapia (*Oreochromis spp.*). *Genetics*, 170(1) : 237-244.
- Leng B. (2023). Impact of Pesticides on Food Quality and Human Health. *Highlights in Science Engineering and Technology*, 74: 1285-1289.
- Lévêque C, Paugy D. & Teugels GG. (1992). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'ouest (2<sup>nd</sup> edn). Muste royal de l'Afrique Centrale & ORSTOM : Tervuren & Paris (France). 1-386.
- Lévêque C., Bruton M.N. & Ssentongo G.W. (1994). Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains. ORSTOM : Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération. Paris (France), 1-490.
- Lévêque C., Paugy D. & Teugels G.G. (1990). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest (1st edn). Muste royal de l'Afrique Centrale & ORSTOM : Tervuren & Paris. (France). 1-521.
- Lévêque, C. & Paugy D. (2006). Les poissons des eaux continentales Africaines : Diversité, écologie, utilisation par l'homme. IRD : Paris. 573 p.

- 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.
- Mahideb N. (2015). Etude des moisissures potentiellement productrices de mycotoxines isolées à partir des grains de blé dur (traités et non traités). Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine (Constantine, Algérie), 107p.
- Mamane A. (2015). Effets sanitaire aigus de l'exposition aux pesticides en milieu rural : étude dans un pays du nord. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux (Bordeaux, France), 179p.
- Marlatt V.L., Bayen S., Castaneda-Cortès D., Delbès G., Grigorova P., Langlois V.S., Martyniuk C., Metcalfe C.D., Parent L., Rwigemera A., Thomson P. & Van Der Kraak G. (2022). Impacts of endocrine disrupting chemicals on reproduction in wildlife and humans. *Environmental Research*, 208: 1-20.
- Martínez-Fernández J. (2011). Insect larvae infestation in fish: A case study of *Lucilia sericata*. *Journal of Parasitology*, 97(3), 589-594.
- Mbassa S. (2004) : Etude de la qualité microbiologique du poisson braisé – séché, produit au Sénégal en fonction de certains paramètres physico-chimiques. Mémoire de diplôme d'études approfondies, Production animale, Université Cheikh Anta DIOP, Dakar. 55p.
- Mendil D., Demirci Z., Tuzen M. & Soylac M. (2010). Seasonal investigation of trace élément contents in commercially valuable fish species from the Black sea, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 48 (3) : 865-870.
- Merghid M. (2017). Impacts des pesticides utilisés dans la plasticulture sur la santé humaine en Algérie : Etude de cas la wilaya de Constantine. Mémoire de Master. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Spécialité : Toxicologie. Université des Frères Mentouri Constantine (Algérie), 114p.
- Mohamed E., Mohamed F. & Abdallah E.A., (2012). Contamination métallique des muscles de cinq espèces de poissons de l'estuaire du bas loukkos (Côte Atlantique Marocaine). *Sciences Lib*, édition mersenne, 4 (120) : 116-119.
- Monney U.Y., Diaby V., Ake Y.A., Sanogo I., Yapo A.F. & Djama J.A. (2020). Évaluation de la teneur en cadmium, plomb et mercure avant et après fumage chez trois espèces de poisson à forte consommation dans la zone d'Abidjan, Côte d'Ivoire. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 36 : 253-266.
- Montchowui E., Laleye P., Philippart J-C. & Poncin P. (2007). Biologie de la reproduction de *Labeo parvus* Boulenger, 1902 (Cypriniformes : Cyprinidae) dans le bassin du fleuve de l'Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cahiers d'Ethologie*. 22 (2) : 61-80.



- Montiel-Léon J.L., Munoz G., Duy S.V., Do D.T., Vaudreuil M-A., Goeury K., Guillemette F., Amyot M. & Sauvé S. (2019). Widespread occurrence and spatial distribution of glyphosate, atrazine, and neonicotinoids pesticides in the St. Lawrence and tributary rivers. *Environmental Pollution*, 250: 29-39.
- Mostafalou S. & Abdollahi M. (2013). Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 268 (2): 157-177.
- Mouokeu R.S., Njinkoue J.M., Tchoumboungang F., Mballa Rn., Matlotsop C.T., Libam P.S., Ndi Messi S.B. & Kuate J. (2018). Évaluation du niveau de contamination bactériologique et chimique des poissons pêchés dans les lacs Municipal, Obili et le cours d'eau Mfoundi, Yaoundé-Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*. (125): 12607-12616.
- Multigner L., Kadhel P., Rouget F., Blanchet, P. & Cordier S. (2016). Chlordecone exposure and adverse effects in French West Indies populations. *Environmental Science and Pollution Research International*, 23 (1) : 3-8.
- N'Guessan Y.T.N.V., Yapi P.D.Y.A., Monnet T.Y., Soro C.L. & Anin L.A. (2017). Hygiène et évaluation microbiologique des poissons frais et congelés à Abidjan. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 6 (1) :110-117.
- Ndiaye O., Sodoke B. K. & Diei-Ouadi Y. (2014). La technique FAO-Thiaroye de transformation (FTT-Thiaroye). Guide de réalisation et d'utilisation du four Thiaroye, (Rome, Italie), 67 p.
- Ndoye F., Moity-Maïzi P. & Broutin C. (2002). De la pirogue au plat. Le poisson fumé sur la Petite Côte sénégalaise. Alimentation, savoir-faire et innovations en agroalimentaire en Afrique de l'Ouest. *Cirad*, 90 p.
- Ndrianaivo E.N., Cornet J., Cardinal M., Razanamparany L. & Berge J-P. (2016). Stockage des poissons fumés et ou séchés : cas de *Oreochromis niloticus* " Fiha saly " malgache. *Afrique Science*, 12 (2) : 254-265.
- Ndrianaivo E.N., Cornet J., Cardinal M., Razanamparany L. & Berge J.P. (2016). Stockage des poissons fumés et ou séchés : cas de *Oreochromis niloticus* " Fiha saly " malgache. *Afrique Science*, 12 (2): 254 - 265.
- Nelson, J.S. (2006). *Fishes of the World*. 4th Edition, John Wiley & Sons, *Hoboken*. New York. 601 p.
- Nimako C., Ikenaka Y., Akoto O., Bortey-Sam N., Ichise T., Nakayama S.M.M., Asante K.A., Fujioka K., Taira K., Ishizuka M. (2021). Human Exposures to Neonicotinoids in Kumasi, Ghana. *Environmental Toxicology and Chemistry*., 40 (8): 2306-2318.
- Ojo J. (2016). Pesticides use and health in Nigeria. *Ife Journal of Science*, 18 (4): 981-991.

