

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES (E.I.S.M.V.)



ANNEE: 2006

N° 13

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EVOLUTION DE LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE DU POISSON FUME EN COTE D'IVOIRE ET DESTINE A L'EXPORTATION

THESE

Présentée et soutenue publiquement le **11 juillet 2006** devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar pour obtenir le Grade de

DOCTEUR EN MEDECINE VETERINAIRE

(DIPLOME D'ETAT)

Par

Bleu Bazo GOUEU

Né le **16 juin 1979** à **GODEGOUIN s/p de MAN (CÔTE D'IVOIRE)**

JURY

Président : **M. Abibou SAMB**
Professeur à la Faculté de Médecine, de
Pharmacie et d'Odonto - Stomatologie de Dakar

**Directeur de thèse
et Rapporteur :** **M. Malang SEYDI**
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Membres : **Mme Rianatou BADA ALAMBEDJI**
Maître de Conférences Agrégé à l'E.I.S.M.V de Dakar

M. Moussa ASSANE
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Codirecteur : **Docteur AKE ASSI Yolande**
Chef du Laboratoire Central pour l'Hygiène et
Agro-Industrie (LCHAI) d'Abidjan

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERNAIRES DE DAKAR

BP 5077 – DAKAR (Sénégal)
Tél. (221) 865 10 08 – Télécopie (221) 825 42 83



COMITE DE DIRECTION

LE DIRECTEUR

▣ **Professeur Louis Joseph PANGUI**

LES COORDONNATEURS

▣ **Professeur Moussa ASSANE**
Coordonnateur des Etudes

▣ **Professeur Malang SEYDI**
*Coordonnateur des Stages et
de la Formation Post-Universitaires*

▣ **Professeur Justin Ayayi AKAKPO**
Coordonnateur Recherches/Développement

Année Universitaire 2005-2006

PERSONNEL ENSEIGNANT

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV**

☞ **PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)**

☞ **PERSONNEL EN MISSION (PREVU)**

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV**

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT DEA - PA**

PERSONNEL ENSEIGNANT

I. DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DE DEPARTEMENT : Ayao MISSOHOU, Maître de Conférences Agrégé

SERVICES

II. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Serge Niangoran BAKOU	Maître - Assistant
Gualbert Simon NTEME ELLA	Assistant
Ismaël SY	Docteur Vétérinaire Vacataire
Camel LAGNIKA	Moniteur

III. CHIRURGIE – REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Alain Richi KAMGA WALADJO	Assistant
Mlle Doris NKO SADI BIATCHO	Monitrice

IV. ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY	Professeur
Kora Brice LAFIA	Docteur Vétérinaire
Vacataire	

V. PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Moussa ASSANE	Professeur
Rock Allister LAPO	Assistant
Gilles Landry HAKOU TCHAMNDA	Moniteur

VI. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Nongasida YAMEOGO	Attaché de Recherche
Justin KOUAMO	Moniteur

VII. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU
Arsène ROSSILET
Serge Alain CIEWE CIAKE

Maître de Conférences Agrégé
Assistant
Moniteur

VIII. DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT : Rianatou BADA ALAMBEDJI, Maître de Conférences agrégé

SERVICES

HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE (HIDAOA)

Malang SEYDI
Bellancille MUSABYEMARIYA
Serigne Khalifa Babacar SYLLA
Sylvain Patrick ENKORO

Professeur
Assistante
Attaché de recherche
Docteur Vétérinaire Vacataire

IX. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO
Rianatou BADA ALAMBEDJI
Nadège DJOUPA MANFOUMBY
NJONG

Professeur
Maître de Conférences Agrégé
Docteur Vétérinaire Vacataire
Moniteur

X. PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE APPLIQUEE

Louis Joseph PANGUI
Oubri Bassa GBATI
Hervé Séna VITOLEY

Professeur
Maître -Assistant
Docteur Vétérinaire Vacataire

XI. PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE-CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET
Yacouba KANE
Mireille KADJA WONOU
Gana PENE
Omar FALL
Charles Benoît DIENG
Aurélié BOUPDA FOSTO

Professeur
Assistant
Assistante
Docteur Vétérinaire Vacataire
Docteur Vétérinaire Vacataire
Docteur Vétérinaire Vacataire
Monitrice

Marcel Ouhokou BOKA

Moniteur

XII. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Félix Cyprien BIAOU
Assiongbon TEKOU AGBO
Komlan AKODA
Basile MIDINHOUEVI

Maître- Assistant (*en disponibilité*)
Attaché de Recherche
Docteur Vétérinaire Vacataire
Docteur Vétérinaire Vacataire

XIII. DEPARTEMENT COMMUNICATION

CHEF DE DEPARTEMENT : Professeur Yalacé Yamba KABORET

XIII.1. SERVICES

BIBLIOTHEQUE

Mariam DIOUF

Documentaliste

XIV. SERVICE AUDIO-VISUEL

Bouré SARR

Technicien

XV. OBSERVATOIRE DES METIERS DE L'ELEVAGE (O.M.E)

Emile Ségbégnon Houssa

Moniteur

XVI. SCOLARITE

El Hadj Mamadou DIENG
Franckline ENEDE
Sékindé Lynette KINDJI

Vacataire
Docteur Vétérinaire Vacataire
Monitrice

PERSONNEL VACATAIRE

BIOPHYSIQUE

Mme Sylvie SECK GASSAMA

Maître de Conférences Agrégé
Faculté de Médecine et de Pharmacie

UCAD

XVII. BOTANIQUE

Antoine NONGONIERMA

Professeur
IFAN – UCAD

XVIII. AGRO-PEDOLOGIE

Modou SENE

Directeur de Recherche
Enseignant : ENSA - THIES

XIX. ZOOTECHNIE

Abdoulaye DIENG

Léonard Elie AKPO

Docteur Ingénieur : ENSA - THIES

Maître de Conférences

Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

Kalidou BA

Docteur Vétérinaire
(Ferme NIALCOULRAB)

XX. H I D A O A

*NORMALISATION ET ASSURANCE QUALITE

Mame Sine MBODJ NDIAYE

Chef de la Division Agroalimentaire
de l'Association Sénégalaise de
Normalisation (A.A.S.N.)

*ASSURANCE QUALITE – ANALYSE DES RISQUES DANS LES REGLEMENTATIONS

Abdoulaye DIAWARA

Ousseynou Niang DIALLO

Direction de l'Elevage
du Sénégal

XXI. ECONOMIE

Oussouby TOURE

Adrien MANKOR

Sociologue
Docteur Vétérinaire- Economiste
Chercheur à l'I.S.R.A

PERSONNEL EN MISSION
(Prévu)

ANATOMIE

Mohamed OUASSAT

Professeur

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan
II (Rabat) Maroc

XXII. TOXICOLOGIE CLINIQUE

Abdoulaziz EL HRAIKI

Professeur

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan
II (Rabat) Maroc

XXIII. PATHOLOGIE MEDICALE

Marc T. KPODEKON

Maître de Conférences Agrégé

Université d'ABOMEY-CALAVI
(Bénin)

XXIV. PARASITOLOGIE

Saïdou SALIFOU

Maître de Conférences Agrégé

Université d'ABOMEY-CALAVI (Bénin)

XXV. BIOCHIMIE

Georges Anicet OUEDRAOGO

Professeur

Université de BOBO-DIOULASSO
(Burkina Faso)

XXVI. H.I.D.A.O.A

Youssouf KONE

Maître de Conférences

Université de NOUAKCHOTT
(Mauritanie)

XXVII. REPRODUCTION

Hamidou BOLY

Professeur

Université de BOBO- DIOULASSO
(Burkina –Faso)

**PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV
(Prévu)**

MATHEMATIQUES

Sada Sory THIAM
Lamine KONATE

Maître-Assistant
Assistant
Faculté des Sciences et Techniques UCAD

XXVIII. PHYSIQUE

Issakha YOUM

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

*** Travaux Pratiques**

André FICKOU

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

XXIX. CHIMIE ORGANIQUE

Abdoulaye SAMB

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

XXX. CHIMIE PHYSIQUE

Abdoulaye DIOP

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

*** Travaux Pratiques de CHIMIE**

Rock Allister LAPO

Assistant
EISMV – DAKAR

*** Travaux Dirigés de CHIMIE**

Momar NDIAYE

Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

XXXI. BIOLOGIE VEGETALE

Kandiroura NOBA

Maître-Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

XXXII. BIOLOGIE CELLULAIRE

Serge Niangoran BAKOU

Maître - Assistant
EISMV - DAKAR

XXXIII. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE

Karamoko DIARRA

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

XXXIV. PHYSIOLOGIE ANIMALE

Moussa ASSANE

Professeur
EISMV – DAKAR

XXXV. ANATOMIE COMPAREE
DES VERTEBRES

Cheikh Tidiane BA

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

XXXVI. BIOLOGIE ANIMALE (Travaux Pratiques)

Serge Niangoran BAKOU

Maître - Assistant
EISMV - DAKAR

Oubri Bassa GBATI

Maître – Assistant
EISMV – DAKAR

Gualbert Simon NTEME ELLA

Assistant
EISMV – DAKAR

XXXVII. GEOLOGIE

* **FORMATIONS SEDIMENTAIRES**

Raphaël SARR

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

* **HYDROGEOLOGIE**

Abdoulaye FAYE

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

XXXVIII. CPEV

* Travaux Pratiques

Franckline ENEDE

Docteur Vétérinaire Vacataire

Sékindé Lynette KINDJI

Monitrice

PERSONNEL ENSEIGNANT DU D.E.A – P.A

Coordination des stages et formation post – universitaires

Responsable du D.E.A.P.A : Professeur Malang SEYDI

MODULES :

1. ZOOTECHNIE – ALIMENTATION

Responsable: Ayao MISSOHOU, Maître de Conférences Agrégé

Intervenants :

Moussa ASSANE

Professeur
EISMV – Dakar

Alpha BA

Docteur vétérinaire
(Ferme NIALCOULRAB)

Serge Niangaron BAKOU

Maître – Assistant
EISMV - Dakar

Abdoulaye DIENG

Ingénieur : ENSA – THIES

Yalacé Yamba KABORET

Professeur
EISMV – Dakar

Ayao MISSOHOU

Maître de Conférences

Agrégé

EISMV – Dakar

Gana PENE

Docteur Vétérinaire Vacataire

Arsène ROSSILET

Assistant
EISMV – Dakar

Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur
EISMV – Dakar

2. SYSTEME DE PRODUCTION - ENVIRONNEMENT

Responsable : Professeur Yalacé Yamba KABORET

Intervenants :

Moussa ASSANE

Professeur
EISMV – Dakar

Abdoulaye DIENG

Ingénieur
Enseignant à ENSA – THIES

Moussa FALL

Docteur Vétérinaire

Lamine GUEYE

Docteur Vétérinaire

Yalacé Yamba KABORET

Professeur
EISMV – Dakar

Léonard Elie AKPO

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et
Techniques – UCAD

Ayao MISSOHOU

Maître de Conférences

Agrégé

EISMV – Dakar

3. REPRODUCTION – AMELIORATION GENETIQUE

Responsable : Professeur Papa El Hassan DIOP

Intervenants :

Moussa ASSANE

Professeur
EISMV – Dakar

Serge Niangaron BAKOU

Maître – Assistant
EISMV - Dakar

Papa El Hassan DIOP

Professeur
EISMV - Dakar

Alain Richi KAMGA WALADJO

Assistant
EISMV - Dakar

Racine SOW

Chercheur à l'I.S.R.A

Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur
EISMV – Dakar

4. ECONOMIE – STATISTIQUES – EPIDEMIOLOGIE

Responsable : Professeur Cheikh LY

Intervenants :

Justin Ayayi AKAKPO

Professeur
EISMV – Dakar

Cheikh LY

Professeur
EISMV – Dakar

Adrien MANKOR

Docteur Vétérinaire
Chercheur

5. HYGIENE ET INDUSTRIES DES DENREES ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE (H.I.D.A.O.A)

Responsable : Professeur Malang SEYDI

Intervenants :

Rianatou BADA ALAMBEDJI

Maître de Conférences Agrégé
EISMV – Dakar

Belancille MUSABYEMARIA

Assistante
EISMV – Dakar

Serigne Khalifa Babacar SYLLA

Docteur Vétérinaire
Attaché de Recherche
EISMV – Dakar

Malang SEYDI

Professeur
EISMV – Dakar

Issakha YOUM

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques –
UCAD

Yousseuf KONE

Maître de Conférences
Université -NOUAKCHOTT
(MAURITANIE)

Ousseynou Niang DIALLO
Abdoulaye DIAWARA

Ingénieurs à la Direction de
l'Elevage du Sénégal

Je louerai toujours JESUS

car Il est Souverain :

« J'ai reçu tout pouvoir dans le
ciel et sur la terre »

- Matthieu 28 : 18

Et je dédie ce modeste travail.....

Au Souverain Seigneur JESUS, celui dont les yeux se tournent vers les justes, son oreille tendue pour écouter leur appel à l'aide (Psaume 34 : 16)

A mon père, GOUEU Gilbert : ce travail est le fruit de tes sages conseils et des sacrifices consentis pour moi. Trouve ici toute la considération et l'amour qu'un fils peut éprouver à l'égard de son père. Que Dieu te bénisse et prolonges tes jours

A ma mère, FLAN Hélène : Trouve ici toute la tendresse et tout l'amour qu'un enfant peut éprouver à l'égard de sa maman, ce travail est également le fruit de tes sacrifices. Que Dieu te bénisse et t'accorde une longue vie.

A maman Philomène pour toute son affection pour moi

A ma femme chérie, Flore Chantal pour son amour, son soutien et sa présence à mes côtés

A tous mes frères et sœurs

A mes oncles et tantes

Au Docteur AKE ASSI Yolande pour son attention

Au Docteur Gragnon BIEGO pour m'avoir encadré

Aux Docteurs Firmin A., OULAI Jonas, DJINOUE H. pour leurs soutiens et aides inestimables

**A mes frères et sœurs de l'Eglise Evangélique Béthel de
Dakar**

A ma fille Sophie Grâce pour la joie qu'elle me procure

A toutes les amicales et associations auxquelles j'ai
appartenues : AEVD, AMEESIS, CEVIS

A mes aînés de l'E.I.S.M.V.

A la 33^{ième} promotion de l'E.I.S.M.V.

A la Côte d'Ivoire, mon pays

Au Sénégal, ma terre d'accueil.

REMERCIEMENTS

Au Directeur de l'E.I.S.M.V et l'ensemble du corps enseignant

Au Dr AKE ASSI Yolande chef du LCHAI pour sa disponibilité

Au Dr OUATTARA, Directeur du LANADA

Au Dr BIEGO Gragnon, pour son soutien et ses conseils

Au Dr BAKOU N. Serge

Au Dr M'BARI

Au Dr ATTIE Firmin

Au Dr OULAI Jonas

Au Dr DJINOUGUES Hugues

A DAKY Chantal Flore

A Mme STEFAN

A l'ensemble des membres du PATS

A tout le personnel du LCHAI

A tous ceux qui de près ou de loin ont participé à l'élaboration de ce travail

A NOS MAITRES ET JUGES

Monsieur Abibou SAMB

**Professeur à la faculté de médecine, de pharmacie et
d'odontostomatologie de Dakar**

Malgré vos multiples occupations, vous avez spontanément accepté de présider notre jury de thèse.

Qu'il nous soit permis de vous exprimer toute notre gratitude

Madame Rianatou BADA ALAMBEDI

Maître de Conférence Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Vous avez spontanément accepté de rapporter cette thèse et nous vous en remercions. Votre contact emprunt d'affection et d'humilité nous a beaucoup marqué et nous vous prions de trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Permettez-moi monsieur le président du jury de dire un mot à l'endroit de notre directeur de thèse monsieur Malang SEYDI professeur à l'E.I.S.M.V de Dakar qui est aujourd'hui absent pour des raisons professionnelles.

Monsieur Malang SEYDI

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Vos qualités humaines et paternelles ont guidé notre choix sur votre service pour la soutenance de notre thèse.

Vous avez dirigé cette thèse avec toute la rigueur qui vous caractérise.

Hommage respectueux et profondes reconnaissance.

Monsieur Moussa ASSANE

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Malgré vos multiples occupations, vous nous faites honneur de siéger dans ce jury. Vos qualités intellectuelles et le goût du travail bien fait nous ont séduit durant notre formation.

Qu'il nous soit permis de vous exprimer toute notre reconnaissance

« Par délibération, la faculté et l'école ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leurs sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner aucune approbation ni aucune improbation »

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES SUR LA TECHNOLOGIE DU FUMAGE DU POISSON.....	4
CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA TRANSFORMATION DU POISSON.....	5
1- Transformation du Poisson.....	5
1-1 Objectif.....	5
1-2 Bases scientifiques.....	5
1.2.1 Notion d'activité de l'eau (A_w).....	5
1.2.2 A_w et microorganismes.....	6
2 – Transformation artisanale du poisson.....	8
2.1 Nécessité de la transformation artisanale.....	8
2.2 Importance de la transformation.....	8
CHAPITRE 2 : TECHNOLOGIE DU FUMAGE DU POISSON.....	9
1. Fumage du poisson.....	9
1.1- Généralités.....	9
1.1-1. Définitions.....	9
1.1.2 .Principes et importance.....	10
1.1.3 – Intrants et matériels de fumage.....	10
1.1.3.1. Intrants du fumage.....	10
1.1.3.1.1. Espèces de poissons utilisées en Côte d'Ivoire.....	10
1.1.3.1.2 – Combustibles et caractéristiques de la fumée.....	11
1.1.3.1.2.1 – Combustibles.....	11
1.1.3.1.2.2 – Caractéristiques de la fumée.....	12
1.1.3.2 – Matériel de fumage.....	14

1.1.3.2.1 – Fours traditionnels.....	14
1.1.3.2.1.1. – Four de terre.....	14
1.1.3.2.1.2 – Four en tôle circulaire.....	14
1.1.3.2.1.3 – Four parallélépipédique.....	15
1.1.3.2.2 – Fours améliorés.....	15
1.1.3.2.2.1 – Four « Côte d’Ivoire ».....	15
1.1.3.2.2.2 – Four « Aby » ou four « Adiake ».....	15
1.1.3.2.3. Four « Chorkor ».....	15
1.1.4. Action des conditions atmosphériques.....	16
1.1.4.1- Humidité relative (H.R) de l’air.....	16
1.1.4.2- La vitesse de l’air.....	17
1.1.4.3- La température de l’air.....	17
1.2-Préparation du poisson	17
1.2.1- Décongélation.....	17
1.2.2- Lavage.....	17
1.2.3-Parage.....	18
1.2.4-Préfumage	18
2. Etapes du fumage.....	18
2.1-Cuisson.....	18
2.2-Fumage « proprement dit ».....	19
2.3-Séchage.....	19
3. Différents types de fumage	19
3.1-Fumage « à froid »	19
3.2-Fumage à « chaud ».....	20
3.2.1- Fumage à « chaud » court.....	21
3.2.2-Fumage à « chaud »long.....	21
3.3-Séchage-fumage du poisson.....	21
<u>CHAPITRE 3 : CARACTERISTIQUES ET FACTEURS</u>	
INFLUENÇANT LA QUALITE DU POISSON FUME.....	22

1. Caractéristiques du poisson fumé.....	22
1.1-Caractéristiques organoleptiques.....	22
1.2-Caractéristiques microbiologiques.....	22
1.3-Caractéristiques nutritives du poisson.....	23
1.4-Place du poisson fumé dans l'économie ivoirienne.....	25
2. Facteurs influençant la qualité du poisson fumé.....	26
2.1-Contamination bactérienne de la matière première.....	26
2.1.1- Introduction.....	26
2.1.2- La contamination primaire ou endogène.....	26
2.1.2.1- Les germes typiquement aquatiques	27
2.1.2.2- Les germes d'origine tellurique.....	27
2.1.2.3- Les germes d'origine humaine ou animale.....	27
2.1.3- La contamination secondaire ou exogène.....	28
2.1.3.1- Les vecteurs animés.....	28
2.1.3.2- Les vecteurs inanimés.....	29
2.1.3.3- Les espèces bactériennes rencontrées dans la Contamination exogène.....	30
2.1.4- Conséquences de la contamination des produits de pêche.....	31
2.1.4.1- L'altération.....	31
2.1.4.2- Les accidents alimentaires.....	32
2.1.5- Conclusion	32
2- Traitement pour réduire les germes de contaminations.....	33
1- Traitement avant fumage.....	33
1.1- Préparation du poisson.....	33
1.2- Pré-fumage.....	33
2- Au cours du fumage.....	34
3- Au cours de l'emballage et du stockage.....	34

3. Principaux germes recherchés dans	
le poisson fumé.....	34
3-1- Germes indicateurs de la qualité hygiénique	34
3-1-1- Les salmonelles.....	34
3-1-1-1- Généralités.....	34
3.1.1.2- Symptomatologie.....	35
3.1.2- Clostridium botulinum.....	35
3.1.2.1- Généralités.....	35
3.1.2.2- Symptomatologie	36
3.1.3. Les staphylocoques présumés pathogènes	
(<i>Staphylococcus aureus</i>).....	37
3.1.3.1 Généralités.....	37
3.1.3.2-Symptomatologie des intoxications causées par	
<i>Staphylococcus aureus</i>	37
3.2. Germes- indicateurs de la qualité commerciale.....	38
3.2.1. Coliformes fécaux.....	38
3.2.2. Microflore aérobie mésophile totale à 30°C (FMAT).....	39
3.2.3. La flore fongique.....	39
3.2.3.1. Moisissures.....	39
3.2.3.2. Levures.....	39
Deuxième partie : étude expérimentale.....	41
CHAPITRE 1 : MATERIEL ET METHODES.....	42
1. MATERIEL.....	42
1.1. cadre d'étude.....	42
1.2. Produits analysés.....	42
1.3. Matériel de laboratoire.....	42

2. METHODES.....	43
2.1. Enquête documentaire.....	43
2.2. Audit des établissements de fumage de poisson.....	43
2.3. Etude rétrospective.....	44
2.4. Analyse des échantillons.....	44
2.4.1. Choix des échantillons.....	44
2.4.2. Analyse microbiologiques.....	44
2.4.2.1. Prélèvement pour l'analyse.....	44
2.4.2.2. Préparation de la solution mère (SM) (NFV 08-010 mars 1996).....	44
2.4.2.3. Dilutions décimales.....	45
2.4.2.4 Recherche et dénombrement des germes.....	45
2.4.2.4.1 Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (NF.V 08-051-fév.1999).....	45
2.4.2.4.2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux ou thermo- tolérants (NFV08-060-mars1996).....	47
2.4.2.4.3. Recherche et dénombrement des staphylocoques présumés pathogènes (<i>Staphylococcus aureus</i>) (NFV 057-1-nov.1994).....	47
2.4.2.4.4. Recherche et dénombrement des Anaérobies Sulfito- Réducteurs (ASR) (NFV 08_061-oct 1996).....	48
2.4.2.4.5. Recherche et dénombrement des salmonelles (NFV08-052-mai 1997).....	48
2.4.2.4.6 Recherche et dénombrement de la flore fongique : levures et moisissures (Normes XP-V08-059-oct 1996).....	49
2.5. Norme en vigueur relative aux critères microbiologiques des poissons fumés.....	50
2.6. Méthode d'interprétation des résultats.....	51
 CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION.....	 52
 1. RESULTATS.....	 52

1.1. Résultats des audits.....	52
1.2. Résultats des analyses.....	52
1.2.1 Résultats globaux.....	52
1.2.1.1 Nombre d'échantillon par année.....	52
1.2.1.2 Résultats non satisfaisant durant la période d'étude.....	53
1.2.1.3 Niveau de contamination globale.....	54
1.2.1.3.1. Contamination par la FMAT.....	55
1.2.1.3.2 Contamination par les coliformes fécaux (CF).....	57
1.2.1.3.3 Contamination par les staphylocoques présumés Pathogènes (SPP) (<i>Staphylococcus aureus</i>).....	58
1.2.1.3.4. Contamination par les Anaérobies Sulfite Réducteurs (ASR).....	59
1.2.1.3.5 Contamination par les salmonelles.....	60
1.2.1.3.6 Contamination par les levures et moisissures (L & M).....	60
1.2.2 Résultats par établissement.....	61
1.2.2.1 Nombre d'échantillons par établissement.....	61
1.2.2.2. Résultats non satisfaisants (NS) par établissement et par année.....	63
1.2.2.3. Résultats d'analyse et niveau de contamination par Établissement.....	63
1.2.2.3.1. Etablissement X1.....	63
1.2.2.3.1.1 Nombre d'échantillons et résultats non satisfaisants par année.....	63
1.2.2.3.1.2. Niveau de contamination des échantillons De l'établissement X1.....	64
1.2.2.3.2 Etablissement X2.....	65
1.2.2.3.2.1 Nombre d'échantillons et résultats non satisfaits par année.....	65
1.2.2.3.2.2. Niveau de contamination des échantillons De l'établissement X2.....	66
1.2.2.3.3 Etablissement X3.....	66
1.2.2.3.3.1. Nombre d'échantillons et résultats non satisfaisants par année.....	66
1.2.2.3.3.2 Niveau de contamination des échantillons de l'établissement X3.....	67
1.2.2.3.4 Etablissements X4.....	68

1.2.2.3.4.1 Nombre d'échantillons et résultats non Satisfaisant par année.....	68
1.2.2.3.4.2. Niveau de contamination des échantillons de l'établissement X4.....	68
1.2.2.3.5 Etablissement X5.....	69
1.2.2.3.5.1. Nombre d'échantillons et résultats non satisfaisants par année.....	69
1.2.2.3.5.2 Niveau de contamination des échantillons de l'établissement X5.....	70
1.2.3. Relation entre les résultats d'audits et les résultats non satisfaisants.....	70
2- DISCUSSION.....	71
2-1- Nombre d'échantillons	71
2-2- Les espèces utilisées.....	71
2-3- Les résultats des analyses.....	71
2-3-1- Méthodologie	71
2-3-2- Résultats microbiologiques	73
2-3-2-1- Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) et les Coliformes Fécaux	73
2-3-2-2- Staphylocoques Présumés Pathogènes (SPP) (<i>Staphylococcus aureus</i>)	75
2-3-2-3- Les Anaérobies Sulfite Réducteurs (ASR).....	75
2-3-2-4- Les salmonelles.....	76
2-3-2-5- La flore fongique : Levures et Moisissures	77
2.4. Corrélation entre défauts observés et résultats non satisfaisants.....	78
CHAPITRE 3 : RECOMMANDATIONS.....	79
CONCLUSION.....	83
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	86
ANNEXES.....	93

LISTE DES TABLEAUX :

<u>Tableau I</u> : Aw minimum permettant la croissance des microorganismes à une température proche de leur optimum.....	7
<u>Tableau II</u> : Composition approximative du Poisson frais et du Poisson fumé.....	24
<u>Tableau III</u> : Pourcentage des groupes de bactéries rencontrés et leur taux au niveau de la peau et des écailles.....	31
<u>Tableau IV</u> : Critère microbiologique des poissons fumés.....	50
<u>Tableau V</u> : Classification des établissements selon le degré de non-conformité.....	52
<u>Tableau VI</u> : Les échantillons analysés par année durant la période d'étude	53
<u>Tableau VII</u> : Les résultats non satisfaisants par année durant la période d'étude.....	54
<u>Tableau VIII</u> : Niveau de contamination globale.....	55
<u>Tableau IX</u> : Niveau de contamination des échantillons	

par la FMAT (2002 – 2006).....56

Tableau X : Répartition de la contamination des échantillons par la FMAT (2002 – 2006).....56

Tableau XI : Répartition de la contamination des échantillons par les CF (2002 – 2006).....57

Tableau XII : Répartition de la contamination des échantillons par les SPP (2002 – 2006).....58

Tableau XIII : Répartition de la contamination des échantillons par les ASR (2002 – 2006).....59

Tableau XIV : Répartition de la contamination des échantillons par les L&M (2002 – 2006).....60

Tableau XV : Répartition des échantillons par établissement (2002-2006).....62

Tableau XVI : La répartition des résultats non satisfaisants par établissement (2002-2006).....63

Tableau XVII : Nombre d'échantillon et résultats non satisfaisants de l'établissement X164

Tableau XVIII : Nombre d'échantillon et résultats
non satisfaisants de l'établissement X2.....65

Tableau XIX : Nombre d'échantillon et résultats
non satisfaisants de l'établissement X3.....66

Tableau XX : Nombre d'échantillon et résultats
non satisfaisants de l'établissement X4.....68

Tableau XXI : Nombre d'échantillon et résultats non
satisfaisants de l'établissement X5.....69

Tableau XXII : Relation entre les résultats d'audits
et les résultats non satisfaisants.....70

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : la répartition des échantillons analysés par année.....53

Figure 2 : La répartition des résultats non satisfaisants par année.....54

Figure 3 : Courbe évolutive de la contamination par la FMAT.....57

Figure 4 : Courbe évolutive de la contamination par les CF.....58

Figure 5 : Courbe évolutive de la contamination par les SPP.....59

Figure 6 : Courbe évolutive de la contamination par les ASR.....60

Figure 7 : Courbe évolutive de la contamination par les L&M.....61

SIGLES ET ABREVIATIONS :

- **A_w** : Activité de l'eau
- **ABVT** : Azote Basique Volatil Total
- **ADMPC** : Analyse des Dangers et Maîtrises des Point Critiques
- **ADPA** : l'Association Ouest-africaine pour le Développement de la Pêche Artisanale
- **ASR** : Anaérobies Sulfito-Reducteur
- **BCC** : Bouillon Cervele Cœur
- **BP** : Bair Parker
- **BPF** : Bonnes Pratiques de Fabrication
- **BPH** : Bonnes Pratiques d'Hygiène
- **CF** : Coliformes fécaux
- **CRO** : Centre de Recherche Océanographique
- **DAOA** : Denrée Alimentaires d'Origine Animale
- **DSVQ** : Direction des Services Vétérinaires de la qualité
- **EPT** : Eau Peptonnée Tamponnée
- **FAO** : Food Alimentation Organisation
- **FMAT** : Flore Mésophile Aérobie Totale
- **GN** : Gélose Nutritive
- **HACCP** : Hazard Analysis Critical Control Point
- **HEK** : Gélose Hektoen
- **HR** : Humidité relative
- **INADES** : Institut Africain pour le Développement Social
- **INFOPECHE** : Service intergouvernemental d'Information sur la Pêche
- **LCHAI** : Laboratoire Central pour l'Hygiène et Agro-Industrie
- **L & M** : Levures et Moisissures
- **MIPARH** : Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques
- **PCA** : Plate Count Agar
- **SALM** : Salmonelles
- **SM** : Solution Mère
- **SPP** : Staphylocoques Présusés Pathogènes (Staphylococcus aureus)
- **TIA** : Toxi-Infection Alimentaire
- **TMA** : Triméthylamine

INTRODUCTION

Le produit halieutique constitue la première source de protéine animale pour ce pays en développement (19). De plus, avec la crise que connaît la Côte d'Ivoire, le secteur élevage a été sévèrement touché. La production nationale de poissons reste insuffisante environ 71 000 tonnes en 2002 et 70 000 tonnes en 2003 avec une consommation nationale de 13,3-13,8 kg/hab./an pour une population totale de 17,7 millions d'habitants (2003).

C'est pour combler ce déficit qu'un accent particulier est mis sur l'importation de poisson sous forme congelé avec 238 000 tonnes en 2003 (15). Par ailleurs, le poisson reste une denrée très périssable après sa capture. Aujourd'hui, le fumage constitue la première méthode de conservation de poisson en Côte d'Ivoire. Elle est aussi la plus répandue (3) et se fait de façon artisanale. La conséquence est alors une forte manipulation des produits par le personnel, source de contaminations fréquentes par les germes ubiquitaires et pathogènes ; aussi la mauvaise conservation de ces produits favorise le développement de germes d'altération (24). Depuis quelques années, la mise sur le marché international de cette denrée est tributaire de la satisfaction de certains critères microbiologiques. L'Union Européenne est l'un des principaux marchés d'exportation. Ce dernier est régi par une législation sanitaire qui consacre le principe de la prévention par l'assurance des moyens et des conditions de production, en plus de la qualité de la salubrité des produits finis. Il s'avère donc indispensable d'éviter toute perte due au retrait des produits pour non-conformité. La législation sanitaire ivoirienne fixe des modalités obligeant les opérateurs à remplir les conditions minimales relatives à la conception des unités de transformation et à la qualité des produits finis. Une fois les obligations de moyens respectées, il faut effectuer les contrôles pour apprécier la qualité du produit fini. Ainsi, en Côte d'Ivoire, le Laboratoire Central pour l'Hygiène et l'Agro-Industrie (**LCHAI**), assure cette fonction à travers des techniques d'analyse microbiologique. Le niveau de contamination globale de ce produit était en augmentation de 1999 à 2001 (24). C'est pour contribuer à l'évaluation évolutive des différents types de contamination que nous avons choisi le sujet suivant :

« Contribution à l'étude de l'évolution de la qualité microbiologique du poisson fumé en Côte d'Ivoire et destiné à l'exportation ». L'objectif final de ce travail vise

surtout l'amélioration de la qualité hygiénique du poisson fumé destiné à l'exportation après une analyse de la situation. Cette étude comprend deux parties :

La première partie bibliographique, aborde des généralités sur la transformation artisanale du poisson tout en mettant un accent sur le fumage. En outre elle met en exergue la contamination bactérienne du poisson fumé et s'attelle à la prévenir à travers les bonnes pratiques de fabrication et de manutention du poisson fumé. La deuxième partie, expérimentale, est consacrée à la description des méthodes de recherche des germes de contaminations et d'altérations puis elle présente les résultats et envisage leur discussion. Pour clore cette partie, des recommandations sont faites pour améliorer la qualité du poisson fumé.

Première partie

**GENERALITES SUR LA
TRANSFORMATION ET
LA TECHNOLOGIE DU
FUMAGE DE POISSON**

Chapitre 1 : GENERALITES SUR LA TRANSFORMATION DU POISSON

2- Transformation du Poisson

1.1. Objectif

Autour du poisson s'est formé un ensemble de techniques et de procédés de conservation. Certaines méthodes modifient généralement la texture, le goût, l'aspect physique du poisson afin que la détérioration soit ralentie ou arrêté ; mais le poisson acquiert ainsi des caractéristiques modifiées en rapport avec le processus utilisé : ce sont les méthodes de transformation.

1.2. Bases scientifiques

Les méthodes de transformation visent à créer des conditions dysgénésiques au développement microbien et à l'activité enzymatique. Ces derniers sont des systèmes biologiques qui ne fonctionnent que dans des conditions optimales de température, de pH, d'activité de l'eau (A_w) et du potentiel redox (rh).

Ainsi le fait d'abaisser ou de relever un de ces paramètres sélectionne, ralentit, ou supprime le développement des microorganismes. Ce phénomène permet de ralentir, d'éviter les altérations, assurant ainsi la conservation des aliments (43).

1.2.1 Notion d'activité de l'eau (A_w)

L'eau dans l'aliment est en partie libre et en partie liée de façon plus ou moins étroite aux constituants protéiques ou minéraux. Un équilibre entre les deux états s'établit et celui-ci détermine la disponibilité de l'eau pour les microorganismes. L'activité de l'eau (A_w) exprime le pourcentage d'eau libre par rapport à l'eau totale des aliments. L'activité de l'eau pure qui est égale à 1 est déterminée par la formule suivante :

$$A_w = \frac{P}{P^0}$$

P = Pression partielle de vapeur d'eau de l'atmosphère en équilibre avec l'eau de l'aliment dans une enceinte close (humidité relative)

P^0 = Pression de la vapeur d'eau saturante

Dans un aliment l' A_w est défini par la nature et la quantité du sel, du sucre et des protéines dissous. Plus la quantité en ces éléments est grande, plus l' A_w est basse.

1.2.2 A_w et microorganismes

La croissance des microorganismes est dépendante de l' A_w . L'abaissement de l' A_w en dessous d'une valeur optimale augmente la période de latence, réduit la vitesse de croissance et inhibe cette croissance (43).

Chaque microorganisme a une A_w en dessous de laquelle tout développement est compromis (Tableau I)

Bactéries		
Gram +		
Micrococcus		0,90-0,95
Staphylococcus aureus		0,84-0,92
Bacillus		0,90-0,99
B. cereus		0,92-0,95
B. subtilis		0,90
B. strearothermophilus		0,93
Clostridium		0,90-0,98
Cl. botulimum A,B		0,94-4,95
Cl botulimum E		0,97
Cl. perfringens.		0,95
Lactobacillus		0,90-0,94
Halobacterium halobium		0,75
Gram -		
E. coli		0,94-0,97
Salmonelles		0,93-0,96
Vibrio costicolus		0,86
Vibrio paraheamolyticus		0,93-0,98
Pseudomonas		0,96-0,98
Autres gram -		0,95-0,98
Saccharomyces	Levures	0,62-0,94
Moisissures		
Pénicillium		0,80-0,83
Aspergillus		0,70-0,82

Source (43)

Tableau I : Aw minimum permettant la croissance des microorganismes à une température proche de leur optimum.

3 – Transformation artisanale du poisson

La transformation du poisson peut être industrielle (conserverie) ou artisanale. Cette dernière est très répandue dans le monde en général et dans les pays en voie de développement, en particulier la Côte d'Ivoire. Le fumage, le salage et le séchage sont les principaux modes de transformation artisanale appliqués seuls ou en association.

La transformation artisanale est une activité post-capture de la pêche

Elle demeure une nécessité pour assurer la couverture en protéine animale des pays en voie de développement comme la Côte d'Ivoire.

2.1 Nécessité de la transformation artisanale

Parmi toutes les denrées d'origine animale, le poisson est assurément l'une des plus périssables (2). Dans les pays tropicaux, le poisson se détériore très rapidement par suite des températures ambiantes élevées (27). La non utilisation de système de conservation par le froid dans les zones productrices engendre des pertes post captures importantes pouvant atteindre un taux de 40%.(24)

La transformation du poisson devient un besoin impérieux en vue de sa conservation.

2.2 Importance de la transformation

Le poisson traité fait partie de l'alimentation de base dans de nombreux pays tropicaux (27). Il sert souvent à des préparations culinaires spéciales, tels que les ragoûts et les soupes.

Ainsi l'emploi de ces produits est étroitement lié aux habitudes alimentaires du consommateur. Le traitement artisanal du poisson reste la méthode de conservation du poisson la plus utilisée en Afrique, malgré plusieurs tentatives d'introduction de système de congélation dans ces zones.

En Côte d'Ivoire le fumage est la première méthode de conservation du poisson. Outre sa commercialisation sur les marchés du pays, il s'exporte vers les pays de la sous-région ouest-africaine, les pays européens et l'Amérique du Nord ; En 2002, 713,967 tonnes ont été exportées(16) pour une valeur de 471 millions de francs CFA.

CHAPITRE 2 : TECHNOLOGIE DU FUMAGE DU POISSON

En Côte d'Ivoire, le fumage est la première technique de transformation artisanale du poisson ; c'est la technique la plus répandue (3).

Il concerne aussi bien le poisson congelé importé que le poisson frais de la pêche nationale industrielle. On estime à environ 50% de la proportion de poissons congelés traités par cette méthode et 90% celle de poisson frais (3).

1. Fumage du poisson

2.1- Généralités

Le fumage englobe différents types de méthodes qui, en pays tropicaux et en Afrique particulièrement, ne correspondent pas forcément à un fumage vrai mais à une cuisson-fumage-séchage. Il permet de conserver le poisson dans des zones où les autres techniques sont peu efficaces, du fait d'une hygrométrie trop élevée.

Traditionnel dans quelques pays, le fumage du poisson se développe actuellement sous l'impulsion d'organismes nationaux ou internationaux. Cette méthode se rencontre essentiellement en Afrique : Congo, Bénin, Côte d'Ivoire, Le Tchad, Sénégal (26).

1.1.1- Définitions

D'après HUET que cite SCHAAN (45), le fumage consiste à imprégner une denrée par les principes volatiles constituant la fumée obtenue lors de la combustion du bois.

Selon WATANABE (51) le fumage en Afrique correspond à un braisage où la fumée sert davantage à sécher le poisson qu'à lui donner un goût de fumé

KNOCKAERT (35) définit deux types de fumage :

- le fumage à froid, où la température de la fumée est maintenue en dessous de 28°C ; le produit final a le goût de « fumé », mais reste cru,
- le fumage à chaud, où le poisson fumé est plus ou moins cuit (60-120°C)

Le fumage de poisson consiste donc à imprégner le poisson des composants de la fumée afin de lui donner un goût et une odeur spécifiques très recherchés. La fumée est obtenue par combustion du bois en général.

1.1.2- Principes et importance

Au cours de ce traitement, on observe deux phénomènes simultanés :

Une déshydratation par entraînement, le poisson étant placé dans un courant d'air chaud et une action antiseptique aromatisante, colorante de la fumée (21).

Le but principal du fumage est de parvenir à une conservation prolongée du poisson. Mais utilisé seul, il n'assure pas une durée de conservation longue, car il n'empêche pas le déroulement du processus de dégradation et de putréfaction.

Le poisson fumé doit donc être traité comme un produit frais.

Dans les pays tropicaux où les conditions de maintenance au froid sont difficiles, on associe le plus souvent le salage et le séchage au fumage. Ce qui permet de réduire la teneur en eau du poisson.

En côte d'Ivoire, les populations qui s'adonnent à cette activité tout le long du littoral ivoirien associent particulièrement le séchage au fumage.

1.1.3. Intrants et matériels de fumage

1.1.3.1. Intrants du fumage

1.1.3.1.1. Espèces de poissons utilisées en Côte d'Ivoire.

Le fumage en Côte d'Ivoire concerne tous les types de poisson y compris le poisson importé, à l'origine congelé (26).

Les nombreux plans d'eau que sont les rivières, les lacs, les fleuves, les lagunes et l'océan atlantique constituent pour de nombreuses personnes, une source abondante d'approvisionnement en poisson frais.

Mais la pauvreté en ressources halieutiques des eaux maritimes ivoiriennes a fait du poisson importé la principale source d'approvisionnement ; avec 238 000 tonnes en 2003 (15).

Il s'agit essentiellement d'espèces pélagiques et demi-pélagiques de mer qui sont congelées et débarquées au port d'Abidjan. Les importations de poissons congelés sont dominées par trois principales espèces qui représentent 80 % des tonnages débarqués. Il s'agit du chinchard (*Decapterus spp.*) 52 %, du maquereau (*Scomber japonicus*) 18 %, et de la Sardinelle (*Sardinella eba et Sardinella aurita*) 10 % (3).

Les sardinelles représentent la matière première la plus utilisée pour le fumage artisanal (60-65 %) (24) en Côte d'Ivoire. Outre ces principales espèces, les importations de poissons congelés portent sur de faibles quantités d'ombrine, de carpe, de capitaine, de machoiron (*Arius SPP*), de pageot (*Pagellus bellottii*), de dorade (*Pagrus pagrus*) et de ceinture (*Trichirius pepturus*). Ces espèces représentent 20 % des importations (3).

Les espèces d'eaux douces et saumâtres sont aussi fumées, particulièrement l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*), le tilapia (*Tilapia nilotica*) et le machoiron (*Arius Spp*).

1.1.3.1.2 – Combustibles et caractéristiques de la fumée

1.1.3.1.2.1 - Combustibles

Différents types de combustibles sont utilisés pour fumer le poisson à savoir :

- le bois de chauffage
- la sciure de bois
- la pulpe ou les déchets de canne à sucre
- l'épi de maïs
- la peau d'ananas séchée

A part le bois de chauffage, tous les autres matériaux sont des sous-produits d'autres opérations de transformations (23).

L'utilisation de ces matériaux dépend de leur disponibilité et de la préférence du transformateur. En effet, c'est le contexte local et les disponibilités en bois qui déterminent le choix du combustible. Le bois de chauffage est le combustible le plus utilisé seul ou associé à certains sous-produits de transformation.

Il n'existe pas d'essences de bois spécifiques au fumage des produits halieutiques. Toutes les variétés de bois peuvent être utilisées mais on évite cependant le bois résineux et le bois Teck, qui produit des arômes désagréables et une vapeur âpre. On déconseille aussi les bois qui brûlent en produisant de grandes flammes car les poissons risquent d'être carbonisés avant d'être fumés (21).