- Okada Y. & Takahashi H. (2014). An outbreak of *Salmonella* infections associated with consumption of raw fish in Japan. *Journal of Food Protection*, 77(10), 1689-1694.
- OMS (2018). Mycotoxines. (Consulté le 17/09/2022) <https://www.who.int/fr/news-room/factsheets/detail/mycotoxins>.
- Ouattara T.A.S.C. (2019). Différenciation morphologique et génétique des poissons du genre *Chrysichthys* de Côte d'Ivoire. Thèse unique de Sciences de la Nature. Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, 174p.
- Ouédraogo S. (2000). Biologie de reproduction du Tilapia : *Oreochromis niloticus* du lac de barrage de la Comoé. Mémoire de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement rural option : eaux et forêts. 77p.
- Özdemir M. & Koseoglu T. (2011). Yeast contamination of fish in Turkish markets: implications for food safety and consumer health. *Food Research International*, 44(5), 1556-1560.
- Panisset J-C., Dewailly E., & Doucet-Leduc H. (2003). Contamination alimentaire. Environnement et santé publique. 370-395 p.
- Paugy D. Lévêque C. & Teugels G.G. (2003). Poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. vols 1 & 2. *Muséum national d'Histoire naturelle*. Paris, 1272p.
- Paugy D., Leveque C. & Teugels, G.G. (2004). Faune des poissons d'eau douce et saumâtre d'Afrique de l'Ouest (2nd ed.). Paris, France : *Faune et Flore Tropicales*. 386 p.
- Paugy D., Lévêque C., Mouas I. & Lavoué S. (2011). Poisson d'Afrique et peuple de l'eau. *IRD Edition*, 320p.
- Peinado F.M., Iribarne-Durán L.M., Ocón O. & Olea N. (2020). Endocrine Disrupting Chemicals in cosmetics and personal care products and risk of endometriosis. *Endometriosis*, 1-20.
- Pelosi C., Bertrand C., Daniele G. Coeurdassier M. Benoit P., Néliu S. Lafay F., Bretagnolle V., Garba S., Veulliet E. & Fritsch C. (2021). Residues of currently used pesticides in soils and earthworms: A silent threat? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 305: 107-167.
- Pereira E., Santos A., Reis F., Tavares R.M., Baptista P., Lino-Neto T. & Almeida-Aguiar C. (2013). A new effective assay to detect antimicrobial activity of filamentous fungi. *Microbiological Research*, 168 (1): 1-5.
- Plante I., Winn L.M., Vaillancourt C., Grigorova P. & Parent L. (2022). Killing two birds with one stone: Pregnancy is a sensitive window for endocrine effects on both the mother and the fetus. *Environmental Research*, 205 : 1-23.
- Politec. (2023). Conseils pour choisir son bois de fumage. <https://www.politec-france.com/blog/3-conseils-pour-choisir-son-bois-de-fumage->



- Sameza M.L., Tchameni S.N., Ekoue J.D.A., Jazet P.M.D. & Tchoumboungang F. (2016). Growth inhibition of the stored fish (*Ethmalosa frimbiata*) fungus *Aspergillus flavus*, exposed to extracted essential oils from *Callistemon citrinus* and *Ocimum canum*. *African Journal Microbiology. Research*, 10 (30): 1164-1172.
- Sarker M.S.I. & Hoque M.A. (2016). Assessment of fecal coliform contamination in aquaculture ponds and fish: implications for public health in Bangladesh. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 51(10), 876-883.
- Savi T. C. (2016). Etude et conception d'un fumoir de poisson. Rapport de fin de cycle (Licence professionnelle). Machinisme Agricole. Ecole Polytechnique d'Abomey-calavi (Benin), 66p.
- Sehi N. (2021). Le commerce de poissons d'eau douce : une activité rentable à Bouaflé. Agence Ivoirienne de Presse (AIP). <https://www.faapa.info/blog/le-commerce-de-poissons-deau-douce-une-activite-rentable-a-bouafle-reportage/#> (Consulté le 23/11/2023).
- Shaffer J., Betty J.J. & Bourret T. (2017). Role of Fly Cleaning Behavior on Carriage of *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Medical Entomology*. 54(6). 6p.
- Shahin M.A. & Ghanem M.H. (2013). Microbial contamination of fish in Egyptian markets: occurrence of *Staphylococcus aureus* and associated food safety risks. *Food Control*, 30(2), 561-567.
- Shapiro S.S., Wilk M.B. & Chen H.J. (1968). A comparative study of various tests of the normality. *Journal of the American Statistical Association*, 63: 1343-1372.
- Shep H., Allechi Y.L., Traoré F. & Konan K.S. (2013). « Enquête cadre de la pêche artisanale continentale ». Rapport final, Ministère des ressources animales et halieutiques, UEMOA, 67p.
- Singh N.S., Sharma R., Parween T., & Patanjali P. (2018). Pesticide Contamination and human health risk factor, Modern age environmental problems and their remediation. *Springer*, 49-68.
- Soro T.E. (2021). Analyse de l'impact de la variabilité des régimes pluviométriques sur les ressources en eau du bassin versant du fleuve sassandra a Soubré, sud-ouest de la cote d'ivoire. Mémoire de Master en Physique-Chimie Appliquée. Université Jean Lorougnon Guédé. Daloa (Côte d'Ivoire). 58p.
- Sorokoby V.M. (2013). Étude hydrologique et hydrogéologique de la région de Soubré (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire) dans un contexte de variabilité climatique. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 164 p.
- Suresh M. & Lakshmanan P.T. (2015). Mesophilic aerobic bacteria in aquaculture ponds and fish in India: implications for food safety. *Aquaculture Research*, 46(5), 1065-1073.

- Suresh M. & Saravanan M. (2014). Prevalence of *Staphylococcus aureus* in fish and seafood in India: Implications for public health and food safety. *Food Research International*, 55(2), 131-136.
- Sutanto E. & Susanto D. (2014). Mesophilic aerobic bacteria contamination in fermented fish products in Indonesia. *Food Research International*, 62, 132-136.
- Taiwo A.M. (2019). A review of environmental and health effects of organochlorine pesticide residues in Africa. *Chemosphere*, (220) 1126-1140.
- Takahashi H. & Shigematsu K. (2015). Prevalence of *Staphylococcus aureus* in fish products in Japanese markets: a public health concern. *Journal of Food Safety*, 35(2), 227-232.
- Tamgno B.R., Ngunte T.H., Tchatcho N.L.N., Mouamfon M. & Tinkeu N. L. S. (2020). Insectes ravageurs des poissons fumés au cours du stockage et dégâts occasionnés dans la boucle Nord de la Réserve de Biosphère du Dja (Est-Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14 (2): 528-538.
- Tan H.H., Lim K.K.P., Low B.W., Lim R., Kwik J. & Yeo D.C. (2020). The non-native freshwater fishes of Singapore: an annotated compilation. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 68: 150-195.
- Tan Y.L. & Lim P.H. (2013). Fungal and yeast contamination of fishery products in Malaysian markets and its health implications. *Food Control*, 31(2), 481-486.
- Teugels. G.G. (1986). A systematic revision of African species of the genus *Clarias* (Pisces, *Clariidae*). *Annales du musée royal de l’Afrique Centrale. Sciences Zoologiques*, 247, 199p.
- Tidjani A., Doutoum A.A., Brahim B.O., Bechir M., Tidjani S.M.T., Toukourou F. & De Souza C. (2013). Démarche assurance qualité dans le plan de maîtrise des diagrammes de production des viandes séchées « Kilichi » commercialisées au Tchad. *Microbiologie et Hygiène Alimentaire*, 25 (72): 27-34.
- Toguyeni A. (2004). Tilapia production and its global impacts in Central African countries. In 6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, *Manila, Philippines*. pp 1-8.
- Toguyeni A., Fauconneau B., Melard C., Fostier A., Lazard J., Baras E., Kuhn E., Van Der Geyten, S. & Baroiller J.-F. (2009). Sexual dimorphism in two pure cichlid species, *Oreochromis niloticus niloticus* (Linnaeus, 1758) and *Sarotherodon melanotheron melanotheron* Ruppel 1852, and their intergeneric hybrids. *African Journal of Aquatic Science*, 34(1), 69–75.
- Tønnessen M. & Andersen H. (2010). Mesophilic aerobic bacteria in fresh fish from Norwegian markets: quality and safety implications. *International Journal of Food Microbiology*, 142(1-2), 56-63.