L'existence d'une forêt dense au sud de la Côte d'Ivoire offre de nombreuses essences de bois qui sont utilisées pour le fumage à l'intérieur du pays comme à Abidjan.

Les essences les plus connues sont le Sipo (*Entandophragma utile*) et le Fraké (*Terminalia superba*). Elles sont réputées pour donner une bonne coloration au poisson (3).

A Abidjan et ses environs, la rareté de ces espèces fait utiliser couramment la bourre ou fibres de coco (Gonzagueville) ou la peau d'ananas séchée associée aux noix de palme (Marché de Belle-Ville) (3).

Le bois de mangrove et le manguier rouge, assez abondant dans certains pays tropicaux, sont intéressants car ils brûlent en dégageant beaucoup de fumée, même lorsqu'ils viennent juste d'être coupés (21)

1.1.3.1.2.2 – Caractéristiques de la fumée.

La fumée résulte d'une combustion incomplète du bois qui varie avec la source du combustible et la ventilation du feu.

La fumée de bois est un mélange de gaz, de vapeurs et de gouttelettes. Les gouttelettes forment la partie visible de la fumée, bien que les vapeurs invisibles contribuent à l'odeur caractéristique.

L'on a montré que ce sont surtout les vapeurs qui sont absorbées par le poisson pendant le fumage. Les substances des vapeurs se dissolvent en liquide à la surface. Le taux d'absorption dépend de l'humidité à la surface du poisson et du taux du débit de la fumée.

On connaît assez mal la composition exacte de la fumée. La composition chimique de la fumée dépend de nombreux paramètres tels que la température de combustion, la nature du bois et les techniques de fumage.

Selon **PENSO** (40), la fumée contient :

- de l'hydrogène
- de l'oxyde de carbone
- de l'acide carbonique
- des alcools : alcool méthylique et éthylique
- des aldéhydes : aldéhydes formiques,
de l'acide acétique et ses homologues : acides propionique, butyrique, valérique,
- des cétones
- des crésols, des gaïacols
- des goudrons,
- et des huiles créosotées.

Ces constituants de la fumée exercent plusieurs actions sur le poisson :

- Actions sur les qualités organoleptiques :

La formation d'arômes et de saveurs particulières est due essentiellement aux phénols de la fumée. La qualité du combustible utilisé influence la saveur et l'odeur du produit. La couleur varie, allant du jaune doré au brun foncé (21).

- Actions sur les micro-organismes :

Les phénols ont un rôle anti-bactérien. Ce rôle est sélectif et dépend du type de fumée. Le phénol et le formol réalisent une inhibition de la putréfaction superficielle. Par ailleurs, le formol et l'acide tannique entraînent la coagulation des protéines ; ce qui contribue à éviter la putréfaction (21).

- Actions réductrices :

Cette action est due à des substances comme les aldéhydes, les cétones et le gaïacol, qui ralentissent le rancissement (7).

- Actions toxiques :

Les composés présents dans la fumée n'ont pas toujours des rôles bénéfiques. Lorsque le fumage est mal conduit, certains peuvent présenter des risques.

Ainsi, le 3,4-benzopyrène qui se dépose sur le poisson est susceptible de provoquer l'apparition de cancers. Il est surtout présent lors du fumage à chaud en

quantité 8-9 fois plus élevée que dans le fumage à froid (35) lorsque la température dépasse 45°C.

En fait, dans un fumage bien conduit, le risque est presque nul ; même en Afrique où le poisson est parfois carbonisé avant d'être fumé, les risques sont minimes si la consommation ne dépasse pas 50 Kg par an (21)

1.1.3.2 – Matériel de fumage

Deux principaux types de fours sont couramment utilisés en Côte d'Ivoire :

- le four en tôle circulaire,
- le four avec une forme parallélépipédique.

Ce dernier est celui qui est le plus utilisé à Abidjan et ses environs (3). Le four en tôle circulaire est surtout utilisé dans les villes de l'intérieur du pays. On note dans certains villages l'utilisation de four en terre.

Face aux déperditions de chaleur et de fumée, à la consommation excessive de combustible et à la capacité réduite des fours traditionnels cités plus haut, des améliorations ont été faites dans la pratique. Cela a abouti à l'élaboration de fours traditionnels améliorés.

Il s'agit du four « Côte d'Ivoire », du four « Aby » et du four « Chorkor »

1.1.3.2.1 – Fours traditionnels

1.1.3.2.1.1. – Four de terre

De forme cylindrique, le plus anciennement connu est le four traditionnel africain. Il est fait de boue malaxée à la main ou de banco (boue + paille). Son diamètre intérieur varie de 80 cm à 100 cm, pour une épaisseur d'environ 10 cm et une hauteur d'environ 60 cm.

1.1.3.2.1.2 – Four en tôle circulaire

Ce type de four est fabriqué à partir d'un fût métallique de 200 litres selon les mêmes principes que le four en terre. Le plus connu est construit avec un demi – fût.

1.1.3.2.1.3 – Four parallélépipédique

Construit en tôles métalliques, ce four offre sur les côtés des ouvertures qui servent aussi à l'alimentation en combustibles.

Il mesure en moyenne 2 m de long sur 2 m de large avec une hauteur de 80 cm environ (24).

1.1.3.2.2 – Fours améliorés

1.1.3.2.2.1 – Four « Côte d'Ivoire »

Elaboré depuis 1963 sous l'influence de la direction des pêches maritimes et lagunaires et de la FAO, ce modèle amélioré du four traditionnel a été répandu en basse côte (2).

1.1.3.2.2.2 – Four « Aby » ou four « Adiaké »

Le four « Aby » est un four traditionnel amélioré, semblable à celui habituellement utilisé autour de la langue d'ABY. Ce four amélioré vise la réduction de la consommation de bois, des pertes d'énergies, de la durée du fumage, des manipulations du poisson tout en conservant les qualités organoleptiques du produit fumé.

1.1.3.2.3. Four « Chorkor »

Le four « Chorkor » tient son nom de la localité où il est le plus utilisé, c'est-à-dire du village Chorkor dans la région d'Accra (Ghana).

De par sa conception, il apparaît comme une réplique du four type ivoirien.

Il a de nombreux avantages :

- la répartition de la température est meilleure mais reste cependant très influencée par la force du vent ; d'où la nécessité, lorsqu'on retourne les poissons et qu'on inverse l'ordre des claies, de leur faire une rotation d'un demi-tour.

- si l'on se place du point de vue des transformatrices, on se rend compte que le four Chorkor à leurs préférences quoique le four « Côte d'Ivoire » soit accepté. En effet, le réaménagement des poissons est un travail fastidieux et le maniement facile des claies dont ne dispose pas le four « Côte d'Ivoire » est très apprécié. De plus, l'adaptabilité du four Chorkor est une source de satisfaction pour ces femmes. Grâce à ce four, elles

peuvent traiter de grandes quantités de poissons quand cela est nécessaire ou n'utiliser que la moitié du four lorsqu'elles ne disposent que d'une petite quantité de produits à transformer.

D'autre part, le four Chorkor leur offre de bonnes possibilités de stockage et de réfumage des produits transformés sans avoir à manipuler le poisson.

1.1.4. Action des conditions atmosphériques

Le séchage qui est l'étape finale, mais importante, du fumage du poisson dans nombre de pays africains dépend de la température, de l'humidité relative (H.R) et de la vitesse de l'air.

1.1.4.1- Humidité relative (H.R) de l'air

L'humidité relative de l'air ou hygrométrie est le degré de saturation de l'air par la vapeur d'eau. Ainsi plus faible est l'H.R de l'air, grande est la capacité de l'air à absorber l'eau et plus rapide sera le séchage.

1.1.4.2- La vitesse de l'air

L'énergie thermique qui est nécessaire pour éliminer l'eau peut être apporté par l'action du vent. En effet une grande vitesse de l'air accélère le séchage. Celui-ci est d'autant plus efficace que la surface de contact du poisson avec l'air est plus grande.

1.1.4.3- La température de l'air

La quantité de vapeur d'eau que l'air absorbe dépend de sa température de sorte que si l'air sec et frais est chauffé en entrant dans le fumoir, sa capacité de séchage s'en trouvera considérablement renforcée. En effet, lorsque de l'air sec et frais pénètre dans le four ou il est réchauffé, il est beaucoup plus léger que l'air extérieur et il circule donc rapidement jusqu'au fumoir et sur le poisson.

Dans les climats humides, l'air saturé qui est déjà chaud, ne peut pas être réchauffé davantage suffisamment vite pour abaisser sa teneur en vapeur d'eau de sorte que sa capacité de séchage du poisson est amoindrie.

1.2-Préparation du poisson

Il s'agit de toutes les opérations préliminaires au fumage du poisson. Elles présentent un intérêt hygiénique et technologique. Ces étapes dépendent beaucoup des habitudes et des recettes locales. Ces opérations comprennent la décongélation, le lavage, le parage et le pré-séchage ou salage.

1.2.1- Décongélation

Elle concerne le poisson congelé livré en carton depuis les entrepôts frigorifiques. Le poisson est alors détaché du bloc de poissons congelés à l'aide d'un couteau et trempé dans un récipient contenant de l'eau potable ou de l'eau de mer. Cette opération sert de lavage également. L'exposition au Soleil du bloc de poissons facilite la décongélation.

1.2.2- Lavage

Il se fait avant et après le parage du poisson. Le lavage est effectué pour débarrasser le poisson des souillures externes (mucus, bactéries) et des restes de viscères et de sang. Il est soigneusement réalisé dans un récipient propre et l'eau est en générale renouvelée. D'après certaines croyances locales, lorsque le poisson est plusieurs fois lavé, il perd son goût naturel. Très souvent donc, le poisson n'est lavé qu'une seule fois.

1.2.3-Parage

Le parage comprend l'écaillage, l'éviscération, l'étêtage et le tranchage.

1.2.4-Préfumage

- Le plus souvent en Afrique, on préconise une phase de pré-fumage qui précédera celle du fumage. Les poissons sont suspendus ou posés sur des claies surélevées et ils subissent un séchage à l'ombre ou au soleil. Puis ses mêmes claies sont présentées à la chaleur.

Cette opération de pré-séchage permet une déshydratation lente du produit qui a l'avantage de raffermir la chair du poisson. Elle peut durer une à deux heures à 30-40°C. Le feu ne doit pas être intense.

- Le séchage est utilisé comme opération préliminaire au fumage en Europe ou le poisson est plongé dans une saumure saturée pendant une quinzaine de minutes, le poisson est ensuite légèrement fumé et conservé au froid.

Cette méthode améliore la saveur du poisson, lui donne un aspect plus brillant et le rend plus appétissant.

2. Etapes du fumage

Nous avons généralement trois étapes suivant les procédés de fumage :

- la cuisson
- le fumage proprement dit
- le séchage

2.1-Cuisson

Elle consiste à raffermir la chair. La hauteur des flammes est maintenue à un niveau qui évite au produit de calciner. Ensuite le feu est augmenté de manière à obtenir un feu vif (au moins de 85%) pendant une à deux heures.

2.2-Fumage « proprement dit »

Il consiste à produire de la fumée. Il faudra souvent retourner le poisson pour obtenir un produit homogène. Le feu doit être modéré (60°C) pour poursuivre le processus de séchage.

C'est la phase la plus importante du point de vue technologique. Elle peut s'étendre sur deux jours, suivant la durée souhaitée de conservation du produit. Plus elle est longue, plus sec sera le produit et plus tardive sera l'altération de la qualité. Toutefois, un produit trop sec serait cassant et s'émietterait facilement (24).

2.3-Séchage

Il est réalisé à l'ombre ou au soleil et intervient après que le poisson soit fumé ou ré-fumé. Il consiste à une déshydratation ou une dessiccation lente du poisson sous l'action de l'énergie thermique apportée par le vent, le soleil ou la combustion du bois.

Les poissons sont suspendus à des piquets ou disposés au sol ou sur les claies de fumage au-dessus du four.

Parfois, le fumage proprement dit et le séchage se font simultanément afin d'accroître la durée de conservation du produit et pour que celui-ci soit fortement imprégné de l'odeur de la fumée.

3. Différents types de fumage

On distingue deux types de fumages selon **KNOCKAERT (35)**

- fumage « à froid »
- fumage « à chaud »

3.1-Fumage « à froid »

Il est surtout pratiqué dans les pays tempérés. La température est maintenue entre 20°C et 25°C et ne doit en aucun cas dépasser 28°C car le poisson ne doit ni cuire ni trop se dessécher. Elle est régulée soit par admission d'air frais, soit par passage de la fumée dans un échangeur. Au cours de cette opération, on doit surveiller la ventilation, la température et l'hygrométrie de l'air.

La durée de traitement varie de quelques heures à quelques jours, selon le type d'installation et le produit désiré. Le fumage « à froid » requiert des conditions d'hygiène et un contrôle de qualité très rigoureux car le produit final ayant une teneur en eau encore importante.

Sa durée de vie est limitée. Il est généralement emballé sous vide et entreposé au froid ou congelé.

Ce type de fumage est déconseillé donc dans les pays où les installations de stockage et de distribution sont insuffisantes comme les pays africains.

Avant cette phase de fumage « à froid », on précède parfois à un pré-séchage qui permet d'améliorer l'aspect du poisson et surtout d'éviter le durcissement qui peut se produire lors du fumage.

La température conseillée est comprise entre 22°C et de 26°C et l'humidité relative de l'air entre 60% et 65%.le temps de séchage dépend de la l'espèce et la taille du poisson. Il varie entre une et trois heures.

Afin d'éviter les manipulations successives, on utilise le même système de disposition des poissons pour le séchage et le fumage.

3.2-Fumage à « chaud »

C'est la méthode la plus utilisée en pays tropicaux car on obtient un produit relativement stable. Les poissons sont, le plus souvent, préalablement salés et séchés. La température utilisée varie entre 60°C et 120°C : le poisson est donc fumé et cuit en même temps.

Afin d'éviter une cuisson trop rapide et surtout un croûtage en surface, il est préférable de commencer par une température plus basse (30°C à 40°C) pendant une à deux heures. Ainsi le poisson ne cuit pas trop vite et ne se fractionne pas.

La température est ensuite augmentée jusqu'à 45°C à 80°C à plus pendant deux ou quatre heures.

La teneur en eau du produit final est variable car elle dépend du produit désiré et du produit utilisé.

Le fumage traditionnel des pays tropicaux entre dans cette catégorie.

3.2.1- Fumage à « chaud » court

C'est un procédé de fumage qui dure environ trois heures. Le produit final a perdu entre 25 à 50% de son poids. Avec une teneur résiduelle en eau de 50%, il ne peut être conservé que pendant une ou deux semaines car ce pourcentage est favorable à la multiplication des moisissures et des bactéries.

3.2.2-Fumage à « chaud » long

Dans ce cas, le fumage dure trois à quatre jours. Le produit final présente une perte de poids de l'ordre 70% avec une teneur résiduelle en eau inférieure à 16%. Sa durée de conservation est supérieure à un mois à condition de l'entreposer dans un endroit sec.

Dans les pays en développement, le poisson est fortement fumé et séché afin de pouvoir être distribué et stocké sans dispositif spécialisé.

En Côte d'Ivoire c'est le séchage-fumage qui est connu depuis longtemps et apprécié par les consommateurs.

3.3-Séchage-fumage du poisson

C'est un fumage à « chaud » long réalisé sans salage préalable. Cette méthode permet de réduire le volume et le poids du poisson d'environ 1/3, tout en lui conservant une partie de sa valeur alimentaire.

Plus de 3/5, des poissons pêchés en Côte d'Ivoire subissent cette transformation (24).

Le séchage-fumage constitue plus une occupation familiale qu'une industrie artisanale pour les femmes ivoiriennes.

Les fumeuses professionnelles se rencontrent parmi les fanti vivants dans les cités de périurbaines (GONZAGUE-VILLE ; VRIDI-VILAGE) et dans les villes du littoral.

L'environnement est caractérisé par une humidité relative élevée (80 à 85%) favorable au développement des moisissures et l'infestation des produits par des insectes (*dermeste sp*; *nécrobio sp.*).

Le séchage –fumage est donc un procédé de fumage adéquat pour obtenir des produits de longue durée pour les transformateurs en Côte d'Ivoire.

CHAPITRE 3 : CARACTERISTIQUES ET FACTEURS INFLUENÇANT LA QUALITE DU POISSON FUME

I- Caractéristiques du poisson fumé

1.1-Caractéristiques organoleptiques

Elles diffèrent selon les espèces et les impressions sensorielles (vue, odeur, goût) que procure le produit pendant sa dégustation. Mais en général, le poisson fumé présente :

- une coloration brun-jaunâtre ;
- une odeur un peu rance, légèrement ammoniaquée et fumée ;
- une texture molle et tendre pour les poissons fumés à froid ;
- une texture dure et sèche pour les poissons fumés à chaud ;
- un goût particulier très recherché ;
- une friabilité nulle ;
- un pH de 6 à 6,9.

1.2-Caractéristiques microbiologiques

Le poisson fumé devrait être exempt de micro-organismes en quantité nocive pour l'homme et ne contenir aucune substance susceptible de constituer un risque pour la santé publique compte tenu de la technologie utilisée pour l'élaborer (fumée et température).

Cependant, le fumage à chaud ne supprime pas nécessairement la formation de *Clostridium botulinum* type E et la production de toxines. Pour le poisson ayant subi un salage préalable au fumage, certaines bactéries halophiles se développent même après le fumage, notamment des bactéries halohydriques et halophiles dans du poisson fumé dont l' A_w est abaissé à 0,75.

Le poisson fumé fortement salé résiste en général aux attaques bactériennes mais pas toujours à celles des moisissures (4)

1.3- Caractéristiques nutritives du poisson

Dans beaucoup de pays africains, le traitement du poisson a principalement pour objectif de conserver cet aliment et d'obtenir une saveur recherchée.

Toutefois, le traitement a très souvent pour conséquence d'affecter la valeur nutritionnelle des produits alimentaires. Le fumage semble bien au contraire la potentialiser. Le tableau suivant montre la composition approximative des produits frais et fumés à base de poisson.

Type de Poisson	Energie (calories)	Humidité %	Protéines %	Graisses %	Cendres %
Anchois					
Frais	92	73,8	18,4	1,5	7,3
Séché Fumé	380	11,9	68,6	3,5	16,0
Chinchard (<i>Decapterus rhonchus</i>)					
Frais	125	72,5	22,6	2,8	1,3
Fumé à chaud	212	65,9	33,9	7,4	2,4
Baboune (<i>pagrus spp, Dentex spp</i>)					
Frais	104	77,3	18,3	2,7	1,2
Fumé	179	61,7	29,1	4,7	1,3
Tilapia					
Frais	123	73,4	16,6	5,8	6,8
Fumé	368	20,9	67,5	8,8	2,7

Source (25)

Tableau II: Composition approximative du poisson frais et du poisson fumé

Compte tenu du fait que le poisson est une source majeure de protéines, il ressort de l'examen du tableau que le fumage n'a pas d'effets néfastes sur la teneur brute en protéines des produits de la pêche.

Les produits fumés ont une teneur en protéines qui va de 30 pour cent environ à plus de 65 pour cent suivant la teneur en eau : ces produits sont par conséquent une bonne source de protéines animales.

D'autre part, l'apport calorique de ces produits représente au moins le double, voir le triple de celui des produits frais.

Une étude menée au Cameroun, pays tropical de l'Afrique centrale sur la composition globale des produits de la pêche conservés par des méthodes artisanales,

entre autres le séchage - fumage a révélé que les poissons appelés bonga (*Ethmalosa dorsalis*) tous séchés - fumés sont riches en cendre (19 à 24%), en calcium (4 à 8%), en phosphore (1,5 à 4,4%) et souvent en fer (24). Ces produits fumés sont également riches en vitamines sensibles à la chaleur et à l'oxydation, phénomènes inhérents au fumage.

La thiamine (Vitamine B1) et la Riboflavine (Vitamine B2) sont du nombre et ont été évaluées respectivement entre 0,3 à 0,6 mg pour la thiamine et entre 30 à 105 mg pour la riboflavine pour 100g de matières sèches (24).

Toutes ces données attestent que le poisson fumé est un aliment de haute valeur nutritive qui répond aux besoins des populations. Sa qualité devrait davantage préoccuper les autorités sanitaires au regard de son importance dans le programme alimentaire des pays en développement dont la Côte d'Ivoire.

1.4- Place du poisson fumé dans l'économie ivoirienne

La place du poisson fumé dans l'économie ivoirienne s'apprécie de part son importance dans le secteur halieutique. Etant une activité post-capture, le fumage en Côte d'Ivoire est essentiellement une activité artisanale qui occupe une proportion importante avec 70 000 personnes employées dans le secteur, et faisant vivre 400 000 autres(24).

Première méthode de conservation du poisson, le fumage met à la disposition des populations des produits très appréciés utilisés à la fois comme ingrédients et mets.

Le poisson fumé, outre sa commercialisation sur les marchés du pays, s'exporte vers les pays de la sous-région ouest-africaine, les pays européens et l'Amérique du nord. En l'an 2002, 713,967 tonnes ont été exportées pour une valeur de 471 millions de F CFA environ (16).

2. Facteurs influençant la qualité du poisson fumé

2.1-Contamination bactérienne de la matière première

2.1.1- Introduction

Juste après la capture, le poisson dont les muscles sont pratiquement stériles (24) ne renferme de bactéries que sur la peau, les branchies et dans les viscères. La majorité de cette flore bactérienne (à l'exception de *Clostridium botulinum*, *Vibrio parahaemolyticus* et *Listeria monocytogenes*) est de nature banale, donc inoffensive ou seulement responsable de l'altération de la qualité marchande des produits (1).

C'est au cours des manutentions, de la transformation et de la commercialisation que le poisson peut être contaminé par des germes dangereux (pathogènes).

Au contraire, les mollusques bivalves lamellibranches qui se nourrissent par filtration et concentrent différentes substances dont les bactéries, sont particulièrement dangereux, d'où les règles strictes de contrôle sanitaire auxquels ils sont soumis (5).