- Toth L. & Potthast K. (1984). Chemical aspects of the smoking of meat and meat products. *Advances in food research*, 29: 87-158
- Turyk M.E., Bhavsar S.P., Bowerman W., Boysen E., Clark M., Diamond M., Mergler D., Pantazopoulos P., Schantz S. & Carpenter D.O. (2012). Risks and benefits of consumption of Great Lakes fish. *Environmental Health Perspectives*, 120 (1): 11-18.
- Vanga A.F. (2001). Conséquences socio-économiques de la gestion des ressources naturelles : cas des pêcheries dans les lacs d'Ayamé et de Buyo (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat en Sciences et Gestion de l'Environnement. Université d'Abobo-Adjamé. Abidjan (Côte d'Ivoire). 254p.
- Varzakas T.H. (2011). Application of ISO 22000, Failure Mode, and Effect Analysis (FMEA) cause and effect diagrams and Pare to in conjunction with HACCP and risk assessment for processing of pastry products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51 : 762-782.
- Verhille S. (2013). Les indicateurs microbiens dans l'évaluation de l'eau potable : interpréter les résultats de laboratoire et comprendre leur signification pour la santé publique. *Centre de Collaboration Nationale en Santé Environnementale*. 13 p.
- Werner I., & Moran K. (2008). Effects of pyrethroid insecticides on aquatic organisms. *ACS Symposium Series*, 991: 310-334.
- Wiederholm T. (1984). The ecology of the *Chironomidae*. *Springer-Verlag*, 383-420.
- Wijesiri K.S. & Piyathilake G.N. (2017). Presence of fecal coliforms in fish from Sri Lankan markets: implications for food safety. *Food Control*, 79, 249-254.
- World Health Organization (WHO). (2011). The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification. *World Health Organization*. <https://www.who.int/> (Consulté le 3/9/2023).
- Yapi D.A.C. (2014). Contamination métallique, bactérienne et dommages tissulaires de quelques poissons pêchés dans la lagune Aby (Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat en écotoxicologie. Université Nangui Abrogoua. Abidjan (Côte d'Ivoire). 107p.
- Yéo N.S. (2020). Caractérisation de la variabilité hydrologique du fleuve Sassandra au barrage hydroélectrique de Soubré (Sud-Ouest, Côte d'Ivoire). Mémoire de Master, Génie de l'Eau et de l'Environnement, UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé Daloa (Côte d'Ivoire), 60 p.
- Zubrod J.P., Bundschuh M., Arts G., Brühl C.A., Imfeld G., Knäbel A., Payraudeau S., Rasmussen J.J., Rohr J., Scharmüller A., Smalling K., Stehle S., Schulz R. & Schäfer B.R. (2019). Fungicides : An overlooked pesticide class ? *Environmental Science & Technology*, 53(7): 3347-3365.

## **ANNEXES**

**ANNEXES**

**Annexe 1 : Fiches d'enquêtes**

**I.1. Questionnaire à destination des pêcheurs des districts de Sassandra-marahoué, des Montagnes et du Bas-Sassandra**

Ce petit questionnaire ne vous prendra que quelques minutes. Il est anonyme et les résultats ne seront pas accessibles publiquement.

**1. Localité :** Guessabo  Bouaflé  Soubré

**2. Quel est le sexe ?**

Masculin  Féminin

**3. Quelle est votre origine ?**

Ivoirienne  Etrangère

**4. Précisez le groupe ethnique :** .....

**5. Quel est votre âge ?**

18-25 ans  36-40 ans  51-55 ans  Plus de 65 ans   
26-30 ans  41-45 ans  56-60 ans   
31-35 ans  46-50 ans  61-65 ans

**6. Êtes-vous à votre compte ?**

Oui  Non

**7. Depuis combien d'année exercez-vous cette activité ?**

De 1 à 5  De 6 à 10  De 11 à 15  De 16 à 20   
De 21 à 25  De 26 à 30  Plus de 30

**8. Quel type de pêcherie exercez-vous ?**

Canne à pêche  Epervier  Senne  Ligne dérivante  Nasse

Autre(s) : .....

**9. Quelles sont les principales espèces pêchées au cours de l'année ?**

Labeo  Tilapia  Silure  Mâchoiron  Perunella  Lates

Autre(s) : .....

**10. Dans quelle partie de l'eau pêchez-vous principalement ?**

Rive  Au large  Tout le long du fleuve

Autre(s) : .....



**11. Êtes-vous satisfaits et/ou heureux dans votre métier ?**

Oui  Non

**12. La pêche est-elle une activité fatigante ?**

Oui  Non

**13. Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans l'exercice de votre activité ?**

Aucune difficulté  Travail trop intense  Vol de pirogue et de matériels   
Travail épuisant  Problème de santé  Forte influence du barrage sur  
la pêche  Plantes couvrant le fleuve  Attaque d'hippopotames

Autre(s) : .....

**14. Le métier de pêcheur a-t-il considérablement évolué dans un sens favorable ou défavorable (réglementation, technologies, approches écosystémique, ...) ?**

Favorable  Défavorable  Aucune réelle évolution

**15. Selon-vous, quelles sont les évolutions favorables observées dans votre activité ?**

Organisation des pêcheurs  Modernisation des équipements   
Règlementation des pêches

Autre(s) : .....

**16. Quelles sont les points à améliorer dans votre activité ?**

Promouvoir l'aquaculture (fixe ou flottante)  Inspecter et contrôler les captures   
Interrompre temporellement de la pêche  Faire une rotation des zones de pêche

Autre(s) : .....