Ainsi, on peut comme **ROZIER** (44), **BOURGEOIS** et **LEVEAU** (10), distinguer deux origines possibles de contamination des produits de pêche :

- une origine primaire ou endogène liée au milieu de vie des produits de la pêche (milieu marin, eau douce...);
- une origine secondaire ou exogène qui a trait à la contamination des produits après leur capture.

La contamination aura donc inévitablement des conséquences tant sur la qualité organoleptique (donc la valeur marchande) que sur la qualité microbiologique des produits de la pêche.

2.1.2- La contamination primaire ou endogène

Elle a lieu du vivant de l'animal par le biais de la respiration et de l'alimentation (germes rencontrés dans les branchies et dans les viscères) et lors des déplacements des poissons dans les eaux contaminées, par dépôt des germes sur la peau. Il s'agit essentiellement de bactéries propres à l'environnement naturel des poissons et autres fruits de mer (4). Ces germes sont localisés dans le tube digestif, dans le mucus de la peau et dans le mucus des branchies.

Selon **DHAOUI** que cite **DJINO** (24), les charges bactériennes moyennes pour le poisson venant d'être capturé représentant 10^2 à 10^5 germes / cm^2 pour la peau, 10^3 à 10^7 germes / g pour les branchies et plus de 10^8 germes /g pour le contenu intestinal.

Ces diverses espèces bactériennes prolifèrent après la mort du poisson vers les tissus les plus fragiles (sang, foie, rein) ; mais également vers tous les éléments proches des branchies et du tube digestif et sont par conséquent à l'origine de l'altération des produits.

Selon **HUSS** que cite **AZIBE** (4), les germes de contamination endogène peuvent être regroupés en 3 classes en fonction de leurs origines :

- les germes typiquement aquatiques ;
- les germes d'origine tellurique ;
- les germes provenant des animaux ou de l'homme.

2.1.2.1- Les germes typiquement aquatiques

Selon **HUSS** cité par **AZIBE** (4) la flore microbienne prédominante des produits marins en zone tropicale est composée de bactéries à Gram positif mésophiles.

2.1.2.2- Les germes d'origine tellurique

Ce sont des bactéries vivant dans le milieu terrestre et dont la dissémination dans le milieu aquatique est assurée par la pluie et les eaux de ruissellement.

Cette flore tellurique est essentiellement composée par des bactéries sporulées en particulier les genres *Clostridium* et *Bacillus*.

2.1.2.3- Les germes d'origine humaine ou animale

Il s'agit essentiellement des bactéries du tube digestif de l'homme et des animaux, ce qui traduit une pollution marine d'origine fécale.

Par ailleurs, les effluents domestiques non traités rejetés par les grandes agglomérations sont une source importante de contamination en milieu marin. Cet impact est d'autant plus prononcé que le milieu concerné a un faible coefficient de renouvellement, une température élevée et une faible oxygénation limitant son pouvoir auto-épurateur.

Les germes rencontrés dans ce cas sont en général très pathogènes : il s'agit essentiellement des genres Salmonella, Staphylococcus, Clostridium et Streptococcus (32), (42).

A l'exception de ce dernier qui est recherché dans l'eau et dans les huîtres, tous les autres font l'objet d'un contrôle systématique en industrie alimentaire.

2.1.3- La contamination secondaire ou exogène

Elle regroupe toutes les possibilités de contamination des produits de la pêche depuis la capture jusqu'à la table du consommateur.

La contamination exogène fait intervenir deux types de vecteurs :

- les vecteurs animés ;
- les vecteurs inanimés.

2.1.3.1- Les vecteurs animés

Il s'agit de l'homme et des animaux.

HOBBS cité par **SEYDI** (46) affirme que l'homme est la source la plus fréquente de contamination des Denrées Alimentaires d'Origine Animale (D.A.O.A).

Ainsi, l'homme chargé de la préparation, de la manipulation, de la récolte ou de la commercialisation des denrées alimentaires doit être fortement sensibilisé sur les respect des règles d'hygiène tant en ce qui concerne l'hygiène corporelle que les bonnes pratiques de transformation.

L'homme intervient comme agent animé de contamination de deux manières différentes :

- Homme vecteur actif

L'homme est un réservoir de germes divers. La flore fécale humaine est composée de 95% de germes des groupes bactéroïdes, Bifidobacterium (10^9 à 10^{10} germes/g), de 5% de coliformes, entérocoques et lactobacilles et d'un petit nombre de staphylocoques, *Clostridium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, levures, moisissures, virus . La flore banale de la peau oscille entre 10^2 et 10^3 germes / cm².

L'homme peut aussi être porteur et excréteur de germes dangereux : c'est le cas des malades, des convalescents et des porteurs sains. Comme l'ont rapporté **ROZIER et coll.** (44), ce sont surtout des individus atteints d'affections respiratoires (rhume, angine, sinusite à staphylocoques ou à streptocoques) digestives (gastro-entérites), hépatites à salmonelles) ou cutanée (plaie suppurée, abcès, furoncles) qui constituent les véritables vecteurs actifs de germes dans les DAOA.

- ***Homme vecteur passif***

Hormis les germes qu'il héberge, l'homme peut assurer le transfert de germes de matières souillées à la denrée alimentaire. C'est le cas lors de la manipulation des produits avec des mains sales, lors du contact des denrées avec des vêtements mal entretenus, des gants souillés, des bottes ;

Au même titre que l'homme, les animaux sont des agents de contamination à surveiller. En effet, ils hébergent également une flore intestinale riche et fort diversifiée avec des germes banals comme les coliformes, les entérocoques et *Proteus* ; cependant, ils peuvent également héberger des germes dangereux pour l'homme tels que *Salmonella*, *Clostridium*, *Staphylococcus*...

Selon **ROZIER et coll.** (44), la peau des animaux est recouverte de 10^3 à 10^9 germes / cm^2 ; d'où la nécessité d'interdire leur introduction dans les industries agroalimentaires.

2.1.3.2- Les vecteurs inanimés

Ce sont des éléments inertes pouvant être responsables du transfert de germes sur les aliments. On distingue principalement le sol, la terre, l'air, les locaux et le matériel.

Le sol, la terre

C'est l'habitat naturel de nombreux germes dit telluriques, le sol, en contact permanent avec les déchets tant animaux qu'humains, constitue une source de contamination importante des DAOA.

L'eau

L'eau est la matière première la plus utilisée dans les industries agroalimentaires, surtout dans les industries de transformation des produits de la pêche. Tantôt ingrédient, l'eau sert aussi au nettoyage.

Il est donc primordial de savoir que cette eau peut devenir un milieu de développement de germes de contamination, notamment les bactéries psychrophiles du genre *Pseudomonas* (30). Les éclaboussures d'eau, l'utilisation de la glace fondante fabriquée avec une eau souillée, sont par conséquent autant de sources de contamination redoutables pour les produits de la pêche.

L'air

La poussière, la buée et la fumée véhiculées par l'air sont d'excellents supports pour les germes responsables d'altération ou de maladie. Les courants d'air peuvent soulever dans les tourbillons de poussière, les germes du sol qui pourront ainsi se déposer sur les denrées alimentaires.

Locaux et matériel

Les locaux peuvent constituer de véritables gîtes de microbes pour les denrées alimentaires, s'ils ne sont pas régulièrement désinfectés. Leurs parois doivent être dépourvues de fissures et de rugosités pour permettre une désinfection efficace.

Le rôle du matériel comme vecteur inanimé de contamination exogène est important à considérer, puisqu'il entre en contact avec le produit tout au long de sa vie économique. Les produits transformés, en particulier les filets de poisson, présentent un risque de contamination très élevé. En effet, ces produits étant débarrassés de leur barrière protectrice naturelle (peau, écailles), il y a pénétration plus aisée des agents de contamination lors de manipulation.

2.1.3.3- Les espèces bactériennes rencontrées dans la Contamination exogène

Il s'agit essentiellement de germes d'origine humaine.

	Groupes de bactéries	Taux
Contamination secondaire = bactéries surajoutées	D'origine humaine Gram – (95p100) Entérobactéries <i>Morganella (ex Proteus)</i> <i>Klebsiella – Enterobacter</i> <i>E. colo – Citrobacter</i> <i>Shigella – Salmonella</i> Gram + (2.3 p. 100) <i>Staphylococcus</i> <i>Clostridium</i> <i>Streptococcus</i>	Peau : environ 10^3 à 10^6 / cm^2 Écailles : 10^2 à 10^5 / cm^2

Source (28)

Tableau III : Pourcentage des groupes de bactéries rencontrés et leur taux au niveau de la peau et des écailles.

2.1.4- Conséquences de la contamination des produits de pêche

2.1.4.1- L'altération

Les poissons, crustacés et mollusques sont parmi les denrées alimentaires les plus périssables. Ils ont en effet :

- une hydratation plus élevée que celle de la viande ;
- davantage de composés azotés non protéiques ;
- un pH ultime élevé de 6,1 à 6,9 selon les espèces, alors qu'il est de l'ordre de 5,5 chez les mammifères.

L'altération qui commence dès la mort est un processus complexe mettant en jeu des phénomènes physiques, chimiques et bactériologiques.

Les changements enzymatiques post-mortem dus aux enzymes tissulaires et digestives aboutissant à la formation d'un grand nombre de molécules de faible poids moléculaire qui, avec les autres composés extractibles de la chair, constituent le premier

substrat de croissance bactérienne : inosine, ribose, lactate, créatine, urée, anserine, carnosine, acides aminés libres et chez les organismes marins, l'oxyde de triméthylamine (30).

Les principaux germes d'altération sont :

Proteus : qui provoque une altération sulfito-amoniacale. L'ammoniac produit provoque une élévation du pH favorisant ainsi le développement des autres germes : on dit que les *Proteus* « font le lit » des autres germes.

Pseudomonas : ce sont des germes psychrotrophes responsables de la putréfaction des denrées à basse température.

2.1.4.2- Les accidents alimentaires

Les bactéries pathogènes des poissons et autres produits de la pêche et /ou leurs toxines provoquent généralement des toxi-infections alimentaires, des intoxications et des infections. *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* et *Salmonella* sont les plus souvent incriminés.

Salmonella : elles sont responsables des Toxi-Infections Alimentaires Collectives (TIAC) caractérisées par une gastro-entérite fébrile survenant 12 heures après ingestion des germes.

Staphylococcus aureus : la victime présente des vomissements en jets incoercibles 1 à 6 heures après ingestion des denrées contaminées.

2.1.5- Conclusion

L'étude de la contamination des produits de la pêche a montré des sources exogènes de contamination. En effet, ce sont les sources secondaires de contamination qui apportent les germes les plus dangereux (*Salmonella*, *Staphylococcus*...) dans les denrées alimentaires. 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 (*Pseudomonas*) 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 denrées alimentaires de la contamination exogène.

2.2- Traitement pour réduire les germes de contaminations

2.2.1- Traitement avant fumage

2.2.1.1- Préparation du poisson

Les différentes opérations préliminaires au fumage permettent de réduire la contamination bactérienne du poisson. Quelque soit l'opération effectuée, le poisson doit toujours être lavé à fond avant que ne commence l'opération de pré-fumage.

2.2.1.2- Pré-fumage

Il consiste à un salage ou un pré-séchage.

Dans le cas du salage, le sel utilisé ou la saumure utilisée doit faire l'objet d'une surveillance particulière.

Le poisson qui n'a pas été salé avant d'être fumé peut rancir et se détériorer ; même avant l'achèvement du processus de fumage si ce dernier dure trop longtemps et se fait à température trop basse.

Les saumures doivent être changées une fois par jour au moins car elles contiennent des bactéries, des morceaux d'entrailles et autres résidus.

D'autre part, une partie des protéines du poisson qui, au début se dissolvent dans la saumure, commencent à former des grumeaux qui peuvent se fixer sur le poisson et nuire à son aspect.

L'aspect brillant du poisson fumé est l'un des critères demandé pour le poisson fumé de bonne qualité. Cet aspect provient d'une solution gluante résultant de la dissolution des protéines de poisson dans une saumure régulièrement changée.

Quant au pré-séchage, il facilite la réduction de l'humidité du poisson avant le fumage.

2.2.2- Au cours du fumage

Au cours du fumage, le poisson est soumis à une température qui réduit son activité d'eau (A_w) et par conséquent inhibe la croissance des micro-organismes.

La fumée a une action bactéricide grâce à plusieurs de ses composés tels les phénols.

Le processus de séchage, dernière étape du fumage, est très important car la conservation du poisson fumé dépend dans une large mesure de la quantité d'humidité qui a été éliminée.

2.2.3- Au cours de l'emballage et du stockage

Le stockage du poisson fumé doit s'effectuer à l'abri de la pluie et du soleil et limiter toute formation éventuelle de rosée à la surface du poisson pendant la nuit.

Ces conditions atmosphériques (soleil, pluie, rosée) favorisent le développement des levures et moisissures dans le poisson fumé.

L'hygiène générale de l'entrepôt de stockage permet de réduire la contamination bactérienne.

L'emballage protège le produit et empêche les rongeurs, les insectes, les oiseaux de l'altérer.

3. Principaux germes recherchés dans le poisson fumé

3-1- Germes indicateurs de la qualité hygiénique

3-1-1- Les salmonelles

3-1-1-1- Généralités

Bacilles à gram négatif, aéro- anaérobies facultatif, les salmonelles appartiennent à la famille des entérobacteriaceæ dont les principaux caractères sont : « Bacilles de 0,3-1,0µm, mobiles grâce à des cils péritriches ou immobiles, ne formant pas d'endospores chimio- organotropes ». Ces bactéries

possèdent un métabolisme oxydatif et fermentaire. Elles produisent de l'acide et souvent du gaz au cours de la fermentation du D-glucose ou d'autres hydrates de carbone ; elles sont catalase positive (sauf rares exception), oxydase négative ». La famille des entérobacteriaceæ, répartie antérieurement en trois tribus, est actuellement divisée en genres (20 genres, une centaine d'espèces).

3.1.1.2- Symptomatologie

Les gastro-entérites à salmonelles font généralement suite à l'absorption d'un nombre élevé de bactéries vivantes (de l'ordre de 10^6 bactéries).

Il est difficile de donner une liste exhaustive des aliments responsables de gastro-entérites- salmonelliques; en matière de produits de la pêche, les coquillages sont les plus incriminés (surtout les moules).

La phase d'incubation dure 12 à 14 heures et les principaux signes sont ceux d'une gastro-entérite fébrile avec vomissement, diarrhée parfois sanguinolente et douleurs abdominales. La phase aiguë dure de 24 à 48 heures. Les symptômes régressent spontanément et une thérapeutique symptomatique est généralement suffisante. La mort survient rarement sauf chez les sujets immunodéprimés, les enfants et les vieillards.

3.1.2- Clostridium botulinum

3.1.2.1- Généralités

Clostridium botulinum est capable de produire des neurotoxines à action paralysante. Il existe 7 neurotoxines immunologiquement différentes désignées par A, B, C1, D, E, F, et G. (9)

La maladie désignée botulisme peut résulter de :

- l'ingestion de toxine préformée dans l'aliment où s'est développée la bactérie : il s'agit d'une intoxication sensus stricto aussi appelée intoxication,
- l'ingestion de toxine préformée dans l'aliment, de bactéries et spores également présents dans l'aliment ; celles-ci vont franchir la barrière gastrique et

s'implanter dans l'intestin où elles produisent leurs toxines : il s'agit d'une toxi-infection,

- l'ingestion de bactéries et /ou spores qui selon un processus similaire vont se multiplier, produire des toxines in situ déterminant ainsi une toxi-infection botulique.

Si le premier mécanisme est le plus anciennement connu et le plus classique, il est actuellement évident que le processus toxi-infectieux est fréquent chez l'homme (9).

Le troisième processus, strictement infectieux, récemment prouvé de façon indiscutable, se produit avec une fréquence non encore estimée.

3.1.2.2- Symptomatologie

La plupart des épidémies ont pu être attribuées à des produits de mer consommés crus (FAO 1974) ou inadéquatement préparés tels que les poissons ou oeufs de poissons fermentés, fumés ou conservés dans le vinaigre (47).

La maladie apparaît 2 à 24 heures après ingestion et se caractérise par :

- des paralysies oculaires, troubles de l'accommodation, mydriase, vision double (diplopie) ; plus rarement apparaissent le strabisme et l'ophtalmoplégie,
- une sécheresse de la bouche (par tarissement de la salive)
- des troubles de la déglutition
- une constipation souvent doublée d'une rétention urinaire,

Les paralysies oculaires sont seules présentes dans les formes légères. Elles apparaissent généralement en premier et disparaissent en dernier.

Dans les formes graves, on peut avoir une paralysie des muscles respiratoires ; plus rarement une paralysie de la musculature volontaire striée.

Dans les formes gravissimes on note également des troubles de conscience.

On n'a généralement pas de vomissement dans ce type de toxi-infection.

3.1.3. Les staphylocoques présumés pathogènes (*Staphylococcus aureus*)

3.1.3.1 Généralités

Les staphylocoques constituent avec les microcoques les principaux genres de la famille des Micrococcaceae.

Ce sont des cocci à gram positif, non sporulés, immobiles, se divisant en plusieurs plans en formant des amas irréguliers. Ils produisent une catalase. Leur paroi est principalement constituée de peptidoglycane.

Les staphylocoques se différencient des microcoques par plusieurs caractères :

- ils sont sensibles à la lysostaphine et résistants au lysozyme alors que les microcoques sont résistants à la lysostaphine et sensible au lysozyme,
- ils sont aéro- anaérobies facultatifs alors que les microcoques sont aérobies stricts,
- leur paroi contient de l'acide téichoïque qui est absent chez les microcoques.

Il y a trois espèces productrices de coagulase (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius* et *Staphylococcus hyicus*) et vingt espèces non productrices dont la plus importante est *Staphylococcus epidermidis* (9).

En bactériologie alimentaire, seule les espèces capables de produire les entérotoxines sont considérées comme pathogènes. En effet, c'est l'ingestion d'entérotoxines qui est responsable des troubles observés.

Parmi les Staphylocoques, *Staphylococcus aureus* est la principale espèce entérotoxigène. D'autres espèces sont capables de produire des entérotoxines soit régulièrement (*S.intermedius*) soit irrégulièrement (*S.hyicus*) staphylocoques à coagulase négative (48).

3.1.3.2-Symptomatologie des intoxications causées par *Staphylococcus aureus*

Une toxi-infection alimentaire (TIA) à staphylocoques est un syndrome gastro-intestinal survenant 8 heures (2 à 4 heures en moyenne) après ingestion

d'une denrée contenant des entérotoxines staphylococciques. Les denrées incriminées sont les produits riches en protéines, surtout les plats ayant subi des manipulations importantes, comme les salades composées. En fait la majorité des produits alimentaires tels que le lait et produits laitiers, les produits carnés, la charcuterie, les pâtisseries et les poissons, peuvent contenir des entérotoxines staphylococciques.

Les signes apparaissent brutalement : nausées, céphalées, douleurs abdominales et surtout, vomissements violents incoercibles et répétés souvent accompagnés de diarrhée. Il n'y a généralement pas de fièvre, quelques fois une légère hyperthermie (jusqu'à 38° C) ou bien, au contraire, une hypothermie.

Des complications peuvent survenir en fonction de la dose de toxine ingérée et de la sensibilité individuelle : déshydratation, crampes musculaires, prostration, hypotension, état de choc, collapsus.

La mortalité est toutefois exceptionnelle.

En résumé, il s'agit d'une maladie, aucun traitement spécifique mais un traitement symptomatique si nécessaire (réhydratation courte mais éprouvante et spectaculaire. Elle peut prendre une tournure dramatique lorsqu'elle atteint toute une collectivité. En raison de la précocité d'apparition des symptômes, très souvent les malades sont encore sur leur lieu de repas (banquet, mariage) ou de travail (atelier, école). Des TIA peuvent également se produire au cours de déplacements en train, en avion ou en bateau.

3.2. Germes- indicateurs de la qualité commerciale

3.2.1. Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont des bactéries Gram négatif aérobies facultatives asporulantes. Ils vivent normalement dans les intestins de l'homme et des animaux à sang chaud.

Parmi ces coliformes fécaux, nous avons *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* ; *Escherichia coli* qui, lorsqu'elle est présente dans l'aliment, atteste des mauvaises conditions de préparation des denrées et témoigne par conséquent d'une éventuelle contamination d'origine humaine.

3.2.2. Microflore aérobie mésophile totale à 30°C (FMAT)

Ce sont les germes qui sont témoins du non respect des bornes pratiques de fabrication. La flore aérobie totale est l'ensemble des microorganismes aptes à donner des colonies visibles aux températures moyennes (30°C à 37°C pour les mésophiles).

Le dénombrement de cette flore est utile, en ce sens qu'il permet de définir des déviations par rapport aux conditions de bonnes pratiques de fabrication, notamment en ce qui concerne la rupture de la chaîne de froid et les retards accusés lors de l'élaboration (1).

3.2.3. La flore fongique

Le sel marin provenant des étangs salés peut contenir des moisissures, bactéries halophiles et des levures osmophiles.

3.2.3.1. Moisissures

Ce sont des germes capables de provoquer une altération à basse température. Les moisissures sont constituées par les germes suivants : *Thamnidium*, *Sporothrichum*, *Aspergillus*, *Cladosporium*
C'est parmi ces espèces que se recrutent celles qui sont potentiellement pathogènes pour l'homme et les animaux.

3.2.3.2. Levures

Les levures responsables de la contamination des aliments sont souvent des espèces bien connues qui provoquent des changements indésirables dans les produits. Ces changements se manifestent sous deux aspects : l'un purement

esthétique dû à la présence physique des levures (troubles ou pellicules à la surface des lipides) ; l'autre résultant du métabolisme des levures (Augmentation du pH, arômes particuliers...) (6)

Parmi les espèces de levures on peut citer : *Zygosaccharomyces rouxii* et *Talulopsis candida*.

Deuxième partie : étude expérimentale

CHAPITRE 1 : MATERIEL ET METHODES

2. MATERIEL

2.1. cadre d'étude

Nous avons choisi d'effectuer cette étude dans la ville d'Abidjan pour plusieurs raisons :

- la majorité des établissements de fumage agréés y sont implantés ainsi que les principaux centres de fumage des produits de la pêche du pays
- Le Laboratoire Central pour l'Hygiène et l'Agro-Industrie (LCHAI) y est situé, facilitant les analyses des échantillons
- La présence de nombreux centres de documentations dans la ville rend aisé l'étude bibliographique.

2.2. Produits analysés

Ils sont essentiellement constitués de poissons fumés artisanalement et provenant des 5 établissements exportateurs de poisson fumé. Ce sont des produits finis déjà emballés puis stockés en salle de refroidissement en attendant leur expédition.

1.3. Matériel de laboratoire

Il s'agit du matériel couramment utilisé dans les laboratoires de microbiologie.

Ces éléments sont les suivants :

- matériel de prélèvement : ciseaux, pinces, scalpels ;
- milieux de culture déshydratés ;
- milieux d'incubation : étuves (à 25°C, 30°C, 37°C, 44°C, 46°C), réfrigérateurs ;
- agitateur de type vortex ;
- bec bunsen avec trépieds ;
- portoir pour tube à essai ;
- matériel de stérilisation : autoclaves ;
- verrerie ;
- boîtes de pétri à usage unique ;
- matériel d'homogénéisation à palette : STOMACHER.

2. METHODES

Cette étude s'est effectuée en quatre parties :

- une enquête documentaire
- l'audit des établissements de fumage de poisson en décembre 2005
- une étude rétrospective concernant les résultats des années 2002, 2003, 2004, 2005, premier trimestre 2006
- une analyse des échantillons de poisson fumé arrivant au laboratoire pendant le premier trimestre 2006.

2.1. Enquête documentaire

Il s'agit d'une revue bibliographique menée à divers endroits :

- au LCHAI
- à la DSVQ
- à la bibliothèque du CRO
- à INFOPECHE
- à la bibliothèque de la représentation de la FAO
- au secrétariat de l'ADEPA
- à l'INADES-formation Côte d'Ivoire
- à CODINORME
- à la bibliothèque de l'E.I.S.M.V

2.2. Audit des établissements de fumage de poisson

L'objet de l'audit effectué par la DSVQ est l'attribution ou le renouvellement de l'agrément sanitaire aux établissements de fumage qui ont satisfait aux exigences sanitaires. Il consiste en l'évaluation du programme HACCP (voir annexe formulaires pour l'audit)

L'audit fournit un programme d'aménagement et des solutions appropriées pour remédier à tel ou tel cas de non conformité.

2.3 Etude rétrospective

Cette étude consistait à collecter tous les résultats concernant les poissons fumés analysés au service de microbiologie du LCHAI provenant des 5 établissements exportateurs de poisson fumé du 1^{er} janvier 2002 au 1^{er} trimestre 2006.

2.4. Analyse des échantillons

2.4.1. Choix des échantillons

Au cours de ce travail, nous avons utilisé les échantillons constitués par les établissements et réceptionnés au laboratoire. Il s'agit d'échantillons de 0,5 à 1 kg de poissons fumés. Pendant l'analyse, pour chaque échantillon, les prélèvements se font au hasard.

2.4.2. Analyse microbiologiques

Les analyses microbiologiques font appel aux techniques d'isolement et d'identification (étude qualitative) et aux techniques de dénombrement (étude quantitative).

2.4.2.1. Prélèvement pour l'analyse

Les parties superficielles et profondes des poissons fumés ont été prélevées à l'aide de couteaux et de pinces stériles à proximité du bec bunsen allumé. Cette opération consiste à prélever de manière aseptique, une fraction de la chair des poissons fumés choisis au hasard jusqu'à obtenir un poids de 25 g. la fraction ainsi prélevée est utilisée pour la préparation de la solution- mère.

2.4.2.2. Préparation de la solution mère (SM) (NFV 08-010 mars 1996)

La préparation de la solution mère consiste à prélever 25 g du produit à analyser de manière aseptique et à les introduire dans un sachet stérile de STOMACHER. Puis on ajoute 225 ml d'eau peptonée tamponnée (EPT), préalablement stérilisée. Le mélange est homogénéisé au broyeur stomacher pendant une minute. La solution obtenue est

appelée suspension mère titrant 10^{-1} . On laisse cette solution au repos pendant 40 minutes pour assurer la revivification des bactéries stressées par le choc exercé lors du broyage. Le titre de cette solution mère est obtenu en réalisant le rapport :

$$\frac{\text{Poids de l'aliment}}{\text{Volume total (diluant + aliment)}}$$

Par ailleurs, pour les aliments très hydratés, on considère que leur densité est proche de 1, et par conséquent 1 g d'aliment équivaut à un volume de 1 ml.

2.4.2.3. Dilutions décimales

A partir de la solution mère, des dilutions de plus en plus grandes sont réalisées ; 1 ml de la SM est prélevé puis introduit dans un tube à essai contenant 9 ml de tryptone sel (TS). On obtient ainsi une solution à 10^{-2} . Dans ce tube il est prélevé 1 ml qui est introduit dans un autre tube à essai contenant 9 ml de TS. Ce qui donne une solution 10^{-3} . L'opération peut se poursuivre jusqu'à l'obtention de dilutions titrant à 10^{-7}

2.4.2.4 Recherche et dénombrement des germes

2.4.2.4.1 Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (NF.V 08-051-fév.1999)

Le milieu Plate Count Agar (PCA) est la gélose standard habituellement utilisée pour le dénombrement de cette flore.

On transfère aseptiquement 1 ml de suspension de chaque tube des dilutions 10^{-1} et 10^{-2} dans les boîtes de pétri stériles. Le milieu PCA, fondu et refroidi au bain-marie à 45°C , est ajouté à l'inoculum à raison de 12 à 15 ml par boîte. Ensuite, on homogénéise le mélange par des mouvements rotatifs. Après solidification, une deuxième couche de 5 à 7 ml de PCA est ajoutée. Cette deuxième couche résulte de la faible sélectivité du PCA.

Elle permet d'éviter l'envahissement de la boîte par des germes comme proteus, qui rendraient la lecture difficile. Les boîtes ayant la gélose solidifiée sont ensuite incubées, couvercles tournés vers la clayette de l'étuve à 30°C pendant 72 heures. On dénombre toutes les colonies ayant poussé entre les deux couches à l'aide d'un compteur de colonies muni d'une loupe ou à l'œil nu. La lecture se fait sur 2 boîtes ensemencées avec des dilutions successives. Le nombre de germes par gramme (N) de produit est obtenu selon la formule suivante :

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

N= nombre de germes par gramme de produit

$\sum C$ = somme des colonies caractéristiques sur les deux boîtes retenues

V= volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte (en ml)

d= taux de dilution correspondant à la première dilution retenue

n_1 = nombre de boîte lu à la 1^e dilution

n_2 = nombre de boîte lu à la 2^e dilution

Pour le comptage des colonies on retiendra les boîtes contenant au plus 300 colonies au niveau de 2 dilutions successives. Il faut qu'une boîte renferme au moins 150 colonies.

2.4.2.4.2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux ou thermo-tolérants (NFV08-060-mars 1996)

L'isolement sur gélose comme précédemment par la méthode de la double couche. Le milieu utilisé est la gélose VRBL (Gélose au cristal violet, au rouge neutre à la bile et au lactose), fondu et refroidi au bain-marie.

1 ml de dilutions 10^{-1} et 10^{-2} de l'échantillon sont respectivement ensemencés dans deux boîtes de pétri. Après on coule 10 à 15 ml de VRBL, dans ces boîtes puis on homogénéise par des mouvements circulaires légers.

Après solidification de cette première couche, on coule une deuxième couche plus fine. Le dénombrement des coliformes fécaux se fait directement après incubation à 44°C pendant 24 à 48 heures. Les colonies qui sont dénombrées sont celles qui sont caractéristiques des coliformes fécaux. Elles apparaissent rouges foncées de diamètre supérieur ou égal à 0,5 mm

Pour le comptage, on retiendra les boîtes contenant au plus 150 colonies caractéristiques au niveau de 2 dilutions successives. Il faut qu'une boîte contienne 15 colonies caractéristiques au moins.

2.4.2.4.3. Recherche et dénombrement des staphylocoques présumés pathogènes (*Staphylococcus aureus*) (NFV 057-1-nov.1994)

Le milieu de culture de choix employé pour cette recherche est celui de Baird-Parker (BP), additionné d'un mélange de jaune d'œuf et de tellurite de potassium.

La gélose BP, fondue puis refroidie, est coulé dans des boîtes de pétri stériles contenant du tellurite de potassium et du jaune d'œuf homogénéisés. Après solidification du mélange 0,1 ml de la suspension mère ou des dilutions décimales, est étalé à la surface à l'aide d'un étaleur stérile en verre ou en plastique. L'incubation se fait à 37°C pendant 48 heures. Une première lecture est faite au bout de 24 heures ; une seconde au bout de 48 heures d'incubation. Pour le comptage, on retiendra les boîtes contenant entre 15 et 150 colonies caractéristiques pour 2 dilutions successives.

Les colonies de staphylocoques sont noires, brillantes, bombées, entourées d'un précipité blanc et d'un halo d'éclaircissement.

La confirmation est obtenue par les tests de la catalase et de la coagulase.

2.4.2.4.4. Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) (NFV 08-061-oct 1996)

Ce sont les formes sporulées qui sont recherchées. Deux milieux sélectifs peuvent être utilisés : Gélose Trypticase Sulfite Néomycine (TSN) ou gélose Trypticase Cyclosérine (TSC). C'est le TSN qui a été utilisé pour l'étude.

L'ensemencement du milieu TSN pour la recherche des ASR se fait en tubes. Le milieu TSN fondu et refroidi au bain-marie, est coulé à raison de 12 à 15 ml par tubes. 1 ml de suspension mère à 10^{-1} et 1 ml de dilution à 10^{-2} sont transférés dans les tubes stériles. Après homogénéisation et solidification, une deuxième couche est coulée. Les tubes ayant la gélose solidifiée sont incubés en anaérobiose à 46°C pendant 24 heures. Les colonies caractéristiques apparaissent noires dans les tubes d'incubation.

2.4.2.4.5. Recherche et dénombrement des salmonelles (NFV08-052-mai 1997)

La recherche des salmonelles se fait en quatre étapes successives :

a- pré enrichissement

La solution mère à 10^{-1} est incubée pendant 20 heures pour un pré enrichissement non sélectif de la culture.

b- Enrichissement

L'enrichissement se fait sur le milieu d'enrichissement sélectif bouillon Rappaport-Vassiliadis (RV). 0,1 ml de la solution mère pré-enrichie est inoculé à 10 ml de RV en tubes. Les tubes sont incubés à 42 °C pendant 24 heures.

c- Isolement

L'isolement sur le milieu sélectif Gélose Hektoen (HEK). Le milieu d'isolement est fondu et refroidi au bain-marie puis coulé dans des boîtes de pétri stériles.

Après solidification, il est ensemencé en stries en surface, à l'aide d'une anse de platine ou d'une pipette Pasteur à partir du milieu d'enrichissement. Les boîtes sont incubées pendant 24 heures à 37° C. A la lecture, les colonies apparaissent bleuâtres avec ou sans centre noir (production ou non de H₂S).

d- Purification

On prélève cinq colonies caractéristiques de chaque boîte de Hektoen et on les repique sur un milieu Gélose Nutritive (GN) en vue de la purification.

Les boîtes de GN sont incubées à 37°C pendant 24 heures. A la lecture, les colonies purifiées apparaissent blanchâtres.

e- Identification

L'identification se fait en recherchant les caractères biochimiques. On peut utiliser deux types de galeries :

-Galerie classique

Elle est constituée de plusieurs milieux. Ceux qui sont utilisés pour l'analyse sont :

- Milieu Kliger-Hajna
- Milieu au Citrate de Simmons
- Milieu Urée-Indole
- Milieu mannitol-mobilité

-Galerie moderne

C'est la galerie API 20 E qui est utilisée ; celle-ci contient tous les milieux et réactifs nécessaires à l'identification des salmonelles.

NB : Nous n'avons pas utilisé ces milieux d'identification car nous n'avons pas eu de cas de salmonelle

2.4.2.4.6 Recherche et dénombrement de la flore fongique : levures et moisissures (Normes XP-V08-059-oct 1996)

Le dénombrement de la flore fongique a été réalisé sur gélose glucose à l'Oxytétracycline (OGA). Une prise de 10 ml de la gélose OGA est coulé dans des boîtes de pétri vidées et stérilisées.

Après solidification les boîtes sontensemencées avec 0.1 ml des dilutions 10^{-1} et 10^{-2} à partir de la solution- mère (SM) en surface puis incubées à la température de 25°C pendant 3 à 5 jours.

Pour le comptage, on retiendra les boîtes contenant, après 5 jours d'incubation, moins de 150 colonies.

La lecture permet d'apprécier 3 types de colonies :

- les levures dont l'aspect rappellent celui des colonies bactériennes. Elles sont rondes à contours réguliers, opaques, plates en surface et lenticulaires en profondeur.
- Les oïdiums d'aspect velouté font penser aux moisissures
- Les moisissures souvent pigmentées, d'aspect velouté, plus ou moins proéminents.

2.5. Norme en vigueur relative aux critères microbiologiques des poissons fumés

Les normes microbiologiques retenues sont celles établies par la réglementation Française et par le Laboratoire Centrale d'Hygiène Alimentaire et Agro- Industrie (LCHAI).

** Critère du LCHAI

	Micro- organismes recherchés (par grammes)					Salmonelles dans 25 g
	Micro- Organismes Aérobie à 30°C	Coliformes fécaux à 44°C	Staphylococcus aureus	Anaérobies Sulfite-Reducteurs à 46°C	Levures et Moisissures **	
Saumon fumé et autres poissons légèrement salés ou fumés	10 ⁶	Absence	1	Absence	Absence	Absence

Tableau IV : critère microbiologique des poissons fumés

2.6. Méthode d'interprétation des résultats (France République, 1980.) (31)

- L'interprétation des résultats se fait conformément à l'arrête ministériel français de 1979 qui s'appuie sur un plan à 3 classes suivant la norme de référence **m**.
 - résultat inférieur ou égale à **3 m** : produits satisfaisants (S)
 - résultat compris entre **3 m** et **10 m** : produits acceptables (A)
 - résultat supérieur ou égal à **10 m** : produits non satisfaisants (NS)
- Pour les salmonelles la présence entraîne la non satisfaction du produit.

CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION

2. RESULTATS

2.1. Résultats des audits

ETABLISSEMENTS	Défauts mineurs	Défauts majeurs	Défauts graves	CATEGORIE
Etablissement X1	0	10	0	B
Etablissement X2	3	9	4	C
Etablissement X3	2	6	0	B
Etablissement X4	1	1	1	B
Etablissement X5	3	6	0	B

Tableau V : Classification des établissements selon le degré de non-conformité

2.2. Résultats des analyses

1.2.1 Résultats globaux

1.2.1.1 Nombre d'échantillon par année.

Sur la période d'étude à savoir de 2002 à 2006, le Laboratoire Central pour l'Hygiène et l'Agro-Industrie a réceptionné 1819 échantillons provenant de 5 établissements exportateurs de poissons fumés.

Le nombre d'échantillon réceptionné au LCHAI est croissant depuis 1999 (24) avec l'augmentation du nombre d'établissements de fumage et d'exportation de poissons fumés.

Tableau VI : Les échantillons analysés par année durant la période d'étude

Année	Nombre d'échantillon	Pourcentage (%)
2002	382	21
2003	338	18,58
2004	435	23,70
2005	522	28,70
2006 (1 ^{er} trimestre)	142	7,81
Total	1819	100

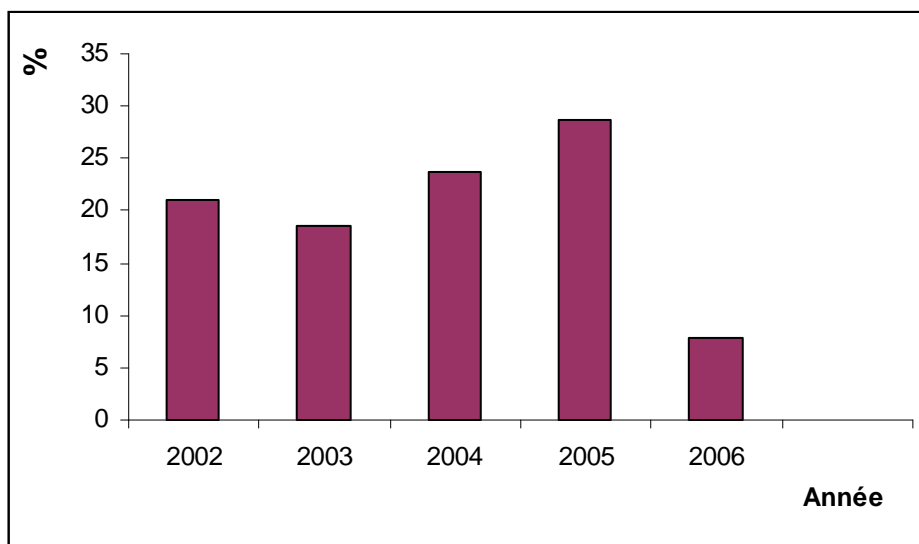


Figure 1 : la répartition des échantillons analysés par année

1.2.1.2 Résultats non satisfaisant durant la période d'étude

Sur 1819 échantillons analysés, 59 se sont avérés non satisfaisant (soit 3,24%) durant la période 2002 – 1^{er} trimestre 2006

La répartition des résultats non satisfaisants par année est présentée au tableau VII.

Année	Résultats non satisfaisant (NS)	Pourcentage (%)
2002	20	33,90
2003	14	23,73
2004	4	6,78
2005	16	27,12
2006 (1 ^r trimestres)	5	8,47
Total	59	100

Tableau VII : Les résultats non satisfaisants par année durant la période d'étude

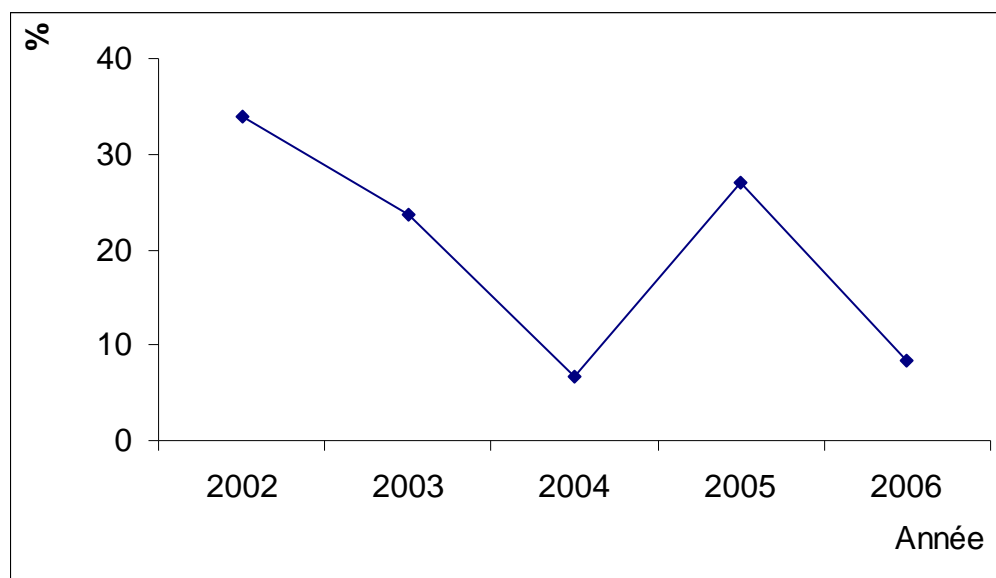


Figure 2 : La répartition des résultats non satisfaisants par année

L'année 2002 a connu le plus grand nombre de résultat non satisfaisant, soit 20 ; ce qui représente 33,90% contre seulement 4 résultats non satisfaisants en 2004 (6,78%).

1.2.1.3 Niveau de contamination globale.

La synthèse des résultats d'analyses de poisson fumé durant la période d'étude permet de faire des constatations suivantes :

Germes Echantillons	FMAT ou FT	CF	SPP	ASR	L & M	SALM
Nombre d'échantillons	1819	14	3	16	38	0
Pourcentage %	100	0,78	0,16	0,88	2,09	0

Tableau VIII : Niveau de contamination globale

- 100% des échantillons analysés sont contaminés pour la FMAT
- 0,78 des échantillons analysés, soit 14 échantillons sont contaminés par les coliformes fécaux.
- 3 échantillons soit 0,16% des échantillons analysés sont contaminés par les SPP
- 16 échantillons sur 1819 échantillons analysés sont contaminés par les ASR soit 0,88%
- la 2^{ème} grande contamination est celle par les L&M dont la présence a été révélée dans 38 échantillons sur 1819 soit 2,09%.

FMAT : Flore Mésophile Aérobie Totale

CF : Coliformes fécaux

SPP : Staphylocoques Présumés Pathogènes (*Staphylococcus aureus*)

ASR : Anaérobies Sulfito-Reducteur

L & M : Levures et Moisissures

SALM: Salmonelles

1.2.1.3.1. Contamination par la FMAT

La contamination des échantillons par la FMAT est répartie de la façon suivante (tableaux IX & X et figure 3)

1808 échantillons soit 99,39% présentent une contamination inférieure à 10^6 germes par gramme.

11 échantillons ont un niveau de contamination supérieur à 10^6 germes par gramme. Soit 0,6% des échantillons analysés.

L'analyse des échantillons a donné des valeurs chiffrées pour le niveau de contamination par la FMAT. Ce qui nous a permis d'établir les données suivantes :

Durant la période de 2002-2006

- valeur minimale : 10 germes par gramme
- valeur maximale : $9,1 \cdot 10^7$ germes par gramme

C'est en 2005 qu'on a enregistré la forte contamination par les FMAT, soit 7 cas sur 11.