**17. Combien d'heures peut durer une partie de pêche ?**

Moins de 1 h  De 1 à 5 h  De 5 à 10 h  De 10 à 15 h   
De 15 à 20 h  De 20 à 24 h  Plus de 24 h

**18. Conservez-vous le poisson dans l'embarcation dès la capture ?**

Oui  Non

**19. Utilisez-vous des pesticides ou autres produits pour la capture des poissons ?**

Jamais  Rarement  Occasionnellement   
Assez souvent  Très souvent

**20. Quelles sont les bonnes pratiques à mettre en place pour le développement durable de la pêche ?**

Sensibiliser à l'aquaculture       Sensibiliser à la pêche responsable

Règlementer la pêche       Punir la pêche illicite

**Autre(s) :** .....

**21. Avez-vous des attentes vis-à-vis de l'Etat et/ou de votre ministère de tutelle ?**

Appui technique       Appui matériel

Appui financier       Renforcement de capacité

**I.2. Questionnaire à destination des Mareyeurs (euses) des districts de Sassandra-marahoué, des Montagnes et du Bas-Sassandra**

Ce petit questionnaire ne vous prendra que quelques minutes. Il est anonyme et les résultats ne seront pas accessibles publiquement.

1. **Localité :** Guessabo  Bouaflé  Soubré

2. **Quel est le sexe ?**

Masculin  Féminin

3. **Quelle est votre origine ?**

Ivoirienne  Etrangère

4. **Précisez votre groupe ethnique :** .....

5. **Quel est votre âge ?**

18-25 ans  36-40 ans  51-55 ans  Plus de 65 ans   
26-30 ans  41-45 ans  56-60 ans   
31-35 ans  46-50 ans  61-65 ans

6. **Êtes-vous :**

A votre compte  Salarié

7. **Depuis combien d'année exercez-vous cette activité ?**

De 1 à 5 ans  De 6 à 10 ans  De 11 à 15 ans  De 16 à 20 ans   
De 21 à 25 ans  De 26 à 30 ans  Plus de 30 ans

8. **Quels types de mareyage pratiquez-vous ?**

Achat-vente  Achat-transformation-vente  Achat-revente

**Autre(s) :** .....

9. **Quelles sont vos espèces principales ciblées au cours de l'année ?**

Labeo  Tilapia  Silure  Mâchoiron  Perunella  Lates

**Autre(s) :** .....

10. **Nettoyez-vous le poisson avant son transport et/ou sa conservation ?**

Oui à l'eau de robinet  Oui à l'eau du fleuve  Non

**Autres :** .....

**11. Quels contenants utilisez-vous principalement pour collecter et transporter le poisson ?**

Glacière  Vieux réfrigérateur  Caisse en bois  Bassine plastique

Autre(s) : .....

**12. Conservez-vous le poisson dès l'achat au débarquement jusqu'à la vente ?**

Oui  Non

**13. Comment conservez-vous le poisson après l'achat au débarcadère et lors du transport?**

A la glace  En véhicule frigorifique

Autres : .....

**14. Combien d'heure (h) peut durer le temps de transaction (achat-transport-vente) ?**

Moins de 1h  De 1 à 5 h  De 5 à 10 h  De 10 à 15 h

De 15 à 20 h  De 20 à 24 h  Plus de 24 h

**15. Êtes-vous satisfait(e)s et/ou heureux (se) dans votre métier ?**

Oui  Non

**16. Le mareyage est-elle une activité fatigante ?**

Oui  Non

**17. Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans l'exercice de votre activité ?**

Travail trop intense  Problème(s) familiaux  Problème(s) de santé

Autres : .....

**18. Le métier a-t-il considérablement évolué dans un sens favorable ou défavorable (réglementation, technologies, approches écosystémique, ...)**

Favorable  Défavorable  Aucune réelle évolution

**19. Selon-vous, quelles sont les quelques évolutions observées ?**

Organisation des mareyeurs (euses)  Amélioration des techniques de mareyage

Autre(s) : .....

**20. Selon-vous quelles sont les points à améliorer ?**

Utilisation de chambre froide sur place  Utilisation de véhicule frigorifique

Autre(s) : .....

**21. Selon-vous, quelles seraient les bonnes pratiques à mettre en place pour le développement durable de l'activité de mareyage ?**

Conservation responsable  Réglementer l'activité  Utilisation de véhicule frigorifique

**Autre(s) :** .....

**22. Avez-vous des attentes vis-à-vis des autorités et/ou de votre ministère de tutelle ?**

Appui technique  Appui matériel  Appui financier  Renforcement de capacité

**Autre(s) :** .....

**I.3. Questionnaire à destination des transformatrices des districts de Sassandra-marahoué, des Montagnes et du Bas-Sassandra**

Ce petit questionnaire ne vous prendra que quelques minutes. Il est anonyme et les résultats ne seront pas accessibles publiquement.

1. **Localité :** Guessabo  Bouaflé  Soubré

2. **Quel est le sexe ?**

Masculin  Féminin

3. **Quelle est votre origine ?**

Ivoirienne  Etrangère

4. **Précisez le groupe ethnique :** .....

5. **Quel est votre âge ?**

18-25 ans  36-40 ans  51-55 ans  Plus de 65 ans   
26-30 ans  41-45 ans  56-60 ans   
31-35 ans  46-50 ans  61-65 ans

6. **Êtes-vous :**

A votre compte  Salarié

7. **Depuis combien d'année exercez-vous cette activité ?**

De 1 à 5 ans  De 6 à 10 ans  De 11 à 15 ans  De 16 à 20 ans   
De 21 à 25 ans  De 26 à 30 ans  Plus de 30 ans

8. **Quelles sont vos espèces principales ciblée au cours de l'année ?**

Labeo  Tilapia  Silure  Mâchoiron  Perunella  Lates

**Autre(s) :** .....

9. **Quels types de transformations pratiquez-vous ?**

Fumage  Séchage

10. **Quels équipements de transformations utilisez-vous principalement ?**

Four amélioré  Four artisanal  Séchoir amélioré  Séchoir artisanal

**Autre(s) :** .....

11. **Êtes-vous satisfaites et/ou heureuses dans votre métier ?**

Oui  Non

**12. La transformation est-elle une activité fatigante ?**

Oui  Non

**13. Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans l'exercice de votre activité ?**

Travail trop intense  Problème(s) familiaux  Problème(s) de santé

Autre(s) : .....

**14. Le métier de transformatrice a-t-il considérablement évolué dans un sens favorable ou défavorable (réglementation, technologies, approches écosystémique, ...) ?**

Favorable  Défavorable  Aucune réelle évolution

**15. Selon-vous, quelles sont les quelques évolutions observées ?**

Organisation de transformatrices  Amélioration des techniques de transformations

**16. Quelles sont les points de l'activité à améliorer ?**

Organiser l'activité de transformation  Fédérer les transformatrices

Rendre accessibles les fours améliorés  Moderniser les lieux de stockage

**17. Quelles sont les bonnes pratiques à adopter pour le développement durable de la transformation du poisson ?**

Sensibiliser à une transformation responsable  Réglementer l'activité

Autre(s) : .....

**18. Quels outils utilisez-vous pour le stockage du poisson transformé ?**

Bassine plastique  Sceau plastique

Paniers en bois  Sac de riz/cacao

**19. Combien de jours (j) peut durer le stockage du poisson fumé/séché ?**

Moins 1  De 1 à 3  De 3 à 6  De 6 à 9  Plus de 9

**20. Observez-vous des éléments étrangers dans le poisson ?**

Jamais  Rarement  Occasionnellement

Assez-souvent  Très souvent

**21. Lors de la conservation du poisson quels éléments étrangers observez-vous ?**

Insecte  Larves  Champignons

Objets physiques (bois, métal, plastiques...)

**22. Utilisez-vous des insecticides pour la protection du poisson en conservation ?**

Oui toujours  Oui souvent  Oui mais rarement  Non jamais

**23. Comment protégez-vous le poisson transformé contre les intrus lors du stockage ?**

Exposition au soleil  Réchauffage au feu de bois  Réchauffage au feu et  
exposition au soleil  Exposition au soleil et réchauffage au feu  Insecticides

**24. Avez-vous des attentes vis-à-vis des autorités et/ou de votre ministère de tutelle ?**

Appui technique  Appui matériel   
Appui financier  Renforcement de capacité



**Annexe 2 : Observation de terrain**



Figure 1 : Magasin de stockage



Figure 2 : Sac en polypropylène



Figure 3 : Panier en bois tissé



Figure 4 : Caissons en bois



Figure 5 : Vieux réfrigérateur



Figure 6 : conservation à la glace



Figure 7 : Séchage sur moustiquaire



Figure 8 : Séchage à la corde



Figure 9 : Séchage sur branche de palmier

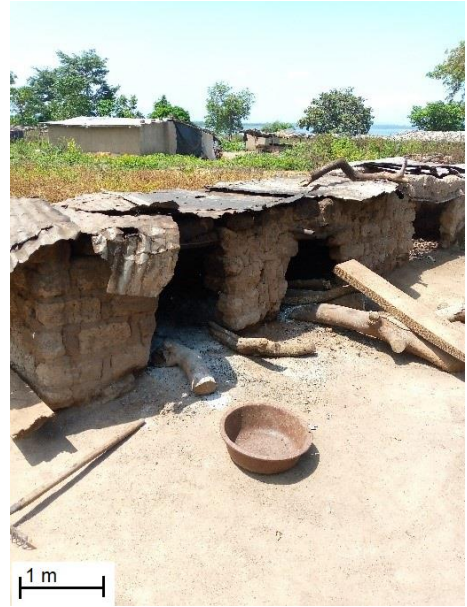


Figure 10 : Four artisanal rectangulaire



Figure 11 : Four artisanal cylindrique



Figure 12 : Four amélioré



Figure 13 : Paniers de poissons fumés



Figure 14 : Pirogue immatriculée



Figure 15 : Agents du MIRAHA en patrouille



Figure 16 : Engin de pêche (Nasse)

### Annexe 3 : Analyse au HPLC

#### Analyse Instrumentale

HPLC : C'est une chaîne de chromatographie en phase liquide à haute performance (SHIMADZU) composée d'un réservoir TRAY, d'un dégazeur DGU-20A5, d'un échantillonneur automatique SIL-20A, d'une pompe LC-20AT, d'un four de type CTO-20A et d'un détecteur UV/VIS SPD-20A a été utilisée pour la quantification des pesticides. L'acquisition des données s'est faite à l'aide d'un ordinateur muni du logiciel LC solution.