Niveau de contamination	1	2
Nombre de germes (N)	$N < 10^6$	$N > 10^6$
Nombre d'échantillon	1808	11
Pourcentage (%)	99,39	0,6

Tableau IX : Niveau de contamination des échantillons par la FMAT
(2002 – 2006)

Année Germes	2002	2003	2004	2005	2006	TOTAL
	1	2	1	7	0	11

Tableau X : Répartition de la contamination des échantillons par la FMAT
(2002 – 2006)

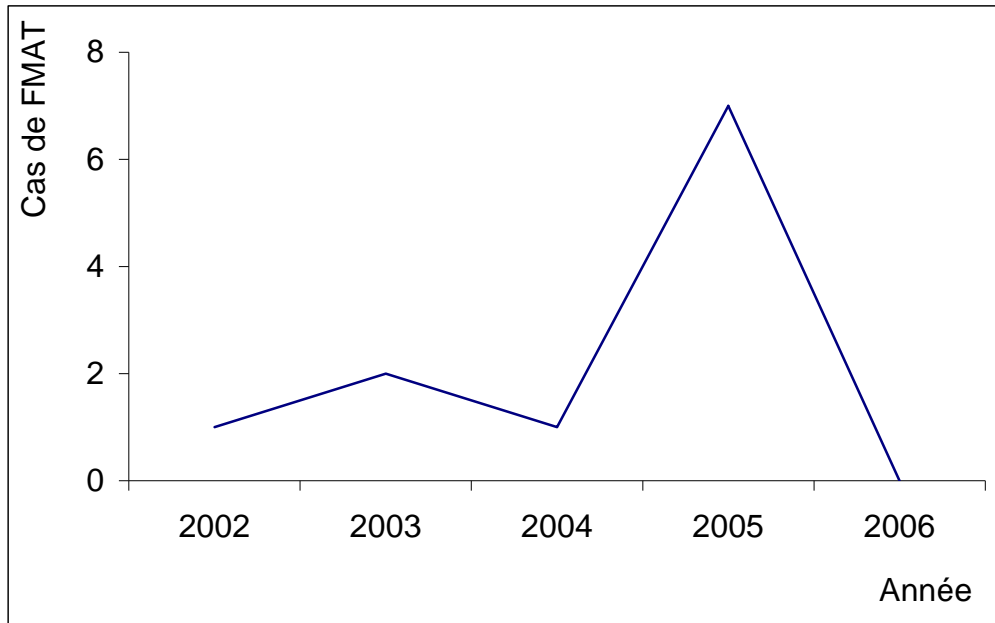


Figure 3 : Courbe évolutive de la contamination par la FMAT

1.2.1.3.2 Contamination par les coliformes fécaux (CF)

Cette contamination est globalement faible durant la période d'étude. Mais c'est en 2005 qu'on a eu plus de contamination par les CF soit 8 cas sur 14.

XXXIX.

Année \ Germes	2002	2003	2004	2005	2006	TOTAL
CF	1	0	2	8	3	14

Tableau XI : Répartition de la contamination des échantillons par les CF
(2002 – 2006)

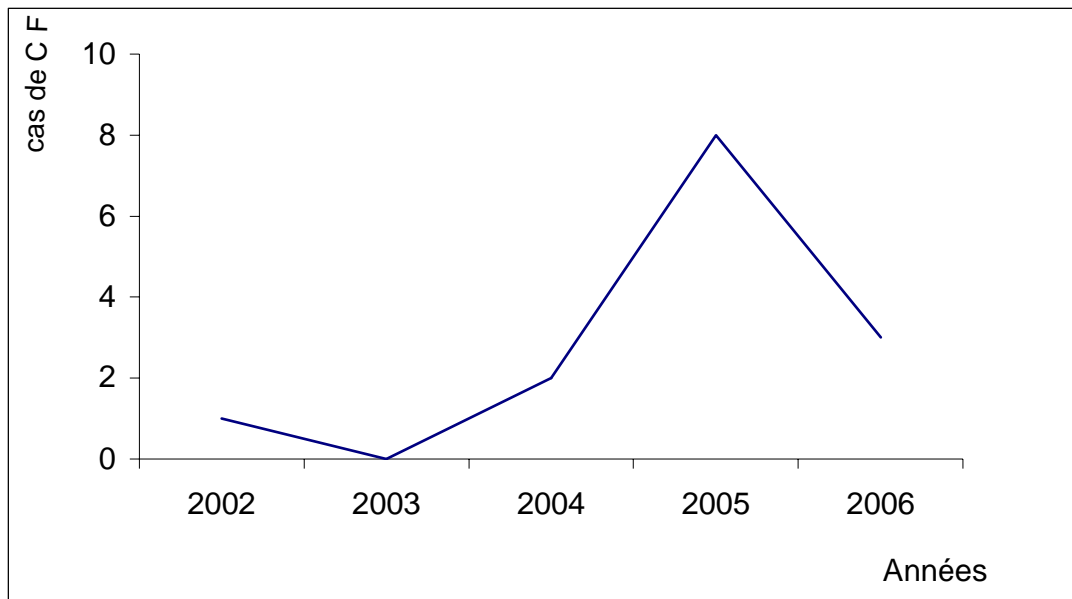


Figure 4 : Courbe évolutive de la contamination par les CF

1.2.1.3.3 Contamination par les staphylocoques présumés

Pathogènes (SPP) (*Staphylococcus aureus*)

Aucun échantillon n'a été contaminé par les SPP en 2002 ; 2005 et 2006. C'est en 2003 et 2004 que nous avons observé respectivement 1 et 2 cas de contaminations.

Année \ Germe	2002	2003	2004	2005	2006	Total
SPP	0	1	2	0	0	3

Tableau XII : Répartition de la contamination des échantillons par les SPP
(2002 – 2006)

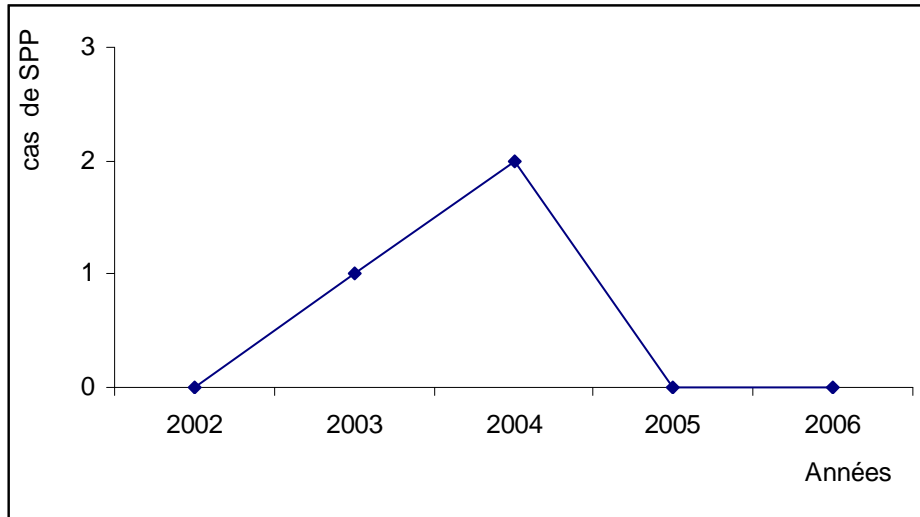


Figure 5 : Courbe évolutive de la contamination par les SPP

1.2.1.3.4. Contamination par les Anaérobie Sulfite Réducteurs (ASR)

C'est en 2002 que nous avons obtenu une grande contamination par les ASR durant notre période d'étude, soit 10 cas sur 16. Au cours des années suivantes la contamination a largement baissé.

Année \ Germe	2002	2003	2004	2005	2006	Total
ASR	10	2	1	3	0	16

Tableau XIII : Répartition de la contamination des échantillons par les ASR
(2002 – 2006)

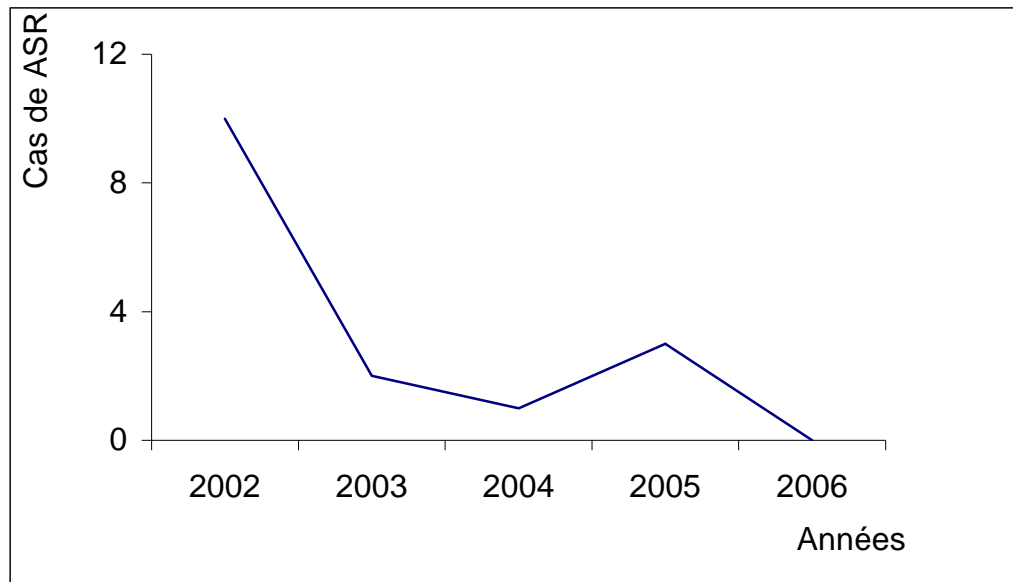


Figure 6 : Courbe évolutive de la contamination par les ASR

1.2.1.3.5 Contamination par les salmonelles

Aucun échantillon n'a été contaminé durant notre période d'étude.

1.2.1.3.6 Contamination par les levures et moisissures (L & M)

La présence des levures et moisissures a été révélée durant toute notre étude car il n'y a pas eu d'année exempte de L & M.

Nous avons eu 38 cas de levure et moisissure, pour seulement 16 cas de contamination par les ASR (2^e contamination la plus fréquemment observée)

Germe \ Année	Année					Total
	2002	2003	2004	2005	2006	
L & M	15	11	1	7	4	38

Tableau XIV : Répartition de la contamination des échantillons par les L&M (2002 – 2006)

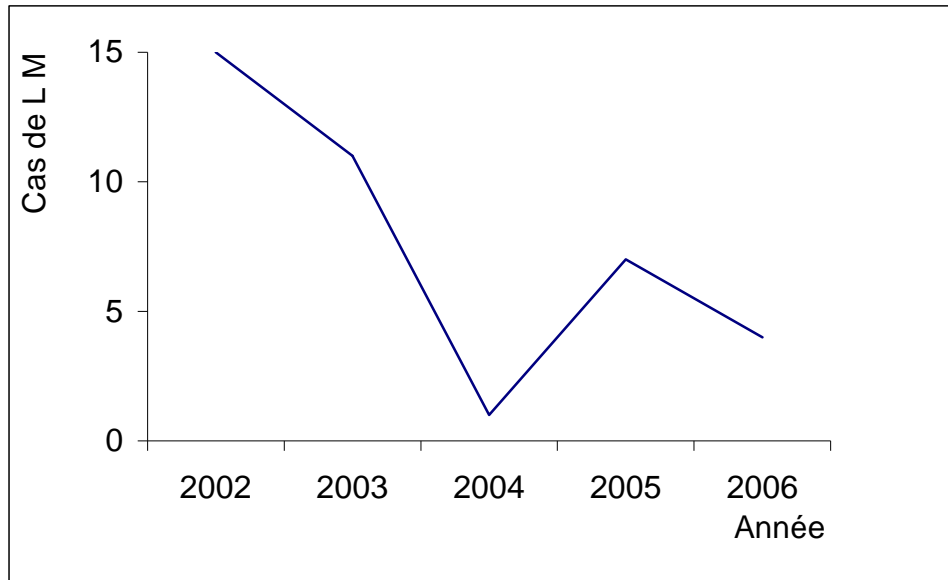


Figure 7 : Courbe évolutive de la contamination par les L&M

1.2.2 Résultats par établissement

Durant la période d'étude à savoir du 1^{er} janvier 2002 jusqu'au 31 mars 2006, le LCHAI a réceptionné 1819 échantillons de poissons fumés.

1.2.2.1 Nombre d'échantillons par établissement

La répartition des échantillons par établissement est la suivante :

- Etablissement X1 : 496 échantillons, soit 27,27%
- Etablissement X2: 467 échantillons, soit 25,67%
- Etablissement X3 : 408 échantillons, soit 22,43%
- Etablissement X4 : 357 échantillons, soit 19,63%
- Etablissement X5 : 91 échantillons, soit 5%

L'illustration par année est encore plus explicite.

	Etablissements				
Année	X1	X2	X3	X4	X5
2002	209	109	53	11	-
2003	108	100	56	74	-
2004	96	115	102	122	-
2005	58	117	153	121	73
2006 (1 ^{er} trimestre)	25	26	44	29	18
Total	496	467	408	357	91
Pourcentage (%)	27,27	25,67	22,43	19,63	5

Tableau XV : Répartition des échantillons par établissement (2002-2006)

Les échantillons provenant de X1 diminuent au fil du temps, alors que ceux des établissements X3 et X4 augmentent avec le temps. Pour l'établissement X2 le nombre d'échantillons reste sensiblement stationnaire.

1.2.2.2. Résultats non satisfaisants (NS) par établissement et par année.

Année	Etablissements					Total
	X1	X2	X3	X4	X5	
2002	15	3	2	0	-	20
2003	9	1	3	1	-	14
2004	1	0	1	2	-	4
2005	4	0	6	1	5	16
2006 (1 ^{er} trimestre)	1	0	3	1	0	5
Total	30	4	15	5	5	59
Pourcentage (%)	50,85	6,78	25,42	8,475	8,475	100

Tableau XVI : La répartition des résultats non satisfaisants par établissement (2002-2006)

On enregistre :

- 30 résultats non satisfaisant pour X1, soit 50,85% des résultats NS
- 4 résultats non satisfaisant pour X2, soit 6,78% des résultats NS
- 15 résultats non satisfaisant pour X3, soit 25,42% des résultats NS
- Les établissements X4 et X5 partagent chacun 5 résultats non satisfaisant, soit 8,475% des résultats NS pour chacun.

1.2.2.3. Résultats d'analyse et niveau de contamination par Établissement

1.2.2.3.1. Etablissement X1

1.2.2.3.1.1 Nombre d'échantillons et résultats non satisfaisants par année

	FREQUENCES			
	Echantillons		Résultats NS	
	Quantité	Pourcentage (%)	Quantité	Pourcentage (%)
2002	209	42,14	15	50
2003	108	21,77	9	30
2004	96	19,36	1	3,33
2005	58	11,69	4	13,34
2006	25	5,04	1	3,33
Total	496	100	30	100

Tableau XVII : Nombre d'échantillon et résultats non satisfaisants de l'établissement X1

C'est en 2002 que l'établissement X1 a eu plus de cas de NS.

1.2.2.3.1.2. Niveau de contamination des échantillons de l'établissement X1

- FAMT (contamination par les FAMT qui entraîne la non satisfaction du produit c'est à dire $\geq 10^7$ germes /g. Durant la période d'étude, nous avons enregistré 3 cas de contamination par les FAMT à savoir 2 cas en 2003 et 1 cas en 2005. Pour les années 2002, 2004 et 2006 nous n'avons eu aucune contamination pour la FAMT.

- CF.

Nous avons enregistré 4 cas de contamination par les CF, pour son évolution, nous avons eu 1 cas en 2002, 1 autre cas en 2004 et enfin 2 cas en 2005.

- ASR

La non satisfaisance de l'échantillon du a des ASR occupait la 2^{ème} place avec 9 cas après les levures et moisissures. Pour son évolution cette contamination est décroissante avec 8 cas en 2002, 1 cas en 2003 et zéro (0) cas pour les autres années.

- Staphylocoques

Nous avons obtenu 1 seul cas de contamination sur les staphylocoques en 2003.

- Levures et Moisissures (L M)

Ce sont ces germes qui ont entraîné le maximum de cas de non satisfaisance. Leur présence a été révélée 22 fois. Mais la fréquence d'apparition est décroissante au fil des années.

- 10 cas en 2002
- 7 cas en 2003
- 4 cas en 2005
- 1 cas en 2006

- Salmonelles : aucune contamination

1.2.2.3.2 Etablissement X2

1.2.2.3.2.1 Nombre d'échantillons et résultats non satisfaits par année.

FREQUENCES				
Echantillons		Résultats NS		
	Quantité	Pourcentage (%)	Quantité	Pourcentage (%)
2002	109	23,34	3	75
2003	100	21,41	1	25
2004	115	24,63	0	0
2005	117	25,05	0	0
2006	26	5,56	0	0
Total	467	100	4	100

Tableau XVIII : Nombre d'échantillon et résultats non satisfaisants de l'établissement X2

L'établissement X2 a enregistré 4 cas de non satisfaisance avec 3 cas en 2002 et 1 cas 2003.

1.2.2.3.2. Niveau de contamination des échantillons de l'établissement X2

- Levure et moisissure

Nous avons eu 4 cas de contamination par les L&M

Pour l'évolution de la contamination, elle est décroissante au fil des années.

3 cas en 2002 et 1 cas en 2003 avec zéro (0) cas pour les autres années (2004 ; 2005 ; 2006).

- Les ASR

Nous n'avons eu que 2 cas en 2002.

- Les FAMT, CF, SPP et Salmonelles n'ont pas été détectés durant la période d'étude.

1.2.2.3.3 Etablissement X3

1.2.2.3.3.1. Nombre d'échantillons et résultats non satisfaisants par année

	FREQUENCES			
	Echantillons		Résultats NS	
	Quantité	Pourcentage (%)	Quantité	Pourcentage (%)
2002	53	12,99	2	13,33
2003	56	13,73	3	20
2004	102	25	1	6,67
2005	153	37,50	6	40
2006	44	10,78	3	20
Total	408	100	15	100

Tableau XIX : Nombre d'échantillon et résultats non satisfaisants de l'établissement X3

Durant la période d'étude 15 échantillons provenant de l'établissement X3 étaient NS. C'est le 2^{ième} cas de contamination le plus élevé après les échantillons de l'établissement X1 (30 cas).

Le niveau de contamination par année est resté faible durant la période d'étude (< 10 contaminations/an).

1.2.2.3.3.2 Niveau de contamination des échantillons de l'établissement X3

- FAMT

Nous avons enregistré 6 cas de non satisfaisance dû à des FAMT

- 1 cas en 2002 et 5 cas en 2005
- pour les autres années, nous n'avons pas obtenu de résultats non satisfaisants dû à des FAMT.

- CF

7 cas de non satisfaisance étaient dus à la présence des C F. Pour son évolution, on constate que ces germes deviennent de plus en plus fréquents dans les échantillons de l'établissement X3.

Nous avons eu zéro (0) cas en 2002 et 2003, 1 cas en 2004, 3 cas en 2005 et 3 cas en 2006.

- ASR.

Pour les Anaérobies Sulfite Réducteurs, leur présence s'est révélée 2 fois : 1 cas en 2003 et 1 cas en 2005.

- Staphylocoques.

Nous n'avons obtenu qu'un seul cas de staphylocoques en 2004, et zéro (0) cas pour les autres années.

- Levures et moisissures

Nous avons enregistré 6 fois la présence de levures et moisissures dans les échantillons de l'établissement X3 avec la répartition suivante :

2 cas en 2002, 2 cas en 2003 et 2 cas en 2006.

- Salmonelles

Aucun cas détecté.

1.2.2.3.4 Etablissement X4

1.2.2.3.4.1 Nombre d'échantillons et résultats non satisfaisant par année

	FREQUENCES			
	Echantillon		Résultats NS	
	Quantité	Pourcentage (%)	Quantité	Pourcentage (%)
2002	11	3,08	0	0
2003	74	20,73	1	20
2004	122	34,18	2	40
2005	121	33,89	1	20
2006	29	8,12	1	20
Total	357	100	5	100

Tableau XX : Nombre d'échantillon et résultats non satisfaisants de l'établissement X4

L'établissement X4 a enregistré 5 cas de non satisfaisance. L'évolution de la contamination est restée très faible avec un niveau très bas.

- Zéro (0) cas en 2002
- 1 cas en 2003
- 2 cas en 2004
- 1 cas en 2005
- 1 cas en 2006

1.2.2.3.4.2. Niveau de contamination des échantillons de l'établissement X4

- FAMT

1 cas de FAMT et ceci en 2004

- ASR

2 cas de ASR : 1 cas en 2004 et 1 autre cas en 2005.

- Staphylocoques

1 seul cas a été détecté et cela en 2004

- Levure et moisissure

Nous avons enregistré 3 présences de levures et moisissures.

1 cas en 2003, 1 autre en 2004 et enfin le dernier en 2006.

- Pas de présence de CF et de Salmonelles

1.2.2.3.5 Etablissement X5

1.2.2.3.5.1. Nombre d'échantillons et résultats non satisfaisants par année

	FREQUENCE			
	Echantillon		Résultats NS	
	Quantité	Pourcentage (%)	Quantité	Pourcentage (%)
2005	73	80,22	5	100
2006	18	19,78	0	0
Total	91	100	5	100

C'est en 2005 que l'établissement X5 a commencé le fumage du poisson et a enregistré 5 cas de non satisfaisance sur 73 échantillons. En 2006 nous n'avons pas eu de résultat non satisfaisant.

Tableau XXI : Nombre d'échantillon et résultats non satisfaisants de l'établissement X5

1.2.2.3.5.2 Niveau de contamination des échantillons de l'établissement X5.

- FAMT

1 cas de contamination

- C F

3 cas de présence de coliforme fécaux

- ASR

Une (1) présence des ASR.

- Levures et moisissures

3 cas de levures et moisissures

- Pas de cas de Staphylocoque et de salmonelle.

1.2.3. Relation entre les résultats d'audits et les résultats non satisfaisants

ETABLISSEMENTS	Défauts mineurs	Défauts majeurs	Défauts graves	Résultats non satisfaisants	CATEGORIE
Etablissement X1	0	10	0	30	B
Etablissement X2	3	9	4	4	C
Etablissement X3	2	6	0	15	B
Etablissement X4	1	1	1	5	B
Etablissement X5	3	6	0	5	B

Tableau XXII : Relation entre les résultats d'audits et les résultats non satisfaisants

Nous constatons qu'il n'existe pas de corrélation positive entre le nombre de défauts graves et les résultats non satisfaisants. En effet, nous constatons que l'établissement X1 qui n'a pas de défaut grave est celui qui enregistre le maximum de résultats non satisfaisants, alors que l'établissement X2 qui n'a enregistré que 4 résultats non satisfaisants est celui qui présente le maximum de défauts graves et est même classé dans la catégorie C.