#### Conditions Analytiques au HPLC

Longueur d'onde :	205 nm
Débit :	0,5 ml/min
Durée de l'analyse :	56 mn
Température du four :	40°C
Détecteur :	SPD-20A (UV)
Volume injection :	10µl
Phase stationnaire :	colonne de type Shim pack VP-ODS (250 L x 4,6 mm)
Mode	Gradient
Pompe A :	Acetonitrile de qualité HPLC
Pompe B :	Eau bidistillée de qualité HPLC

Temps (min)	Pompe B (%)	Pompe A (%)	Débit (ml /min)	Volume injection µl
0,01	75	25	0,5	100
40	40	60	0,5	100
47	0	100	0,5	100
55	0	100	0,5	100
56	Fin des analyses			

<b>Famille</b>	<b>Molécules</b>	<b>LQ (mg/kg)</b>	<b>LD (mg/kg)</b>
<b>TRIAZINE</b>	Désisopropylatrazine	<b>0,018</b>	<b>0,006</b>
	Déséthylatrazine		
	Simazine		
	Cyanazine		
	Atrazine		
	Propazine		
	Terbutylazine		
	Prometryn		
	Terbutryn		
<b>TRIAZINONE</b>	Métamitron	<b>0,025</b>	<b>0,0083</b>
	Hexazinone		
	Metribuzin		
<b>DERIVES DE L'UREE</b>	Fénuron	<b>0,018</b>	<b>0,006</b>
	Métoxuron		
	Monuron		
	Méthabenzthiazuron		
	Chlortoluron		
	Monolinuron		
	Isoproturon		
	Diuron		
	Métobromuron		
	Buturon		
Linuron			
<b>CHLOROACETAMIDE</b>	Métazachlor	<b>0,010</b>	<b>0,0033</b>
	Métolachlor		
<b>CARBAMATE</b>	Aldicarb	<b>0,009</b>	<b>0,003</b>
	Chlorpropham		
<b>ORGANOPHOSPHORE</b>	Parathion-méthyl	<b>0,009</b>	<b>0,003</b>
	Chlorfenvinphos		
	Parathion-éthyl		
<b>DICARBOXIMIDES</b>	Vinclozolin	<b>0,009</b>	<b>0,003</b>

ROTAVAPOR de marque BUTCHI

Composé de :

1-Vacum Controller V-850

2-Rotation R-215

3-Le bain Température de 0 °C à 160 °C

Température d'évaporation : 40 °C

4- Vacuum pump V-700

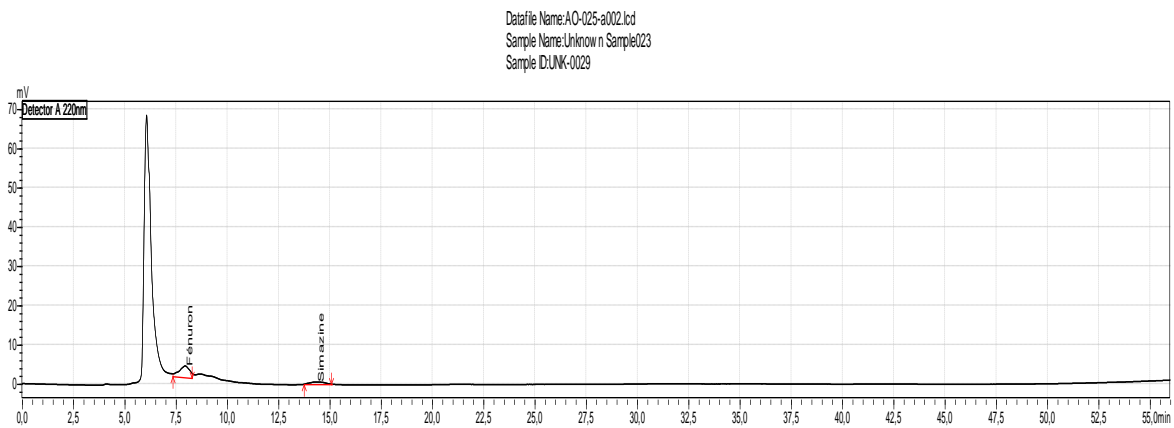
.....  
Papier Wattman 90 mm  
.....

Méthanol de Marque : VWR

N-Hexane de Marque : VWR

Acetonitrile de Marque : CARLO ERBA

Dichloromethane : CARLO ERBA  
.....



**Figure 1** : Chromatogramme analytique par HPLC d'un des échantillons de Chrysichthys frais ramenés de la localité de Bouaflé.

## **PUBLICATIONS**



## Résumé

Cette étude vise à évaluer la qualité sanitaire des *Tilapia*, *Chrysichthys* et *Labeo* frais et fumés issus du fleuve Bandama et du fleuve Sassandra. Une enquête a été réalisée auprès de 566 acteurs de la pêche dont 300 pêcheurs, 120 mareyeurs et 146 fumeuses de poissons. Les qualités microbiologiques et chimiques de 780 échantillons frais et fumés constitués de trois (03) espèces de poissons (*Tilapia*, *Chrysichthys* et *Labeo*) collectées de façon aléatoire ont été évaluées suivant des méthodes standards. Les résultats obtenus ont montré que le fumage est la technique la mieux adaptée pour le traitement et l'écoulement du poisson dans la zone d'étude. L'étude a permis de répertorier une variabilité de technologies de fumage de poissons allant des technologies artisanales (les plus utilisées) aux semi améliorées. Les principaux acteurs de la pêche dans la zone d'étude sont de nationalité étrangère. Seulement 6,7 % de pêcheurs sont Ivoiriens contre 93,3 % d'étrangers pour la plupart des "Bozo" Malienne, 23,9 % des fumeuses sont Ivoiriennes contre 76,1 % d'étrangères et 61,3 % des mareyeurs sont étrangers contre 38,7 % d'Ivoiriens. Les résultats microbiologiques ont montré la présence des Flores Mésophiles Aérobie Totales (FMAT) ( $1,22.10^4 \pm 4,55.10^3$  à  $3,27.10^4 \pm 1,29.10^4$  UFC/g), des Coliformes totaux ( $1,12.10^4 \pm 3,52.10^3$  à  $1,93.10^4 \pm 6,27.10^3$  UFC/g), des *Staphylococcus aureus* ( $1,28.10^4 \pm 3,73.10^3$  à  $8,93.10^3 \pm 1,87.10^3$  UFC/g) et des Levures et Moisissures ( $1,37.10^3 \pm 4,42.10^2$  à  $9,31.10^3 \pm 1,27.10^3$  UFC/g). La majorité des échantillons de poissons fumés présentent des valeurs non conformes à la norme excepté les FMAT, les Levures et Moisissures et les salmonelles qui sont absents. La recherche de pesticides a révélé une quinzaine de substances actives dont les quantités varient d'une espèce à l'autre selon que le poisson soit frais ou fumés. Dans les échantillons de *Tilapia*, le Parathion-éthyl (17,65 %) et le Métobromuron (12,24 %) sont les substances dominantes. Le Parathion-méthyl et le Terbutryn se sont révélés les plus fréquents dans les échantillons de *Chrysichthys* fumés avec une moyenne respective de 18,42 % et 20,70 %. Le *Labeo* est l'espèce dans lequel le moins de traces de pesticides par échantillons ont été notés. La nécessité d'améliorer les différentes pratiques s'avère donc nécessaire en vue d'obtenir les produits finis de qualité.

**Mots clés :** Qualité, pesticides, *Tilapia*, *Chrysichthys*, *Labeo*

## Abstract

This study aims to evaluate the health quality of fresh and smoked *Tilapia*, *Chrysichthys* and *Labeo* from the Bandama River and the Sassandra River. A survey was carried out among 566 fishing stakeholders, including 300 fishermen, 120 wholesalers and 146 fish smokers. The microbiological and chemical qualities of 780 samples fresh and smoked consisting of three (03) species of fish (*Tilapia*, *Chrysichthys* and *Labeo*) collected at random were evaluated using standard methods. The results obtained showed that smoking is the technique best suited for the processing and disposal of fish in the study area. The study made it possible to identify a variability of fish smoking technologies ranging from artisanal technologies (the most used) to semi-improved. The main fishing actors in the study area are of foreign nationality. Only 6.7 % of fishermen are Ivorians against 93.3 % of foreigners for the most part of the "Bozo" Malians, 23.9 % of smokers are Ivorians against 76.1 % of foreigners and 61.3 % of wholesalers are foreigners against 38.7 % Ivorians. The microbiological results showed the presence of Total Mesophilic Aerobic Flora (FMAT) ( $1,22.10^4 \pm 4,55.10^3$  to  $3,27.10^4 \pm 1,29.10^4$  CFU/g), total Coliforms ( $1,12.10^4 \pm 3,52.10^3$  to  $1,93.10^4 \pm 6,27.10^3$  CFU/g), *Staphylococcus aureus* ( $1,28.10^4 \pm 3,73.10^3$  to  $8,93.10^3 \pm 1,87.10^3$  CFU/g) and Yeasts and Molds ( $1,37.10^3 \pm 4,42.10^2$  to  $9,31.10^3 \pm 1,27.10^3$  CFU/g). The majority of smoked fish samples show values that do not comply with the standard, except for FMAT, yeasts and molds and *salmonella*, which are absent. The search for pesticides revealed about fifteen active substances whose quantities vary from one species to another depending on whether the fish is fresh or smoked. In the *Tilapia* samples, Parathion-ethyl (17.65 %) and Metobromuron (12.24 %) are the dominant substances. Parathion-methyl and Terbutryn were found to be the most frequent in smoked *Chrysichthys* samples with an average of 18.42 % and 20.70 % respectively. The *Labeo* is the species in which the least traces of pesticides per sample were noted. The need to improve the various practices is therefore necessary in order to obtain quality finished products.

**Keywords:** Quality, pesticides, *Tilapia*, *Chrysichthys*, *Labeo*