2- DISCUSSION

2-1- Nombre d'échantillons

Durant notre période d'étude, nous avons obtenu 1819 échantillons provenant des cinq établissements exportateurs de poissons fumés vers l'Union Européenne. L'intérêt porté à ces échantillons s'explique par le fait qu'en plus de l'évaluation de l'impact de l'introduction de la démarche HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) ou ADMPC (Analyse des Dangers et Maîtrise des Points Critiques) sur la qualité du poisson transformé artisanalement dans les établissements de fumage, nous voulons aussi apprécier le niveau de contamination de ce produit destiné à l'exportation. En Côte d'Ivoire, cette innovation dans le sous secteur artisanal de la pêche est récente et l'exportation de poissons fumés en directions de l'Union Européenne est en plein essor ; car trois (3) établissements en 2001, on retrouve cinq (5) établissements en 2006. C'est en 2005 que le plus grand nombre d'échantillons a été analysé. L'établissement X5 entré dans ce secteur en 2005 a acheminé le plus petit nombre d'échantillons vers le Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire et Agro-Industrie (LCHAI) avec 5% des échantillons analysés.

2-2- Les espèces utilisées

Notre étude n'aborde pas les espèces utilisées à cause du manque d'information sur les échantillons réceptionnés dans les registres du laboratoire.

2-3- Les résultats des analyses

2-3-1- Méthodologie

Notre échantillonnage s'est effectué sur des échantillons de 500 g à 1 kg de poissons fumés, apportés par les établissements de fumage du fait de nos moyens limités. Les méthodes d'analyses mises en œuvres ont été celles du LCHAI qui nous a encadré. Bien que les analyses se soient effectuées selon une méthodologie maîtrisée,

conforme aux normes de références, il faut retenir que même parfaitement mises en œuvre, les techniques d'analyses présentent des limites (8). La principale incertitude technique concerne la revivification des bactéries. L'efficacité réelle des protocoles utilisés pour atténuer « le stress bactérien » avant la mise en culture reste méconnue ; les mécanismes physiologiques du « stress bactérien » étant mal élucidés. La plupart des milieux de cultures utilisés sont des milieux déshydratés. Pour la recherche de certains germes, certains milieux de cultures ont été préférés à d'autres en raison de leur disponibilité sur le marché. C'est le cas de la gélose Trypticase Sulfite Néomycine (TSN) au détriment du TSC (Trypticase Sulfite Cycloserine) dans la recherche et le dénombrement des ASR (Anaérobies Sulfito-Reducteurs). D'autre part, la non mise aux normes actuelles des protocoles de recherches et parfois le non respect du mode opératoire par les techniciens du laboratoire ne nous permettent pas d'apprécier objectivement les résultats obtenus. C'est le cas du protocole de recherche des salmonelles établi par la norme Française NF V08-052-Mai 1997 et qui remplace la norme NF 150 6579-Août 1990 que le LCHAI applique encore ; de plus, le prélèvement de 10g en lieu et place de 25g pour la préparation de la solution mère (SM) ne permet pas d'apprécier objectivement les résultats car la norme pour les salmonelles est : absence dans 25 g. Dans l'application du schéma opératoire, l'enrichissement se fait uniquement sur milieu Rappaport alors qu'il doit se faire également et simultanément sur le milieu Bouillon Selenite-cystine (BS). L'isolement se fait seulement sur gélose Hektoen (HEK) alors qu'il doit se faire simultanément avec la Gélose au Vert Brillant (GVB). Enfin, le choix du nombre de dilutions par analyse est dicté par l'expérience des laborantins qui recommande par exemple, de ne pas aller au delà d'une dilution de 1/100 de la solution Mère (SM) pour la recherche de FMAT. A cette dilution, les colonies sont bien visibles et facilitent la lecture. L'évaluation de la qualité des échantillons analysés s'est faite sur la base de l'application des critères microbiologiques des poissons fumés établis par l'arrêté ministériel du 21 décembre 1979 publié au journal officiel de la République Française du 10 janvier 1980 (31) . Cependant l'interprétation des résultats s'est faite parfois sur un plan à deux classes. En effet, pour la recherche surtout de FMAT, le produit était qualifié de satisfaisant si les résultats étaient inférieurs à 10 fois le critère de référence $m = 10^6$ germes par gramme ;

donc certains échantillons dit satisfaisants sont à la rigueur acceptable et le lot initial doit être manipulé avec prudence. Lorsqu'un résultat est égal ou supérieur à 10 m, le produit a été jugé non satisfaisant sans que le niveau de contamination de l'échantillon par les autres germes recherchés ne puisse justifier la qualité non satisfaisante du produit. Cette interprétation tranche avec celle établie par l'arrêté ministériel. Cela explique que certains résultats d'analyse jugés non satisfaisants ne le sont pas ou du moins sont acceptables en considérant le plan à trois classes qui devrait sous-tendre l'interprétation des résultats. L'étude de la qualité chimique des poissons fumés qui devrait porter au moins sur le dosage de l'azote basique volatil total (ABVT) et de triméthylamine (TMA) ne sont pas réalisés au LCHAI. L'absence de critères de qualité chimique et la limitation de nos moyens ne nous ont pas permis d'explorer cet aspect.

2-3-2- Résultats microbiologiques

La discussion des résultats consistera :

- A comparer nos résultats avec ceux des travaux antérieurs effectués sur le poisson fumé
- A comparer nos résultats avec des travaux antérieurs effectués sur le poisson braisé séché
- En l'appréciation qualitative et quantitative des flores recherchées et de leurs incidences sur le produit et la santé des consommateurs.

Le choix du poisson braisé s'explique par le fait qu'il est le produit qui se rapproche le plus du poisson fumé (48).

2-3-2-1- Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) et les Coliformes Fécaux

La contamination par la FMAT est de 100% des échantillons. Cette contamination global est identique aux résultats obtenus par **DJINO** (24) en 2001. Mais, pour cette contamination 11 échantillons sur 1819 échantillons ont été déclarés non satisfaisant soit 0,6% de cette contamination globale ; alors que **DJINO** à trouvé 23 échantillons non satisfaisants sur 378 échantillons analysés soit 6,09%. On peut

donc dire que cette contamination est largement en baisse. La moyenne obtenue par **DJINO** (24), $5,4 \cdot 10^5$ germes par gramme pour le poisson fumé est faible en comparaisons aux résultats obtenus par **THIAM** (48), $3,4 \cdot 10^8$ germes par gramme sur 100 échantillons de poissons braisés. **THIAM** (48) cite **PERRAULT** qui a obtenu $3,2 \cdot 10^8$ et $1,4 \cdot 10^9$ germes par gramme à Mbour sur 5 échantillons et **SEYDI** (46), $2,8 \cdot 10^7$ germes par gramme.

En ce qui concerne les coliformes fécaux, seulement 14 échantillons soit 0,78% des 1819 échantillons ont été contaminés pour le poisson fumé ; ce qui correspond à 99,22% d'échantillons satisfaisant. A comparer avec les résultats obtenus par **DJINO** (24) (2,1% de contamination par les coliformes fécaux), on peut donc dire que cette contamination est en régression. Comparativement aux normes du poisson fumé, **THIAM** (48) obtient sur 100 échantillons de poisson braisé, les résultats suivants : 57% satisfaisant, 25% acceptable et 18% de non-conformités avec une moyenne de 132,92 coliformes par gramme. Ces résultats témoignent d'une contamination moins élevée du poisson fumé destiné à l'exportation même si **WATANABE** (51) trouve 10 coliformes par gramme sur un échantillon. Les faibles taux de FMAT et de coliformes fécaux des poissons fumés destinés à l'exportation, dénotent une amélioration significative du respect des règles d'hygiène et de Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) dans les établissements de fumage ; par conséquent, une baisse du niveau de contamination du poisson fumé par ces germes. En effet, selon **ABABOUC** (1), ces deux catégories de germes, lorsqu'elles sont présentes dans les aliments, sont respectivement témoins :

- du non respect des règles de bonnes pratiques de fabrication (rupture de la chaîne de froid, retard accusé lors de l'élaboration des produits)
- du manquement aux règles d'hygiène (contamination fécale du produit).

Cette évolution favorable de la qualité des aliments est sans doute le résultat de l'introduction de la démarche HACCP (ou ADMPC) au niveau des établissements de fumage qui destinent leurs productions à l'exportation en direction surtout de l'Union Européenne et de la prise en compte des recommandations faites par **DJINO** (24).

2-3-2-2- Staphylocoques Présumés Pathogènes (SPP) (*Staphylococcus aureus*)

0,16% des échantillons analysés, soit 3 échantillons sur 1819 ont été contaminés par les SPP. Ces résultats sont relativement faibles par rapport aux résultats obtenus par **DJINO** (24), en termes de niveau de contamination qui s'élevait à 0,5% des échantillons analysés. **BOURGEOIS** que cite **THIAM (48)** explique la présence de ces germes par leur capacité à se développer à une A_w faible et leur tolérance à une forte concentration de sel. Cette présence s'explique aussi par le fait que selon **ABABOUC** (1), les souches de *S.aureus* sont ubiquitaires. Ce faible taux de contamination pourrait être dû au fait que *S. aureus* n'est pas une bactérie thermorésistante. La température nécessaire pour que le fumage se réalise assure la réduction drastique de la charge bactérienne. *S.aureus* est un germe très pathogène. Par ses entérotoxines, il peut être à l'origine chez l'homme d'une toxi-infection alimentaire se traduisant par la nausée, des céphalées, des douleurs abdominales, des vomissements violents, incoercibles et répétés souvent accompagnés de diarrhée. Cette production d'entérotoxines interviendrait, selon **THIAM (48)** à des taux de contamination de l'ordre de 10^5 germes par gramme de produit. Dès lors, la présence de *S.aureus* dans les rares échantillons de poisson fumé est faible et ne serait apparemment pas alarmante pour la santé des consommateurs. Cependant d'après **ABABOUC** (1), les entérotoxines sécrétées par *S.aureus* sont thermotolérantes. Il est donc possible de trouver dans un produit l'entérotoxines alors que les staphylocoques ne peuvent plus être mis en évidence. D'où la nécessité de veiller à ce que chaque échantillon soit conforme au critère microbiologique (m= absence dans 1 gramme mais admet 1 staphylocoque dans 1 gramme de saumon fumé) afin de réduire au maximum les risques de toxi-infections alimentaires. Par conséquent, le critère microbiologique qu'applique le LCHAI (m=1staphylocoque dans 1 gramme) doit être corrigé.

2-3-2-3- Les Anaérobies Sulfite Réducteurs (ASR)

Il s'agit des bactéries du genre *Clostridium*.

On a enregistré 16 échantillons contaminés ; soit 0,88% de l'ensemble des échantillons analysés de poisson fumé durant 5 ans. 99,12% des échantillons sont satisfaisants pour ces germes. Sur les échantillons analysés, le faible niveau de contamination (0,88%) nous permet d'apprécier le niveau de contamination par rapport aux résultats des travaux de **THIAM (48)**.

En effet, les analyses des 100 échantillons de poisson-braisé ont donné une moyenne de 43,26 germes par gramme de produit pour 46 valeurs numériques. La contamination par *Clostridium botulinum* de type E des poissons frais servant au fumage ; le caractère thermorésistant de *Clostridium perfringens* qui résiste pendant 6 heures à 100°C, évoqué par **BEERENS** que cite **THIAM (48)** sont des éléments d'explication de la présence de ces germes. A des taux de contamination de 10⁶ germes par gramme, *Clostridium perfringens* peut être à l'origine d'une toxoinfection chez l'homme (48). Bien que le niveau de contamination soit peu élevé au regard de ce qui précède et significatif pour constituer un risque pour la santé du consommateur, le caractère thermorésistant de ces germes qui secrètent des entérotoxines responsables de toxoinfection impose leur absence dans les produits transformés et destinés à l'alimentation humaine.

2-3-2-4- Les salmonelles

Aucune contamination par les salmonelles. Nous avons une amélioration de la qualité microbiologique du poisson fumé en comparaisons aux résultats obtenus par **DJINO** (24) qui ont montré que 0,8% des échantillons analysés antérieurement ont révélé la présence de salmonelles ; ce qui représentait 3 échantillons sur 378. Ces résultats sont en accord avec les résultats des analyses réalisés sur le poisson-braisé qui montrent que tous les échantillons sont conformes aux normes microbiologiques du poisson fumé à savoir l'absence de salmonelles dans 25 gramme de produit (31).

2-3-2-5- La flore fongique : Levures et Moisissures

Nous avons obtenu 38 cas de contamination par la flore fongique ; ce qui représentent 2,09% des 1819 échantillons analysés. Comparativement aux résultats obtenues par **DJINO** (24), 37 cas de contaminations sur 378 échantillons soit 9,8% des échantillons analysés, nous pouvons dire que la contamination devient moins fréquente. Les résultats obtenus sur le poisson braisé par **THIAM** sont très distants de ceux du poisson fumé. Tous les échantillons de poisson braisé ont été contaminés avec une moyenne de $3,044.10^3$ germes par gramme. Ce qui fait qu'aucun échantillon n'est conforme à la norme microbiologique du poisson fumé. Cette contamination s'expliquerait par la grande capacité des levures et moisissures à se développer sur des substrats à faible A_w jusqu'à 0,6 d'après **THIAM** (48) qui cite **BOURGEOIS** et aux mauvaises conditions de stockage. Les levures et les moisissures sont des germes d'altération des produits causant des pertes de qualité organoleptique. **PANGUI**, cité par **THIAM** (48), a montré cependant l'existence de traces d'aflatoxines dans le poisson fumé au Congo résultant du développement de ces moisissures. L'aflatoxine B1 est reconnue comme substance cancérigène. De façon globale, les résultats des analyses microbiologiques témoignent de la réduction importante des germes pathogènes et d'altération du poisson fumé destiné à l'exportation par rapport aux produits transformés artisanalement et écoulés sur les marchés locaux. Les efforts entrepris par les entreprises de fumage pour appliquer les Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) et les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) dans la démarche HACCP (OU ADMPC) sont à l'origine des bons résultats obtenus. Mais, il se pourrait que ces producteurs de poissons fumés aient préparé des échantillons spéciaux pour l'analyse. Cela ne refléterait pas la qualité microbiologique du lot ; par exemple, on a constaté qu'un échantillon préparé deux (2) jours avant son acheminement au laboratoire arrive à l'état chaud. D'ailleurs, **HUSS** (34) affirme que le nombre, la taille et la nature des échantillons influence considérablement les résultats. La qualité du poisson fumé s'apprécierait davantage si les bases de l'étude de la qualité chimique de ce produit transformé étaient définies (critères chimique ; protocoles spécifiques aux produits élaborés

artisanalement) et mises en œuvre au travers de dosages de l'ABVT (Azote Basique Volatil Total) et de TMA (Triméthylamine) témoins du niveau d'altération des produits, de l'aflatoxine B1 et des dérivés benzoïques tel que le 3,4-benzopyrène qui sont cancérigènes. Ces substances peuvent constituer un risque pour le consommateur.

2.4. Corrélation entre défauts observés et résultats non satisfaisants

Notre étude nous a permis d'établir une corrélation négative entre le nombre de défauts rencontrés au niveau des établissements et leurs résultats non satisfaisants obtenus au laboratoire. Nos résultats sont différents des résultats obtenus par **DJINO** (24) qui attestaient une corrélation positive entre le nombre de défauts observés au niveau des établissements de fumage et les résultats non satisfaisants obtenus au laboratoire.

Au regard de la situation présente une étude prenant en compte l'audit du laboratoire d'analyse et l'inspection des établissements de fumage de poisson nous aiderait à faire des recommandations concrètes.

CHAPITRE 3 : RECOMMANDATIONS

A la lumière des résultats obtenus et des observations effectuées, il ressort de façon globale que les conditions d'hygiène sont à améliorer.

Il en va de même pour les pratiques de fabrication.

Le sous secteur artisanal de la pêche, et particulièrement celui de la transformation tente en Côte d'Ivoire, de se mettre aux normes internationales et aux exigences de l'Union Européenne en matière d'assurance qualité dans les industries des produits de la pêche selon la démarche HACCP. Cependant, de nombreuses contraintes socio-culturelles, techniques et administrative risquent d'étouffer cette initiative salubre pour une meilleure valorisation des poissons fumés artisanalement. C'est pour lever ces obstacles que des efforts considérables sont à entreprendre aussi bien au niveau des établissements de fumage qu'au niveau national. L'objectif visé serait la mise en place d'un programme national d'assurance qualité adapté au contexte du fumage artisanal. Ce programme devra s'inscrire en trois (3) temps : à court, à moyen et à long terme.

1. A court terme

Cette partie vise à renforcer les pré requis pour la mise en application de la démarche HACCP et compréhension commune de ces principes par les responsables des établissements de fumage et les autorités compétentes.

▪ Au niveau des établissements de fumage

La prise de conscience par le personnel de la nécessité pour lui de maîtriser les principes élémentaires de bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène est indispensable. A cet effet, il leur faut une formation adaptée à leur niveau de compréhension. C'est pour cela que nous proposons des techniques de communication basées sur l'image et la pratique :

- projection de films
- affichage de dessins expressifs
- séances de stimulation de conditions rigoureuses et optimales de bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène.

- présentation des colonies bactériennes sur les milieux de culture après prélèvements aux différents points critiques.

Chaque établissement de fumage devra se doter d'un spécialiste en matière de qualité pour le suivi et l'application de cette formation, en vue b'aboutir au respect de la démarche HACCP. Il sera en outre chargé de :

- La description du produit et de son utilisation
- L'identification des mesures préventives
- L'identification des points critiques de contrôle
- L'identification des méthodes de contrôle des points critiques
- La description détaillée des mesures correctives
- Du choix de l'option de la technologie de fumage appropriée

▪ **Au niveau national**

- Une collaboration beaucoup plus étroite entre la Direction des Services Vétérinaires et de la Qualité (DSVQ) et le Laboratoire Central pour l'Hygiène et l'Agro-Industrie (LCHAI) est d'autant plus nécessaire que les établissements de fumage ont besoin d'une impulsion pour acquérir les pré requis indispensables à la mise en place d'une bonne méthode de gestion de la qualité.

- Les moyens financiers et logistiques doivent être mis à la disposition du LCHAI pour être plus compétitive.

- l'autorité doit exiger des responsables des établissements, l'emploi de responsable qualité compétent en la matière. Elle doit également créer des conditions réglementaires pour conforter les responsables qualité dans l'exécution de leur fonction et dans le cadre de l'agrément des établissements.

3. Au moyen terme

L'autorité doit conduire, en collaboration avec le réseau des technologistes africains du poisson, des experts de la FAO, de l'Union Européenne et du Codex Alimentarius, des industriels, des groupements de fumeuses et l'administration une série d'études scientifiques et techniques visant à :

- établir des normes microbiologiques et chimiques spécifiques au poisson fumé « à chaud » artisanalement

- établir des critères normalisés identifiant le poisson fumé « à chaud » (température et temps de cuisson exacts ; utilisation du produit ; mention pour l'emballage et l'étiquetage)
- mettre au point des fours munis des systèmes de mesures (thermomètre ; chronomètre) pour une meilleure maîtrise du point critique qu'est l'opération de fumage proprement dit.

Une telle initiative pourrait s'étendre à la sous région ou au continent africain.

4. A long terme

Les propositions suivantes visent la mise en application d'un programme national d'assurance qualité dans les établissements de transformation artisanale, réalisé de commun accord avec tous les acteurs du domaine.

▪ **Au niveau des établissements**

- tous les chefs d'établissements doivent formaliser leur engagement à mettre en place un système de gestion de la qualité par une déclaration d'intention écrite.
- Tous les établissements doivent disposer d'un manuel HACCP et veiller à sa réadaptation à chaque fois qu'il y a changement de structure ou de procédure.
- Les établissements doivent créer un laboratoire pour réaliser et améliorer les analyses d'autocontrôle.
- Les responsables qualités doivent formaliser leur méthode de travail (fiche de contrôle, de surveillance, enregistrements et archivage)
- Les établissements doivent disposer d'unité de nettoyage et de désinfection.

▪ **Au niveau national**

- l'autorité compétente doit élaborer une nouvelle loi sur l'inspection rendant obligatoire la mise en œuvre du programme national d'assurance qualité.
- Les agents de la DSVQ, après avoir classé les entreprises en fonction de leur capacité d'application du programme de gestion de la qualité (les audits), que les entreprises les moins cotées soient les plus contrôlées.
- Faire des études au niveau de la mise en application du système HACCP des établissements de fumage en vue d'améliorer leur efficacité. La création de

cabinets de consultant serait à encourager pour épauler le travail effectué par la DSVQ

- Encourager les rencontres entre les responsables qualités des différents établissements, au cours de séminaires de formation, en vue d'harmoniser les méthodes de travail (formation et sensibilisation du personnel ; gestion des systèmes documentaires) mais également pour renforcer leur connaissance (microbiologie des produits de la pêche).

CONCLUSION

CONCLUSION

En Côte d'Ivoire comme dans la plupart des pays côtiers, la production halieutique joue un rôle non négligeable tant du point de vue économique que social. Elle participe à l'équilibre de la balance commerciale grâce aux entrées de devises consécutives aux exportations. Elle participe également, à la satisfaction des besoins protéiques des populations urbaines du fait de la conjoncture économique. Depuis quelques années, les produits halieutiques transformés artisanalement connaissent un regain d'intérêt sur le marché international.

Le poisson fumé est le produit le plus exporté du groupe. Cependant sa mise sur le marché européen est tributaire de la satisfaction de certains critères microbiologiques. Sa production est surtout marquée par des méthodes traditionnelles dont le savoir-faire est certes séculaire, mais leur application s'effectue dans des conditions d'hygiène alarmantes.

La conséquence est alors une forte manipulation des produits par le personnel, source de contamination fréquente par des germes ubiquitaires et pathogènes. La mauvaise conservation de ces produits favorise le développement de germes d'altération.

Au moment de l'introduction de la démarche HACCP (ADMPC) dans ce secteur d'activité, le niveau global de contamination de ce produit était en augmentation. Ceci nous a amené à chercher à savoir si ce produit destiné à l'exportation se conformait aux normes internationales.

C'est pourquoi, nous avons entrepris d'étudier l'évolution de la qualité microbiologique du poisson fumé en Côte d'Ivoire et destiné à l'exportation.

Le but de ce travail était d'apprécier l'évolution du niveau de contamination des germes de ce produit et son altération.

Pour ce faire, nous avons exploité les résultats des audits des établissements exportateurs de poisson fumé ; puis nous avons effectué une étude rétrospective des résultats des analyses concernant ces germes de janvier 2002 au premier trimestre 2006. Nous avons pris part à des analyses durant le premier trimestre 2006.

De cette étude microbiologique, il ressort que sur 1819 échantillons :

- 96,76% des résultats sont satisfaisants ;
- 3,24% des résultats sont non satisfaisants.

Un examen plus minutieux des analyses montre que les échantillons sont contaminés à :

- 100% par la flore mésophile aérobie totale ;
- 0,78% par les coliformes fécaux ;
- 0,16% par *Staphylococcus aureus* ;
- 0,88% par les anaérobies sulfito-réducteurs ;
- 2,09% par les levures et moisissures ;
- Aucune contamination par les salmonelles.

De façon globale, l'étude a montré une évolution décroissante du niveau de contamination des échantillons.

L'audit réalisé par la DSVQ classe les établissements X1, X3, X4, X5 dans la catégorie B et l'établissement X2 dans la catégorie C.

Cette évaluation met en relief une corrélation négative entre le nombre de défauts graves et les résultats non satisfaisants. Il en ressort que les établissements les mal organisés ont les meilleurs résultats de laboratoire ; ce qui laisse entrevoir un possible traitement spécifique des échantillons acheminés au laboratoire.

A la lumière des résultats obtenus et des observations effectuées, il ressort de façon globale que les conditions d'hygiène sont à améliorer. Il en va de même pour les pratiques de fabrication. C'est pour cela que nous avons fait des recommandations pour une amélioration de la qualité du poisson fumé.

Ainsi, pour se rapprocher davantage des exigences du marché international en matière d'assurance qualité, préserver et même acquérir de nouveaux marchés pour le poisson fumé artisanalement et destiné à l'exportation, il serait indispensable d'entreprendre un ensemble d'actions pour se doter de moyens juridiques, humains et techniques nécessaires à la mise en place d'un programme national d'inspection et d'Assurance Qualité.

REFERNCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABABOUC H L., 1995.** Assurance de la qualité en industrie halieutique.-Rabat : Ed.ACTES.-214p
2. **ALDRIN J. F., 1971.** Produits de pêche et leur conservation. – Abidjan : Direction des Pêches Maritimes et Lagunaires. – 99p.
3. **ANO H K. P., 1998.** Contribution à l'étude du réseau de distribution des ressources halieutiques marines en Côte d'Ivoire. Thèse 3^{ième} cycle : géographie : Université de Côte d'Ivoire, faculté des arts et sciences humaines, département de géographie, 323p.
4. **AZIBE M., 1991.** Contribution à l'étude de la qualité parasitologique, bactériologique et chimique des filets de poissons congelés produits au Sénégal. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 19
5. **BABA M. D., 1985.** Contribution à l'étude de la pêche maritime au Togo. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 3, 186 p.
6. **BELIN., 1998.** Les levures en microbiologie alimentaire.- Paris : Tech. Et Doc.- Lavoisier.- Tome 1, 161-173.
7. **BOMBO B. N., 1988.** Contribution à étude de la conservation artisanale des produits de la pêche en Côte d'Ivoire. Thèse/ Méd. Vét : Dakar ; 17.
8. **BORNERT G., 2000.** Intérêt et limites des analyses microbiologiques des denrées dans une stratégie de maîtrise de la sécurité des aliments : cas de la restauration collective.
Bulletin Vét. France, 153 :433-442.

- 9. BOURGEOIS C. M., MESCLE J. F. et ZUCCA S., 1988.** Microbiologie alimentaire. Tome I : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire.- Paris : Lavoisier-Tech et Doc ; APRIA.- 419p.
- 10. BOURGEOIS C. M., LEVEAU S. Y., 1980.** Technique d'analyse et de contrôle dans les industries alimentaires ; vol. 3 : le contrôle microbiologique.- Paris : Lavoisier-Tech et Doc ; APRIA ; 331p.
- 11. CHEPFEL J. C., 1980.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Vol 1.- Paris : Entreprise moderne d'édition.- 118p.
- 12. CLUCAS J., 1986.** Manutention conservation et transformation du poisson sous les tropiques. Partie2.- Wageningen : CTA.- 144p.
- 13. COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS., 1999.** Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Texte de base.- Rome : FAO.- 60p.
- 14. COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS., 1990.** Normes codex pour les poissons et les produits de la pêche. Vol. V. - Rome: FAO.-45p.
- 15. COTE D'IVOIRE. République, 2003.** Annuaire des statistiques de l'aquaculture et des pêches. Abidjan : DPH.- 155p.
- 16. COTE D'IVOIRE. République, 2002.** Annuaire des statistiques de l'aquaculture et des pêches. Abidjan : DPH.- 155p.

- 17. COTE D'IVOIRE. République, 2001.** Annuaire des statistiques de l'aquaculture et des pêches. Abidjan : DPH.- 155p.
- 18. COTE D'IVOIRE. République, 2000.** Annuaire de statistiques de l'aquaculture et des pêches. Abidjan : DAP.- 155p.
- 19. COTE D'IVOIRE. République, 1998.** Agriculture ivoirienne à l'aube du XXIème siècle.- Abidjan : MINAGRA.- 288p.
- 20. COTE D'IVOIRE. République, 1993.** Arrêté N° 200 MINAGRA du 05 août 1993. Abidjan ; journal officiel de la république de Côte d'Ivoire du jeudi 28 octobre.
- 21. CTA., 1990.** Conserver et transformer le poisson. Guide technique et méthodologique. Wageningen : CTA.- 295p.
- 22. DIEI Y et NDIAYE O., 1998.** Guide pratique des bonnes pratiques de manutention et de transformation artisanale de poisson. Programme de développement intégré des pêches artisanales en Afrique de l'Ouest : rapport technique.-Cotonou, DIPA/wp/129.-35p.
- 23. DIPA., 1995.** Atelier sur le thème « A la recherche des améliorations en technologie du poisson en Afrique de l'Ouest ». Pointe-Noire, Congo, p 37-38.
- 24. DJINOUE H. P. A. B., 2001.** Etude de la qualité microbiologique du poisson fumé artisanalement en Côte d'Ivoire et destiné à l'exportation. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 23.
- 25. ESSUMAN K. M., 1992.** Le poisson fermenté en Afrique : traitement, commercialisation et consommation. FAO.-80p.

- 26. FAO., 1991.** Rapport sur les pêches. (194-196) in : Compte rendu de la consultation d'experts FAO sur la technologie du poisson en Afrique. Accra, Ghana.-Rome : FAO.
- 27. FAO., 1988.** Rapport sur les pêches. (78-80) in : Compte rendu de la consultation d'experts FAO sur la technologie du poisson en Afrique. Abidjan, Côte d'Ivoire, 25-28 Avril.-Rome : FAO.
- 28. FAO., 1984.** Prévention des pertes de poisson traité. Rome : FAO.-84p.
- 29. FAO., 1971.** Fumage du poisson. Rapport sur les pêches.-Rome : FAO.-47p.
- 30. FAO/OMS., 1979.** Codex alimentarius : Code d'usage international recommandé pour le poisson fumé. Vol. B, CAC/RCP 25. -Rome : FAO.-47p.
- 31. FRANCE. République, 1980.** Arrêté de la république française du 21 décembre 1979 relatif aux critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire certaines denrées alimentaires d'origine animale. Journal officiel de la république française (JORF). Paris. 10 janvier.
- 32. GUIRAUD J. et GALZY P., 1988.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires.- Paris : éd. Usine Nouvelle.- 130p.
- 33. HOOVER D. G., TATINI S. R. et MALTAIS J. B., 1983.** Characterisation of staphylococci. Applied and Environmental Microbiology, 46: 649-660.

- 34. HUSS H., 1996.** Assurance de la qualité des produits de la mer.
-Rome : FAO.- 158p.
- 35. KNOCKART C., 2002.** Le fumage du poisson.-7è éd.-Nantes : Ifremer.- 174p.
- 36. LAPEYRE-LCHA C., 1994.** Les entérotoxines des staphylocoques : Symptômes, épidémiologie, détection in « Recherche des germes pathogènes des aliments »
Microb., Hyg. Ali., (n° hors série).
- 37. MOREAU C., 1988.** Les moisissures en Microbiologie alimentaire. Paris, Tech. et Doc.-Lavoisier.- Tome1, p. 24-25.
- 38. ORSTOM., 1971.** Valeur nutritionnelle des produits de la pêche conservés par séchage, fumage et salage.- Yaoundé : ORSTOM.
- 39. OUATTARA B., 1986.** Etude de la qualité bactériologique des filets de poissons congelés. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 20.
- 40. PENSO G., 1953.** Les produits de la pêche : valeur alimentaire- Inspection sanitaire.- Paris : Vigot Frères.-418p.
- 41. PPAO., 1997.** Compte-rendu de l'atelier sur la technologie. Tenu à Grand-Bassam, Côte d'Ivoire. Secrétariat Technique- ADEPA. Abidjan, Programme Régional « valorisation des captures de la pêche artisanale en Afrique de l'Ouest ». Série 031. (N.P.)
- 42. RENAULT G. M. L., 1977.** Contribution à l'étude de l'analyse bactériologique de quelques coquillages comestibles.
Thèse : Méd. Vét : Toulouse ; 111.

- 43. RICHARD M. D., BIZOT H., MULTON J. L., 1982.** Activité de l'eau, facteur essentiel de l'évolution microbiologique des aliments. Sciences des aliments - 2^{ième} numéro hors série, p. 3-17.
- 44. ROZIER J., CARLIER F. et BOLNOT F., 1985.** Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments.- Paris : éd. SEPAIC.- 230p.
- 45. SCHAAN M. A., 1994.** Transformations artisanales des produits de la pêche. Quel avenir pour les pays en voie de développement. Thèse : Méd. ; Vét : Toulouse ; 8, 57.
- 46. SEYDI Mg. 1982.** Stratégie de santé en situation de développement. Point de vue du vétérinaire : Contamination des DAOA- incidences sanitaires et économiques. Médecine d'Afrique Noire, (6) : 307-409.
- 47. SITTI A. H., 2001.** Contribution à l'étude de l'évolution de la qualité bactériologique des produits de la pêche de 1997-2000. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 17.
- 48. THIAM A., 1993.** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et chimique du poisson braisé-séché (KETIAKH) commercialisé sur le marché dakarois. Thèse: Méd. Vét: Dakar; 15.
- 49. THORPE R. H., 1992.** Hygienic design considerations and comprehensive Guide. Eds: C. Dennis and Stringer. Ellis Horwood.
- 50. TOURE M. H., 1996.** Contribution à l'étude de l'évolution de la contamination par les coliformes fécaux des filets de poissons sénégalais destinés à l'exportation. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 17.

51. WATANABE M. K., 1974. Technologie et hygiène des méthodes de transformation du poisson salé séché fabriqué en Afrique avec référence spéciale au Ghana, Sénégal et la Zambie.- Dakar : PNUD/FAO.-14p.

ANNEXES

FICHES D'AUDIT DES ETABLISSEMENTS DE FUMAGE DE POISSON

NOM DE L'USINE :
NUMERO D'AGREMENT :
DATE D'INSCRIPTION :
NOM DE L'AUDITEUR :
NOM DU RESPONSABLE :

EVALUATION DU PROGRAMME HACCP

HACCP				
	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G/C</i>	<i>Note</i>
L'équipe HACCP est efficace				
Les spécifications pour la matière première sont définies et écrites				
Les spécifications pour les produits et ingrédients sont définies écrites				
L'utilisation finale des produits est définie et enregistrée (produits à haut ou faible risque)				
Le diagramme de fabrication est écrit, fiable et complet				
L'analyse de points critiques est écrite, fiable et complète				
L'identification du CCP est documentée et le CCP est approprié pour l'utilisation finale des produits				
Les critères critiques sont établis, documentés et appropriés pour le CCP				
Les procédures de contrôle pour chaque CCP sont documentées, suivies et les données sont enregistrées				
Les actions correctives identifiées, écrites et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Les données sont				

disponibles				
Les procédures de vérification sont documentées et suivies. Les données sont disponibles				
Toutes les documentations nécessaires existent et sont disponibles pour l'inspection				

A = excellent, bon ou des déficiences mineures (pas de risque de santé publique)

B = déficiences majeures pouvant conduire à des risques de sécurité s'ils ne sont pas contrôlés. Toute condition ou situation donnée se rapportant à B requiert un plan ou programme pour une mise rapide en conformité. Action répétitive ou cumulative se rapportant à B peut entraîner une situation critique.

C = une situation inacceptable ou critique représentant un risque sanitaire. Toute situation se rapportant à C immédiatement nécessite une action corrective.

Evaluation du Programme pré- requis

ELEMENTS A INSPECTER					
Usine de transformation		<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G/C</i>	<i>Note</i>
<i>Extérieur :</i>					
Condition du sol à l'extérieur de l'ETP	[]	[]			
Condition du mur à l'extérieur de l'ETP - spécialement les trous de l'intérieur	[]	[]			
<i>Intérieur :</i>					
Pièce - conception et étanchéité sont appropriés et permettent aux personnes de nettoyer facilement et de prévenir la contamination croisée		[]	[]		
Pièce - les zones sales et propres sont séparées (y compris les zones de déchets)		[]	[]		
Pièce - les produits non comestibles sont séparés exp : emballage, produits chimiques, etc.		[]	[]		
Plafonds, murs, sols, portes et fenêtres sont bien conçus et maintenus en bon état	[]	[]			
- pour les zones affectant directement les produits ou le matériel d'emballage primaire		[]	[]		
- pour les autres zones	[]	[]	[]		
Drainage - Bien conçu suffisant et maintenu en bon état		[]	[]		
Drainage - présences des siphons, protection contre la remontée des eaux usées et toute autre contamination		[]	[]		
Eclairage - suffisant et lampes couvertes		[]	[]		
Contrôle des parasites - installation de dispositifs d'exclusion à toutes les ouvertures extérieures, maintenus en bon état		[]	[]		
Aération - suffisante bien conçue et pas de condensation évidente	[]	[]			

Les installations dans la zone de transformation	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G/C</i>	
Eau : quantité suffisante d'eau froide, séparation claire entre eau potable et non potable		[]	[]	
Eau : quantité suffisante d'eau chaude et de vapeur		[]	[]	
Glace : quantité suffisante et silo à glace bien conçu est en bon état d'entretien				
Equipement de glaçage et de congélation : capacité suffisante		[]	[]	
Eaux usées : les conditions sont conformes aux lois sur la protection de l'environnement		[]	[]	
Hygiène : vestiaires localisés dans les endroits appropriés bien conçus et en bon état d'entretien		[]	[]	
Hygiène : toilettes localisées dans les endroits appropriés bien conçues et en bon état d'entretien		[]	[]	
Hygiène : lavabos et stations désinfection en nombre suffisant bien conçus, bien localisés et en bon état d'entretien Equipement : containers fabriqués avec matériaux appropriés, en bon état d'entretien et sont enlevés lorsqu'il s'avère nécessaire		[] []	[] []	
Equipement : machines en contact avec les produits alimentaires bien conçues, et faciles à nettoyer et maintenues en bon état		[]	[]	
Equipement : machines en contact avec les produits non alimentaires bien conçues, faciles à nettoyer et maintenues en bon état	[]	[]		
* Local séparé pour le fumage				
* Système de ventilation, avec évacuation de la fumée et de la chaleur n'affectant pas les locaux de séparation ou d'entreposage				
* Entreposage des matériaux de combustion n'entraînant pas une contamination des produits				

* Bois peints, vernis, collé ou traité pour la combustion et la production de fumée				
* Emploi de résineux interdit lorsque les fumées de combustion sont en contact avec les produits				
* Emploi de fours ou séchoirs à fioul interdit lorsque les fumées de combustion sont en contact avec les produits				
* Refroidissement rapide après fumage dans les meilleurs délais				
* Absence condensation sur les produits lors du refroidissement				
* Emballage et conditionnement après le refroidissement				

PROCÉDURES				
Propriété de l'eau et de la glace	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>	<i>Note</i>
Critères rédigés sont appropriés		[]	[]	
Procédures de contrôle rédigées suivies et données disponibles		[]	[]	
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles		[]	[]	
Nettoyage et désinfection	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>	
Méthodes de nettoyage et de désinfection (surfaces de contact de produits alimentaires et non alimentaires) sont rédigées et appropriées		[]	[]	
Procédures de contrôle de la propriété rédigées, suivies et données disponibles		[]	[]	
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles		[]	[]	
Observations personnelles de l'auditeur sur l'ETP				
Santé et hygiène du personnel	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>	
Critères d'hygiène du personnel (propriété, uniformes) rédigés et appropriés			[]	
Procédures de gestion des maladies rédigées et appropriées			[]	
Procédures de contrôle de la santé et de l'hygiène du personnel rédigées, suivies et données disponibles			[]	
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles			[]	
Observations personnelles de l'auditeur sur l'ETP				
Prévention de la contamination croisée	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>	
Critères de prévention de la contamination croisée rédigés et appropriés		[]	[]	
Procédures de contrôle rédigées, suivies et données disponibles		[]	[]	

disponibles				
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles		[]	[]	
Observations personnelles de l'auditeur sur l'ETP				
Entretien des équipements pour l'hygiène du personnel	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>	
Méthodes de maintien de l'hygiène du personnel et des facilités sont écrites et appropriées		[]		
Méthodes de contrôle écrites et suivies, données disponibles		[]		
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles		[]		
Observations personnelles de l'auditeur sur l'ETP				
Protection contre les contaminants des adultérants	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>	
Critères de protection des aliments contre les contaminants écrits et appropriés		[]	[]	
Procédures de contrôles écrites, suivies et les données disponibles		[]	[]	
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles		[]	[]	
Observations personnelles de l'auditeur sur l'ETP				

PROCEDURES				
Gestion des déchets		<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>
Procédures de contrôle écrites, suivies et les données disponibles		[]	[]	
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles		[]	[]	
Procédures de rappel et de traçabilité	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>	
Méthodes permettant l'exécution de la pleine traçabilité et le rappel des produits écrites et appropriées		[]	[]	
Procédures de contrôle de la propriété rédigées, suivies et données disponibles		[]	[]	
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles		[]	[]	
Observations personnelles de l'auditeur sur l'ETP				
Formation	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>	
Politiques et programmes de formation écrits appropriés et suivis				
Procédures de contrôle suivies et données disponibles				
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles				
Observations personnelles de l'auditeur sur l'ETP				
Lutte contre les parasites et contaminants	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>	
Procédures de contrôle des animaux indésirables écrites et appropriées			[]	
Procédures de contrôle rédigées, suivies et données disponibles			[]	
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles			[]	
Observation personnelle de l'auditeur sur l'ETP				

Étiquetage et stockage des produits chimiques et toxiques	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>	
Manutention des produits toxiques, procédures d'utilisation écrites et appropriées		[]	[]	
Méthodes de contrôle écrites et suivies, données disponibles		[]	[]	
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles				
Observations personnelles de l'auditeur sur l'ETP				
Transport et stockage	<i>Mi</i>	<i>Ma</i>	<i>G</i>	
Température et critères de propriété pour le transport et l'emballage écrits et appropriés		[]	[]	
Procédures de contrôle écrites, suivies et données disponibles		[]	[]	
Actions correctives identifiées, rédigées et suivies lorsque les limites critiques sont dépassées. Données disponibles		[]	[]	
Observations personnelles de l'auditeur sur l'ETP				

TABLEAU DE CATEGORISATION DES ENTREPRISES (ETP) SELON LE DEGRE DE CONFORMITE

Catégorie de l'ETP	Nombre de défauts Mineurs (Mi)	Nombre de défauts Majeurs (Ma)	Nombre de défauts Graves ou Sérieux (G ou C)
A	0-6	0-5	0
B	7 ou plus	6-10	1-2
C	n/d	11 ou plus	3-4

ETP : Entreprise

**Norme en vigueur relative aux critères microbiologiques des poissons fumés
appliquée au LCHAI**

Micro- organismes recherchés (par grammes)						Salmonelles dans 25 g
Saumon fumé et autres poissons légèrement salés ou fumés	Micro- Organismes Aérobies à 30°C	Coliformes fécaux à 44°C	Staphylo- coccus aureus	Anaérobies Sulfito-Reducteurs à 46°C	Levures et Moisissures **	
	10 ⁶	Absence	1	Absence	Absence	Absence

RESUME

La première partie bibliographique, aborde des généralités sur la transformation artisanale du poisson tout en mettant un accent sur le fumage.

La deuxième partie, expérimentale, est consacrée à la description des méthodes de recherche des germes de contaminations et d'altérations puis elle présente les résultats et envisage leur discussion.

De cette étude microbiologique, il ressort que sur 1819 échantillons :

- 96,76% des résultats sont satisfaisants ;
- 3,24% des résultats sont non satisfaisants.

Un examen plus minutieux des analyses montre que les échantillons sont contaminés à :

- 100% par la flore mésophile aérobie totale ;
- 0,78% par les coliformes fécaux ;
- 0,16% par *Staphylococcus aureus* ;
- 0,88% par les anaérobies sulfito-réducteurs ;
- 2,09% par les levures et moisissures ;
- Aucune contamination par les salmonelles.

De façon globale, l'étude a montré une évolution décroissante du niveau de contamination des échantillons.

L'audit réalisé par la DSVQ classe les établissements X1, X3, X4, X5 dans la catégorie B et l'établissement X2 dans la catégorie C.

Pour clore cette partie, des recommandations sont faites pour améliorer la qualité du poisson fumé.

Mots clés : Poisson fumé- exportation- audit- Assurance Qualité

Adresse : Bleu Bazo GOUEU

e-mail : gbbazo@yahoo.fr



SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

« Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT, fondateur de l'enseignement vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes maîtres et mes aînés :

- d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire ;
- d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code de déontologie de mon pays ;
- de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire ;
- de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.



Que toute confiance me soit retirée s'il advient que je me parjure. »